



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2021

Thèse N°160/21

LE CUBITUS VARUS POST-TRAUMATIQUE CHEZ L'ENFANT

(à propos de 25 cas et revue de la littérature)

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 02/04/2021

PAR

Mme. CHELFI IMANE

Née le 01 Avril 1996 à Sefrou

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS :

Cubitus varus – Enfant – Fractures supracondyliennes – Ostéotomie de valgisation

JURY

M. AFIFI MOULAY ABDERRAHMANE..... PRÉSIDENT

Professeur de Chirurgie pédiatrique

Mme. ATARRAF KARIMA..... RAPPORTEUR

Professeur de Chirurgie pédiatrique

M. KHATTALA KHALID.....

Professeur de Chirurgie pédiatrique

JUGES

Mme. BOUBBOU MERYEM

Professeur de Radiologie

PLAN

PLAN	1
LISTES DES FIGURES	7
LISTE DES TABLEAUX	11
LISTE DES ABREVIATIONS	12
INTRODUCTION	13
RAPPEL ANATOMIQUE	15
I. OSTEOLOGIE DU COUDE	16
1. Extrémité inférieure de l'humérus	16
1.1. Epicondyles.....	17
1.2. Condyles.....	17
1.3. Fosses	18
2. Extrémité supérieure du radius.....	18
3. Extrémité supérieure de l'ulna	19
II. PARTICULARITES DE L'OS DE L'ENFANT	20
1. Structure et résistance mécanique	20
2. Périoste	20
3. Cartilage de croissance.....	21
3.1. Propriétés biomécanique.....	21
3.2. Vascularisation	21
4. Remodelage	21
III. DEVELOPPEMENT OSSEUX CHEZ L'ENFANT	22
1. Epiphyse distale de l'humérus	22
1.1. Capitulum	22
1.2. Trochlée	22
1.3. Epicondyle médial	23
1.4. Epicondyle latéral.....	23
2. Epiphyse proximale du radius.....	24
3. Epiphyse proximale de l'ulna	24
IV. MOYENS D'UNION	26
1. Moyens d'union passifs	26
1.1. Capsule articulaire	26
1.2. Synoviale	26
1.3. Ligaments	26
2. Moyens d'union actifs.....	29

2.1. Moyens d'union actifs antérieurs.....	29
2.2. Moyens d'union passifs postérieurs	29
V. VASCULARISATION ET INNERVATION DU COUDE	30
1. Vascularisation.....	30
2. Innervation.....	31
VI. BIOMECANIQUE DU COUDE.....	31
1. Notion du valgus physiologique.....	31
2. Flexion-Extension	31
3. Pronation-supination	33
4. Mouvement de latéralité en flexion.....	34
ETIOPATHOGENIE.....	35
I. DEFINITION.....	36
II. CUBITUS VARUS POST-TRAUMATIQUE.....	38
1. Etiologies	38
1.1. Fracture supra-condylienne	38
1.2. Fracture du condyle latéral.....	42
1.3. Fracture du condyle médial	43
1.4. Fractures sus-condyliennes et intercondyliennes de l'humérus	44
1.5. Décollement épiphysaire.....	45
1.6. Nécrose de la trochlée	45
2. Mécanisme	45
III. HISTORIQUE.....	47
IV. CUBITUS VARUS SECONDAIRE.....	48
V. EVOLUTION.....	48
MATERIELS ET METHODES.....	50
I. TYPE D'ETUDE	51
II. OBJECTIF	51
III. DEROULEMENT D'ETUDE	51
1. Critères d'inclusion	51
2. Critères d'exclusion.....	51
3. Données recueillies et mode de recueil.....	52
RESULTATS	53
I. DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES.....	54
1. Nombre de cas par année	54

2. Sexe	54
3. Age	55
4. Côté atteint	56
5. Mécanisme du traumatisme initial	57
6. Traitement reçu	58
7. Evolution avant la consultation	59
8. Délai entre le traumatisme initial et la constatation de la déformation	59
II. DONNEES CLINIQUES	60
1. Motif de consultation	60
2. Signes fonctionnels	60
2.1. Douleur	60
2.2. Déformation en varus	60
2.3. Raideur du coude	60
3. Lésions associées	61
3.1. Lésions vasculo-nerveuses	61
3.2. Lésions cutanées	61
III. DONNEES RADIOLOGIQUES	62
1. Radiographie standard	62
1.1. Angle de Baumann préopératoire	64
1.2. Carrying angle préopératoire	65
1.3. Indice de proéminence latéral préopératoire	67
1.4. Lésions osseuses associées	67
2. Tomodensitométrie	68
IV. DONNEES THERAPEUTIQUES	69
1. Objectif du traitement	69
2. Indications	69
3. Installation et abord du patient	69
4. Type d'ostéotomie	71
4.1. Principe	72
4.2. Ostéotomie de valgisation	72
5. Moyen d'ostéosynthèse	73
6. Fermeture et immobilisation	73
7. Durée d'hospitalisation	74
8. Surveillance	74
9. Ablation du matériel d'ostéosynthèse	75
V. RESULTATS POSTOPERATOIRES	76

1. Recul.....	76
2. Angle de Baumann post-opératoire.....	76
3. Carrying angle post-opératoire.....	77
4. Indice de proéminence latéral post-opératoire.....	77
5. Complications post-opératoires.....	78
5.1. Complications à court et à moyen terme.....	78
5.2. Complications à long terme.....	78
VI. EVALUATION DES RESULTATS.....	79
DISCUSSION.....	81
I. EPIDEMIOLOGIE.....	82
1. Fréquence.....	82
2. Age.....	83
3. Sexe.....	83
4. Côté atteint.....	84
5. Cause du traumatisme initial.....	85
6. Lésion initiale.....	85
7. Traitement du traumatisme initial.....	86
8. Délai entre le traumatisme initial et la consultation pour la déformation....	87
II. ETUDE CLINIQUE.....	88
1. Motif de consultation.....	88
2. Examen clinique.....	88
2.1. Inspection.....	88
2.2. Palpation.....	89
2.3. Mensuration du bras.....	90
2.4. Mobilité.....	90
2.5. Examen vasculo-nerveux.....	92
III. ETUDE RADIOLOGIQUE.....	92
1. Radiographie standard.....	92
1.1. But.....	92
1.2. Incidences radiologiques.....	92
1.3. Traces des axes.....	94
1.4. Mesure des angles.....	94
1.5. Indice de proéminence latéral.....	98
1.6. Signe d'éclipse.....	99
2. Tomodensitométrie.....	100

IV. TRAITEMENT	101
1. But	101
2. Moyens thérapeutiques	101
2.1. Ostéotomie de soustraction externe.....	101
2.2. Ostéotomie de French.....	104
2.3. Ostéotomie d'ouverture en coin médial.....	105
2.4. Ostéotomie en dôme.....	106
2.5. Ostéotomie en double dôme	108
2.6. Ostéotomie Step-cut.....	109
2.7. Ostéotomie pentalatérale	114
2.8. Ostéotomie tridimensionnelle	116
2.9. Type de fixation.....	118
3. Indications	123
3.1. Degré du varus	123
3.2. Age au moment de l'intervention	123
3.3. Délai entre le traumatisme initial et l'intervention chirurgicale	125
4. Techniques adoptées par différents auteurs	126
V. RESULTATS	128
1. Recul.....	128
2. Echecs	128
3. Complications post-opératoires	128
3.1. Complications à court et à moyen terme	128
3.2. Complications à long terme	131
4. Critères d'évaluation	134
VI. PREVENTION	138
CONCLUSION	140
RESUMES.....	143
ANNEXES	149
BIBLIOGRAPHIE.....	154

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Extrémité inférieure de l'humérus. (A) face antérieure de l'EIH. (B) face postérieure de l'EIH. _____	16
Figure 2 : Extrémité supérieure du radius _____	19
Figure 3: Extrémité supérieure de l'ulna. (A) vue antéro-médiale de l'ESU. (B) vue latérale de l'ESU. _____	20
Figure 4: Âge moyen d'apparition des noyaux d'ossification. Capitulum (2): 1 à 2 ans ; tête radiale (4): 4 ans; épicondyle médial (5): 5 ans; trochlée (8): 8 ans; olécrane (9): 9ans; épicondyle latéral (12): 12 ans. _____	25
Figure 5: Coude de l'enfant de la naissance à l'adolescence selon Birkner. _____	25
Figure 6: (A) Vue antérieure du coude ; (B) Vue postérieure du coude montrant les moyens d'union. _____	27
Figure 7: Vue médiale du coude montrant les moyens d'union. _____	28
Figure 8: Vue latérale du coude montrant les moyens d'union. _____	28
Figure 9: vue de face du coude montrant la vascularisation du coude. _____	30
Figure 10: Mouvements de Flexion-extension. _____	32
Figure 11: Mouvement de prono-supination. (S) supination. (P) Pronation. _____	34
Figure 12: Déformation du coude en varus. _____	37
Figure 13: Déplacement des fragments au cours des fractures supracondyliennes en extension et en flexion _____	38
Figure 14: Mécanisme de fracture supracondylienne chez l'enfant. _____	38
Figure 15: Stade de fracture supracondylienne de l'humérus selon Lagrange et Rigault. _____	39
Figure 16: Clichés radiologiques face et profil du coude montrant les stades de fracture supracondylienne chez l'enfant selon Lagrange et Rigault. _____	40
Figure 17: Classification de Gartland des fractures supracondyliennes. (A) Stade I. (B) Stade II. (C) Stade III. _____	41
Figure 18: Mécanisme lésionnel des fractures du condyle latéral. _____	42
Figure 19: Classification de Lagrange et Rigault pour les fractures du condyle latéral _____	43
Figure 20: Classification de Milch des fractures du condyle médial. _____	44
Figure 21: Les trois types du varus résiduel. _____	46

