



Année 2024

# Plaque vissée verrouillée anatomique dans les fractures de la clavicule

Mémoire

PRESENTÉE EN 2024

PAR

Dr. ABAYDI ANASS

Né le 06/03/1992 à TAOUNATE

POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME DE SPÉCIALITÉ EN MÉDECINE

Option : ORTHOPÉDIE ET TRAUMATOLOGIE A

Sous la direction du Professeur : BOUTAYEB FAWZI

Session 2024

# **Plaque vissée verrouillée anatomique dans les fractures de la clavicule**

# PLAN

INTRODUCTION.....	7
HISTORIQUE .....	10
I.  HISTOIRE DE L'OSTÉOSYNTÈSE .....	11
1.  PRÉHISTOIRE.....	11
2.  OSTÉOSYNTÈSE .....	16
II.  L'OSTÉOSYNTÈSE PAR PLAQUE.....	20
RAPPELS ANATOMIQUE ET BIOMÉCANIQUE.....	22
I.  ANATOMIE DÉSCRIPTIVE ET CHIRURGICALE .....	23
1.  Configuration extérieure.....	23
1.1.  Une partie latérale.....	24
1.1.1.  La face supérieure.....	24
1.1.2.  La face inférieure .....	26
1.1.3.  Bords .....	31
1.1.4.  L'extrémité acromiale.....	31
1.2.  La partie médiane (diaphyse).....	31
1.2.1.  Bords .....	31
1.2.2.  Faces .....	32
1.3.  La partie médiale: l'extrémité sternale .....	33
2.  Vascularisation et innervation de la clavicule .....	34
3.  Rapports.....	37
II.  BIOMÉCANIQUE.....	39
III.  MÉCANISME LÉSIONNEL.....	45
IV.  ÉTIOLOGIES.....	46
V.  CLINIQUE .....	46
VI.  IMAGERIE .....	47

1.1.	Radiologie .....	47
1.1.1.	Quelles incidences .....	47
1.1.2.	Les données de la littérature .....	48
1.2.	Les autres moyens de l'imagerie .....	50
1.2.1.	L'ÉCHOGRAPHIE.....	50
1.2.2.	La TDM .....	51
1.2.3.	L'IRM .....	52
1.2.4.	L'ANGIOSCANNER .....	52
VII.	ANATOMOPATHOLOGIE ET CLASSIFICATIONS.....	53
1.1.	Classification de ROBINSON.....	53
1.2.	Autres classifications.....	55
INNOVATION	ET PROGRÈS: la plaque radio-transparente en Poly ether ether ketone	
	.....	57
MATÉRIELS	ET MÉTHODES.....	69
I.	MÉTHODES .....	70
II.	OBJECTIFS DE L'ETUDE .....	70
III.	METHODOLOGIE .....	70
1.	Nature, Lieu et période de l'étude .....	70
2.	Outil de collecte des données .....	70
3.	Population d'étude.....	71
3.1.	Critères d'inclusion .....	71
3.2.	Critères d'exclusion .....	71
4.	Paramètres étudiés et procédé d'analyse des données .....	71
IV.	MATÉRIELS.....	74
1.	PRÉSENTATION DES OBSERVATIONS .....	74

2. RÉSUMÉ DES CAS .....	101
RÉSULTATS.....	106
I. ÉTUDE ÉPIDEMIOLOGIQUE .....	107
1. RÉPARTITION SELON L'ÂGE.....	107
2. RÉPARTITION SELON LE SEXE.....	108
3. RÉPARTITION SELON LE COTÉ ATTEINT .....	109
4. RÉPARTITION SELON LE MÉCANISME DE SURVENUE.....	110
5. RÉPARTITION SELON L'ÉTIOLOGIE .....	111
II. ÉTUDE CLINIQUE .....	112
III. ÉTUDE RADIOLOGIQUE ET ANATOMOPATHOLOGIQUE .....	112
1. IMAGERIE.....	112
2. ANATOMOPATHOLOGIE .....	113
IV. LÉSIONS ASSOCIÉES.....	114
1. LÉSION DES PARTIES MOLLES.....	114
2. LÉSIONS OSSEUSES .....	114
3. LÉSIONS VASCULO-NERVEUSES .....	116
V. TRAITEMENT .....	117
1. DÉLAI ENTRE LE TRAUMATISME ET LA PEC.....	117
2. PRÉPARATION DU MALADE.....	118
2.1. INSTALLATION DU PATIENT .....	118
2.2. ANESTHÉSIE.....	118
2.3. VOIE D'ABORD .....	118
2.4. MOYENS D'OSTÉOSYNTHÈSE .....	118
3. DURÉE D'HOSPITALISATION.....	119
4. IMMOBILISATION EN POSTOPÉRATOIRE.....	119

5. SOINS POSTOPÉRATOIRES .....	119
6. RÉÉDUCATION .....	120
VI. COMPLICATIONS .....	120
1. INFECTION.....	120
2. PSEUDARTHROSE .....	121
3. COMPLICATIONS VASCULO-NERVEUSES .....	121
4. LES COMPLICATIONS LIÉES AUX MATÉRIAUX D'OSTÉOSYNTÈSE .....	121
VII. RESULTATS CLINIQUES .....	121
1. RÉSULTAT FONCTIONNEL.....	122
1.1. LA DOULEUR.....	124
1.2. MOBILITÉ ACTIVE.....	124
1.3. FORCE MUSCULAIRE .....	125
1.4. NIVEAU D'ACTIVITÉ QUOTIDIENNE.....	125
2. RÉSULTAT OBJECTIF GLOBAL .....	127
VIII. RÉSULTATS RADIOLOGIQUES.....	132
IX. SUIVI POST OPÉRATOIRE.....	134
DISCUSSION .....	135
I. ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE .....	136
1. Age .....	137
2. Sexe .....	139
3. Selon le côté dominant .....	141
4. Etiologies .....	141
5. Types de fractures .....	143
II. LÉSIONS ASSOCIÉES.....	144
1. L'ouverture cutanée .....	144

2. Lésions vasculo-nerveuses .....	145
3. Les lésions pleuropulmonaires.....	146
III. TRAITEMENT .....	147
1. L'analgésie.....	147
2. Le traitement orthopédique .....	148
3. Traitement chirurgical .....	153
4. Aperçus sur les autres moyens d'ostéosynthèse .....	165
IV. COMPLICATIONS .....	168
1. PSEUDARTHROSE .....	168
2. LA RAIDEUR DE L'ÉPAULE .....	171
3. L'INFECTION .....	171
4. COMPLICATIONS VASCULO-NERVEUSES TARDIVES .....	172
5. LA NÉCROSE CUTANÉE .....	174
6. COMPLICATIONS LIÉES AU MATERIEL D'OSTÉOSYNTÈSE .....	175
6.1. FRACTURE DU MATERIEL.....	175
6.2. FRACTURES ITÉRATIVES .....	175
V. ANALYSE DE LA MÉTHODE CHIRURGICALE .....	175
VI. SUIVI POST OPÉATOIRE ET RÉÉDUCATION .....	179
1. La phase d'immobilisation.....	179
2. La phase de récupération sans immobilisation.....	180
3. Phase de récupération de la force musculaire .....	181
CONCLUSION .....	182
RESUMES .....	184
BIBLIOGRAPHIE .....	190

# INTRODUCTION

Les fractures de la clavicule représentent une pathologie assez fréquente en pratique courante du fait de la localisation sous cutanée de cette dernière. C'est un os superficiel situé à la partie antéro-supérieure du thorax, qui relie le tronc au membre supérieur constituant un élément fondamental dans la biomécanique de l'épaule, s'étendant entre le sternum (en dedans) et l'acromion de l'omoplate (en dehors).

Le traitement de ces fractures a été sujet de nombreux études et débats qui ont mis en question la vision traditionnelle que l'on avait de cette pathologie, notamment le traitement orthopédique. En effet, ces études ont montré qu'il existe un retentissement fonctionnel dans la majorité des cas et un taux important de pseudarthroses et autres complications qui pourraient justifier la préconisation d'un traitement chirurgical.

Les procédés chirurgicaux sont multiples et visent à obtenir une consolidation sans diminution de la longueur de la clavicule, sans angulation avec le plus grand respect de l'anatomie. Avec des indications toutefois limitées, le traitement dépend de plusieurs critères dont le type de fracture, le siège, les lésions associées, l'échec du traitement initial et la survenue de complications. L'ostéosynthèse par plaque vissée anatomique reste la technique chirurgicale de référence afin d'assurer une immobilisation stable immédiatement permettant d'obtenir une disparition de la douleur et une mobilisation rapide du membre.

Nous avons mené une étude prospective continue sur une série de 12 patients traités par plaque vissée verrouillée anatomique pour des fractures de la clavicule au service de traumatologie orthopédie A CHU Hassan II de FES pendant une durée de 18 mois ayant pour objectif d'analyser les résultats cliniques et radiologiques de cette technique chirurgicale.

L'analyse statistique des résultats et la comparaison avec ceux de la littérature nous ont permis de valider et de préciser ses indications.

# HISTORIQUE

## I. HISTOIRE DE L'OSTÉOSYNTHÈSE :

### 1. PRÉHISTOIRE :

A partir de 1862, date de la mise en évidence des micro-organismes, Pasteur doit batailler ferme pour que la réalité infectieuse soit reconnue, en chirurgie notamment.

Dans ce domaine il est aidé par l'Anglais Joseph Lister (1827-1912) qui introduit l'antisepsie en chirurgie, c'est-à-dire la décontamination des objets utilisés forcément pollués, lors des pansements ou des interventions.

Un universitaire français Just Lucas Champronnière (1843-1913) fait le voyage de Glasgow et revient convaincu. Mais comme c'est un chirurgien prudent qui a défendu le massage contre le traitement chirurgical dans les fractures de rotule, aussi son témoignage est reçu avec scepticisme ; des médecins transgressent ouvertement les préceptes pastoriens. Mais les idées pastoriennes sont confirmées par des faits incontournables : il suffit de voir le résultat comparé des fractures ouvertes traitées par les grandes cliniques chirurgicales de Prusse, puis d'Allemagne Impériale, avant et après l'antisepsie.

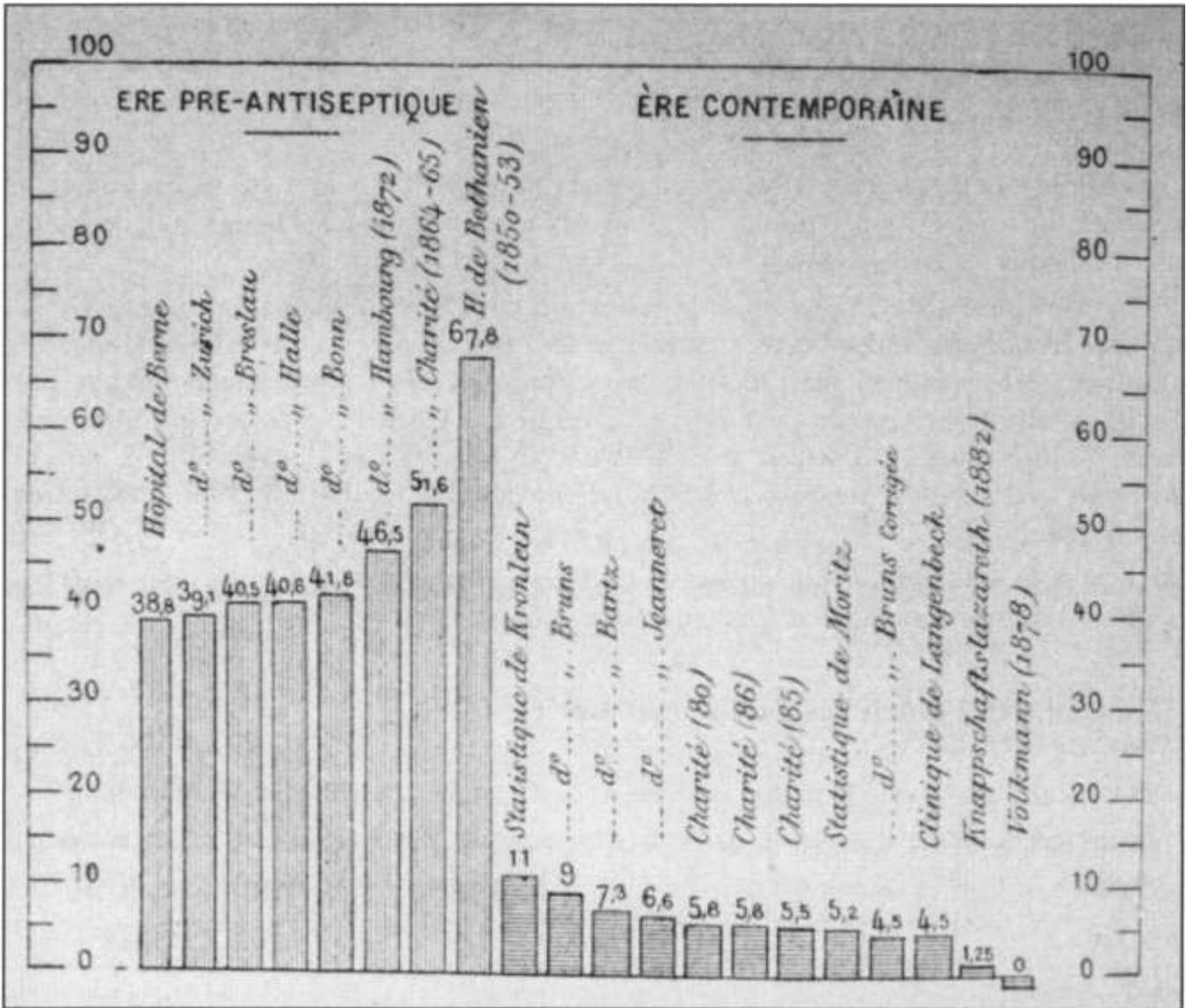


Figure 1. Le résultat du traitement des fractures ouvertes avant et après l'antisepsie dans les mêmes Services allemands ; d'après Forge et Reclus : Traité de thérapeutique chirurgicale. Paris, Masson, 1898, 2<sup>e</sup> Edition, 920 pages. Fig. 86, p.540

L'antisepsie, la vaporisation d'acide phénique par exemple, s'avère gênante pour les opérateurs, agressive pour les mains. C'est dans un but de protection que Halsted aux États-Unis en 1892 puis Chaput en France en 1902 proposeront les gants chirurgicaux. Il devient logique de substituer l'asepsie à l'antisepsie. En France, ce sera Felix Terrier (1837-1910) qui en sera l'artisan tandis que Schimmelbusch imagine l'autoclave en 1887, William Hunter recommande le masque chirurgical en 1900.

LISTER prouve, sans réfutation possible, l'importance de l'asepsie dans ses statistiques ; il relève 43 % de morts pour amputation avant l'asepsie, 15 % après.

La chirurgie des tissus mous n'a pas connu cet avènement tardif. C'est une chirurgie de nécessité, au cours de laquelle l'inoculation microbienne (lors des anastomoses digestives par exemple) est constante et relativement bien supportée. D'où un développement précoce dès le XVIIIe siècle.

La chirurgie des os et des articulations qui est fonctionnelle, rarement impérative, se développera un siècle plus tard d'autant que la pullulation microbienne a des conséquences néfastes plus fréquentes.

L'adoption de l'asepsie nous permet ainsi de parler de l'ostéosynthèse avant l'asepsie désignée sous le terme très critique de préhistoire par opposition à l'ostéosynthèse moderne qui a suivi l'asepsie

La préhistoire de l'ostéosynthèse reconnaît 4 caractéristiques :

- Les chirurgiens ont imaginé des techniques qu'ils n'ont jamais utilisées. Ainsi Rigaud de Strasbourg préconise dès 1850 le vissage de certaines fractures qu'il ne réalisera jamais. Dans la pratique, le même Rigaud pratique l'enchevillement des fragments. C'est la mise en place de chevilles (en général d'ivoire) dans le canal médullaire des deux principaux fragments (enchevillement central, ancêtre de l'enclouage centromédullaire) ou dans les

fragments eux-mêmes (c'est l'enchevillement Trans fragmentaire ou rivure de Bérenger Féraud).

- Au plan technique, les chirurgiens affectionnent outre l'enchevillement, l'accrochage des fragments par leurs aspérités, le fil métallique (cuivre, argent, fer) pour suturer les fragments ou les cercler si le trait est oblique.
- Les fractures opérées le sont toujours par nécessité. Ce ne sont pas des fractures fraîches objet de notre préoccupation aujourd'hui. Ce sont des pseudarthroses.

Au XIXe siècle il y a eu ainsi de rarissimes ostéosynthèse à la plaque mais pour pseudarthrose, telles les tentatives de l'Allemand Hansmann, du Lyonnais Ollier. On parle de "prothèses perdues" de "buried plates".

Et même les plaques d'Hansmann n'étaient en réalité pas complètement perdues. Elles constituaient un intermédiaire entre les plaques et le fixateur externe.

- Quatrième caractéristique de cette préhistoire, les chirurgiens s'attaquent plus volontiers à certaines fractures épiphysaires (olécrane, rotule) qu'aux fractures diaphysaires. Ces fractures sont courantes. Les traitements conservateurs (le massage de Lucas Champronnière notamment) échouent régulièrement. Dès 1877, Lister réalise la première suture de rotule sous antisepsie. La reine Victoria l'annoblit en 1897

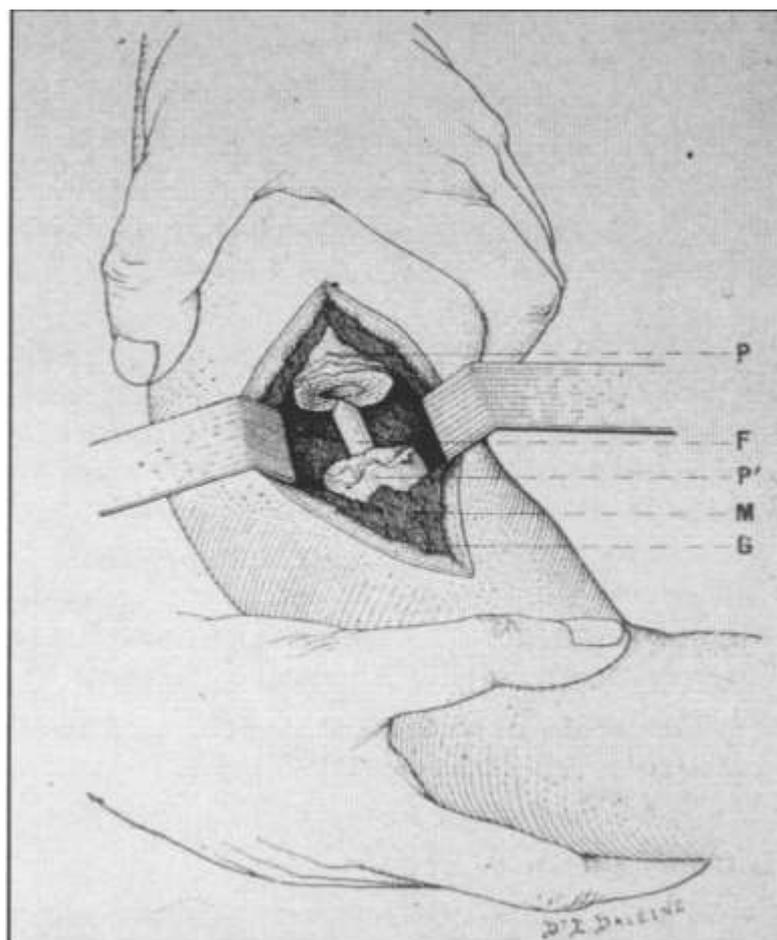


Figure 2. L'ENCHEVILLEMENT CENTRAL

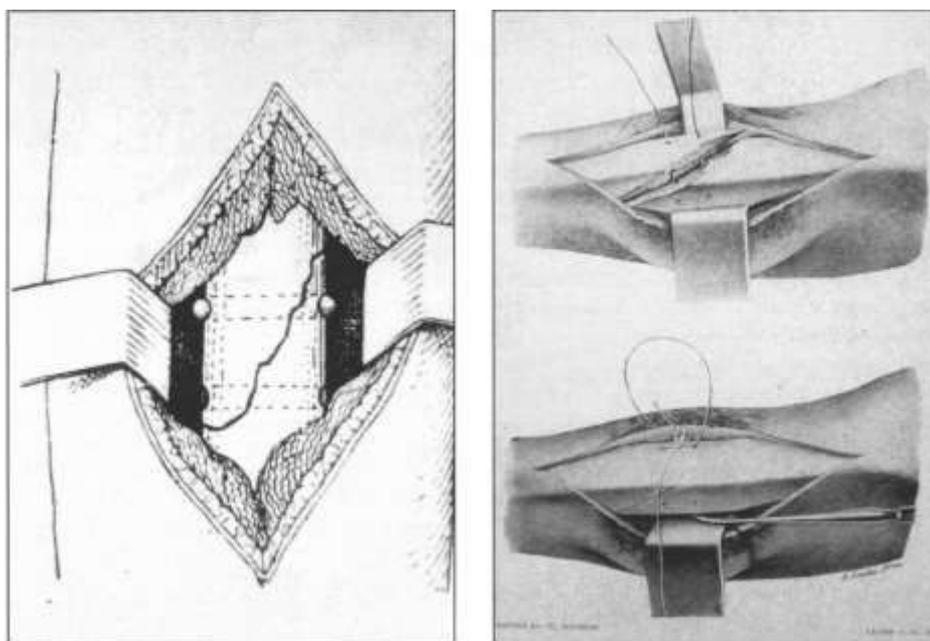


Figure 3. A GAUCHE : L'ENCHEVILLEMENT TRANSELEMENTAIRE OU RIVURE.  
A DROITE : UTILISATION DES FILS MÉTALIQUES

## 2. OSTÉOSYNTHÈSE :

Nous devons le terme ostéosynthèse (comme celui de fixateur externe) à ALBINE LAMBOTTE (1866–1955). Il la définit dans L'intervention opératoire dans les fractures de 1907 pour qualifier les sutures osseuses : elle doit se faire sous « asepsie extrême » par « réduction mathématique absolue » contrôlée par la radiographie et fixation « d'une solidité suffisante par elle-même pour maintenir les os dans leurs rapports normaux » grâce à des implants métalliques. Enfin, il faut « éviter par la mobilisation précoce les raideurs articulaires et les atrophies musculaires ».

Ces exigences révolutionnaires préoccupèrent les chirurgiens jusqu'à nos jours.

Les premières interventions sanglantes sur le squelette ayant pour unique but de conserver un membre qui « sans ce moyen, était dévolu à l'amputation » étaient loin de satisfaire à ces exigences.

Et donc un an plus tard, A. LAMBOTTE qu'est un chirurgien général belge, a redéfini en 1908 l'ostéosynthèse comme étant une contention artificielle des fragments osseux des fractures, par des appareils spéciaux agissant directement sur les os, mis à nu ou non, et destinés à les fixer définitivement dans leur position quo ante (dans l'état ou les choses étaient).

Le développement de l'ostéosynthèse a été rendu possible grâce à l'évolution des implants et des matériaux dont plusieurs types avaient été décrits : ivoire, bronze, or, argent, plomb, cuivre...etc. H.S. LEVERT, en 1829 a été le premier à étudier les matériaux dans la fixation interne en réalisant des études in vivo sur divers métaux : or, argent, plomb et Platinum afin d'essayer de comprendre la biocompatibilité de chaque métal [1].

Le début du 20<sup>ème</sup> siècle est marqué, en Angleterre, par W.A. LANE avec son traité « The operative treatment of fractures » et, en Belgique, par A. LAMBOTTE qui publie « L'intervention Opératoire dans les fractures récentes et anciennes ». LAMBOTTE fut l'un des pionniers de l'ostéosynthèse. Son apport instrumental est considérable (daviers, rugines, crochets, gouges, etc.). Il fabriquait lui-même des maquettes d'instruments en bois avant de les faire réaliser en métal [2].

Mais c'est incontestablement après la 1<sup>ère</sup> guerre mondiale que l'ostéosynthèse a marqué un grand pas en avant, grâce à trois noms qui ont développé les trois grands types d'ostéosynthèse, à savoir plaque, fixateur externe et clou centromédullaire : le belge Robert Danis, le suisse Raoul Hoffmann et l'allemand Gerhard Küntscher [2]. Robert Danis (1880–1962) publie son premier traité « Technique de l'Ostéosynthèse » en 1932. En 1938 il réalise et utilise son premier modèle de « coaptateur » qui évolue vers sa forme définitive, décrite dans son second traité « Théorie et Pratique de l'Ostéosynthèse » de 1949. Ses implants (plaques, vis, boulons) et l'instrumentation ancillaire y atteignent un degré de perfection telle qu'ils serviront de modèle à l'AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, initiée en Suisse en 1958 autour de Maurice Müller, Martin Allgöwer et Hans Willenegger) avec la création d'un laboratoire pour la chirurgie expérimentale en 1963 à Davos (SUISSE) [1–2–3]

Raoul Hoffmann (1881–1972), chirurgien à Genève, développe un nouveau type de fixateur externe. L'inconvénient majeur des modèles de fixateur disponibles à cette époque restait la nécessité d'une réduction préalable de la fracture, le plus souvent à foyer ouvert pour poser le fixateur. La contribution décisive de Hoffmann (1938) fut la « poignée à rotule » permettant la réduction de la fracture après la pose du fixateur. Les fiches peuvent être placées indépendamment dans différents plans ou fragments d'os fracturé, permettant ainsi de réaliser une multitude de montages [2].

Gerhard Küntscher (1900–1972) considéré comme le père spirituel de l'enclouage centromédullaire, présente pour la première fois en 1939 son clou centromédullaire à la Société de Médecine de Kiel mais ne fait pas l'unanimité. Ses travaux vont démontrer qu'il est possible qu'une fracture consolide bien que la vascularisation médullaire soit interrompue par la présence du clou massif. Par la suite, la stabilité en rotation fut considérée comme l'élément critique de l'enclouage, ce qui a donné lieu à quelques travaux expérimentaux et à une évolution vers l'enclouage verrouillé dans les années 70 [2].

P. NEIHANS en 1904, a été le premier à décrire l'utilisation des broches, suivi par F. STEINMANN en 1908, M. KIRSCHNER en 1909 et par L. BOEHLER, qui était considéré comme le père de la traumatologie moderne, en 1929. George BAGBY en 1956 a développé la première plaque à compression dynamique (DCP). La première plaque verrouillée a été décrite par H. GROVES en 1916, mais son réel développement s'est fait par WOLTER en 1974 puis par ZESPOL en 1982.

Le développement et l'utilisation de l'acier inoxydable, après la 1<sup>ère</sup> guerre mondiale, a permis de résoudre les problèmes posés par les premiers matériaux (corrosion, incompatibilité avec les tissus vivants). L'avènement des alliages de cobalt en 1936 et du titane en 1951 a permis de proposer d'autres alternatives [1]. Aujourd'hui encore, l'acier inoxydable est le matériel le plus utilisé pour la fixation interne mais les recherches continuent en développant les différents matériaux, en agissant surtout sur l'élasticité et la ductilité, tout en minimisant les complications [4]. On assiste également, à une évolution progressive d'une ostéosynthèse rigide, à une ostéosynthèse plus flexible, dite biologique [4–5–6]



Figure 4. A. LAMBOTTE (au centre) mettant en place un fixateur externe

## II. L'OSTÉOSYNTHÈSE PAR PLAQUE

Les plaques sont utilisées comme moyen d'ostéosynthèse depuis la fin du xv<sup>e</sup> siècle mais c'est LAMBOTTE qui le premier en codifie l'usage. Elles ont pour but de prendre en charge les contraintes au niveau du foyer de fracture afin d'en permettre la consolidation. Elles se caractérisent par leur longueur, leur épaisseur, le nombre, la forme et la disposition des trous. Elles sont en général soit en acier soit en titane. La plaque agit sur le tissu osseux au niveau du segment où elle est appliquée d'une part par la modification des contraintes mais, surtout, par une altération de la vascularisation du périoste située sous l'implant. La stabilité du montage est fonction des propriétés de la plaque et du nombre de vis qui la solidarise à l'os, ces paramètres varient avec le type de fracture (localisation, trait, déplacement, refend...). Il existe trois types de plaque : les droites plutôt diaphysaires, les anatomiques plutôt métaphyso-épiphysaires et les plaques chantournables adaptables à l'anatomie du segment à synthésiser.

Les plaques sont posées : sur un foyer réduit et stabilisé (plaque de neutralisation, sur une région épiphysaire réduite : plaque de soutien. Elles peuvent également être utilisées pour réduire le foyer; des lors il est possible d'y associer un phénomène de compression statique par plaque cintrée, dynamique avec tenseur ou trous de glissement.

Des plaques particulières ont été développées pour des indications spécifiques. Plus récemment sont apparues les plaques à vis auto-stables pour lesquelles les vis filetées sont solidaires de la plaque, ce qui augmente la stabilité du montage même dans un os médiocre. Elles ont alors un rôle de fixateur interne.

Les plaques, dans leur utilisation traditionnelle, sont posées à foyer ouvert et nécessitent une réduction anatomique; elles ont pour ambition un montage rigide pour une mobilisation précoce. Les nouvelles plaques à vis auto-stables étendent ces indications à des foyers comminutifs; par ailleurs, elles autorisent des abords réduits sans compromettre la rigidité du montage.



Figure 5. La plaque de LAMBOTTE (1909) est fine, ronde et effilée aux deux extrémités.



Figure 6. La plaque de Lane a été abandonnée à cause de la corrosion (1895).  
(D'après BECHTOL CO, Fergusson AB, Laing PE. Metals and Engineering in Bone and Joint Surgery. Williams & Wilkins ; Baltimore : 1959. p. 20

# RAPPELS ANATOMIQUE ET BIOMÉCANIQUE

Le terme clavicule provient du mot latin « clavis » et du grec « cleido ».qui signifie clé

Il s'agit en effet d'un os long allongé dont l'ossification endomembranaire débute avant les autres os du corps.

Trois centres d'ossification sont à l'origine de sa formation :

- Un centre primaire pour le corps (apparaît entre la cinquième et la sixième semaine de la vie fœtale)
- Deux centres secondaires pour les extrémités sternale et acromiale (entre la dix-huitième et la vingtième année de vie)

L'union de ces trois parties aboutit à une ossification complète au cours de la vingt-cinquième année [7].

## I. ANATOMIE DÉSCRIPTIVE ET CHIRURGICALE :

La clavicule joue le rôle de pont à l'avant de la poitrine pour relier le bras à la cage thoracique. Elle aide à stabiliser l'épaule tout en permettant au bras de bouger librement. Elle constitue un point d'attache pour les muscles et fait partie de l'appareil musculo-squelettique nécessaire à la respiration. La clavicule protège également les nerfs et les vaisseaux sanguins et joue un rôle esthétique important dans l'apparence physique d'une personne [8].

### 1. Configuration extérieure :

La clavicule est un os incurvé horizontalement en forme de « S » allongé, situé à la partie supérieure et antérieure du thorax.

Il s'articule en dedans:

- En haut avec le manubrium sternal
- En bas avec le premier cartilage costal par la surface articulaire costale

Et latéralement avec l'acromion.

Seule sa face inférieure n'est pas palpable.

Il présente une double courbure, convexe dirigée en avant pour l'extrémité sternale, concave à l'extrémité acromiale.

Son tiers latéral est aplati de haut en bas alors que ses deux tiers médiaux ont une forme arrondie ou prismatique.

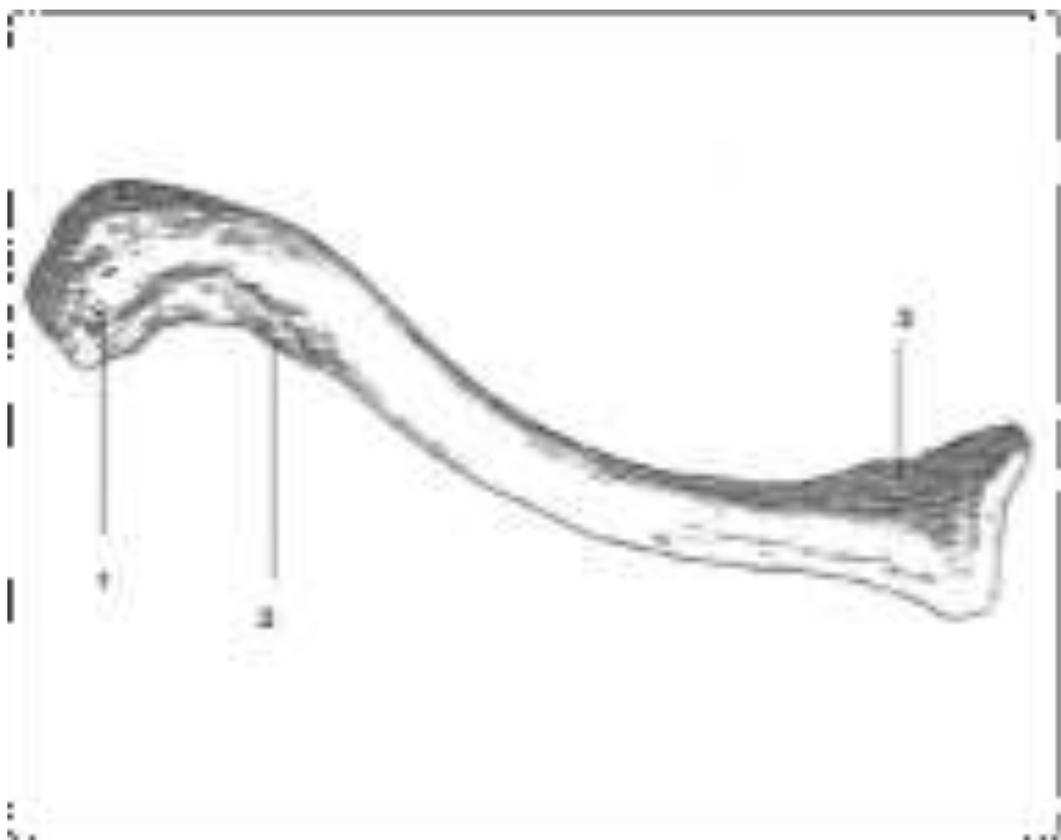
Elle présente ainsi donc trois parties : un corps (diaphyse) et 2 extrémités, latérale et médiale.

#### 1.1. Une partie latérale:

Aplatie avec deux faces, supérieure et inférieure, deux bords antérieur et postérieur et une extrémité articulaire dite acromiale.

##### 1.1.1. La face supérieure:

Elle est plate, rugueuse et marquée par des impressions ou empreintes pour les attaches du muscle deltoïde en avant et en dehors, du muscle trapèze en arrière. Entre ces impressions une petite partie de la clavicule est sous-cutanée.



Insertions musculaires de la clavicule vue supérieure

Figure 7. Clavicule vue supérieure et insertions musculaires

Légendes: (vue supérieure :ostéologie: 1–extrémité acromiale 2–tubercule deltoïdien 3–extrémité sternale)(Insertions musculaires: 1–grand pectoral 2–deltoïde 3–trapèze 4–Sterno Cleido Mastoïdien)

1.1.2. La face inférieure :

Elle est également plate. À son bord postérieur, près du point où le prisme se joint à la partie aplatie, se trouve une éminence rugueuse correspondant à la tubérosité coracoïde (tubercule conoïde) qui, en position normale de l'os, surplombe le processus coracoïde de l'omoplate et donne attache au ligament conoïde. De cette tubérosité une arête oblique, arête oblique ou du trapèze, se dirige en avant et latéralement et donne les moyens d'attache au ligament du trapèze.

