

PLAN

INTRODUCTION	8
MATERIELS ET METHODES	11
RESULTATS	17
I- Données épidémiologiques:	18
1-Age :.....	18
2-Sexe :.....	18
3-Etiologies :.....	19
4- Cote atteint :	19
5-Les tares associées :.....	20
6- Délais de la consultation	20
II- Données Cliniques	21
1-Signes fonctionnels	21
2-Signes physiques	21
2-1 Repaires anatomiques	21
2-2 Lésions cutanées	21
2-3 Lésions vasculaires	21
2-4 Lésions nerveuses	21
2-5 Lésions associées	22
III- Données Radiologiques:.....	23
1-Radiographie standard	23
2-TDM.....	24
IV- Traitement	25
1-Type du traitement	25

2- traitement chirurgical.....	25
2-1 Type d'anesthésie.....	25
2-2 installations.....	25
2-3 antibioprophylaxie	25
2-4 garrots pneumatiques.....	25
2-5 voies d'abord.....	26
2-6 types d'ostéosynthèse	26
2-7 les suites opératoires	27
3- Rééducation.....	27
V- Complications	28
1-Les infections	28
2-Démontage	28
3-Neuropathie	28
4-Raideur du coude	28
5-Cal vicieux	28
6-Pseudarthrose	28
VI- Résultats fonctionnels	29
1-Critères d'évaluation des résultats fonctionnels	29
2-Résultats dans notre série	30
3-Résultats analytiques.....	30
3-1- Age	30
3-2- Association lésionnelle	30

DISCUSSION	31
RAPPEL ANATOMIQUE	32
I- introduction	32
II- Anatomie descriptive.....	32
1 - Les Surfaces Articulaires	32
2 - Les Moyens de Stabilité.....	37
2.1 - La Capsule Articulaire	37
2.2- Les Ligaments	39
3 - Les Rapports Musculaires et Vasculo-nerveux	42
III-Anatomie fonctionnelle	45
1- Le Rôle du Coude	45
2- Le Valgus Physiologique	45
3- La Mobilité du Coude.....	46
4- La Stabilité du Coude.....	50
ETUDE EPIDEMIOLOGIQUE	52
I. Âge	52
II. Sexe.....	52
III. Côté atteint	53
IV. Mécanisme lésionnel.....	53
V. Etiologies	54
ETUDE ANATOMOPATHOLOGIQUE.....	55
1-Classification de l'AO.....	55
2- Autres classifications	58

2-1 Classification de Riseborough et Radin : (fractures sus et Inter condyliennes).	58
2-2 Classification de la S.O.F.C.O.T de Lecestre (1979)	59
2-3 Classification de Mehne et Matta (1992)	62
2-4 Classification de Davies et Stanley (2006)	64
2-5 Classification des fractures articulaires frontales de Dubberley (2006)	65
ETUDE CLINIQUE	67
1-Examen clinique	67
2- Examen locorégional	69
DIAGNOSTIC RADIOLOGIQUE	70
1-radiographie standard	71
2- La TDM	72
TRAITEMENT	73
I- Introduction	73
II-Traitement orthopédique	73
III- TRAITEMENT CHIRURGICAL	75
1- Traitement par ostéosynthèse	75
1-1 installation et vois d'abord.....	75
1.2 -Moyens d'ostéosynthèse	88
1.3-Indications.....	91
2- Les résections osseuses.....	92
3-Arthroplastie du coude	93
3.1-Prothèse totale du coude	93

3-2-Hémiarthroplastie du coude	93
IV-REEDUCATION FONCTIONNELLE.....	94
1-Après ostéosynthèse	94
2- Après arthroplastie	95
EVOLUTION ET COMPLICATIONS	96
I-Evolution	96
II- Complications	96
1- complications immédiates	96
2- complications secondaires	97
3- complications tardives	98
RESULTATS FONCTIONNELS	99
I-Résultats en fonction des séries	99
II -Résultats en fonction des séries de plaques.....	100
CONCLUSION	101
RESUMES	103
ICONOGRAPHIE	107
BIBLIOGRAPHIE	115

LISTE DES ABREVIATIONS

AG	: Anesthésie générale
AO	: Orthopédique Trauma Association
AO-OTA	: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen Orthopaedic Trauma Association
ATCD	: Antécédents
AVP	: Accident de la Voie Publique
C.H.U	: Centre hospitalier universitaire
Chir	: Chirurgie
FR	: Fracture
HDM	: Histoire de la maladie
HTA	: Hypertension artérielle
MEPS	: Mayo Clinic Elbow Performance Score
Nf.	: Nerf
PL	: Plaque LECESTRE
Post	: postérieur
PV	: Plaque vissée
SOFOT	: Société française de chirurgie orthopédique et traumatologique
TDM	: Tomodensitométrie

INTRODUCTION

Les fractures de la palette humérale (FPH) sont définies comme toute solution de la continuité osseuse siégeant au-dessous de l'insertion du muscle brachiale antérieur.

Ces fractures représentent 0.5 à 2% des fractures de l'adulte et 30% des fractures du coude.

Ils peuvent toucher le sujet jeune suite à des traumatismes de haute énergie avec des complications cutanées et le sujet âgé ostéoporotique suite à un traumatisme banal.

Le diagnostic clinique est aisé dans les fractures totales, parfois méconnu dans les fractures articulaires partielles frontales. Le bilan radiologique, comportant des clichés en traction, fait le diagnostic des fractures totales. Les fractures parcellaires nécessitent le recours à un bilan TDM.

La TDM avec reconstruction 3D a un intérêt particulier dans les fractures articulaires de l'extrémité distale de l'humérus, en raison de la superposition des divers fragments, ce qui permet une analyse fine de la fracture.

Les classifications de l'AO / OTA, de Dubberley sont les plus utilisées pour l'identification lésionnelle et le choix du traitement.

Elles sont souvent articulaires, et de traitement difficile si on ajoute la complexité anatomique de cette région. Pour ces raisons, le traitement orthopédique a été préféré pendant longtemps, mais ses résultats sont toujours insatisfaisants face au traitement chirurgical par ostéosynthèse.

Les objectifs du traitement chirurgical sont :

- ✚ Une reconstruction des surfaces articulaires.
- ✚ Une ostéosynthèse stable qui doit pouvoir autoriser une rééducation immédiate

L'ouverture cutanée est une complication grave, avec des difficultés d'ostéosynthèse en urgence et de moins bons résultats.

Les autres complications sont les raideurs du coude, les pseudarthroses, les cals vicieux, et les ossifications péri articulaires ..;

Nous rapportons dans ce travail les résultats d'une étude de 24 cas de fractures de la palette humérale colligés au service de chirurgie traumatologie orthopédie de l'Hôpital Moulay Ismail à Meknès depuis janvier 2015 jusqu'au janvier 2018

MATERIELS

ET METHODES

I. Matériels :

C'est une étude rétrospective portant sur 24 dossiers de fractures de la palette humérale chez l'adulte, traitées au service de traumatologie orthopédie à l'hôpital Militaire Moulay Ismail Meknès sur une période de 3 ans du 1er Janvier 2015 au 1er janvier 2018.

Les critères d'inclusion étaient :

- La survenue d'une fracture de la palette humérale
- chez un sujet adulte

On a écarté de notre étude les fractures pathologiques et les fractures de la palette humérale chez les patients ayant un dossier médical considéré incomplet pour les impératifs de l'étude.

Le but de notre travail est de :

- Montrer les particularités cliniques, thérapeutiques et évolutives des fractures de la palette humérale.
- Montrer les difficultés de la prise en charge.
- Evaluer les résultats de notre série.

II. METHODES :

Pour chaque patient inclus dans cette série, une fiche d'exploitation a été établie. Les données recueillies portaient sur le profil des patients (âge, sexe, antécédents), le côté atteint, le type de fracture en se basant sur la classification de Muller et Allgower selon l'association d'ostéosynthèse (AO), les lésions associées, l'attitude thérapeutique, le délais opératoire, les complications et le résultat fonctionnel final qui a été obtenu en se basant sur le score de performance de la Mayo Clinic Elbow Performance Score (MEPS).

ATCD Fr de la hanche : Oui Non

ATCD Fr du poignet : Oui Non

- HDM :

Etiologies :

- Chute
- AVP
- Agression
- Autres :

Membre atteint : Droit Gauche

Contexte :

- Fracture isolé
- Lésion associée :
- Fractures homolatérales
- Fracture ouverte
- Atteinte nerveuse
- Atteinte vasculaire

- Examen clinique :

Etat général : GCS : TA : T°C :

Examen locomoteur du bras atteint :

o Inspection :

- Attitude du malade :
- Attitude du malade :
-

Œdème :

- Déformation :
- Ouverture cutanée :
- Signes inflammatoires :
- Lésions vasculaires :
- Lésions nerveuses :

o Palpation :

Mobilité du coude : Non Partielle Totale

Examen du membre controlatéral :

Examen somatique

Reste du bilan lésionnel :

-BILAN RADIOLOGIQUE :

- Radio standard :

Classification l'AO :

Fractures extra-articulaires (type A)

A1 : Fractures épicondyle médial

A2 : Fractures supra-condylienne simple

A3 : Fractures supra-condylienne communitive

Fractures uni condylienne (type B)

B1 : Fractures du condyle médial (incluant la trochlée)

B2 : Fractures du condyle latéral (incluant le capitellum)

B3 : Fractures tangentielles (incluant la trochlée ou le capitellum)

Fractures sus et intercondyliennes (type C)

C1 : Fracture en «Y» ou en «T»

C2 : communitivité supracondylienne

C3 : communitivité articulaire et/ou tassement

- o Scanner :

D2 :

- Coupe sagittale :

- Coupe transversale :

D3 :

- Traitement :

- o Voie d'abord :

- o Type d'ostéosynthèse

- o Etat du cartilage :

- o Geste opératoire

- o Délais opératoire :

- o Complications peropératoire :

Atteinte du nerf ulnaire :

Atteinte du nerf médian :

Atteinte du nerf radial :

- o Durée d'immobilisation :

- Attelle :

- Bandage :

- o ATB + Antalgique :
- o Autres traitements médicaux :
- Suivi :
 - o Délais d'hospitalisation :
 - o Consolidation :
 - Septique :
 - Aseptique :
 - o Complications postopératoires :
 - Infection :
 - Pseudarthrose :
 - Démontage :
 - Fracture de la plaque ou de vis :
 - Migration de vis :
 - Dysesthésie du nerf ulnaire :
 - Cal vicieux :
 - Arthrose du coude :
 - Ankylose :
 - Instabilité :

RESULTATS

I-DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES :

1-Age :

Vingt-quatre patients ont été suivi, avec prédominance chez l'adulte jeune, dont 20 hommes (83,3%) contre 4 femmes (16,6%), la moyenne d'âge globale était de 30,3 ans , avec des extrêmes allant de 18 ans à 76 ans, le tableau I résume la répartition des patients par tranche d'âge.

Tableau 1 : répartition des patients selon l'âge

Tranche d'âge	Nombre	Pourcentage
De 18 à 25 ans	10	41%
De 25 à 35 ans	6	25%
De 35 à 45 ans	4	16%
De 45 et plus	4	16%
TOTAL	24	100%

2-Sexe :

La prédominance masculine était nette, avec 20 hommes (83,3%) contre 4 femmes (16,6%), sexe ratio H/F était de 5. (fig1)

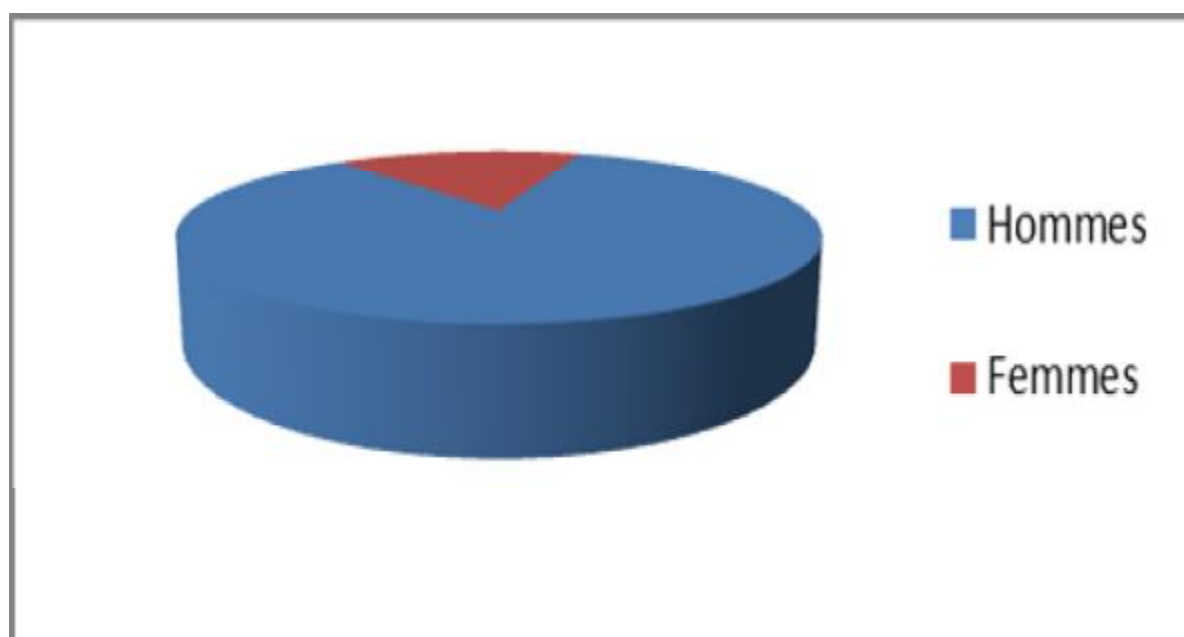


Figure 1 : Répartition des patients selon le sexe

3-Etiologies :

Les chutes constituent la principale cause 19 cas (79%), suivis par les accidents de la voie publique 3 cas (12,5 %) puis les fractures dues à une agression 2 cas (8,3%). (fig2)

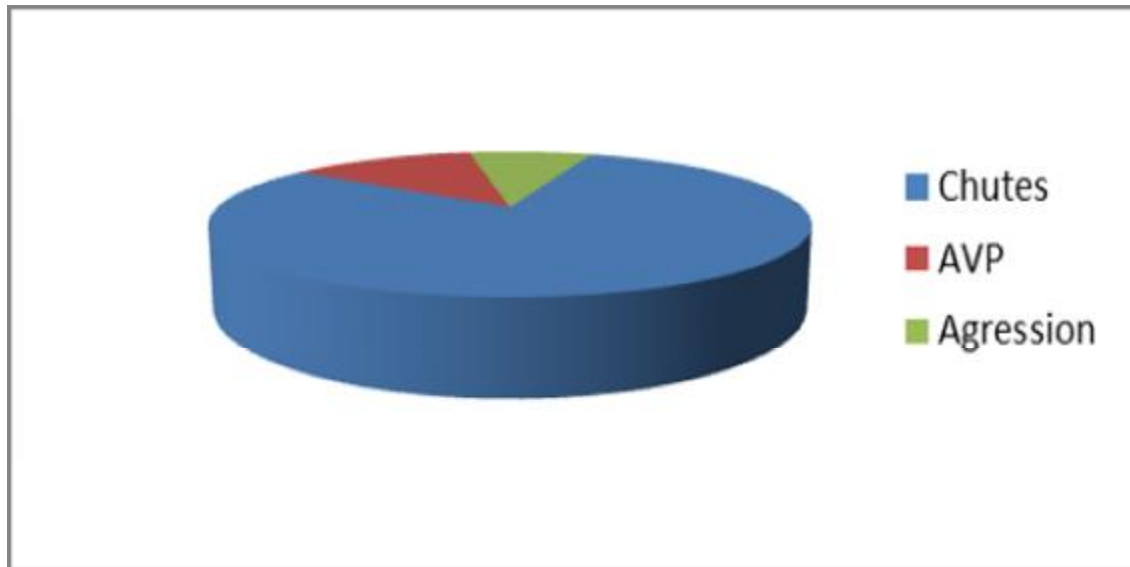


Figure 2 : Répartition des fractures selon l'étiologie

4- Coté atteint :

Les fractures du coude prédominaient à gauche 18 cas (75%) contre 6 cas à droite (25%). (fig3)

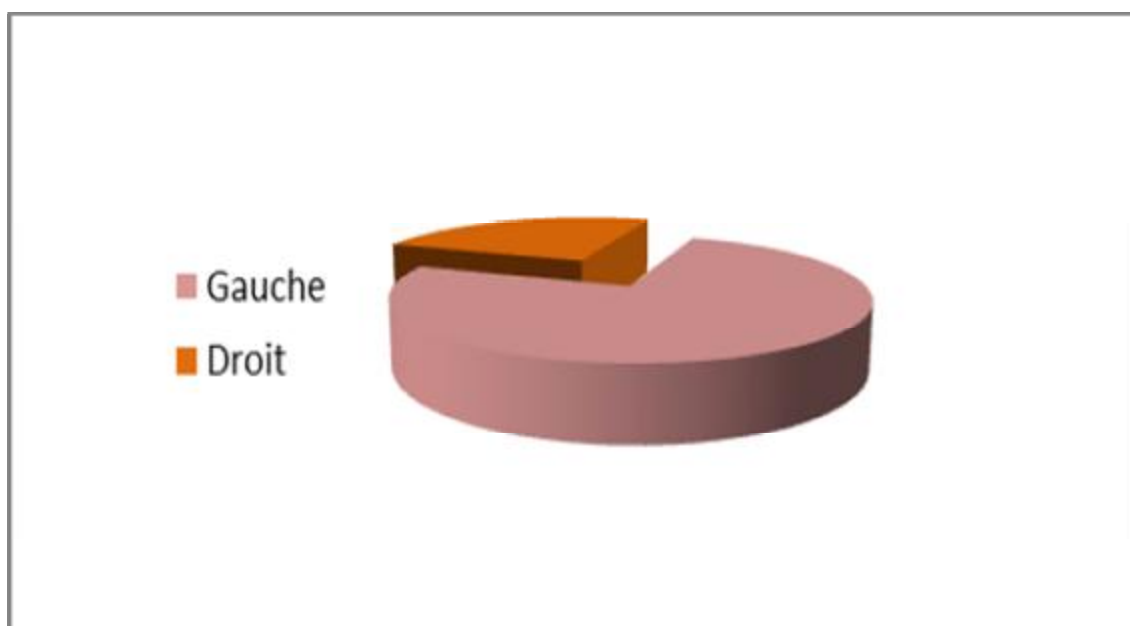


Figure 3 : Répartition des fractures selon le côté atteint

5- Les tares associées :

Six patients avaient des tares associées (tableau 2 ci-dessous)

Tableau 2 : les tares des patients

Antécédents	Nombre de patients	Pourcentage
Aucun	18	75%
Diabète	02	8,3%
HTA	02	8,3%
Cœur	01	4,16%
Tabac	01	4,16%

6- Délais de la consultation :

Quelques heures pour tous les patients, sauf 1 seul patient ayant consulté après 30 jours et qui a traité sa fracture par un traitement traditionnel.

II-Données cliniques

1-Signes fonctionnels

Tous les malades se sont présentés aux urgences avec l'attitude du membre supérieur le coude en semi-flexion à 90°, douleur et impotence fonctionnelle totale du membre atteint.

2- Signes physiques

2-1 Repères anatomiques du coude

Sont souvent de recherche difficile à cause de l'infiltration œdémateuse. On retrouve leur effacement dans la majorité des cas.

2-2 Lésions cutanée

L'ouverture cutanée a été classée selon la classification de couchoix et DUPARC. Elle a été notée chez 10 patients soit 41,6% :

Type I : 8 cas, soit 33,3% des cas.

Type II : 2 cas, soit 8,3% des cas.

2-3 Lésions vasculaires

Nous n'avons relevé aucun cas dans notre série d'atteinte vasculaire

2-4 Lésions nerveuses

Nous avons relevé 1 cas dans notre série de paresthésie du territoire du nerf ulnaire sans atteinte motrice, associé à une fracture type C3.

2-5-Les lésions associées

Fracture isolée chez 19 patients (79,16%), deux avaient une fracture associée du même membre (8,3%) : 1 fracture du col de l'humérus ,1 fracture de l'extrémité inférieure du radius), deux polytraumatisés (8,3%) , 1 cas de luxation du coude associé (4,16%) . (Tableau 3).

Tableau 3 : principales lésions associées

Lésion associée	Nombre	Pourcentage
Aucune	19	79,16%
Autre fracture du même membre	02	8,3%
Polytraumatisme	02	8,3%
Luxation du coude	01	4,16%
TOTAL	24	100,0%

III. Données radiologiques

1- Radiographie standard

Tous nos patients ont bénéficié à leur admission de deux clichés du coude Face et profil. D'autres incidences ont été demandées en fonction des lésions Associées.

1-1 Classification des fractures

Parmi toutes les classifications, nous avons opté pour celle de l'AO qui est la plus utilisée dans la littérature. Elle comprend 3 types selon le siège du trait de fracture :

Tableau 4: Répartition des fractures dans notre série selon la classification de Müller et Allgower (AO)

Type de fracture selon AO	Nombre	Pourcentage
Type A1	02	8,33%
Type A2	02	8,33%
Type A3	02	8,33%
Total type A	06	25%
Type B1	01	4,16%
Type B2	03	12,5%
Type B3	02	8,3%
Total type B	6	25%
Type C1	03	12,50%
Type C2	06	25%
Type C3	03	12,5%
Total C	12	50%
TOTAL	24	100%

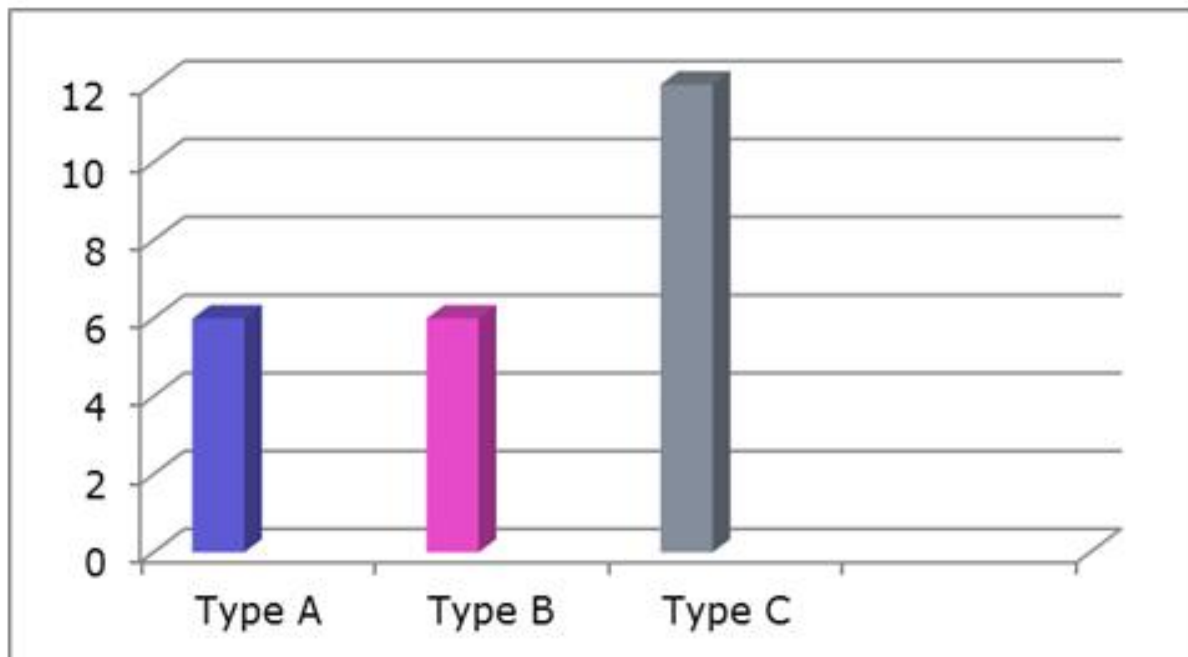


Figure 4: répartition des fractures selon l'AO

2-TDM :

Il a été demandé chez un seul patient dans un contexte D'AVP

IV. Traitement

La moyenne du délai entre traumatisme et traitement était estimée à 7,1 jours avec des extrêmes allant de 0 jour à 22 jours.

1- Type du traitement

La prise en charge de notre série des cas était purement chirurgicale .

2- traitement chirurgical

2-1 Type d'anesthésie

Une anesthésie locorégionale a été réalisée chez cinq patients (détails), tandis que le reste ont été opéré sous anesthésie générale

2-2 installations

- En décubitus latéral controlatéral, membre fracturé sur appuie latéral,
- En décubitus dorsal

2-2 antibioprophylaxie

Systématique chez tous les patients opérés à base d'amoxicilline acide clavulanique.