Figure 22: Mécanisme du cubitus varus : décalage puis bascule postérieur.	47
Figure 23: Répartition des cas de CV post-traumatique par année.	54
Figure 24: Répartition des malades selon le sexe.	54
Figure 25: Répartition des cas selon l'âge.	55
Figure 26: Répartition des cas selon la tranche d'âge.	55
Figure 27: Répartition des cas en fonction du côté atteint.	56
Figure 28: Répartition des patients selon le mécanisme du traumatisme initial. ...	57
Figure 29 : Répartition des cas selon le traitement initial.	58
Figure 30 : Répartition des patients selon la mobilité du coude atteint.	61
Figure 31: Radiographie standard comparative des 2 membres supérieurs en extension et en supination montrant un membre droit déformé en varus.	63
Figure 32 : Radiographie standard du coude face (B) + Profil (A) montrant un coude gauche déformé en varus.	64
Figure 33: Radiographie standard du coude droit face montrant une déformation en varus avec un angle de Baumann à 108°.	65
Figure 34: Radiographie standard du coude en extension de face montrant une déformation en varus avec un carrying angle à 36°.	66
Figure 35: Radiographie standard du coude en extension de face montrant un cubitus rectus avec un carrying angle à 0°.	67
Figure 36 : Reconstruction tridimensionnelle à partir d'un scanner du coude en varus (même coude sur la figure 32) objectivant de multiples solutions de continuité avec consolidation des berges siégeant au niveau de l'EIH, ostéocondensation avec érosion de l'olécrane gauche et une perte de contact entre les surfaces articulaires du coude gauche.	68
Figure 37: (A) Voie d'abord latérale du coude. (B) l'incision se poursuit jusqu'à la crête supra-condyloïde latérale avec le triceps en arrière et l'extenseur ulnaire du carpe en avant.	70
Figure 38: Voie médiane para-tricipitale. (B) Voie médiane para-tricipitale.	71
Figure 39: deux traits de l'ostéotomie de soustraction externe.	72
Figure 40 : Radiographie standard du coude en extension de face après l'OSE montrant (A) Fixation par 2 broches de Kirschner en croix, (B) Fixation par 3 broches de Kirschner, (C) Fixation par 2 broches de Kirschner parallèles.	73

Figure 41: (A) Radiographie du coude de face, déformé en varus en préopératoire avec un carrying angle de 27°. (B) Radio du coude de face après 45 jours de l'intervention chirurgicale, avec un carrying angle de 5°.	74
Figure 42: Evolution de la moyenne de l'angle de Baumann.	76
Figure 43: Evolution de la moyenne du Carrying angle.	77
Figure 44: Répartition des patients selon les complications post-opératoires.	79
Figure 45: Répartition de nos résultats selon les critères de D.A.Solfelt.	80
Figure 46: Cubitus varus du coude gauche (12).	89
Figure 47: (A) Ligne de Malgaine. (B) Triangle de Nelaton.	90
Figure 48: Méthode décrite par Yamamoto pour mesurer la déformation en rotation.	91
Figure 49: Radio profil du coude. (A) la ligne humérale antérieure. (B) la construction de Storen.	93
Figure 50: Traces des axes.	94
Figure 51: le Carrying angle. (A) axe diaphysaire de l'humérus. (B) axe diaphysaire de l'ulna.	95
Figure 52: Mesure de l'angle de Baumann sur la radio face du coude (77).	97
Figure 53: Mesure de l'angle de Baumann sur la radio face du coude.	98
Figure 54: Indice de proéminence latéral= $(AB-BC)/AC$.	99
Figure 55: Signe d'éclipse sur un cliché profil du coude.	100
Figure 56: voie d'abord postéro-externe du coude.	102
Figure 57 : la hauteur du coin à réséquer en fonction de la distance base-charnière et de l'angle.	102
Figure 58 : Ostéotomie de soustraction externe avec les deux coupes en oblique.	104
Figure 59: Ostéotomie d'ouverture en coin médial. (A) les 4 vis de Schanz insérées de l'intérieur vers l'extérieur. (B) Ostéotomie médiale incomplète et installation du fixateur externe	106
Figure 60: Ostéotomie en dôme.	108
Figure 61: (A) Le sommet du premier dôme est au centre de l'axe huméral et le sommet du deuxième dôme au centre de l'axe cubital. (B) La zone noire représente l'os qui doit être retiré. (C) Le sens de rotation de l'ostéotomie (86).	109
Figure 62: Ostéotomie Step-cut décrite par De Roza et Graziano.	110
Figure 63: Fixation par une vis après une ostéotomie Step-cut.	111

Figure 64: Fixation par plaque en Y.	111
Figure 65: Ostéotomie Step-cut translationnelle.	112
Figure 66: Ostéotomie Spike translate Step-cut.	114
Figure 67: Planification et déroulement de l'ostéotomie pentalatérale.	115
Figure 68: Un modèle généré par ordinateur de l'ostéotomie prévue et de la correction.	117
Figure 69: Ostéotomie tridimensionnelle.	118
Figure 70: Méthode de French	119
Figure 71: A) Radiographie face du coude gauche montrant un cubitus varus de plus de 30°. (B) Radiographie de face du coude 6 semaines après l'OSE et la fixation externe. (C) Radiographie profil du coude.	120
Figure 72: Méthode d'Ilizarov de fixation.	120
Figure 73: Fixation par les agrafes de Blount.	121
Figure 74: Fixation par broches en croix.	122
Figure 75:(A) Signe d'éclipse. (B) Angle huméro-tangentiel.. (C) Angle de Baumann. (D) Cliché radiographique « humérus-plaque » pour apprécier l'angle de Baumann.	139

Liste des tableaux

Tableau 1: Répartition des patients selon le degré de l'angle de Baumann préopératoire.	64
Tableau 2: Répartition des patients selon le degré du Carrying angle préopératoire.	66
Tableau 3: Répartition des patients selon l'intervalle entre l'intervention chirurgicale et l'AMOS	75
Tableau 4: Répartition des patients selon le degré de l'angle de Baumann post-opératoire.	76
Tableau 5: Répartition des patients selon le degré du Carrying angle post-opératoire.	77
Tableau 6: Age de survenue de cubitus varus dans les différentes séries la littérature.	83
Tableau 7: Répartition des patients selon le sexe dans les séries d'étude.	84
Tableau 8: Pourcentage d'atteinte du côté gauche dans les séries d'étude de la littérature.	84
Tableau 9: Prédominance des FSC en pourcentage dans les séries de la littérature.	86
Tableau 10 : Répartition des cas selon la cause du traumatisme initial dans les séries de la littérature.	87
Tableau 11: Moyenne d'âge au moment de l'ostéotomie corrective dans les séries de la littérature.	124
Tableau 12: Délai moyen entre le traumatisme initial et l'intervention chirurgicale.	125
Tableau 13: Recul post-chirurgical moyen dans les séries de la littérature.	128
Tableau 14: Evaluation des résultats selon les critères de Solfelt.	135
Tableau 15: Evaluation des résultats globaux du CV selon Solfelt dans les séries de la littérature.	136
Tableau 16: Score de Flynn.	136

Liste des abréviations

CV	Cubitus Varus
EIH	Extrémité Inférieure Humérale
ESU	Extrémité Supérieure de l'Ulna
ESR	Extrémité Supérieure du Radius
EDH	Epiphyse Distale de l'Humérus
EPR	Epiphyse Proximale du Radius
EPU	Epiphyse Proximale de l'Ulna
TI	Traumatisme initial
LHA	Ligne Humérale Antérieure
LRC	Ligne Radio Capitellaire
LPI	Indice de proéminence Latéral
FSC	Fracture supra-condylienne
AMOS	Ablation du matériel d'ostéosynthèse
TDM	Tomodensitométrie
OSE	Ostéotomie de Soustraction Externe
LLI	Ligament latéral interne
LLE	Ligament latéral externe
Fx	Faisceau

INTRODUCTION

Le cubitus varus est la complication la plus fréquente des fractures supracondyliennes de l'enfant. Il est la conséquence d'un cal vicieux, d'une réduction imparfaite ou d'un déplacement secondaire.