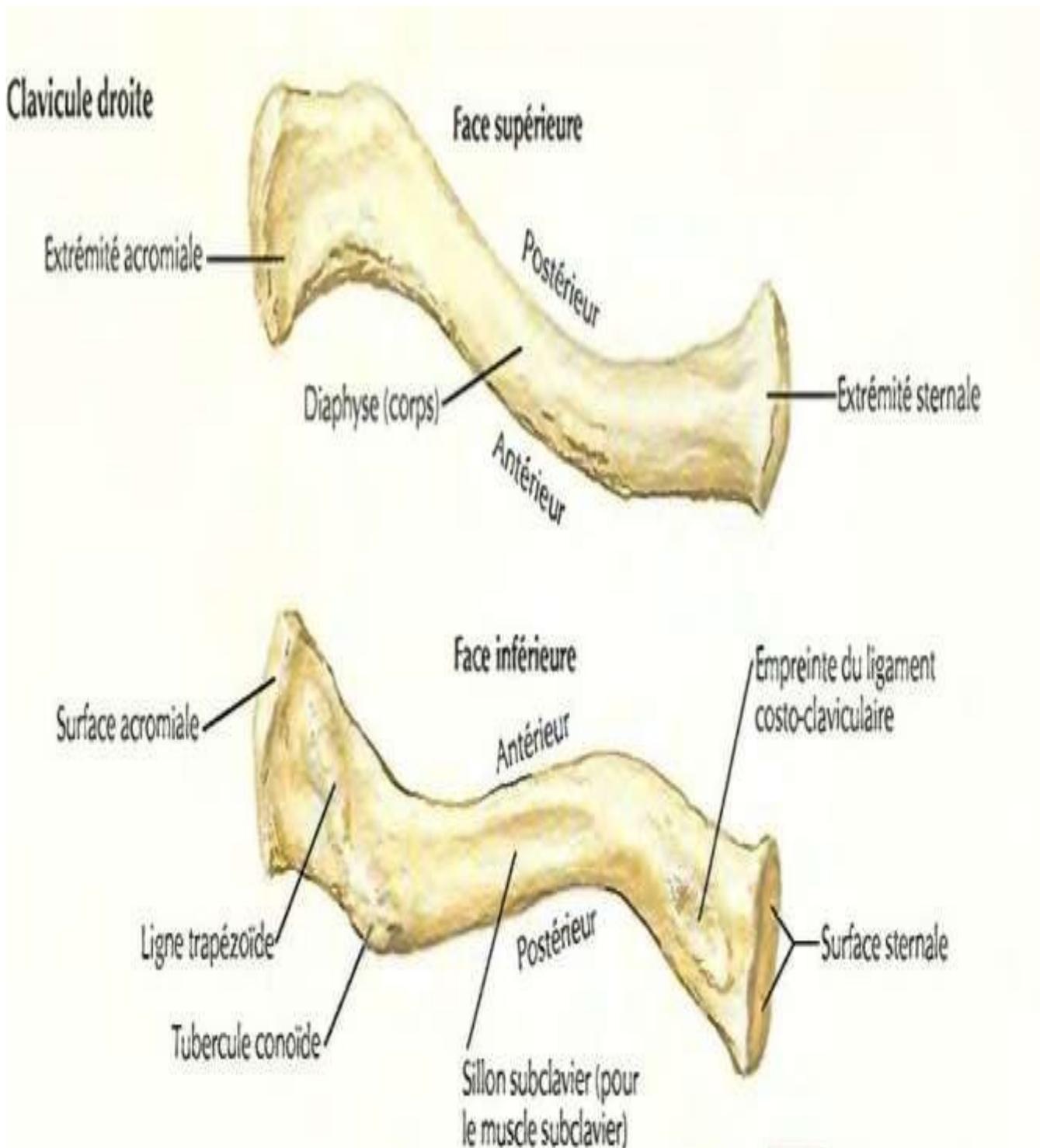


Figure 8. Schémas montrant la clavicule en vue supérieure et inférieure avec les zones d'insertions musculaires (ostéologie de la clavicule)

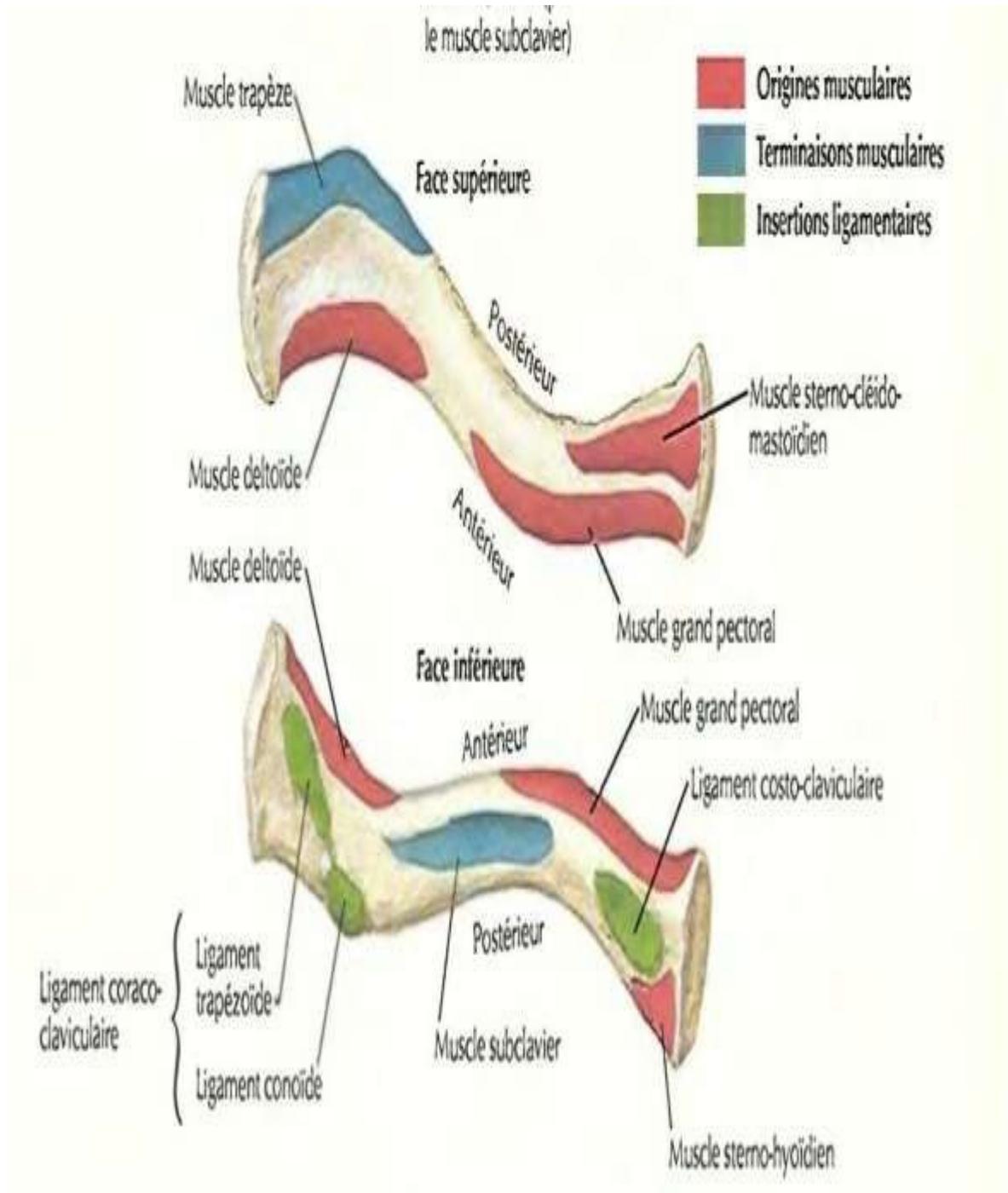


Figure 9. Schémas montrant les insertions musculaires et ligamentaires de la clavicule sur les faces supérieure et inférieure

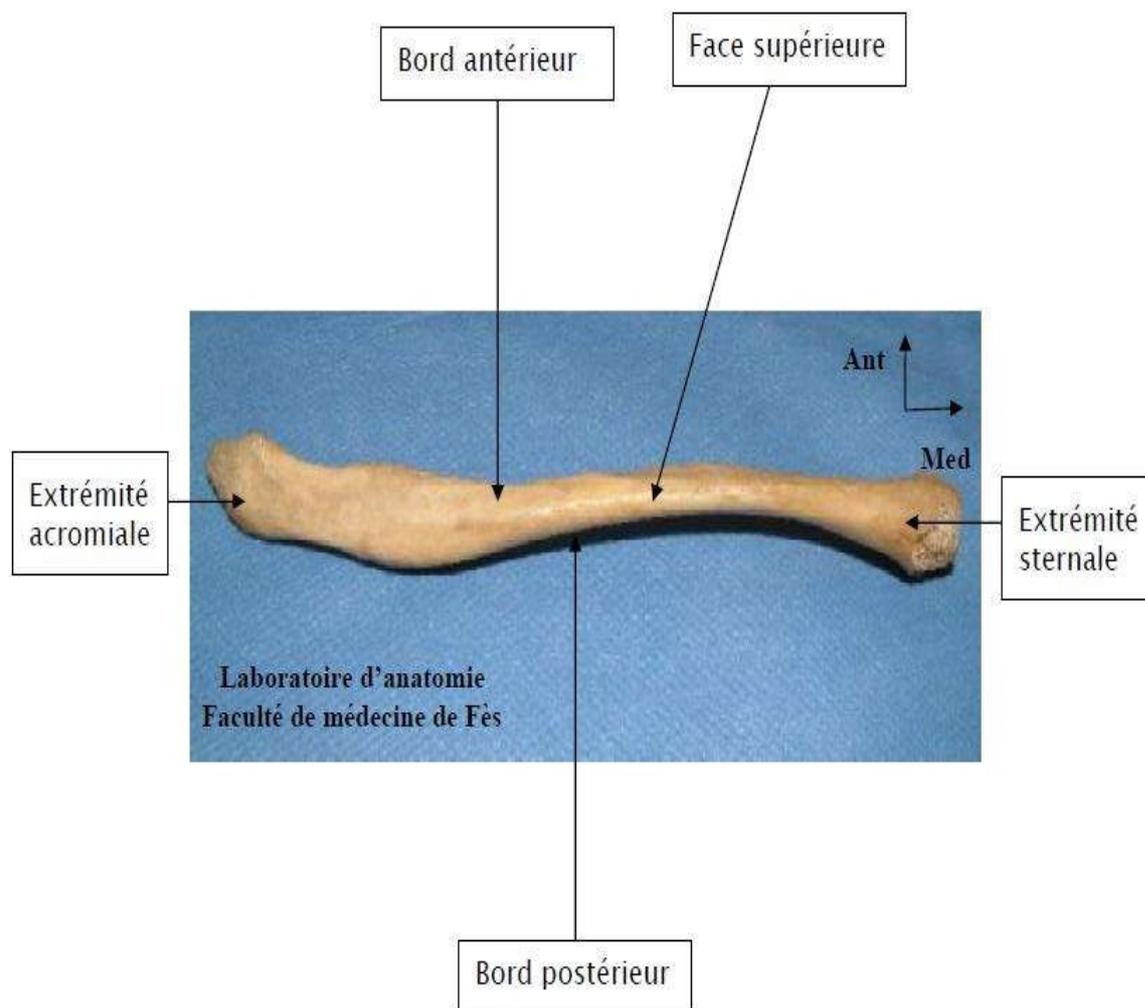


Figure 10. Vue supérieure de la clavicule gauche.

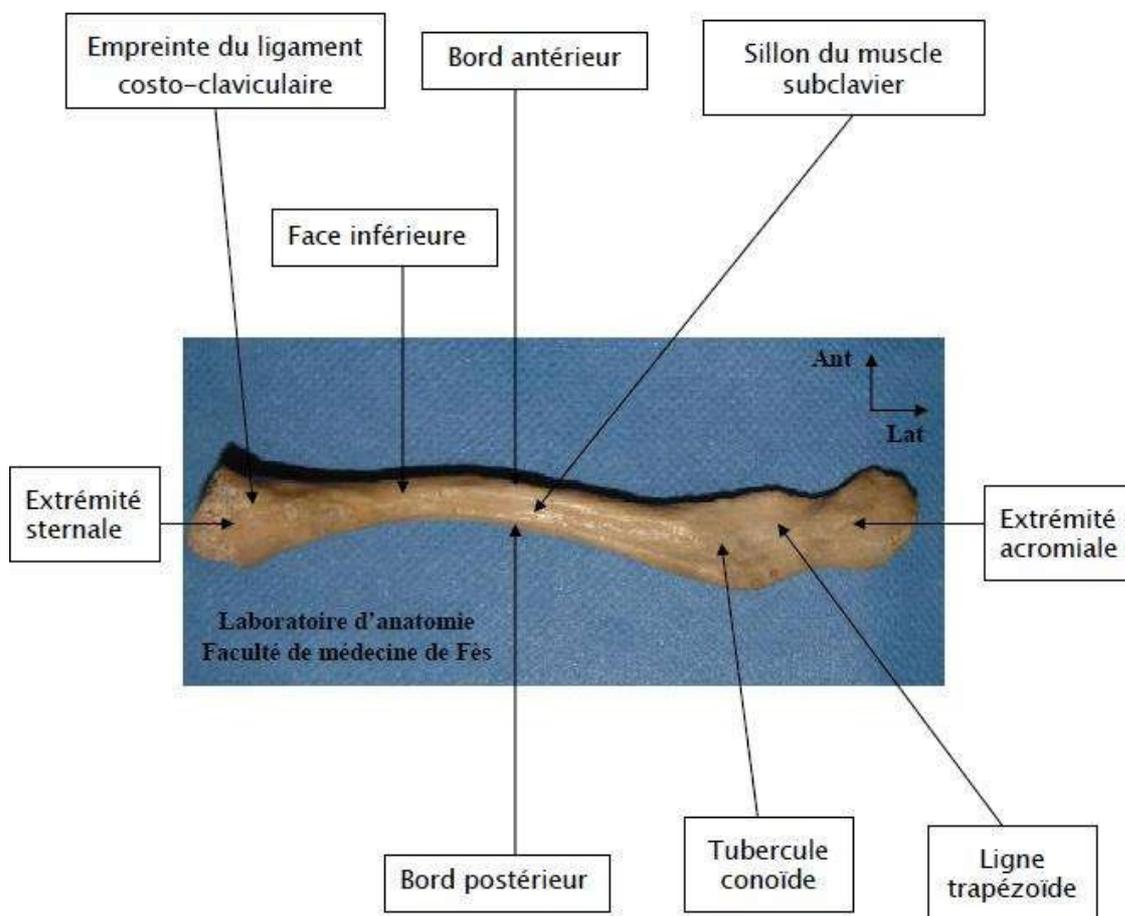


Figure 11. Vue inférieure d'une clavicle gauche.

1.1.3. Bords :

Le bord antérieur est concave, mince et rugueux. Il donne attache au muscle deltoïde. Le bord postérieur est convexe, rugueux, plus épais que le bord antérieur et donne attache au muscle trapèze.

1.1.4. L'extrémité acromiale :

L'extrémité acromiale présente une petite surface aplatie, ovale dirigée en oblique en bas pour l'articulation avec l'acromion. La circonférence de la facette articulaire est rugueuse particulièrement en haut et donne insertion aux ligaments acromio-claviculaires.

1.2. La partie médiane (diaphyse):

Les deux-tiers médiaux constituent la partie prismatique de l'os, qui est courbée afin d'être convexe vers l'avant, concave en arrière. Cette partie prismatique est marquée par trois bords qui séparent trois faces et une extrémité articulaire dite sternale

1.2.1. Bords :

Le bord antérieur est continu avec le bord antérieur de la partie plate. Sa partie latérale est lisse et correspond à l'intervalle entre les attaches du muscle grand pectoral et du deltoïde. Sa partie médiale forme le bord inférieur d'une surface elliptique qui donne attache à la partie claviculaire du muscle grand pectoral et approche le bord postérieur de l'os.

Le bord supérieur est continu avec le bord postérieur de la partie latérale plate et sépare la face antérieure de la face postérieure. Lisse et arrondie latéralement, elle devient rugueuse dans le tiers médial pour donner attache au muscle sterno-cléido-mastoïdien ; Le bord postérieur ou sous-clavier sépare la face postérieure de la face inférieure et s'étend de la tubérosité coracoïde à la tubérosité costale. Il forme le bord

postérieur de la gouttière pour le muscle sous clavier et donne attachement à une couche du fascia cervical qui enveloppe le muscle omohyoïdien.

### 1.2.2. Faces :

La face antérieure:

IL est comprise entre les bords supérieur et antérieur . Sa partie latérale regarde vers le haut, elle est continue avec la face supérieure de la partie latérale aplatie ; elle est lisse, convexe et presque sous-cutanée, étant couverte seulement par le muscle platysma.

En médial, elle est divisée en deux parties par une portion sous-cutanée étroite:

- Une inférieure, de forme elliptique, dirigée en avant et donne attache au muscle grand pectoral
- Une supérieure qui donne attache au muscle sterno-cléido-mastoïdien

La face postérieure :

ou cervicale est lisse, elle regarde vers l'arrière vers la racine du cou. Elle est limitée en haut par le bord supérieur, en bas par le bord sous clavier, en médial par la limite de l'extrémité sternale et latéralement par la tubérosité coracoïde.

Elle est concave de l'intérieur vers l'extérieur, elle est en rapport par sa partie la plus inférieure avec les vaisseaux scapulaires transversaux. Cette face, à la jonction des courbes de l'os, est également en relation avec le plexus brachial, des nerfs et des vaisseaux sous claviers. Elle donne insertion, près de l'extrémité du sternum, à une partie du muscle sterno-hyoïdien .

La face inférieure :

ou sous-clavière est bordée, en avant, par le bord antérieur, derrière, par le bord sous-clavier. Elle est rétrécie en médial, mais augmente de largeur graduellement latéralement, elle est continue avec la face inférieure de la partie plate. Le reste de cette

surface est occupé par une cannelure, qui donne attache au muscle sous clavier. Le fascia coraco-claviculaire, qui se dédouble pour enfermer le muscle, est attaché aux marges de la cannelure. Assez fréquemment, cette cannelure est subdivisée longitudinalement par une ligne qui donne insertion au septum intermusculaire du muscle sous clavier.

Force est de constater que “la partie latérale” lisse de ses deux tiers médiaux qui correspond encore au tiers médial ou diaphyse de la clavicule, constitue le siège de prédilection des fractures surtout à la jonction du tiers latéral et du tiers médial. L’absence d’insertion musculaire ou ligamentaire à sa position centrale, à mi-chemin des courbures claviculaires, explique cette vulnérabilité, donc la fragilité face aux contraintes [9].

### 1.3. La partie médiale: l'extrémité sternale

Sur sa partie médiale de forme triangulaire se trouve une large surface: la tubérosité costale (impression rhomboïde) qui mesure un peu plus de 2 cm de long, pour l’insertion du ligament costo-claviculaire.

L'extrémité sternale de la clavicule suivant cette forme triangulaire, dirigée en médial et légèrement orientée en bas et vers l'avant. Elle présente une facette articulaire, concave d’avant en arrière, convexe de haut en bas, qui s’articule avec le manubrium sternal par le biais d'un disque articulaire. La partie inférieure de la facette se poursuit sur la face inférieure de l'os en un petit secteur semi-ovale pour l'articulation avec le cartilage de la première côte. La circonférence de la surface articulaire est rugueuse, elle donne insertion à de nombreux ligaments. L'angle supérieur donne attache au disque articulaire.

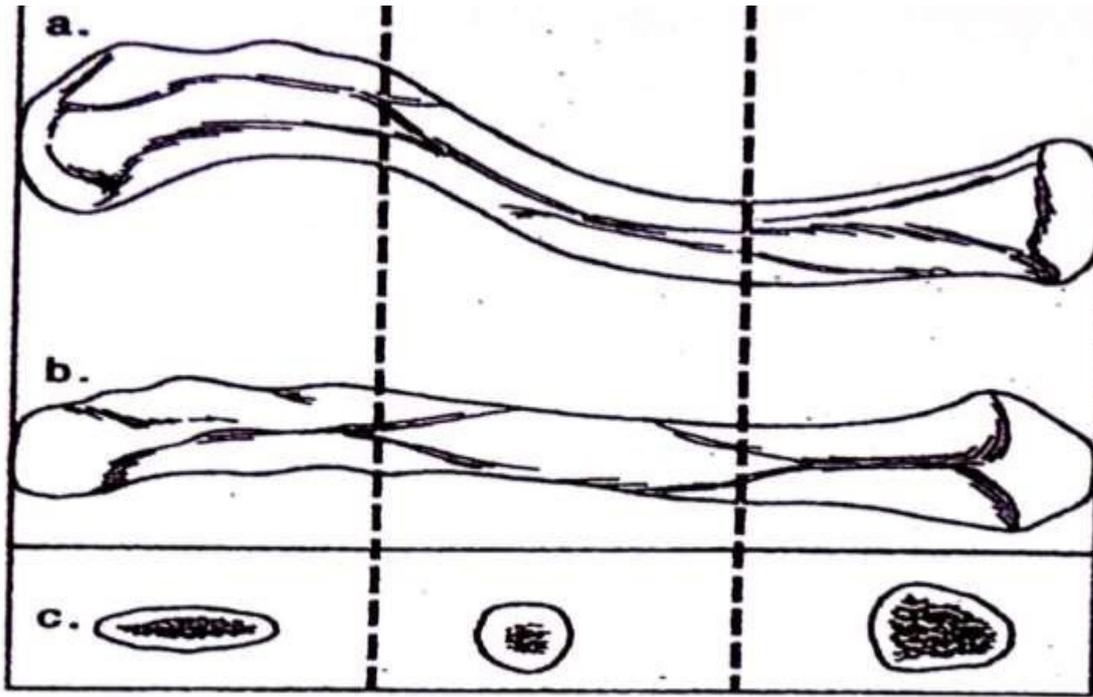


Figure 12. Schémas de la clavicule en vue supérieure (a) antérieure(b) et à la coupe (c)

Chez la femme, la clavicule est généralement plus courte, plus mince, moins incurvée et lisse que chez l'homme. Chez les personnes qui exécutent un travail manuel considérable, elle devient plus épaisse et plus incurvée et ses arêtes donnant des insertions musculaires sont plus marquées [10].

## 2. Vascularisation et innervation de la clavicule :

Le principal apport artériel de la claviculaire est périosté et ne repose pas sur une artère nourricière. Trois artères sont impliquées dans la vascularisation de la clavicule, à savoir :

- L'artère thoraco-acromiale et l'artère supra scapulaire qui irriguent les 4/5 latéraux de la clavicule
- L'artère thoracique interne qui irrigue le 1/5 médial

D'où l'intérêt d'être prudent lors du dépériostage de l'os avant la mise en place d'une plaque d'ostéosynthèse afin de ne pas compromettre le capital vasculaire pilier d'une bonne consolidation.

En outre, si la clavicule est utilisée comme greffe osseuse libre vascularisée, l'artère thoraco-acromiale constitue le vaisseau donneur de choix.

Le réseau veineux est calqué sur celui des artères et se draine dans la veine axillaire.

L'innervation, quant à elle, se fait par l'intermédiaire d'une branche nerveuse issue du plexus cervical qui est essentiellement sensitive. Il s'agit principalement du nerf supra claviculaire issu des racines C3 - C4 et qui longe superficiellement la clavicule de sa partie médiale à sa partie latérale.

D'où l'intérêt de le protéger lors de l'abord chirurgical de la clavicule [11].

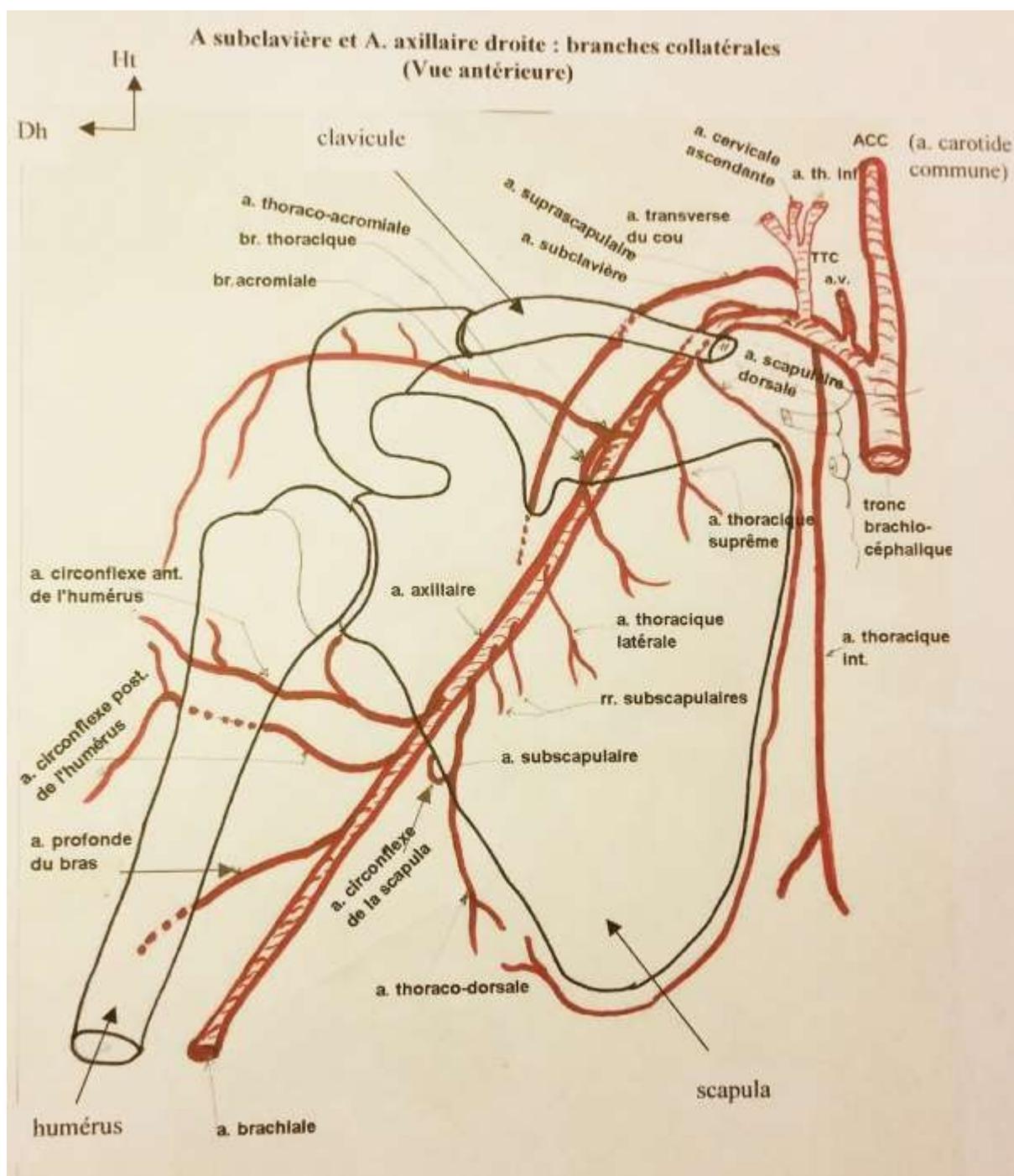


Figure 13. Schémas montrant le réseau artériel responsable de la vascularisation de la clavicule.

### 3. Rapports :

La clavicule est en rapport en dehors avec l'acromion par l'intermédiaire de l'articulation acromio-claviculaire, en dedans avec le sternum par l'intermédiaire de l'articulation sternoclaviculaire et le cartilage de la première côte, en dessous et en dedans par le ligament costo-claviculaire.

La clavicule répond en haut aux parties molles de la base de la région cervicale. En bas au niveau du tiers externe à l'apophyse coracoïde par l'intermédiaire des ligament coraco-claviculaires : conoïde et trapézoïde.

Au niveau de la jonction du 1/3 moyen et du 1/3 interne, la clavicule contracte des rapports avec le pédicule sous-clavier : la veine sous-clavière est en dedans et en avant de l'artère qui porte le même nom, le plexus brachial est plus externe. Ces éléments nobles peuvent être blessés par un fragment de fracture ou comprimés par un cal exubérant.

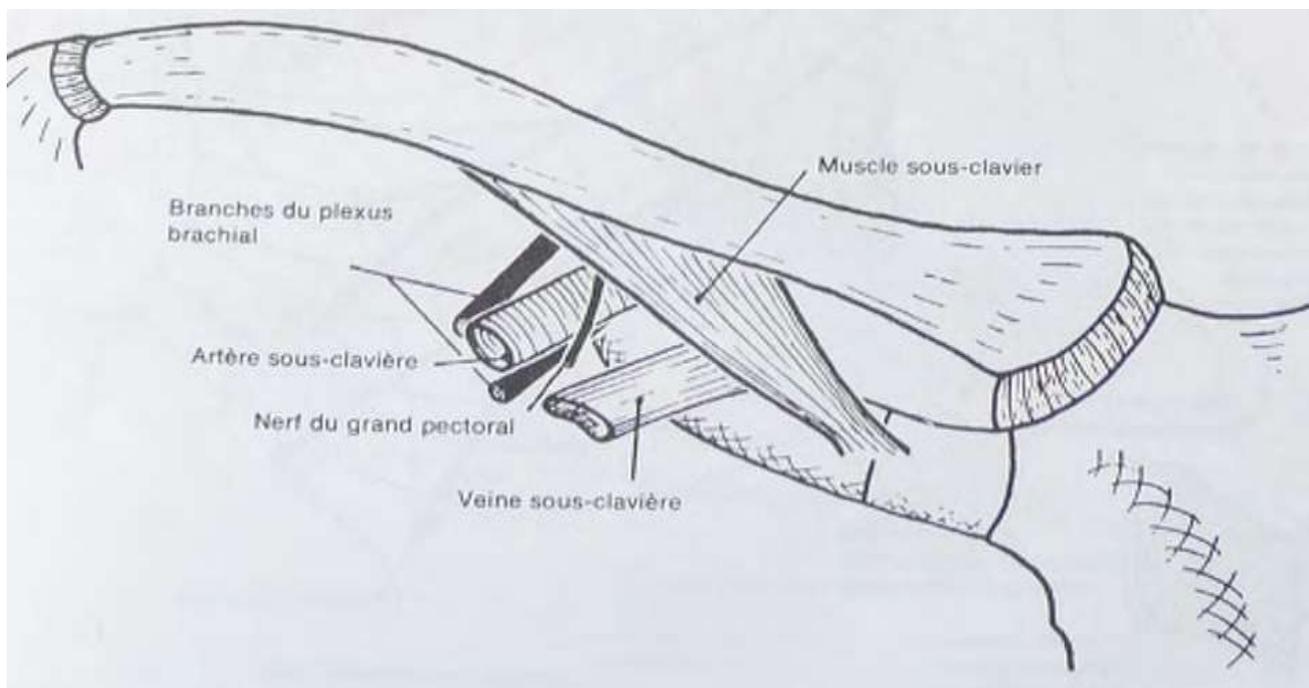


Figure 14. Schéma montrant les rapports vasculo-nerveux de la clavicule.

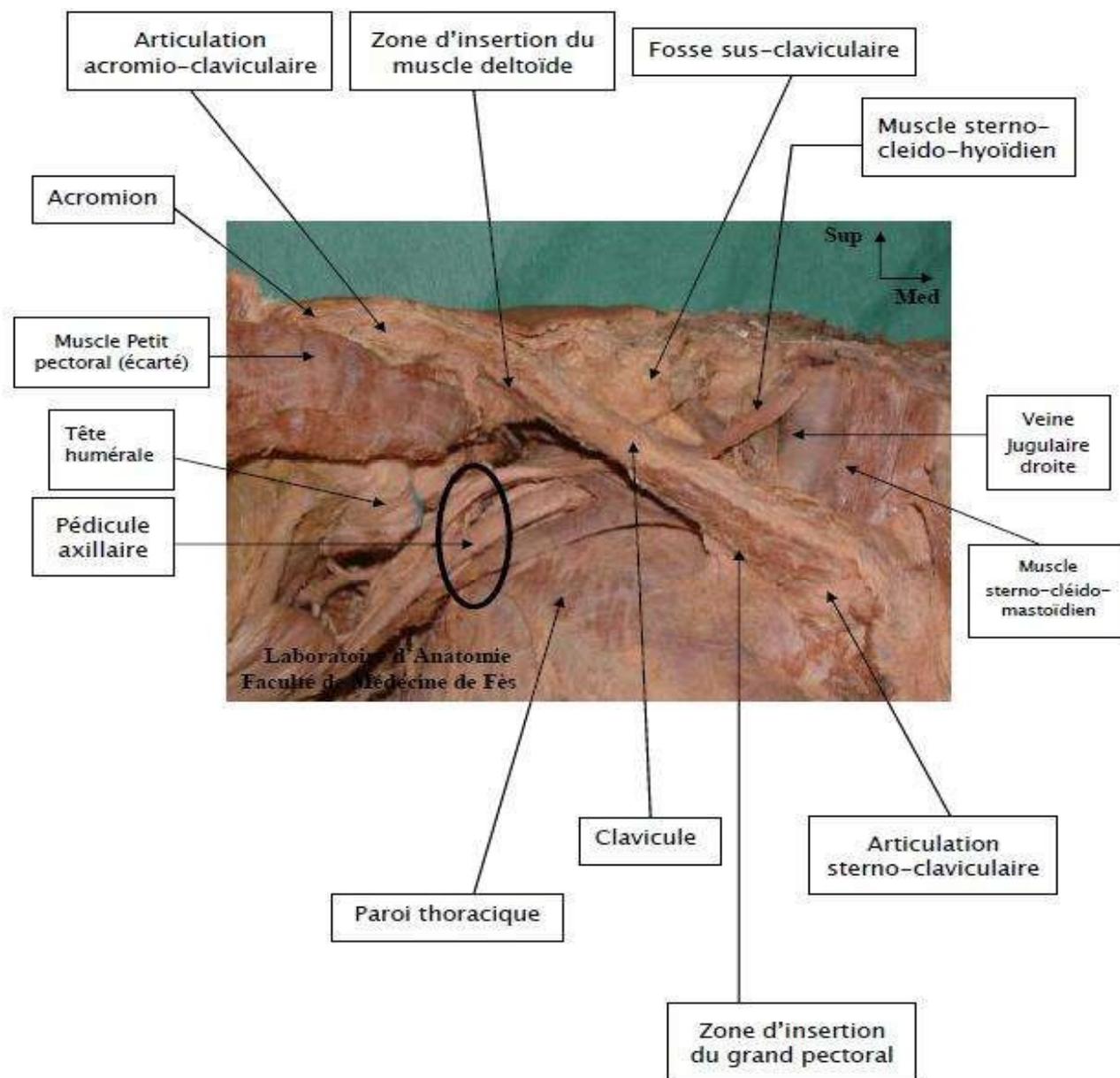


Figure 15. Vue antérieure montrant les rapports de la clavicule.

## II. BIOMÉCANIQUE :

« La clavicule est, chez les primates le seul os qui relie le membre supérieur au squelette axial et constitue, avec l'omoplate, la ceinture scapulaire. La présence de cet os leur permet de réaliser des mouvements du bras en dehors du plan para-sagittal et ainsi de développer des comportements arboricoles et manipulateurs » [12].

La clavicule joue un rôle essentiel dans la mobilité de l'épaule au travers de ses articulations acromio-claviculaire et sterno-claviculaire.

– L'articulation acromio-claviculaire :

C'est une arthrodie, articulation synoviale plane offrant plusieurs degrés de liberté. Renforcée solidement par le ligament acromio-claviculaire, le ligament conoïde et le ligament trapézoïde. Elle intervient dans les mouvements de rétropulsion et d'antépulsion de l'épaule, de même que ceux d'abaissement et d'élévation qu'elle amplifie par un bâillement articulaire. En outre, la rotation longitudinale ou axiale de cette articulation constitue le centre des mouvements de rotation de l'épaule. Lors de la flexion de l'épaule, la clavicule tourne sur son grand axe vers l'arrière, ce qui a pour effet de mettre en tension les fibres du trapézoïde et de détendre le ligament conoïde. Durant l'extension, la clavicule tourne en avant, ce qui tend le ligament conoïde et relâche le ligament trapézoïde. Les ligaments coraco-claviculaires constituent les principaux stabilisateurs de l'articulation acromio-claviculaire. Le ligament conoïde s'oppose donc à la translation antérieure alors que le ligament trapézoïde s'oppose à la translation postérieure [13-14-15-16].

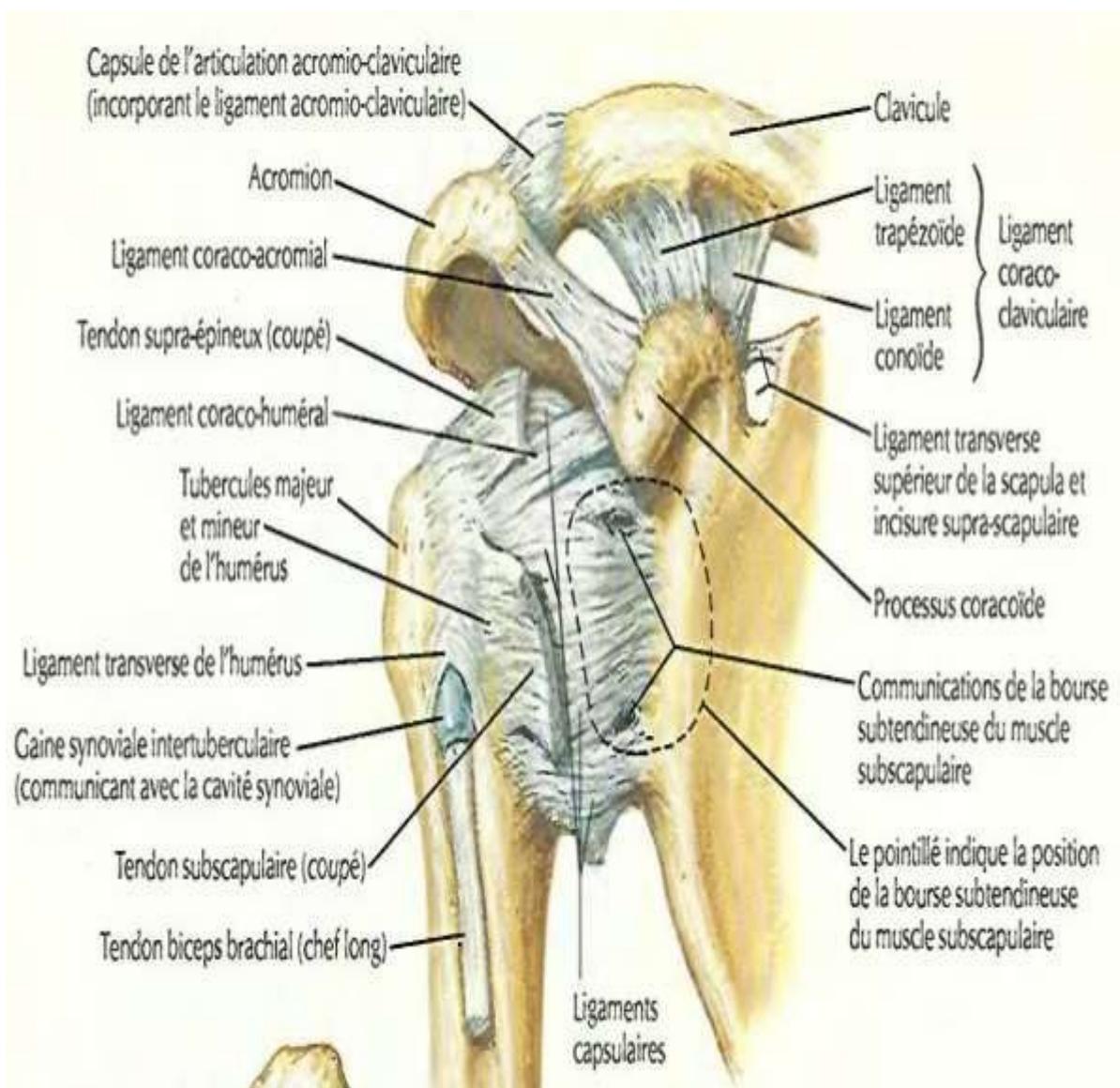


Figure 16. Schéma montrant une vue antérieure de l'épaule montrant l'articulation acromio-claviculaire et ses rapports ligamentaires.

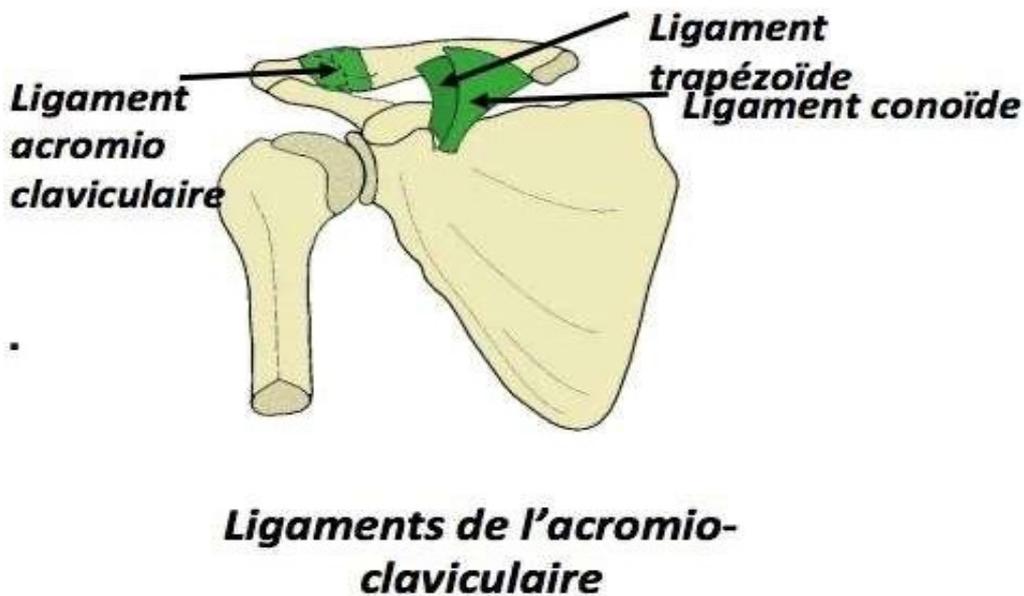


Figure 17. Schéma montrant l'articulation acromio-claviculaire et ses moyens de fixation ligamentaire.

– L'articulation sternoclaviculaire :

Elle unit l'extrémité médiale de la clavicule au manubrium sternal et au premier cartilage costal. C'est une articulation synoviale de type « enselle ». La surface claviculaire est ainsi concave dans le plan frontal tandis que la surface sternale est concave dans le plan sagittal. Cette articulation possède un disque articulaire assez épais dont la présence ne modifie pas ou peu l'aspect biomécanique. Certains auteurs tel que Culleret et Bouchet [17].pensent que ce disque articulaire donne à cette articulation un troisième degré de liberté. Elle est maintenue par une capsule articulaire doublée de ligaments.

Ce sont :

- Les ligaments sternoclaviculaires antérieur et postérieur
- Le ligament inter claviculaire
- Le ligament costo-claviculaire

Les mouvements de cette articulation permettent la mobilisation de la clavicule par rapport au sternum dans un plan frontal et dans un plan sagittal, mais également une circumduction. Dans la direction frontale l'élévation de la clavicule se traduit par une ascension du moignon de l'épaule (hausser les épaules) d'une amplitude d'environ 30° ce qui correspond à une ascension de dix centimètres environ. L'abaissement de la clavicule entraîne un abaissement du moignon de l'épaule sur une amplitude d'environ 10°, soit trois centimètres. Dans une direction sagittale, l'antépulsion a une amplitude de 30° ou dix centimètres et la rétropulsion a une amplitude de 10° ou trois centimètres.

Les muscles moteurs de l'élévation sont le muscle trapèze et le muscle sterno-cléido-mastoïdien. Le muscle de l'abaissement est essentiellement le muscle grand pectoral. Les muscles de la rétropulsion sont aussi le muscle trapèze et le muscle sterno-cléido-mastoïdien. Le muscle de l'antépulsion est le grand pectoral.

En pathologie, ces mouvements peuvent être atteints dans les luxations sternoclaviculaires antérieures (peu grave) ou postérieures, qui est dangereuse du fait des rapports avec les gros vaisseaux cervicaux, ou dans les fractures de la clavicule compliquée d'un raccourcissement de la longueur de l'os [17].