2-4 garrots pneumatiques

Systématiquement posé à la racine du membre à opérer

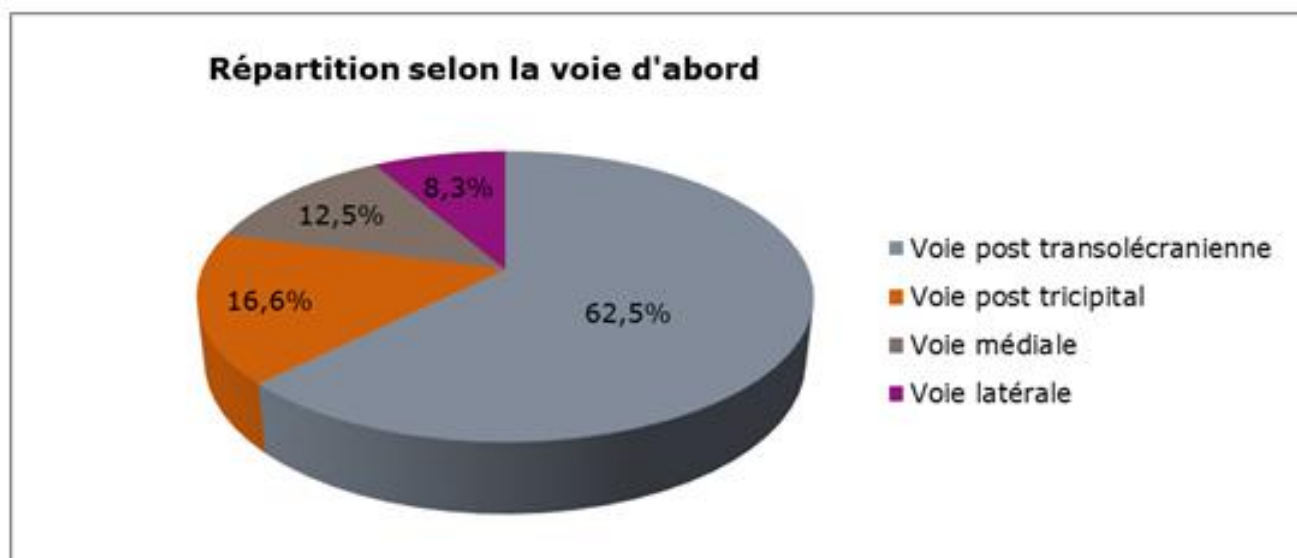
2-5 voies d'abord :

Figure 5 : différentes voies d'abord utilisés dans notre série

On constate que la voie d'abord postérieure en particulier transolécranienne est la plus utilisée dans notre série pour le traitement chirurgical des fractures de la palette humérale.

2-6 types d'ostéosynthèse

2-6-1 Répartition des moyens d'ostéosynthèse en fonction des cas

Sur les 24 cas traités par ostéosynthèse, le montage se répartit comme suit :

Tableau 5 : Répartition en fonction des moyens d'ostéosynthèse

Matériel ostéosynthèse	Nombre de cas	Pourcentage
PL seule	11	45,83%
PL+PV 1/3 tube	4	16,66%
PL+ vissage	0	-
PL+ broches	7	29,16%
Vissage	0	-
Brochage	2	8,33%
Fixateur externe	0	-
Total	24	100 %

2-6-2 Répartition des moyens d'ostéosynthèse en fonction du type anatomopathologique

Tableau 6 : Répartition du matériel d'ostéosynthèse en fonction du type anatomopathologique

Type de fracture	Type A	Type B	Type C
PL seule	5	6	0
PL+PV 1/3 tube	0	2	2
PL+ vissage	-	-	-
PL+broches	1	5	1
Vissage	-	-	-
Brochage	-	1	1
Fixateur externe	-	-	-

2-7 les suites opératoires

Le drainage aspiratif et l'antibioprophylaxie ont été systématiques chez tous les patients. L'immobilisation a été systématique chez tous nos patients, dont la durée ne dépassait pas 30 jours en moyenne.

3- Rééducation

Tous nos patients ont bénéficiés d'une rééducation mais la poursuite d'une telle rééducation était aléatoire du fait des conditions socio-économiques de nos patients.

IV. Complications

1- Les infections :

Dans notre série nous avons observé :

Deux cas d'infection superficielle (dont une chez un patient diabétique) ayant bien évolué sous traitement antibiotique adapté et soins locaux.

2- Démontage :

On n'a pas noté dans notre série aucun cas de démontage

3- Neuropathie :

01 cas de paresthésie post opératoire du nerf ulnaire soit 4,16% des cas, sans déficit moteur, qui a régressé après 6 mois.

4- Raideur du coude :

Dans notre série on a trouvé 06 cas de raideurs soit 25% des cas sachant que le cde est une articulation qui supporte mal l'immobilisation.

Les causes qui peuvent être à l'origine de cette raideur : une immobilisation prolongée, la complexité de la fracture, ou une rééducation mal suivie

5- Cal vicieux :

Deux cas de cal vicieux ont été observé dans notre série.

6- Pseudarthrose :

Aucun cas de pseudarthrose n'a été observé

V. RESULTATS

1- Critères d'évaluation des résultats fonctionnels:

Nous avons utilisé comme critère d'évaluation le score de performance du coude de la mayo-clinic. L'index de performance comprend un score pour la douleur (45 points), pour la mobilité (20 points), pour la stabilité (10 points) et pour l'activité quotidienne (25 points).

Basés sur ce système les résultats fonctionnels sont obtenus en additionnant les points concernant la douleur, la mobilité, la stabilité et la fonction, soit :

Excellents : 90-100 points.

Bons : 75-89 points.

Moyens : 60-74 points.

Mauvais : <60 points.

Tableau 7 : Mayo Clinic Elbow Performance Score.

Fonctions	Points
Douleur (45point)	
Absente	45
Légère	30
Modérée	15
Sévère	0
Arc de mobilité (20 points)	
>100°	20
Entre 100-50°	15
<50°	10
Stabilité (10 points)	
Stable	10
Modérément stable	05
Instable	0
Activité quotidienne (25points)	
Se peigner	5
Main/bouche	5
Toilette	5
Mettre une chemise	5
Mettre des chaussures	5

2-Résultats fonctionnels globaux :

L'évaluation est résumée dans le tableau suivant:

Tableau 8 : résultats de performance du coude dans notre série

Résultats	Nombre	Pourcentage
Excellent	4	16,66%
Bon	12	50%
Moyen	5	20,83%
Mauvais	3	12,5%
TOTAL	24	100%

3-Résultats analytiques :

3-1 Age :

Tableau 9 : Résultats fonctionnels en fonction de l'âge

Résultats	Excellent	Bon	Moyen	Mauvais
L'âge moyen	20.7 ans	46,7ans	45,8 ans	61,4 ans

L'Age moyen de mauvais résultats dans notre série est de 61.4 ans. Ceci est probablement dû au fait que les sujets âgés récupèrent plus difficilement, de plus que les fractures à cet âge sont souvent complexes survenant sur un os fragile

3-2 Association lésionnelle :

Parmi les trois cas de mauvais résultats deux présentaient des lésions associées à type d'ouverture cutanée type I pour un patient et un cas de luxation du coude.

DISCUSSION

Rappel anatomique du coude

I - Introduction

Le coude est un complexe articulaire composé de trois articulations distinctes. Celles-ci permettent deux fonctions essentielles que sont la flexion-extension et la pronation-supination.

Ce chapitre propose un rappel des notions anatomiques générales principalement sur la palette humérale pour mieux étudier la pathologie fracturaire à ce niveau.

II - Anatomie descriptive

Le coude est l'articulation intermédiaire du membre supérieur, unit l'extrémité inférieure de l'humérus et l'extrémité supérieure de l'ulna et du radius

Articulation complexe, elle est composée de trois articulations ayant la même cavité articulaire [1] :

- l'articulation huméro-ulnaire de type ginglyme.
- l'articulation radio -ulnaire de type trochoïde.
- l'articulation huméro-radiale de type sphéroïde.

1- Les surfaces articulaires

1-1- l'extrémité distale de l'humérus

L'extrémité distale de l'humérus ou palette humérale

Elle fait suite à la diaphyse humérale, elle est triangulaire à la coupe, elle possède trois faces : une postérieure, une antéromédiale et une antérolatérale. La face antéromédiale et la face antérolatérale divergent pour former les deux piliers mécaniques de l'extrémité distale humérale (Figure 6) . Ils donnent ainsi la forme caractéristique de la palette en fourche à deux branches asymétriques.

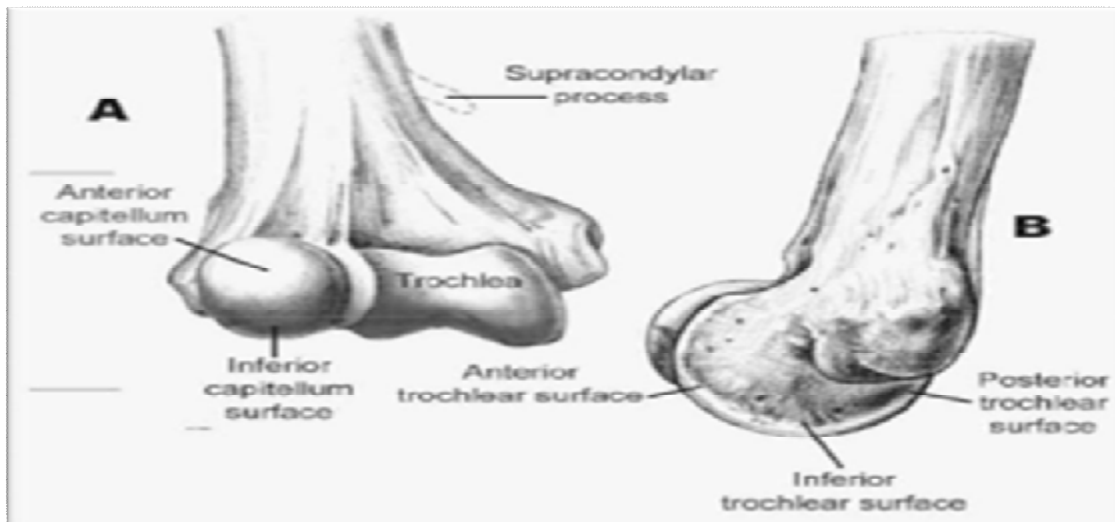


Figure 6 : Vue antérieure A et Profil médial B de la palette humérale. [2]

Le pilier interne est long, étroit et oblique, et se termine par une saillie osseuse appelée épicondyle médial ou épitrochlé, A l'opposé du pilier externe est court, large et vertical et mène à l'épicondyle latéral.

L'épicondyle médial est plus développé et protège dans sa gouttière dorsale, le nerf ulnaire. Il donne insertion aux faisceaux du ligament collatéral médial et à un contingent de muscles fléchisseurs-pronateurs.

L'épicondyle latéral constitue une colonne d'appui pour la cupule radiale et donne insertion à un contingent de muscles extenseurs-supinateurs.

Les deux piliers divergent en formant ainsi une zone de faiblesse centrale pellucide constituée par la fosse olécrânienne en arrière et par les fosses radiale et coronoïdienne en avant.

Entre les deux épicondyles, sommets des piliers, est maintenu le condyle huméral, portion articulaire de l'épiphyse inférieure de l'humérus. Il est composé de deux parties :

Le capitulum, latéral et la trochlée, médiale. La zone capitulo trochléaire correspond à la surface inclinée allant du bord latéral de la trochlée au capitulum et permet l'articulation avec le bord de la fovea radiale.

Le capitulum de l'humérus en forme d'un tiers d'une sphère est orienté en avant et s'articule avec la fossette radiale au cours de la flexion complète de l'avant-bras

La trochlée humérale s'articule avec l'incisure trochléaire de l'ulna en forme de poulie, elle s'enroule autour du bord inférieur de l'épiphyse distale de l'humérus.

Elle présente deux versants ou berges, médiale et latérale, séparés par une gorge.

La berge médiale est plus large et descend plus bas que son homologue latérale : cela détermine une obliquité de l'interligne articulaire latéro-médiale (de l'ordre de 95°) par rapport à la verticale et une torsion dorso-médiale de 5°.

La gorge trochléaire n'est pas orthogonale au fond de la trochlée: verticale en vue antérieure, elle devient oblique en vue inférieure et postérieure et participe au positionnement en valgus de l'avant-bras en extension (figure 7)

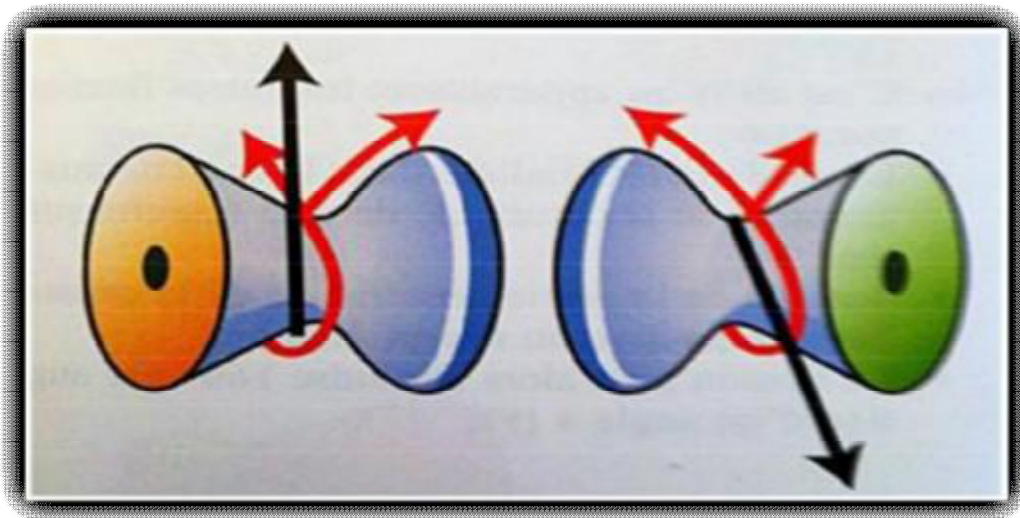


Figure 7 : Vue schématique de la trochlée et de l'axe hélicoïdal de flexion [2]

Sur une coupe sagittale le capitulum présente un arc cartilagineux de l'ordre de 180° et la trochlée un arc de 320° [1.3], cette extrémité est déjetée de 30° et 40° ce qui améliore la flexion [3] (figure 8)



Figure 8 : A-obliquité de l'axe de la trochlée B- l'extrémité distale est déjetée à en avant de 30° [3]

1-2 la tête radiale

La partie proximale du radius, elle s'articule à la fois avec le capitulum et avec l'incisure radiale de l'ulna. L'articulation huméro-radiale est de type sphéroïde.

La tête correspond à un segment de cylindre imparfait, à grosse extrémité médiale. La face supérieure de la tête est excavée, recouverte de cartilage et répond au capitulum. Le rebord médial s'articule avec la zone capitulo-trochléaire. La partie périphérique de la tête radiale répond au ligament annulaire et à l'incisure radiale de l'ulna et forme l'articulation radio-ulnaire proximale qui est de type trochoïde [1].

1-3 L'ulna proximale

L'extrémité proximale de l'ulna est volumineuse. Elle comprend le processus coronoïde et l'olécrane qui forme à eux deux la surface articulaire appelée l'incisure trochléaire. Cette concavité s'articule avec la trochlée humérale en une articulation de type ginglyme.

Elle présente deux versants : latéral et médial séparés par une crête longitudinale mousse qui répond à la gorge trochléenne. Elle présente un sillon transversal sans cartilage à la jonction des surfaces verticales (olécrane) des horizontales (processus coronoïde).

1.4- Repères anatomiques du coude

Trois repères osseux, l'épitrôchlée, l'épicondyle et la pointe de l'olécrane permettent de dessiner un triangle équilatéral (triangle de NEALTON) quand le coude est en flexion de 90°, une ligne droite quand le coude est en extension (ligne de MALGAINE). Ces trois repères sont de recherche clinique systématique devant tout traumatisme du coude (figure 9)

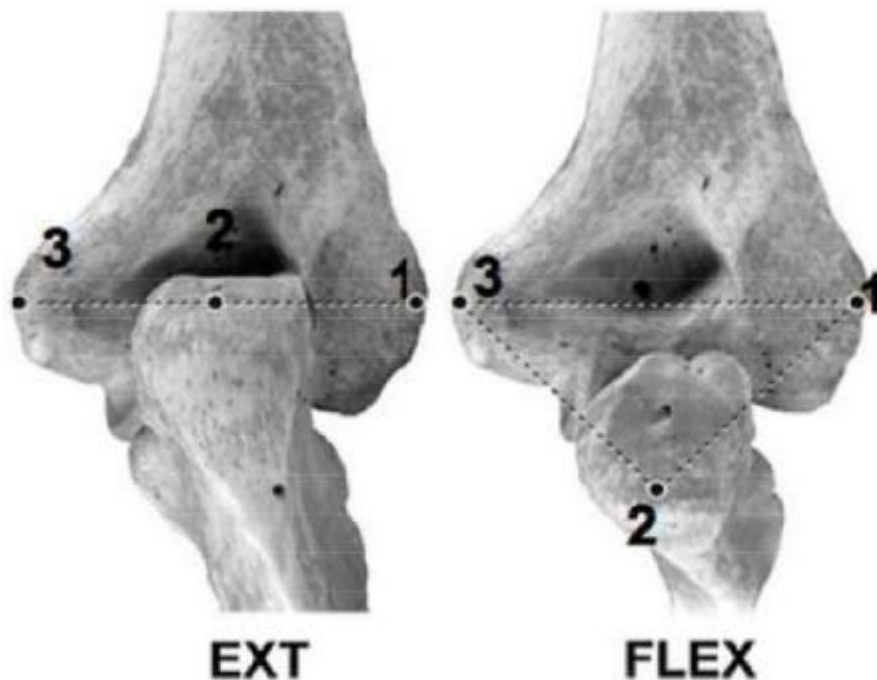


Figure 9 : repères anatomiques du coude en extension et en flexion.

1-l'épicondyle, 2-l'épitrôchlée, et 3- la pointe de l'olécrane [1]

2- Moyens de stabilité

Les moyens de stabilité au niveau du coude sont constitués de :

La forte congruence articulaire (moyen passif de stabilité)

La capsule et les ligaments (moyen passif de stabilité)

Les éléments musculo tendineux (moyen actif de stabilité)

2.1- Capsule articulaire et membrane synoviale (figure 10)

La capsule articulaire forme un manchon fibreux qui englobe les trois extrémités osseuses en s'insérant sur le pourtour de leurs surfaces articulaires respectives

-du coté huméral elle s'insère en avant et en arrière sur le pourtour des trois fossettes, latéralement sur le bord inférieur de l'épitrôchlée et de l'épicondyle

-Du coté ulnaire, sur le bord de la grande cavité sigmoïde et au-dessous de la petite cavité ; très près du cartilage

-Du coté radial, autour du col à quelques millimètres au-dessous de la tête. Cette capsule est interrompue par le ligament annulaire sur les bords duquel elle se fixe. Elle est de structure mince surtout en arrière au niveau de la fossette olécranienne, lâche et peu solide. [4] Elle intervient principalement dans la stabilité du coude en traction lorsque le coude est en extension.

La membrane synoviale revêt la face profonde de la membrane fibreuse et se réfléchit au niveau de ses insertions pour constituer des récessus :

- les récessus radial, coronôidien et olécranien, au niveau des fosses homonymes.
- le récessus annulaire, autour du col du radius.
- et le récessus sacciforme entre le radius et l'ulna.

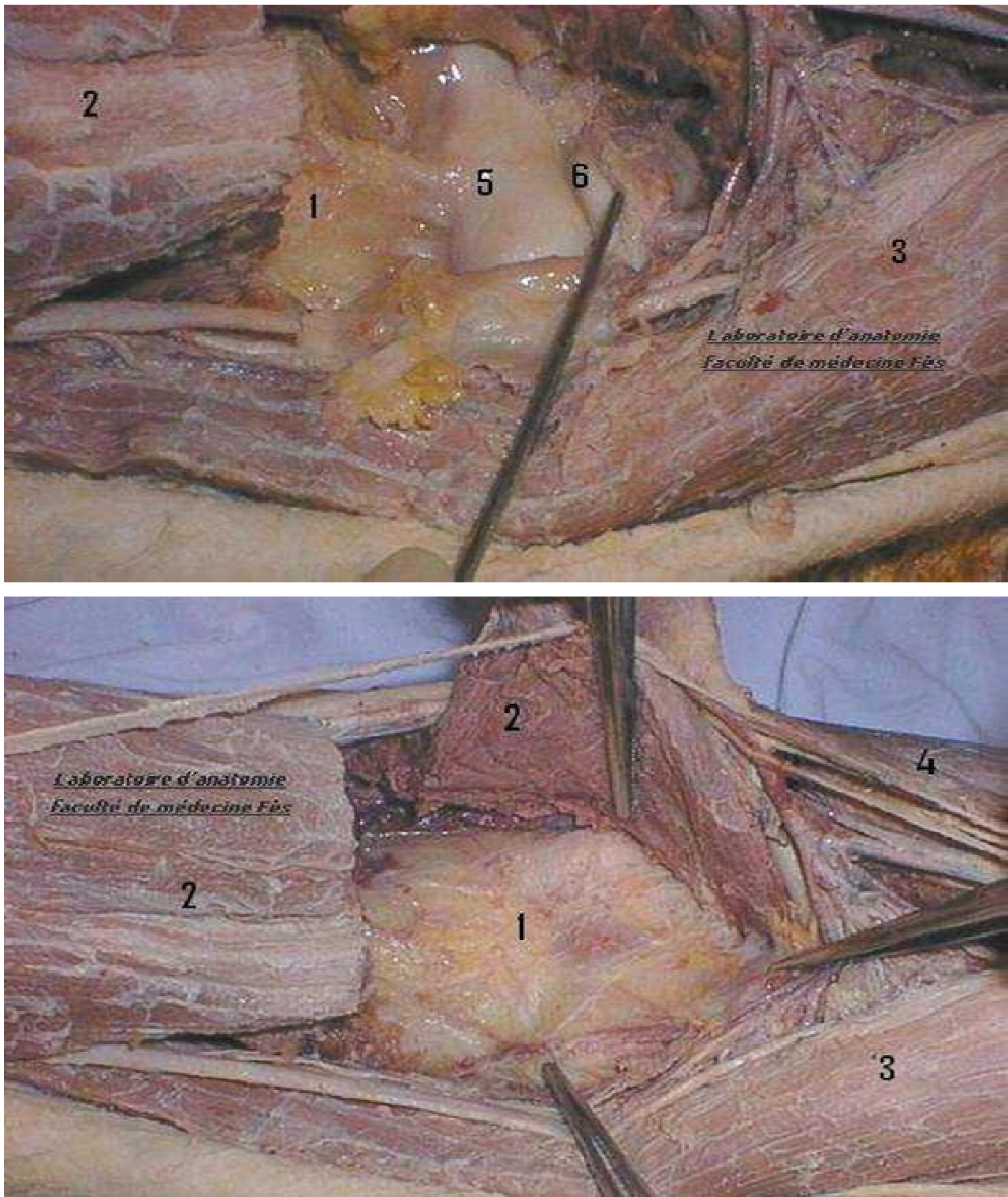


Figure 10 : Capsule articulaire

1-capsule articulaire

3-muscle long supinateur

2-muscle biceps brachial

4-muscle rond pronateur

5-trochlée

6-processus coronoïde

2.2- Structures ligamentaires

Les structures ligamentaires sont plus importantes en dedans et dehors, et représentées principalement par :

2.2.1- Le ligament collatéral médial

Il est composé de 3 faisceaux: antérieur, postérieur et transverse (figur11)

Le faisceau antérieur est la partie la plus importante et la plus résistante [5] du ligament collatéral médial (biomécaniquement). Il peut lui même être subdivisé en 2 parties :

- Un fascicule antérieur extra capsulaire, long, inséré à la face inférieure de l'épicondyle médial jusqu'à la face médiale du processus coronoïde.
- Un fascicule postérieur, intra capsulaire, court, inséré à la partie distale de l'épicondyle médial jusqu'à la face médiale du processus coronoïde le long de l'insertion capsulaire

Le faisceau antérieur se termine au niveau de la partie médiale du processus coronoïde en débordant légèrement sur l'ulna. Il mesure environ 27mm de longueur et 4 à 5 mm d'épaisseur[6]

Le faisceau postérieur du ligament collatéral ulnaire naît de l'épicondyle médial, en position inférieure et postérieure à l'axe de rotation du coude. Il s'étale en éventail sur le bord médial de l'olécrane est tendu en flexion. [7] il mesure 24 mm sur 5-6 mm. Ce faisceau est le plancher du canal dans lequel glisse le nerf ulnaire.

Le faisceau arciforme (de Cooper) est tendu de la coronoïde à l'olécrane ne contribue probablement pas à la stabilité du coude au vu de ses insertions uniquement ulnaires mais contient un grand nombre de récepteurs proprioceptifs. Ils renseignent sur les contraintes d'ouverture de l'incisure trochléaire

Ainsi le ligament collatéral médial via ses différentes parties est constamment tendu au cours de la flexion-extension.