Le caractère inesthétique du coude en varus reste le motif le plus fréquent qui pousse la famille à consulter, mais cette déformation peut également engager le pronostic fonctionnel du coude.

Le cubitus varus post traumatique du coude peut s'accompagner de certaines complications telles que la paralysie nerveuse ulnaire, l'instabilité rotatoire postéro-latérale, la raideur du coude et la fracture secondaire de l'humérus distal d'où l'intérêt d'une prise en charge précoce et adéquate.

Le traitement se base sur la chirurgie. Un grand nombre de méthodes de correction ont été décrites. Par ailleurs, un grand nombre de moyens de fixation ont été utilisés ; mais le meilleur traitement reste la prévention, par une prise en charge appropriée des fractures supracondyliennes.

RAPPEL ANATOMIQUE

I. Ostéologie du coude

Le coude est la partie du membre supérieur qui unit le bras et l'avant-bras. Il réunit 3 os : l'humérus, le radius et l'ulna (le cubitus) et comporte 3 articulations :

- L'articulation huméro-radiale est une articulation ellipsoïde ou condylienne entre le capitulum et la tête radiale.
- L'articulation huméro-ulnaire est une articulation ginglyme ou trochléenne entre la trochlée et l'incisure trochléaire.
- L'articulation radio-ulnaire proximale est une trochoïde inversée entre la tête radiale et l'incisure radiale.

1. Extrémité inférieure de l'humérus

L'extrémité inférieure de l'humérus (EIH) (Figure 1) est appelée palette humérale, triangulaire à la coupe, aplatie d'arrière en avant et déjetée vers l'avant.

Elle présente deux épicondyles, deux condyles et trois fosses.

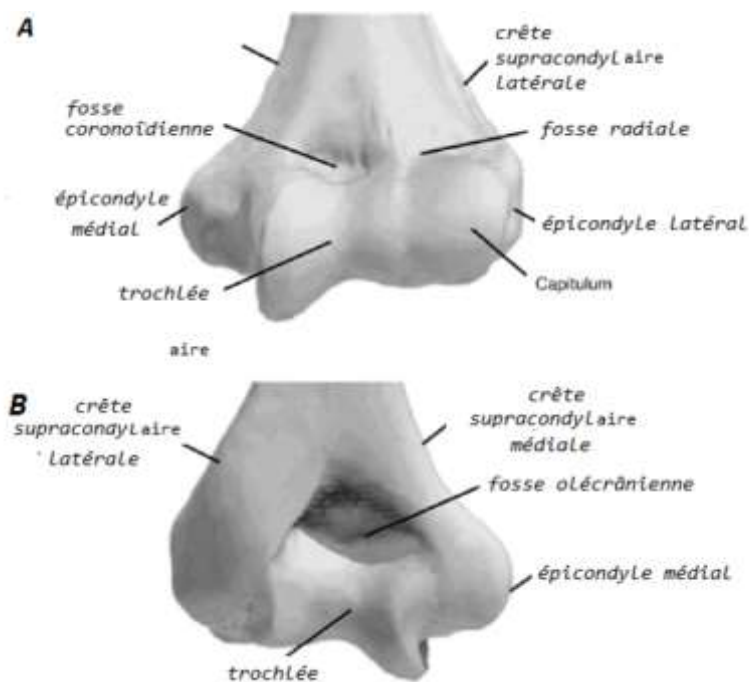


Figure 1 : Extrémité inférieure de l'humérus. (A) face antérieure de l'EIH. (B) face postérieure de l'EIH.

1.1. Epicondyles

- L'épicondyle latéral, faisant suite à la crête supra-condyloire latérale, qui donne insertion à un contingent des muscles extenseurs-supinateurs.
- L'épicondyle médial ou épitrochlée, faisant suite à la crête supra-condyloire médiale, qui donne insertion à un contingent des muscles fléchisseurs-pronateurs. L'épitrochlée est palpable à la partie médiale du coude.

1.2. Condyles

- En dehors, le capitulum, qui est en forme de segment de sphère, se trouve à la face antérieure et un peu à la face inférieure, mais pas à la face postérieure de l'EIH, il s'articule avec la tête radiale.
- En dedans, la trochlée humérale est présente à la face antérieure, inférieure et postérieure de l'EIH. Elle est en forme de poulie avec deux versants ou berges et une gorge. La berge médiale est plus large et descend plus bas que son homologue. La gorge trochléaire est verticale en vue antérieure, elle devient oblique en vue inférieure et postérieure et participe au positionnement en valgus de l'avant-bras en extension (1).
- Entre le condyle et la trochlée se trouve une mince gouttière appelée gouttière intercondylo-trochléenne ou zone conoïde. Cette zone répond à la partie biseautée du pourtour de la tête radiale.

1.3. Fosses

- La fosse radiale : au-dessus du capitulum, où s'engage le pourtour de la tête radiale en flexion.
- La fosse coronoïdienne : au-dessus de la trochlée dans la face antérieure de l'EIH, adjacente à la fosse radiale, qui reçoit le bec du processus coronoïde de l'ulna, quand l'avant-bras est fléchi.
- La fosse olécraniennne : au-dessus de la trochlée, dans la face postérieure de l'EIH, qui reçoit le bec de l'olécrane quand l'avant-bras est en extension.

2. Extrémité supérieure du radius

L'extrémité supérieure du radius (ESR) (Figure 2) comprend :

- La tête radiale qui est recouverte de cartilage hyalin, elle présente trois surfaces articulaires : fossette radiale ou cupule radiale qui s'articule avec le condyle huméral, le biseau radial qui s'articule avec la zone conoïde et la circonférence radiale qui est plus large du côté médial s'articule avec l'incisure radiale de l'ulna (2).
- Le col radial : cylindrique, rétréci, s'étend de la tête radiale à la tubérosité radiale.
- La tubérosité radiale : saillie osseuse rugueuse, de forme ovoïde, située à la face inféro-médiale de l'épiphyse ; elle sert à l'insertion au tendon du muscle biceps brachial (3).

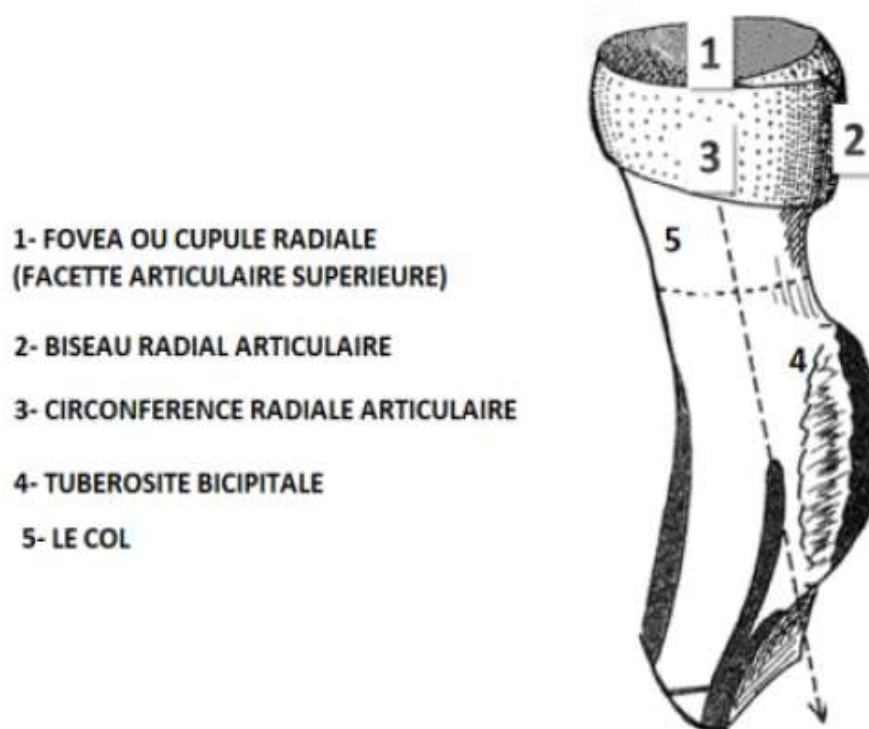


Figure 2 : Extrémité supérieure du radius

3. Extrémité supérieure de l'ulna

L'extrémité supérieure de l'ulna (ESU) (Figure 3) est constituée de deux apophyses, l'une verticale ou olécrane qui est verticalement implantée à la partie postéro-supérieure de l'ulna et sert à l'insertion du tendon du triceps ; l'autre horizontale et antérieure, c'est le processus coronoïde qui sert à l'insertion du muscle brachial sur la tubérosité ulnaire (4).

Entre l'olécrâne et le processus coronoïde, l'incisure trochléaire ou grande cavité sigmoïde qui s'articule avec la trochlée humérale, et contient une arête médiane répondant à la gorge de la trochlée.

Au niveau de la face latérale de l'apophyse coronoïde, il y a l'incisure radiale ou petite cavité sigmoïde qui répond au pourtour de la tête radiale.