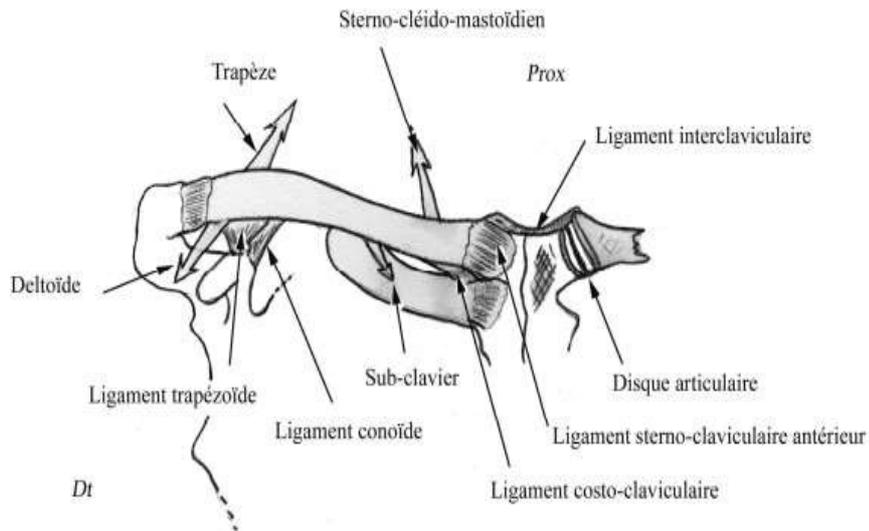


Figure 18. Schéma montrant une vue antérieure de la clavicule couplée à une coupe frontale de l'articulation sternoclaviculaire

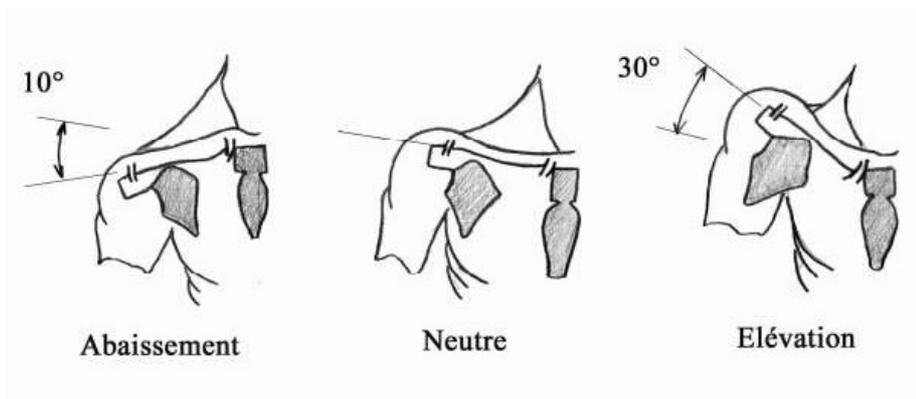


Figure 19. Schéma montrant l'amplitude de l'élévation et l'abaissement de la clavicule

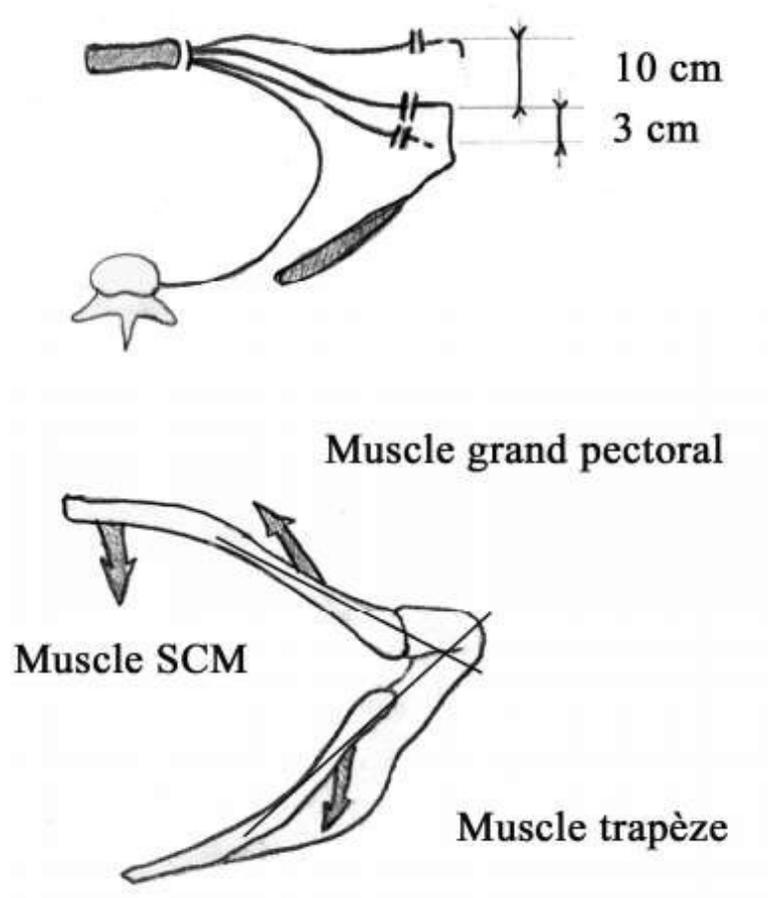


Figure 20. Schéma montrant l'amplitude des muscles moteurs de l'antépulsion et la rétropulsion.

### III. MÉCANISME LÉSIONNEL :

Les fractures de la clavicule surviennent parfois par un choc direct sur la clavicule, responsable dans ce cas également des lésions cutanées, ou bien le plus souvent par choc indirect comme une chute sur le moignon de l'épaule, ou bien chute sur la main et coude en hyper extension bras en abduction ( le poids du corps suffit a fracturer la clavicule a la jonction os plat et os tubulaire).

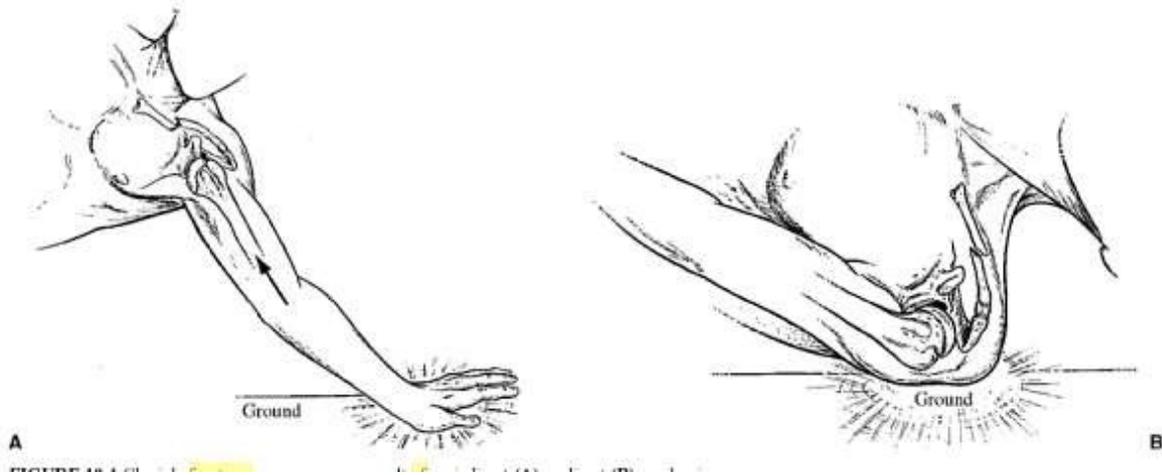


Figure 21. Mécanisme indirect d'une lésion claviculaire.

#### IV. ÉTIOLOGIES :

Les étiologies des fractures de la clavicule s'avèrent être multiples. Les données de la littérature rapportent que l'étiologie dominante demeure les accidents de la voie publique .

Les fractures de la clavicule peuvent aussi être dues à :

- Les accidents de sport : chute sur le moignon de l'épaule lors d'une activité sportive, ou traumatisme direct sur la clavicule ( RUGBY) restant plus ou moins rare .
- Les accidents de travail : eux aussi pouvant être dus à des mécanismes directs ou indirects.
- Les chutes : accidents domestiques ou chutes au décours d'une syncope ou crise d'épilepsie.

#### V. CLINIQUE :

Selon Mahfoud et al [18]. les fractures fermées de la diaphyse claviculaire se présentent comme suit :

Le sujet présente une douleur au niveau de l'épaule et se plaint d'une impotence fonctionnelle le plus souvent totale du membre supérieur.

À l'examen physique :

Le patient torse nu a une attitude du traumatisé du membre supérieur (membre sain soutient le membre lésé) . On peut donc apprécier à l'inspection l'asymétrie entre l'épaule atteinte et le côté controlatérale indemne.

De même, la peau en regard est ecchymotique et tuméfiée. On peut également trouver une déformation des reliefs osseux de la ceinture claviculaire, à savoir une angulation de la clavicule ou un abaissement du moignon de l'épaule atteinte. On note également un raccourcissement de la longueur de l'os du côté atteint.

La palpation révèle une douleur exquise au niveau du siège de la fracture notamment au tiers médian de l'os.

La mobilisation passive du bras est possible éliminant une fracture de l'extrémité supérieure de l'humérus.

L'examen locorégional pulmonaire, neurologique et vasculaire, complet permet d'éliminer les complications immédiates que sont respectivement le pneumothorax, l'hémithorax ou l'hémo-pneumothorax, la compression des troncs secondaires ou branches du plexus brachial, l'ischémie du membre supérieur homolatéral.

## VI. IMAGERIE :

### 1.1. Radiologie :

Quel est l'intérêt de la radiographie réalisée en urgence? En quoi les incidences réalisées ou demandées sont utiles pour le diagnostic et pour le choix du traitement ?

La radiologie dans le cas d'une fracture de la clavicule, et en général en traumatologie, est utile pour confirmer la suspicion clinique de la fracture, pour préciser son siège, son type, son déplacement, le raccourcissement occasionné ou pas, le chevauchement des fragments, l'angulation. Elle aide ainsi à la classification de la fracture et permet au praticien de proposer un traitement approprié.

Pour ce faire, il est impératif que les incidences radiographiques réalisées soient le reflet le plus exact de la réalité. Cependant, on connaît des difficultés pour parvenir à un tel résultat, on note : la forme sigmoïde de la clavicule, la position du patient, la variabilité de la distance de l'objectif radio et la distance entre l'os que l'on veut photographier et la cassette.

#### 1.1.1. Quelles incidences ?

Dans l'étude que nous avons menée, nous n'avons utilisé qu'une seule incidence face antéro-postérieure chez tous les patients.

Dans les bouquins de radiologie et de traumatologie, la radiographie avec vue antéro-postérieure normale de face, rayon horizontal et la radiographie normale de face à rayon ascendant ou défilé, sont les deux incidences qui dominent. Le rayon ascendant, antéro-postérieur, est compris entre 15 et 45 degrés selon les auteurs.

Certains recommandent un cliché de profil, utile pour visualiser l'angulation et systématiquement un cliché thoracique pour éliminer une complication pulmonaire et pour comparer les deux clavicules.

Par ailleurs il existe des incidences spécifiques tel que l'incidence de ZANCA [19]. C'est une incidence de 20 à 45 degrés d'inclinaison céphalique qui permet de visualiser certaines fractures non déplacées difficiles à mettre en évidence sur l'incidence précédente.

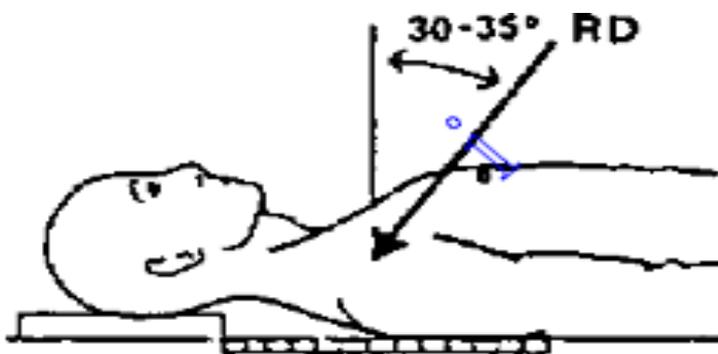


Figure 22. Incidence de zanca (rd : rayon directeur)

### 1.1.2. Les données de la littérature

SHARR [20], a réalisé en 2003 une étude et soumis des propositions visant à améliorer la technique radiographique pour les fractures de la clavicule. Il conclue et recommande désormais un cliché de face strict ainsi qu'un cliché oblique descendant, les deux étant à rayons postéro antérieurs. Le patient est photographié avec une simple écharpe et le rayon doit être dirigé au centre de la clavicule, celle-ci étant parallèle et

collée à la cassette. L'étude clinique, réalisée sur 50 patients victimes d'une fracture de la clavicule unilatérale et non compliquée, montre que les incidences radiologiques effectuées sont bien tolérées par le patient, reproductibles et qu'elles sont plus utiles pour le praticien dans l'évaluation précise de la longueur et donc du raccourcissement, s'il existe, de la clavicule.

SMEKAL [21] et son équipe ont mené et publié une étude en 2008 dont l'objectif était d'évaluer les différentes méthodes, radiographiques comparées au scanner, de détermination de la longueur de la clavicule en cas de fracture du tiers moyen et leurs reproductibilités. Ils soulignent l'importance de réaliser un cliché thoracique postéro antérieur pour comparer la longueur des deux clavicles et pour permettre au praticien, d'apprécier la valeur en millimètres et son pourcentage de raccourcissement, une notion nouvelle, par rapport au côté sain. Nous devons effectivement noter que les conséquences d'un raccourcissement de 2 centimètres chez quelqu'un qui a une clavicule de 15 centimètres seront différentes chez celui qui a une clavicule mesurant 20 centimètres!

Cette méthode est plus précise pour déterminer cette différence que celle avec le cliché antéro-postérieur ascendant standard unilatéral et légèrement meilleure que celle avec le cliché panoramique des deux épaules antéro-postérieur 15 degrés ascendants.

ANDERMAHR [22] note que l'incidence antéro-postérieure ne montre pas bien la déformation.

Au contraire, SHUSTER [23], a réalisé en 2003 une étude sur l'utilité ou pas de faire des radiographies en urgence pour cette fracture. Avant de regarder les radiographies, les médecins urgentistes ont noté leurs certitudes cliniques quant à leurs diagnostics. Il conclue ainsi :

- Il précise que 64% des médecins n'auraient pas été à l'aise de traiter le patient sans radiographies.
- 74% des médecins, pour cette étude, ont déclaré que connaître le résultat de la radiographie n'aurait de toute façon pas changé leur traitement.



Figure 23. IMAGE RADIOLOGIQUE MONTRANT UNE FRACTURE DU 1 / 3 MOYEN DE LA CLAVICULE GAUCHE CLASSÉE 2B2 SELON ROBINSON.

## 1.2. Les autres moyens de l'imagerie

### 1.2.1. L'ÉCHOGRAPHIE

Nous n'avons rien trouvé concernant l'usage de l'échographie chez l'adulte. Le Docteur Katz [24] et son équipe ont décrit l'utilisation de celle-ci chez le nouveau-né en cas de fracture néo-natale : elle se révèle sensible. Certains auteurs décrivent des interpositions musculaires ou de tissus mous susceptibles de retarder la consolidation: dans ce cas, l'échographie pourrait être utile en urgence.

### 1.2.2. La TDM :

Le body scanner est très souvent réalisé dans le cadre du bilan lésionnel d'un polytraumatisme. La tomодensitométrie de la région claviculaire garde un intérêt essentiel dans la fracture du tiers médial de par la possibilité de reconstruction d'image 3D ou tridimensionnelle et volumique à la recherche d'une éventuelle compression postérieure, mais également constitue un élément clé du diagnostic des pseudarthroses diaphysaires claviculaires [22-23]

Utilisé essentiellement en pré opératoire, il est recommandé selon ANDERMAHR [22] pour mesurer convenablement la clavicule et l'étudier en 3 Dimensions.

Cependant le scanner reste peu utilisé pour le diagnostic initial de ces fractures diaphysaires en pratique courante.



Figure 24. Reconstruction par tomographie tridimensionnelle d'une fracture diaphysaire de la clavicule (ROBINSON Type 2B1)

Dans notre série, nous avons eu recours à la TDM dans le cadre de l'établissement du bilan lésionnel initial de deux polytraumatismes suite à un AVP. Toutefois, l'utilisation de la TDM dans le cadre du diagnostic d'une fracture de la clavicule reste restreinte et rarement indiquée.

### 1.2.3. L'IRM

Son indication est très réduite dans les formes simples ou à déplacement minime. Cependant son utilisation reste essentielle dans le bilan lésionnel des tissus mous, les éléments vasculaires notamment, toujours en pré opératoire.

### 1.2.4. L'ANGIOSCANNER

Il garde un intérêt primordial dans les atteintes vasculaires secondaires à une fracture très déplacée. Il permet ainsi de situer le niveau du vaisseau lésé.

Dans notre série, nous n'avons pas eu recours à l'angioscanner, vu qu'on a pas eu d'atteintes vasculaires chez nos patients.

Enfin aux vues de ce qui précède le moyen diagnostique para clinique le plus utilisé demeure la radiographie conventionnelle de face centrée sur la clavicule du coté atteint, associé parfois à l'incidence dite de ZANCA, comme le confirme ALAIN FARON et ALI DJAHANGIRI [25] dans leur publication. Notre conduite pratique était identique à celle sus citée car les radiographies conventionnelles en incidence de face permettaient d'avoir une bonne appréciation anatomopathologique des lésions sans forcément avoir recours au scanner. Par ailleurs aucun de nos patients n'avait bénéficié d'une IRM ou d'un angioscanner en raison de l'absence de lésions neuro-vasculaires associées.

## VII. ANATOMOPATHOLOGIE ET CLASSIFICATIONS :

De nombreuses classifications ainsi que leurs modifications ont été décrites. La classification de ROBINSON [26] qu'on a adoptée dans notre étude, ALLMAN [27] a proposé une classification basée uniquement sur la topographie de la fracture, NEER [28], quant à lui, s'est basé sur les types pour classer les fractures du quart externe de la clavicule.

### 1.1. Classification de ROBINSON

La classification de ROBINSON [26] dite de EDINBURGH établie en 1998, est le fruit d'une étude prospective de 1000 cas sur une durée de 6 ans. En effet, ces 1000 fractures de la clavicule étudiées chez des adultes a permis de nous renseigner sur la partie atteinte et sur le type de fracture, comminutif ou pas. Elle laisse entrevoir la notion de score pronostique, notion qu'il a développée dans un article suivant [26].

Son pouvoir de prédilection du risque de survenue de pseudarthrose en cas d'abstention chirurgicale constitue un avantage important.

De plus, les fractures de la clavicule sont classées en sous-groupes en fonction de leur déplacement et du respect, ou non, des surfaces articulaires :

- Le type 1 correspond au segment médial (1/5 de la clavicule : extrémité sternale),
- Le type 2 au segment moyen (3/5 : diaphyse) et
- Le type 3 au segment latéral (1/5 : extrémité acromiale) ;

Il existe des sous-groupes A et B selon que la fracture est déplacée (B) ou non (A) ; il existe également des sous-types précisant le côté intra ou extra articulaire pour les groupes 1 et 3 et précisant les fractures non déplacées et alignées (type 2A1), les fractures avec angulation avec contact cortical inférieur conservé (type 2A2), les fractures à déplacement simple ou peu comminutif (type 2B1) et les fractures déplacées

à fragment(s) intermédiaire(s) isolé(s) ou comminutives (type 2B2).

La classification, qui ne reprend que le type 2, est décrite en anglais : Pour

Cortical Alignment fractures, il faut lire fractures avec alignement cortical ou type 2A

- Nodisplaced : non déplacée, type 2A1.
- Angulated : angulation, type 2A2.

Pour Displaced Fractures, il faut lire fractures déplacées ou type 2B

- Simple or wedge comminuted : fracture simple ou peu comminutive, type 2B1.
- Isoled or comminuted segmental : fragment intermédiaire isolé ou comminutif, type 2B2.

Cette classification semble être fiable d'un observateur à l'autre et est donc la plus utilisée.

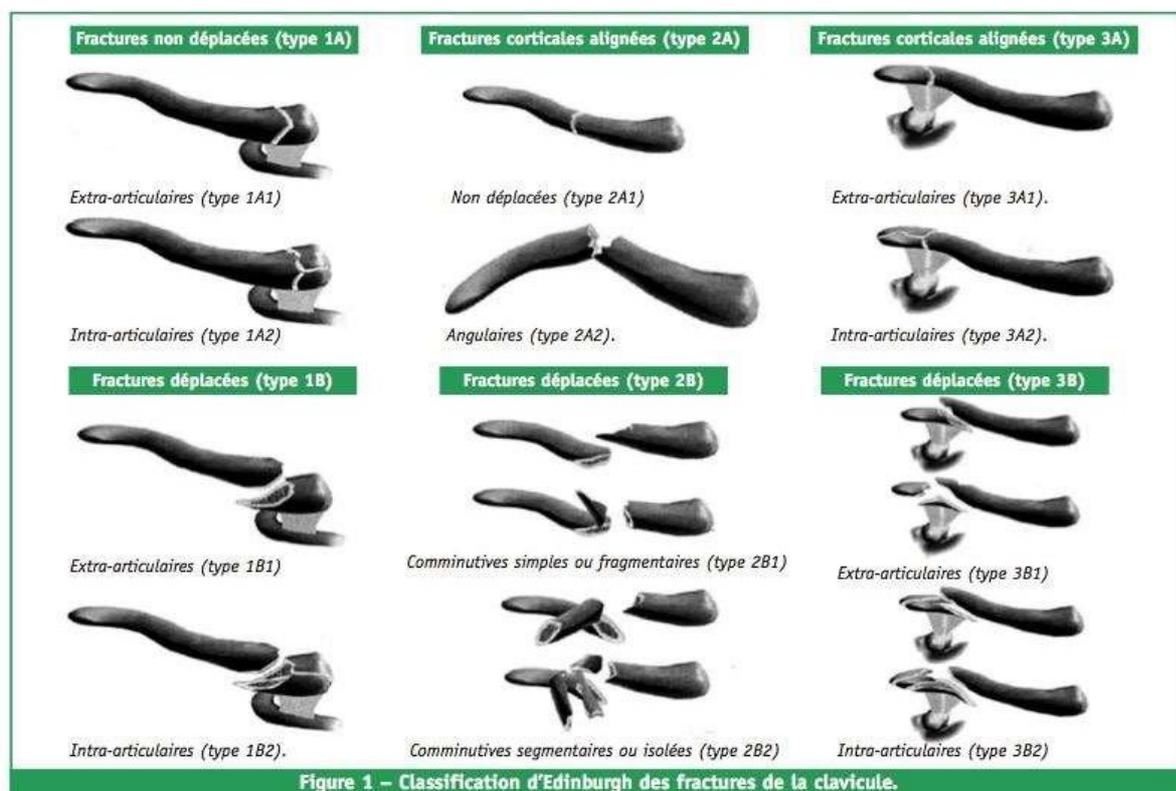


Figure 25. Représentant la classification d'EDINBURGH (ROBINSON) dans les fractures de la clavicule

## 1.2. Autres classifications :

La classification d'Allman [27] est sommaire et topographique :

- Type 1 : fracture du tiers moyen
- Type 2 : fracture du tiers externe
- Type 3 : fracture du tiers interne

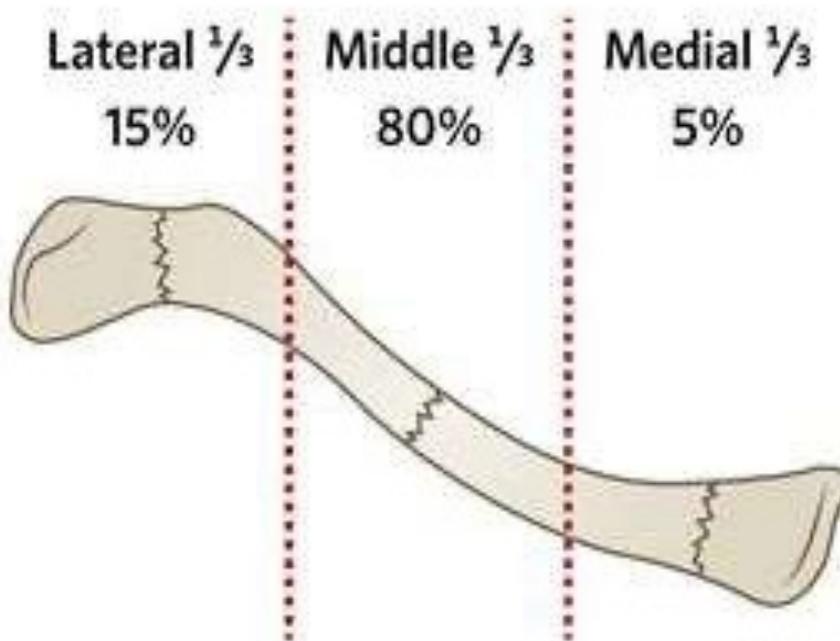


Figure 26. Schéma montrant le siège des fractures et leurs fréquences selon ALLMAN NEER [28] quant à lui, tient compte du trait de fracture par rapport à l'insertion des ligaments coraco claviculaires, le ligament conoïde et le ligament trapézoïde.

Type I sont des fractures stables, le trait de la fracture est situé en dehors des ligaments coraco claviculaires.

Type II sont des fractures instables, le trait de la fracture est situé en dedans des ligaments coraco claviculaires.

Type III sont des fractures intra articulaire, le trait de la fracture fuse vers l'articulation acromio clavulaire.

ROCKWOOD [29] a sous-classifié le type II de NEER en type IIa et IIb.

Pour le type IIa le trait de la fracture est situé en dedans des ligaments coraco-claviculaires, les deux ligaments conoïde et trapézoïde restent intacts, et restent liés au fragment distal.

Pour le type IIb le trait de la fracture est localisé entre les ligaments coraco-claviculaires, tandis que le ligament trapézoïde reste intact le ligament conoïde est rompu.

**INNOVATION ET PROGRÈS :**  
**la plaque radio-transparente**  
**en Poly etherether ketone**

Depuis plusieurs années, les polyetheretherketones (PEEK) ont été de plus en plus utilisés comme biomatériaux pour le traitement chirurgical des fractures, c'est est une famille relativement nouvelle de polymères thermoplastiques haute température, constituée d'une chaîne moléculaire aromatique de base, reliée par des groupes fonctionnels cétone et éther [30]. La structure chimique des cétones poly aromatiques leur confère une stabilité à haute température (supérieure à 300°C), une résistance aux dommages causés par les produits chimiques et les radiations, une compatibilité avec de nombreux agents de renforcement (tels que les fibres de verre et de carbone) et une résistance supérieure (par rapport à la masse) à celle de nombreux métaux, ce qui les rend très intéressants pour les applications industrielles, comme les pales d'avion et de turbine, par exemple [30,31].

Historiquement, la disponibilité des polymères poly aromatiques est arrivée à un moment où l'on s'intéressait de plus en plus au développement de tiges de hanche et de plaques de fixation de fractures "iso élastiques", avec des rigidités comparables à celles de l'os [32]. Bien que les polymères poly aromatiques purs (non chargés) puissent présenter un module d'élasticité compris entre 3 et 4 GPa, le module peut être adapté pour correspondre étroitement à celui de l'os cortical (18 GPa) ou de l'alliage de titane (110 GPa) en préparant des composites renforcés par des fibres de carbone (CFR) dont la longueur et l'orientation des fibres varient [32]. Dans les années 1990, les chercheurs ont caractérisé la biocompatibilité et la stabilité in vivo de divers matériaux PAEK, ainsi que d'autres polymères techniques "haute performance", tels que les poly sulfones et le poly butylène téréphtalate [33]. Cependant, l'utilisation de ces polymères dans les implants a été abandonnée pour des raisons qui ne sont pas bien documentées dans la littérature. D'autres polymères de cétone poly aromatique, tels que le PEKEKK, ont été abandonnés par leur fournisseur industriel et ont donc cessé d'être disponibles

pour les applications de biomatériaux.

À la fin des années 1990, le PEEK s'est imposé comme le principal candidat thermoplastique à haute performance pour remplacer les composants métalliques des implants, notamment en orthopédie [34,35] et en traumatologie [36,37]. Non seulement le matériau était résistant à la dégradation *in vivo* simulée, y compris aux dommages causés par l'exposition aux lipides, mais à partir d'avril 1998, le PEEK a été proposé commercialement comme biomatériau pour les implants (Invibio, Ltd. : Thornton Cleveleys, Royaume-Uni). Grâce à un approvisionnement stable, la recherche sur les biomatériaux en PEEK s'est développée et devrait continuer à progresser à l'avenir [38].

De nombreuses études documentant la performance clinique réussie des polymères de polyaryléthercétone chez les patients orthopédiques et en traumatologie continuent d'apparaître dans la littérature [39–40]. Des recherches récentes ont également étudié la bio tribologie des composites PEEK en tant que matériaux de support et implants flexibles utilisés pour les arthroplasties articulaires [41–42]. En raison de l'intérêt porté à l'amélioration de la fixation des implants, la recherche sur les biomatériaux en PEEK s'est également concentrée sur la compatibilité du polymère avec des matériaux bioactifs, notamment l'hydroxyapatite, soit comme charge composite, soit comme revêtement de surface [43–44]. Grâce à la recherche en cours sur les biomatériaux, le PEEK et les composites connexes peuvent être fabriqués aujourd'hui avec une large gamme de propriétés physiques, mécaniques et de surface, en fonction de l'application de l'implant.

Plaque radio-transparente en PEEK et stérilisation :

La structure du PEEK lui confère une résistance chimique exceptionnelle (figures ci dessous). Les cycles aryles sont interconnectés par des groupes cétones et éthers situés aux extrémités opposées du cycle (en chimie, on parle de position "para"). La structure chimique stabilisée par résonance du PEEK entraîne la délocalisation des électrons d'orbite supérieure le long de toute la macromolécule, ce qui le rend extrêmement peu réactif et intrinsèquement résistant à la dégradation chimique, thermique et post-irradiation. A noter que le PEEK ne peut être endommagé par une exposition à des solvants, à l'exception de l'acide sulfurique concentré. L'inertie inhérente à la structure chimique du PEEK explique également sa biocompatibilité, et donc son application en matière d'implants médicaux.

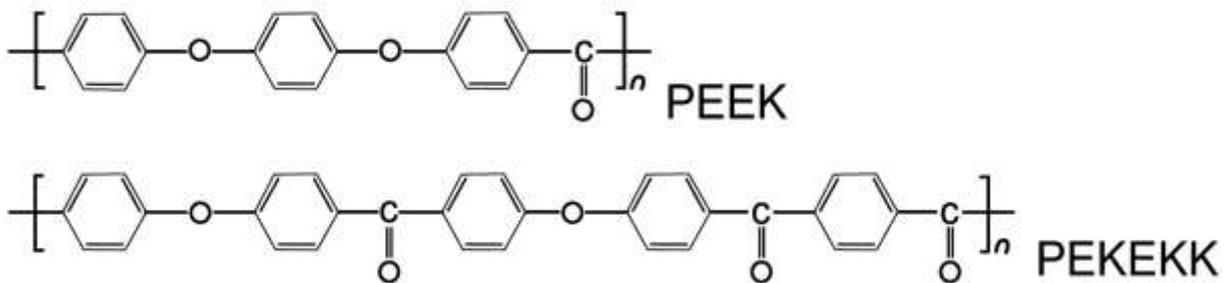


Figure 27. Formule chimique du poly(aryl-ether-ether-cétone), communément abrégé en PEEK, et du poly(aryl-ether-ketone-ether-ketone-ketone), communément abrégé en PEKEKK.

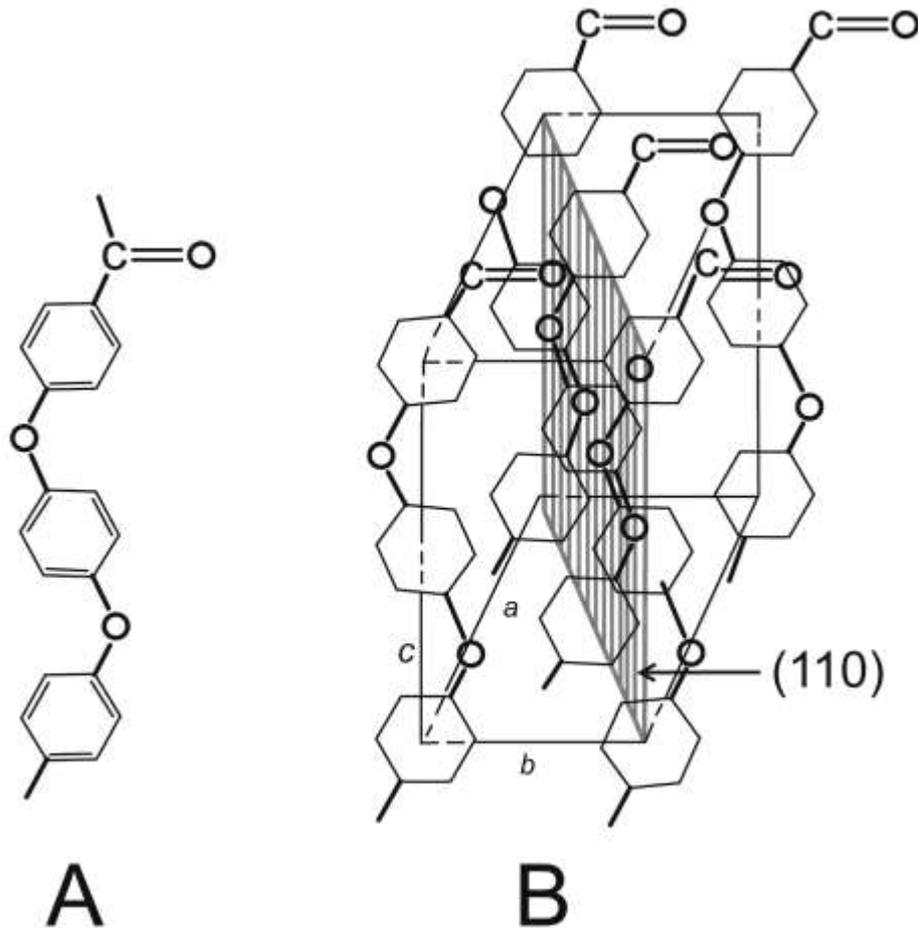


Figure 28. (A) Conformation de la chaîne du PEEK ; (B) Cellule unitaire cristalline orthorhombique du PEEK

#### Biocompatibilité et bio activité :

Bien que, rétrospectivement, il puisse sembler évident qu'un biomatériau largement utilisé soit biocompatible, ce sujet n'a été étudié de près dans la littérature qu'à partir de la fin des années 1980 [45]. Il existe actuellement des preuves scientifiques considérables de la biocompatibilité du PEEK et des composites de PEEK en tant que famille de biomatériaux sous forme brute [45,46-47]. Les composés et composites de PEEK-OPTIMA et de PEEK-OPTIMA renforcé par des fibres de carbone ont fait l'objet de tests de biocompatibilité approfondis pour répondre aux critères de leur dossier principal de la FDA. Ces tests comprennent de nombreuses études sur la toxicité systémique et intra cutanée et l'implantation intramusculaire, qui n'ont révélé aucun effet secondaire indésirable. Les tests de sensibilisation effectués conformément

à la norme ISO 10993-10-1995 n'ont révélé aucune sensibilisation, et les tests de toxicité génétique n'ont révélé aucune aberration chromosomique due au PEEK. Cependant, des inquiétudes ont été soulevées quant à l'inertie du PEEK et à sa fixation limitée à l'os. Par conséquent, des efforts croissants ont été déployés au cours de la dernière décennie pour améliorer l'interface os-implant, en produisant des composites avec de l'hydroxyapatite, en revêtant les implants en PEEK de Ti et de HA, et en créant des réseaux poreux en PEEK pour la croissance osseuse. Nous soulignons ainsi les avancées récentes dans le développement de composites PEEK bioactifs et dans l'amélioration des interfaces os-implant.

#### Applications cliniques en traumatologie :

Les biomatériaux implantables sont utilisés pour traiter les fractures depuis plus d'un siècle [48]. La fixation interne de fractures des os longs à l'aide de plaques métalliques a été rapportée pour la première fois par Lane en 1895 [49]. Les premiers implants métalliques présentaient des difficultés dues à la corrosion [48], mais celles-ci ont finalement été surmontées grâce à l'utilisation d'acier inoxydable. Au cours des dernières décennies, l'une des préoccupations concernant les dispositifs métalliques de fixation des fractures a été la réduction de la qualité de l'os adjacent à la plaque, en raison de la protection contre les contraintes [48].

Des plaques de fixation de fracture "semi-rigides" en polymère renforcé de fibres de carbone ont été développées à partir des années 1980 comme alternative aux plaques osseuses en acier inoxydable comparativement "rigides" [50-51]. À titre historique, une étude sur les plaques de fixation de fracture en polymère renforcé de fibres de carbone a été rapportée par Bradley et al. dans le premier numéro publié de Biomatériaux [51]. Une résine époxy pré-imprégnée commerciale a été choisie comme matrice polymère pour les plaques, et ces implants présentaient une rigidité à la flexion

d'un tiers supérieure et une résistance à la flexion de 10% supérieure à celle des plaques en acier. La biocompatibilité des plaques CFR-époxy a été confirmée comme étant comparable à celle des plaques en acier inoxydable en testant des échantillons de biopsie de tissus obtenus lorsque les dispositifs ont été retirés chirurgicalement après la guérison de la fracture [52]. Cependant, un inconvénient important d'un polymère thermodurcissable, tel que l'époxy, est son incapacité à épouser les fragments osseux d'une fracture, ce qui le rend moins utile cliniquement que les plaques métalliques ou polymères qui ont cette capacité.

Les matériaux thermoplastiques haute performance, notamment le nylon 6-10, le poly butylène téréphtalate (PBT), le poly sulfone (PS) et le PEEK, ont également fait l'objet d'études approfondies en tant que candidats pour les dispositifs de fixation des fractures [33,53]. Tout au long des années 1990, les chercheurs de Case Western ont contribué à la littérature sur la biocompatibilité du PEEK, ainsi qu'au développement de tiges de hanche composites [33,46,54,55]. Bien que ces polymères avancés aient suscité la curiosité des chercheurs en raison de leurs performances mécaniques et de leur iso élasticité, ils espéraient également tirer parti de la thermo formabilité des matériaux, de sorte que les plaques de fixation des fractures puissent être adaptées plus précisément à l'anatomie osseuse des patients dans la salle d'opération, surmontant ainsi une limitation antérieure des polymères thermodurcissables, à savoir l'époxy.

Brown et al. [33] ont examiné la fatigue en flexion et la thermo formabilité de PS, PBT et PEEK renforcés par 30% de fibres de carbone PAN coupées. Les barres de flexion ont été soumises à une variété de défis, y compris la stérilisation répétée à la vapeur, et le pré trempage pendant 3 semaines dans une solution saline (0,9% Na Cl). Les barres ont également été testées avant et après une procédure de thermoformage, qui

impliquait un chauffage au-dessus de la température de transition vitreuse dans un four, suivi d'une déformation dans une presse à plier les plaques chirurgicales. Dans le cas des composites PEEK, ils ont été chauffés à 250°C et pliés à un angle de 5,8°. Les échantillons ont été ramenés à leur forme initiale par pliage inverse. Les chercheurs ont constaté que le PEEK présentait non seulement la ténacité à la rupture et la résistance à la fatigue par flexion les plus élevées des matériaux étudiés, mais que ces propriétés étaient insensibles au pré conditionnement ou au thermoformage. Contrairement au PBT et au PS, le PEEK présentait une bonne compatibilité avec les fibres de carbone, ce qui explique en partie sa résistance supérieure à la fatigue.

Bien que le CFR-PEEK ait été identifié comme un matériau approprié pour la fixation des fractures dans la littérature depuis quelques années, l'utilisation de composites pour la fixation interne des fractures a progressé en tant que sujet de recherche, mais pas en tant qu'application de recherche clinique. Au cours de la dernière décennie, la recherche s'est poursuivie sur le développement de plaques de fixation de fracture en PEEK tressées, laminées et à fibres unidirectionnelles, ainsi que de vis en PEEK extrudées [56–57]. Ces articles décrivent les limites perçues dans la fabricabilité des composites complexes comme des obstacles historiques à l'utilisation du CFR-PEEK comme plaques de fixation des fractures.