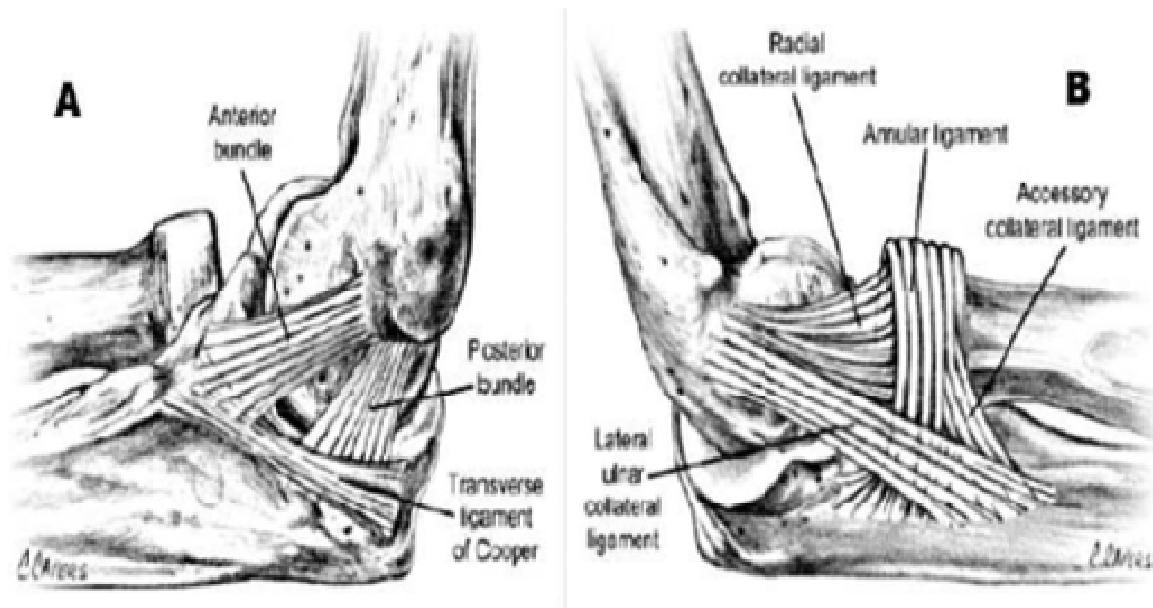


Figure 11: Les plans ligamentaires médiaux (A) et latéraux (B) du coude en vue de profil [7]

2.2.2- Le complexe ligamentaire collatéral latéral

La description anatomique du plan ligamentaire latéral (figure 11) du coude est moins uniforme que celle du ligament collatéral ulnaire [8]. Cependant il est admis qu'il est composé de quatre structures distinctes [9]

- le ligament ulnaire collatéral latéral,
- le ligament annulaire du radius,
- le ligament accessoire collatéral latéral.
- le ligament radial collatéral latéral,

Cette structure ligamentaire doit être décrite comme un « triangle ».

Le ligament radial collatéral latéral ou faisceau antérolatéral débute au niveau de l'épicondyle latéral, ses fibres se mélangent sans distinction avec le ligament annulaire. Il renforce donc la face latérale du ligament annulaire du radius.

Le ligament annulaire du radius, fibrocartilage, représente la base du triangle.

Il est tendu entre les bords antérieurs et postérieurs de l'incisure radiale de l'ulna. Il entoure la tête radiale sans s'y insérer. C'est un stabilisateur du coude aux mouvements du varus et de valgus [10]

Le ligament accessoire collatéral latéral possède une insertion avec des fibres communes à celles du ligament annulaire et se termine sur la crête supinatrice. Sa fonction est la stabilisation de la tête radiale dans son logement lors des mouvements de varus forcés.

Le ligament ulnaire collatéral latéral ou faisceau postérieur est composé de deux parties [11]

-une première partie s'insère sur l'épicondyle latéral et va jusqu'au ligament annulaire où ses fibres se confondent avec lui. [12.13]

-La deuxième partie débute au ligament annulaire et se poursuit jusqu'à la crête du muscle supinateur. Il est recouvert par le muscle anconé dont le rôle stabilisateur dynamique postéro- latéral et organe proprioceptif semblent être sous-estimés.

Ce ligament est le stabilisateur latéral principal de l'articulation huméro-ulnaire. Il contribue fortement à la stabilité du coude dans les mouvements rotatoires et en varus.

3- Rapports musculaires et vasculo-nerveux:

3.1-Rapports musculaires:

Ils peuvent être subdivisés en deux groupes : groupe de muscles fléchisseurs et extenseurs et groupe des muscles latéraux :

3.1.1- Fléchisseurs et extenseurs:

En avant,

Le muscle long biceps brachial à rôle essentiellement fléchisseur de de l'avant-bras et supinateur si la main est en pronation.

Le brachiale antérieur prend son origine au niveau des moitiés inférieures des faces interne et externe de l'humérus et passe en avant du coude, il est le brachiateur par excellence. Il agit en flexion quel que soit le mode d'activité ou le placement de l'articulation de plus c'est un protecteur antérieur large et efficace. [3]

En arrière,

la lame aponévrotique distale du triceps recouvre seule la palette humérale outre sa fonction d'extenseur puissant surtout entre 30° et 40° de flexion, Berthe lui attribue un rôle pronateur et souligne le rôle de son volume dans la poutre composite du bras.

L'anconé recouvre la partie postérieure et distale du condyle latéral mais il est en continuité fonctionnelle avec le triceps avec lequel il partage l'innervation.

3.1.2- Les muscles latéraux

Ils sont essentiellement moteurs du poignet et de la main.

Ils sont représentés par les épicondyliens (médiaux et latéraux), et des muscles latéraux.

En dehors, ils s'insèrent très haut sur la colonne externe, essentiellement sur le versant antérieur de son arête.

En dedans, les insertions se font sur le condyle médial et ne remontent pas sur le bord interne de l'humérus.

Des deux côtés, ces muscles influencent le comportement du poignet, en rapport avec le coude de finesse. Parmi ces muscles, le brachio radial a un rôle doublement particulier : il ramène l'avant-bras en pronosupination intermédiaire et il est actif en flexion proximo-distale.



FIGURE 12 : VUE ANTERIEURE.FIGURE 5 : VUE POSTERIEURE.

- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1- Muscle biceps brachial. | 6- Veine basilique |
| 2- Muscle long supinateur. | 7- Muscle triceps. |
| 3- Muscles épitrochléens . | 8- Olécrane |
| 4- Rond pronateur.. | 9- Epitrochlée |
| 5- Veine céphalique. | 10- Nerf cubital |

Les rapports musculaires de la région du coude (figure 12)

3.2-Rapports vasculo-nerveux:

▼ En avant, se trouve :

-la gouttière bicipitale interne entre le biceps en dehors et les épi trochléens en dedans. Elle comporte l'artère humérale qui fait suite à l'artère axillaire et se divise au niveau du pli du coude en artère radiale et cubitale, en plus du tronc des récurrentes cubitales qui donne les récurrentes cubitales antérieures montant vers l'épi trochlée et les postérieures destinées à la région olécrânienne. Le nerf médian, quant à lui, chemine en dedans de l'artère humérale.

-La gouttière bicipitale externe est située entre le biceps en dedans et les épicondyliens en dehors elle contient la bifurcation du nerf radial

L'une antérieure sensitive et l'autre postérieure motrice ainsi que le nerf musculo-cutané. D'autant plus que l'artère humérale profonde et ses deux veines et l'artère récurrente radiale antérieure et ses deux veines.

▼ En arrière,

Et du côté interne, se trouve la gouttière épitrochléo-olécranienne où passe le nerf cubital qui accompagne l'artère collatérale latérale interne dans tout son trajet. Il est appliqué sur la face postérieure de la cloison intermusculaire interne, descend entre le muscle vaste interne et l'extrémité supérieure du muscle cubital antérieur, s'engage enfin au-dessus du cubital antérieur avant de passer dans la région antérieure de l'avant-bras.

La vascularisation est assurée par trois branches descendantes: l'artère humérale profonde, l'artère collatérale interne supérieure et inférieure. Les branches ascendantes comprennent les deux artères récurrentes cubitale et radiale postérieures.

Tous ces éléments restent à distance de la palette humérale sauf le nerf cubital qui, étant sous la peau, au contact de l'épicondyle médial représente le rapport anatomique chirurgical le plus important qui doit être toujours repéré et évité.

III-Anatomie fonctionnelle

1- Le rôle fonctionnel du coude

Le coude constitue l'articulation intermédiaire entre le bras et l'avant-bras et permet d'orienter dans l'espace son extrémité active qui est la main, on lui distingue deux fonctions séparées :

-La flexion extension qui impliquent 2 articulations.

L'articulation huméro-ulnaire et huméro-radiale ; elle a un rôle de rapprochement et d'éloignement de la main par rapport au corps

-La pronation-supination (rotation axiale) qui concerne l'articulation radio-ulnaire proximale. Elle a un rôle dans l'orientation de la paume de la main dans l'espace.

La mobilité du coude est essentiellement associative, Liée à l'épaule où à la main, Son exploration est donc de l'ordre fonctionnel[3]

2- Le valgus physiologique

On définit le valgus physiologique <carrying angle > par l'angle formé dans le plan frontal entre l'axe du bras et l'axe de l'avant-bras comme représenté dans la (figure13)[1.3.18.19].

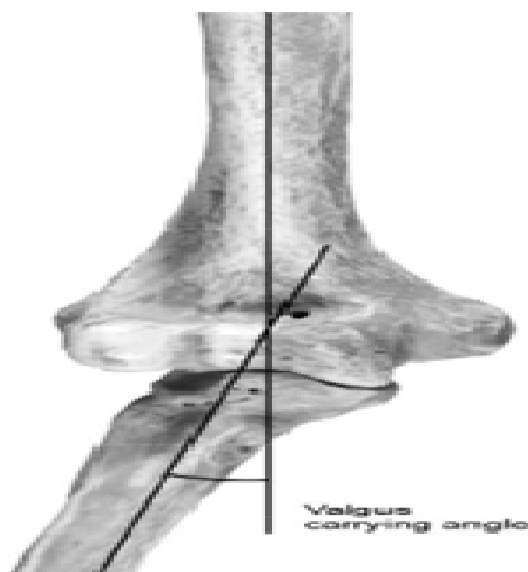


Figure 13: Le valgus physiologique du coude

Ceci est dû à l'orientation de la gorge qui n'est pas strictement verticalement effet celle-ci est verticale sur une vue antérieure et oblique en bas et en dehors sur une vue postérieure. Il en résulte qu'en extension complète l'avant-bras se porte en valgus alors que lors de la flexion celui-ci vient se projeter en dedans du bras

Il existe donc un mouvement de varus valgus lors de la flexion extension du coude. Le valgus physiologique est variable de 9 à 14°, plus important chez la femme (15°) que chez l'homme (11°)

3- La mobilité du coude

3.1- La flexion extension

3.1.1- Les amplitudes articulaire

L'extension complète est de 0°. Au-delà on parle d'hyper-extension (5°à10°), la limitation de l'extension est déterminée par

-Le contact de l'olécrane dans la fossette olécranienne La mise en tension de la capsule articulaire antérieure et des faisceaux antérieurs des ligaments collatéraux.

La flexion complète passive est de 160°. La flexion complète active est de 140°, limitée par :

- ✓ Si elle est active, par le contact des masses musculaires antérieures brachiales et antébrachiales, durcies par la contraction volontaire.
- ✓ Si elle est passive ses mêmes masses musculaires peuvent s'écraser au-delà là de 145°

Il reste donc :

- La butée de la tête radiale et du processus coronoïde
- La tension de la capsule postérieure et des faisceaux postérieurs des ligaments collatéraux

- La tension passive du muscle triceps [18].

Il existe une notion de secteur minimum de flexion extension (entre 70 et 100°), de secteur utile (entre 30 et 130°) et secteur de « luxe » (entre 0 et 30° et entre 130 et 140°) [19].

3.1.2- l'axe de flexion-extension

Schématiquement l'articulation du coude peut être considéré comme une charnière. En effet, le mouvement de flexion extension du coude est une rotation de l'olécrane autour de la trochlée, selon un axe

Un prérequis pour comprendre la biomécanique du coude est de connaître la position de l'axe de flexion-extension du coude autrement appelé axe de rotation.

Initialement l'axe de rotation du coude est considéré comme fixe [3.15] correspondait approximativement à l'axe passant par le centre de la trochlée et par le centre du capitellum et se projetant distalement et ventralement aux deux épicondyles.

En réalité l'axe de rotation n'est pas fixe le déplacement des surfaces articulaires associe un mouvement de glissement et de roulement, en particulier dans les mouvements extrêmes .Cet axe est qualifié de « screw displacement axes » SDA. [20]En découle donc une succession d'axes instantanés de rotation qui changent d'orientation et de position pendant le mouvement de flexion (Figure14).

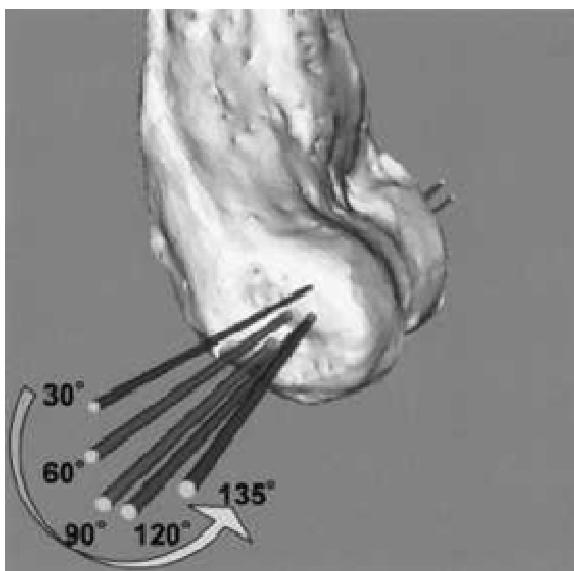


Fig.14 : Le point de l'axe de rotation moyen sur le condyle latéral se présente un mouvement

anti-horaire. Il se déplace d'abord vers l'avant entre 0° et 60° puis revient en arrière.

ce mouvement de Flexion-extension extrême[16] n'est pas guidé uniquement par la géométrie des surfaces articulaires mais est aussi sous la dépendance des muscles, des ligaments et de la capsule articulaire.

3.1.3- Les muscles moteurs de la flexion extension

La flexion du coude est sous la dépendance de 3 muscles principaux :

- Le muscle biceps brachial
- Le muscle brachial
- Le muscle brachioradial

Il existe des muscles fléchisseurs accessoires représentés par les épicondyliens médiaux.

L'extension du coude est due essentiellement à l'action du

- triceps brachial.
- L'anconé
- Et les épicondyliens latéraux ne jouent qu'un rôle accessoire

3.2- La pronation supination

La pronation-supination est le mouvement de rotation de l'avant-bras autour d'un axe globalement longitudinale

Ce mouvement est possible grâce à la mise en jeu de l'articulation radio-ulnaire proximale et l'articulation radio- ulnaire distale, solidaires entre elles par la membrane interosseuse antébrachiale.

La pronation-supination s'étudie coude au corps fléchi à 90°.

On définit la position neutre comme une pronation supination à 0° c'est-à-dire pouce orienté vers le haut.

La pronation est réalisée lorsque la paume de la main est dirigée vers le bas, pouce en dedans. Son amplitude est de 85° [16,19].

La supination est réalisée lorsque la paume de la main est dirigée vers le haut, pouce en dehors. Son amplitude est de 90° [16, 18].

Un déficit en pronation peut être compensé par l'articulation scapulo-humérale

Il existe une notion de secteur fonctionnel utile de 50° en pronation et 50° en supination.

3.3-Mouvement de latéralité

Le coude permet aussi des mouvements de latéralité dans le plan frontal ainsi que des mouvements de rotation axiale. Réduits et passifs, ces mouvements s'observent surtout que le coude est en légère flexion. Ils sont limités par les ligaments collatéraux.

4- La stabilité du coude

La stabilité du coude est assurée par des éléments dynamiques et statiques.

Les éléments statiques sont représentés par les structures anatomiques osseuses, olécrâne, coronoïde et tête radiale, mais également par les structures ligamentaires surtout le ligament collatéral latéral ulnaire et le faisceau antérieur du ligament collatéral médial.

Les éléments dynamiques sont représentés par les muscles péri articulaires : les muscles triceps brachial, biceps brachial et brachial antérieur pour la stabilité antéropostérieure, les fléchisseurs et pronateurs pour la stabilité en valgus, les épicondyliens latéraux pour la stabilité postéro-latérale et enfin l'anconé pour la stabilité en varus.

Tous ces éléments anatomiques assurant la stabilité de l'articulation sont interdépendants et complémentaires

Ring et Jupiter décrivent quatre colonnes (antérieure, postérieure, médiale et latérale) qui sont reliées entre elles pour former un anneau stabilisant autour de l'articulation du coude [21]

La colonne antérieure comprend le processus coronoïde, la tête radiale, la capsule antérieure, le muscle brachial. Le processus coronoïde joue un rôle fondamental.

Des études cadavériques ont montré qu'en l'absence de tête radiale l'excision de 30% de la hauteur de la coronoïde entraînait une luxation du coude même si les ligaments collatéraux étaient intacts [22]. Même de fines avulsions de la coronoïde peuvent provoquer des instabilités marquées du fait de lésions associées d'éléments tels que la capsule articulaire antérieure, le faisceau antéromédial du ligament collatéral médial et le muscle brachial antérieur.

La colonne postérieure comprend le processus olécrânien, la capsule postérieure, le muscle triceps brachial. Ainsi, la résistance au valgus est diminuée de 50% qu'on excise 25% de l'olécrane. La résistance au varus diminue lorsque plus de 50% de l'olécrane est excisé. La restitution de l'échancrure trochléenne permet d'obtenir 55% de la résistance du coude au stress en varus en extension et 75 % quand le coude est fléchi à 90° [23].

La colonne médiale est constituée du ligament collatéral médial, du processus coronoidien, du condyle et de l'épicondyle médiaux de l'humérus distal. Le faisceau antérieur du ligament collatéral médial est le plus important stabilisateur du stress en valgus. Il s'insère à 18mm du sommet de l'apophyse coronoïde sur le tubercule sublime et agit en synergie avec la tête radiale pour assurer la stabilité en valgus [24].

La colonne latérale est composée de la tête radiale, du capitulum et du ligament collatéral latéral. La stabilité postéro latérale est principalement assurée par le faisceau ulnaire du ligament latéral qui agit en synergie avec le processus coronoïde et la tête radiale. Ainsi, dans les lésions en varus, le ligament collatéral latéral agit en synergie avec la face antéromédiale du processus coronoïde.

Données épidémiologiques

I – Age

L'Age moyen dans notre série est comparable à celui des autres séries nationales. par contre, l'âge moyen des séries étrangères est plus avancé.

Cela peut être expliqué par l'espérance de vie prolongée chez la population européenne et l'augmentation du pourcentage des personnes âgées dans la population générale

Tableau 10 : Extrêmes et moyennes d'âge selon la littérature

Auteur	Nombre de cas	Age Extrême	Age moyen
Manueddu [33]	30	20-85	56.1
Elhage [34]	55	15-84	44.7
Lahrach [35]	62	17-80	36
Bouabid [36]	45	17-69	31
Saragaglia [37]	74	16-95	55.5
Schmidt [38]	45	14-87	50

II - Sexe

Nous constatons que la prédominance est masculine pour toutes les séries nationales. Alors que pour les séries étrangères la répartition change d'une étude à l'autre.

Tableau 11 : Répartition du sexe selon la littérature

Auteur	Nombre de cas	Hommes (%)	Femmes (%)
Saragaglia	74	59.5	40.5
Manueddu	30	46.6	53.4
Elhage	55	60	40
Kanthan [39]	16	04	12
Bouabid	45	77.8	22.2
Lahrach	62	71	29

III - Côté atteint

Nos résultats concernant le coté le plus atteint se concordent avec ceux des séries sus décrites. Le coté gauche est le plus atteint.

Tableau 12 : Répartition du côté atteint selon la littérature.

Auteur	Nombre de cas	Côté gauche%	Côté droit %
Manueddu	30	56.66	43.34
Pajarinen [40]	21	42.86	57.14
Lahrach	62	68	32
Bouabid	45	58	42

IV- Mécanisme lésionnel

Le mécanisme est parfois difficile à préciser.

Les fractures supra condyliennes chez l'adulte sont surtout le fait d'une contrainte en flexion : choc direct sur la palette, choc sur le coude en fléchi. La physiopathologie du trait inter condylien est mal élucidée : rôle de l'apophyse coronoïde selon Watson Jones, percussion par l'olécrane pour Madelung [41]. Les fractures de hahn-steinthal sont le fait d'une chute sur le talon de la main, coude vers 30° de flexion. la tête radiale vient alors percuter le condyle ; emportant également un fragment de trochlée selon la position de l'avant-bras

V. Etiologies

Différentes circonstances peuvent être à l'origine du traumatisme :

- chute sur la main ou le coude d'une hauteur élevée chez le jeune, et de la hauteur de taille chez les personnes âgées ostéoporotiques ;
- accident de la voie publique surtout les accidents de moto ou de bicyclette ;
- accident de sport ;
- agression par coup de bâton ou de pierre au niveau du coude ; ou accident balistique.

Le tableau suivant présente les circonstances du traumatisme trouvées dans notre série et celles de la littérature.

Tableau 13 : circonstances du traumatisme selon la littérature

Série	nombre de cas	Chute%	AVP%	Autres %
Elhage	55	42	52.7	5.3
Kanthan	16	81	19	-
Kaiser [42]	22	90	10	-
Bouabide	45	64.4	17.8	17.8
Hachimi [43]	33	79	12	9

En comparant les données des différentes études, on note que les circonstances de survenue varient d'une étude à l'autre. Cependant la fréquence des chutes comme cause des fractures de la palette humérale est évidente, ce qui est en accord avec les résultats de notre série

Etude anatomopathologique

Plusieurs classifications, dont aucune ne parvient à faire la synthèse des critères anatomiques, pronostiques et thérapeutiques, nous avons opté pour la classification de Müller et Allogower selon l'association d'ostéosynthèse (AO) qui est la plus indiquée actuellement.

1-Classification AO -OTA (200 7)

La classification de l'AO -OTA [42,43] (Arbeitsgemeinschaft für Ostéosynthèse fragen Orthopaedic Trauma Association)

Distingue trois groupes de fractures A, B, et C :

A : Extra-articulaire

B : Partielle

C : Articulaire

Ces trois types sont eux-mêmes divisés en 3 sous-groupes (1, 2 et 3) selon le trait de fracture et la comminution.

Les fractures du groupe A sont subdivisées en

A1 : fracture épicondyle médial.

A2 : fracture supra-condylienne simple.

A3 : fracture supra-condylienne comminutive.

Les fractures du groupe B sont subdivisées en :

B1 : fracture latéral

B2 : fracture médiale

B3 : fracture frontale.

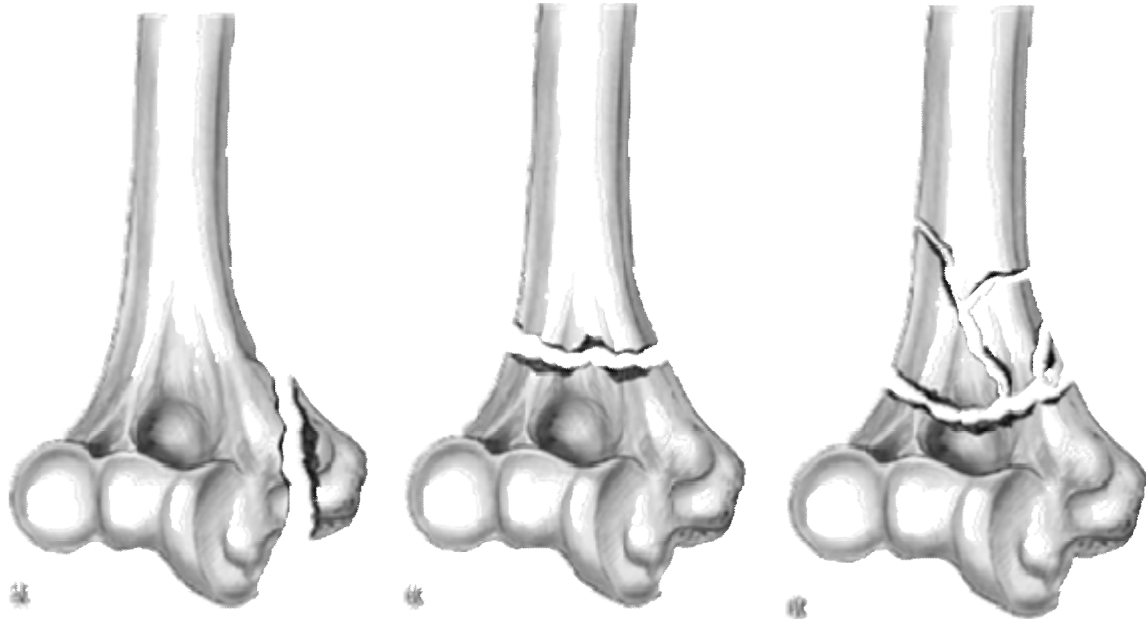
Les fractures du groupe C sont subdivisées en :

C1 : fracture condyloire simple et supracondyloire simple,

C2 : fracture condyloire simple et supracondyloire complexe

C3 : fracture condyloire complexe et supracondyloire complexe.

Chaque sous-groupes est à nouveau subdivise ceci permet d'aboutir à 61 types de fractures différentes (Fig.15).