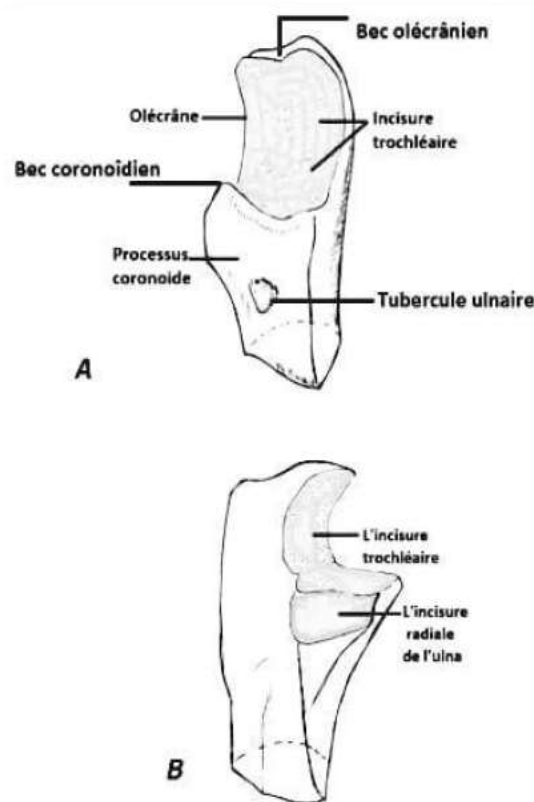


Figure 3: Extrémité supérieure de l'ulna. (A) vue antéro-médiale de l'ESU. (B) vue latérale de l'ESU.

II. Particularités de l'os de l'enfant

1. Structure et résistance mécanique

L'os de l'enfant est plus chargé en eau. Il est moins résistant que celui de l'adulte. Une grande partie est constituée d'une maquette cartilagineuse qui va progressivement s'ossifier au cours de la croissance.

2. Périoste

Le périoste a une résistance mécanique importante et il est beaucoup plus épais que chez l'adulte. Il assure l'accroissement de l'os en épaisseur. Lors de la fracture, il est souvent incomplètement rompu et permet de guider une réduction ou une stabilisation positionnelle du foyer de fracture.

3. Cartilage de croissance

Le cartilage de croissance se trouve aux deux extrémités des os longs, mécaniquement faible peu résistant aux forces de traction axiale et de torsion. Il assure l'accroissement de l'os en longueur. Son atteinte déclenche une asymétrie de croissance.

3.1. Propriétés biomécanique

La résistance aux contraintes en tension et en torsion est assurée par les fibres de collagène de la substance fondamentale, ce qui explique le siège préférentiel des fractures au niveau de la couche hypertrophique.

3.2. Vascularisation

Le cartilage est vascularisé sur 2 versants : Les vaisseaux d'origine épiphysaire, et les vaisseaux d'origine métaphysaire pour la maturation osseuse.

4. Remodelage

Le cartilage de croissance et le périoste assurent la croissance en longueur et en épaisseur, leurs actions conjuguées permettent un remodelage osseux et un certain degré de correction des défauts d'axe. Le remodelage dépend de l'âge de l'enfant (<10 ans : le remodelage est important)

Le remodelage est plus rapide s'il siège à côté d'un cartilage fertile. Il est plus facile lorsque le défaut se situe dans le plan du mouvement de l'articulation voisine.

Il faut agir en urgence, si la fracture est intra-articulaire ou si l'atteinte est au niveau du cartilage de croissance, il ne faut pas attendre une action de remodelage.

III. Développement osseux chez l'enfant

1. Epiphyse distale de l'humérus

L'épiphyse distale de l'humérus (EDH) est formée de quatre noyaux osseux.

1.1. Capitulum

Le capitulum est le premier noyau à s'ossifier, mais la date d'apparition de l'ossification est variable. Le noyau du capitulum peut être visible dès l'âge de 3 mois, et au plus tard à l'âge de 2 ans (Figure 4). Au début, l'ossification du capitulum est sphérique, comme pour la trochlée et l'épicondyle médial. En évoluant, il prend une forme hémisphérique. En cliché de profil, le capitulum paraît subluxé par rapport à la métaphyse de l'humérus distal.

La plaque conjugale est plus épaisse à l'arrière qu'à l'avant, ce qui contribue à l'interprétation fautive d'une subluxation. Durant la maturation, le capitulum évolue vers sa forme adulte et la plaque conjugale s'amincit. Le capitulum et l'humérus fusionnent vers l'âge de 13 à 14 ans.

1.2. Trochlée

L'ossification de la trochlée (Figure 6) débute de façon irrégulière et commence par plusieurs noyaux d'ossification dans le noyau cartilagineux, pouvant faire croire que la trochlée est fragmentée.

La trochlée fusionne pendant sa maturation en premier lieu avec l'épicondyle médial et ensuite avec la métaphyse distale de l'humérus, vers l'âge de 13 à 15 ans.

1.3. Épicondyle médial

L'épicondyle médial est radiologiquement visible en forme de sphère dès l'âge de 4 à 5 ans (Figure 4). L'ossification ne débute pas nécessairement au centre du noyau cartilagineux.

Si l'ossification initiale est décentralisée, la distance entre le noyau d'ossification et l'humérus paraît anormalement grande, ce qui peut mener au diagnostic erroné d'une fracture.

De plus, l'épicondyle médial se situe relativement en arrière, faisant croire à un fragment déplacé. Même si l'épicondyle médial débute l'ossification relativement tôt, il est la dernière épiphyse à fusionner avec la métaphyse de l'humérus distal, et ce, vers l'âge de 14 à 16 ans.

1.4. Épicondyle latéral

Le noyau d'ossification de l'épicondyle latéral apparaît vers l'âge de 12 ans (Figure 4). Contrairement à l'épicondyle médial en forme de sphère, le noyau d'ossification de l'épicondyle latéral prend une forme d'écaille, il est situé à une certaine distance de l'humérus. L'aspect typique de l'épicondyle latéral peut mener le débutant au diagnostic incorrect d'une fracture d'avulsion.

Normalement l'épicondyle latéral fusionne avec le capitulum avant de fusionner avec la métaphyse humérale. Cela signifie donc que, dans la majorité des cas, les quatre noyaux d'ossification (le capitulum, l'épicondyle médial, la trochlée et l'épicondyle latéral) fusionnent entre eux avant que l'épiphyse distale ne fusionne en bloc avec la métaphyse humérale distale vers l'âge de 13 à 16 ans.

La croissance du coude est faible, l'humérus grandit pour 80% de sa longueur par le cartilage de croissance huméral proximal, et pour 20% de la physe distale.

Inversement les physes proximales du radius et de l'ulna assurent 25% de la croissance en longueur du radius et de l'ulna (5). Entre la naissance et la fin de la croissance, l'extrémité inférieure de l'humérus gagne 5, 5 cm chez le garçon et 5cm chez la fille (6).

2. Epiphyse proximale du radius

Le noyau de la tête radiale apparaît entre l'âge de 4 ans et 7 ans, plus précocement chez les filles que chez les garçons (Figure 4).

Il a une forme de disque osseux qui occupe toute la largeur de la diaphyse radiale. Il se soude au radius un an avant l'union des noyaux de l'EDH.

3. Epiphyse proximale de l'ulna

Au niveau de l'olécrane, plusieurs noyaux d'ossification irréguliers apparaissent entre 9 ans et 12 ans (Figure 4).

L'union du noyau olécranien avec la diaphyse débute sur la face antérieure entre 16 et 20 ans, alors qu'un profond sillon persiste sur la face postérieure.

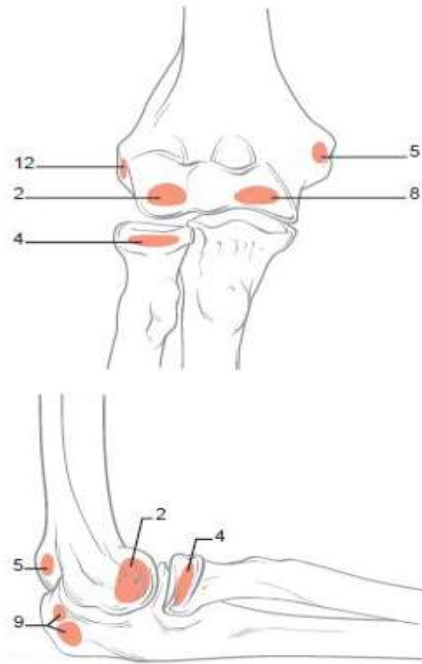


Figure 4: Âge moyen d'apparition des noyaux d'ossification. Capitulum (2): 1 à 2 ans ; tête radiale (4): 4 ans; épicondyle médial (5): 5 ans; trochlée (8): 8 ans; olécrane (9): 9ans; épicondyle latéral (12): 12 ans.