Malgré des changements progressifs dans la technique chirurgicale et la conception des implants, les plaques de verrouillage métalliques et les clous intramédullaires continuent de dominer le domaine de la fixation interne des fractures, comme ils le font depuis plus de 100 ans [48,58,59]. Étant donné que la biomécanique de la fixation des fractures dépend de la rigidité à la flexion (le produit du moment d'inertie et du module d'élasticité) du complexe os-implant, et pas simplement du module d'élasticité de l'implant, les arguments de protection contre les contraintes des

années 1980 ne sont pas actuellement considérés comme des avantages crédibles, car la rigidité à la flexion d'un implant peut être modifiée en changeant son moment d'inertie, ainsi qu'en modifiant son module d'élasticité [60]. En outre, les plaques en polymère renforcé de fibres de carbone sont toujours beaucoup plus difficiles à fabriquer et plus coûteuses que leurs homologues métalliques [60].



Figure 29. Plaque radio transparente sur os cadavérique.



Figure 30. Plaque radio transparente de l'extrémité inférieure du radius.

#### Plaque radio-transparente en PEEK et application en oncologie orthopédique :

La radiothérapie est un élément thérapeutique important dans les tumeurs musculo-squelettiques, surtout en présence de lésions multiples ou douloureuses. Dans les lésions ostéolytiques, une stabilisation chirurgicale à l'aide d'implants est souvent nécessaire. Cependant, les implants métalliques ne compliquent pas seulement la planification par tomographie par ordinateur d'une radiothérapie ultérieure, mais ont également un effet de modulation de dose incontrôlable dans la radiothérapie adjuvante. En outre, l'imagerie de suivi et le diagnostic des récurrences locales sont souvent obscurcis par des artefacts métalliques. Les plaques radio transparentes en carbone/polyéther éther cétone (CF/PEEK) facilitent donc la radiothérapie adjuvante et l'imagerie de suivi des lésions osseuses.

Selon une étude réalisée en 2018 par Christoph J. Laux et al, Les implants métalliques entraînent des modifications significatives de la dose en raison de la diffusion et de l'atténuation du faisceau. Dans leur récente étude expérimentale,

Nevelsky et al. ont pu quantifier la perturbation de dose des vis métalliques par rapport aux vis CF/PEEK dans un fantôme d'eau solide [61]. Ces caractéristiques rendent les implants CF/PEEK particulièrement utiles pour les patients nécessitant une radiothérapie postopératoire à proximité de tissus environnants radiosensibles. Néanmoins, l'ampleur des variations de dose au sein de l'os et de l'interface implant-os n'a pas encore été quantifiée et doit faire l'objet d'une étude plus approfondie. En outre, l'effet modulateur de dose des vis en titane dans une plaque en CF/PEEK et à distance de la lésion est encore inconnu et dépend probablement de l'orientation du faisceau de rayonnement par rapport à l'orientation de la vis. L'absence d'artefacts métalliques à proximité immédiate de la lésion est probablement plus importante que les parties métalliques de l'implant plus éloignées du futur volume cible. En outre, les techniques d'irradiation modernes, notamment la technique VMAT, permettent une concordance nettement plus élevée des distributions de dose calculées et mesurées dans le volume cible en présence d'artefacts métalliques [62].

Contrairement aux implants métalliques, le CF/PEEK ne permet pas la flexion ou le contournement de la plaque, ce qui, il est vrai, est moins important dans la stabilisation préventive des lésions tumorales, où la stabilisation est réalisée à la manière d'un fixateur interne et où la compression inter fragmentaire n'est généralement pas visée. En ce qui concerne la manipulation peropératoire, l'application des implants CF/PEEK est fondamentalement bien comparable à celle des implants conventionnels en titane dans la chirurgie orthopédique des tumeurs.

En ce qui concerne la manipulation peropératoire, des marqueurs radio-opaques le long du contour de la plaque ou de la pointe de la vis aident à obtenir un positionnement correct de l'implant. Cependant, le diagnostic de l'échec de l'implant est difficile et nécessite souvent une imagerie en coupe.

Lors du choix des implants en CF/PEEK, il faut tenir compte de certaines limites. Les implants en CF/PEEK sont actuellement plus chers que les implants en titane. Selon la conception de l'implant souhaité, les implants en CF/PEEK sont moins facilement disponibles et doivent parfois être commandés longtemps à l'avance.



Figure 31. La radiographie postopératoire à 6 semaines (a, b) et à 6 mois de suivi (c, d) montre la mise en place d'un pontage de la lésion et l'alignement osseux anatomique, ainsi que la consolidation osseuse finalement achevée

(Fixation de l'humérus distal par plaque radio-transparente pour radiothérapie suite à une lésion ostéolytique)

# MATÉRIELS ET MÉTHODES

## I. MÉTHODES :

## II. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE:

- Évaluer les résultats fonctionnels du traitement chirurgical des fractures de la clavicule par plaque vissée verrouillée anatomique.
- Comparer ces résultats avec d'autres séries internationales.
- Étaler les avantages et les inconvénients de cette technique chirurgicale.

## III. METHODOLOGIE :

Le but principal de ce chapitre est de décrire la méthodologie utilisée pour la collecte des données jusqu'à l'obtention des résultats en vue d'atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés.

### 1. Nature, Lieu et période de l'étude :

Il s'agit d'une étude prospective continue descriptive et qualitative. Elle a concerné l'analyse des dossiers des patients admis au service de traumatologie orthopédie A et suivis en consultation pour fracture de la clavicule, ayant bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée. Cette étude a couvert une période de 18 mois.

### 2. Outil de collecte des données :

Une fiche de collecte des données que nous avons remplie nous-même a été utilisée pour recueillir les informations utiles. Elle a été constituée sur base du cadre théorique, la revue des publications internationales et les objectifs visés par l'étude.

### 3. Population d'étude :

#### 3.1. Critères d'inclusion :

Les sujets adultes victimes d'une fracture de la clavicule et traités chirurgicalement et suivis à la consultation par un examen clinique et radiologique.

#### 3.2. Critères d'exclusion :

- Tous les patients dont les dossiers sont inexploitable (dossiers ne contenant pas d'informations utiles pour notre travail).
- Les malades sortants contre avis médical.
- Les fractures de la clavicule chez les sujets moins de 15 ans. Les fractures de la clavicule traitées orthopédiquement.

### 4. Paramètres étudiés et procédé d'analyse des données :

Les données de notre étude prospective continue consignées sur le registre du service de chirurgie traumatologique et orthopédique A au CHU Hassan II de Fès, les dossiers médicaux des malades ayant été hospitalisés au service et les données sur système Hosix. Une fiche d'exploitation a été établie pour chaque patient permettant de faciliter le recueil et l'analyse des différents paramètres cliniques, paracliniques, thérapeutiques et évolutifs.

Les logiciels Excel, Word, ont été utilisés à cet effet. En effet, le Microsoft Word a été utilisé pour la conception des textes. La saisie des données a été faite au moyen du logiciel Excel.

Le traitement de ces dernières, la présentation des tableaux et des figures des résultats ont été mis au point par le logiciel Ms Excel....

La recherche bibliographique en utilisant les moteurs de recherche Google scholar, science direct, EMC et pub Med.

Les langues utilisées dans la recherche étaient : l'anglais et le français.

## Fiche d'exploitation :

### Identité :

-Nom et prénom.....IP :.....NO.....

Sexe:.....Age.....

Profession:.....

Date d'entrée.....Date de sortie.....

Adresse:.....Numéro de Tel :.....

### Coté dominant :

Droit

Gauche

### Coté de la lésion :

Droit

gauche

### Mécanisme lésionnel :

Direct

indirect

### Étiologies :

-Chute :

-Accident de sport :

-Accident de la voie publique:

-Accident de travail :

-Autres :

### Signes fonctionnels :

-Douleur

-Impotence fonctionnelle

Signes physiques :

-Attitude du malade:

-Œdèmes et déformations

-Ouverture cutanée

- Marche d'escalier

-Lésions vasculaires

- Lésions nerveuses

Autres :

Diagnostic radiologique :

-Incidence :

-Classification de ROBINSON :

Traitement :

-Type de traitement :

-Délai entre le traumatisme et la Pec :

-Chirurgical :

-Type d'anesthésie :

-Voie d'abord :

Suites opératoires :

-Rééducation :

- Mobilité :

-Force musculaire :

Évaluation radiologique :

Ablation de la plaque :

Complications :

Score de constant :

## IV. MATÉRIELS :

### 1. PRÉSENTATION DES OBSERVATIONS :

#### Cas numéro 1 :

Il s'agit de Mme B.Zineb, âgée de 18 ans, étudiante, droitrière.

Sans antécédents pathologiques notables.

Hospitalisée le 25/01/2020 pour une douleur au niveau de l'épaule gauche avec impotence fonctionnelle totale du membre supérieur gauche.

L'histoire de la maladie remonte au jour de son admission où la patiente a été victime d'un accident de la voie publique ( chute d'un quad) avec réception au niveau de l'épaule gauche occasionnant chez elle une tuméfaction importante de l'épaule gauche associée à une douleur et une impotence fonctionnelle totale du membre supérieur gauche motivant sa consultation dans notre formation pour complément de prise en charge.

#### A l'examen :

La patiente était consciente stable sur le plan hémodynamique et respiratoire.

L'examen de l'appareil locomoteur trouve une patiente avec attitude du traumatisé du membre supérieur. On note une importante tuméfaction en regard de la clavicule gauche, avec des ecchymoses sans ouverture cutanée.

La palpation de la clavicule objective une sensation de marche d'escalier au niveau de sa diaphyse.

La mobilité de l'épaule était conservée, mais les amplitudes articulaires étaient limitées.

L'examen de l'extrémité supérieure de l'humérus, du coude et du poignet était normal.

A noter aussi que l'examen vasculo-nerveux était sans particularités.

Une radio de l'épaule centrée sur la clavicule objective une fracture médio-diaphysaire de la clavicule gauche classée 2B1 selon la classification de ROBINSON.

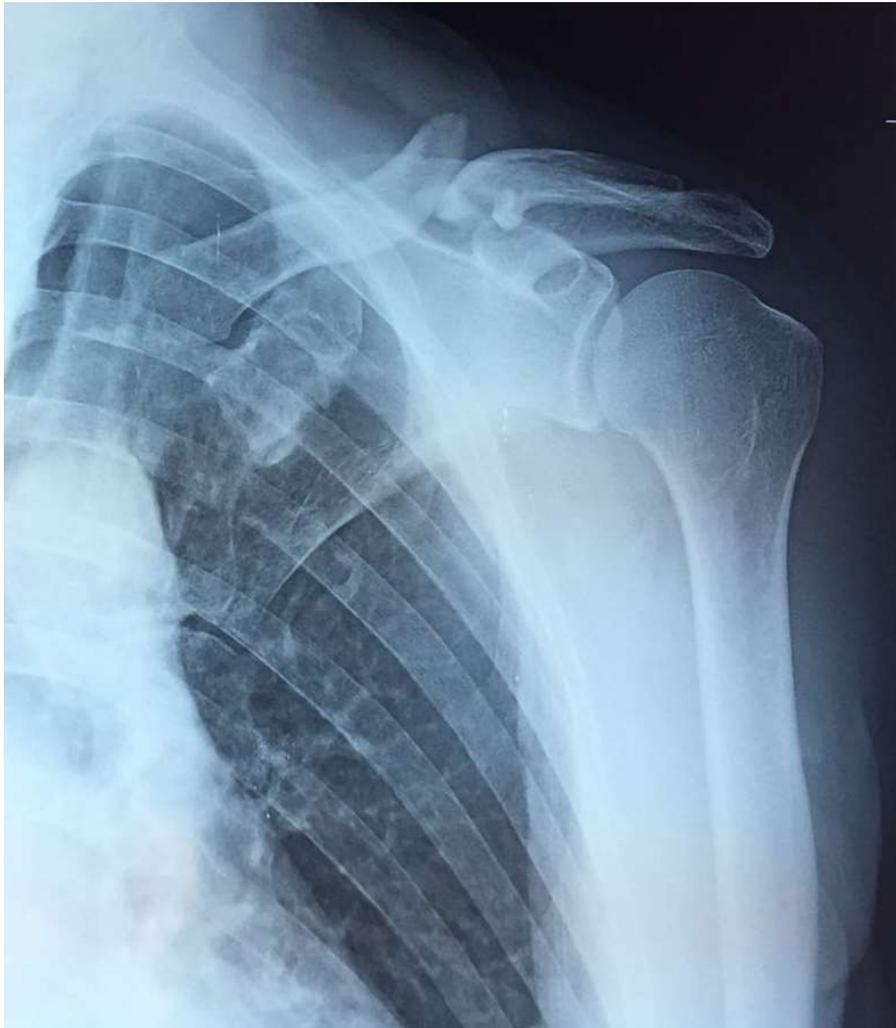


Figure 32. Fracture de la clavicule stade 2b1 selon robinson

La patiente a été opérée le 26/01/2020. Elle a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique de la clavicule gauche sous anesthésie générale.

Une immobilisation par bandage coude au corps pendant 15 jours a été réalisée.

La rééducation a été démarrée juste après l'arrêt de l'immobilisation.

Les suites post opératoires ont été marquées par une nette régression de la douleur avec une récupération des amplitudes articulaires limitées auparavant, avec une bonne force musculaire et un niveau de travail avec la main normal.

Le résultat est jugé très satisfaisant.

Cas numéro 2 :

Il s'agit de Mr S. MOHAMMED, âgé de 21 ans, menuisier de profession, droitier.

Sans antécédents pathologiques notables

Hospitalisé le 04/02/2020 pour une douleur au niveau de l'épaule droite associée à une impotence fonctionnelle totale du membre supérieur droit.

L'histoire de la maladie : remonte au jour de son admission où le patient a été victime d'une chute de vélo pendant la pratique du sport (cyclisme), avec réception au niveau de la main et coude en extension, occasionnant chez lui une impotence fonctionnelle totale du membre supérieur droit avec douleur atroce motivant sa consultation aux urgences pour complément de prise en charge.

A l'examen :

Le patient était conscient, stable sur le plan hémodynamique et respiratoire.

L'examen ostéo-articulaire objective un patient avec une attitude du traumatisé du membre supérieur. La tuméfaction de l'épaule était présente, avec un bon état cutané, en l'occurrence pas d'ouverture cutanée ni d'ecchymoses.

La palpation le long du trajet de la clavicule objective une discontinuité du relief osseux avec sensation de la marche d'escaliers qui est présente.

Par ailleurs, on note une mobilisation douloureuse de l'épaule avec limitation des amplitudes articulaires et de la force musculaire de l'épaule et du membre supérieur droit.

L'examen de l'articulations du coude et du poignet se révèle sans anomalies.

L'examen vasculo-nerveux était sans particularités

Une radiographie standard de l'épaule droite centrée sur la clavicule a été réalisée :



Figure 33. Fracture de la clavicule droite classée 2b1 selon robinson.

Le patient a été opéré le 05/02/2020 : il a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique pour sa fracture de la clavicule droite sous anesthésie générale.

Une immobilisation par bandage coude au corps a été réalisée chez notre patient pendant une durée de 15 jours.

Mr S. MOHAMMED a commencé la rééducation juste après l'arrêt de l'immobilisation.

Les suites post opératoires ont été marquées par la disparition de la douleur et de la déformation, la récupération de la force musculaire et des amplitudes articulaires qui étaient limitées après le traumatisme. Le niveau du travail manuel de notre patient est resté intact (avec une main qui dépasse la tête).

Le résultat est jugé très satisfaisant.

Cas numéro 3 :

Il s'agit de Mr A. ZAKARIA, âgé de 40 ans, technicien industriel de profession, droitier.

Sans antécédents pathologiques notables.

Hospitalisé le 11/03/2020 pour prise en charge d'une douleur de l'épaule gauche avec tuméfaction et impotence fonctionnelle totale du membre supérieur gauche.

L'histoire de la maladie remonte au jour de son admission, où le patient a été victime d'une chute d'une hauteur de 2m lors de la pratique de son travail (chute d'une échelle) avec réception au niveau de l'épaule gauche, occasionnant chez lui une impotence fonctionnelle totale du membre supérieur gauche avec une douleur importante motivant sa consultation aux urgences pour complément de prise en charge.

A l'examen :

Patient conscient stable sur le plan hémodynamique et respiratoire.

L'examen ostéo-articulaire objective un patient en attitude du traumatisé du membre supérieur gauche. On note la déformation de l'épaule, la tuméfaction importante sans ouverture cutanée.

L'examen de l'épaule objective une limitation de la mobilité, notamment l'abduction et la rotation externe, les mobilisations active et passive sont douloureuses avec à la palpation une sensation de marche d'escaliers le long du trajet de la clavicule gauche.

L'examen du reste du membre supérieur était sans particularités.

L'examen vasculo-nerveux ne détecte aucune anomalie.

Le diagnostic de fracture de la clavicule gauche est fortement suspecté.

Une radiographie standard de l'épaule gauche centrée sur la clavicule a été réalisée en urgence objectivant ainsi une fracture de la clavicule droite médio diaphysaire classée stade 2B2 (fragment intermédiaire) selon la classification de ROBINSON.



Figure 34. fracture médio diaphysaire de la clavicule droite classée 2b2 avec fragment intermédiaire.

Mr A. ZAKARIA a été opéré le 12/03/2020. Il a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique pour sa fracture de la clavicule droite et ce sous anesthésie générale.

Une immobilisation par un bandage coude au corps a été de mise et ce pendant une durée de 2 semaines.

La rééducation a été débutée juste après l'arrêt de l'immobilisation.

Les suites opératoires immédiates étaient simples.

A distance du traumatisme, on a noté une disparation de la douleur. Le patient a récupéré ses amplitudes articulaires d'avant le traumatisme, la force musculaire était conservée, son niveau d'activité quotidienne n'a pas changé et il n'a pas du changé sa profession à cause de sa fracture.

Le résultat a été jugé très satisfaisant.

Cas numéro 4 :

Il s'agit de Mme B. SAMIA, âgée de 34 ans, femme au foyer, droitrière.

Sans antécédents pathologiques notables

Hospitalisée le 23/04/2020 dans notre formation pour prise en charge d'une impotence fonctionnelle du membre supérieur gauche avec douleur.

L'histoire de la maladie remonte au jour de son admission où la patiente a été victime d'un accident de la voie publique (piéton heurté par une moto) avec réception au niveau de la clavicule gauche, occasionnant chez elle une impotence fonctionnelle totale du membre supérieur gauche avec une douleur atroce motivant sa consultation aux urgences pour complément de prise en charge.

A l'examen :

Patiente consciente stable sur le plan hémodynamique et respiratoire.

L'examen à l'admission trouve une patiente avec une attitude du traumatisé du membre supérieur gauche. On note une déformation de l'épaule avec d'importantes ecchymoses en regard de la clavicule et de l'épaule, sans ouverture cutanée. La palpation le long du trajet de la clavicule objective une discontinuité du relief osseux de la clavicule avec individualisation de deux fragments.

La mobilité de l'épaule était limitée et très douloureuse et la force musculaire était considérablement diminuée. Les amplitudes articulaires étaient limitées par ailleurs.

L'examen de l'extrémité supérieure de l'humérus, du coude et du poignet n'a objectivé aucun point douloureux.

L'examen vasculo-nerveux était sans anomalies.

Le diagnostic d'une fracture de la clavicule gauche est fortement suspectée.

De ce fait, une radiographie de l'épaule gauche centrée sur la clavicule révèle une

fracture médio diaphysaire de la clavicule classée 2B2 selon ROBINSON.

Notre patiente a été opérée le 24/04/2020. Elle a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique pour sa fracture de la clavicule gauche, sous anesthésie générale.

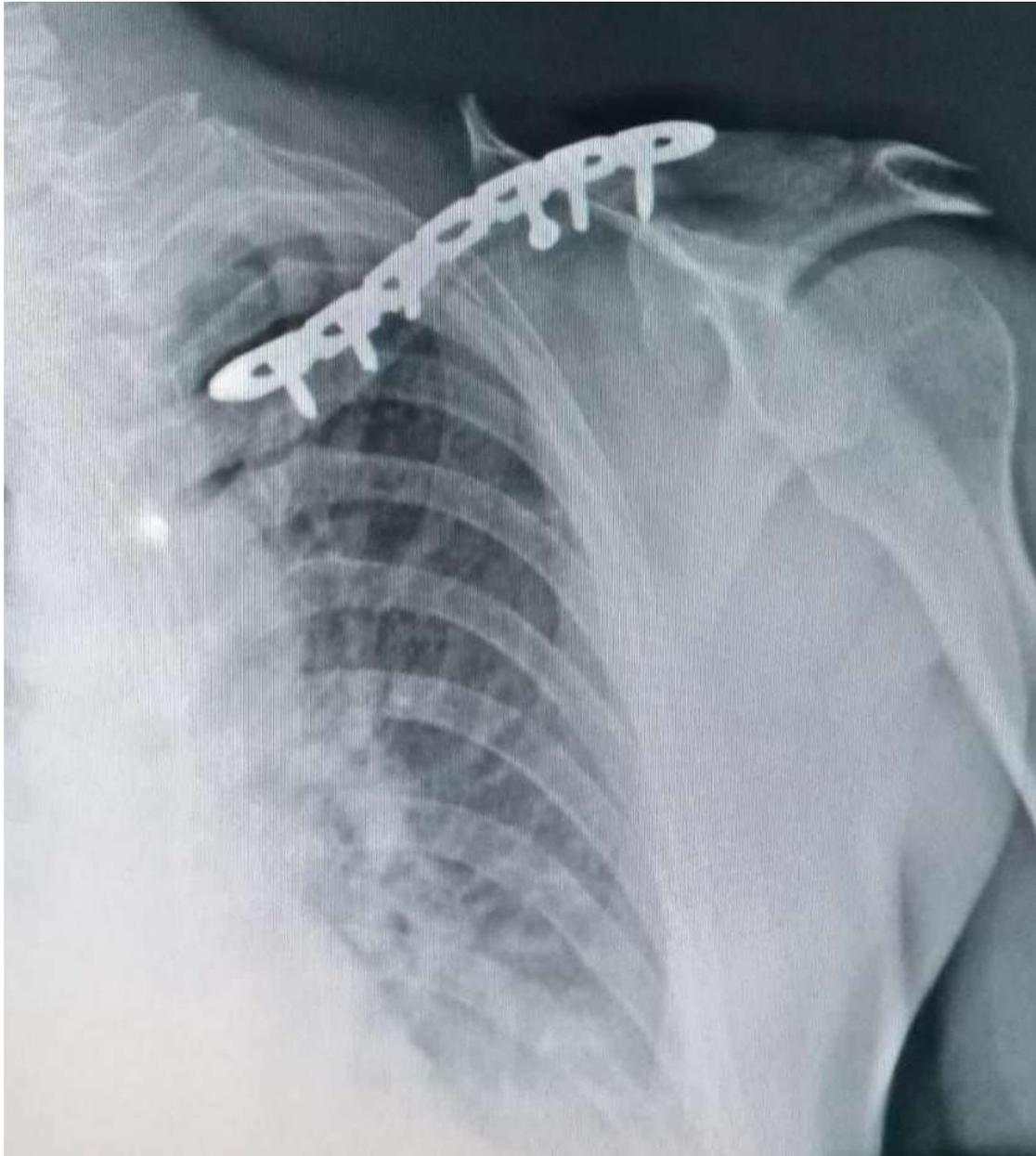


Figure 35. Fracture de la clavicule gauche traitée par ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique

Une immobilisation par bandage coude au corps a été réalisée pour notre patiente pour une durée de 15 jours, suivie d'une phase de rééducation démarrée immédiatement après l'arrêt d'immobilisation, pour récupération des amplitudes articulaires et le renforcement musculaire.

Les suites post opératoires ont été marquées par la disparition de la douleur au niveau de l'épaule gauche. Les amplitudes articulaires ont été reprises avec une force musculaire satisfaisante. Le niveau de travail manuel quotidien est resté le même selon la patiente.

Notre résultat a été jugé très satisfaisant.

Cas numéro 5 :

Il s'agit de Mr Z. ISMAIL âgé de 46 ans, banquier de profession, droitier.

Sans antécédents pathologiques notables.

Hospitalisé le 11/06/2020 pour prise en charge d'un polytraumatisme.

L'histoire de la maladie remonte au jour de son admission où le patient a été victime d'un accident de la voie publique ( piéton heurté par une voiture) avec un mécanisme de haute énergie, avec point d'impact crânien et notion de perte de conscience initiale, au niveau de l'épaule gauche et au niveau du membre inférieur gauche. Le patient a été acheminé aux urgences pour complément de prise en charge.

A son admission :

Patient obnubilé avec un GCS à 12, TA 12/7 stable sur le plan respiratoire.

L'examen clinique initiale objective une épaule gauche tuméfiée et déformée avec des écorchures en regard. Pas de défense abdominale ni de sensibilité ? une déformation du membre inférieur gauche douloureuse associée à une impotence fonctionnelle et une mobilisation douloureuse, sans ouverture cutanée.

L'examen vasculo-nerveux n'objective aucune anomalie, les pouls étaient présents et symétriques au niveau du membre supérieur et inférieur gauche.

Le patient a bénéficié d'une body-TDM en urgence objectivant :

Sur l'étage crânien : hématorne extradurale de 4mm avec des foyers de contusion temporaux, non chirurgical.

Sur l'étage cervico-thoracique : fracture médio-diaphysaire de la clavicule gauche avec déplacement simple classée 2B1 selon ROBINSON, sans atteinte pleuropulmonaire ni atteinte vasculaire.

Sur l'étage abdomino-pelvien : pas d'anomalies

Au niveau du membre inférieur gauche : fracture des deux os de la jambe gauche.

La prise en charge initiale était de stabiliser le patient, confection d'un bandage coude au corps pour sa fracture de la clavicule gauche, et une attelle cruro-pédieuse pour sa fracture de la jambe, avec surveillance rapprochée de l'état du membre (syndrome de loges) et un examen vasculo-nerveux des deux membres chaque 2heures.

Après stabilisation, un scanner de contrôle a 24h a été réalisé objectivant une stabilité des lésions neurologiques.

Une fois le patient est jugé stable, il a été opéré le 12/06/2020. Il a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique pour sa fracture de la clavicule gauche, ainsi qu'une ostéosynthèse par enclouage centromédullaire verrouillé pour sa fracture fermée de la jambe gauche, sous anesthésie générale.



Figure 36. Ostéosynthèse d'une fracture de la clavicule gauche par plaque vissée verrouillée anatomique.

Une immobilisation par bandage coude au corps était de mise pendant une durée de 15 jours suivie d'une rééducation juste après l'arrêt de l'immobilisation.

Au total, notre patient fut hospitalisé pour une durée de 09 jours. Les suites post opératoires immédiates ont été marquées par la disparition de la douleur.

A distance du traumatisme, l'évolution clinique a été marquée par l'amélioration de la mobilisation avec récupérations des amplitudes articulaires et de la force musculaire. Le niveau du travail manuel était bien selon le patient (avec une main qui dépasse la tête) .

Notre résultat a été jugé très satisfaisant.

Cas numéro 6 :

Il s'agit de Mr A.M. HASSAN, âgé de 23 ans, étudiant, droitier.

Sans antécédents pathologiques notables.

Hospitalisé le 27/06/2020 pour prise en charge d'une douleur de l'épaule droite associée à une impotence fonctionnelle.

L'histoire de la maladie remonte à trois jours de son admission où le patient a été victime d'un traumatisme direct au niveau de l'épaule droite au cours d'une activité sportive (moto-cross) occasionnant chez lui une douleur supportable selon le patient pour laquelle il a bénéficié d'un traitement antalgique symptomatique.

Devant la non amélioration de la douleur et l'installation d'une impotence fonctionnelle du membre supérieur droit, le patient a consulté aux urgences pour prise en charge.

À l'examen :

Patient conscient stable sur le plan hémodynamique et respiratoire.

L'examen trouve une épaule droite légèrement tuméfiée, douloureuse à la palpation en regard du trajet de la clavicule. La mobilisation était douloureuse mais possible, on note toutefois une diminution de la force musculaire.

L'examen du membre supérieur à savoir l'extrémité supérieure de l'humérus, le coude et le poignet était normale.

L'examen vasculo-nerveux était sans anomalies décelées.

Une radiographie de l'épaule droite centrée sur la clavicule a été réalisée objectivant une fracture de la diaphyse claviculaire classée 2A2 selon ROBINSON.

Le patient a été opéré le 28/06/2020. Il a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique, sous anesthésie générale

Une immobilisation par bandage coude au corps a été réalisée pendant une durée de 2 semaines.

La rééducation a été débutée après l'arrêt de l'immobilisation à raison de 03 séances par semaine.

Les suites post opératoires ont été marquées par la disparition de la douleur et l'impotence fonctionnelle. Les amplitudes articulaires ont été récupérées ainsi que la force musculaire. Le niveau du travail avec la main et l'activité sportive n'ont pas changé selon le patient, néanmoins, notre patient a dû arrêter de pratiquer cette activité sportive vu le traumatisme psychique engendré par le traumatisme.

Notre résultat a été jugé très satisfaisant.

Cas numéro 7 :

Il s'agit de Mr B. MOUAD, âgé de 71 ans, retraité, droitier.

Ayant comme antécédents un diabète type 2 sous insulinothérapie.

Hospitalisé le 02/09/2020 pour prise en charge d'un polytraumatisme.

L'histoire de la maladie remonte au jour de son admission où le patient a été victime d'un accident de la voie publique. Le point d'impact était crânien avec notion de perte de conscience initiale et vomissements, au niveau de la clavicule droite et au niveau du bassin. Le patient fut acheminé en urgence au déchocage pour prise en charge.

A son admission :

Patient inconscient avec un GCS à 10, FC à 110 BPM TA 10/6 stable sur le plan respiratoire.

Après mise en condition et remplissage au sérum salé, l'examen initial a objectivé une déformation de l'épaule droite, une tuméfaction importante avec une sensibilité à la palpation le long du trajet de la clavicule et lors des manœuvres d'écartement et de compression du bassin. La palpation abdominale était sans anomalies.

L'examen vasculaire était normal.

Le patient fut intubé sur des critères neurologiques.

Le patient a bénéficié en urgence d'une body-TDM qui a objectivé :

Sur l'étage crânien : foyers de contusion pariéto-temporaux avec une lame d'hématome sous dural.

Sur l'étage cervico-thoracique : fracture de la diaphyse de la clavicule droite avec fragment intermédiaire classée 2B2 selon ROBINSON. On n'objective pas de lésions pleuropulmonaires par ailleurs.

Sur l'étage abdominopelvien : fracture du cadre obturateur droit non chirurgical.

Après stabilisation du patient, le patient fut extubé après amélioration des lésions neurologiques sur le scanner crane de contrôle. L'indication chirurgicale est posée pour sa fracture de la clavicule droite, un traitement orthopédique est indiquée pour la fracture du cadre obturateur droit mis en décharge pendant 45 jours.

Le patient a été opéré le 05/09/2020. Il a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique sous anesthésie générale.

Au total, la durée d'hospitalisation était de 11 jours. L'immobilisation par bandage coude au corps a été réalisée pendant une durée de 2 semaines, puis une rééducation a été débutée juste après l'arrêt de l'immobilisation.



Figure 37. Ostéosynthèse d'une fracture de la clavicule classée 2b2 par plaque vissée verrouillée anatomique

A distance du traumatisme, on note une bonne évolution clinique du patient.

Le patient ne se plaint plus de douleur, avec bonne récupération de la force musculaire et des amplitudes articulaires. Le niveau du travail manuel a été légèrement affecté avec une main qui ne dépasse pas la tête, non gênante selon notre patient.

Notre résultat est jugé satisfaisant.

Cas numéro 8 :

Il s'agit de Mr J. HASSAN, âgé de 38 ans, artisan plâtrier de profession, droitier.

Sans antécédents pathologiques notables

Hospitalisé le 01/10/2020 pour prise en charge d'une douleur avec impotence fonctionnelle du membre supérieur gauche.

L'histoire de la maladie remonte au jour de son admission, où le patient a été victime d'une chute d'une plateforme haute de 1,5m avec réception au niveau du poignet et coude en extension, occasionnant chez lui une douleur atroce avec impotence fonctionnelle totale du membre supérieur gauche motivant sa consultation pour complément de prise en charge.

A son admission :

Le patient se présente avec une attitude du traumatisé du membre supérieur, on note une épaule gauche tuméfiée sans ouverture cutanée.

La mobilité de l'épaule s'avère douloureuse et limitée dans tous les axes (flexion/extension, abduction /adduction...) à cause de la douleur. La palpation le long du trajet du relief osseux de la clavicule met en évidence une marche d'escaliers faisant suspecter en premier une fracture de la clavicule.

L'examen de l'extrémité supérieure de l'humérus ainsi que du coude et du poignet était normal dans tous ces aspects.

Une radiographie de l'épaule gauche centrée sur la clavicule a été réalisée objectivant ainsi une fracture médio diaphysaire de la clavicule gauche classée 2A2 selon ROBINSON.

Le patient a été opéré le 03/10/2020 et a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique, sous anesthésie générale.



Figure 38. Ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique pour une fracture classée stade 2a2 selon robinson de la clavicule gauche.

On a réalisé une immobilisation par bandage coude au corps pour notre patient pour une durée de 2 semaines, avant de commencer la rééducation pour récupération des amplitudes articulaires et renforcement musculaire a raison de 3 séances par semaine.

Les suites post opératoires ont été marquées par la disparition de la douleur, la récupération des amplitudes articulaires et de la force musculaire. Le niveau du travail manuel n'a pas changé pour notre patient et a continué d'exercer sa profession sans problèmes.

Notre résultat a été jugé très satisfaisant.

Cas numéro 9 :

Il s'agit de Mr B. OTHMANE, âgé de 26 ans, journalier de profession, droitier.

Sans antécédents pathologiques notables

Hospitalisé le 28/10/2020 pour prise en charge d'une douleur de l'épaule droite associée à une impotence fonctionnelle.

L'histoire de la maladie remonte au jour de son admission où le patient a été victime d'un accident de la voie publique (collision de deux motos) avec réception au niveau de l'épaule droite, occasionnant chez lui une douleur importante associée à une impotence fonctionnelle motivant sa consultation aux urgences pour prise en charge.

A son admission :

Patient conscient, stable sur le plan hémodynamique et respiratoire.

L'examen retrouve un patient avec une attitude du traumatisé du membre supérieur. On note une tuméfaction en regard de la clavicule droite sans ecchymoses et sans ouverture cutanée.

La mobilisation de l'épaule fut très douloureuse pour le patient, les mouvements abduction/adduction, flexion/extension étaient limités, la force musculaire est légèrement diminuée.

L'examen du reste du membre fut normal.

L'examen vasculo-nerveux est sans particularités.

Devant une suspicion d'une fracture de la clavicule, une radiographie standard a été réalisée objectivant une fracture stade 2B1 de la clavicule droite selon la classification de ROBINSON.

Mr B. OTHMANE a été opéré le 29/10/2020 et a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique sous anesthésie générale.

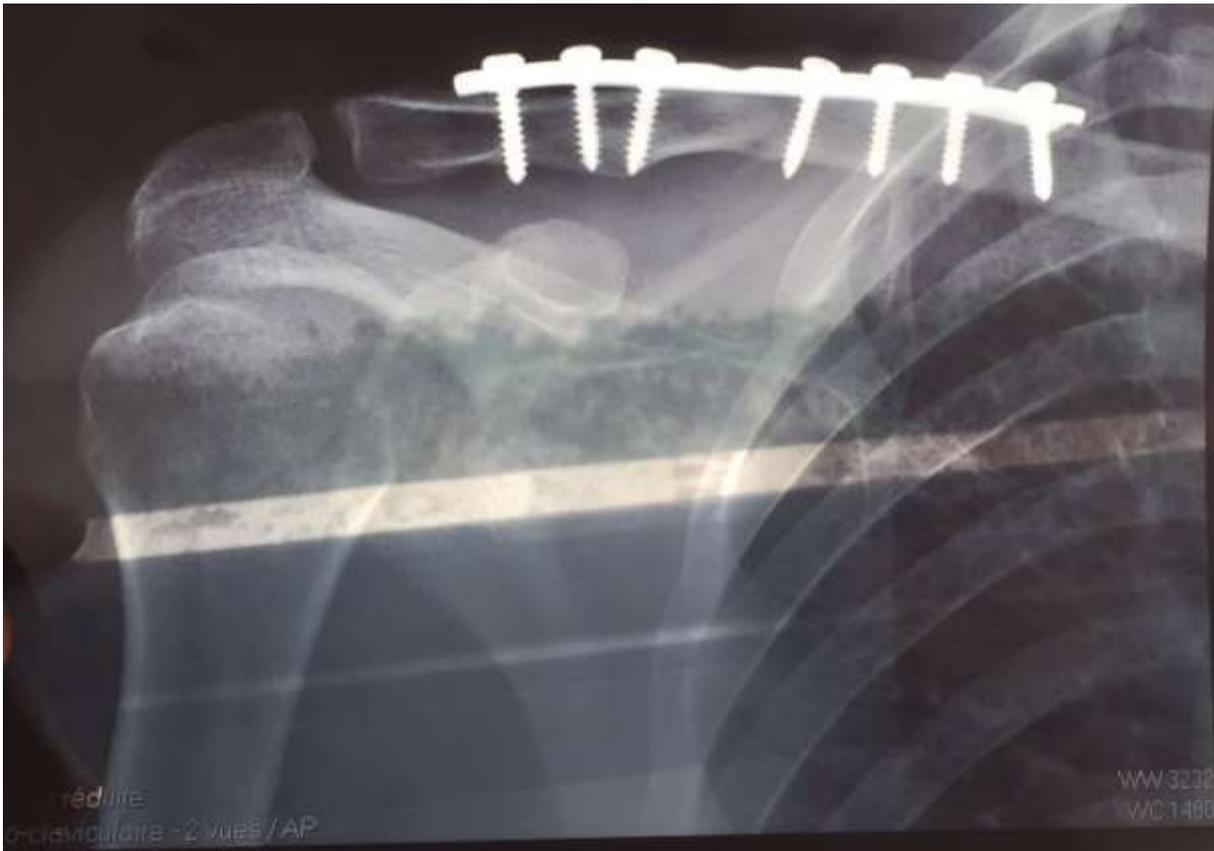


Figure 39. Fracture de la clavicule droite traitée par ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique.

Une immobilisation par bandage coude au corps a été réalisée pour une durée de 2 semaines suivie d'une phase de rééducation pour récupération des amplitudes articulaires et de la force musculaire a raison de 3 séances par semaine.

Les suites post opératoires ont été marquées par la disparition de la douleur.

A distance du traumatisme, les amplitudes articulaires ont été récupérées ainsi que la force musculaire . le niveau de travail manuel est resté intact selon le patient.

Notre résultat a été jugé très satisfaisant.

Cas numéro 10 :

Il s'agit de Mr A. YOUNES, âgé de 42 ans, commerçant, droitier

Sans antécédents pathologiques notables

Hospitalisé le 15/11/2020 pour prise en charge d'une douleur avec impotence fonctionnelle du membre supérieur gauche.

L'histoire de la maladie remonte au jour de son admission où le patient a été victime d'un accident de la voie publique (piéton heurté par une voiture) avec chute sur le moignon de l'épaule occasionnant chez lui une impotence fonctionnelle du membre supérieur gauche avec douleur. Le patient a consulté aux urgences pour prise en charge.

A son admission :

Patient conscient, stable sur le plan hémodynamique et respiratoire.

On note instantanément l'attitude du traumatisé du membre supérieur, avec une épaule tuméfiée et très douloureuse, sans ouverture cutanée par ailleurs.

La mobilisation de l'épaule fut impossible vu la douleur, on note la limitation des mouvements de cette dernière. La palpation du relief osseux de la clavicule objective la notion de marche d'escaliers.

L'examen du membre ne révèle aucune anomalie.

L'examen vasculo-nerveux est sans particularités.