Fracture A1

Fracture A2

Fracture A3

Fracture Extra-articulaire type A

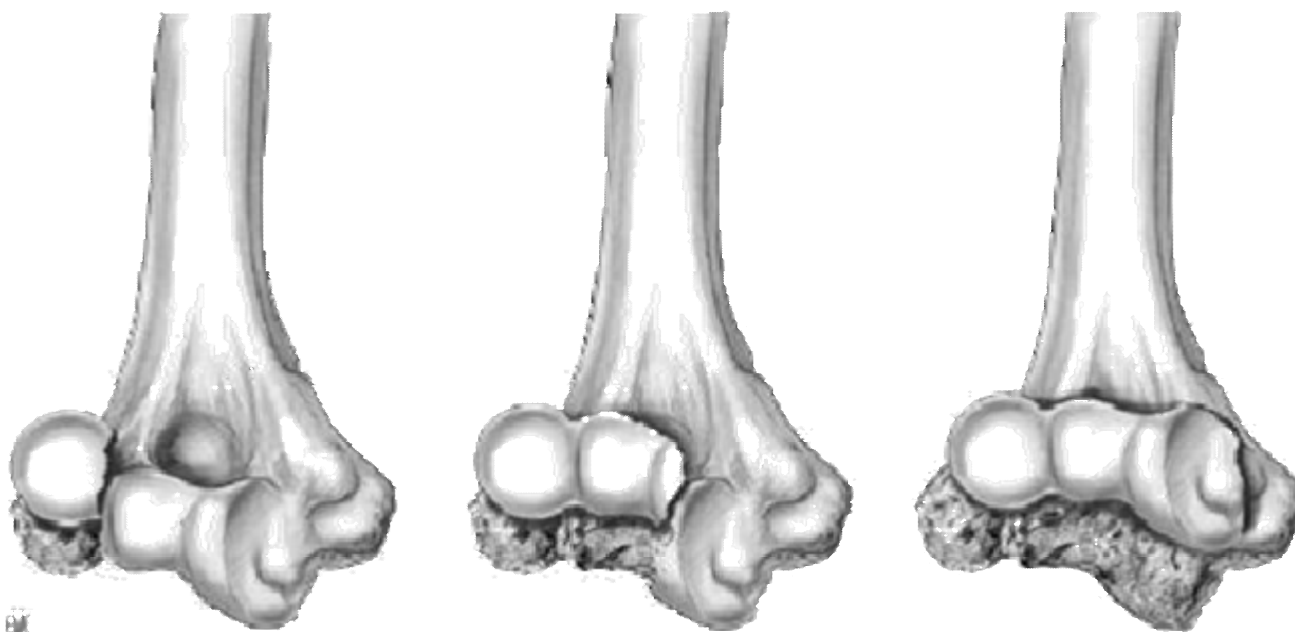


Fracture B1

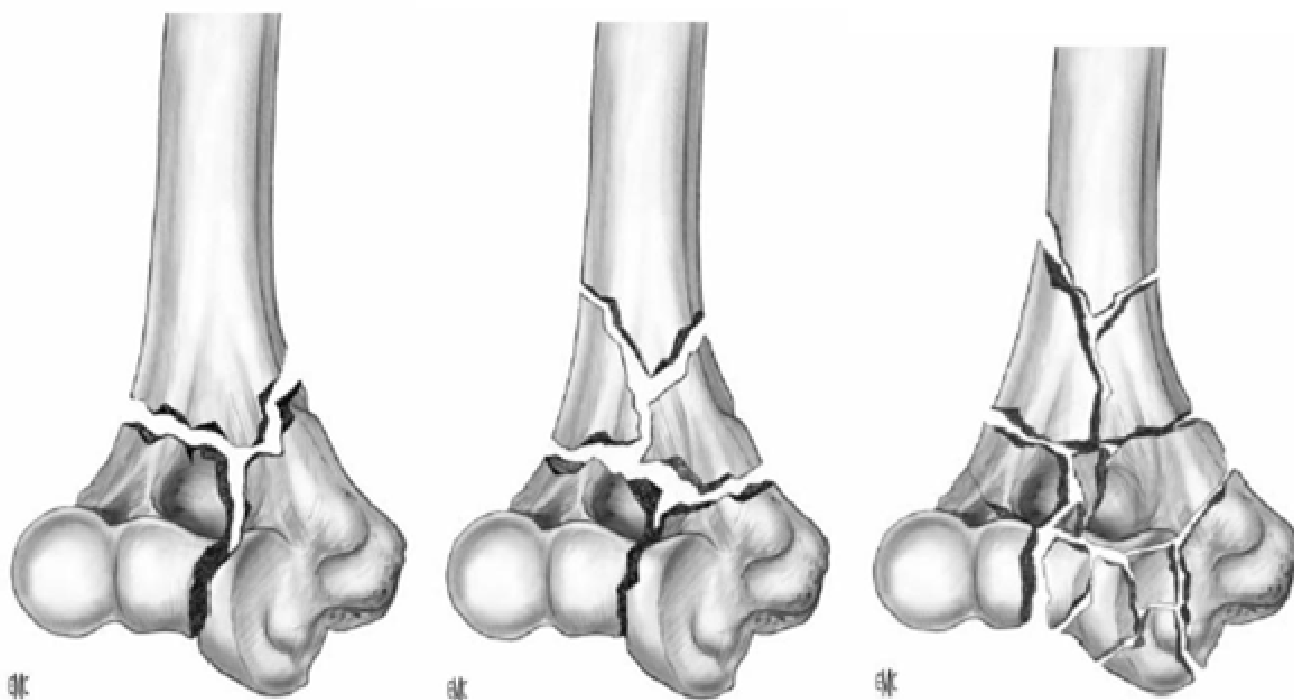
Fracture B2

Fracture B3

Fracture uni-condylienne type B



Différents types des Fractures type B



Fracture C1

Fracture C2

Fracture C3

Fractures sus et inter condyliennes de type C

Figure 15 : classifications de Muller et allgower

2-Autres classifications

2-1 Classification de Riseborough et Radin : (fractures sus et inter condyliennes)

Cette classification s'intéresse aux fractures articulaires inter condyliennes type T.[44]

Elle décrit quatre types de fractures (figure16) :

Type 1 : Fractures avec fragments non déplacés.

Type 2 : Fractures inter condyliennes avec séparation de la trochlée et du capitulum sans composante rotatoire frontale.

Type 3 : Fractures inter condyliennes avec composante rotatoire dans le déplacement des Fragments

Type 4 : Fractures inter condyliennes avec comminution importante de la surface articulaire et déplacement important des fragments condyliens

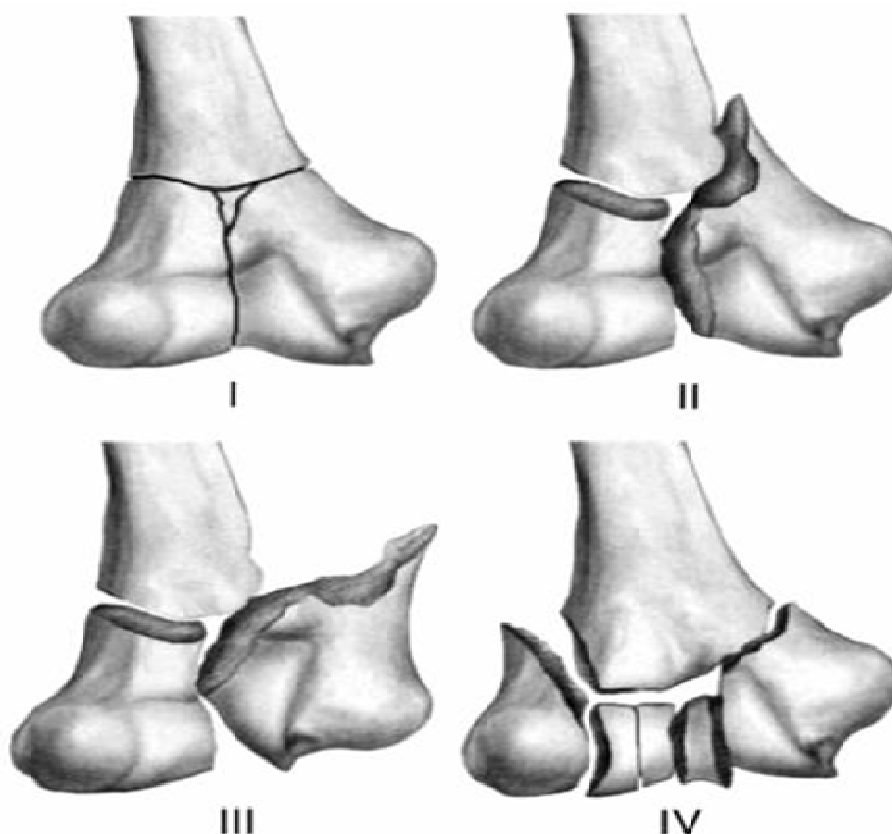


Figure 16 :Classification de Riseborough et Radin

2-2 Classification de la S.O.F.C.O.T de Lecestre (1979): [45 ; 46]

En France, les lésions ont été habituellement rapportées au schéma de la table ronde de la SOFCOT en 1979.

Elles distinguent trois grands groupes :

- Les fractures totales :

- ü Fracture supra condylienne.

- ü Fracture sus et inter condyliennes.

- Les fractures parcellaires à trait sagittal :

- ü Fracture sagitto latérale extra articulaire (épicondyle latéral).

- ü Fracture sagitto-médiale extra articulaire (épicondyle médial).

- ü Fracture sagitti-latérale articulaire (condyle latéral).

- ü Fracture sagitto-médiale articulaire (condyle médial).

- Les fractures parcellaires à trait frontal :

- ü Fracture du capitulum.

- ü Fracture du capitulum et de la zone conoïde emportant la partie latérale de la trochlée (Hahn steinthal).

- ü Fracture dia condylienne (Kocher).

Au total, la classification AO des fractures de la palette humérale parait à quelques détails près ; exhaustive ; facilement mémorisable et d'intérêt pronostique.



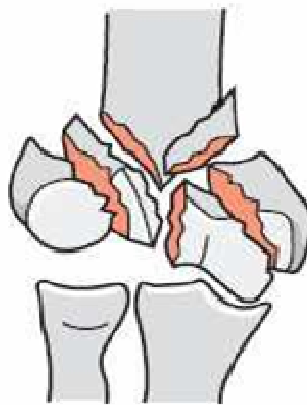
Fracture supracondylienne



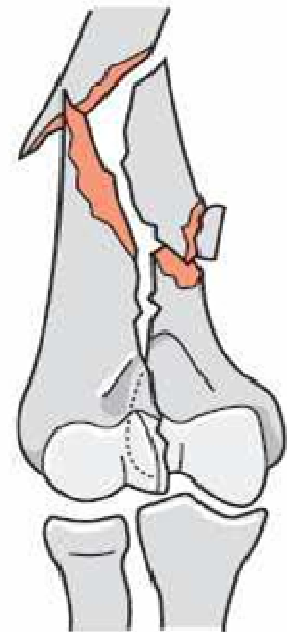
fracture du condyle latéral et du condyle médial



Fracture sus et Inter condylienne simple

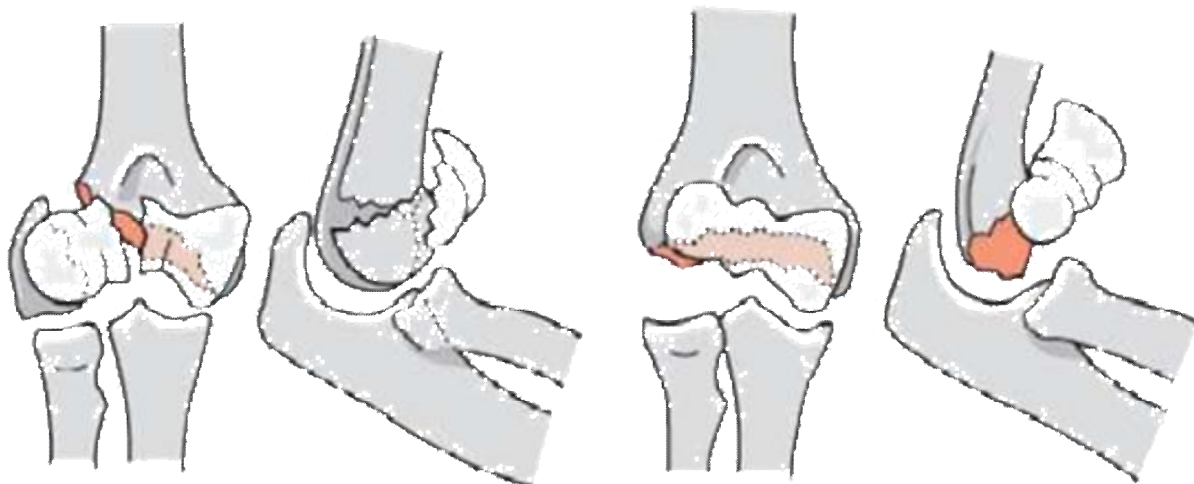


fracture sus et inter Condylienne comminutive



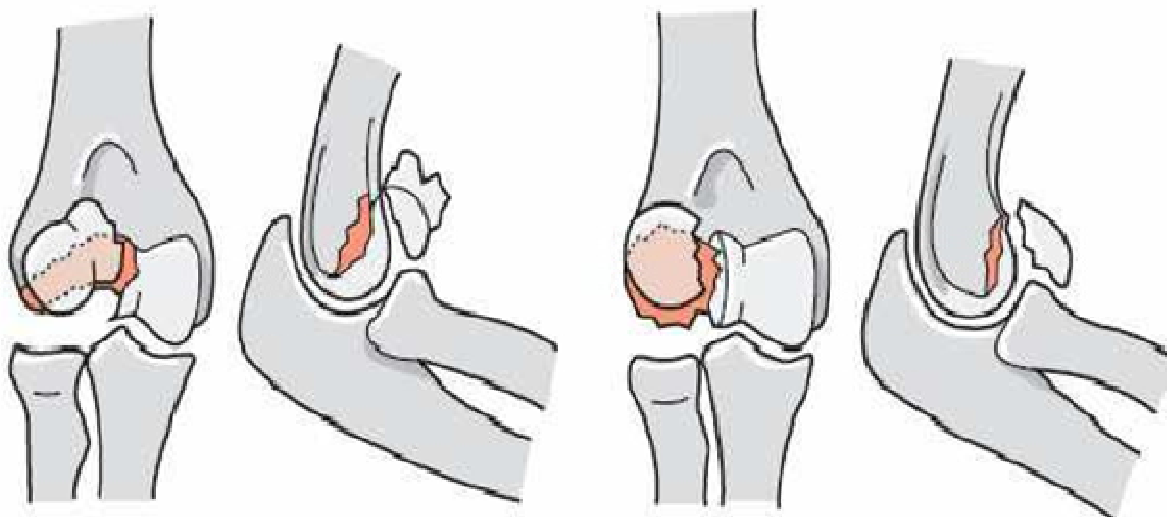
fracture épiphysodiaphysaire

Les fractures totales



Fracture dia-
columnaire
de face et profil

Fracture dia-condylienne de Kocher
de face et profil



Fractures de hahn-stenthal
De face et de profil

fractures du capitulum de
face et de profil

Les fractures parcellaires à trait frontal

Figure 17 :Classification de SOFCOT

2-3-Classification de Mehne et Matta (1992) [47;48]

Cette classification a été rapportée par Jupiter et Mehne [47;48] en se basant sur la visualisation des fractures en peropératoire.

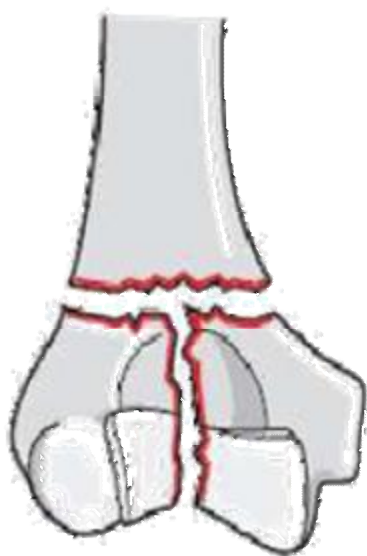
Ils font la distinction entre trois types de fractures : extra-articulaire, extra-articulaire mais intra-capsulaire et intra-articulaire.

La distinction est aussi faite avec la direction du trait : en T, en Y, en H et en _ avec la hauteur de celui-ci.

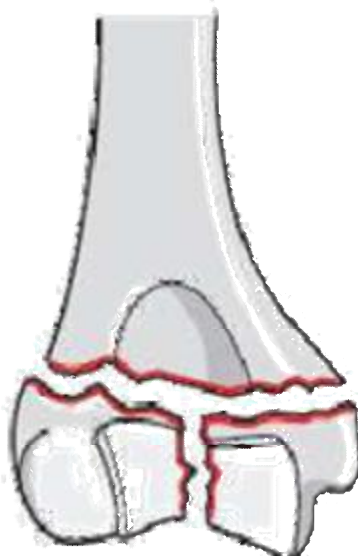
Cette classification distingue donc 22 types différents (Fig.18).

Cette classification présente un intérêt majeur car elle facilite la planification opératoire et la réalisation de la fixation interne puisqu'elle prend en compte la hauteur de l'atteinte des colonnes. Mais elle est peu intuitive et surtout elle ne prend pas en compte les fractures dont le trait siège dans plusieurs plans y compris le plan frontal [49].

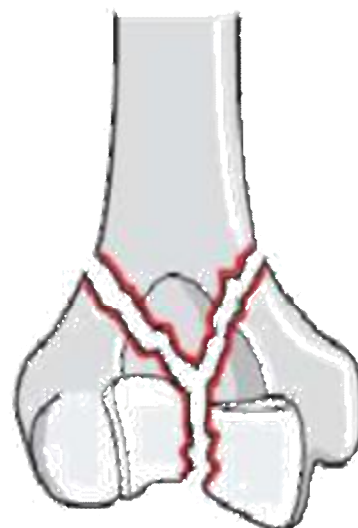
Ces fractures sont importantes à concevoir car elles présentent une difficulté diagnostique et technique.



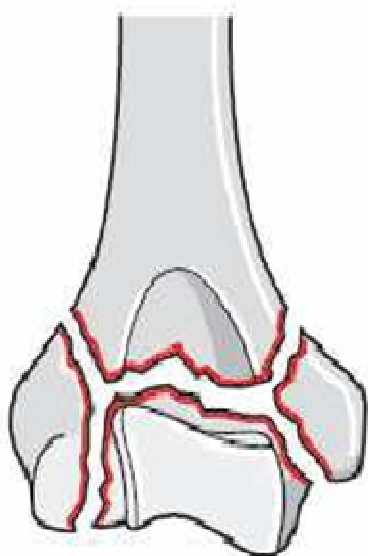
Fracture haute en T



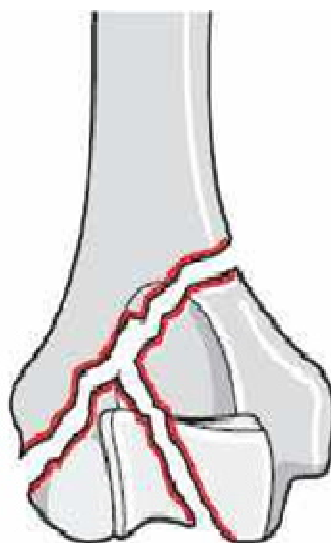
Fracture basse en T



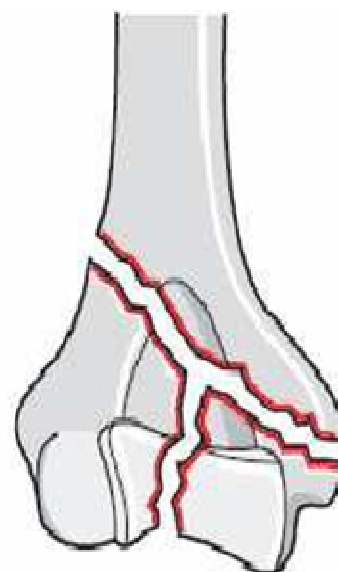
Fracture en Y



Fracture en H



Fracture en lambda Latéral



fracture en lambda

médial

Figure 18 :Classification de mahne et Matta

2-4 Classification de Davies et Stanley (2006) [50]

Cette classification clinique récente a été mise au point afin de guider le chirurgien dans le choix de l'abord et de la technique opératoire [50] (Fig.19).

Les types 1 représentent les fractures extra-articulaires. Les auteurs conseillent de prendre en charge ses fractures par voie postérieure, sans olécrânatomie pour une ostéosynthèse.

Les types 2 sont les fractures à trait intra-articulaire. Le trait est à point de départ métaphysaire et se termine au niveau du capitulum ou de la trochlée. Ce groupe de fractures doit être opéré par voie postérieure avec olécrânatomie et ostéosynthèse selon les auteurs.

Les types 3 sont les fractures à prédominance articulaire dont le trait peut se propager à la métaphyse. Leurs traitements varient selon l'âge, l'arthrose préexistante et l'ostéoporose. Chez le sujet jeune, les auteurs conseillent une ostéosynthèse par voie postérieure avec olécrânatomie et chez les sujets âgés une prothèse totale de coude.

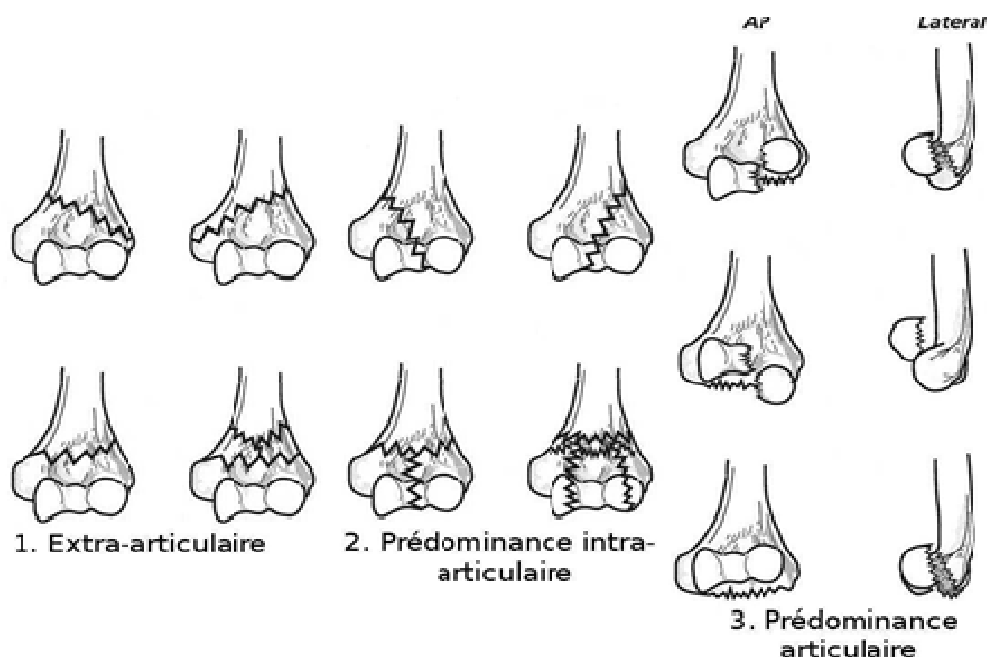


Fig.19 : Classification de Davies et Stanley [50]

2-5 Classification des fractures articulaires frontales de Dubberley (2006)[51]

Le type 1

Correspond aux fractures du capitulum s'étendant plus ou moins à la gorge latérale de la trochlée. Ce type correspond aux fractures de Mouchet et de Hahn-Steinthal dont le pronostic et la thérapeutique varient peu.

Le type 2

Englobe les fractures du capitulum et de la trochlée en un seul fragment et correspond aux fractures de Kocher.

Le type 3

Est une fracture du capitulum et de la trochlée pluri fragmentaire, type non décrit dans les autres classifications.

Les sous types A et B sont rajoutés en cas de présence ou non d'une comminution latérale postérieure

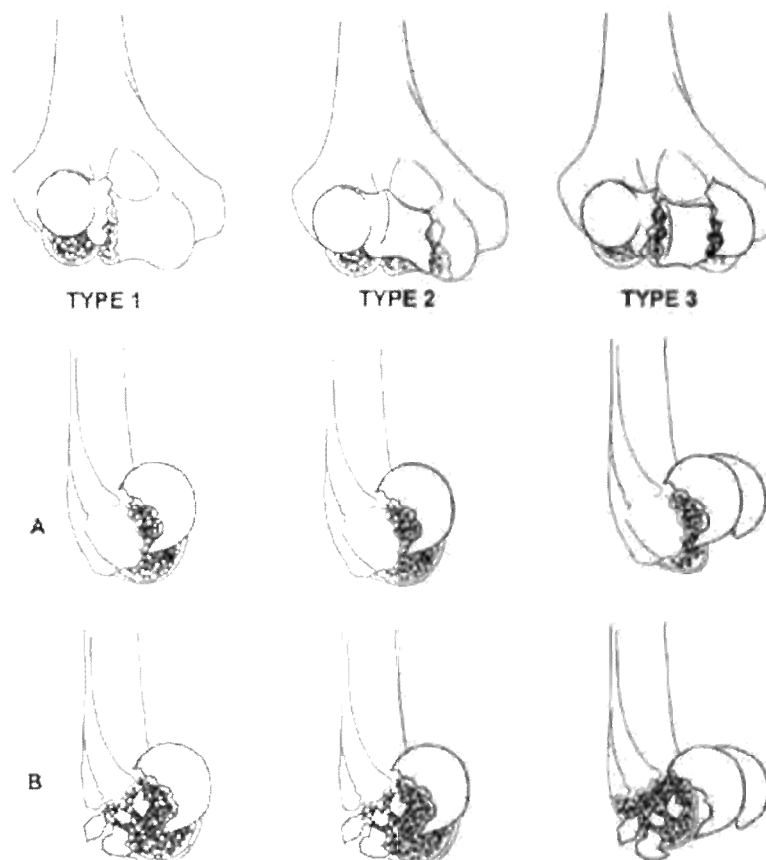


Fig.20: Classification des fractures frontales articulaires selon Dubberley [51]

En conclusion, nombreuses sont les classifications, par contre l'intérêt d'une classification est de pouvoir orienter les thérapeutiques et d'évaluer le pronostique.