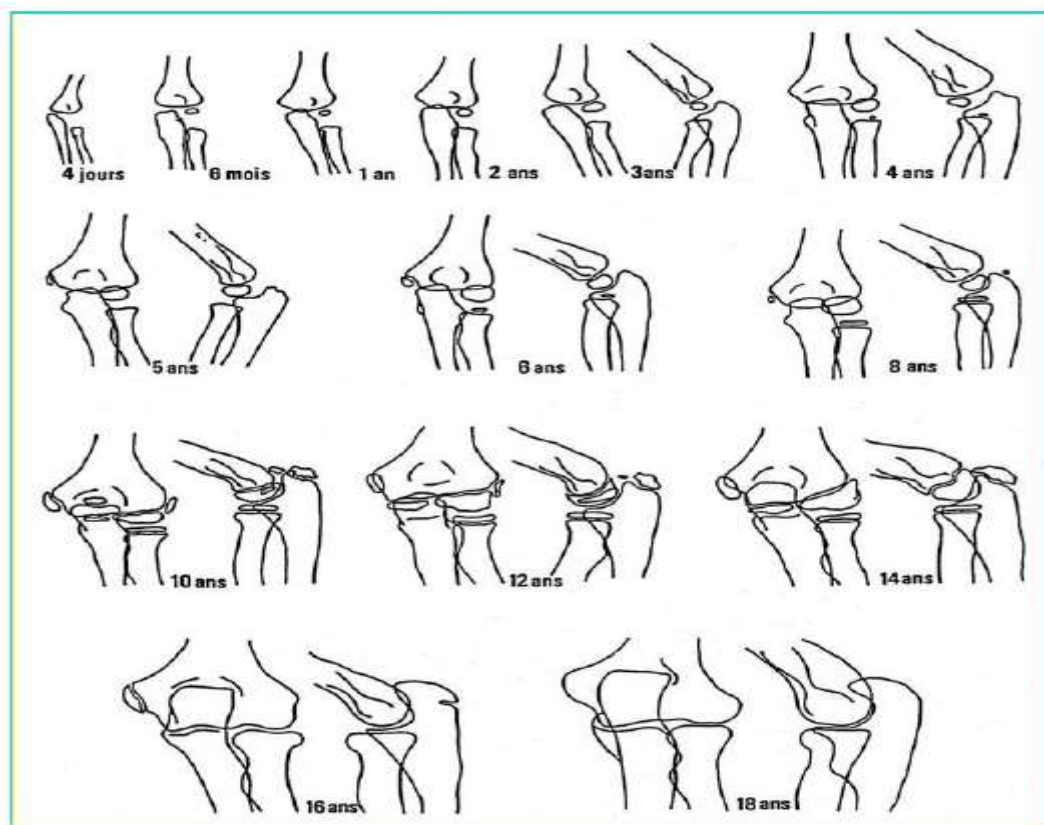


Figure 5: Coude de l'enfant de la naissance à l'adolescence selon Birkner.

IV. Moyens d'union

1. Moyens d'union passifs

1.1. Capsule articulaire

La capsule articulaire forme un manchon fibreux tendu qui englobe les trois extrémités osseuses et s'insère sur le pourtour de leurs surfaces articulaires (Figure 6).

1.2. Synoviale

La synoviale est une membrane séreuse qui tapisse la surface profonde de la capsule articulaire, elle est nourricière pour le cartilage articulaire.

1.3. Ligaments

Les ligaments du coude sont disposés en éventail sur la surface de la capsule (Figure 6, 7, 8) :

- Le ligament antérieur : il a la forme d'un éventail sur la face antérieure de la capsule qu'il renforce, avec une base supérieure et un sommet inférieur.
- Le ligament postérieur : il est mince souvent mal individualisé constituée de trois faisceaux : l'huméro-cubital qui est vertical et profond, l'huméro-huméral qui est transversal et l'huméro-olécrânien qui est oblique.
- Le ligament collatéral radial ou ligament latéral externe (LLE) : il s'insère sur l'épicondyle de l'humérus et sur le bord latéral de l'extrémité supérieure de l'ulna. Il est formé de 3 faisceaux en éventail: faisceaux antérieur et moyen de part et d'autre de l'incisure radiale de l'ulna et faisceau postérieur à la face postérieure de l'olécrâne.
- Le ligament collatéral ulnaire ou ligament latéral interne (LLI) : il s'insère en haut sur l'épitrôchlée de l'humérus et en bas sur l'incisure trochléaire de l'ulna. Il est constitué de 3 faisceaux disposés en éventail : les

faisceaux antérieur et moyen sur la face médiale du processus coronoïde et le faisceau postérieur sur la face médiale de l'olécrâne.

- Le ligament arciforme ou ligament de Cooper : tendu de l'olécrâne au processus coronoïde.
- Le ligament annulaire radial : c'est un prolongement de la capsule, il entoure la capsule radiale, sa face interne encroûtée de cartilage est une surface articulaire.
- Le ligament carré de Danucé : Il est tendu du bord inférieur de l'incisure radiale de l'ulna à la face médiale de base de la circonférence articulaire du radius. Il stabilise l'articulation radio-ulnaire proximale en renforçant le pôle inférieur de la capsule.
- La corde oblique est tendue de l'extrémité proximale de l'ulna au radius.

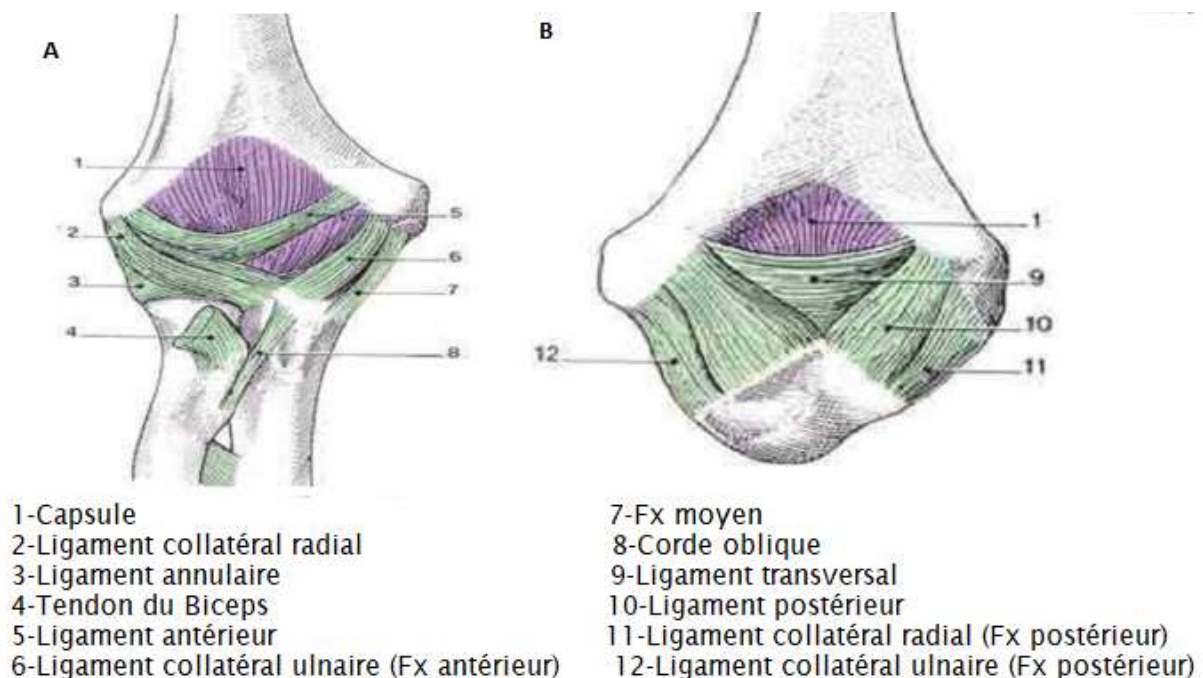
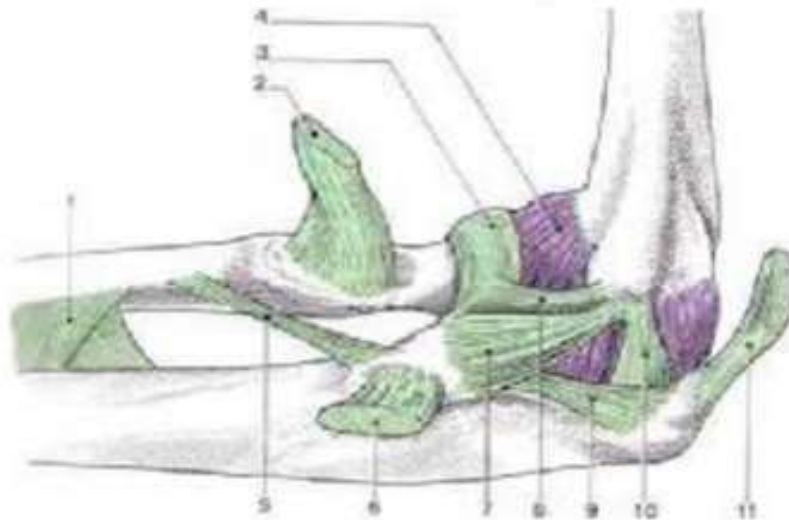
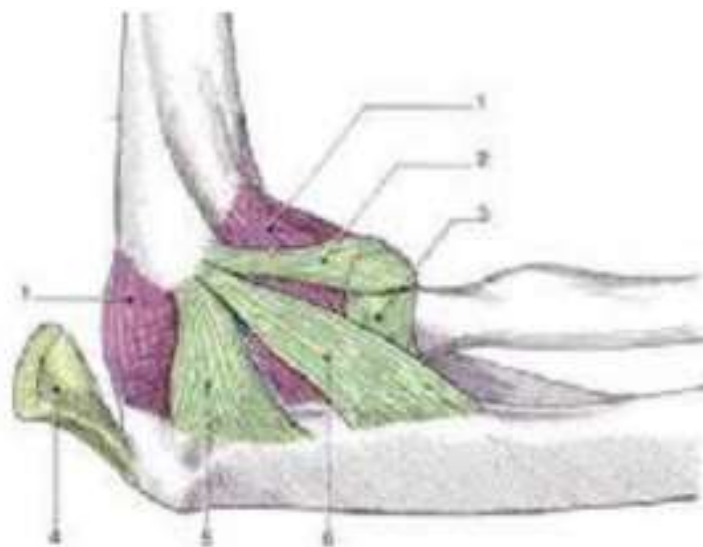