Devant la suspicion clinique d'une fracture de la clavicule, une radiographie standard fut réalisée en urgences confirmant notre hypothèse. Il s'agit d'une fracture de la diaphyse claviculaire classée 2B1 selon la classification de ROBINSON.

Mr YOUNES a été opéré le 16/11/2020 et a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique sous anesthésie générale.

Une immobilisation en post opératoire immédiat a été réalisée et ce pour une durée de 15 jours avant de commencer la phase de rééducation avec une fréquence de 3 séances par semaine pour récupération des amplitudes articulaires et la force musculaire.

L'évolution a été marquée par la disparition de la douleur. La récupération de la force musculaire et les amplitudes articulaires était la règle. Notre patient affirme que son niveau de travail manuel n'a pas été affecté et qui a atteint un niveau satisfaisant.

Notre résultat a été jugé très satisfaisant.

Cas numéro 11 :

Il s'agit de Mme A. LEILA, âgée de 39 ans, ouvrière, droitère.

Sans antécédents pathologiques notables.

Hospitalisée le 25/11/2020 pour prise en charge d'une douleur de l'épaule gauche associée à une impotence fonctionnelle.

L'histoire de la maladie remonte au jour de son admission, où la patiente a été victime d'un traumatisme direct au niveau de son épaule gauche (heurté par une machine à haute pression) occasionnant chez elle une douleur importante au niveau de la clavicule avec une impotence fonctionnelle totale du membre supérieur gauche, motivant sa consultation pour prise en charge.

A son admission :

Patiente consciente stable sur le plan hémodynamique et respiratoire.

La malade se présente avec une attitude du traumatisé du membre supérieur, on note directement la tuméfaction de l'épaule gauche avec ecchymoses en regard sans ouverture cutanée.

La palpation et la mobilisation étaient douloureuses, néanmoins possibles de manière passive avec une limitation flagrante.

L'examen du reste du membre est normal.

On note aucune anomalie en ce qui concerne l'examen vasculo-nerveux.

Devant la suspicion d'une fracture de la clavicule, une radio a été réalisée montrant une fracture de la clavicule 2B1 selon ROBINSON.



Figure 40. Fracture de la clavicule classée 2b1 selon robinson

La patiente a été opérée le 28/11/2020 et a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique sous anesthésie générale.

L'immobilisation pendant 15 jours était la règle, suivie d'une rééducation pour récupération des amplitudes articulaires et de la force musculaire.

Les suites post opératoires ont été marquées par la disparition de la douleur, la récupération des amplitudes sur le plan fonctionnel. La patiente n'a pas dû changer de profession à cause du traumatisme, grâce à notre prise en charge.

Notre résultat a été jugé très satisfaisant.

Cas numéro 12 :

Il s'agit de Mme A. KHADIJA, âgée de 45 ans, enseignante, droitrière.

Sans antécédents pathologiques notables

Hospitalisée le 19/12/2020 pour prise en charge d'une impotence fonctionnelle du membre supérieur gauche avec douleur.

L'histoire de la maladie remonte au jour de son admission où la patiente se dit être victime d'un accident de la voie publique (piéton heurté par une moto) avec chute sur le moignon de l'épaule, occasionnant chez elle une impotence fonctionnelle totale du membre supérieur gauche avec douleur motivant sa consultation aux urgences pour complément de prise en charge.

A son admission :

Patiente consciente stable sur le plan hémodynamique et respiratoire.

L'examen trouve une patiente très algique, avec une attitude du traumatisé du membre supérieur. La déformation de l'épaule se laisse voir avec une tuméfaction importante sans ouverture cutanée.

L'examen de la mobilité révèle une limitation des mouvements de l'épaule s'associant à une douleur importante, la palpation est douloureuse et objective une notion de marche d'escaliers le long du trajet de la clavicule.

L'examen du reste du membre supérieur est sans particularités notamment l'examen vasculo-nerveux du membre.

Une radiographie épaule face centrée sur la clavicule objective une fracture de la clavicule gauche 2A2 selon ROBINSON.

La patiente fut opérée le 20/12/2020 et a bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée anatomique sous anesthésie générale.

L'immobilisation pendant 15 jours était la règle, suivie d'une rééducation pour récupération des amplitudes articulaires et de la force musculaire.

Les suites post opératoires ont été marquées par la disparition de la douleur, la récupération des amplitudes sur le plan fonctionnel. Notre patiente rapporte un niveau de travail manuel très satisfaisant avec une main qui dépasse la tête sans problèmes.

Notre résultat a été jugé très satisfaisant.

## 2. RÉSUMÉ DES CAS :

cas	1	2	3	4	5	6
âge	18	21	40	34	46	23
sexe	féminin	masculin	masculin	féminin	masculin	masculin
profession	étudiante	menuisier	technicien	Femme au foyer	banquier	étudiant
coté dominant	droit	droit	droit	droit	droit	droit
coté de la lésion	gauche	droit	gauche	gauche	gauche	droit
mécanisme	indirect	indirect	indirect	direct	indirect	direct
Étiologies	AVP : chute de quad	AS: chute de vélo	AT : chute d'echelle	AVP: piéton/moto	AVP: piéton/voiture	AS: moto-cross
signes fonctionnels	douleur+impotence	douleur+impotence	douleur+impotence	douleur+impotence	douleur+impotence	douleur+impotence
Signes physiques :						
-attitude	A.T .mb sup	A.T .mb sup				
-œdème	+	+	+	+	+	+
-déformation	+	+	+	+	+	+
-ouverture cut	-	-	-	-	-	-
-marche d'esca	+	+	+	+	+	+
-E.vasculo-nerv	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
-Autres :	RAS	RAS	RAS	RAS	Tb de Conscience	RAS
Imagerie :	Rx de l'épaule centrée sur la clavicule	Rx de l'épaule centrée sur la clavicule+ BODYTDM	Rx de l'épaule centrée sur la clavicule			
Classification : (ROBINSON)	2B1	2B1	2B2	2B2	2B1	2A2

Traitement :						
-méthode	-Chirurgicale PVV	-Chirurgicale PVV	-Chirurgicale PVV	-Chirurgicale PVV	-Chirurgicale PVV	-Chirurgicale PVV
-délai PEC	-1jour	-1jour	-1jour	-1jour	-1jour	-3jour
-Anesthésie	-AG	-AG	-AG	-AG	-AG	-AG
-Voie d'abord	-Horizontale sus-clav					
-Durée d'hospitalisation	-2jours	-2jours	-2jours	-2jours	-9jours	-3jours

cas	7	8	9	10	11	12
âge	71	38	26	42	39	45
sexe	masculin	masculin	masculin	masculin	féminin	féminin
profession	retraité	Plâtrier	journalier	commerçant	ouvrière	enseignante
côté dominant	droit	droit	droit	droit	droit	droit
côté de la lésion	droit	gauche	droit	gauche	gauche	gauche
mécanisme	direct	indirect	direct	indirect	direct	indirect
Étiologies	AVP	AT: chute de hauteur	AVP : collision de 2 motos	AVP: piéton/voiture	AT	AVP: piéton/moto
signes fonctionnels	douleur+impotence	douleur+impotence	douleur+impotence	douleur+impotence	douleur+impotence	douleur+impotence
Signes physiques :						
-attitude	A.T .mb sup	A.T .mb sup	A.T .mb sup	A.T .mb sup	A.T .mb sup	A.T .mb sup
-œdème	+	+	+	+	+	+
-déformation	+	+	+	+	+	+
-ouverture cut	-	-	-	-	-	-
-marche d'esca	+	+	+	+	+	+
-E.vasculo-nerv	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS
-Autres :	Tb de Conscience	RAS	RAS	RAS	RAS	RAS

Imagerie :	Rx de l'épaule centrée sur la clavicule+ BODYTDM	Rx de l'épaule centrée sur la clavicule	Rx de l'épaule centrée sur la clavicule	Rx de l'épaule centrée sur la clavicule	Rx de l'épaule centrée sur la clavicule+ BODYTDM	Rx de l'épaule centrée sur la clavicule
Classification : (ROBINSON)	2B2	2A2	2B1	2B1	2B1	2A2
Traitement : -méthode	-Chirurgicale PVV	-Chirurgicale PVV	-Chirurgicale PVV	-Chirurgicale PVV	-Chirurgicale PVV	-Chirurgicale PVV
-délai PEC	-3jours	-2jours	-1jour	-1jour	-3jours	-1jour
-Anesthésie	-AG	-AG	-AG	-AG	-AG	-AG
-Voie d'abord	-Horizontale sus-clav	-Horizontale sus-clav	-Horizontale sus-clav	-Horizontale sus-clav	-Horizontale sus-clav -3jours	-Horizontale sus-clav
-Durée d'hospitalisation	-11jours	-1jour	-4jours	-2jours		-2jours

# RÉSULTATS

Nous avons pu rassembler 12 dossiers exploitables.

## I. ÉTUDE ÉPIDÉMIOLOGIQUE

### 1. RÉPARTITION SELON L'ÂGE :

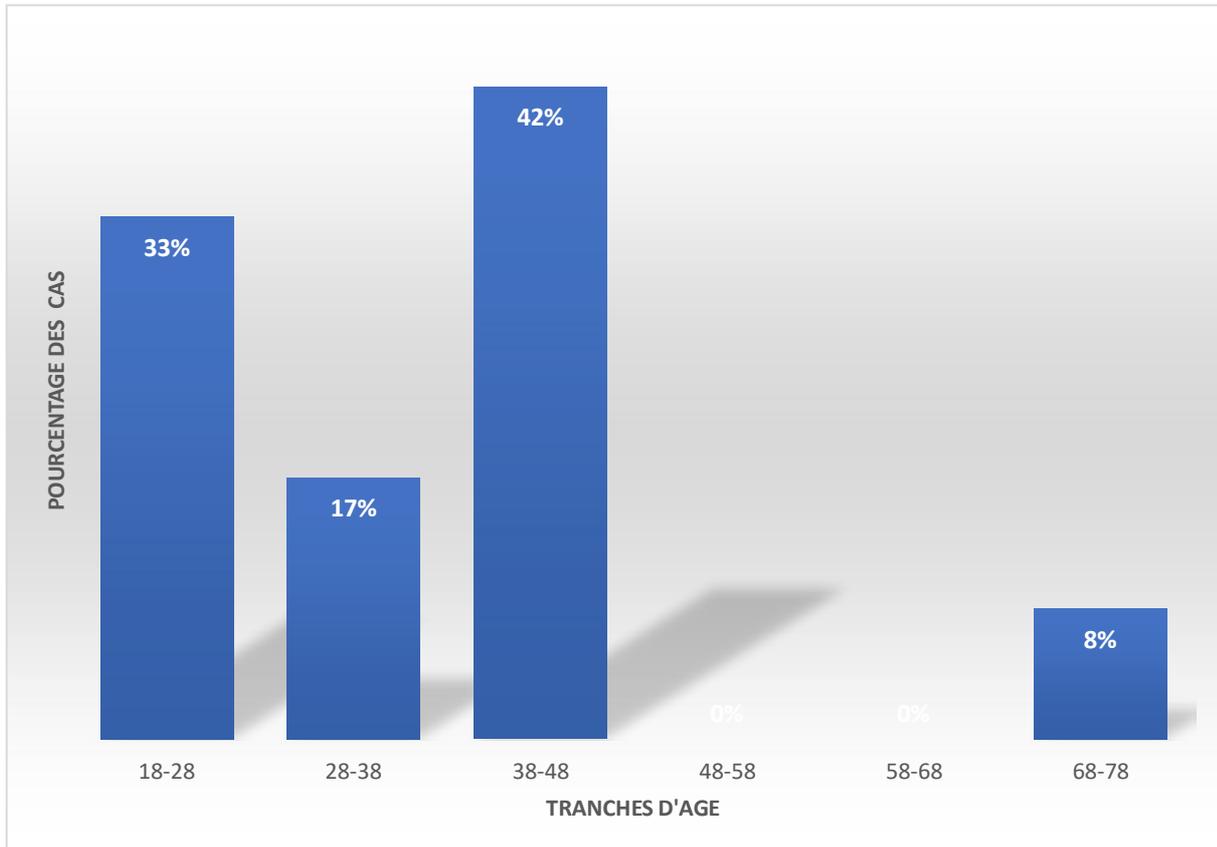


Figure 41. Répartition des cas en fonction de l'âge

La moyenne d'âge était de 36,91 ans avec des extrêmes de 18–71 ans

18–28 ans : 04 patients.

28–38 ans : 02 patients.

38–48 ans : 05 patients.

48–58 ans : 0 patients.

58–68 ans : 0 patients.

+68 ans : 01 patient.

## 2. RÉPARTITION SELON LE SEXE :

Sur nos 12 cas :

- 08 cas étaient de sexe masculin, soit un pourcentage de 67%.
- 04 cas étaient de sexe féminin, soit un pourcentage de 33%.

On note alors une prédominance masculine dans notre étude, réalisant ainsi un sex ratio de 2 H/F.

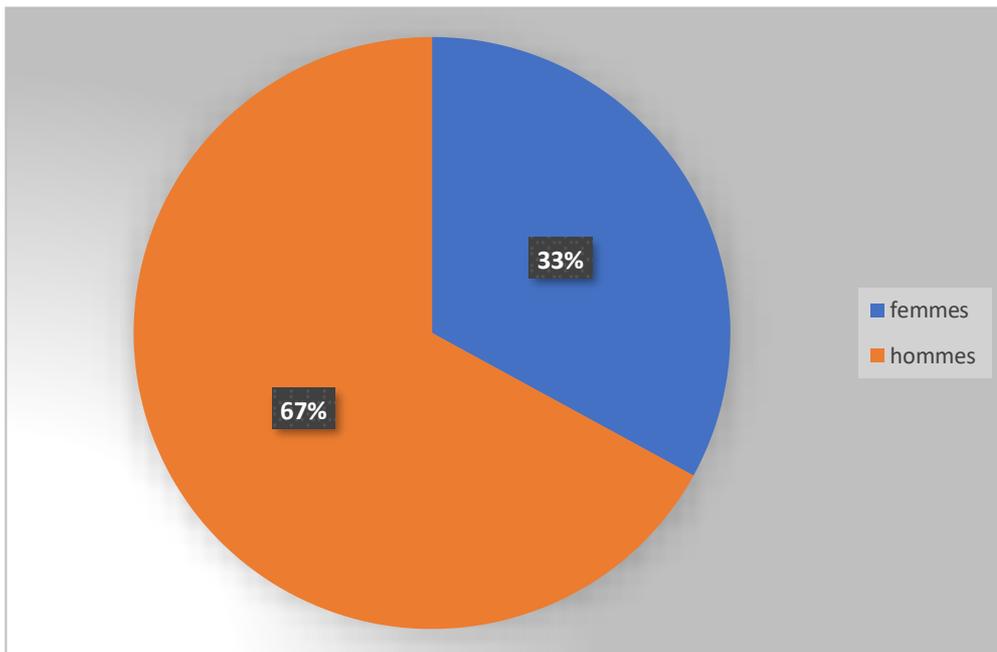


Figure 42. Répartition des cas en fonction du genre

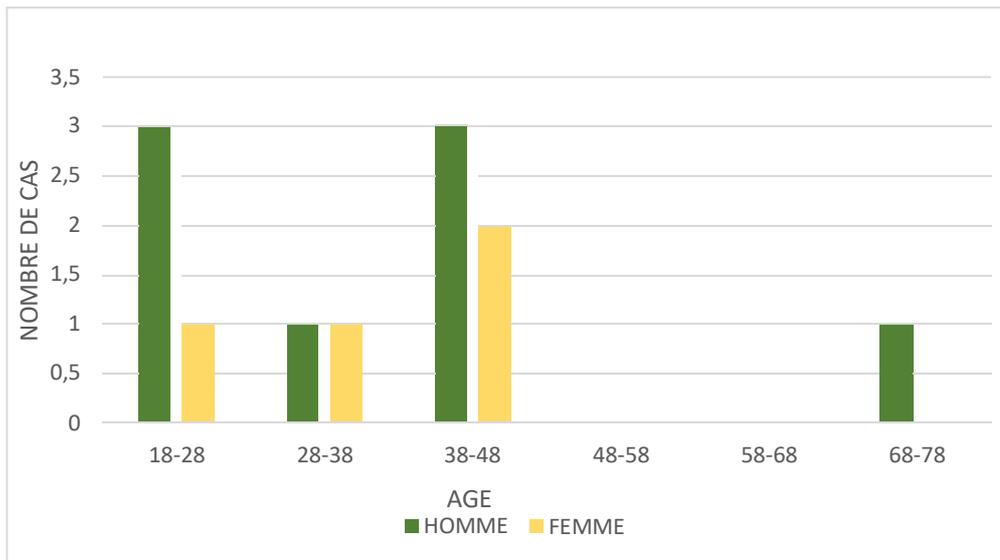


Figure 43. Répartition des patients selon l'âge et le sexe.

On observe que chez les deux sexes, le pic de fréquence commun est situé entre 38-48 ans. Donc, cette tranche d'âge est la plus exposée.

### 3. RÉPARTITION SELON LE CÔTÉ ATTEINT :

A noter que tous nos malades étaient droitiers.

L'analyse du côté atteint retrouve que :

- Dans 08 cas, le côté gauche était atteint, soit un pourcentage de 67%.
- Dans 04 cas, le côté droit était atteint réalisant ainsi un pourcentage de 33%.

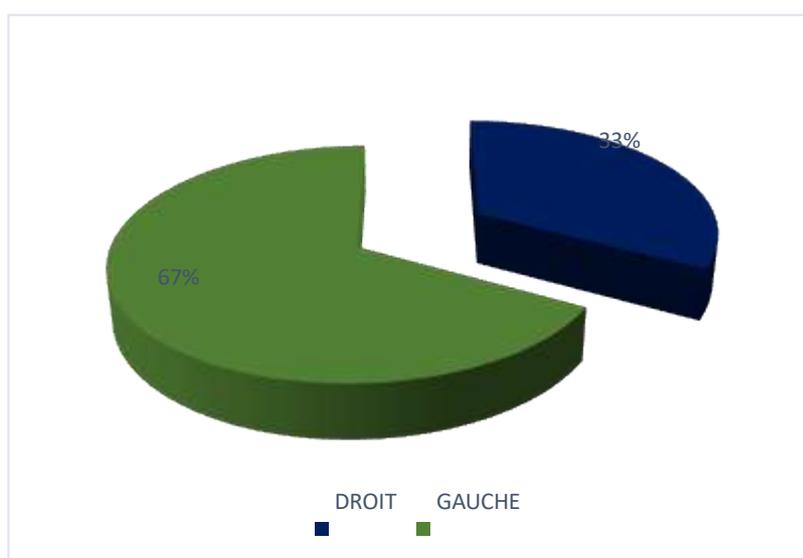


Figure 44. Répartition en fonction du côté atteint

La prédominance de l'atteinte qui existe au niveau du côté gauche est une fréquence relative pour laquelle on ne retrouve aucune explication plausible.

(A noter que tous nos patients étaient droitiers 100%)

#### 4. RÉPARTITION SELON LE MÉCANISME DE SURVENUE :

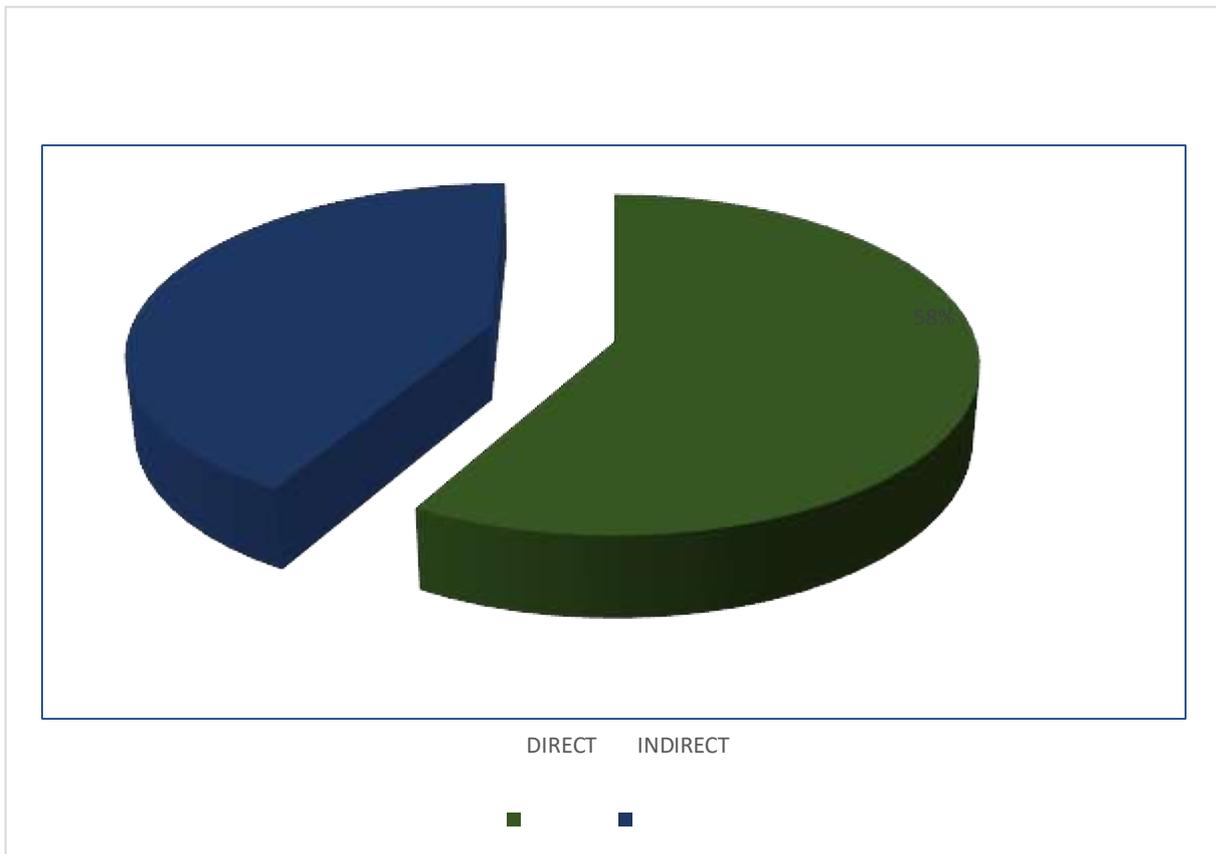


Figure 45. Répartition selon le mecanisme de survenue

Dans notre série, le mécanisme de survenue de la fracture de la clavicule était indirect dans 58% des cas soit 7 cas, alors que le mécanisme direct n'a représenté que 42% des cas soit 5 cas.

## 5. RÉPARTITION SELON L'ÉTIOLOGIE :

Les étiologies ont été dominées par les accidents de la voie publique, ce qui a concerné 07 patients de notre série d'étude, soit 58%, telle une chute du quad, et dont 02 étaient des polytraumatismes avec mécanisme à haute énergie soit 29%.

03 patients ont été victimes d'un accident de travail, soit 25%, telle une chute d'échelle.

02 patients se sont fracturés la clavicule en faisant du sport, soit 17%, telle une chute de vélo.

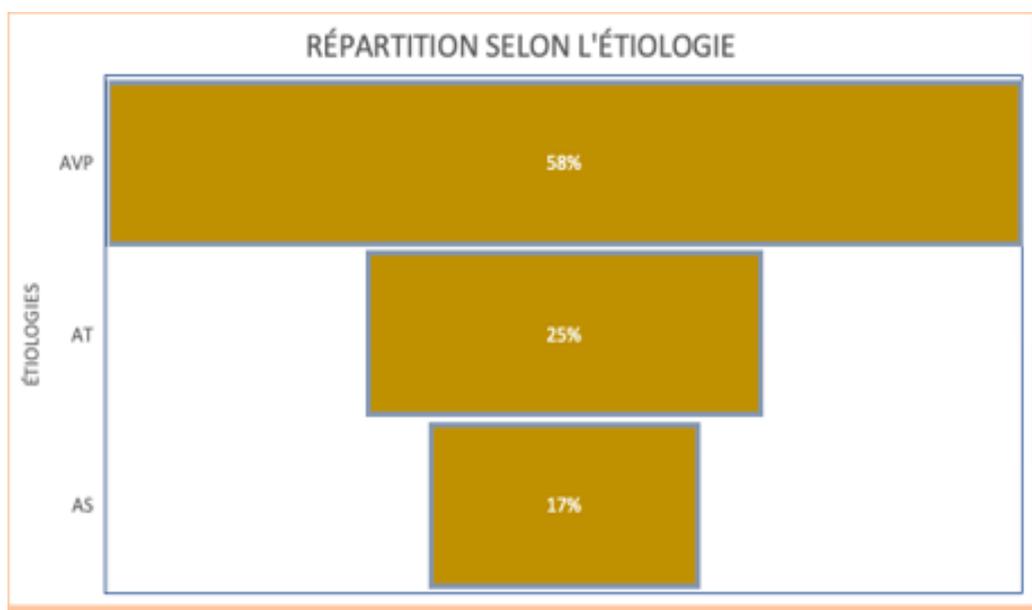


Figure 46. Graphique rapportant la proportion des étiologies.

Les accidents de la voie publique se sont avérés l'étiologie la plus fréquente dans notre étude, suivis par les accidents de travail et ensuite les accidents de sport.

## II. ÉTUDE CLINIQUE :

A l'interrogatoire, on a trouvé la notion de traumatisme de l'épaule, une symptomatologie fonctionnelle faite de douleurs et d'impotence fonctionnelle a été observée chez tous nos malades.

A l'inspection, tous nos malades, se sont présentés dans l'attitude des traumatisés du membre supérieur, on peut même constater une déformation selon le déplacement des fragments osseux, mais cette déformation est vite noyée par la survenue d'un hématome et d'un œdème presque chez tous les patients, Il n'y avait pas d'ouverture cutanée, par contre on a trouvé des ecchymoses chez 06 malades siégeant en regard de la clavicule , soit 50% des cas de notre étude.

A la palpation, la douleur est retrouvée chez tous les malades et on peut mettre en évidence une limitation de la mobilité active et passive de l'épaule + touche de piano.

Au total, on se trouve le plus souvent en face d'une grosse épaule douloureuse en urgence dont l'examen clinique est peu spécifique d'où l'intérêt de l'examen radiologique, qui confirme le diagnostic.

## III. ÉTUDE RADIOLOGIQUE ET ANATOMOPATHOLOGIQUE :

### 1. IMAGERIE :

Son apport est incontestable dans les fractures de la clavicule ou en plus du diagnostic positif elle permet de faire une classification anatomopathologique de ces fractures.

#### – RADIOGRAPHIE STANDARD

Tous nos patients ont bénéficié d'une radiographie de l'épaule traumatisée face antéropostérieure stricte.

– TDM

Seulement deux (02) de nos patients ont bénéficié d'une TDM, body-TDM plus précisément et ce dans le cadre d'un polytraumatisme

2. ANATOMOPATHOLOGIE :

A la lumière des données cliniques et radiologiques, nous avons adopté la classification de ROBINSON dans notre étude, qui tient compte du siège de la fracture, du déplacement et de l'angulation du trait.

CLASSIFICATION		NOMBRE DE CAS	POURCENTAGE
TYPE 1		0	0%
TYPE 3		0	0%
TYPE 2	A2	3	25%
	B1	6	50%
	B2	3	25%

Dans notre série, 12 patients sur 12 ont présenté une fracture du tiers moyen, soit un pourcentage de 100%.

Aucun cas de fracture du quart interne ou du quart externe n'a été retrouvé.

#### IV. LÉSIONS ASSOCIÉES :

##### 1. LÉSION DES PARTIES MOLLES :

Nous avons retrouvé :

- 06 cas d'ecchymoses dont 03 associés a des écorchures sans ouverture cutanée.

Nous n'avons retrouvé aucun cas de pneumothorax ou hémithorax ou d'ouverture cutanée.

##### 2. LÉSIONS OSSEUSES :

Dans 83,5% la fracture de la clavicule chez nos patients était isolée, alors que dans 16,5%, nous avons eu affaire a des polytraumatisés ou des poly-fracturés avec atteinte des éléments de voisinage :

- 02 cas de traumatisme crânien, avec notion de perte de connaissance initiale.
- 01 cas de fracture de jambe fermée gauche.
- 01 cas de fracture du cadre obturateur droit.

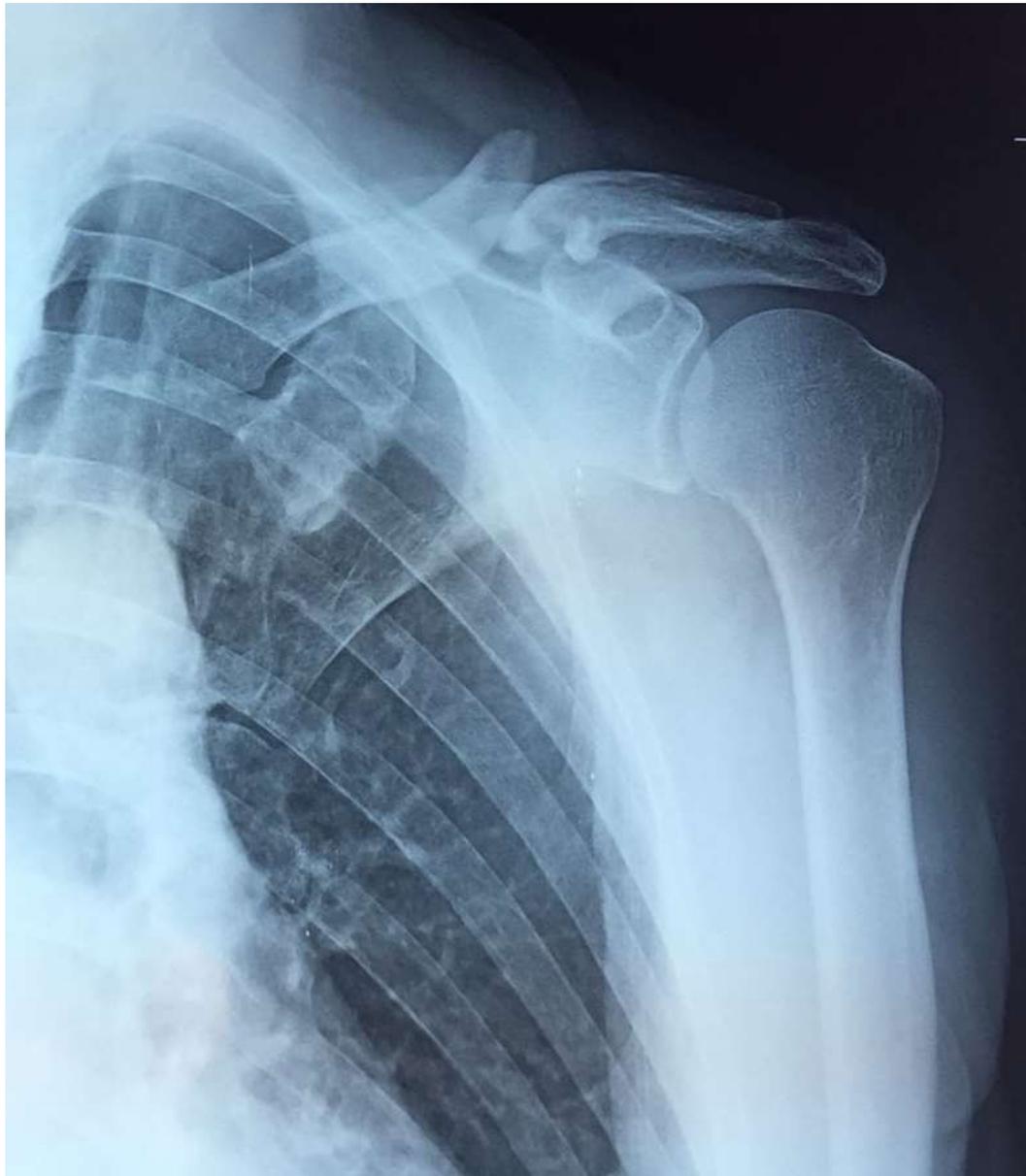


Figure 47. Fracture de la clavicule gauche classée 2b1 selon la classification de robinson suite a un accident de la voie publique.



Figure 48. Fracture de la clavicule gauche classé 2b1 selon la classification de robinson due a un accident de travail

### 3. LÉSIONS VASCULO-NERVEUSES :

Dans notre série, nous n'avons retrouvé aucun cas d'atteinte du plexus brachial ou de lésions vasculaire associées.

## V. TRAITEMENT :

### 1. DÉLAI ENTRE LE TRAUMATISME ET LA PEC :

Le délai entre le traumatisme et la PEC avait une moyenne de 1,5 jours ( 1-3 ) jours.

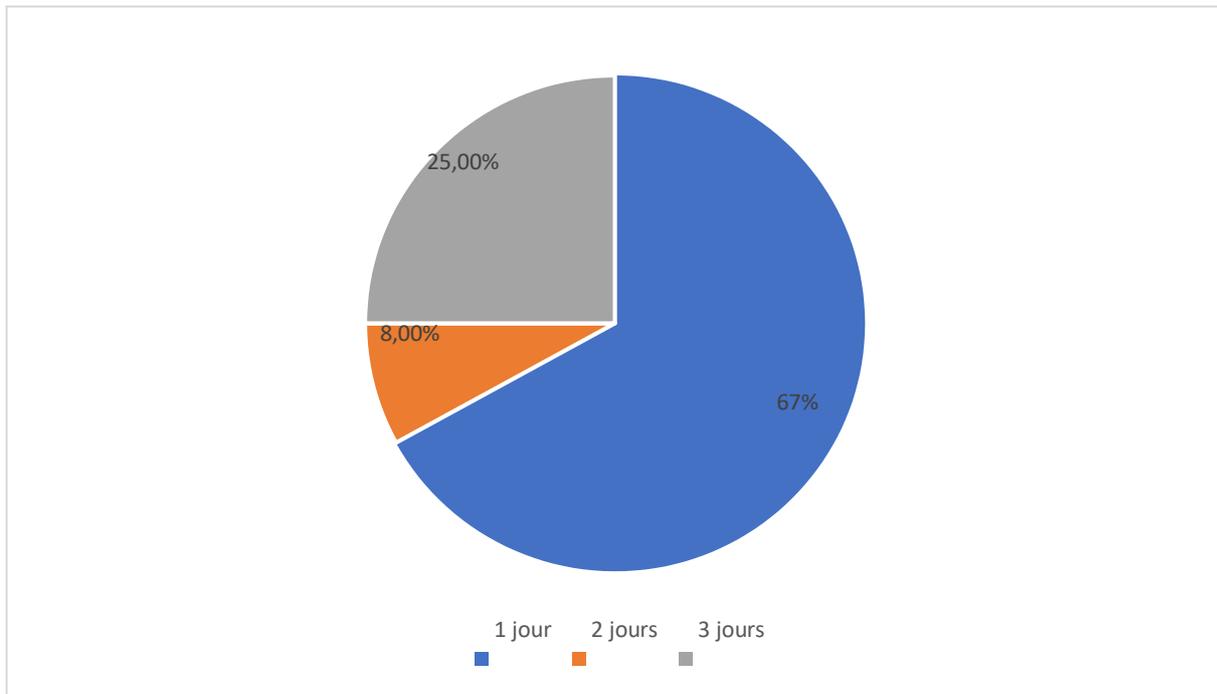


Figure 49. Délai entre traumatisme et pec en jours.

On remarque alors que dans notre étude :

- 08 patients avec un délai de 01 jour soit un pourcentage de 67%.
- 01 patient avec un délai de 02 jours soit un pourcentage de 8%.
- 03 patients avec un délai de 03 jours soit un pourcentage de 25%.

## 2. PRÉPARATION DU MALADE :

### 2.1. INSTALLATION DU PATIENT :

L'installation des patients se fait sur une table opératoire radio-transparente en décubitus dorsal et en position demi assise.

(tous nos patients ont été opéré en position demi-assise)

### 2.2. ANESTHÉSIE :

L'anesthésie générale était la règle pour tous nos patients.

### 2.3. VOIE D'ABORD :

Dans notre série, la voie d'abord utilisée était antérieure par incision cutanée horizontale sous claviculaire pour tous nos patients.

### 2.4. MOYENS D'OSTÉOSYNTHÈSE :

Dans notre étude portant sur douze patients victimes d'une fracture de la clavicule, le moyen d'ostéosynthèse utilisé pour traiter ces dernières était LA PLAQUE VISSÉE VERROUILLÉE ANATOMIQUE.



Figure 50. image montrant le moyen d'ostéosynthèse utilisé étant la plaque vissée verrouillée anatomique.

### 3. DURÉE D'HOSPITALISATION :

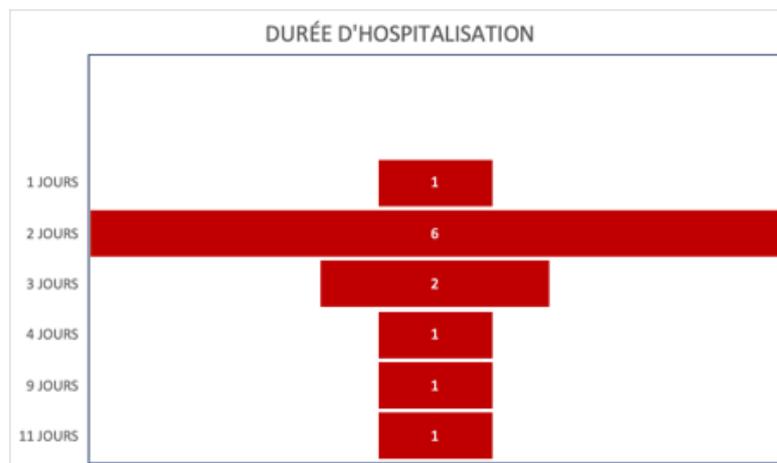


Figure 51. Graphique représentant la durée d'hospitalisation de nos patients en jours.

La durée d'hospitalisation a été en moyenne de 2,9 jours. Avec des extrêmes de 1 et 11 jours. La durée était aussi liée aux pathologies associées.

### 4. IMMOBILISATION EN POSTOPÉRATOIRE :

L'immobilisation par simple écharpe ou bandage coude au corps étaient les moyens d'immobilisation les plus utilisés dans notre série.

### 5. SOINS POSTOPÉRATOIRES :

LOCAUX : tous nos patients ont bénéficié de soins locaux de la cicatrice postopératoire.

GÉNÉRAUX : Une antibiothérapie générale était de mise ayant pour but de prévenir les complications infectieuses ainsi qu'une antibiothérapie en peropératoire à but prophylactique, en plus de l'immobilisation déjà citée ci-dessus.

## 6. RÉÉDUCATION :

Tous nos patients ont réalisé leurs séances de rééducation, assistés par un kinésithérapeute et fixées a 3 séances par semaine pour une durée de 6 semaines après une phase d'immobilisation de 2 semaines (jusqu'à disparition de la douleur.

Après la phase d'immobilisation de 15 jours vient :

- Une phase de récupération des amplitudes articulaires.
- Une phase de renforcement musculaire.

## VI. COMPLICATIONS :

### 1. INFECTION :

Nous n'avons noté aucun cas d'infection superficielle ou profonde dans notre série d'étude avec un état cutané post opératoire et une cicatrice satisfaisante.



Figure 52. Cicatrice post opératoire (après ablation du fil) d'une voie d'abord sous claviculaire chez un de nos patients.

## 2. PSEUDARTHROSE :

Nous n'avons noté aucun cas de pseudarthrose dans notre étude.

## 3. COMPLICATIONS VASCULO-NERVEUSES :

Nous n'avons noté aucun cas d'atteinte vasculo-nerveuse ni précoce ni tardive dans notre série d'étude.

## 4. LES COMPLICATIONS LIÉES AUX MATÉRIAUX D'OSTÉOSYNTHÈSE :

Aucun cas de complications lié aux matériaux d'ostéosynthèse n'a été rencontré dans notre série d'étude, notamment aucun cas de fracture sur matériel ou de déformation.

## VII. RESULTATS CLINIQUES :

Après un recul de 18 mois, le contrôle des cas a porté à la fois sur l'examen clinique et sur l'examen radiologique.