Elle doit permettre également de comparer les résultats des différents traitements, ce qui est le cas de AO-OTA que nous avons adopté pour notre série comme la plupart des autres auteurs.

Le tableau ci-dessous résume la répartition des fractures de la palette humérale des autres auteurs selon la classification AO:

Tableau 14 : répartition des fractures de la palette humérale selon la classification

AO.

Auteur	Nombre de cas	Type A%	Type B%	Type C%
Duparc [55]	33	12.12	6.07	81.81
Manueddu	30	33.4	33.4	66.6
Kaiser	16	36.3	4.6	59.1
Bouabid	45	37.7	15.8	47
Lahrech	62	33.87	29.03	37.1

On constate que dans toutes les séries étudiées nationales et étrangères les fractures sus et inter-condyliennes (type C) sont les plus fréquentes des fractures de la palette humérale chez l'adulte suivies par les fractures supra-condyliennes (type A) et les fractures parcellaires articulaires (type B).

Etude clinique

1- Diagnostic clinique

Deux cas de figure peuvent se présenter :

- ✚ Soit il s'agit d'un mono traumatisme : le patient arrive au service d'accueil des urgences par ses propres moyens ou en véhicule léger ;
- ✚ Soit il s'agit d'un polytraumatisme : l'examen du coude viendra après la prise en charge des lésions vitales souvent associées

L'interrogatoire s'attachera à retrouver

- ✚ le mécanisme du traumatisme
- ✚ l'heure et les circonstances de survenue.
- ✚ le terrain particulier du patient : l'âge du patient, les antécédents médico-chirurgicaux, les allergies connues, les traitements en cours (notamment anticoagulants), la validation de la vaccination antitétanique.
- ✚ Les signes fonctionnels douleur, impotence fonctionnelle
- ✚ Une mesure de la douleur par l'échelle visuelle analogique (EVA) sur un coude immobilisé devra avoir lieu au plus vite.
- ✚ Le côté dominant
- ✚ L'heure du dernier repas

L'examen physique

- L'inspection du coude recherche

Une déformation évidente, une augmentation de volume liée à de l'œdème ou un hématome. Parfois l'aspect du coude n'est pas modifié et seule l'attitude des traumatisés du membre supérieur ainsi que l'impotence fonctionnelle nous orientent.

- La palpation doit être douce et prudente.

Une douleur exquise peut être recherchée à la palpation des reliefs osseux. Bien souvent, l'œdème gêne la palpation des repères classiques que sont les épicondyles et l'olécrane. Ils doivent être alignés en extension réalisant la ligne de Hunter et forment le triangle de Nélaton en flexion (Fig.21). L'impotence fonctionnelle en flexion- extension est notée (en prenant compte de la douleur). Les points d'insertion ligamentaire et la tête radiale sont aussi, palpés en réalisant des mouvements de pronation-supination.

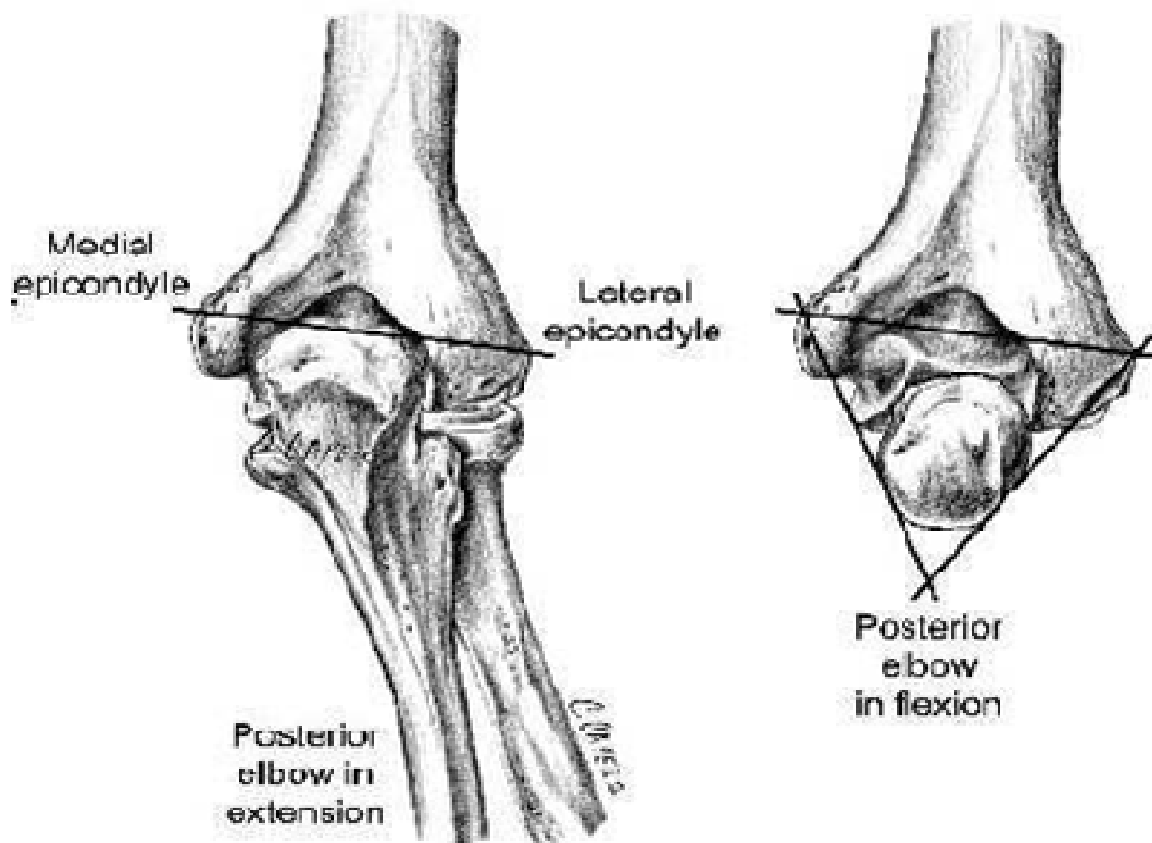


Fig.21 : Ligne de Hunter et triangle de Nélaton [54]

Il faut rechercher les lésions associées :

- ü L'ouverture cutanée
- ü les complications vasculaires (coloration du membre, prise des pouls, temps de recoloration pulpaire)
- ü les complications nerveuses le nerf radial qui est fréquemment lésé mais aussi le nerf cubital et médian peuvent être touchés

Dans le cadre des fractures de l'humérus distal, il peut être trouvé :

- ü un coup de hache postérieur
- ü un élargissement antéro-postérieur du coude
- ü une saillie du segment proximal au niveau du pli de flexion, un avant-bras semblant plus court ainsi qu'une ecchymose locale.

Examen complet des autres organes surtout si traumatisme de haute énergie ou un polytraumatisme

Diagnostic radiologique

Les radiographies seront réalisées sur un membre temporairement immobilisé par une attelle

En première intention, un cliché de radiographie standard avec deux incidences orthogonales (face et profil) sera réalisé (fig.22). Ce bilan permet déjà de se poser plusieurs questions :

- § Existe-t-il un traumatisme évident : fractures, luxation ?
- § Les liserés graisseux sont-ils normaux ? Le signe du voile (liseré antérieur) signe une hémarthrose (Fig.23).
- § La ligne passant par l'axe du radius et par le capitulum croise-t-elle la tête radiale ?
- § La ligne humérale antérieure est-elle normale ? Au moins un tiers du capitulum doit être situé en avant d'une ligne suivant la corticale antérieure de l'humérus.



Fig.22 : Radiographie standard du coude de face et de profil **R** Radiographies normales [54]

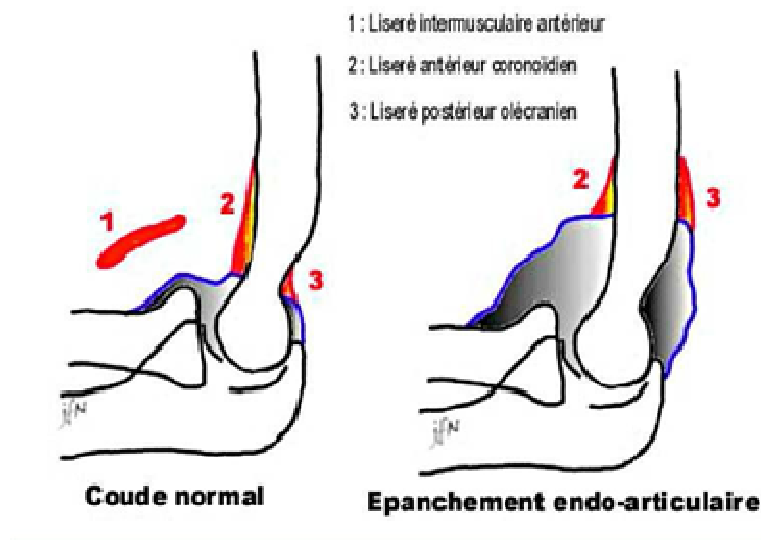


Fig.23 : Liseré graisseux du coude [54]

En cas de doute et de non concordance entre la radiographie et l'examen clinique, il sera utile de pratiquer une tomodensitométrie du coude avec reconstruction 3D (Fig.24). Celle-ci s'avère d'ailleurs absolument nécessaire dans le cadre des fractures parcellaires du condyle.

Il sera, dans tous les cas, obligatoire de réaliser des clichés de bonne qualité au bloc opératoire, sous anesthésie et d'y associer un cliché en traction permettant l'étude optimale du trait de fracture et de la comminution articulaire.



Fig.24 : Tomodensitométrie avec reconstruction 3D d'une fracture articulaire parcellaire à trait frontal Dubberley 2a [54]

Traitement

I-Introduction

La complexité anatomique de la palette humérale, la proximité des nerfs (radial et ulnaire), la grande variété des formes anatomopathologiques, sont autant de difficultés qui ont longtemps fait préférer le traitement conservateur « bag of bones» [55] au traitement chirurgical. Car, les techniques chirurgicales semblaient avoir des résultats limités.

Cependant les progrès du matériel d'ostéosynthèse et les résultats obtenus ont permis de proposer des techniques chirurgicales autorisant une rééducation précoce, complément thérapeutique indispensable pour obtenir de bons résultats[56]. Sans oublier les résultats obtenus du traitement par arthroplastie du coude chez le sujet âgé. La place du traitement orthopédique est devenue ainsi, bien limitée, et conservée pour des cas bien particuliers.

II-Traitement orthopédique

Ø Immobilisation plâtrée

Se fait par plâtre bracio-antébrachial à 90° de flexion du coude en pronation neutre, maintenu coude au corps, pendant 6 semaines. Elle est indiquée dans les fractures extra-articulaires non déplacée supra condyliennes et uni condyliennes.

La réduction manuelle sous anesthésie, suivie de plâtre n'a plus de place.

Dextrement difficile sur les coudes oedématiés. Elle n'est jamais anatomique et toujours instables

Ø Traction

Le risborough a défendu le concept [57] de réduction à l'aide d'une traction tans--olécrânienne puis immobilisation plâtrée.

Decoulx et al. [58] a utilisé la technique de traction continue selon Leveuf et Godart (Fig.25) avec des résultats bons ou moyens dans deux tiers des cas pour Riseborough.

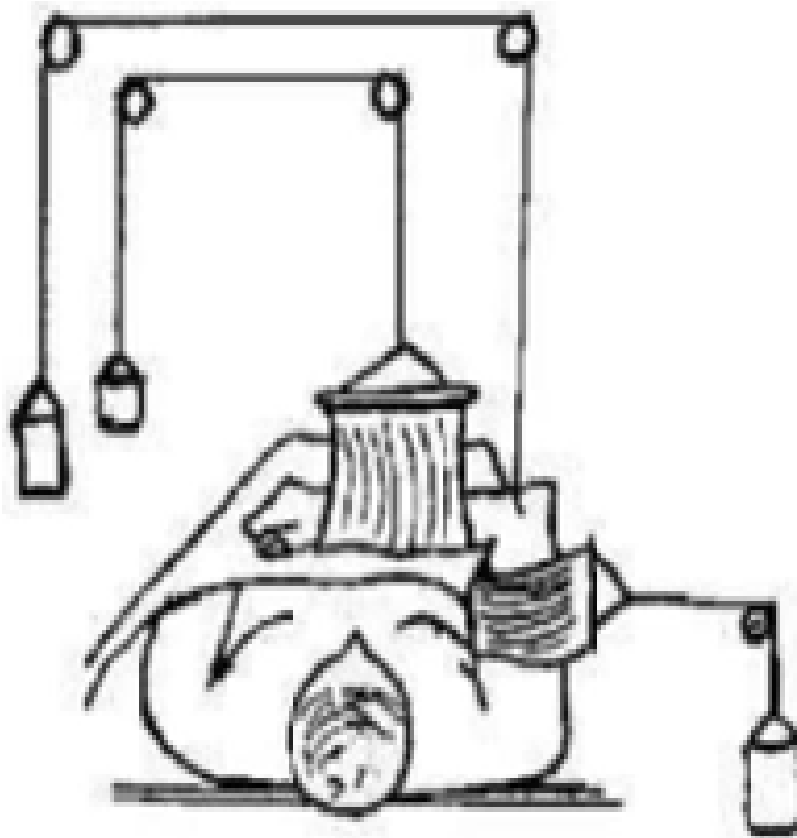


Figure 25: Traction continue selon Leveuf et Godard : traction du bras au zénith, avant- bras fléchi à 90°, poids entre 2 et 4 kg

III-Traitement chirurgical

1- traitement par ostéosynthèse

1-1 Les voies d'abords

1-1-1 Voies d'abord postérieures

Les voies d'abord postérieures décrites sont nombreuses dans la littérature. Elles découlent toutes d'une réflexion vis à vis de l'appareil extenseur et de sa réparation, qui doit incontestablement être dépassé pour accéder à l'articulation.

Les voies d'abord postérieures présentent des avantages certains :

- § Le respect des nerfs sous cutanés ;
- § Une meilleure visualisation des surfaces articulaires ;
- § Tous les gestes techniques apparaissent possibles par cette approche. ce qui lui vaut la qualification de voie d'abord universelle (universal approach [59;60]) par les auteurs de langues anglaises. Une citation d'O'Driscoll : «the front door of the elbow is the back »

Les voies d'abord postérieures peuvent être classées en quatre catégories différentes suivant la gestion du triceps :

- § Discision du triceps ;
- § Décollement et translation du triceps ;
- § Contournement du triceps ;
- § Ostéotomie de l'olécrane ou ténotomie du triceps

1-1-1-1 Installation et incision cutanée

L'installation (Fig. 26A) qui nous paraît être la plus simple est celle en décubitus latéral sur le côté opposé au coude opéré. Le bras, muni d'un garrot pneumatique, repose sur un support concave type « appui bras ». L'avant-bras est laissé pendant et le coude se fléchit spontanément à 90°. Il faut faire attention à ce que l'appui ne gêne en rien la flexion durant l'intervention.

D'autres installations sont possibles. Le décubitus ventral (Fig. 26B) a le désavantage d'être plus long à installer et requiert une surveillance stricte des points d'appui. Cependant, cette installation permet le clampage de la crête iliaque postérieure dans les cas où un apport osseux s'avère nécessaire. Le décubitus dorsal (Fig. 26C) est aussi possible : un coussin est placé sous la scapula et le bassin, le bras est en adduction, main posée sur la poitrine de l'opéré. Cette installation est recommandée par de nombreux auteurs mais présente selon nous [61], le désavantage d'un aide opératoire supplémentaire pour maintenir le membre supérieur opéré.

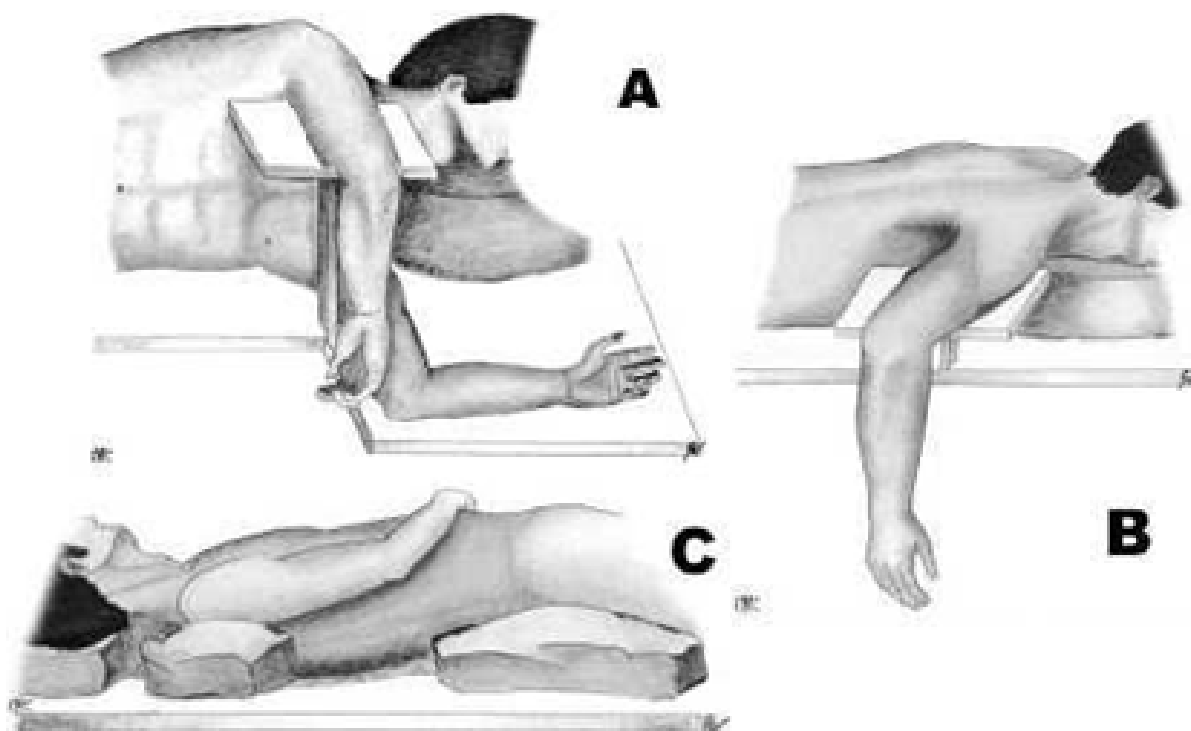


Fig.26 : Différentes installations possibles [61]

A : Décubitus latéral, B :Décubitus ventral, C : Décubitus dorsal.

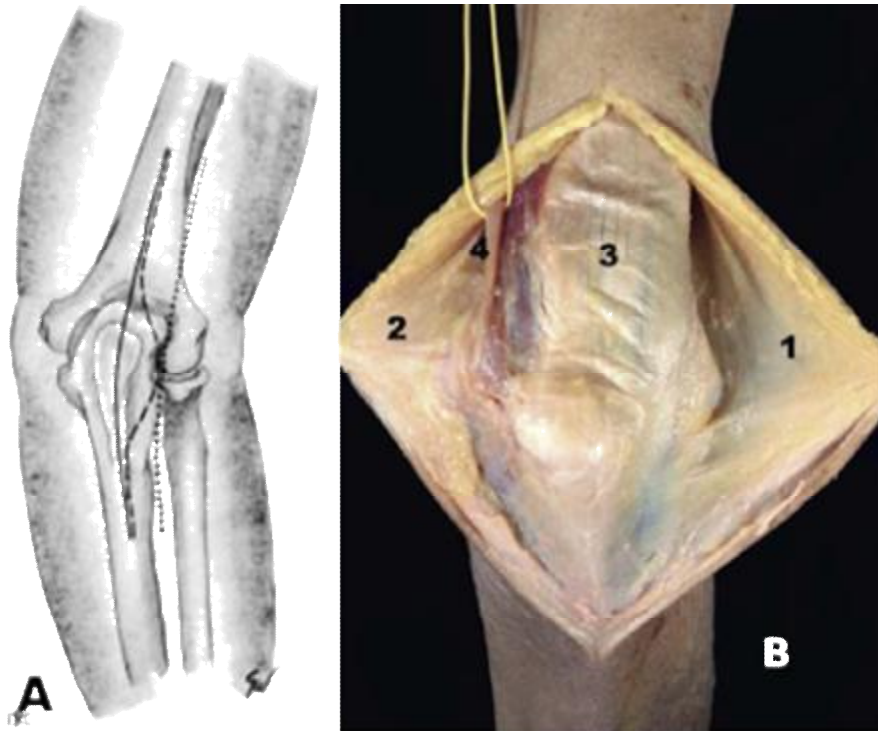


Fig.27 : A [61]) : Incisions cutanées postérieures.

B [62] : Extension latérale et médiale.

- 1 : Lambeau fascio-cutané latéral,
- 2 : Lambeau fascio-cutané médial,
- 3 : Muscle triceps brachial,
- 4 : Nerf ulnaire.

La plupart des incisions cutanées sont longitudinales (Fig.27).

L'incision doit être directe comme préconisée par Langenbeck dès 1872 et doit contourner l'olécrane par sa partie latérale, évitant ainsi des douleurs cicatricielles lorsque le coude est posé sur une table. Cependant Smith [63] propose de contourner l'olécrane par sa partie médiale, permettant ainsi une meilleure cicatrisation ; nous n'en avons malheureusement pas l'expérience. L'abord doit se faire sur environ 8 cm proximal et 6 cm distal en partant de l'articulation.

La dissection se poursuit en profondeur où il est possible de soulever un lambeau fascio cutané médial et latéral contenant les vaisseaux sous cutanés et permettant la protection de l'innervation sous-cutanée. A présent, nous avons un jour suffisant sur le triceps et il est possible de choisir la manière de le traverser.

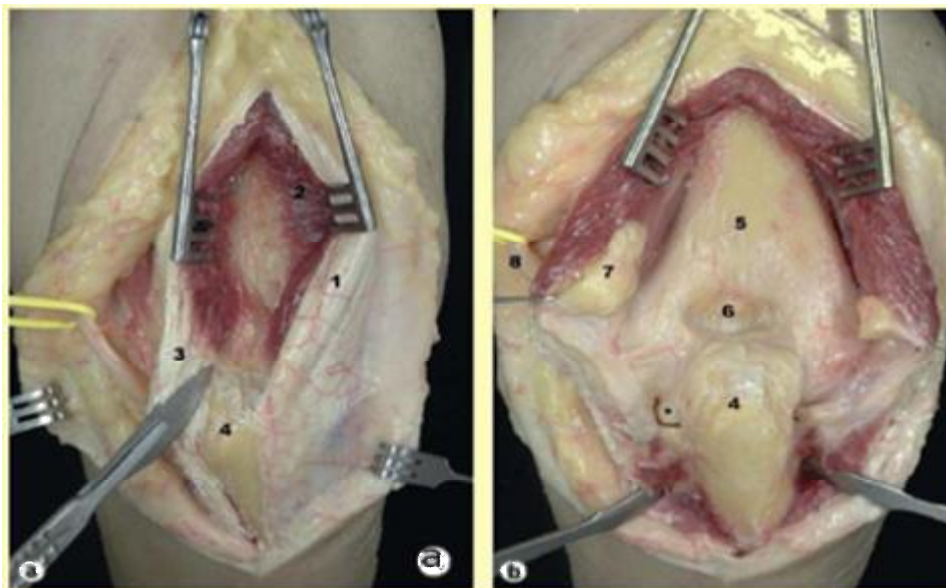
1-1-1-2 Discision du Triceps : Campbell et Gschwend

Fig.28 : Voie d'abord trans-tricipitale [64]

a : 1 - l'aponévrose est divisée longitudinalement, 2 - chef médial du triceps, 3 - tendon tricipital, 4 - sommet de l'olécrane.

b : 7 - le coussinet graisseux de la fosse olécrânienne est laissé solidaire du triceps pour limiter le risque d'adhérence.

Campbell [65] a décrit cette voie d'abord en 1932. Celle-ci avait déjà été proposée par Langenbeck en 1864 [66].

Le nerf ulnaire doit être individualisé en premier. Elle consiste à réaliser une incision au centre du tendon et de l'aponévrose tricipitale jusqu'au sommet de l'olécrane.

Puis on réalise le décollement sous-périosté du muscle fléchisseur ulnaire du carpe en dedans et des muscles anconé et extenseur ulnaire du carpe recouverts du fascia antébrachial, à la partie latérale de l'ulna (Fig.28).

Une modification a été apportée par Gschwend [67] qui recommande la décortication de l'ulna à la scie oscillante ou à l'ostéotome afin de permettre une meilleure cicatrisation (os-os) du tendon tricipital.

La discision du triceps peut se poursuivre en proximal avec prudence pour éviter toute lésion du nerf radial.

En fin d'intervention, les deux lambeaux musculo-aponévrotiques sont réinsérés à l'olécrane par des points transosseux et le tendon tricipital est suturé par des points en X.

Un soin tout particulier doit être pris au niveau de la suture au sommet de l'olécrane afin d'éviter toute complication en boutonnière

1-1-1-3 Discision du triceps et lambeau aponévrotique en « langue » : Van Gorder

Cette voie d'abord a initialement été décrite par Campbell puis modifiée par Van Gorder [68] puis Wadsworth [69].