Figure 6: (A) Vue antérieure du coude ; (B) Vue postérieure du coude montrant les moyens d'union.



- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| 1-Membrane osseuse | 7-L.L.I (Fx moyen) |
| 2-Tendon du Biceps brachial | 8-L.L.I (Fx antérieur) |
| 3-Ligament annulaire | 9-L.L.I (Fx arciforme) |
| 4-Capsule articulaire | 10-L.L.I (Fx postérieur) |
| 5-Corde oblique | 11-Tendon du triceps |
| 6-Tendon du brachial antérieur | brachial |

Figure 7: Vue médiale du coude montrant les moyens d'union.



- 1-Capsule articuaire
- 2-Ligament collatéral radial (Fx antérieur)
- 3-Ligament annulaire
- 4-Tendon du biceps brachial
- 5-Ligament collatéral radial (Fx postérieur)
- 6-Ligament collatéral radial (Fx Moyen)

Figure 8: Vue latérale du coude montrant les moyens d'union.

2. Moyens d'union actifs

2.1. Moyens d'union actifs antérieurs

- Au milieu, le muscle brachial antérieur du biceps et le biceps brachial
- En dehors, les muscles épicondyliens
- En dedans, les muscles épitrochléens

Ces 3 groupes musculaires déterminent entre eux 2 gouttières :

- La gouttière bicipitale externe où le nerf radial se divise en 2 branches terminales.
- La gouttière bicipitale interne où descend l'artère humérale accompagnée du nerf médian en dedans.

2.2. Moyens d'union passifs postérieurs

- Le tendon du triceps : il s'insère sur la saillie de l'olécrâne et délimite en dedans la gouttière épitrochléo-olécrainienne où descend le nerf cubital.
- L'anconé et le court supinateur.

V. Vascularisation et innervation du coude

1. Vascularisation

La vascularisation du coude provient à partir de l'artère humérale et de ses deux artères de divisions : l'artère radiale et l'artère ulnaire. Trois arcades médiale, latérale et postérieure se forment à partir de l'axe vasculaire du pli du coude (Figure 9) :

- L'arcade médiale naît à partir des artères ulnaires collatérales supérieure et inférieure et de la récurrente ulnaire postérieure. Ces branches et leur collatérales forment un cercle vasculaire péri-épicondylien médial.
- L'arcade latérale se forme à partir de l'artère récurrente radiale et de l'interosseuse récurrente. Ces branches participent au cercle artériel péri-épicondylien latéral.
- L'arcade postérieure se constitue à partir des branches postérieures.

Les différentes branches collatérales de ces trois cercles vasculaires participent à la vascularisation intra-osseuse.

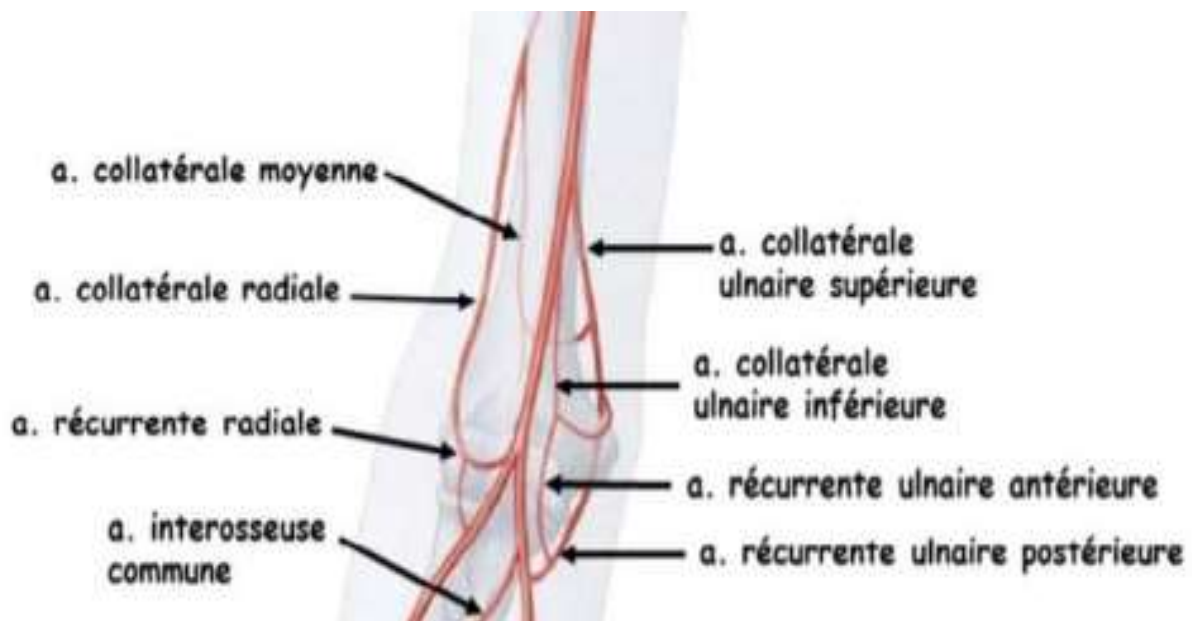


Figure 9: vue de face du coude montrant la vascularisation du coude.

2. Innervation

La face antérieure est innervée par des rameaux nerveux du nerf médian, du nerf radial et du nerf musculo-cutané.

La face postérieure est innervée par des branches du nerf cubital et accessoirement du nerf radial.

VI. Biomécanique du coude

1. Notion du valgus physiologique

A l'état normal, la diaphyse humérale forme avec la diaphyse cubitale un angle physiologique qui varie en fonction de l'âge et du sexe. Une étude radiologique du valgus physiologique a été réalisée par BEALS en fonction de l'âge, a permis de séparer les sujets en 4 tranches d'âges, ainsi :

- De 0 à 4 ans : valgus moyen de 15° dans les deux sexes.
- De 5 à 11 ans : 16° chez les filles, 15,5° chez les garçons.
- De 12ans à 15 ans : 18° chez les filles, 16,5° chez les garçons.
- A l'âge adulte : 17,8 dans les deux sexes.

BEALS (7) note une augmentation physiologique avec l'âge sans retenir toutefois de variation significative dans chaque groupe d'âge entre les deux sexes, les différences s'expliquant par une plus grande mobilité de l'articulation chez les filles entraînant de ce fait un degré d'extension plus important.

2. Flexion-Extension

La flexion est un mouvement dans un plan sagittal qui rapproche la face antérieure de l'avant-bras de celle du bras, alors que l'extension est un mouvement qui les éloigne (8). Ces mouvements sont possibles grâce à l'articulation huméro-ulnaire.

Les muscles de la flexion sont le biceps brachial et le brachial antérieur qui sont innervés par le nerf musculo-cutané, et accessoirement certains muscles situés dans l'avant-bras, le brachio-radial innervé par le nerf radial et le rond pronateur innervé par le nerf médian. Les muscles de l'extension sont le triceps brachial et l'anconé qui sont innervés par le nerf radial.

L'amplitude de la flexion active du coude est entre 0° et 140°, et passive entre 0° et 160°. La flexion est limitée par le contact musculaire, la butée de la tête radiale dans la fossette coronoïde et la tension du plan postérieur de la capsule et des faisceaux postérieurs des ligaments latéraux. Morrey et al. (9) ont montré que la plupart des activités de la vie quotidienne peuvent être effectuées avec une amplitude comprise entre 30° à 130°.