Examen clinique recherche

- Le défaut de mobilité de l'épaule
- La déformation locale
- Une cicatrice inesthétique
- Un examen vasculaire à la recherche de l'atteinte des vaisseaux sous claviers.
- Un examen neurologique pour rechercher une atteinte du plexus brachial.
- Examen radiologique :

Comporte une incidence de l'épaule face centrée sur la clavicule.

Recherche la consolidation de la fracture dans un délai de 6 à 8 semaines.

## 1. RÉSULTAT FONCTIONNEL :

Nos résultats ont été évalués selon la cotation clinique des deux épaules décrites par CONSTANT qui est actuellement la fiche la plus recommandée par la société européenne de chirurgie de l'épaule et du coude (SECEC).

Cette cotation est basée sur la douleur, le niveau d'activité quotidienne, la mobilité active sans douleur et la force musculaire.

Tous nos patients qui ont été revus avaient un score satisfaisant.

Au dernier contrôle tous ces patients ont repris leur niveau d'activité pré traumatique.



### 1.1. LA DOULEUR :

10 malades soit 84% ne présentait aucune douleur a l'interrogatoire.

1 malade soit 8% présentait une douleur minime.

1 malade soit 8% présentait une douleur modérée.

Les résultats de la douleur post opératoire sont résumés dans le graphique suivant :

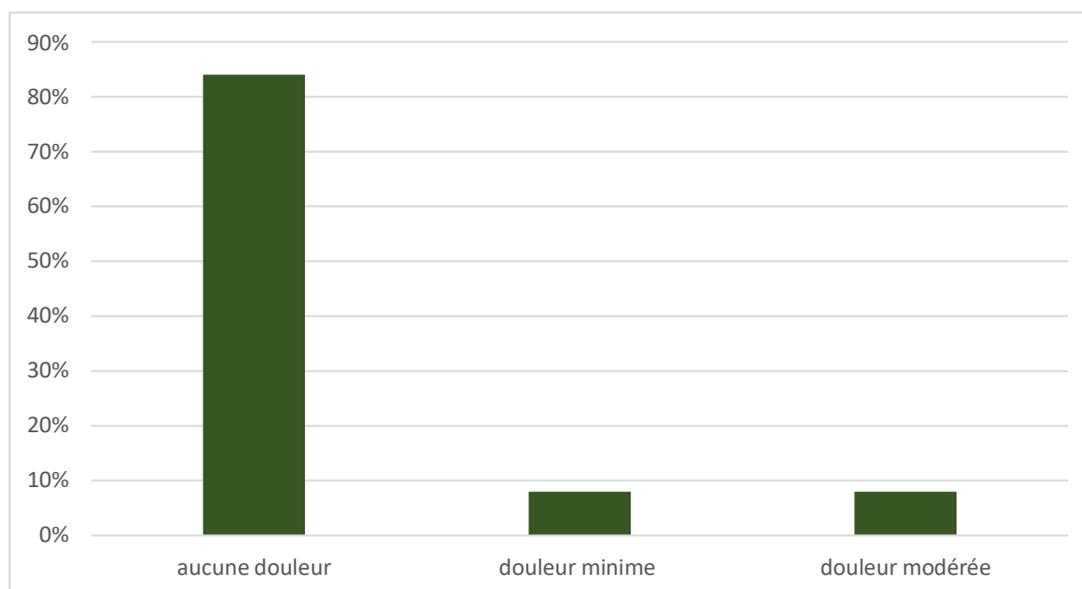


Figure 54. Résultats de la douleur post opératoire de l'épaule selon le score de constant.

### 1.2. MOBILITÉ ACTIVE

- La flexion était normale chez 09 patients, Les 3 restants présentaient une limitation non significative.
- Nous avons noté une conservation de l'amplitude de l'abduction de chez presque tous nos patients (limitation non significative de 20 degrés).
- 1 malade ont présenté une limitation de la rotation externe (main sur la tête, coude en arrière).
- La rotation interne était diminuée dans 2 cas : le dos de la main arrive au niveau de D12 dans les 2 cas.

### 1.3. FORCE MUSCULAIRE

Elle était sans anomalies dans 11 cas.

Dans le cas restant, la force musculaire était diminuée. Le patients ne résistait pas à la traction vers le bas qu'on imprimait en maintenant son membre supérieur à 90° pendant 5 secondes.

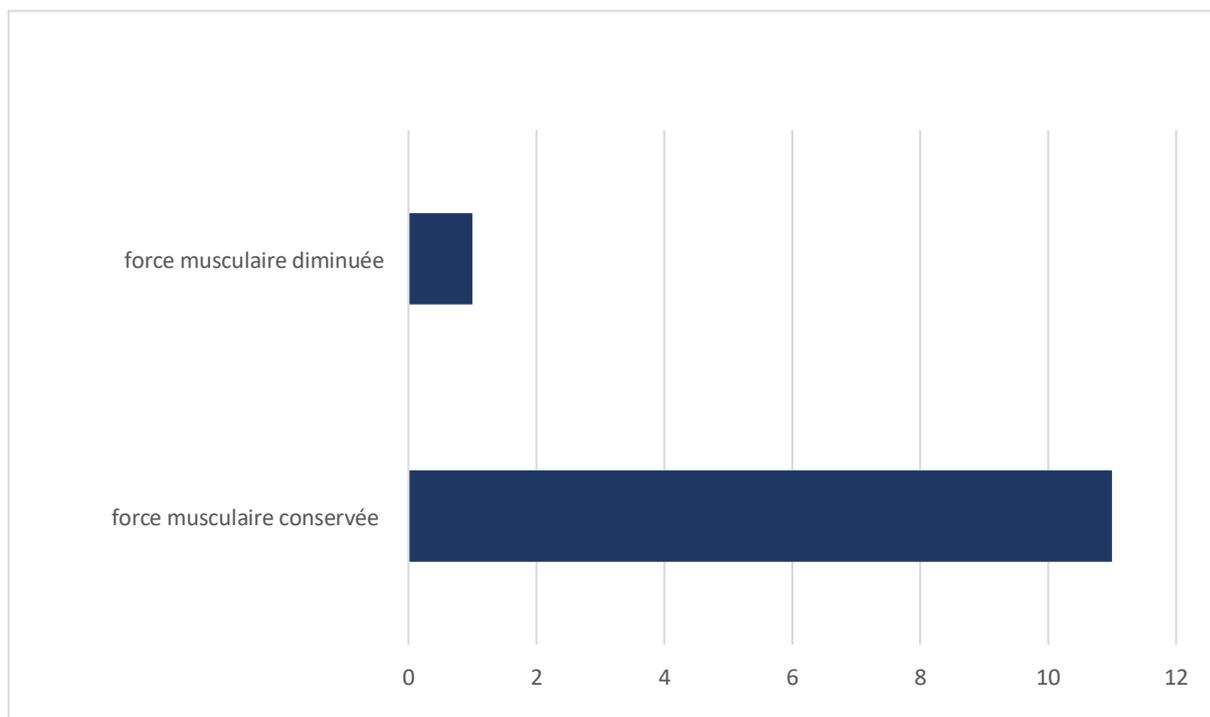


Figure 55. Résultats post opératoires de la force musculaire selon le score de constant.

### 1.4. NIVEAU D'ACTIVITÉ QUOTIDIENNE

**PROFESSION :**

Aucun des 12 malades n'a dû changer de profession à cause de sa fracture.

**SPORTS ET LOISIRS :**

Sur les 12 patients, 1 seul a dû s'arrêter de pratiquer la moto-cross, vu le traumatisme psychique que ca lui a engendré.

**LA GENE DANS LE SOMMEIL :**

Aucun de nos patients ne s'est plaint de gêne pendant le sommeil.

NIVEAU DE TRAVAIL AVEC LA MAIN :

La main est déplacée facilement au-dessus de la tête dans 11 cas. La main ne dépasse pas la tête dans 1 cas.

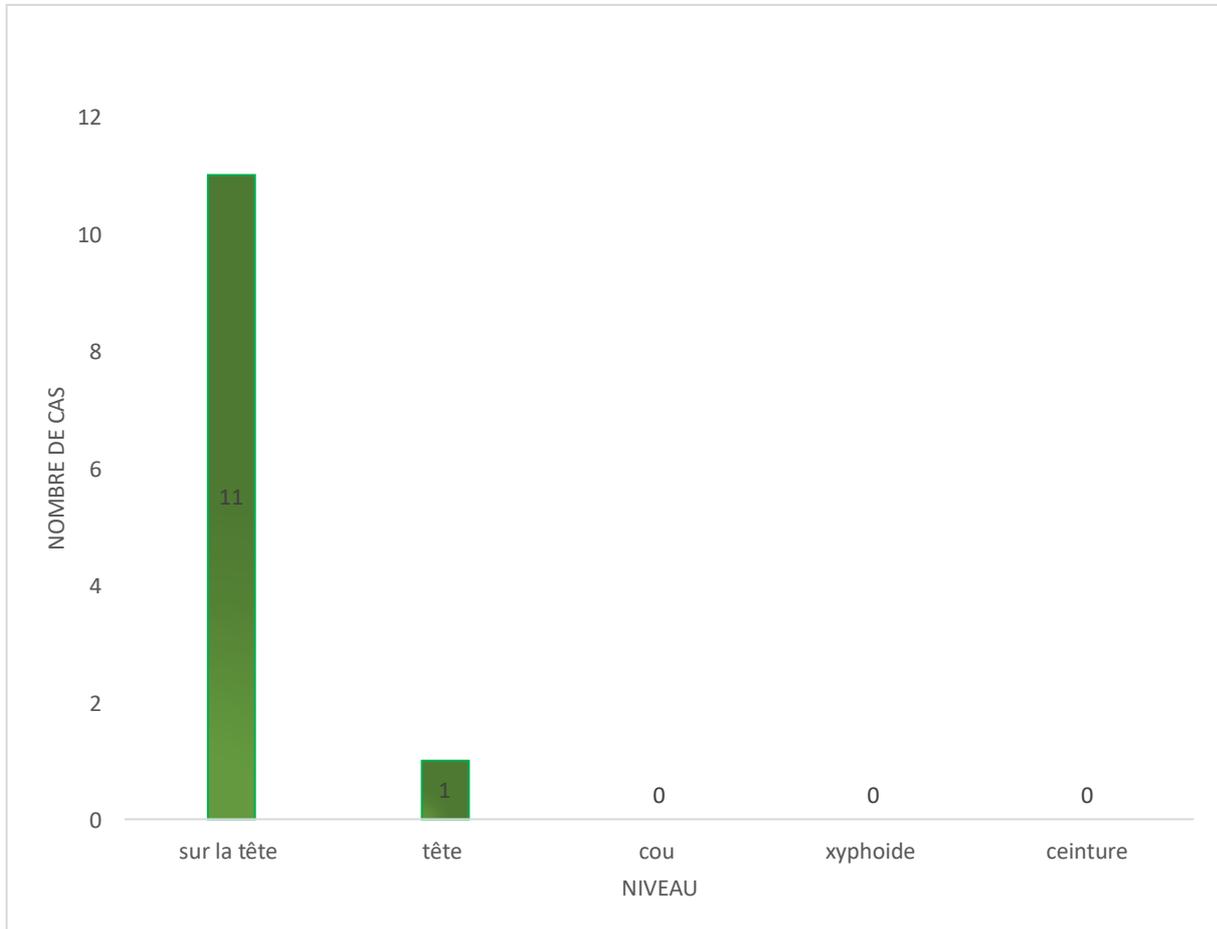


figure 56. Les résultats du niveau d'activité manuelle en post opératoire selon la cotation de constant.

## 2. RÉSULTAT OBJECTIF GLOBAL :

L'évaluation du résultat final est objectivée par l'analyse comparative de l'indice de constant du coté opéré/versus coté sain soit la différentielle, qui est en fait ce qui manque à l'épaule opérée pour être identique à celle non opérée.

Tableau 1. Évaluation qualitative objective du résultat selon CONSTANT en fonction de la différentielle entre l'indice de constant du coté opéré et celui du coté opposé sain.

DÉFICIT	MODÉRÉ		MOYEN	SÉVÈRE
Différentielle (IC controlatéral – IC coté opéré)	≤ 10	≤ 20	≤ 30	> 30
RÉSULTATS	EXCELLENT	BON	MOYEN	MAUVAIS

Afin de simplifier cette étude, nous regroupons ainsi les excellents et bons résultats en un même critère.

Tableau 2. résultats fonctionnels prenant en considération la cotation de CONSTANT.

RÉSULTAT FONCTIONNEL	NOMBRE DE CAS	POURCENTAGE %
Excellents/ Bons	11	92%
Moyens	01	08%
Mauvais	0	00%

Les résultats satisfaisants constituent 100% des cas.

Selon les critères déterminés, les moyens résultats seraient ici figurés uniquement par une raideur articulaire limitant parfois la rotation interne ou externe de l'épaule.

**Tableau 3. Résumé des cas selon le score de CONSTANT**

	DOULEUR	ACTIVITÉ AVEC LA MAIN	ACTIVITÉ QUOTIDIENNE	FORCE MUSCULAIRE	MOBILITÉ	TOTAL /100
1	Aucune	Au-dessus de la tête	Aucune gêne	Conservée	-antépulsion :>150 -abduction :120-150 -RE :complète -RI :D7	98
2	Aucune	Au-dessus de la tête	Aucune gêne	Conservée	-antépulsion :120-150 -abduction :>150 -RE :limitée -RI :D7	96
3	Aucune	Au-dessus de la tête	Aucune gêne	Conservée	-antépulsion :>150 -abduction :120-150 -RE :complète -RI :D7	98
4	Aucune	Au-dessus de la tête	Aucune gêne	Conservée	-antépulsion :120-150 -abduction :>150 -RE :complète -RI :D7	98
5	Minime	tête	Aucune gêne	Conservée	-antépulsion :150 -abduction :120-150 -RE :complète -RI :D12	96
6	Aucune	Au-dessus de la tête	Aucune gêne	Conservée	-antépulsion :>150 -abduction :120-150 -RE :complète -RI :D7	98
7	Modérée	Au-dessus de la tête	Aucune gêne	Limitée	-antépulsion :120-150 -abduction :150 -RE :complète -RI :D12	92
8	Aucune	Au-dessus de la tête	Aucune gêne	Conservée	-antépulsion :>150 -abduction :120-150 -RE :complète -RI :D7	98

9	Aucune	Au-dessus de la tête	Aucune gêne	Conservée	-antépuulsion : >150 -abduction : 120-150 -RE : complète -RI : D7	98
10	Aucune	Au-dessus de la tête	Aucune gêne	Conservée	-antépuulsion : >150 -abduction : 120-150 -RE : complète -RI : D7	98
11	Aucune	Au-dessus de la tête	Aucune gêne	Conservée	-antépuulsion : >150 -abduction : 120-150 -RE : complète -RI : D7	98
12	Aucune	Au-dessus de la tête	Aucune gêne	Conservée	-antépuulsion : >150 -abduction : 120-150 -RE : complète -RI : D7	98



Figure 57. Rotation interne conservée (niveau d7-d8)



Figure 58. Rotation externe conservée



Figure 59. Évaluation de la mobilité (conservation de la rotation externe)



Figure 60. Évaluation du niveau d'activité avec la main (ABDUCTION DE L'ÉPAULE)

### /III. RÉSULTATS RADIOLOGIQUES :

L'évaluation radiologique a été basée sur des clichés radiologiques antéro postérieurs et postéro antérieurs.

L'étude soigneuse des radiographies successives et leur confrontation avec le cliché postopératoire précoce, constituent le temps principal de la surveillance de toutes les fractures de la clavicule, afin de dépister les complications précoces.

Dans notre série la durée moyenne de consolidation était de 10 semaines (08-12 semaines) pour tous les patients revus en consultation.



Figure 61. Fracture de la clavicule traitée par plaque anatomique vissée verrouillée réalisée a 08 semaines en post chirurgie.



Figure 62. Fracture de la clavicule traitée par plaque vissée verrouillée chez un de nos patients en cours de consolidation.



Figure 63. Radiographie de contrôle montrant une bonne consolidation osseuse chez un de nos patients.

## IX. SUIVI POST OPÉRATOIRE :

La consolidation a été observée chez tous nos malades, et aucun cas de retard de consolidation ou de pseudarthrose n'a été noté.

Une fois la fracture a été consolidée la plaque a été enlevée conformément aux recommandations du fabricant et la majorité des auteurs après 1 à 1an et demi.

L'ablation du matériel d'ostéosynthèse a été effectuée chez tous les cas après consolidation de la fracture (12 à 18 mois).

Le délai moyen de l'ablation de la plaque était de 15 mois.

Le suivi post opératoire a intéressé aussi l'examen clinique après rééducation, chose que tous les patients de notre série d'étude ont réalisé en respectant le nombre de séances indiqué par leur médecin traitant avec de d'excellents résultats.

# DISCUSSION

## I. ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE :

Les fractures de la clavicule sont des lésions fréquentes en traumatologie. Elles représentent selon ROBINSON [26] 5 à 10% de l'ensemble des fractures, elles semblent moins fréquentes selon F. POSTACCHINI[63] avec 2,6%, et 1,3% dans la série de SINGH [64] publiée en 2011, elles représentent 44 à 66% des fractures de la ceinture scapulaire selon KOVAL [65] et 44% selon POSTACCHINI [63].

Une étude réalisée en 2006 par COURT-BROWN et Al [66]., regroupant une analyse de 5953 fractures chez l'adulte. Cette analyse confirme que parmi ces 5953 fractures étudiées, les fractures de la clavicule occupent un pourcentage de 3,3%.

Au sein du service de traumatologie orthopédie 1, les fractures de la clavicules sont relativement rares en comparaison avec les autres fractures de l'adulte. En effet, le service reçoit entre 12 et 20 cas par an. La prise en charge diffère en fonction de l'âge, le type et le siège de la fracture.

En 2017, une étude a été réalisé par Caroline Kihlström et Al [67], portant sur 2422 cas de fracture de la clavicule, collectés grâce au REGISTRE DES FRACTURES SUEDOIS. L'étude montre que l'incidence de ces dernières en Suède est à raison de 59,3 par 100000 personne-année VS une incidence annuelle en Europe est de 64 pour 100 000 habitants

Ce chiffre a connu une augmentation considérable en comparaison avec les années précédentes.

Nous ne disposons pas de statistiques qui mettent en valeur l'incidence des fractures de la clavicule au Maroc. Ceci peut être probablement expliqué par la rareté plus ou moins de ces lésions dans notre contexte.

**Table 1** Fractures arranged in order of decreasing incidence

Fracture	<i>n</i>	%	<i>n</i> /10 <sup>5</sup>	Men: women
Distal radius	1044	17.5	195.2	31:69
Metacarpal	697	11.7	130.3	85:15
Proximal femur	692	11.6	129.4	26:74
Finger phalanx	574	9.6	107.3	68:32
Ankle	539	9.0	100.8	47:53
Metatarsal	403	6.8	75.4	43:57
Proximal humerus	337	5.7	63.0	30:70
Proximal forearm	297	5.0	55.5	46:54
Toe phalanx	212	3.6	39.6	66:34
Clavicle	195	3.3	36.5	70:30
Carpus	159	2.7	29.7	72:28
Tibial diaphysis	115	1.9	21.5	61:39
Pelvis	91	1.5	17.0	30:70
Forearm	74	1.2	13.8	64:36
Calcaneus	73	1.2	13.7	78:22
Proximal tibia	71	1.2	13.3	54:46
Humeral diaphysis	69	1.2	12.9	42:58
Patella	57	1.0	10.7	44:56
Femoral diaphysis	55	0.9	10.3	36:64
Distal tibia	42	0.7	7.9	57:43
Spine	40	0.7	7.5	62:38
Distal humerus	31	0.5	5.8	29:71
Midfoot	27	0.4	5.0	48:52
Distal femur	24	0.4	4.5	33:67
Scapula	17	0.3	3.2	59:41
Talus	17	0.3	3.2	82:18
Sesamoid	1	0.01	0.2	100:0
<b>Total</b>	<b>5953</b>	<b>100</b>	<b>1113.3</b>	<b>50:50</b>

Figure 64. INCIDENCE DE L'ENSEMBLE DES FRACTURES CHEZ L'ADULTE.

### 1. Age :

Robinson et al [26] affirment dans leur étude réalisée sur 1000 cas que les fractures de la clavicule survenaient surtout à deux pics d'âge distinct, avant 30 ans et après 70 ans, notre étude confirme la première hypothèse et témoigne d'une prédominance masculine en dessous de 30 ans avec un autre pic à 40 ans .

En outre, TUOMAS et AL [68] ont mené une étude en 2013 sur 20486 cas dont 7000 opérés pour fracture de la diaphyse claviculaire durant 23 ans entre 1987 et 2010, et dans laquelle ils ont trouvé également un pic de fréquence chez les sujets entre 35

et 49 ans. Notre étude étant limitée au sujet adulte, elle rejoint cette hypothèse avec un second pic entre 38 et 48 ans.

En 2006, selon COURT-BROWN et AL [66]., l'âge moyen pour une fracture de la clavicule est de 38,3 ans, avec une diminution de la prévalence chez les patients supérieurs a 50, 65 et 75 ans.

Une étude réalisée en 2013 par Pr.MOHAMED EL IDRISSEI et AL [69]. au sein du service de traumatologie orthopédie 2 au CHU HASSAN 2 de FES sur 34 patients victimes de fractures de la clavicule objective une moyenne d'âge fixée a 31 ans avec une prédominance masculine a 95%.

Dans les différentes publications étudiées, nous avons constaté que la fracture de la clavicule touche de façon plus élective l'adulte jeune. Ceci est sans doute en rapport avec une activité sportive et professionnelle intense chez cette tranche d'âge. Notre étude n'a fait que maintenir et confirmer cette constatation.

Tableau 4. Moyenne d'âge des fractures de la clavicule selon les auteurs

Auteurs	Age moyen (années)
ROBINSON 1998 [26]	30
ZEIAD A Alshameeri [70]. 2012	34,7
TUOMAS et AL [68]. 2013	31
E.M. Fitzgerald, D.M. Moore and J.F. Quinlan [71] 2021	34,4
COURT-BROWN [66]. 2006	38,3
MOHAMMED EL IDRISSEI ET AL[69]. 2013	31
Notre série	36,9

## 2. Sexe :

Dans notre étude, on note une prédominance du sexe masculin au nombre de 2 hommes pour 1 Femme , rejoignant ainsi les résultats de la plupart des auteurs.

D'après les données de la littérature, il semble que Le taux de fractures médio claviculaires est plus de deux fois plus élevé chez les hommes que chez les femmes. Le pic d'incidence se produit dans la troisième décennie de la vie. En effet selon l'étude réalisée par COURT-BROWN et Al [66]. L'analyse des différentes fractures montre qu'il existe huit courbes différentes. Les fractures de type A ont une distribution uni modale chez les hommes jeunes et les femmes plus âgées. Les types B et C affectent les patients jeunes, le type B ayant une distribution uni modale chez les jeunes hommes, et le type C une distribution uni modale chez les jeunes hommes et femmes. Les fractures de type D ont une distribution uni modale chez l'homme jeune et une distribution bimodale chez la femme. Les types E et F sont des fractures ostéoporotiques, le type E présentant une distribution uni modale chez les femmes âgées et le type F une distribution uni modale chez les hommes et les femmes âgés. Les fractures de type G ont une distribution bimodale chez l'homme et une distribution uni modale chez la femme âgée. Dans les fractures de type H, il existe une distribution bimodale chez les hommes et les femmes. Ces courbes peuvent être appliquées à toutes les fractures.

Pour les fractures de la clavicules, elles se présentent selon les modèles A et G, en fonction du siège de la fracture comme le montre des graphiques suivants :

Fracture	Curve
Clavicle	G
Medial	A
Diaphyseal	G
Lateral	A

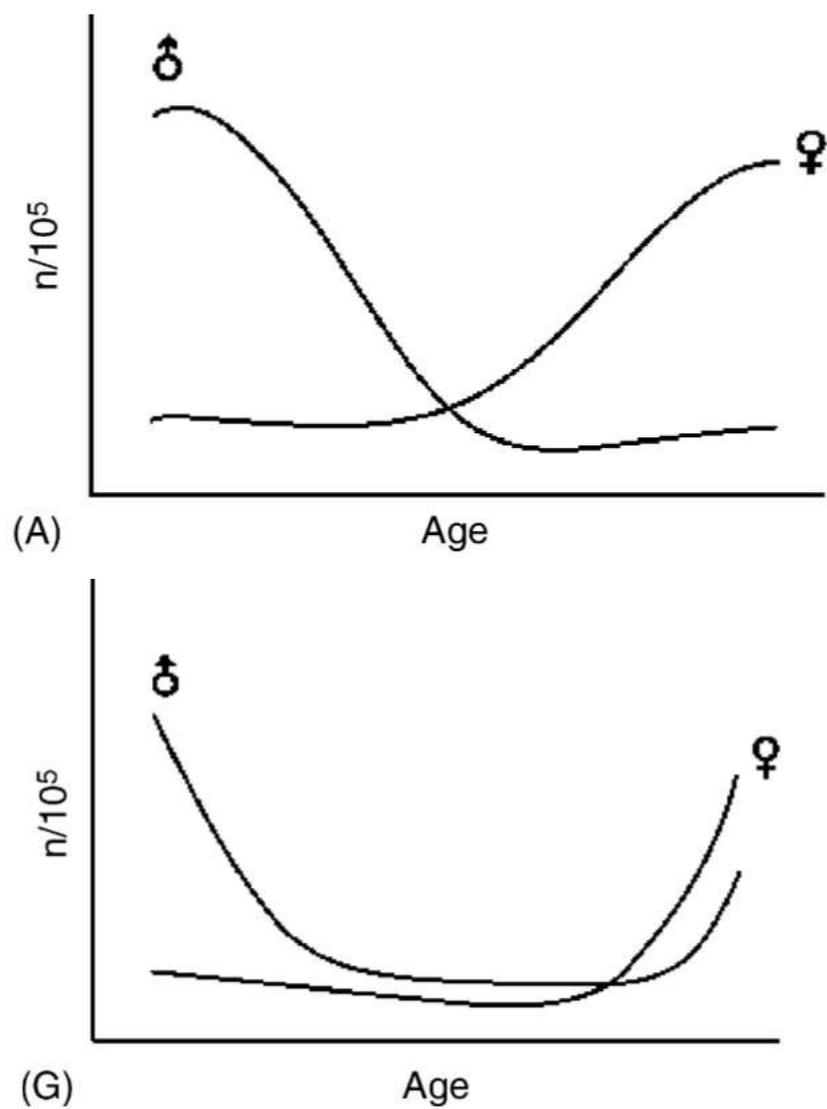


Figure 65. Modèles de distribution des fractures en fonction du sexe selon court-brown

Tableau 5. Répartition des cas selon le sexe : comparaison avec les auteurs.

AUTEURS	HOMMES	FEMMES	SEX-RATIO
POSTACHINI 2002 [63]	68%	32%	2,2
SINGH 2011 [64]	67,5%	32,5%	2
LINDENMAIRE [72]	75%	25%	3
ROBINSON 1998 [26]	72%	28%	2,5
Mohammed el idrissi et al [69]. 2013	95%	5%	19
E.M. Fitzgerald, D.M. Moore and J.F. Quinlan [71]. 2021	76%	24%	3,1
<u>Caroline Kihlström</u> [67]. 2017	68%	32%	2,1
NOTRE SERIE	67%	33%	2

### 3. Selon le côté dominant :

Dans les études de ZEIAD A et AL [70]. ainsi que celle de MOHSEN KHORAMI et al [73], on note une légère prédominance soit du coté non dominant chez le premier ou du coté dominant chez le second. Cependant la différence de pourcentage remarqué par rapport au côté atteint dans notre série diffère des leurs. Cette analyse permettrait d'écarter une prédisposition anatomique d'un coté par rapport à l'autre vu la variabilité des résultats observés.

### 4. Etiologies

- Accident de sport ou Accident de la voie publique
- Traumatisme direct sur la clavicule
- Traumatisme indirect secondaire à une chute sur le moignon de l'épaule (le

poids du corps suffit à fracturer la clavicule à la jonction os plat et os tubulaire)  
ou sur la main le bras en abduction

Les données de la littérature affirment que l'étiologie dominante demeure les accidents de la voie publique. En effet, dans l'étude de MOHSEN KHORAMI et AL [73],réalisée sur 70 patients, on retrouve que 68% de ces fractures sont dues aux accidents de la voie publique. Dans notre étude, ils représentent 58% de ces fractures avec une différence de 10% pouvant être imputée au nombre restreint de cas dans notre étude. Par ailleurs cette étiologie est secondée par les accidents domestiques qui représentaient 25,7% dans l'étude de MOHSEN [73] contre 0% dans la nôtre.

Notre étude rejoint en terme de résultats les données de la littérature en ce qui concerne les accidents de la voie publique. Toutefois, les AVP sont secondés par les accidents de travail occupant ainsi 25% des étiologies, ensuite les accidents de sport avec 17%

Tableau 6. Comparaison du pourcentage des étiologies avec les auteurs

Auteurs	Accidents de la voie publique	Accidents de sport (CHUTES)	Accidents de travail (CHUTES)	Chutes (DE SA HAUTEUR SIMPLES)
SINGH 2011 [64]	27%	19%	_____	17%
NOWAK 2000[74]	++	++	_____	_____
POSTACCHINI 2002 [63]	47,5%	7,3%	0,9%	33%
HATTOMA 2002 [75]	58%	_____	_____	_____
Notre série	58%	17%	25%	-----

## 5. Types de fractures :

Dans notre étude, le siège de fracture le plus fréquemment retrouvé est le tiers moyen a 100%, ceci rejoint plus ou moins les données de la littérature comme l'objective le tableau suivant :

Tableau 7. Comparaison des séries selon le siège des fractures

AUTEURS	Types de fractures												
	TYPE 1				TYPE 2				TYPE 3				
	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2	A1	A2	B1	B2	
SILVANA 2011 [76] 122 CAS				4,2%					83,1%				12,7%
NOWAK 2000 [74] 187 CAS			2%					72%					26%
HATTOMA 2002 [75] 31 CAS			0%		0%	0%	35%	17%	52%	0%	0%	44%	4%
NOTRE SÉRIE 12 CAS			0%		0%	16,5%	67%		100%	0%		0%	0%
							16,5%			0%		0%	

## II. LÉSIONS ASSOCIÉES

Il est indispensable de les rechercher systématiquement à l'examen clinique initial, car leur présence modifie l'attitude thérapeutique.

### 1. L'ouverture cutanée :

Très rarement décrite en littérature, nous avons réalisé une comparaison de la répartition de l'ouverture cutanée selon les différents auteurs, comme le montre le tableau ci-dessous :

AUTEURS	NOMBRE DE CAS D'OUVERTURE	NOMBRE TOTAL DES PATIENTS
LEUNG 1993 [77]	2 CAS	61
SIMON 1999[78]	1 CAS	52
SILVANA 2011[76]	AUCUN	122
HATTOMA 2002[75]	AUCUN	31
NOTRE SÉRIE	AUCUN	12

Dans toute son étendue, la clavicule est située en sous cutanée. Lors d'un traumatisme occasionnant une fracture de la clavicule, le déplacement le plus fréquent a été décrit comme suit : Le fragment interne est attiré en haut et en arrière et le fragment externe en bas, en avant et en dedans. La peau se trouve donc menacée par la saillie du fragment interne qui entraîne la possibilité d'ouverture de dedans en dehors.

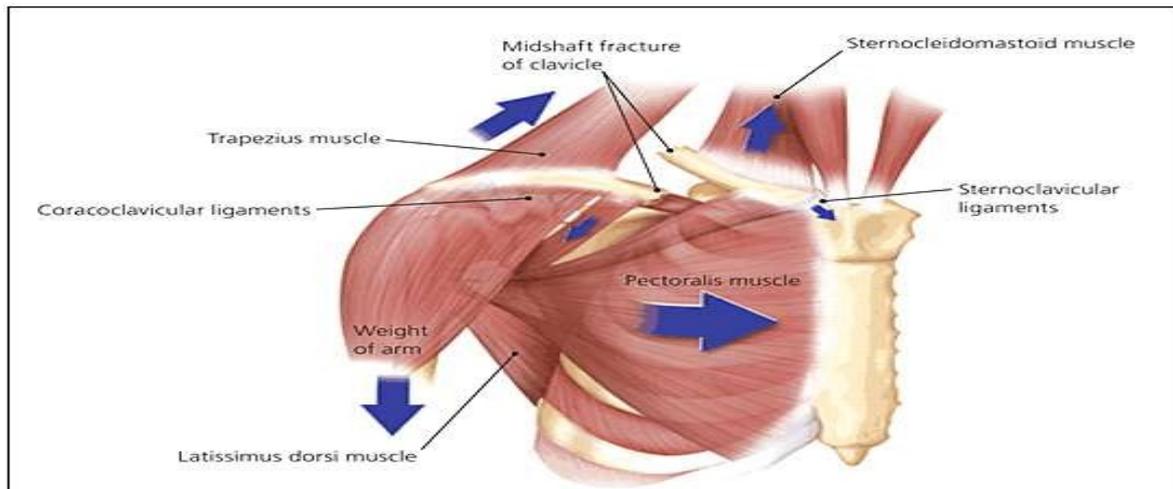


Figure 66. Schéma montrant les forces musculaires orientant les déplacements osseux de part et d'autre du foyer fracturaire

La rareté de l'ouverture cutanée est confirmée dans notre série .

En effet, selon ce que rapporte LEUNG [77], une ostéosynthèse interne immédiate pour les traumatismes ouverts de la clavicule serait plus fiable et entrainera une consolidation plus efficace.

## 2. Lésions vasculo-nerveuses :

### 2.1. Les lésions vasculaires [79] [80] :

Selon la majorité des auteurs, les lésions vasculaires sont considérées comme étant les plus redoutables, pouvant ainsi engager le pronostic vital des patients. Néanmoins, elles sont rarement retrouvées, et doivent être recherchées systématiquement.

En effet, le facteur incriminé dans la genèse de ces lésions serait l'embrochage du paquet vasculo-nerveux, situé juste derrière la clavicule, par un fragment de l'os fracturé.

Ainsi, la lésion artérielle se traduit par un hématome, plus fréquemment par l'abolition du pouls radial. Ceci dit, la persistance du pouls ou sa modification par

rapport au côté controlatéral ne vont pas à l'encontre du diagnostic du traumatisme vasculaire vu la richesse des collatéralités à ce niveau.

Lors de l'examen du traumatisé, la prise de la tension artérielle au niveau des deux membres supérieurs est fortement indiquée, et devant le moindre doute, un angioscanner en urgence est justifié [79].

En 2009 RAVIRAJA [80] rapporte dans son article un seul cas d'atteinte du plexus artério veineux sous-clavier.

L'absence de cette lésion dans notre travail concorde avec les données de la littérature confirmant la rareté de cette dernière.

### 2.2. Les lésions nerveuses :

Tout comme les lésions vasculaires, et de l'avis de la plupart des auteurs, les lésions nerveuses sont redoutables, mais heureusement rares.

Une réduction rapide avec ostéosynthèse interne doivent être réalisées, selon BARBIER [81] et DELLA SANTA [82] , devant une lésion immédiate du plexus brachial par compression directe du fragment fracturaire.

Pour y parvenir, un examen minutieux doit être réalisé à la recherche de cette lésion.

Dans notre série, on maintient toujours cette constatation au raison de l'absence de lésions nerveuses.

### 3. Les lésions pleuropulmonaires :

Dominées par l'hémothorax et le pneumothorax, elles peuvent engager le pronostic vital et augmenter la mortalité. Cependant, c'est une complication extrêmement rare.

En effet, cette lésion est engendrée le plus souvent a cause de l'embrochage du poumon par le biseau fracturaire de la clavicule, ce qui est l'apanage des poly traumatismes avec fractures des cotes associées.

Et donc, il est impératif de réaliser une radiographie thoracique de face devant le moindre doute, avec une auscultation pulmonaire systématique lors de l'examen clinique initial.

Notre étude ne fait que confirmer ces faits vu que nous ne disposons pas de lésions pleuropulmonaires.

### III. TRAITEMENT :

#### 1. L'analgésie :

La prise en charge des fractures de la clavicule est avant tout médicale, en effet, la douleur constitue le principal symptôme. De ce fait, une administration systématique d'antalgiques s'avère très utile vu que la douleur gêne autant l'examen clinique que le patient : un patient très algique est toujours difficile à examiner.

Les antalgiques utilisés sont les antalgiques usuels (en commençant par un palier 1 dans un sens crescendo vers le palier 2). Toutefois, l'utilisation des AINS dans la phase aigue reste controversée dans un souci de respect de la phase inflammatoire indispensable pour une bonne consolidation osseuse.

L'analgésie post opératoire pour les fractures de la clavicule traitées chirurgicalement est primordiale pour assurer une bonne prise en charge. Elle présente un double intérêt à la fois pour le confort du patient et pour l'évaluation clinique dans le cadre des suites post opératoires.

La fracture diaphysaire de la clavicule était réputée ou connue pour son caractère bénin qui justifiait la fréquence du traitement orthopédique. Cependant, vue la recrudescence des pseudarthroses suite à ce dernier, on assiste actuellement à une

augmentation de la prise en charge chirurgicale pour les fractures déplacées surtout chez l'adulte jeune et actif .C'est donc la raison pour laquelle de nombreuses études ont été réalisées dans le but d'évaluer le bénéfice du traitement chirurgical dans la prise en charge de ce type de fracture et les conditions de son choix [76].

## 2. Le traitement orthopédique :

Le traitement orthopédique occupe une grande place dans la prise en charge des fractures de la clavicule.

Cette méthode thérapeutique ne faisant pas l'objet de notre étude, néanmoins nous précisons quelques aspects généraux de sa réalisation.

Ainsi il faut signaler que la caractéristique commune du traitement orthopédique est celle de procéder à la réduction du foyer fracturé suivie d'une contention.

Il présente les avantages suivants : pas de risques liés à l'anesthésie générale, pas de risque infectieux, pas de problème cutané.

Selon malgaigne [83] : « il faut porter le fragment externe en haut, en dehors et en arrière, abaisser le fragment interne, immobiliser les deux fragments en leurs positions rectifiées «cependant» il est fort aisé de réduire mais difficile de contenir ».

Réduction orthopédique :

La technique de watson-jones est considérée comme la technique la plus répandue en matière de réduction orthopédique malgré la multitude des techniques décrites par les différents auteurs. En effet, elle consiste à placer le genou de l'opérateur entre les omoplates du patient assis sur un tabouret et puis réaliser une traction en arrière et légèrement en haut des deux moignons de l'épaule [84].



Figure 67. Image de réduction d'une fracture de la diaphyse claviculaire selon watson-jones.

Selon Bohler[85] il faudrait combiner trois mouvements de traction. On met un poing dans l'aisselle du côté fracturé et avec l'autre main on élève en haut et en arrière la ceinture scapulaire de manière à redresser l'angulation. Le raccourcissement et le déplacement latéral disparaissent lorsque l'on appuie le coude sur le thorax, par ce mouvement de levier on étire la ceinture scapulaire. Un aide peut contrôler le fragment interne et le ramener vers l'avant et le rabaisser (Figure 10).

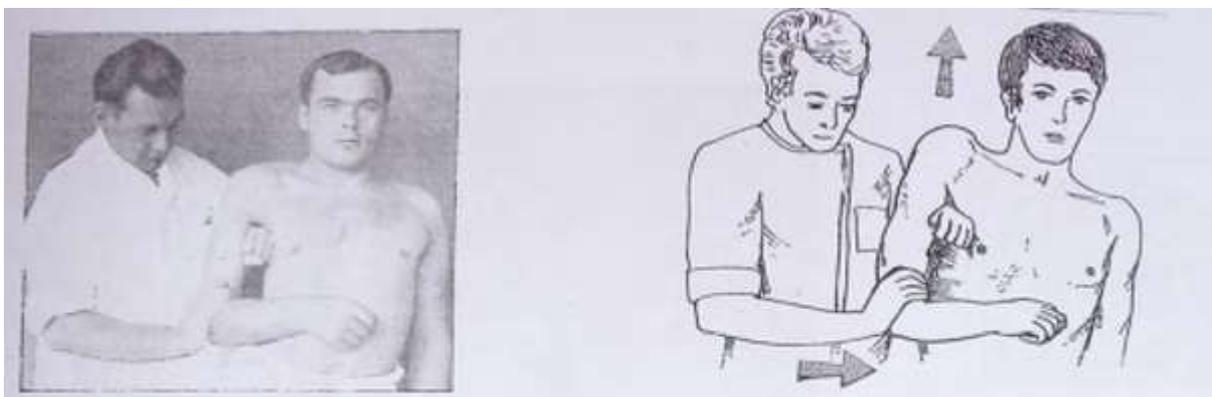


Figure 68. Image de réduction d'une fracture de la diaphyse claviculaire selon

LA CONTENTION :

Elle consiste à maintenir les fragments fracturés fixés de sorte à réduire leur mobilité qui pourrait retarder la consolidation ou la faire carrément échouer. Il existe donc plusieurs techniques dont les plus utilisées restent l'anneau en huit de chiffre ou le bandage par écharpe type DUJARIER.