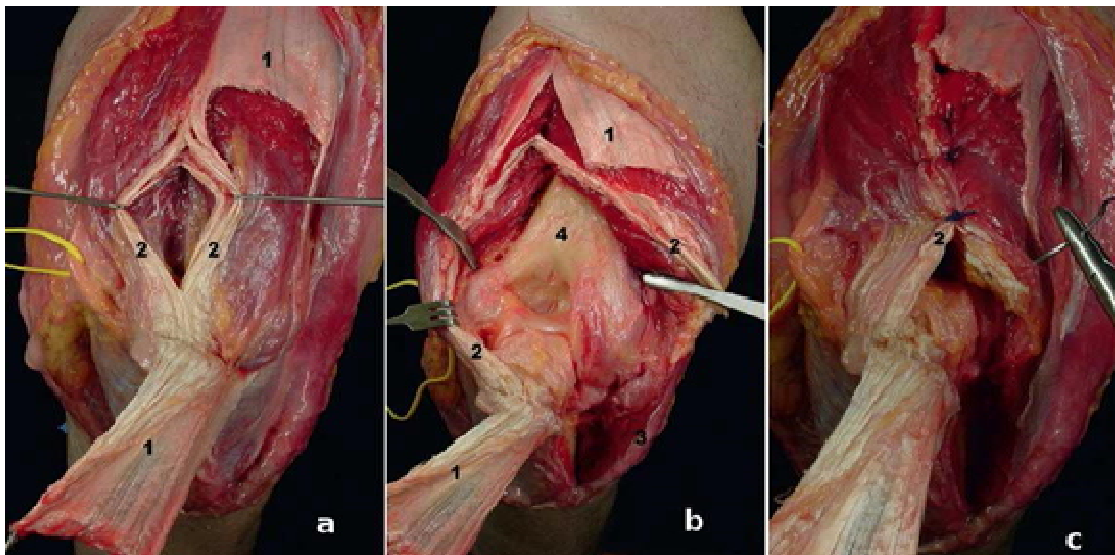


Fig.29: Lambeau en U renversé selon Van Gorder [64]

a : Lambeau aponévrotique en langue, à base olécrânienne ;

b: Partie tendineuse intramusculaire ;

c: Extension distale par le décrochage de l'anconé.

Cette technique a été initialement décrite dans le cadre des luxations chroniques du coude. Le lambeau tricipital permet, par une technique de V-Y, un allongement de l'appareil extenseur. Le fascia et l'aponévrose superficiel du triceps sont incisés en forme de V ou de U sur une dizaine de centimètres afin de créer un lambeau aponévrotique à base olécrânienne. Le lambeau est levé du corps musculaire. Il est important de conserver les fibres de Sharpey tendu entre la partie

postérieure du tendon et le sommet de l'olécrane. Le lambeau est conservé pendant toute l'intervention dans une compresse humide afin d'éviter son dessèchement. La partie tendineuse intramusculaire (zone avasculaire) est visualisée puis incisée longitudinalement permettant l'accès à la partie postérieure de l'articulation (une section en Z peut y être ajoutée en cas de nécessité d'allongement). Le muscle anconé peut ensuite être levé de l'ulna .

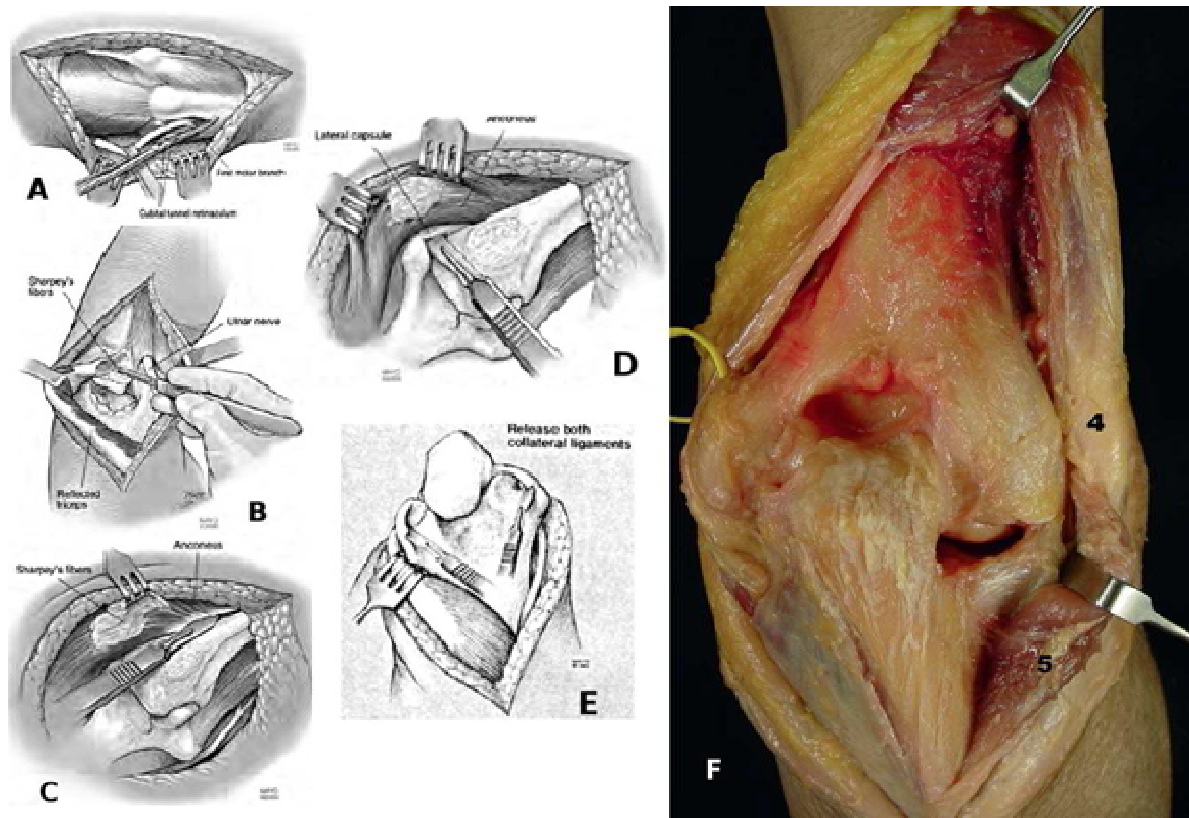


Fig.30 : « Postero-medial extensile : Bryan & Morrey approach » [70]

A : Transposition antérieure du nerf ulnaire ;

B : Repérage du bord médial du triceps ;

C : Le triceps est détaché de la partie postérieure de l'humérus et de l'olécrane ;

D : Libération ligamentaire ;

E : L'appareil extenseur est récliné au niveau de l'épicondyle latéral ;

F : Vue anatomique (d'après Sales et al. [62]) (4) tendon tricipitale en continuité avec (5) le muscle anconé.

Cette technique permet de conserver la vascularisation du triceps ainsi que son innervation et celle de l'anconé. La technique originale consistait en une section complète du triceps en U qui entraînait un nombre important d'infection profonde et de rupture tricpitale [64] suite à la dévascularisation du muscle.

La réparation est facile. Les deux lambeaux musculaires sont rapprochés, puis le lambeau aponévrotique est suturé avec ou sans allongement.

1-1-1-4 Décollement et translation du triceps : voie de Bryan-Morrey

La voie d'abord postéro-médiale de la Mayo décrite par Bryan et Morrey [71] relève le triceps de sa partie médiale à latérale (Fig.31).

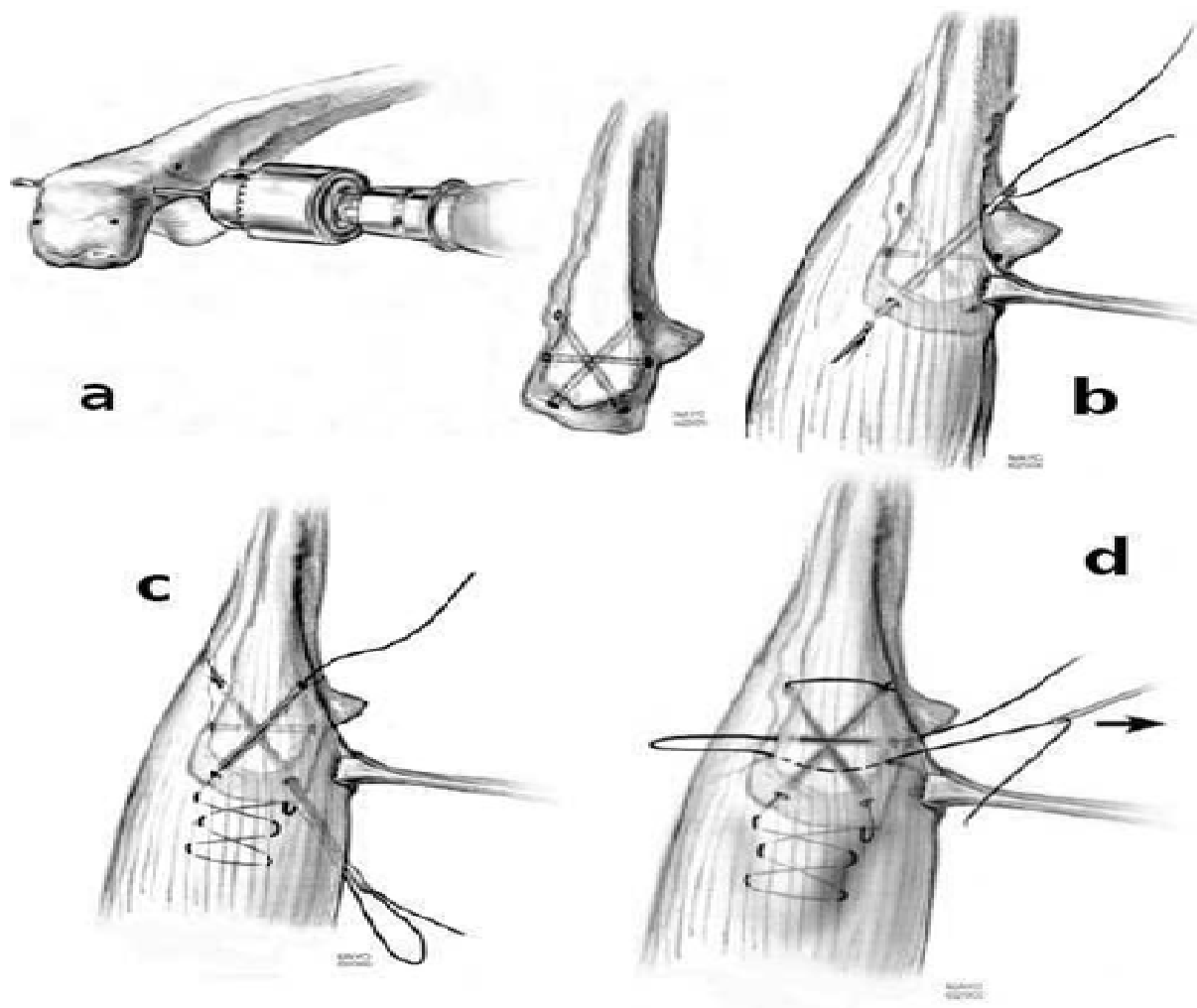


Fig.31 : « criss-cross suture » [70]

L'abord débute à la partie postéromédiale du bras où le nerf ulnaire doit être transposé en avant, après section du septum intermusculaire médial du bras. Le triceps est relevé dans son ensemble de la partie postérieure de l'humérus. Au niveau de l'olécrane, les fibres de Sharpey sont sectionnées par une dissection sous périostée, finissant ainsi la libération du triceps. L'abord se poursuit au niveau de l'ulna où, en restant toujours sous-périostée, la partie latérale de l'ulna est visualisée et le muscle anconé peut être levé de ses attaches ulnaires

Ainsi l'appareil extenseur peut être récliné au niveau de l'épicondyle latéral. La désinsertion ligamentaire donne un jour excellent sur l'articulation. Certains auteurs[72] proposent de lever le triceps avec une lame osseuse olécrânienne créant ainsi un lambeau os-anconé. Cet abord a l'avantage de ne pas désinsérer les attaches latérales entre le triceps et les autres tissus mous, et respecte l'innervation et la vascularisation du triceps. Les auteurs proposent une fermeture qu'ils nomment « criss-cross locked suture » [70] (Fig.31).

Trois tunnels de 3 cm de longueur sont réalisés à la mèche au niveau de l'olécrane, dessinant une étoile à six branches. La suture débute par le trou médiodistal, passe à travers le tendon tricipital puis se poursuit dans le second tunnel de proximomédial à distolatéral. Le coude est fléchi à 70° et la suture peut être bloquée. Un deuxième point, transversal à l'olécrane, est réalisé en passant à travers le dernier tunnel.

1-1-1-5 Voie paratricipitale : Alonso-Llames (Fig.32)

Cette voie d'abord a initialement été décrite par Alonso-Llames en 1972 pour le traitement des fractures supracondyliennes chez l'enfant [66]. Cette voie d'abord présente l'avantage de préserver la continuité du triceps et donc de ne pas nécessiter d'immobilisation de protection post-opératoire. Cependant, la visualisation de l'articulation est moindre ce qui rend le geste opératoire plus compliqué. De plus, les manipulations de l'avant-bras nécessaires à la visualisation articulaire peuvent entraîner une traction excessive sur le nerf ulnaire. Le taux d'hématome post-opératoire serait plus important [73].

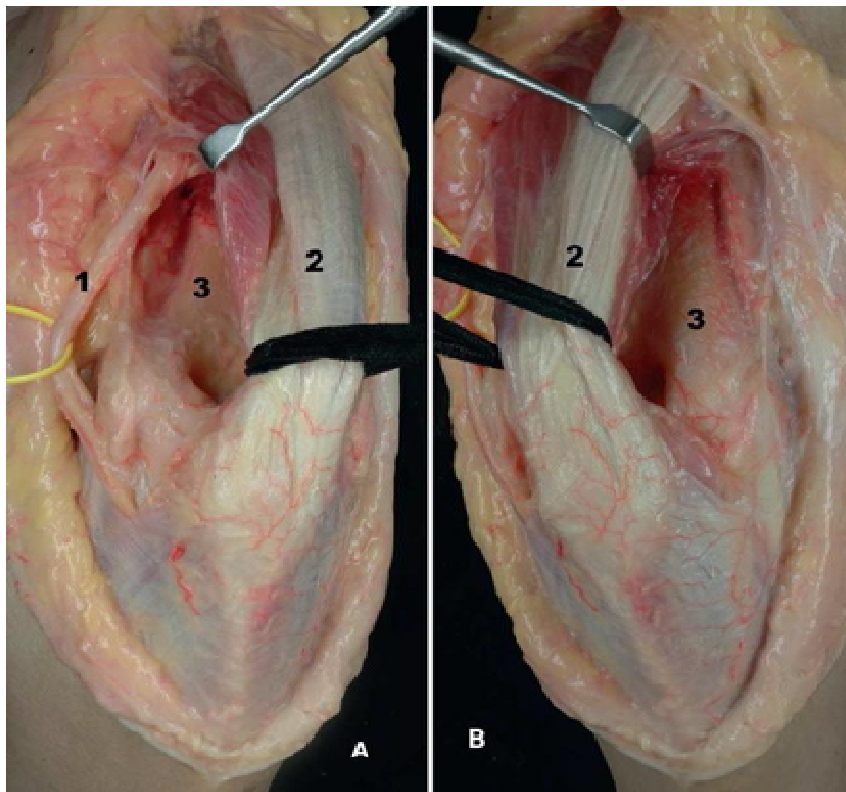


Fig.32 : Voie paratricipitale [64]

A : fenêtre médiale,

B : fenêtre latérale.

Les bords médiaux et latéraux du triceps sont identifiés puis incisés jusqu'à leur terminaison olécrânienne, afin de lever le triceps de l'humérus. Le nerf ulnaire est bien sûr repéré et protégé pendant l'intervention.

1-1-1-6 Voies transolécrâniennes

La voie transolécrânienne est la voie de référence pour les fractures de l'extrémité distale de l'humérus défendue par de nombreux auteurs [54;70;74].

Elle a initialement été décrite par Mac Ausland en 1915 [75]. Son avantage majeur est l'excellent jour artriculaire offert par rapport aux autres voies postérieures. Cependant le taux de complications vient contrebalancer cet avantage.

Le taux de pseudarthrose de l'olécrane est de 30 % et celui de perte de réduction proche de 60 % en utilisant une ostéotomie transverse [126]. Le taux de pseudarthrose diminue entre 5 % et 14 % en utilisant une ostéotomie en chevron [57;78] universellement recommandée à présent.

Je ne décrirai donc ici que la technique d'ostéotomie intra-articulaire en chevron (Fig.33). Les techniques d'ostéotomie extra-articulaire et intra-articulaire transverse doivent être abandonnées.

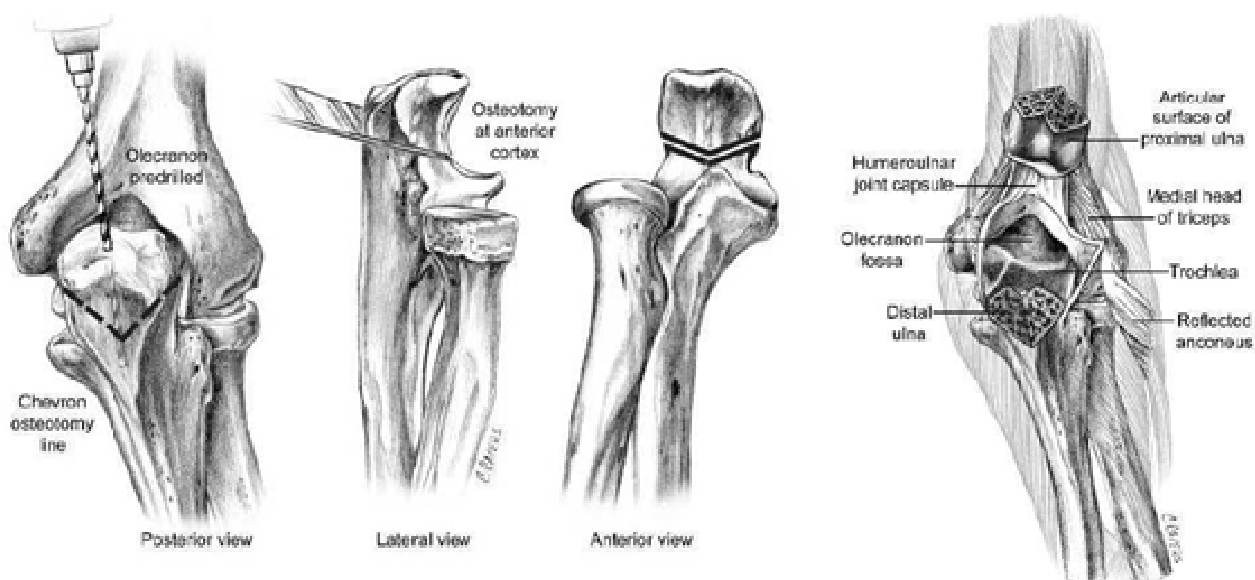


Fig.33: Ostéotomie trans-olécrânienne en chevron [54]

Techniques :

le nerf ulnaire est individualisé et protégé tout au long de l'intervention.

Le muscle anconé est désinséré de l'olécrane et l'articulation est distractée afin de repérer la portion acartilagineuse de l'incisure trochléaire. Une ostéotomie en chevron à base distale est réalisée à ce niveau. Le trait est débuté à la scie oscillante et terminé à l'aide d'un ostéotome.

La capsule ainsi que le faisceau postérieur du ligament collatéral ulnaire sont détachés. De cette manière, le tendon tricipital solidaire du fragment olécranien peut être relevé proximale. Initialement, l'ostéotomie olécrânienne était synthésée à l'aide d'une longue vis spongieuse transolécrânienne ou par un système de brochage et haubanage, suivi d'une immobilisation de trois semaines. Une étude plus récente [74] semble montrer la supériorité des montages par plaques, diminuant les complications de pseudarthrose de l'olécrane.

1-1-1-7 Voie « TRAP » : Triceps-Reflecting Anconeus Pedicle

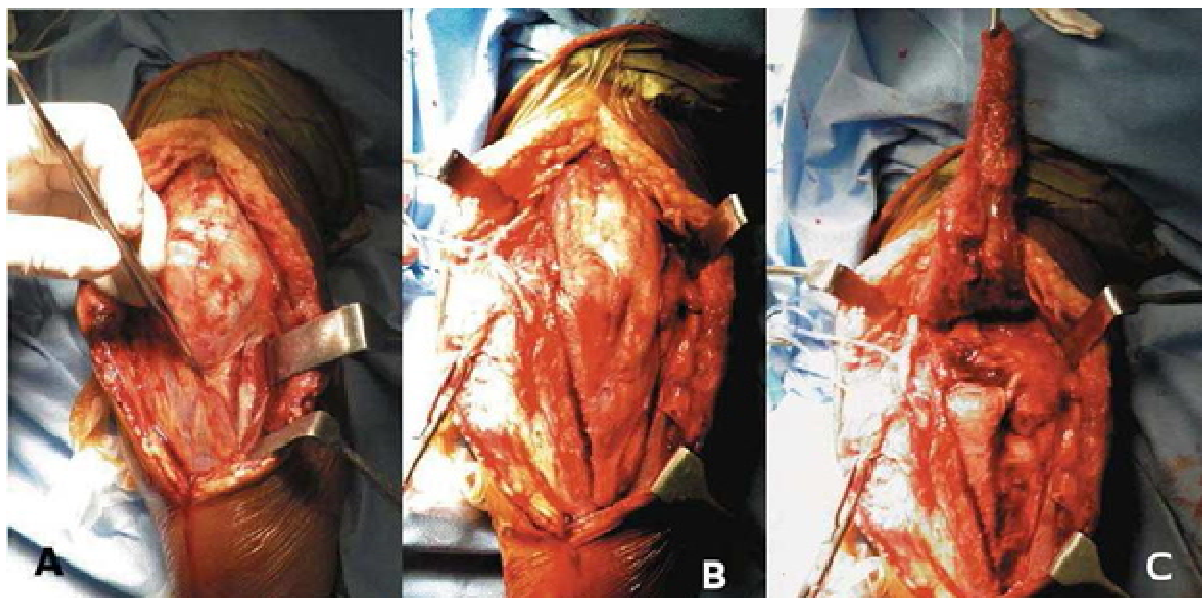


Fig.34 : TRAP. Photographie opératoire d'un coude gauche [79]

A : Visualisation de l'espace entre l'anconé et l'extenseur ulnaire du carpe ;

B : Approche médiale entre le fléchisseur ulnaire du carpe et le périoste ;

C : Levée du lambeau

Cette voie a été décrite par O'Driscoll en 2000 spécifiquement pour le traitement des fractures distales de l'humérus [80] (Fig.34). Elle repose sur l'addition d'une voie de Bryan-Morrey et d'une voie de Kocher. L'abord latéral se déroule entre les muscles anconé et extenseur ulnaire du carpe qui sont séparés. Puis le muscle anconé est détaché de la face postérieure et latérale de l'ulna. La dissection se poursuit en proximal en levant le triceps de l'humérus. L'abord médial est celui de Bryan-Morrey. Ainsi en rejoignant les incisions, un lambeau comprenant le triceps et l'anconé continuité peut être levé. Le lambeau est gardé dans une compresse humide pendant l'intervention. La réparation se fait selon la technique du « criss-cross suture »

Cet abord est à présent recommandé par de nombreux auteurs [70;80;79] en remplacement des voies tran solécrâniennes. Il permet par ailleurs une rééducation immédiate, gage de bons résultats.