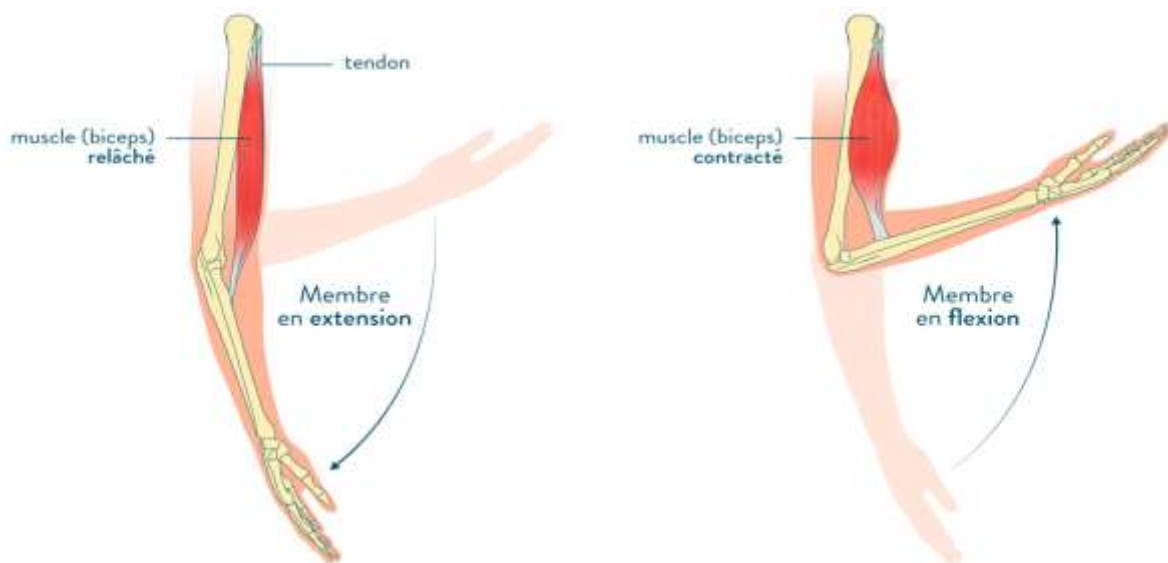


Figure 10: Mouvements de Flexion-extension.

3. Pronation-supination

La prono-supination ([Figure 11](#)) est l'ensemble de mouvements qui permet la rotation de l'avant-bras autour de son axe longitudinal qui permet de positionner la paume de la main vers le haut : la supination, vers le bas : la pronation.

Ces mouvements sont possibles grâce à 3 articulations : radio-ulnaire supérieure par la rotation axiale de la tête radiale dans l'anneau, radio-ulnaire inférieure par la translation circonférentielle du radius autour du cubitus et radio-humérale par rotation du radius sur le condyle.

Les muscles supinateurs sont le biceps brachial qui est innervé par le nerf musculo-cutané, le long supinateur (biceps brachial) et le court supinateur qui sont innervés par le nerf radial. Les muscles pronateurs sont le rond pronateur et le carré pronateur, innervés par le nerf médian. Ces mouvements ne peuvent être évalués que si le coude est fléchi à 90° (10).

L'amplitude de la pronation est 85° et l'amplitude de la supination est 90° (avec coude en flexion) (8). On note que la prono-supination est très importante pour exécuter des tâches quotidiennes telles que prendre la nourriture et l'amener vers sa bouche. Heureusement, la perte de la pronation peut être compensée par l'abduction du bras, mais malheureusement il n'y a pas de mécanisme pour remplacer la supination (11).

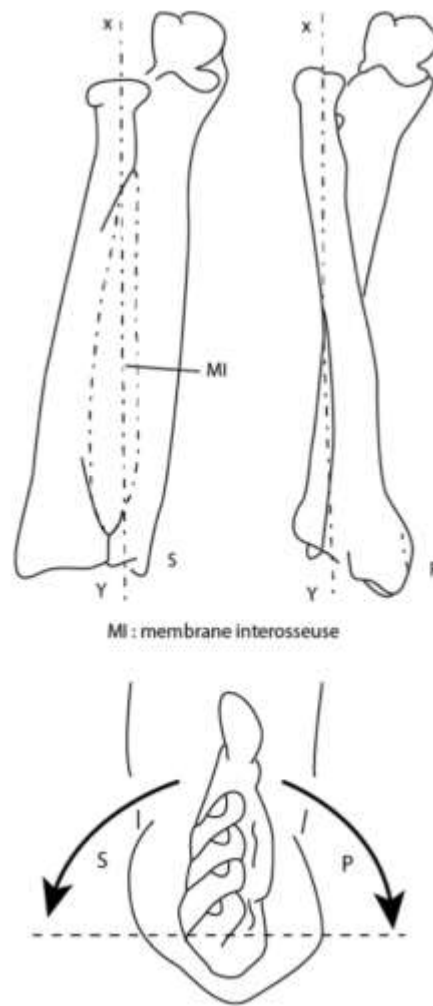


Figure 11: Mouvement de pronosupination. (S) supination. (P) Pronation.

4. Mouvement de latéralité en flexion

En fait, une certaine laxité ligamentaire et la configuration de la poulie humérale permettent au cubitus certains mouvements de latéralité. C'est un mouvement passif très limité en raison de la forme des surfaces articulaires et le complexe ligamentaire du coude. Son amplitude est de 2° à 5°.

ETIOPATHOGENIE

I. Définition

Le cubitus varus (CV) est la déviation de l'avant-bras vers l'extérieur par rapport à l'axe du bras, avec le coude en extension complète et l'avant-bras en supination totale (12).

C'est une déformation dans les trois plans, en varus, en hyperextension et en rotation interne (Figure 12). Cette déformation entraîne la réduction ou la perte du valgus physiologique ou du Carrying angle physiologique.

La perte du valgus physiologique avec un alignement du membre est aussi une déformation en CV, elle est appelée "Cubitus Rectus" (13).

La déformation en CV peut être statique ou progressive, elle est statique s'il n'évolue pas avec le temps (14), c'est surtout en cas de CV post-traumatique. Par contre en cas de CV congénital, la déformation évolue avec le temps, donc progressive.

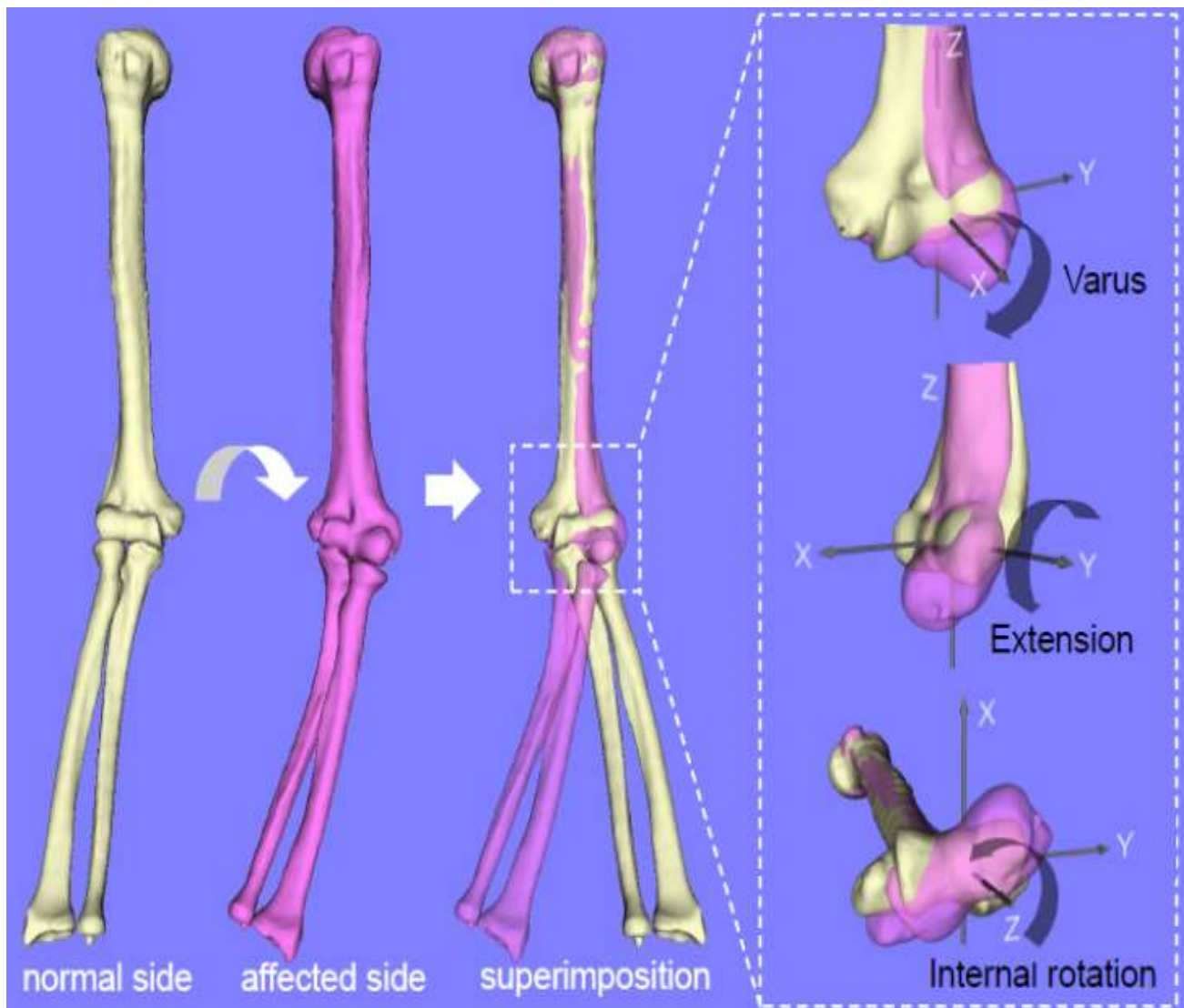


Figure 12: Déformation du coude en varus.