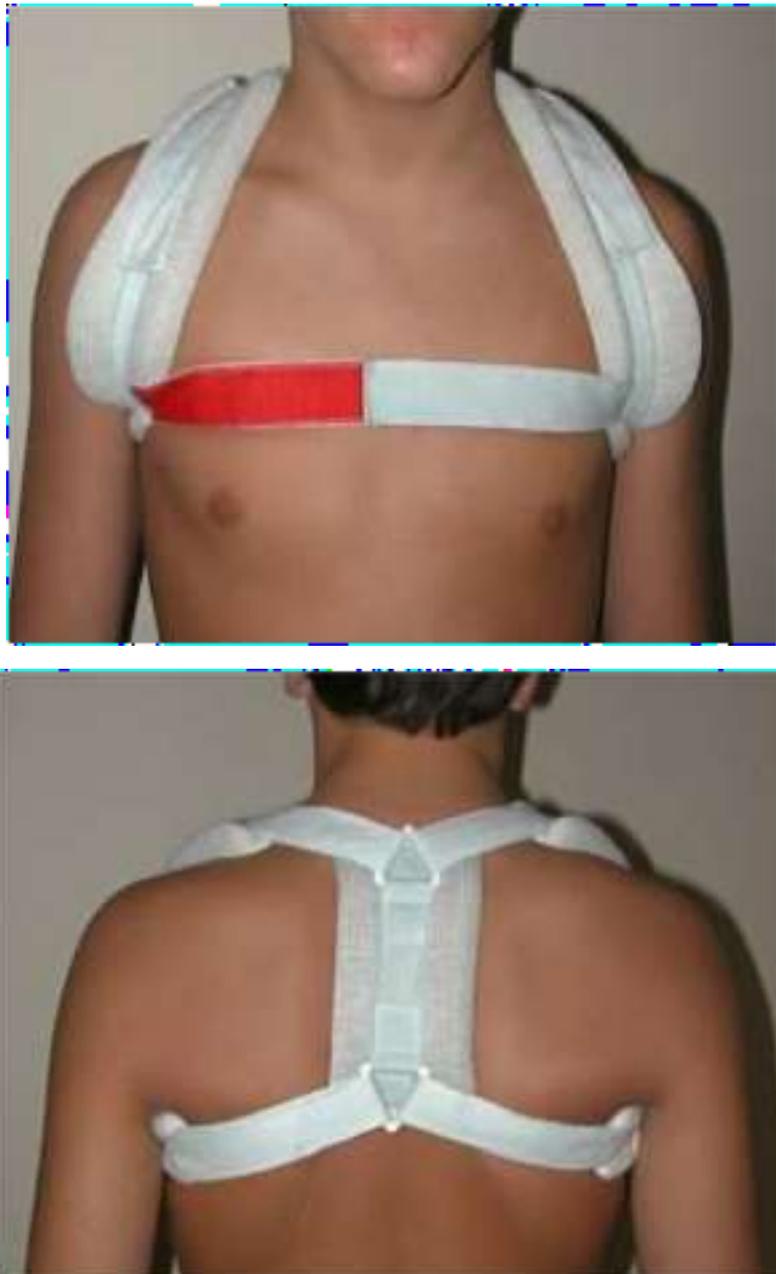


Figure 69. Bandage en huit de chiffre.

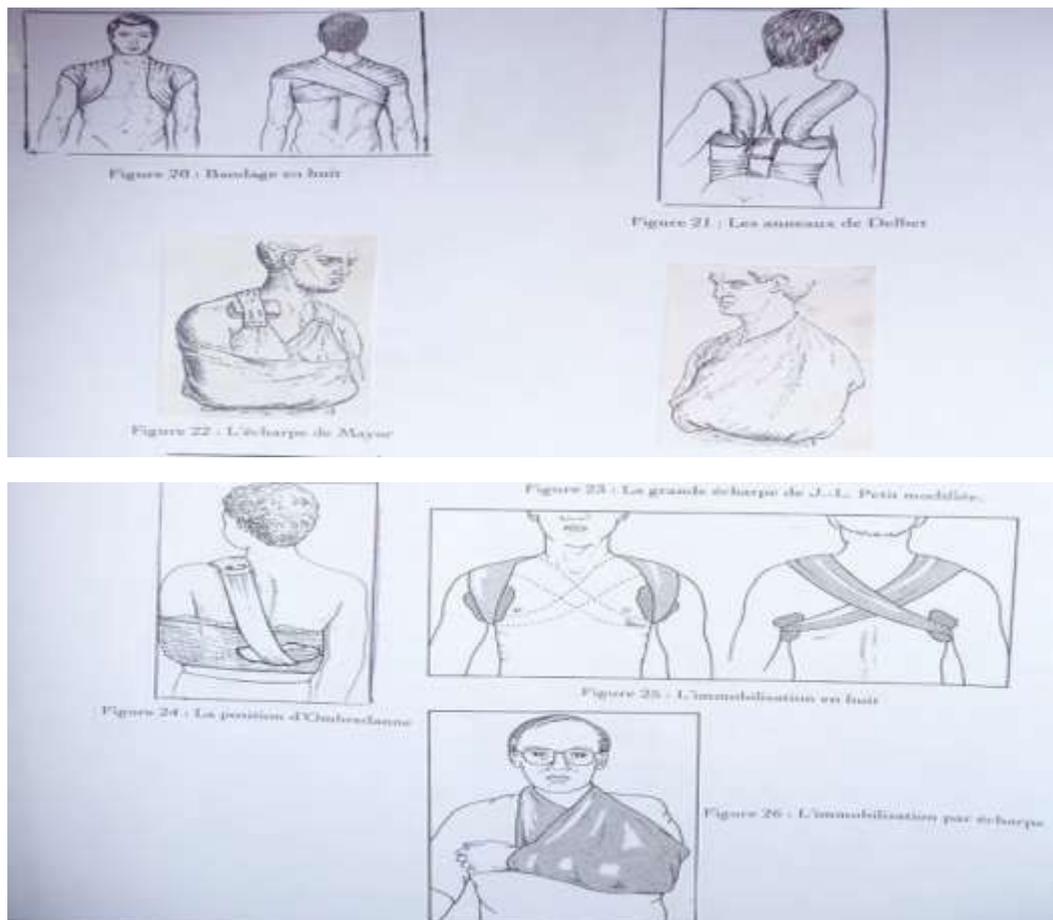


Figure 70. Différentes méthodes de contention d'une fracture de la clavicle

Les fractures non déplacées de la clavicle sont généralement prises en charge de manière non chirurgicale. Les fractures déplacées ou angulées, qui sont des blessures fermées, sont également généralement prises en charge par des moyens conservateurs. L'utilisation d'une simple écharpe de bras et du bandage en forme de huit sont les méthodes de prise en charge conservatrice les plus largement rapportées pour une fracture de la diaphyse médiane de la clavicle.

La fracture diaphysaire de la clavicle était réputée ou connue pour son caractère bénin qui justifiait la fréquence du traitement orthopédique. Cependant, vue la recrudescence des pseudarthroses suite à ce dernier, on assiste actuellement à une augmentation de la prise en charge chirurgicale pour les fractures déplacées surtout chez l'adulte jeune et actif .C'est donc la raison pour laquelle de nombreuses études

ont été réalisées dans le but d'évaluer le bénéfice du traitement chirurgical dans la prise en charge de ce type de fracture et les conditions de son choix [76].

Selon DONNELLY ET AL [86] dans leur étude publiée en 2013 dans « the open orthopaedics journal », Jusqu'à ces dernières années, les écharpes et les bandages en forme de 8 étaient utilisés comme méthodes acceptées de traitement des fractures déplaçées. ALTIMIMI et AL ont rapporté les résultats d'un essai randomisé prospectif multicentrique en 2009, comparant le traitement non opératoire et la fixation interne chez 132 patients présentant des fractures déplaçées de la diaphyse médiane de la clavicule. Ils ont démontré des scores fonctionnels améliorés, des scores de douleur plus faibles, un délai de consolidation plus court et une plus grande satisfaction des patients à tous les temps jusqu'à un an après la fixation chirurgicale dans le groupe traité par plaque [86]. Malgré cela, le groupe opératoire avait un taux de complications de 34 % et un taux de ré intervention de 18 %. Les complications comprenaient une irritation locale, la proéminence du matériel, une défaillance de la plaque et une infection de la plaie. Les ré opérations étaient principalement pour l'enlèvement du matériel. Il est largement admis qu'en raison des taux de complications du traitement chirurgical primaire et des résultats satisfaisants du traitement chirurgical de la pseudarthrose ou du cal vicieux, de nombreuses fractures déplaçées doivent être traitées de manière conservatrice en prenant soin de ne pas trop traiter [86]. De nombreux cliniciens réservent le traitement chirurgical aux blessures ouvertes, ou à celles présentant une importante déformation cutanée, et aux fractures dont le raccourcissement initial est  $> 20$  mm ; une caractéristique associée à des taux élevés de pseudarthrose en cas de traitement conservateur . Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour recueillir des données de niveau I et II, afin de produire des lignes directrices indiquant si la fixation convient à toutes les fractures déplaçées de la

diaphyse médiane.

Une méta-analyse récente [87] d'essais randomisés, comparant les traitements opératoires et non opératoires, a confirmé les données antérieures démontrant des taux significativement plus faibles de pseudarthrose et de cal vicieux, avec un retour plus précoce de la fonction, dans les fractures diaphysaires traitées chirurgicalement par plaque vissée verrouillée. Cependant, les avantages fonctionnels à long terme de la fixation interne restent flous.

### 3. Traitement chirurgical :

Étant sous cutanée dans toute son étendue, la clavicule, si elle se laisse facilement abordée, est cependant un os dont le maniement chirurgical peut bien réserver des surprises, elle est en contact intime avec les éléments vasculo-nerveux fragiles ; en particulier l'extrémité sternale fait une saillie profonde qui touche en arrière au confluent jugulo sous claviers.

A des conditions techniques d'installation, de matériel d'anesthésie, permettant de parer à toute éventualité, il faut donc ajouter la douceur du geste, le travail en sous périoste au contact de l'os.

les objectifs du traitement chirurgicale par plaque vissée verrouillée anatomique s'inscrivent dans ceux de l'association pour l'étude de l'ostéosynthèse (AO) qui a formulé en 1958 quatre principes de base qui sont devenus les lignes directrices de l'ostéosynthèse [88] [89]. Ces objectifs sont les suivants :

Réduction anatomique

La plaque pré-cintrée facilite une réduction anatomique.

Fixation stable

Les vis de verrouillage permettent de créer une structure à angle fixe pour

assurer une stabilité angulaire.

### Préservation de la vascularisation

L'extrémité amincie destinée à une insertion sous-cutanée préserve la viabilité des tissus. Le design de plaque à contact limité réduit le contact plaque-os, ce qui préserve la vascularisation du périoste.

### Mobilisation active précoce

Une mobilisation précoce permise par la technique chirurgicale AO assure un environnement favorable à la consolidation osseuse, pour la récupération rapide d'une fonction optimale.

### 3.1. Anesthésie et installation :

L'anesthésie générale est la plus utilisée dans cette région car l'anesthésie locorégionale ne permet pas toujours une analgésie suffisante à la clavicule en raison de sa situation proximale.

Cependant, des études récentes, notamment celle de DEVON et Al [113] en 2021, ont montré l'efficacité et la fiabilité d'une anesthésie locorégionale, combinant un bloc interscalénique, un bloc plexique avec un bloc du plexus cervical superficiel.

L'installation peut se faire en décubitus dorsal ou mieux en position demi-assise ou position dite « Beach-chair » [90].

La préparation du champ opératoire se fait par badigeonnage du moignon de l'épaule jusqu'au manubrium sternal et englobe le membre supérieur. Celui-ci est isolé par un jersey collé au moignon de l'épaule, puis des champs collés sont placés respectivement en haut pour isoler la tête, en dedans sur le sternum.

Un champ en U permet d'isoler le champ opératoire au creux axillaire et de la face postérieure du moignon de l'épaule. Cette préparation se termine par la mise en place d'un grand champ vers le haut pour s'isoler de l'équipe anesthésiste et d'un grand champ vers le bas pour recouvrir le reste du corps.



Figure 71. Installation et mise en place des champs opératoires[34].

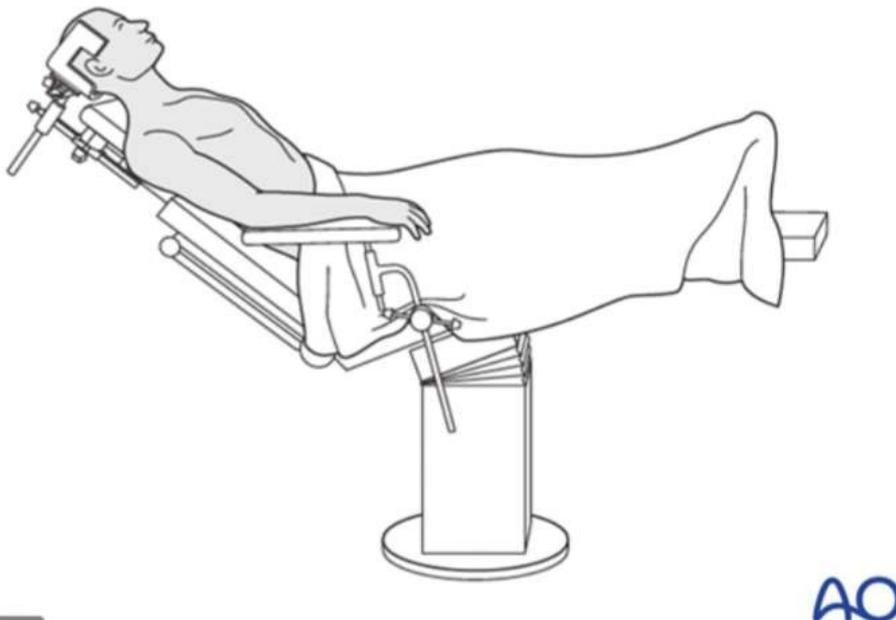


Figure 72. Installation en position beach-chair

### 3.2. Voie d'abord et technique :

Selon Jean-François Kempff [90], la chirurgie de cette région expose le patient à avoir une cicatrice inesthétique pour plusieurs raisons. La plupart des incisions utilisées ne suivent pas les lignes de tension de la peau; le tissu sous-cutané n'est pas épais et l'os claviculaire fait chevalet sous la peau, phénomène qui est encore aggravé par la présence d'un matériel d'ostéosynthèse, l'œdème et l'hématome post-traumatique

et/ou postopératoire et plus tard par le cal osseux quand il est hypertrophique.

Ainsi certains auteurs préfèrent une cicatrice plus esthétique, verticale en épaulette, centrée sur la coracoïde. Pour eux cette incision oblige à un décollement important en dehors et en dedans pour exposer la clavicule, raison pour laquelle elle est peu utilisée pour une ostéosynthèse claviculaire.

L'incision cutanée est donc horizontale, suivant la direction de la clavicule, soit en regard d'elle, soit au-dessus ou en dessous d'elle. Celle réalisée directement en regard de la clavicule est la plus facile, mais elle doit être évitée car elle expose à des rétractions et des adhérences inesthétiques et, en cas de désunion, elle mettrait à nu le matériel d'ostéosynthèse. L'incision sous-claviculaire est faite en suivant les inflexions de l'os à 1 ou 2 centimètres de celui-ci ou elle peut être arciforme à concavité supérieure.

L'incision sus-claviculaire, tracée à un travers de doigt au-dessus de la clavicule, donne un bon jour et est la plus esthétique.

Une fois cette incision cutanée réalisée, l'abord de la clavicule est très aisé. Le muscle peaucier du cou est sectionné perpendiculairement par rapport à la direction de ses fibres. L'incision du périoste est faite juste au-dessus des insertions du grand pectoral. L'utilisation d'une rugine courbe permet de libérer la face profonde de la clavicule. Elle doit être maniée avec prudence pour rester strictement en sous périosté car les éléments vasculo-nerveux sous-claviers sont proches et uniquement protégés par le petit muscle sous-clavier.

Pour Kempff [90], l'ostéosynthèse d'une fracture du tiers moyen de la clavicule est plus difficile pour trois raisons :

- Le matériel utilisé est en situation très superficielle, sous la peau, pouvant exposer à un retard de cicatrisation voire à une infection
- Les contraintes qui s'exercent sur cet os en arc-boutant sont importantes, pouvant poser un problème de stabilité en raison de la taille « limitée » de la plaque qu'on peut utiliser
- La forme en « s » de cet os ne se prête pas facilement à l'utilisation des moyens d'ostéosynthèse usuels. Sa section est elle aussi très variable, aplatie au tiers externe et triangulaire aux deux autres tiers, ce qui rend son canal médullaire étroit, irrégulier et tortueux. Il s'agit par ailleurs d'un os long très dense, difficile à pénétrer [91, 92, 93, 94].

Les moyens d'ostéosynthèses que recommandent les auteurs [91, 92, 93, 94] dans leurs études sont donc les suivants :

– PLAQUES VISSÉES VÉRROUILLÉES :

Elles sont décrites comme le moyen d'ostéosynthèse le plus utilisé pour les fractures du tiers moyen de la clavicule.

Les plaques vissées verrouillées sont considérées comme le gold standard en matière d'ostéosynthèse dans les fractures de la clavicule. Ces dernières offrent une bonne adéquation anatomique avec la clavicule et permettent d'obtenir une consolidation plus rapide qu'en utilisant des plaques DCP [95].

En outre, Les plaques LCP (LOCKING COMPRESSION PLATE) peuvent également être utilisées, sur les os porotiques ou les fractures comminutives. [96], confirmant ainsi leur intérêt majeur dans l'ostéosynthèse des fractures de la clavicule.



Figure 73. Plaque vissée verrouillée

- **ABORD DU FOYER** : Il se fait en sous périosté, en évitant les dépériostages inutiles. Ils recommandent, si le curetage du foyer de fracture est nécessaire pour obtenir une réduction anatomique, de ne pas dépérioster les fragments intermédiaires, afin d'éviter de bannir leurs vascularisations et d'aggraver les lésions.
- **RÉDUCTION** : L'idéal pour ces auteurs [91, 92, 93, 94].est d'éviter les daviers dont la pose peut être dangereuse et oblige nécessairement à dépérioster davantage. La réduction manuelle ou sur la plaque fixée sur l'un des deux fragments osseux serait donc une alternative permettant d'éviter l'utilisation de daviers.

Toutefois, un chevauchement important impose l'usage de daviers placés de part et d'autre de la fracture pour corriger le raccourcissement par chevauchement des fragments.

#### EN PRATIQUE AU BLOC :

Tout d'abord, Il faut restaurer la longueur, l'angulation d'axe et la rotation.

Après l'exposition de la fracture, écarter les deux fragments principaux et restaurer la longueur de la clavicule. Si les extrémités osseuses forment un angle ou sont obliques, dans ce cas , il faut réduire la fracture avec des daviers de réduction pointus ou striés.

Il faut également réduire tous les gros fragments et les maintenir temporairement avec de petits davier pointus ou des broches de KIRSCHNER. Évaluer et planifier toute fixation temporaire de manière à ne pas interférer avec la mise en place des implants de fixation définitifs.

On peut placer des broches de KIRSCHNER dans l'extrémité distale de la plaque pour faciliter le maintien temporaire de la réduction et la mise en place de la plaque.

Les autres options de maintien de la réduction sont les vis de compression autonomes et les vis de compression insérées dans la plaque.

**\*MISE EN GARDE :** Ne pas détacher les fragments osseux du périoste afin de permettre une consolidation osseuse adéquate. Il est très important de ne dépérioster aucun fragment d'une fracture comminutive.

**DÉTERMINATION DE LA LONGUEUR ET ADAPTATION DE LA PLAQUE :** Sélectionner une plaque de longueur appropriée à la fracture. La longueur de plaque optimale peut être déterminée par radiographie ou par palpation en appliquant la plaque sur la peau. Il peut être nécessaire de cintrer la plaque pour l'adaptation à l'anatomie du patient. Si nécessaire, cintrer la plaque en utilisant les fers à contourner, la pince à courber et/ou la presse à courber. La plaque peut être cintrée dans le plan du corps de plaque au niveau de chaque encoche pour obtenir un ajustement optimal.

Pour cintrer la plaque, l'insérer dans les mâchoires de la pince à courber pour plaques claviculaires, au niveau de l'encoche appropriée.

Pour ajuster la courbure en S, insérer la plaque entre les deux encoches dans la partie antérieure des mâchoires de la pince à courber.

**\*MISE EN GARDE :** Éviter un cintrage répété de la plaque dans des sens opposés pour éviter de la fragiliser.

**INSERTION ET POSITIONNEMENT DE LA PLAQUE :** Positionner la plaque sur l'os réduit, et tirer l'os contre la plaque en insérant une vis à corticale de 3.5 mm dans chacun des deux fragments principaux, puis après l'insertion, vérifier l'alignement sur l'os avec l'amplificateur de brillance.

Selon HUAN JI et al [97], les plaques dites anatomiques ,malgré leur nom, n'ont qu'un ajustement imparfait sur la clavicule du fait de la grande variabilité anatomique interindividuelle. Ainsi, les plaques anatomiques sont au mieux ajustées sur des clavicules de sujets noirs de sexe masculin, tandis que dans 38% des cas, cet ajustement est très partiel chez les femmes blanches. De plus, l'ajustement des plaques est meilleur sur la partie médiale de la clavicule et diminue latéralement.

Les études de BOUILLET B et AL [96], et celle de Jean-François Kempff [90], se rejoignent pour dire qu'il est préférable de ne pas placer la plaque directement en regard de l'incision cutanée sur la face supérieure ou le bord antérieur de la clavicule, mais de la décaler vers le bas en situation antéro inférieure ou vers le haut en situation postéro supérieure. Certains préfèrent la mettre sur la face inférieure car elle est mieux protégée et gêne moins, mais sa pose est alors malaisée voire dangereuse.

Selon DONNELLY ET AL [86], la position de la plaque constitue un grand risque de blessure aux structures neurovasculaires sous-jacentes, du forage et de la manipulation de la fracture. Des abord alternatifs ont été rapportés avec un abord antéro-inférieur associé à de faibles taux de pseudarthrose et d'infection et à un excellent retour à la fonction [86]. Les tests de cette biomécanique, par rapport à une position supérieure, ont montré qu'une position supérieure de la plaque peut fournir une fixation plus sûre de la fracture. Les plaques de verrouillage préformées peuvent être moins proéminentes après la cicatrisation et peuvent conduire à une moindre incidence de retrait de matériel [86].

**NB** : En cas de perte de substance osseuse, une greffe cortico-spongieuse complémentaire immédiate est recommandée [90].

Dans notre série d'étude, tous nos patients ont été traité par une plaque vissée verrouillée soit 100% de nos patients.

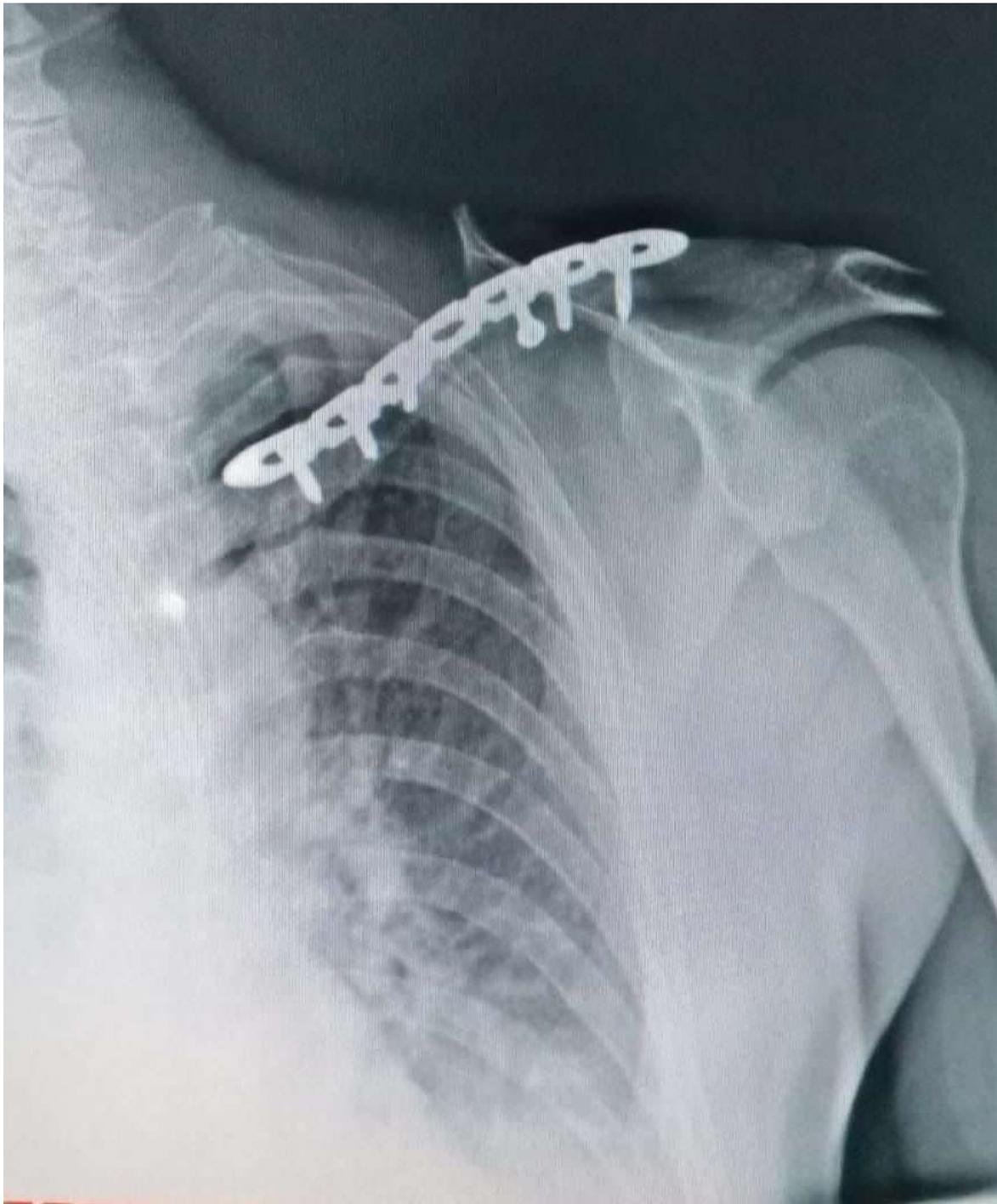


Figure 74. Montrant une ostéosynthèse d'une fracture du tiers moyen de la clavicule par plaque vissée verrouillée.

### 3.3. Indications du traitement chirurgical

#### 3.3.1. Selon le siège :

##### a. Le quart interne : (Type 1 de Robinson) : [81]

Les fractures médiales de la clavicule sont presque toujours traitées orthopédiquement, ces fractures de la clavicule sont rares, sont souvent non déplacées.

Le traitement chirurgical est indiqué si les structures médiastinales sont exposées à des risques fracture à cause du déplacement, en cas de tissus mous compromis, ou quand un polytraumatisé et / ou une épaule flottante sont présents.

La réduction fermée ou ouverte devrait être effectuée pour réduire le fragment déplacé dans un mode émergent.

##### b. Le quart externe : (Type 3 de ROBINSON) [81]

Parce que la majorité des fractures du quart externe de la clavicule sont non déplacées ou peu déplacées et extra-articulaires, le traitement non opératoire est généralement le traitement de choix.

L'indication du traitement chirurgical des fractures latérales est basée sur la stabilité des segments de fracture, les déplacements, et l'âge du patient.

Les fractures NEER II qui correspondent aux types 3B1 dans la classification de ROBINSON sont l'indication préférentielle d'ostéosynthèse des fractures du quart distal.

Les fractures type III de NEER déplacées correspondant aux types 3A2 et 3B2 nécessitent une prise en charge chirurgicale. [82]

##### c. Les fractures du tiers moyen [82]

Le traitement orthopédique garde une large place dans ce cas de figure. On retient néanmoins les indications reconnues :

- Fractures très déplacées avec un raccourcissement de plus de 20mm et

chevauchement important

- Fractures menaçants la peau ou irréductibles.
- Fractures associées a un pneumothorax ou a une complication vasculo-nerveuse.
- Fractures associées à une luxation sternoclaviculaire
- Fractures de clavicule associées à une fracture du col de l'omoplate dans le cadre d'une épaule flottante ou d'un syndrome omocléido- thoracique.

### 3.3.2. Indications générales :

Il existe des indications traditionnelles pour lesquelles l'ensemble des chirurgiens s'accorde sur la nécessité d'une stabilisation chirurgicale.

Le Docteur SARTORIUS dans sa thèse intitulée : « de l'intérêt d'opérer bon nombre de clavicule » l'a bien rendu [98]. Ils proposent en 1983 les indications suivantes :

- Fractures à déplacement important si la réduction n'est pas stable,
- Fractures comminutives avec fragment intermédiaire d'autant plus que celui ou ceux-ci sont perpendiculaires au foyer de fracture,
- Fractures chez le sportif
- Fractures ouvertes
- Fractures très comminutives.

Au terme de cette analyse, il est clair que chaque cas de fracture de la clavicule doit être discuté de façon indépendante ; la décision devra être prise selon différents critères, en tenant compte des souhaits et des besoins du patient.

#### 4. Aperçus sur les autres moyens d'ostéosynthèse :

AUTRES PLAQUES VISSÉES : à savoir :

Les plaques DCP 3.5, qui sont intéressantes car elles possèdent une rigidité satisfaisante et permettent la mise en compression du foyer de fracture sans recourir à un tendeur, dont l'encombrement rend l'utilisation difficile dans cette localisation. [96]

Les plaques tiers de tube, qui, selon Kempff [90], sont particulièrement adaptées à l'anatomie de la clavicule vu leur tranche de section, s'avèrent très fragiles. En effet, la plaque doit aussi permettre la mise en compression du foyer de fracture par l'utilisation d'un tenseur, ce procédé n'est pas commode en regard de la clavicule. Elle est donc déformable et fragile, il faut la doubler pour rigidifier suffisamment le montage .

Selon RUSSO et son équipe [99], l'utilisation de la plaque de MENNEN dans l'ostéosynthèse s'avère être très intéressante en matière des fractures déplacées et/ou comminutives du tiers moyen de la clavicule, ces dernières permettant de raccourcir le temps opératoire et de préserver la vascularisation endostée du fait de l'absence de vis et de la position para-squelettique de la plaque.

FIXATION INTRA-MÉDULLAIRE [86]:

Des techniques de fixations intra-médullaires existent et sont développées pour les fractures de la diaphyse claviculaire. Il existe une gamme large de dispositifs pour la fixation intra-médullaire de la clavicule, notamment ; Broches Knowles , broches Rockwood , broches Hagie ou clous élastiques en titane . Deux méthodes principales d'insertion du dispositif existent : antérograde via un point d'entrée antéro-médial et rétrograde via un point d'entrée postéro-latéral.

L'ensemble des publications rapporte des résultats cliniques assez mitigés.

L'implant doit être assez fin et flexible afin de passer dans le canal médullaire et suivre la courbure de la clavicule. Cependant il doit être assez résistant pour pouvoir résister aux forces de traction qui peuvent aboutir à la pseudarthrose.

Par ailleurs, CHUANG et son équipe, pour leur part, proposent, lorsque cela est possible, d'avoir recours à une réduction à foyer fermé suivie d'une ostéosynthèse par vis canulée, permettant d'obtenir de bons résultats [101]

#### AUTRES TECHNIQUES :

Le fixateur externe de Hoffmann a été utilisé pour la synthèse des fractures de la clavicule même si cette technique est simplement recommandée pour les fractures ouvertes ou lors de pseudarthroses septiques.

Les broches de KIRSCHNER ont démontré qu'elles étaient relativement dangereuses et ne sont absolument pas recommandées étant donné le taux important de migration de ces dernières avec un nombre important de lésions anatomiques.

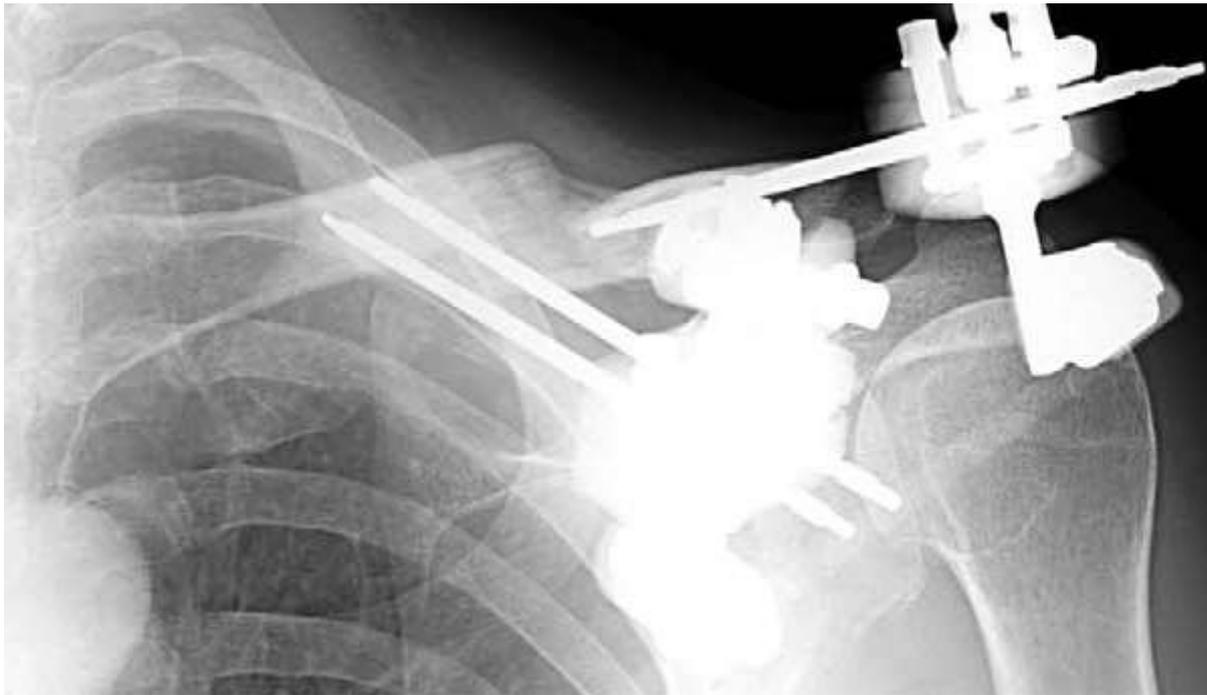


Figure 75. Fracture traitée par fixateur externe[100]



Figure 76. Fracture traitée par fixation intra-médullaire[102]

## IV. COMPLICATIONS :

### 1. PSEUDARTHROSE :

La pseudarthrose post-traumatique de la clavicule est une complication des fractures de la clavicule traitées par un traitement orthopédique ou par un traitement chirurgical.

Pour la plupart des auteurs, elle se définit comme la non-consolidation du foyer de la fracture initiale au bout d'un délai minimum de 6 mois (entre 6 et 9 mois).

La non-consolidation objective une limitation sévère de fabriquer et de remodeler du tissu osseux sur le site de la fracture, et donc la persistance d'un cal fibro-cartilagineux entre les fragments.

Les manifestations cliniques peuvent être invalidantes et provoquent une incapacité du travail et une diminution des activités de la vie quotidienne.

La pseudarthrose survient le plus souvent au tiers moyen de la clavicule, plus exceptionnellement dans les localisations externes. Enfin, elle ne semble pas avoir été rapportée après fracture du tiers interne.

Le diagnostic de la pseudarthrose est radiologique, celle-ci peut être symptomatique (douleur à la mobilité de l'épaule avec diminution de la force musculaire et fatigabilité) ou être plus rarement asymptomatique. Par ailleurs elle peut être hypertrophique entraînant dans ce cas des déformations inesthétiques pouvant comprimer parfois le pédicule nerveux lors de la mobilisation en abduction de l'épaule. Enfin elle peut être atrophique se traduisant uniquement par des douleurs claviculaires persistante après traitement.

La prévalence de la pseudarthrose après fracture médio claviculaire fait l'objet de nombreux débats concernant la supériorité d'une prise en charge par rapport à l'autre à la phase aiguë.

Il est donc judicieux d'établir les différents facteurs de risque en cause :

-Le Tabagisme

Murray dans une étude réalisée sur 1196 patients a conclu que le tabagisme était un facteur primordial dans les causes de pseudarthrose chez les sujets traités orthopédiquement avec un ODDS RATIO le plus élevé à 3,7% dans sa série.

- Le sexe féminin
- L'âge avancé
- Le déplacement et le raccourcissement de la clavicule.

Selon des études récentes, Sheng Ping Yang et al [103], Marte schlager F et al [104], il a été conclu que la prise en charge chirurgicale pour les fractures récentes et déplacées de la clavicule donne de meilleurs résultats et donc elle est bien supérieure en matière de réduction du taux de survenue de la pseudarthrose.

En outre, selon CHOUDHARI ET AL [105], le traitement chirurgical immédiat de patients ayant un raccourcissement claviculaire supérieur à 1,5 cm s'accompagnait d'un taux de consolidation de 100% et une satisfaction des patients de 96% avec seulement 5% de complications telle qu'une infection cutanée superficielle et un implant défectueux.

De plus, si dans les études de MOHSEN [73], de NIDHI NARSARIA [106], et de CHOUDHARI ET AL [105], on retrouve respectivement 5,7% , 1% et 0% de pseudarthrose après la chirurgie, versus un taux de pseudarthrose arrivant à 13% selon MOHSEN après traitement orthopédique , ce qui est largement supérieur au taux après la chirurgie.

Cependant, la survenue de la pseudarthrose dépend aussi de la méthode

chirurgicale effectuée. Une plaque tiers de tube (non verrouillée) s'accompagne avec un risque élevé de déformation après mise en place, vu qu'elle est fragile et ne procure pas une rigidité suffisamment importante au montage pour résister aux contraintes de forces réalisées sur la clavicule. Ainsi, on rapporte le cas d'une jeune femme de 34 ans, sans antécédents, victime d'une chute sur le moignon de l'épaule gauche suite à un accident de la voie publique. Une ostéosynthèse par plaque tiers de tube a été réalisé.

L'évolution a été marquée par la déformation de la plaque avec évolution vers la pseudarthrose.



Figure 77. Ostéosynthèse d'une fracture de la clavicule gauche par plaque non verrouillée tiers de tube, fragile et déformable.

Les résultats de notre série d'étude rejoignent ceux de la littérature vu qu'aucun de nos malades n'a présenté de pseudarthrose. Ceci est probablement dû à la qualité et la rapidité de notre prise en charge, ainsi que le type de plaques utilisé.

## 2. LA RAIDEUR DE L'ÉPAULE :

Complication moins fréquente. Elle est surtout l'apanage du sujet âgé et liée à des causes multiples tel qu'une immobilisation prolongée de l'épaule dans le traitement orthopédique ou un défaut de rééducation après une chirurgie claviculaire. Dans la série de NIDHI NARSARIA et AL [106], aucun cas de raideur n'a été rapporté après la chirurgie.

Dans notre étude, aucun malade n'a présenté une telle complication.