1-1-2 Voie d'abord latérale et médiale

Le patient est installé pour ces voies en décubitus dorsal avec table à bras. Judet associe les deux voies pour traiter les fractures de l'extrémité distale de l'humérus. En effet, l'ouverture de deux fenêtres, antérieure et postérieure, par la voie médiale et latérale, permet d'accéder à l'ensemble des structures du coude sans léser l'appareil extenseur. (Fig.35 et 36)

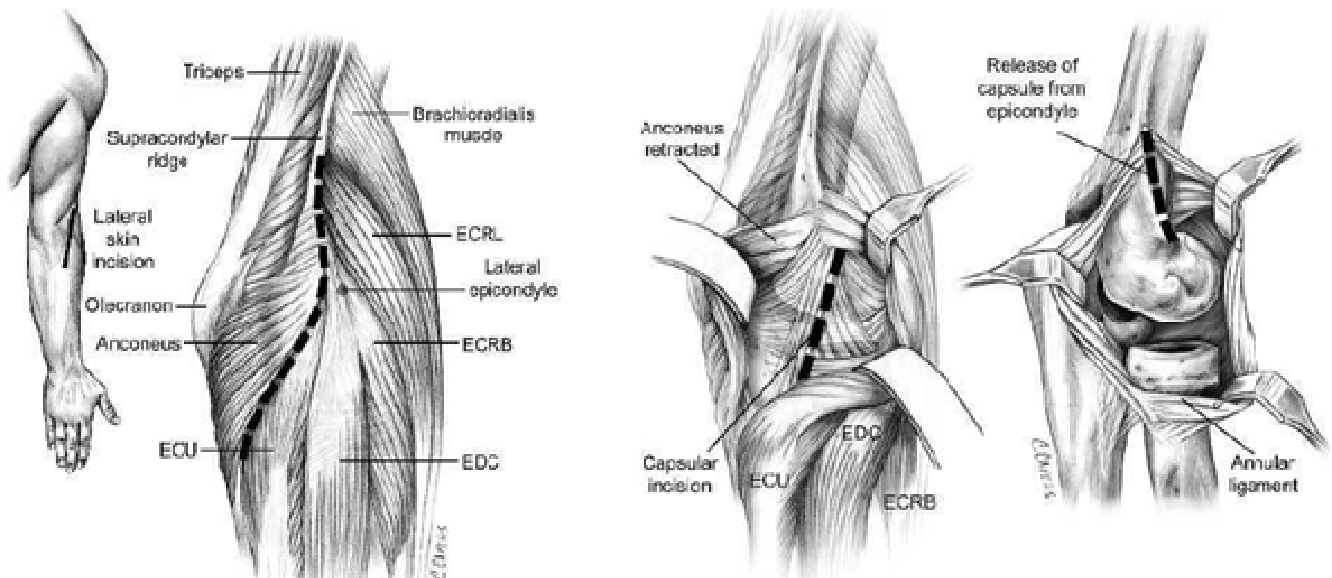


Fig.35 : Voie de Kocher [54]

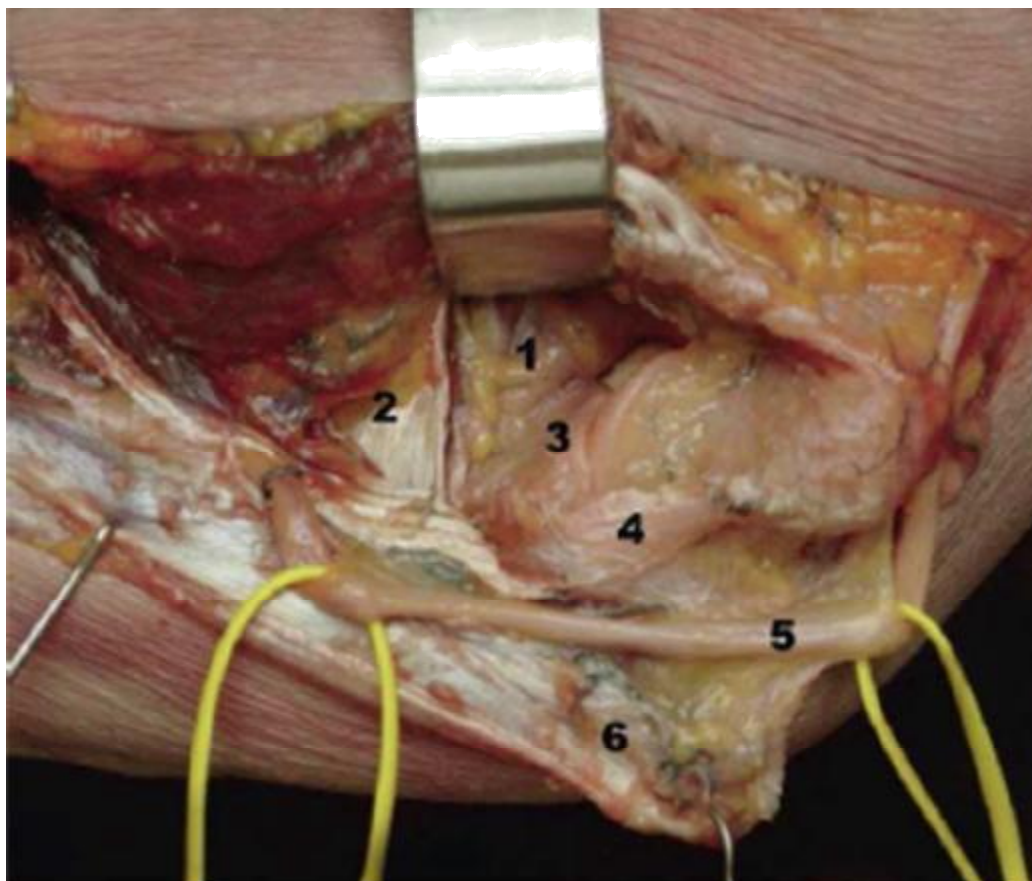


Fig.36 : Voie de Hotchkiss [60].

- (1) Capsule antérieure ;
- (2) Muscle brachial écartés, visualisation ;
- (3) Du processus coronoïde ;
- (4) Du ligament collatéral médial ;
- (5) Nerf ulnaire ;
- (6) Muscle fléchisseur ulnaire du carpe

1.2 – Moyens d’ostéosynthèse

1.2.1- Embrochage :

Les broches de Kirschner sont essentiellement destinées à la fixation provisoire des différents fragments avant une synthèse par plaque.

L’inconvénient de l’embrochage est le manque de stabilité du montage et le risque de migration et de déplacement secondaire. Ce qui fait qu’il n’est pas utilisé que dans certains cas en association avec les autres moyens, vissage ou plaques pour fixer des fragments articulaires de petite taille.

1.2.2- Ostéosynthèse par vissage :

Les vis canulés à compression sans tête notamment les vis d’hèrbert largement utilisées dans les fractures parcellaires frontales. Elles ont l’avantage de ne pas être en conflit avec l’articulation et l’ablation de ces vis n’est pas obligatoire Dans ce cas. L'utilisation de vis isolées, transversales ou en triangulation, peut donner de bons résultats. Cependant, elle doit en règle, être évitée en raison du manque de rigidité du montage.

1.2.3- Ostéosynthèse par plaques :

-les plaques en Y renforcées ou plaques « Lambda »

Selon l’équipe de saragaglia [81] l’ostéosynthèse par plaque«Lambda» donne d’excellents résultats à moyen terme tant en ce qui concerne la stabilité de la fixation par ces plaques que la récupération fonctionnelle du coude même chez des patients âgés ostéoporotiques. Ce qui a également été démontré par Luegmair et al. [82]. Elle peut être utilisée pour tout type de fracture, de la fracture diaphysaire distale à la fracture de type C de l’AO. Elle s’adapte à l’extrémité distale de l’humérus du fait que «ses jambes» sont sécables et peuvent être moulés sur l’os en peropératoire. L’absence de verrouillage des vis n’a jamais posé de problème particulier selon ces auteurs [81].

- Les plaques pré moulées type Lecestre

Constituent toujours un progrès incontestable. Sa rigidité en forme de gouttière bien adaptée à la morphologie de la colonne externe, est supérieure aux plaques non pré moulées type tiers de tube de l'AO. La disposition des trous et leur forme permettent la reconstruction épiphysaire en un seul temps.

-Les plaques dérivées de tube (1/3 tube) leur grand avantage est l'effet de stabilisation de la rotation. Leurs inconvénient est leur faible épaisseur responsable d'une faible rigidité. Le montage de ces plaques se fait en association avec une autre plaque plus rigide.

Récemment ses plaques ont été utilisées pour la fixation de l'ostéotomie olécraniennne lors d'un abord postérieur du coude, permettant une ostéosynthèse plus stable avec moins de complication par rapport à la fixation avec embrochage haubanage [83].

-Les plaques verrouillées à orifices et têtes de vis filetés qui se solidarisent à la plaque : Le caractère divergent des vis dans les trous verrouillés assure une bonne stabilité du montage et une forte résistance aux forces de flexion, de rotation et des contraintes axiales comme avait montré Korner et al. [84] à partir d'un model expérimental ils ont comparé les plaques verrouillées et non verrouillées dans un montage à 90°. Les plaques verrouillées montrent une supériorité en termes de rigidité et de résistance aux contraintes.

Sur le versant clinique, Kaiser et al. [85] soulignent l'absence du matériel verrouillé essentiellement chez les sujets âgés. Cependant, dans une étude intéressante qui compare d'une manière rétrospective l'utilisation des deux systèmes, berkes et al.[86] ne dégage aucune différence significative en terme de défaillance du matériel, infection ou reprise chirurgicale, ceci sur une cohorte importante de 96 patients.

En revanche, pour ce qui est du coût financier des deux systèmes, la balance penche énormément vers les systèmes classiques : le système verrouillé coûte 348 % de plus que le classique.

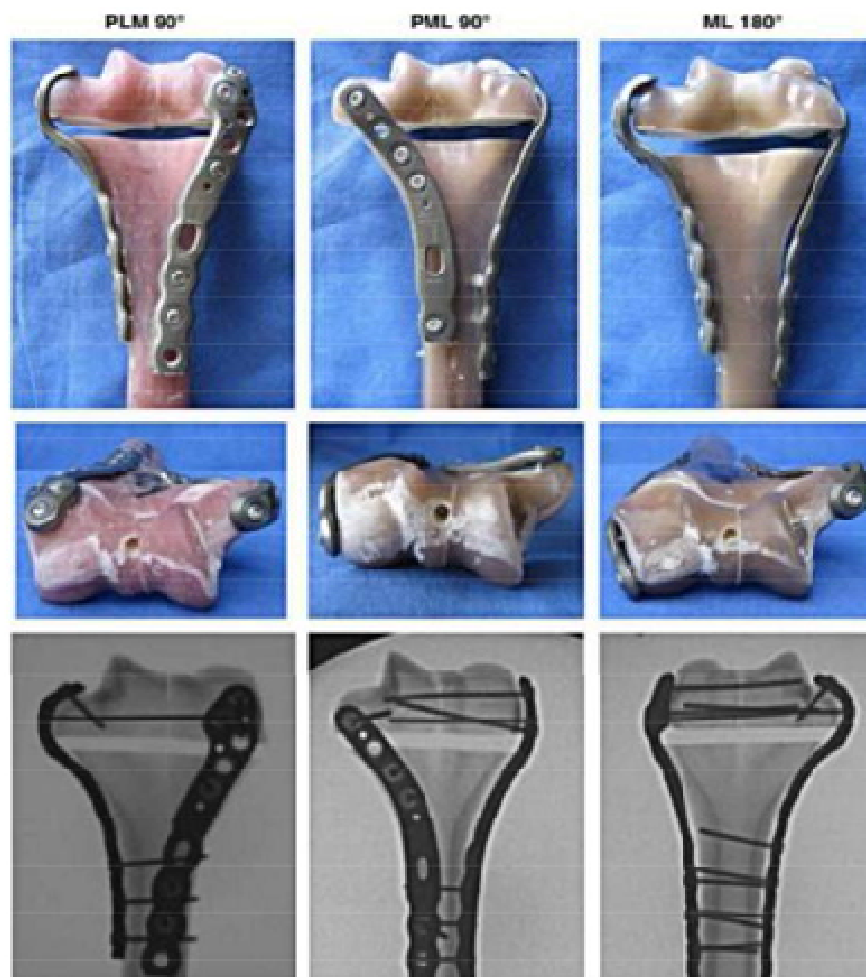


Figure 37 : différentes configurations d'ostéosynthèse

1.2.4-Le fixateur externe

Le traitement par fixateur externe articulé ou non par montage huméro ulnaire ou huméro-radial est possible en fonction du type de fractures et du terrain.

Chaudhary [87] recommande l'utilisation de deux fixateurs externes, un médial et un latéral, permettant une consolidation épiphysaire avec conservation de l'alignement huméral.

L'utilisation d'un fixateur mono latéral est possible, à condition de réaliser une distraction dans l'axe de l'humérus. Le montage doit être huméro-ulnaire, avec prise distale dans la partie proximale de l'ulna, c'est à dire dans la région olécraniennne. Le recours au ligamento taxis permet de réaliser l'alignement, par traction, de l'épiphyse humérale distale [88].

Les résultats à distance du traitement de ces fractures sont constamment moins bons que celui du traitement de leur équivalent fermé, quel que soit le mode de stabilisation choisi [88].

L'utilisation d'un fixateur articulé est envisageable avec verrouillage total initial, et mobilisation secondaire après cicatrisation des parties molles. Le recours à des fixateurs à centre de rotation fixe ne permet pas d'espérer récupérer la totalité de la mobilité articulaire du fait d'un effet came lors des 30 derniers degrés d'extension [88.]

1.3-Indications

- Pour les fractures articulaires pures (capitellum, Kocher), Une fixation par un vissage direct antéropostérieur par des vis de type Herbert permettent de réaliser une ostéosynthèse rigide sans conflit intra-articulaire.

- Pour les fractures supra-condyliennes et inter condyliennes simples, l'utilisation d'une plaque pré moulées est indiquée.

- Les fractures sus et intercondyliennes et les fractures transcondyliennes imposent une ostéosynthèse par 2 plaques par un montage orthogonal classique à

90° ou par le montage parallèle à 180°. Les études biomécaniques comparant le positionnement à 90° et celui à 180° sont nombreuses. La plupart des auteurs en faveur du système parallèle [62-66]. Par contre, Jacobson et al défend la thèse contraire. Shin et al [67] avait mené une étude prospective sur 35 patients et retrouve deux défaillances du matériel (plaque postéro-latérale) contre aucune dans le groupe parallèle mais aucune différence significative sur le résultat final.

-le fixateur externe est réservé aux fracas ouverts, souvent associé à des gestes de couverture par divers lambeaux. Il a toute sa place dans le cadre du damage control, en attente d'un traitement définitif ou en cas de coude instable après ostéosynthèse [89]. Certains auteurs l'utilisent comme complément d'une ostéosynthèse à minima, essentiellement chez le sujet âgé.

2- Les résections osseuses

L'ablation réglée du capitellum était préconisée par de nombreux auteurs du fait de la simplicité des suites opératoires et difficulté d'ostéosynthèse [68,69]. Cependant, les résultats médiocres à moyen terme et le risque d'instabilité séquellaire du coude en valgus [71] ont fait que les résections d'emblée sont réservées actuellement aux fragments de petites taille et ou comminutifs. La réduction à foyer ouvert donne les meilleurs résultats, à condition d'être anatomique.

Pour Dischino et al [72], elle représente le traitement de choix des fractures diagnostiquées tardivement.

-la résection arthroplastique peut s'envisager dans les fractures intercondyliennes complexes avec comminution articulaire majeure au-dessus de toute possibilité de synthèse. Trop serrée, la résection expose à une ankylose. Trop large, à un coude ballant, moins bien toléré.

3-Arthroplastie du coude

3.1-Prothèse totale du coude

L'objectif d'un patient âgé fracturé est de pouvoir retrouver rapidement un coude indolore et fonctionnel. mais les problèmes de l'Age avancé et du terrain ostéoporotique, des comorbidités, et de la comminution articulaire rendent difficile leur prise en charge. L'utilisation de la prothèse totale du coude pour le traitement de ces fractures a été proposée par Cobb et Morrey en 1997 avec des résultats immédiats satisfaisants [91].

3.2 L'hémiarthroplastie du coude

L'hémi arthroplastie utilisée doit être anatomique. L'indication de cette prothèse ne se conçoit que si les colonnes sont préservées pour assurer la stabilité de la prothèse ou si les colonnes peuvent être synthétisées. la voie d'abords la plus utilisée est habituellement la voie trans-olécranienne.

Les résultats à court terme sont favorables

Les complications observées sont l'usure de l'olécrane, la pseudarthrose de l'olécrane, l'instabilité prothétique

IV- Traitement fonctionnel

1-Après ostéosynthèse

La rééducation fonctionnelle [92] garde une place fondamentale dans la prise en charge de ce type fracturaire. Elle a pour but de prévenir la raideur et de réintégrer le coude dans le programme moteur du membre supérieur. Ce schéma de rééducation est subdivisé en trois phases :

La première est une immobilisation stricte par attelle postérieure brachioantébrachiale coude fléchi à 90° et en supination, sa durée varie de un à sept jours et dépend essentiellement de la qualité de l'os, de la solidité supposée du type d'ostéosynthèse et l'importance des phénomènes douloureux.

La seconde phase est une période de mobilisation contrôlée (de j8 à j45). Elle permet d'éviter les adhérences des plans de glissement périarticulaires, générateurs d'une limitation d'amplitude. Jusqu'au 21eme jour d'attelle plâtrée est retirée uniquement au cours des séances de rééducation, puis portée la nuit pendant trois semaines complémentaires.

La mobilisation est douce et lente. Les prises sont proches du centre articulaire pour réduire le bras de levier car la fracture n'étant pas consolidée et pour être « à l'écoute de l'articulation ». L'arc de pronosupination est retrouvé sans difficultés ; en revanche, les derniers degrés d'extension et la flexion complète sont les secteurs déficitaires.

La troisième phase est de récupération fonctionnelle après 45 j et s'étend sur une période de 3 à 6 mois). La fracture étant consolidée. Les techniques passives « plus agressives » peuvent être employées (postures avec poids ou les suspensions).

Le renforcement musculaire s'effectue quand le coude est mobile, indolore et stable.

2- Après arthroplastie

Pour les prothèses totales du coude le protocole varie. En postopératoire, une attelle antérieure est placée pour garder le coude en extension. Le membre est surélevé pendant 48 h, puis le drain de Redon est enlevé et le patient est autorisé à mobiliser son coude en fonction de la douleur. Une simple écharpe est prescrite. Il n'y a pas de rééducation nécessaire [93]

Evolution et complications

I- Evolution

La consolidation se fait habituellement en 45 à 60 jours, mais ce délai est souvent majoré, quel que soit le traitement, en cas de fracture ouverte ou fracture communitive.

IL ne faut pas retarder la rééducation afin d'éviter la raideur .Tous les auteurs insistent sur la nécessité d'une courte immobilisation et d'une rééducation prolongée en raison de la lenteur de la récupération de la mobilité

II-complications

1-complications immédiates

1-1 l'ouverture cutanée : [50]

L'ouverture cutanée est fréquente avec un nombre non négligeable de stade 2 et 3 du couchoir et Duparc, en particulier lors des fractures supra- condyliennes.

1-2 lésions vasculaires :[50]

Exceptionnelles chez l'adulte, ces lésions concernent l'artère humérale.

1-3 Lésions nerveuses :[50]

Ce sont des accidents directement liées au traumatisme. Elle intéressent surtout le nerf radial selon LECESTRE [35]

Le nerf cubital peut être touché, surtout dans les fractures sus et inter-condyliennes.

La lésion du nerf médian est exceptionnelle.

1-4 lésions traumatiques étagées

Les lésions étagées du même membre compliquent souvent le traitement et les suites opératoires. Touchant surtout l'olécrane et la diaphyse humérale.

Les luxations du coude, les fractures du condyle externe, l'épi trochlée ou de la tête radiale ont été décrites simultanément avec la fracture de la palette humérale pour certaines séries [11;37]

2-complications secondaires

2-1 générales ; hématome ,douleur, œdème[13]

Il s'agit des fractures articulaires souvent douloureuses en post-opératoires

Lors du démarrage de la rééducation une recrudescence des douleurs peut être

Des phénomènes algo-neuro-dystrophiques peuvent être évoqués lorsque les douleurs sont nocturnes.

L'œdème péri articulaire se prolonge pendant quelques semaines, il peut d'ailleurs s'accroître lors de la mobilisation. Il est pris en charge par des anti-inflammatoires et du glaçage.

2-2 complications infectieuses [10]

Complication redoutable, favorisée par l'ouverture cutanée, le retard apporté à la stabilisation du foyer, la durée d'intervention et les modalités d'intervention.

Les tableaux sont variés, de la suppuration superficielle jusqu'à l'arthrite massive précoce imposant l'ablation du matériel

2-3 les complications nerveuses [10]

Les complications neurologiques post-opératoires intéressent en premier lieu le nerf cubital puis radial.

2-4 déplacements secondaires

Est l'apanage du traitement orthopédique en général. or, le traitement chirurgical peut également se compliquer d'une rupture de matériel d'ostéosynthèse si le montage est insuffisant

3-complications tardives

3-1 raideur du coude [1]

Est la complication la plus redoutable et la plus handicapante. Elle peut être favorisée par des facteurs : [9]

- type de traitement le traitement orthopédique est le plus grand pourvoyeur de raideur en raison de la durée de l'immobilisation plâtrée, une rééducation tardive et insuffisante.
- Type de fracture en particulier les fractures sus et inter condyliennes complexes et les fractures supra-condyliennes avec ouverture cutanée
- Cals vicieux intra-articulaire
- Ossification ectopique imprévisible, prévenues par un traitement anti-inflammatoire associé à un glaçage de l'articulation

3-2 pseudarthrose [26]

De siège métaphyso-diaphysaire, Liée à un montage peu rigide le plus souvent.

Dans les fractures de type C , une reprise chirurgicale avec ostéosynthèse métaphysaire associée à une greffe est alors indiquée

Devant une pseudarthrose, chez le sujet âgé , la prothèse totale du coude peut être discutée

3-3 Cals vicieux [13]

Ils sont la conséquence d'un défaut de réduction, d'un déplacement secondaire ou d'une lésion ancienne négligée

Les cals vicieuses articulaires telles : les marches d'escalier articulaires_sont sources de raideurs articulaires.

Les cals rotatoires, frontales ou sagittales compliquent les fractures supra-condyliennes

3-4 gêne du matériel [13]

Elle est fréquente sur le pilier médial. En absence de trouble neurologique, le matériel ne doit pas être enlevé avant 1an pour éviter une fracture itérative.

RESULTATS FONCTIONNELS

I -Résultats en fonction des séries

Dans ce tableau nous allons faire une comparaison entre nos résultats fonctionnels et ceux de la littérature.

Tableau 15 : résultats fonctionnels en fonction des séries

TFCC :	Complexe fibrocartilagineux triangulaire du carpe.	TFCC :	Complexe fibrocartilagineux triangulaire du carpe.
Pajarinen [94]	Jupiter	55.6%	44.4%
Roques [98]	Morrey	65%	35%
Feron [97]	Jupiter	72.9%	27.1%
Bouabid	MEPS	57.8%	42.2%
Lahrach	Jupiter	54.17%	45.83%
Hachimi	Jupiter	52.17%	47.83%
Notre série	MEPS	70.4%	29.6%

Concernant les résultats fonctionnels, la comparaison avec la littérature est difficile car les critères d'évaluation et d'inclusion des types fracturaires sont variables. Dans notre série, nos résultats sont parmi les bons, nous avons obtenu 70.4 % de résultats satisfaisants. Ce qui confirme en accord avec la littérature l'intérêt d'une prise en charge chirurgicale des fractures de la palette humérale dont le pronostic fonctionnel repose sur la restitution anatomique parfaite et les possibilités de mobilisation précoce. Les résultats moyens et mauvais sont les moins fréquents et représentent 29.6 % dans notre série.

II -Résultats en fonction des séries de plaques

Tableau 16 : Résultats en fonction des séries de plaques

Série	Nombre De cas	Age	Recul/Mois	MEPS moyen	Complications
Saragaglia	75	16-95	115	97	12%
Doornberg[95]	30	13-64	144-360	91	
Schmidt	45	14-87	14	85	36%
Kaiser	16		30.5	84.7	
Sanchez Stello [100]	32	19-90	24	85	29%
Shin [99]	35	18-94		83	22%
Greiner [96]	14	21-83	12	91	25%
Notre série	24	17-76	12	83	18.1%

La comparaison de notre série avec les séries de plaques montre que le score MEPS varie entre excellent (90 à 100 points) et bon (75 à 89 points). Malgré un taux De complications qui varie entre 36%à12%, l'ostéosynthèse par plaques reste un Choix optimal pour le traitement des fractures de la palette humérale.

CONCLUSION

Les fractures de la palette humérale sont de plus en plus fréquentes, ceci est

En rapport avec l'augmentation des accidents de la voie publique chez le sujet jeune et la fréquence des chutes chez le sujet âgé ostéoporotique.

Le traumatisme survient souvent par mécanisme direct et la forme anatomique la plus décrite est le type de fractures sus et intercondyliennes.

Le diagnostic radiologique repose sur les clichés standards réalisés aux urgences et les clichés en traction réalisés au bloc opératoire. La TDM avec reconstruction multiplanaire peut être envisageable pour les fractures parcellaires ou pour les fractures très comminutives chez le sujet âgé pour une préparation préopératoire adaptée.

Le traitement chirurgical est systématique chez le sujet jeune et de première intention chez le sujet âgé. Le traitement orthopédique est abandonné par tous les chirurgiens orthopédistes, hormis pour certaines fractures non déplacées, ainsi que chez les patients qui présentent un risque opératoire important et une demande fonctionnelle limitée.

Le but du traitement chirurgical est d'assurer une ostéosynthèse stable qui permet une rééducation précoce, seule gage de bons résultats fonctionnels.

L'ostéosynthèse par plaques a montré ses intérêts en termes de stabilité et de résultats fonctionnels pour le traitement des fractures complexes.

Cependant l'ostéosynthèse ne se fait pas sans complication et sans résultats Décevants.

Les complications de ces fractures doivent rester présentes à l'esprit du chirurgien : raideur articulaire, pseudarthrose, cal vicieux, ossification périarticulaire et neuropathie cubitale. Les patients doivent en être informés avant l'intervention

L'utilisation d'une arthroplastie est à présent une option validée qui doit faire entièrement partie de l'arsenal thérapeutique chez le sujet âgé.

RESUMES

RESUME

Les fractures de la palette humérale sont difficiles à traiter du fait de leur fréquente complexité et de la complexité anatomique de la région du coude. La stabilité et la reconstruction anatomique de la fracture sont essentielles pour autoriser une mobilité précoce.