## 3. L'INFECTION :

De nombreux auteurs incriminent la chirurgie comme élément potentialisateur de la prévalence des infections après fracture de la clavicule.

Dans la plupart des études notamment celle de Robinson (1000 cas), de NIDHI NARSARIA et AL [106] (66 cas), de MOHSEN [73] (70 cas) et de CHOUDHARI [105] (40 cas) le taux d'infection variait entre 2 et 3% après la chirurgie.

Par ailleurs, Il semble que l'on puisse incriminer la difficulté de la préparation opératoire à ce niveau où la folliculite dorsale est fréquente chez l'adulte, aussi la difficulté du dégagement et d'isolement du champ opératoire et enfin le caractère superficiel de l'os.

De même, lors d'une infection superficielle, une simple antibiothérapie visant le staphylococcus aureus et épidermidis les plus fréquemment incriminés selon BOSTMAN [107] avec parfois nécessité d'ablation de matériel d'ostéosynthèse semble suffire.

Une excision des séquestres, résection partielle voire même une cléidectomie totale sont les procédés les plus recommandés en cas d'infection sévère.

#### 4. COMPLICATIONS VASCULO–NERVEUSES TARDIVES :

Le diagnostic est souvent suspecté a l'interrogatoire, confirmé par un électromyogramme, une artériographie et/ou une imagerie spécialisée.

Atteinte nerveuse :

On peut retenir dans la pathogénie de l'atteinte nerveuse une irritation du tronc nerveux due a une compression chronique surtout par pseudarthrose hypertrophique ou cal exubérant[107].

Selon DELLA SANTA [82], indépendamment du caractère immédiat ou tardif de l'atteinte du plexus brachial, les lésions se manifestent par brachialgies et paresthésies avec fatigue et difficulté à mobiliser le membre et ce n'est que par électrodiagnostic qu'on peut évaluer au mieux la distribution et la sévérité des lésions.

Atteinte vasculaire :

Souvent associée a une atteinte nerveuse selon DELLA SANTA [82].

L'anévrisme de l'artère subclavière est la lésion vasculaire la plus fréquente des lésions vasculaires tardives. Due a une rupture partielle de l'artère subclavière, elle se traduit généralement par une masse battante au dessous de la clavicule.

Le diagnostic se fait par l'angioscanner. On procède par exclusion de la région éctasiée par 2 ligatures de sécurité et on rétablit la continuité artérielle par une greffe veineuse en termino– terminale, ou bien par traitement endo–vasculaire.

Dans notre série, nous n'avons eu aucun cas de lésions neuro–vasculaires.



Figure 78. Aspect clinique d'un pseudo anévrysme de l'artère subclavière.



Figure 79. Pseudo anévrysme lors d'un examen radiologique.

## 5. LA NÉCROSE CUTANÉE

Complication fréquente liée à la compression sous cutanée exercée par le matériel d'ostéosynthèse du fait du caractère superficiel de l'os, d'où la préférence de la situation antéro supérieure de la plaque.

La lésion cutanée liée à un matériel proéminent est rapportée dans plusieurs études notamment celle de CHOUDHARI ET AL [105], où un cas sur 40 patients a nécessité l'ablation précoce du matériel d'ostéosynthèse (une plaque proéminente).

Dans notre étude , nous n'avons eu aucun cas de nécrose cutanée, avec une bonne évolution de la cicatrice.



Figure 80. État cutané post opératoire d'une voie d'abord sous claviculaire.

## 6. COMPLICATIONS LIÉES AU MATERIEL D'OSTÉOSYNTHÈSE :

### 6.1. FRACTURE DU MATERIEL :

Une mobilisation importante pendant la phase douloureuse, alors que le cal est encore insuffisant ou même inexistant peut aboutir à cette complication.

Dans la série de BOSTMAN [107] sur 122 cas de fractures que 2% des patients ont présenté ces types de complications.

### 6.2. FRACTURES ITÉRATIVES :

Elles sont rares, cependant il n'existe aucun argument permettant de dire qu'une clavicule consolidée reste fragile, car on retrouve constamment un traumatisme responsable de la fracture itérative.

GAZIELLY [108] indique qu'une fracture itérative peut survenir lors d'une nouvelle chute au niveau du passage des vis d'ostéosynthèse qui ont été enlevées.

## V. ANALYSE DE LA MÉTHODE CHIRURGICALE

Un certain nombre d'auteurs ont examiné les propriétés biomécaniques comparatives des plaques et des dispositifs intramédullaires pour les fractures diaphysaires de la clavicule. Golish et al. ont démontré que la fixation par plaque fournit une construction plus forte, démontrant un déplacement réduit à des charges fixes, ainsi que des charges plus importantes à des niveaux de déplacement fixes pendant une gamme plus large de mouvements. Cela peut être bénéfique dans les protocoles de réadaptation précoce/accélérée [86]. En présence d'une comminution, généralement inférieure, les plaques de verrouillage sont avantageuses car leur position sur la face supérieure de la clavicule confère une plus grande stabilité qu'un dispositif intramédullaire [86]

En raison de la forme sigmoïde de la clavicule, la fixation intramédullaire des fractures est traditionnellement difficile. Le verrouillage statique n'est pas disponible

sur les appareils actuels. L'implant doit être suffisamment petit pour négocier le canal intra-médullaire étroit et la courbure sigmoïde de la clavicule, tout en étant suffisamment solide pour faire face aux forces à travers la fracture jusqu'à la consolidation osseuse. Les résultats cliniques de la fixation intra-médullaire ont été variés [86]. Cependant, les avantages potentiels sont bien connus, tels que la dissection minimale des tissus et le décapage des tissus mous, ce qui entraîne moins de perturbation de l'approvisionnement en sang périosté. La fixation intra-médullaire évite également le développement d'élévateurs de contrainte, causés par le retrait de plusieurs vis lors du retrait de la plaque, minimisant ainsi la probabilité d'une nouvelle fracture. Cependant, des complications telles que des ruptures matérielles, des lésions nerveuses et des lésions cutanées ont été rapportées ainsi que des migrations matérielles et des lésions des structures sous-claviculaires. En l'absence de verrouillage statique, il peut y avoir un raccourcissement de la clavicule au fil du temps, un problème qui est plus probable dans les fractures comminutives. Cette complication est particulièrement associée aux dispositifs non filetés tels que les broches de Kirschner ou les clous en Titane mais elle a également été rapportée avec les broches de Kirschner filetées et une broche de Hagie.

Les résultats cliniques avec fixation intramédullaire sont variables et de nombreux chirurgiens préfèrent la fixation par plaque pour le traitement opératoire primaire des fractures ou pseudarthroses de la clavicule. Il convient de noter, cependant, que la fixation intramédullaire est également utile chez les patients souffrant de lésions multiples ou de pathologies supplémentaires de l'épaule, en raison de son approche peu invasive.

Selon BATASH R et Al dans leur étude réalisée en 2019, Il existe différents types d'os dans le squelette; la clavicule est classée comme un os long modifié dont le comportement biomécanique est différent d'un os long vertical. Dans les os longs verticaux, la gravité applique des forces de compression le long de l'os ; cependant, dans la clavicule, la gravité est perpendiculaire à l'os en raison de sa position horizontale. Dans un environnement de laboratoire sur 12 clavicules cadavériques fraîches, Harnroongroj et al. ont constaté que la charge de compression le long de l'axe de la clavicule produisait une fracture du tiers moyen de la clavicule comme en observation clinique [113]. L'anatomie et la biomécanique de la clavicule peuvent expliquer pourquoi une plaque non verrouillée peut être un facteur de risque de non consolidation et d'évolution vers la pseudarthrose.

De ce fait, une comparaison entre une plaque verrouillée et non verrouillée s'impose. Une étude biomécanique réalisée en 2012 selon KJ LITTLE et Al [112] portant sur l'analyse de plaque verrouillée et non verrouillée, en terme de rigidité de cette dernière sur 15 cadavres après ostéosynthèse de la clavicule par plaque. L'étude a démontré une rigidité à la rupture en flexion significativement plus élevée avec des plaques verrouillées qu'avec des plaques non verrouillées lors d'essais cadavériques en ce qui concerne la fixation supérieure de la plaque de la clavicule. Cette étude a également identifié une tendance à une rigidité en flexion plus élevée avec des plaques verrouillées, mais là, la différence n'était pas significative. De plus, la combinaison de la fixation verrouillée et mono corticale a procuré au montage la plus grande rigidité en flexion, puis la fixation bi corticale verrouillée et enfin, la fixation bi corticale non verrouillée était la fixation la moins rigide.

Cela a pour but de démontrer encore une fois la supériorité en terme d'efficacité, de la plaque vissée verrouillée en comparaison avec une plaque vissée non verrouillée.



Figure 81. Montrant la fragilité d'une plaque non verrouillée (tiers de tube) déformable et non anatomique.

Si la chirurgie a pour but de restituer l'intégrité osseuse, ce qui est en principe la meilleure méthode pour éviter l'ensemble des séquelles fonctionnelles en rapport avec un cal hypertrophique et retard de consolidation, c'est malheureusement au prix de risques supplémentaires [109].

Le premier de ces risques est indiscutablement l'anesthésie qui sera le plus souvent générale dont la mortalité et la morbidité bien que très limitées, ne sont pas inexistantes, et doivent être prises en compte dans le choix.

La chirurgie s'accompagne toujours d'une rançon cicatricielle qui au niveau de la région scapulaire ou claviculaire n'est pas à négliger, ceci d'autant plus que ces cicatrices ont malheureusement souvent une tendance à l'évolution chéloïdienne.

Le risque septique est toujours présent dans toute chirurgie, il semble cependant que les complications septiques à type d'ostéite soient rares.

A noter le risque fréquent d'évolution vers la pseudarthrose après traitement chirurgical [110].

Des complications plus graves peuvent survenir, soit lors de l'intervention comme la blessure des éléments vasculo-nerveux ou du dôme pleural, soit à distance de l'intervention comme la migration d'une broche.

De même, il est certain qu'au point de vue de la stabilité que la fixation par plaque vissée verrouillée reste la méthode la plus RECOMMANDÉE selon beaucoup d'auteurs.

## VI. SUIVI POST OPÉRATOIRE ET RÉÉDUCATION:

La rééducation est essentielle pour la récupération d'une épaule opérée. Elle intervient pour une large part dans la qualité du résultat obtenu. Elle peut, suivant les circonstances et les phases évolutives, être pratiquée en ambulatoire ou au centre de rééducation, mais doit toujours s'appuyer sur la motivation du patient.

Cette rééducation, certes évoluera en fonction du pronostic chirurgical [111].

### 1. La phase d'immobilisation : [111]

Jusqu'au 15ème jours.

Le patient est immobilisé en adduction-rotation interne pour préserver les sutures. Cependant, la main et le poignet devront être mobilisés activement.

A cette phase, le kinésithérapeute surveillera le bon positionnement de la contention, et luttera contre les attitudes antalgiques par un travail d'auto grandissement axial et de relâchement des muscles scapulaires et cervicaux.

## 2. La phase de récupération sans immobilisation [111]

Phase de récupération possible, après phase d'immobilisation.

Les objectifs de cette phase sont de la récupération complète, la mobilité possible et la lutte contre les attitudes vicieuses.

Elle est obtenue par des mobilisations possibles manuelles par le rééducateur en décubitus dorsal. Elle concerne d'abord la récupération de l'élévation dans le plan de l'omoplate qui peut être maximale d'emblée selon la mobilité préopératoire et les douleurs.

A domicile, le patient réalise quatre fois par jour, en décubitus dorsal, un travail d'auto mobilisation passive avec traction par la main opposée, qui associe à l'élévation du bras, un abaissement de la tête humérale dans l'axe du membre. Des exercices de pendulaire, en parfaite décontraction, enseignés par le rééducateur, sont à réaliser plusieurs fois par jour à domicile.

La position du pendulaire indolore sert aussi comme position d'aide à la toilette et à l'habillage du patient.

– Phase de récupération de la mobilité active J45–J90

Cette phase ne débute qu'après une récupération complète de la mobilité passive, l'entretien de cette mobilité passive est poursuivi par des mobilisations manuelles du rééducateur et par l'auto mobilisation à domicile.

### 3. Phase de récupération de la force musculaire :

Le travail actif contre résistance des rotations internes et externes est exécuté en isométriques, puis en concentrique, puis en excentrique, en position coude au corps.

[111]

Lorsque l'évaluation globale du tour du couple des rotations externes-internes est correcte tout en concentrique qu'en excentrique, on débute des mouvements globaux mettant en jeu, dans un même mouvement, l'association d'un travail concentrique des agonistes avec un travail excentrique des antagonistes.

# CONCLUSION

Au terme de ce travail et après avoir vu la littérature, il est clair que le problème d'indication du traitement orthopédique ou chirurgical, des fractures de la clavicule reste toujours posé.

Cependant, quand le traitement chirurgical s'avère nécessaire, l'indication de la technique chirurgicale à utiliser doit dépendre des différentes caractéristiques de la fracture.

L'ostéosynthèse par plaque vissée verrouillée reste d'après la littérature, la méthode la plus efficace.

La pseudarthrose reste la complication la plus fréquemment rapportée dans la littérature, considérée ainsi comme résultante à une erreur d'indication chirurgicale ou au choix de la technique chirurgicale.

Dans tous les cas, un bilan radiographique adapté à une analyse précise et une bonne appréciation du terrain sont indispensables.

# RESUMES

Une étude prospective continue a été réalisée au service de chirurgie traumatologique et orthopédique A au CHU HASSAN II de Fès, pour analyser les résultats cliniques et radiologiques du traitement chirurgical par plaque vissée verrouillée anatomique des fractures de la clavicule et évaluer nos résultats fonctionnels, chez 12 patients hospitalisés au service pendant une durée de 18 mois , la tranche d'âge variait entre 18 et 71 ans, l'âge moyen est de 36,91 ans avec une prédominance masculine (67%).

Le coté gauche a été touché plus souvent que le coté droit (67% des cas). Le mécanisme fut direct dans 58% des cas, indirect dans 42%, 58% de nos malades étaient victime d'AVP, suivis d'accidents de travail dans 25% des cas, puis les accidents de sport dans 17% des cas.

Dans notre série la fracture était : (selon la classification de ROBINSON)

- Type 2A2 : 03 cas (25%)
- Type 2B1 : 06 cas (50%)
- Type 2B2 : 03 cas (25%)

Dans notre série la fracture de la clavicule était isolée dans 84% des cas, alors que dans 16% des cas nous avons eu affaire à des polytraumatisés.

L'ostéosynthèse a été réalisée par plaque vissée verrouillée anatomique chez tous nos patients soit 100% des cas

On a noté aucune complications chez nos patients faisant partis de notre série d'étude.

Les patients ont été évalués selon le score de Constant sur 100 points.

Les résultats obtenus étaient excellents dans 100% des cas selon le score de Constant.

La durée moyenne de consolidation de nos malades était 10 semaines.

En accord avec la majorité des auteurs nous concluons à de très bons résultats pour le traitement chirurgical des fractures de la clavicule par plaque vissée verrouillée anatomique.

## SUMMARY

A continuous prospective study was carried out in the department of traumatological and orthopedic surgery A at the HASSAN II University Hospital of Fez, to analyze the clinical and radiological results of the surgical treatment of clavicle fractures by means of an anatomical locked screwed plate and to evaluate our functional results, in 12 patients hospitalized in the department for a period of 18 months, the age range varied between 18 and 71 years, the average age was 36.91 years with a male predominance (67%).

The left side was affected more often than the right side (67% of cases). The mechanism was direct in 58% of cases, indirect in 42%, 58% of our patients were victims of MVA, followed by work accidents in 25% of cases, then sports accidents in 17% of cases.

In our series the fracture was: (according to ROBINSON's classification)

- Type 2A2: 03 cases (25%)
- Type 2B1: 06 cases (50%)
- Type 2B2: 03 cases (25%)

In our series, the clavicle fracture was isolated in 84% of the cases, whereas in 16% of the cases we had to deal with polytrauma.

Osteosynthesis was performed with an anatomic locking screw plate in all our patients, i.e., in 100% of cases.

No complications were noted in any of the patients in our study series.

The patients were evaluated according to Constant's score out of 100 points.

The results obtained were excellent in 100% of the cases according to the Constant score.

The average consolidation time of our patients was 10 weeks.

In agreement with the majority of authors we conclude to very good results for the surgical treatment of clavicle fractures by anatomic locked screw plate.

## ملخص

تم إجراء دراسة مسنونة مسنونة في قسم جراحة العظام و المفاصل أ في CHU HASSAN II في فاس ، لتحليل النتائج السريرية والإشعاعية للعلاج الجراحي بواسطة صنيحة مشدودة تشريحية لكسور الترقوة ولتقييم نتائجنا الوظيفية ، في 12 مريضاً مكثوا بالمستشفى بالخدمة لمدة 18 شهراً ، وتراوحت الفئة العمرية بين 18 و 71 سنة ، ومتوسط العمر 36.91 سنة مع غلبة الذكور (67%).

تأثر الجانب الأيسر أكثر من الجانب الأيمن (67% من الحالات). كانت اللبنة مباشرة في 58% من الحالات ، غير مباشرة في 42% ، 58% من مرضانا كانوا ضحايا لحادث سير، تليها حوادث العمل في 25% من الحالات ، ثم الحوادث الرياضية في 17% من الحالات.

في سلسلتنا كان الكسر: (حسب تصنيف روبنسون)

- النوع 2A2: 03 حالات (25%)

- النوع 2B1: 06 حالات (50%)

- النوع 2B2: 03 حالات (25%)

في سلسلتنا ، تم عزل كسر الترقوة في 84% من الحالات ، بينما في 16% من الحالات كان علينا التعامل مع مرضى مصابين بمرض منعددة.

تم إجراء تخليق العظام بواسطة لوحه مشدودة تشريحية مشدودة في جميع مرضانا ، أي 100% من الحالات

لم يلاحظ أي مضاعفات في مرضانا الذين كانوا جزئياً من سلسلة دراستنا.

تم تقييم المرضى وفقاً لتقييم CONSTANT من 100 نقطة.

كانت النتائج التي تم الحصول عليها ممتازة في 100% من الحالات حسب تقييم CONSTANT.

كان متوسط مدة تماسك العظام 10 أسابيع.

بالإضافة مع غلبة المولدين ، استنتجنا أن هناك نتائج جيدة جداً للعلاج الجراحي لكسور الترقوة باستخدام صنيحة لولبية مشدودة

نشر في: ١٩٩٠

# BIBLIOGRAPHIE

- [1]. Greenhagen R.M, Johnson A.R, Joseph A. Internal Fixation: a Historical Review. Clin Podiatr Med Surg 2011; 28: 607–18.
- [2]. Andrienne Y .Aperçu historique du traitement des fractures. Apport de la chirurgie belge dans la naissance et le développement de l'ostéosynthèse. Rev Med Brux 2011; 32: S 30–7.
- [3]. History. AO Foundation. Switzerland: AO Publishing 2010.
- [4]. Altmann M, Cognet J.M, Eschbach L, Gasser B, Richards G, Simon P. Matériaux utilisés pour l'ostéosynthèse. EMC, Tech chir – Orthopédie–Traumatologie 2007 : 44– 015
- [5]. Perren S.M. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. J Bone Joint Surg [Br] 2002;84–B:1093–110.
- [6]. Burny F : La fixation externe élastique. Rev Chir Orthop, 57ème réunion de la SOFCOT, 1983; 69: 376–8
- [7]. De Lee J, Drez D, eds. DeLee and Drez's Clavicular fractures in adults. Orthopaedic Sports Medicine: Principles and Practice. 2nd edition. Philadelphia, Pa: Saunders; 2003. 958–68
- [8]. Lenza M, Buchbinder R, Johnston RV, Belloti JC, Faloppa. Interventions chirurgicales versus conservatrices pour le traitement de la fracture de la clavicule chez les adolescents et les adultes, cochrane, 2014
- [9]. Jeray K.J. Acute midshaft clavicular fracture. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, (2007) Volume 15 (n°4), Page 239- 248.
- [10]. Cloquet, Jules. Anatomie de l'homme. Vol. 3. Aug. Wahlen, 1830.
- [11]. Chase S, M.E. Menendez, D.C. Ring. Clavicle nonunion and malunion ,Michael Greiwe ,Shoulder and Elbow Trauma and Its Complications ;Woodhead publishing series in biomaterial,Vol 1, 2015, Page 389–400

- [12]. Voisin, J.L.. "Clavicule : approche architecturale de l'épaule et réflexions sur le statut systématique des néandertaliens." C.R. Palevol, Elsevier, 2004, Volume 3: Page 133–142
- [13]. Salter EG, Nasca RJ, Shelley BS. Anatomical observation on the acromio-clavicular joint and supporting ligaments. American Journal of Sport Medicine, 1987, volume 15, Page 199–206.
- [14]. Boehm TC. The relation of the coraco-clavicular ligament insertion to the acromio-clavicular joint. A cadaver study of relevance to lateral clavicle resection. Acta Orthop Scand 2003; Volume 74: Page 718–21.
- [15]. Renfree KJ, Riley Mk, Wheeler D, et al. Ligamentous anatomy of the distal clavicle. J Shoulder Elbow Surg 2003; Volume 12: Page 355–359.
- [16]. De Palma AF. Surgery of the shoulder. Philadelphia : Lippincot, 1983; 3e edition; Page 319–339
- [17]. Boucher A., & Cuilleret J, Anatomie topographique, descriptive et fonctionnelle: le membre supérieur, le membre inférieur. 1990.
- [18]. Mustapha Mahfoud. Fracture de la clavicule; « Fracture et luxation du membre supérieur »; CERCOS TETOUAN ; Volume 1 Page 75–99 (2006)
- [19]. Zanca P. Shoulder pain : Involvement of the acromio-clavicular joint : Analysis of 1000 cases. AJR Am Roentgenol 1971; Vol 112; Page 493– 506.
- [20]. SHARR et al. Optimizing the radiographic technique in clavicular fractures. J Shoulder Elbow Surg 2003 (2): 170–172.
- [21]. SMEKAL et al. Length Determination in Midshaft Clavicle Fractures: Validation of Measurement.  
J Orthop Trauma 2008, 22: 458–462.

- [22]. ANDERMAHER et al.  
Malunion of the clavicle causes significant glenoid malposition : a quantitative anatomic investigation.  
Surg Radiol Anat 2006, 28: 447–456.
- [23]. SHUSTER M.  
Prospective evaluation of clinical assessment in the diagnosis and treatment of clavicle fracture: Are radiographs really necessary ? Can J Emerg Med 2003, 5(5): 309–313.
- [24]. KATZ et al  
Fracture of the clavicle in the newborn An ultrasound diagnosis. J Ultrasound Med 1998, 7(1): 21–23.
- [25]. Djahangiri A1, Farron A. When to operate an isolated midshaft clavicle fracture. Rev Med Suisse. 2009 Aug 5; 5(212): 1542–5
- [26]. ROBINSON et al.  
Fractures of the clavicle in the adult: Epidemiology and Classification J Bone Joint Surg 1998, 80–B (3): 476–84
- [27]. ALLAMN et al  
Fractures and ligamentous injuries of the clavicle and its articulation. J Bone Joint Surg. 1967 Am. 49:774–784.
- [28]. NEER et al  
Fractures of the distal third of the clavicle. Clin. Orthop. Relat Res. 1968, 58:43–50
- [29]. Craig EV et al  
Fractures of the clavicle. In Rockwood CA Jr and Matsen FA III (eds), The Shoulder Philadelphia, WB Saunders, 1990, pp. 367–412.

- [30]. May, R. Polyetheretherketones. In: Mark, HF.; Bikales, NM.; Overberger, CG.; Menges, G.; Kroschwitz, JI., editors. Encyclopedia of Polymer Science and Engineering. John Wiley and Sons; New York: 1988. p. 313–320.
- [31]. Rigby, RB. Polyetheretherketone. In: Margolis, JM., editor. Engineering Thermoplastics: Properties and Applications. Marcel Dekker, Inc.; New York: 1985. p. 299–314.
- [32]. Skinner HB. Composite technology for total hip arthroplasty. Clin Orthop Relat Res Oct;1988 (235): 224–236. [PubMed: 3416528]
- [33]. Brown SA, Hastings RS, Mason JJ, Moet A. Characterization of short-fibre reinforced thermoplastics for fracture fixation devices. Biomaterials 1990;11(8):541–547. [PubMed: 2149076]
- [34]. Liao K. Performance characterization and modeling of a composite hip prosthesis. Exp Tech 1994:33– 38.
- [35]. Maharaj, GR.; Jamison, RD. Intraoperative impact: characterization and laboratory simulation on composite hip prostheses. In: Jamison, RD.; Gilbertson, LN., editors. STP 1178: Composite Materials for Implant Applications in the Human Body: Characterization and Testing. ASTM; Philadelphia: 1993. p. 98–108.
- [36]. Kelsey DJ, Springer GS, Goodman SB. Composite implant for bone replacement. Journal of Composite Materials 1997;31(16):1593–1632.
- [37]. Corvelli AA, Biermann PJ, Roberts JC. Design, analysis, and fabrication of a composite segmental bone replacement implant. Journal of Advanced Materials 1997:2–8.
- [38]. Williams D. New horizons for thermoplastic polymers. Medical device technology 2001;12(4):8–9.

- [39]. Toth JM, Wang M, Estes BT, Scifert JL, Seim HB 3rd, Turner AS. Polyetheretherketone as a biomaterial for spinal applications. *Biomaterials* 2006;27(3):324–334. [PubMed: 16115677]
- [40]. Karrholm J, Anderberg C, Snorrason F, Thanner J, Langeland N, Malchau H, et al. Evaluation of a femoral stem with reduced stiffness. A randomized study with use of radiostereometry and bone densitometry. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84–A(9):1651–1658. [PubMed: 12208924]
- [41]. Wang A, Lin R, Stark C, Dumbleton JH. Suitability and limitations of carbon fiber reinforced PEEK composites as bearing surfaces for total joint replacements. *Wear* 1999;225–229:724–727.
- [42]. Manley M, Ong K, Kurtz SM, Rushton N, Field RE. Biomechanics of a PEEK horseshoe-shaped cup: comparisons with a predicate deformable cup. *J Arthroplasty*. 2007In preparation
- [43]. Shucong Y, Hariram KP, Kumar R, Philip C, Aik KK. In vitro apatite formation and its growth kinetics on hydroxyapatite/ polyetheretherketonebiocomposites. *Biomaterials*. 2005
- [44]. Ha SW, Kirch M, Birchler F, Eckert KL, Mayer J, Wintermantel E, et al. Surface activation of polyetheretherketone (PEEK) and formation of calcium phosphate coatings by precipitation. *Journal of materials science Materials in medicine* 1997;8(11):683–690. [PubMed: 15348819]
- [45]. Williams DF, McNamara A, Turner RM. Potential of polyetheretherketone (PEEK) and carbon-fibre- reinforced PEEK in medical applications. *J Mat Sci Letters* 1987;6:199–190.
- [46]. Wenz LM, Merritt K, Brown SA, Moet A, Steffee AD. In vitro biocompatibility of polyetheretherketone and polysulfone composites. *J Biomed Mater Res*

- 1990;24(2):207-215. [PubMed: 2329115]
- [47]. Katzer A, Marquardt H, Westendorf J, Wening JV, von Foerster G. Polyetheretherketone -- cytotoxicity and mutagenicity in vitro. *Biomaterials* 2002;23(8):1749-1759. [PubMed: 11950045]
- [48]. Uthoff HK, Poitras P, Backman DS. Internal plate fixation of fractures: short history and recent developments. *J Orthop Sci* 2006;11(2):118-126. [PubMed: 16568382]
- [49]. Lane WA. Some remarks on the treatment of fractures. *Br Med J* 1895:861-3.
- [50]. Tayton K, Bradley J. How stiff should semi-rigid fixation of the human tibia be? A clue to the answer. *J Bone Joint Surg Br* 1983;65(3):312-315. [PubMed: 6841402]
- [51]. Bradley JS, Hastings GW, Johnson-Nurse C. Carbon fibre reinforced epoxy as a high strength, low modulus material for internal fixation plates. *Biomaterials* 1980;1(1):38-40. [PubMed: 7470551]
- [52]. Howard CB, Tayton KJ, Gibbs A. The response of human tissues to carbon reinforced epoxy resin. *J Bone Joint Surg Br* 1985;67(4):656-658. [PubMed: 4030870]
- [53]. Gillett N, Brown SA, Dumbleton JH, Pool RP. The use of short carbon fibre reinforced thermoplastic plates for fracture fixation. *Biomaterials* 1985;6(2):113-121. [PubMed: 3159436]
- [54]. Jockish KA, Brown SA, Bauer TW, Merritt K. Biological response to chopped-carbon-fiber-reinforced peek. *J Biomed Mater Res* 1992;26(2):133-146. [PubMed: 1569111]
- [55]. Heiner AD, Brown SA, Davy DT. Effects of mechanical testing device variables

- on polymer composite femoral stem strains. *Biomaterials* Dec;1996 17(23):2211–2217. [PubMed: 8968514]
- [56]. Wintermantel E, Mayer J, Blum J, Eckert KL, Luscher P, Mathey M. Tissue engineering scaffolds using superstructures. *Biomaterials* 1996;17(2):83–91. [PubMed: 8624400]
- [57]. Fujihara K, Huang ZM, Ramakrishna S, Satknanantham K, Hamada H. Performance study of braided carbon/PEEK composite compression bone plates. *Biomaterials* 2003;24(15):2661–2667. [PubMed: 12726720]
- [58]. Zura RD, Browne JA. Current concepts in locked plating. *J Surg Orthop Adv* 2006;15(3):173–176. [PubMed: 17087887]
- [59]. Papakostidis C, Grotz MR, Papadokostakis G, Dimitriou R, Giannoudis PV. Femoral biologic plate fixation. *Clin Orthop Relat Res* 2006;450:193–202. [PubMed: 16702912]
- [60]. 133. Cordey J, Perren SM, Steinemann SG. Stress protection due to plates: myth or reality? A parametric analysis made using the composite beam theory. *Injury* 2000;31(Suppl 3):C1–13. [PubMed: 11052375]
- [61]. Fabiano AJ, Qiu J. Post–stereotactic radiosurgery brain metastases: a review. *J Neurosurg Sci.* 2015;59:157–167.
- [62]. Maerz M, Koelbl O, Dobler B. Influence of metallic dental implants and metal artefacts on dose calculation accuracy. *Strahlentherapie und Onkol.* 2015;191:234–241.
- [63]. POSTACCHINI et al . Epidemiology of clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2002, 11(5): 452–6
- [64]. SINGH R, et al.  
A 2–year experience, management and outcome of 200 clavicle fractures.

injury.2011.04.008

- [65]. KOVAL KJ, ZUCKERMANN .Handbook of Fractures. 3rd ed. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins; 2006
- [66]. Court–Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. Injury. 2006 Aug;37(8):691–7.
- [67]. Kihlström C, Möller M, Lönn K, Wolf O. Clavicle fractures: epidemiology, classification and treatment of 2 422 fractures in the Swedish Fracture Register; an observational study. BMC Musculoskelet Disord. 2017 Feb 15;18(1):82.
- [68]. Huttunen, Tuomas T., KANNUS, Pekka, LEPOLA, Vesa, et al. Surgical treatment of clavicular fractures in Finland–A register based study between 1987 and 2010. Injury, 2013, vol. 44, no 12, p. 1899–1903
- [69]. Mohammed E, Mahadane H, Mechchat A, Shimi M, Elibrahimi A, Elmrini A. Functional outcome of midclavicular fracture fixation utilising a reconstruction plate. Malays Orthop J. 2013 Nov;7(3):6–9.
- [70]. Zeiad A Alshameeri ; Krishnaiah Katam, Mohammed Alsamaq, and Paresh Sonsale. The outcome of surgical fixation of mid shaft clavicle fractures; looking at patient satisfaction and comparing surgical approaches. Int J Shoulder Surg. 2012 Jul; volume 6 n°(3): Page 76–81
- [71]. Fitzgerald EM, Moore DM, Quinlan JF. A review of outcomes after operative fixation of clavicular fractures over a 10–year period–a single tertiary trauma unit experience. JSES Int. 2021 Dec 13;6(2):264–267.
- [72]. LINDENMAIRE. HL.  
Osteosynthesis of the clavicle. Indication, surgical technique, results. Chirurg 1991MAY, 63 (5), 409–13

- [73]. Khorami M, Fakour M, Mokarrami H, Arti HR, Nassab AM, Shahrivar F. The comparison of results of treatment of midshaft clavicle fracture between operative treatment with plate and non-operative treatment. Archives of bone and joint surgery, 2014, vol. 2, no 3, p. 210-4.
- [74]. NOWAK et al. The aetiology and epidemiology of clavicular fractures. Aprospective study during a two-year period in Uppsala, Sweden. Injury 2000; 31:353-8.
- [75]. HATTOMA. Le traitement chirurgical des fractures de la clavicule. Revue marocaine de chirurgie orthopédique et traumatologie N 16, juillet 2002.
- [76]. SILVANA DE GIORGI et al. Conservative treatment of fractures of the clavicle BMC Research Notes 2011, 4:333.
- [77]. LEUNG et al. Open reduction and internal fixation of ipsilateral fractures of the scapular neck and clavicle. J Bone Joint Surg Am 1993. 75:1015-1018.
- [78]. SIMON.RG. Open clavicle fractures: a case report. . Am J Orthop 1999 May; 28(5): 301-3
- [79]. L. FOVARD  
Traumatisme de la ceinture scapulaire EMC 14-035-A-10
- [80]. A. RAVIRAJA et al. Srinivas Subclavian artery and vein injury following clavicle fracture due to blunt trauma Injury Extra 40 (2009) 36-38.
- [81]. O. BARBIER, J. MALGHEM, O. DELAERE, B. VANDE BERG, J. J. ROMBOUTS INJURY TO THE BRACHIAL PLEXUS BY A FRAGMENT OF BONE AFTER FRACTURE OF THE CLAVICLE, J Bone Joint Surg [Br] 1997;79-B:534-6
- [82]. DELLA SANTA D. Late lesions of the brachial plexus after fracture of the clavicle. Ann Chir Main memb Sup 1991; 10, 6: 531-40.

- [83]. MALGAIGNE, Jean-François. Traité des fractures et des luxations: Atlas de XVI pl. Selbstverl., 1846
- [84]. Watson-Jones R. Fracture and joint injuries,. Edimburg and London: E & S Livingstone 1955 2, 4th edition
- [85]. Bölher L,Boppe Marcel "Fractures de la clavicule." Technique du Traitement des fractures ; Paris Masson(1934).
- [86]. Donnelly TD, Macfarlane RJ, Nagy MT, Ralte P, Waseem M. Fractures of the clavicle: an overview. Open Orthop J. 2013 Sep 6;7:329–33.
- [87]. McKee RC, Whelan DB, Schemitsch EH, McKee MD. Operative versus nonoperative care of displaced midshaft clavicular fractures: a meta-analysis of randomized clinical trials. J Bone Joint Surg Am 2012; 94(8): 675–84
- [88]. Müller ME, Allgöwer M, Schneider R, Willenegger H (1995) Manual of Internal Fixation. 3rd, expanded and completely revised ed. 1991. Berlin, Heidelberg, New York: Springer
- [89]. Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG (2007) AO Principles of Fracture Management. 2nd expanded ed. 2002. Stuttgart, New York: Thieme.
- [90]. Kempf JF, Lacaze F, Colin F. Chirurgie des traumatismes de la ceinture scapulaire. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Techniques chirurgicales—orthopédie-traumatologie, 1999, Page 44–230.
- [91]. Eskola A, Vainionpää S, Myllynen P, Pätäälä H, Rokkanen P. Outcome of clavicular fracture in 89 patients. Arch Orthop Surg 1986 ; Vol°105 : 337– 338.
- [92]. Hill JM, McGuire MH, Crosby LA. Closed treatment of displaced middle third fractures of the clavicle gives poor results. J Bone Joint Surg Br 1997 ; Vol°79 : P 537–539

- [93]. Lengua F, Nuss JM, Lechner R, Baruthio J, Veillon F. Traitement des fractures de la clavicule par embrochage à foyer fermé de dedans en dehors sans va-et-vient. Rev Chir Orthop 1987 ;Vol 73 : Page 377–380.
- [94]. Leung KS, Lam TP. Open reduction and internal fixation of ipsilateral fractures of the scapular neck and clavicle. J Bone Joint Surg Am 1993 ; Vol 75 : Page 1015–1018
- [95]. Shahid R, Mushtaq A, Maqsood M. Plate fixation of clavicle fractures: a comparative study between reconstruction plate and dynamic compression plate. Acta Orthop Belg 2007; Vol 73 : Page 170–174
- [96]. BOUILLET, B., MOREEL, P., et DESCAMPS, S. Prise en charge des fractures récentes de la clavicule. Journal de Traumatologie du Sport, 2009, vol. 26, no 1, p. 24–31.
- [97]. Huang J.I, Toogood P, Chen M.R, Wilber J.H, Cooperman D.R. Clavicular anatomy and the applicability of precontoured plates. J Bone Joint Surg Am 2007; Vol 89 : Page 2260–2265
- [98]. SARTORIUS et al  
De l'intérêt à synthésiser par plaque "tiers de tube" bon nombre de fractures de la clavicule: à propos de 414 observations: 383 fractures fraîches, 24 pseudarthroses, 7 calcs vicieux. Thèse de med Grenoble 1983.
- [99]. RUSSO et al Displaced comminuted mid-shaft clavicle fracture: use of Mennen plate fixation system.  
Trauma 2007,63 ;951–4
- [100]. N. BONNEVIALLE et al. Bilateral clavicle fracture external fixation Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research (2010) 96, 821—824

- [101]. CHUANG et al. Closed reduction and internal fixation for acute midshaft clavicular fractures using cannulated screws. *J Trauma* 2006;60: 1315–20
- [102]. ERIC et al. Complications of intramedullary Hagie pin fixation for acute midshaft clavicle fractures, *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:280–284
- [103]. YANG, Shengping, ZHANG, Rui, ZHU, Qingling, et al. Evaluation of surgical and non-surgical interventions for clavicle fractures. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 2014, vol. 48, no 3, p. 253–258.
- [104]. Martetschlager F, Gaskill TR, Millett PJ. Management of clavicle nonunion and malunion. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013; Vol 22: Page 862–870.
- [105]. P Choudhari, Chhabra. Displaced MidShaft Clavicle Fractures: A Subset For Surgical Treatment. *Malaysia Orthopaedic Journal* ; 2014 ; Vol 8 ; No 2 ;Page1
- [106]. Nidhi Narsaria, Ashutosh K. Singh, G.R. Arun R.R.S. Seth Surgical fixation of displaced midshaft clavicle fractures: elastic intramedullary nailing versus precontoured plating. *J Orthopaed Traumatology*, 2014 ;Vol 15 n°3, Page 165–171
- [107]. BOSTMAN et al. Complications of plate fixation in fresh displaced midclavicular fractures. *J Trauma.* 43:778–783, 1997.
- [108]. GAZIELLY et al. Fractures de la clavicule. *L'épaule au quotidien*:1999, 114–116.
- [109]. PIDHORZ L. Traumatisme de la ceinture scapulaire. *Encycl Méd Chir* 1998 ; 14–085–A–10 : 20p.
- [110]. KONA J.  
Type II distal clavicle fracture: a retrospective review of surgical treatment. *J Orthop Trauma* 1990; 4, 2: 115–20.

---

[111]. FLURIN PH, LAPRELLE E, BENTZ JY, ASAD-BOY M, LACHAUD C, PELLET JL,

BENICHOU M, VIGNES J. Rééducation de l'épaule opérée (en dehors des prothèses). Encycl Med Chir 2001; 26-210-A-10 :13p.

[112]. Little KJ, Riches PE, Fazzi UG. Biomechanical analysis of locked and non- locked plate fixation of the clavicle. Injury. 2012 Jun;43(6):921-5.

[113]. Batash R, Debi R, Grinberg D, Shema M, Elbaz A, Benedict Y. Mechanical failure of plate breakage after open reduction and plate fixation of displaced midshaft clavicle fracture – a possible new risk factor: a case report. J Med Case Rep. 2019 Apr 28;13(1):127.