Notre objectif principal est d'évaluer les résultats fonctionnels et les complications du traitement chirurgical par ostéosynthèse des fractures de la palette humérale. Il s'agit d'une série continue rétrospective de 24 patients (2015-2018), d'âge moyen 30.3 ans (18ans -76 ans).

Nous avons adopté la classification de l'AO pour classer nos fractures. La majorité des patients ont été traités par réduction à ciel ouvert et une ostéosynthèse interne.

Nous avons eu recours à la voie postérieure dans 70%, trans-olécranienne dans 64% des cas. Une évaluation régulière clinique et radiologique avec un minimum de 12 mois après la chirurgie a été préconisée pour tous les patients. Les résultats fonctionnels ont été évalués selon le score de Mayo Clinic.

Le recul moyen était de 18.5 mois (12- 24 mois), les fractures articulaires type C étaient le type de fracture le plus fréquent. Les plus mauvais résultats fonctionnels étaient observés dans ce type de fractures. Nous avons retrouvé 2 cas d'infection superficielle, un cas de dysesthésies dans le territoire du nerf ulnaire, avec 1 cas de cal vicieux. La raideur du coude était la complication la plus fréquente avec 6 cas. sans aucun cas de peudarthrose ni démontage de l'ostéosynthèse .

Le score de Mayo Clinic moyen était à 86 points (40-100 points) avec une moyenne de score à 83 points pour l'évaluation des fractures traitées par plaques.

Ce qui montre l'intérêt du traitement chirurgical par ostéosynthèse et l'utilisation des plaques comme moyens stables.

SUMMARY

The Fractures of the humeral palette aren't easy to treat due to the complexity of fractures and the anatomical complexity of the elbow. The stability and the anatomical reconstruction of the fracture are essential to authorize a premature mobility.

The aim of this work is to evaluate functional results and the challenges of treating the fractures of the humeral palette using surgical intervention with open reduction and internal fixation.

This is a rétrospective study of 24 patients (2012-2018) with an average age of 30.3 years old (18-76).

To classify the different fractures we used A.O classification. All the cases were treated by surgical intervention using an open reduction with an internal fixation. Every patient got both clinical and radio therapies for a minimum period of 12 months after surgery.

The functional results were evaluated using the Mayo Clinic score. In this particular study, articular fractures type C were the most recurrent type of fractures.

The most observed complication were four cases of elbow stiffness, one case of ostéosynthesis removing, one case of ulnar nerve dysesthesia, one case of vicious union and 2 cases of infection. The surgical treatment provided an encouraging results.

In fact, the Mayo clinic showed a score of 86 (40-100). With a Score in 83 points for the evaluation of fractures handled by plates. What shows the interest of the surgical treatment by internal reduction and the use of plates as stable ways.

مطى

تعتبر حالات كسر رشة لمدى علة لعالء بسبب الكسور مقلد ةبالإضا فةللتي عقيد ات
الشر يدلية مظافة مرفق.

هد فنا لاساسي تقويا يلخ تا نؤاظ ي فوة ضاء فات لعالء لء لء لءهذ الءلات .

وقشء مئا لءر اسة 24 مرفضا (مابىن 2012-2018) ولءي ءر اء بىن 18 و76

سنة تقعىم مءوسط ع مرفالإصابة بةهذ الكسور ب 30.3 سنة .

من اءلءء ءء الكسور ءلامءء مءءلى ضد نىف A.O.

ك مءءهف عا لءء مرف ال مرفى عر الءر للء م فءوءة لءقو لءم اءلى لءكءىء عءها
فءر ءءء مء ءءة مرف مءوسطها لسوء عان و فء

ك مءلءء فاءء مرف ال مرفى مرفءاب عءسور و ءوءء عا عىة لاءقل عن 12 شهر ابءء

الءر لءءء مرف عءءءء لءلءءءا لءقظ ي افءءء مءءء لءلءء مءكول ي نىك

بءول ضاء فاءء لءر لءىءء مءسءل سء ءلات لءبىل مرف فء ءالة و لءءة

لاصاءة الءبلىز نءى وءالة و لءءة مرف ضءءش فاءء عظام بالإضا فءء لءءلءىن المءء عفن
السطءى

لءء مرف لعالء لءر لءىءءا نؤ مءعة ءىء ان مءوسط مءكول ي نىك هو 86ءل مء ان

ال مءووىءر اء مابىن 40 نءة 100.

ك مء ان مءوسط مءووالءلات لءءىءء مءء فى علاءء لءلءءء مءلءء فاء نؤ ءءسءل

83 نءة .

ICONOGRAPHIE



fracture sus et intercondylienne tpe C



Plaque vissée et embrochage apres olécranotomie



En postopératoire et après une immobilisation de 3 semaines, une rééducation progressive était entamée.

Les résultats fonctionnels de ce patient sont satisfaisants : extension et flexion complète

N.B : images après ablation du matériel d'ostéosynthèse



Fracture type C sus et intercondylienne



Plaque lecestre + vissage intercondylienne



Fracture sus et intercondylienne



Plaque vissée type lecestre sans olécranotomie



Fracture extra-articulaire type A



Plaque 1/3 tube + embrochage



Fracture extra articulaire type A



Embrochage



Fracture supra et intercondylienne type C



Plaque 1/3 tube + embrochage

BIBLIOGRAPHIE

- [1]- P.Kamina.précis d'anatomie clinique :Anatomie générale Organogénèse des membres, membre supérieur, membre inférieur. Maloine, 4 édition, 2005.
- [2]- A.I. Kapandji. Le coude. In Physiologie articulaire : schémas commentés de mécanique humaine, pages 76 144. Maloine, 2005.
- [3]-Biomécanique fonctionnelle Membres-Tête-Tronc Michel DUFOUR | Michel PILLU | ELSEVIER / MASSON 2007
- [4]- ROUVIERE H : Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle Tome III, 1982, 51-60.
- [5]- W.D. Regan, S.L. Korinek, B.F. Morrey, and K.N. An. Biomechanical study of ligamentsaround the elbow joint. Clinical orthopaedics and related research, pages 170 179, 1991.
- [6]- G.I. Bain and J.A. Mehta. Anatomy of the elbow joint and surgical approaches. In C.L.J.Baker, K.D. Plancher, and B.F. Morrey, editors, Operative Treatment of Elbow Injuries, pages 1 28. Springer, 2001
- [7]- F.K. Fuss. The ulnar collateral ligament of the human elbow joint. anatomy, function and biomechanics. Journal of anatomy, 175 :203 212, 1991.
- [8]- J. Imatani, T. Ogura, Y. Morito, H. Hashizume, and H. Inoue. Anatomic and histologic studies of lateral collateral ligament complex of the elbow joint. Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al], 8 :625 627, 1999.
- [9]- B.F. Morrey and K.N. An. Functional anatomy of the ligaments of the elbow. Clinical orthopaedics and related research, pages 84 90, 1985.
- [10]- N. Takigawa, J. Ryu, V.L. Kish, M. Kinoshita, and M. Abe. Functional anatomy of the lateral collateral ligament complex of the elbow : morphology and strain. J Hand Surg Br., 30 :143 147,2005.

- [12]- B.S. Olsen, M.T. Vaesel, J.O. Sojbjerg, P. Helmig, and O. Sneppen. Lateral collateral ligament of the elbow joint : anatomy and kinematics. Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al], 5 :103-112, 1996.
- [13]- D. Hannouche and T. Begue. Functional anatomy of the lateral collateral ligament complex of the elbow. Surgical and radiologic anatomy : SRA., 21 :187-191, 1999.
- [14]- An KN, Morrey BF, Chao EY. Carrying angle of the human elbow joint. J. Orthop. Res. Off. Publ. Orthop. Res. Soc. 1984;1(4):369-378.
- [15]- Deland JT, Garg A, Walker PS. Biomechanical basis for elbow hinge-distractor design. Clin. Orthop. févr 1987;(215):303-312.
- [16]- Alcid JG, Ahmad CS, Lee TQ. Elbow anatomy and structural biomechanics. Clin. Sports Med. oct 2004; 23(4):503-517, vii.
- [17]- J.-L.Charissoux, P.-S.Marcheix, C. Mabit. Fractures de la palette humérale de l'adulte . EMC 2015. 14-041-A-10.
- [18]- Chantelot C, Wavreille G, Dos Remedios C, Landejerit B, Fontaine C, Hildebrand H. Intra-articular compressive stress of the elbow joint in extension: an experimental study using Fuji films. Surg. Radiol. Anat. Sra. mars 2008;30(2)
- [19]- Morrey BF, Askew LJ, Chao EY. A biomechanical study of normal functional elbow motion. J. Bone Joint Surg. Am. juill 1981;63(6):872-877.103-111.
- [20]- Miyake J, Shimada K, Moritomo H, Kataoka T, Murase T, Sugamoto K. Kinematic Changes in Elbow Osteoarthritis: In Vivo and 3-Dimensional Analysis Using Computed Tomographic Data. J. Hand Surg. 2 avr 2013;
- [21]- Ring D, Jupiter JB, Zilberfarb J. Posterior dislocation of the elbow with fractures of the radial head and coronoid. J Bone Joint Surg 2002 ; 84A (4) : 547-551.

- [22]- Schneeberger AG, Sadowski MM, Jacob HAC. Coronoid process and radial head as postero lateral rotatory stabilizers of the elbow. *J Bone Joint Surg* 2004 ; 86A : 975-82
- [23]-Morrey BF. *The elbow and its disorders*. 3e éd. Philadelphie : Saunders;2000. p. 365-420.
- [24]-B.F. Morrey and J. Sanchez-Sotelo. *The Elbow and Its Disorders*. Elsevier Limited, Oxford, 4e édition, 2009.
- [25] Morrey BF. Fractures of the distal humerus. *Orthop Clin North Am* 2000;31:145—54.
- [26] Robinson CM, Hill R, Jacobs N, Dall G, Court-Brown CM. Adult distal metaphyseal fractures: epidemiology and results of treatment. *J Orthop Trauma* 2003;17:37—8.
- [27] Rose SH, Melton LJ, Morrey BF, Ilstrup DM, Riggs BL. Epidemiologic features of humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1982;168:24—30.
- [28] Court-Brown CM, Ben C. Epidemiology of adult fractures: a review. *Injury Int J Care Injured* 2006;37:691—7.
- [29] Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J. Secular trends in distal humeral fractures of elderly women. Nationwide statistics in Finland between 1970 and 2007. *Bone* 2010;46: 135
- [30] Sheps DM, Kemp KAR, Hildebrand KA. Population-based incidence of distal humeral fractures among adults in a Canadian urban center. *Cur Orthop Pract* 2011;22(5):437—42.5—8.
- [31] Kim SH, Szabo RM, Marder RA. Epidemiology of humerus fractures in the United States: nationwide emergency department sample, 2008. *Arthritis Care Res* 2012;64(3):407—14.

- [32] Bonneville P, Feron JM. Les fractures des sujets âgés de plus de 80 ans. Rev Chir Orthop 2003;89(Suppl. 5): S129—82.
- [33]- Manueddu.C.A; Hoffmeyer.P; Haluzicky.M. Fractures de la palette humérale de l'adulte : evaluation fonctionnelle et mesures de forces isométriques. Revue de chirurgie orthopédique, 1997, 551-560.
- [34]- Elhag.R; Maynou.C; Jugnet.PM. Résultats a long terme du traitement chirurgical des fractures bicondyliennes de l'extrémité distale de l'humérus chez l'adulte Chirurgie de la main, 2001, 20: 144-54.
- [35]- Lahrach k. Résultats du traitement par ostéosynthèse des fractures de la palette humérale à propos de 62 cas . mémoire de fin d'étude .fes ,2010
- [36]- S. Bouabid, J. Boukhris, D. Benchebba, O. Zaddoug, B. Chafry, B. Chagar. Les fractures de la palette humérale de l'adulte : à propos d'une série consécutive de 45 cas. médecine et armées, 2013, 41, 1, 85-90
- [37]- D. Saragaglia, R.-C. Rouchy, N. Mercier. Fractures of the distal humerus operated on using the Lambda® plate: Report of 75 cases at 9.5 years follow-up. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research (2013) 99, 707 ---712
- [38]- H. Schmidt-Horlohé, A. Bonk, P. Wilde, L. Becker, R. Hoffmann. Promising results after the treatment of simple and complex distal humerus type C fractures by angular-stable double-plate osteosynthesis. Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research (2013) 99, 531-541
- [39]-Kanthan Theivendran, MRCS*, Peter J. Duggan, MRCS, Subodh C. Deshmukh, FRCS (Orth). Surgical treatment of complex distal humeral fractures: Functional outcome after internal fixation using precontoured anatomic plates. J Shoulder Elbow Surg (2010) 19, 524-532.

- [40]-Pajarinen.J; Bjorkenheim M.D. Operative treatment of type C intercondylar fractures of the distal humerus : results after a mean follow up of 2 years in a series of 18 patients.Department of orthopaedics and traumatology, Helsinki, Finland, 2002.
- [41] – C.A. Manueddu, P. Hoffmeyer, M. Haluzicky, Y. Blanc, and F. Borst. Distal humeral fracture in adults : functional evaluation and measurement of isometric strength. *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur*, 83 :551-560, 1997.
- [42]- P.A. Davidson, M. Pink, J. Perry, and F.W. Jobe. Functional anatomy of the flexor pronator muscle group in relation to the medial collateral ligament of the elbow. *The American journal of sports medicine*, 23 :245-250, 1995.
- [43]- J.L. Marsh, T.F. Slongo, J. Agel, and al. et. Fracture and dislocation classification compendium - 2007 : Orthopaedic trauma association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma.*, 21 :S1-133, 2007.
- [44]- E.J. Riseborough and E.L. Radin. Intercondylar T fractures of the humerus in the adult.
A comparison of operative and non-operative treatment in twenty-nine cases.
J Bone Joint Surg Am., 51 :130-141, 1969.
- [45]- P. Lecestre, J.Y. Dupont, Jacob A. Lortat, and J.O. Ramadier. Sévère fractures of the low end of the humerus in the adults (authors transl). *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur* 65 :11-23, 1979
- [46]- lecestre P. les fractures de l'extrémité inférieure de l'humérus chez l'adulte(table ronde).*revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareilmoteur*, 66(Suppl 11) :21-50, 1980

- [47]: J.B. Jupiter. Internal fixation for fracture about the elbow. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 4 :31-48, 1994.
- [48]: J.B. Jupiter and D.K. Mehne. Fractures of the distal humerus. *Orthopedics*, 15 :825-833, 1992.
- [49]: D. Ring, J.B. Jupiter, and L. Gulotta. Articular fractures of the distal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.*, 85-A :232-238, 2003.
- [50]: M.B. Davies and D. Stanley. A clinically applicable fracture classification for distal humeral fractures. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*, 15 :602-608, 2006.
- [51]: J.H. Dubberley, K.J. Faber, Macdermid. J.C., S.D. Patterson, and G.J. King. Outcome after open reduction and internal fixation of capitellar and trochlear fractures. *J Bone Joint Surg Am.*, 88 :46-54, 2006.
- [52]: S. Rigal and L. Mathieu. Classification des fractures de la palette humérale de l'adulte. In J.Y. Alnot, C. Fontaine, D. Le Nen, P. Liverneaux, and E. Masméjean, editors, *Cours européen de pathologie chirurgicale du membre supérieur et de la main - 2013*. Montpellier, pages 103-108. Sauramps Médical, 2013.
- [53]: A.M. Wainwright, J.R. Williams, and A.J. Carr. Interobserver and intraobserver variation in classification systems for fractures of the distal humerus. *The Journal of bone and joint surgery British*, 82 :636-642, 2000.
- [54]: G.I. Bain and J.A. Mehta. Anatomy of the elbow joint and surgical approaches. In C.L.J. Baker, K.D. Plancher, and B.F. Morrey, editors, *Operative Treatment of Elbow Injuries*, pages 1-28. Springer, 2001.
- [55]- Roongsak Limthongthang,MD, and JesseB.Jupiter,MD. Distal Humerus Fractures. *Oper Tech Orthop*23:178-187 C 2013.
- [56]- Manueddu.C.A; Hoffmeyer.P; Haluzicky.M. Fractures de la palette humérale chez l'adulte :évaluation fonctionnelle et mesures de forces isométriques. *Revue de chirurgie orthopédique*, 1997, 551-560.

- [57]- E.J. Riseborough and E.L. Radin. Intercondylar T fractures of the humerus in the adult. A comparison of operative and non-operative treatment in twenty-nine cases. *J Bone Joint Surg Am.*, 51 :130-141, 1969.
- [58]- P. Decoulx, M. Ducloux, J. Hespeel, and J. Decoulx. Fractures of the lower extremity of the humerus in adults (152 cases). *Revue de chirurgie orthopedique et reparatrice de l'appareil moteur* 50 :263-73, 1964.
- [59]: B.F. Morrey and J. Sanchez-Sotelo. *The Elbow and Its Disorders*. Elsevier Limited, Oxford, 4 edition, 2009.
- [60]: C. Peach and D. Stanley. Surgical approaches to the elbow. *Orthopaedics and Trauma*, 26 :297-302, 2012.
- [61]: C. Dos Remedios, G. Wavreille, C. Chantelot, and C. Fontaine. *Voies d'abord du coude*. Paris : Elsevier SAS, 2003.
- [62]: J.M. Sales, M. Videla, P. Forcada, M. Llausa, and Nardi. J. Fracturas de los huesos largos, vías de acceso quirúrgico. In J.M. Sales, editor, *Atlas de osteosíntesis*. Barcelona : Elsevier Masson, 2009.
- [63]: F.M. Smith. *Surgery of the elbow*. Saunders, 1972.
- [64]: R.B. Laakso, P. Forcada-Calvet, J.R. Ballesteros-Betancourt, M. Llausa-Pérez, and Antuña S.A. Surgical approaches to the elbow. In D. Stanley and I. Trail, editors, *Operative Elbow Surgery*. Elsevier Health Sciences UK, 2011.
- [65]: W.C. Campbell. Incision for exposure of the elbow joint. *Am J Surg.*, 15 :65, 1932.
- [66]: M. Alonso-Llames. Bilateral tricipital approach to the elbow. its application in the osteosynthesis of supracondylar fractures of the humerus in children. *Acta Orthop Scandinav*, 43 :479-490, 1972.

- [67]: N. Gschwend. Our operative approach to the elbow joint. *Arch Orth Traum Surg.*, 98 :143-146, 1981.
- [68]:G.W. Van Gorder. Surgical approach in supracondylar "T" fractures of the humerus requiring open reduction. *J Bone Joint Surg.*, 22 :278-292, 1940.
- [69]:T.G. Wadsworth. A modified posterolateral approach to the elbow and proximal radioulnar joints. *Clinical orthopaedics and related research*, pages 151-153, 1979.
- [70]: B.F. Morrey and J. Sanchez-Sotelo. *The Elbow and Its Disorders*. Elsevier Limited, Oxford, 4 edition, 2009.
- [71]: R.S. Bryan and B.F. Morrey. Extensive posterior exposure of the elbow. a triceps-sparing approach. *Clinical orthopaedics and related research*, pages 188-192, 1982.
- [72]: S.W. Wolfe and C.S. Ranawat. The osteo-anconeus flap. an approach for total elbow arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.*, 72 :684-688, 1990.
- [73]: B.F. Morrey and J. Sanchez-Sotelo. Approaches for elbow arthroplasty : how to handle the triceps. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*, 20 :590-596, 2011.
- [74]: K. Schmidt-Horlohe, P. Wilde, A. Bonk, L. Becker, and R. Hoffmann. One-third tubular-hookplate osteosynthesis for olecranon osteotomies in distal humerus type-C fractures : a preliminary report of results and complications. *Injury*, 43 :295-300, 2012.
- [75]: J.B. Jupiter, U. Neff, P. Holzach, and M. Allgower. Intercondylar fractures of the humerus. An operative approach. *J Bone Joint Surg Am.*, pages 226-239, 67.
- [76]: B.J. Gainor, F. Moussa, and T. Schott. Healing rate of transverse osteotomies of the olecranon used in reconstruction of distal humerus fractures. *Journal of the Southern Orthopaedic Association*, 4 :263-268, 1995.

- [77]: J.B. Jupiter. The surgical management of intraarticular fractures of the distal humerus. In B.F Morrey, editor, *The Elbow : Master Techniques in Orthopaedic Surgery*, pages 65-82. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
- [78]: A.D. Sane, P.W. Dakoure, CB. Dieme, and et al. Olecranon osteotomy in the treatment of distal humeral fractures in adults : anatomical and functional evaluation of the elbow in 14 cases. *Chirurgie de la main.*, 28 :93-98, 2009.
- [79]: P. Mishra, A. Aggarwal, M. Rajagopalan, I. Dhammi, and A.K. Jain. Critical analysis of triceps-reflecting anconeus pedicle (TRAP) approach for operative management of intra-articular distal humerus fractures. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 1 :71-80, 2010.
- [80]: S.W. O'Driscoll. The triceps-reflecting anconeus pedicle (TRAP) approach for distal humeral fractures and nonunions. *The Orthopedic clinics of North America*, 31 :91-101, 2000.
- [81]- D. Saragaglia, R.-C. Rouchy, N. Mercier. Fractures of the distal humerus operated on using the Lambda® plate: Report of 75 cases at 9.5 years follow-up. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* (2013) 99, 707-712
- [82]-Simonis.R.B; Nunez.V.A ; Khaleel.A. Use of the converty infant hip screw in the treatment of nonunion of fractures of the distal humerus. *The J.B.J.Surg* vol 85, n° 1, p: 74-77, 2003
- [83]- K. Schmidt-Horlohe, P. Wilde, A. Bonk, L. Becker, and R. Hoffmann. One-third tubular-hook plate osteosynthesis for olecranon osteotomies in distal humerus type-C fractures : a preliminary report of results and complications. *Injury*, 43 :295-300, 2012.
- [84]-J. Korner, G. Diederichs, M. Arzdorf, and et al. A biomechanical evaluation of methods of distal humerus fracture fixation using locking compression plates versus conventional reconstruction plates. *J Orthop Trauma*, 18 :286-293, 2004

- [85]-T. Kaiser, A. Brunner, B. Hohendorff, B. Ulmar, and R. Babst. Treatment of supra- and intra-articular fractures of the distal humerus with the lcp distal humerus plate : a 2-year follow-up. *Journal of shoulder and elbow surgery / American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*, 20 :206 212, 2011.
- [86]-M. Berkes, G. Garrigues, J. Solic, and et al. Locking and non-locking constructs achieve similar radiographic and clinical outcomes for internal fixation of intra-articular distal humerus fractures. *HSS journal : the musculoskeletal journal of Hospital for Special Surgery*, 7 :244 250, 2011.
- [87]-Chaudhary S, Patil N, Bagaria V, Harshavardhan NS, Hussain N. Open intercondylar fractures of the distal humerus : Management using a mini-external fixator construct. *J Shoulder Elbow Surg* 2008 ; 17 : 465 70
- [88]-T. Bégué. Articular fractures of the distal humerus. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 100 (2014) S55 S63.
- [89]- J.-L.Charissoux, P.-S.Marcheix, C. Mabit. Factures de la palette humérale de l'adulte EMC 2015. 14-041-A-10.
- [90]-T.K. Cobb and Morrey B.F. Total elbow arthroplasty as primary treatment for distal humeral fractures in elderly patients. *The Journal of bone and joint surgery American*, 79 :826 832,1997.
- [91]-T.K. Cobb and Morrey B.F. Total elbow arthroplasty as primary treatment for distal humeral fractures in elderly patients. *The Journal of bone and joint surgery American*, 79 :826 832,1997.
- [92]-Rééducation De L'appareil Locomoteur, T2 Tome 2 : membre superieur 2011, Pages 157 179
- [93]-P. Mansat, N. Bonneville, M. Rongières, P. Bonneville Place de la prothèse totale de coude en traumatologie _ The role of total elbow arthroplasty in traumatology. *Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique* 100S (2014) S139 S144.

- [94]-Pajarinen.J; Bjorkenheim M.D. Operative treatment of type C intercondylar fractures of the distal humerus : results after a mean follow up of 2 years in a series of 18 patients.Department of orthopaedics and traumatology, Helsinki, Finland, 2002
- [95]- Doornberg JN, van Duijn PJ, Linzel D, Ring DC, Zurakowski D, Marti RK, et al.Surgical treatment of intraarticular fractures of the distal part of the humerus. Functional outcome after 12 to 30 years. J Bone Joint Surg Am 2007;89:1524-32.
- [96]- Greiner S, Haas NP, Bail HJ. Outcome after open reduction and angular stable internal fixation for supra-intercondylar fractures of the distal humerus: preliminary results with the LCP Distal Humerus System. Arch Orthop Trauma Surg 2008;128:723-9.
- [97]- Feron J.M; Jacquot.F; Signore T.F. Traitement chirurgical des fractures sus et inter-condyliennes du coude de l'adulte pathologie chirurgicale du coude 1999, p : 99-102.
- [98]-Roques.B. Fracture de l'extrémité inférieure de l'humérus. Pathologie chirurgicale du coude 1999, p : 91-98
- [99]- Shin R, Ring D. The ulnar nerve in elbow trauma. J Bone Joint Surg 2007;89:1108-16.
- [100]- Sanchez-Sotelo J, Torchia MEO'Driscol SW.Complex distal humeral fractures: internal fixation with a principle based parallel-plate technique. J Bone Joint Surg 2008;89A: 961-9.