II. Cubitus varus post-traumatique

1. Etiologies

1.1. Fracture supra-condylienne

Les fracture supracondyliennes (FSC) de l'humérus constituent 60% des fractures du coude de l'enfant, elles sont très fréquentes surtout aux alentours de 7 ans. Il existe deux formes de FSC qui correspondent à deux mécanismes distincts : Fracture en extension ou en flexion.

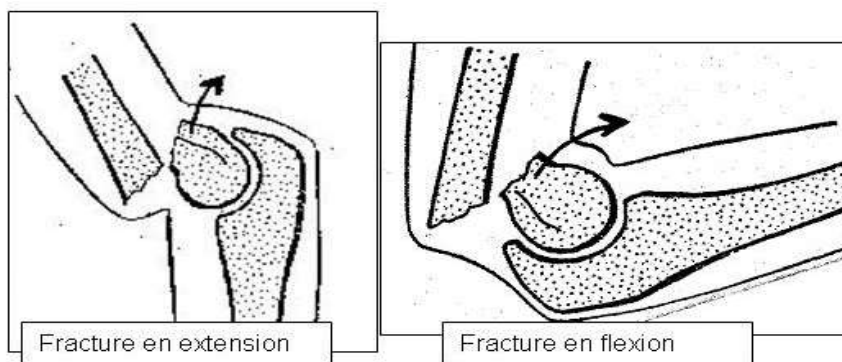


Figure 13: Déplacement des fragments au cours des fractures supracondyliennes en extension et en flexion

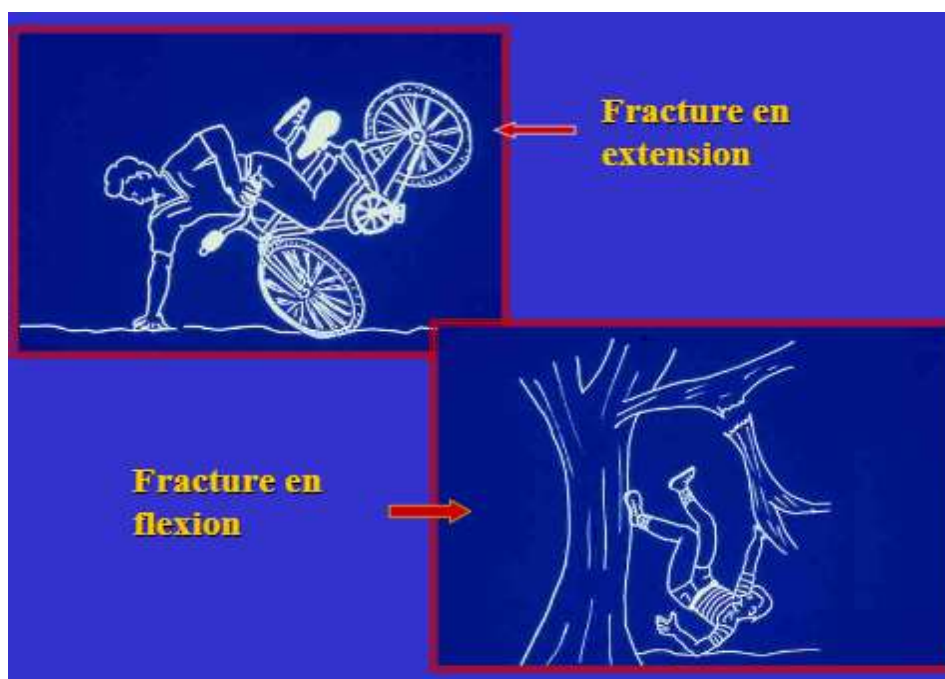


Figure 14: Mécanisme de fracture supracondylienne chez l'enfant.

La forme habituelle est la fracture en extension, c'est-à-dire avec une bascule postérieure du fragment inférieur. Elle survient à la suite d'une chute avec réception sur la main, le coude étant bloqué en extension, le mécanisme est donc indirect (Figure 14).

Le déplacement fracturaire se fait en arrière (Figure 13) et il est caractérisé par la classification française (15) de LaGrange et Rigault (Figure 15) :

- Stade I : uniquement la corticale antérieure est rompue, fracture non déplacée.
- Stade II : Bascule postérieure avec contact cortical postérieur.
- Stade III : Bascule postérieure + translation postérieure ou trouble de rotation.
- Stade IV : Perte de contact entre les 2 fragments.

Cette classification a un intérêt thérapeutique car le traitement qui est orthopédique ou chirurgical, dépendra du stade de la fracture (16)

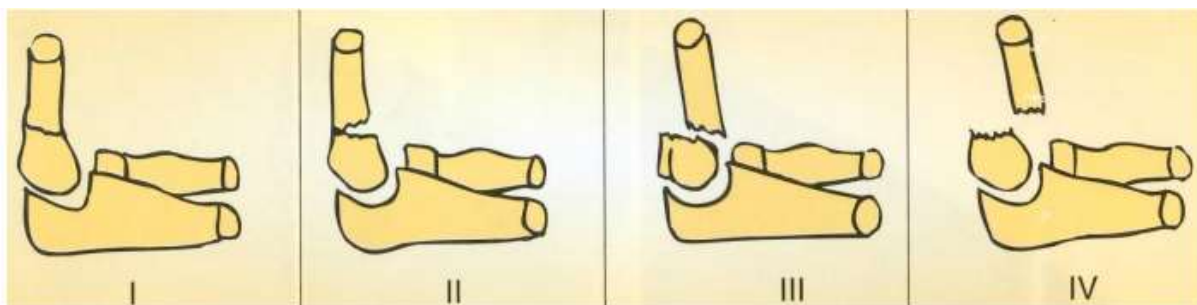


Figure 15: Stade de fracture supracondylienne de l'humérus selon Lagrange et Rigault.



Figure 16: Clichés radiologiques face et profil du coude montrant les stades de fracture supracondylienne chez l'enfant selon Lagrange et Rigault.

Les anglo-saxons utilisent plus volontiers la classification de Gartland (17) (Figure 17). Elle se divise en 3 stades, le 3ème stade regroupant les stades 3 et 4 de la classification de Lagrange et Rigault. Elle comporte trois types :

- Type I : fracture peu ou pas déplacée.
- Type II : fracture déplacée, conservent une continuité corticale postérieure.
- Type III : fracture présentant un grand déplacement où le fragment distal a perdu tout contact avec la métaphyse humérale.

Cette classification a été ensuite modifiée par Wilkins (18) en divisant le type II en :

- Type IIA : la corticale postérieure est intacte et le déplacement est seulement postérieur.
- Type IIB : la corticale postérieure est intacte avec un déplacement postérieur et rotatoire.



Figure 17: Classification de Gartland des fractures supracondyliennes. (A) Stade I. (B) Stade II. (C) Stade III.

Les fractures en flexion sont la conséquence d'un mécanisme direct qui résulte d'un impact sur le coude fléchi, ce qui entraîne la bascule d'un fragment distal vers l'avant (Figure 13). Elle ne représente que 3 à 5% des fractures supracondyliennes, dans ce type de fracture, il y a 3 stades :

- Stade I : uniquement la corticale postérieure est rompue, non déplacée.
- Stade II : fracture des 2 corticales, bascule antérieure, contact persistant.
- Stade III : déplacement complet, il n'y a plus de contact.

La fracture supra-condylienne ne tolère pas la moindre imperfection de réduction dans la mesure où les possibilités de remodelage de l'humérus distal sont très faibles. La croissance de la longueur de l'humérus se fait principalement au niveau de l'épiphyse proximale, l'épiphyse distale de l'humérus n'assure que 20% de la croissance de cet os. La mobilité du coude, avec un seul degré de liberté en flexion-extension, ne permet pratiquement aucune possibilité de correction progressive d'une déviation en valgus ou en varus (19).

Le CV reste des séquelles les plus fréquemment rencontrés après la fracture supracondylienne (FSC) du coude quel que soit le traitement (20). Le cubitus varus succède dans la plupart des cas à des FSC de stade III ou IV.

1.2. Fracture du condyle latéral

La fracture du condyle latéral présente 10% des fractures du coude de l'enfant. Elle est fréquente à l'âge de six ans. Deux mécanismes lésionnels sont possibles ; en compression ou « push off » ; ou en traction ou « pull off » (Figure 18).

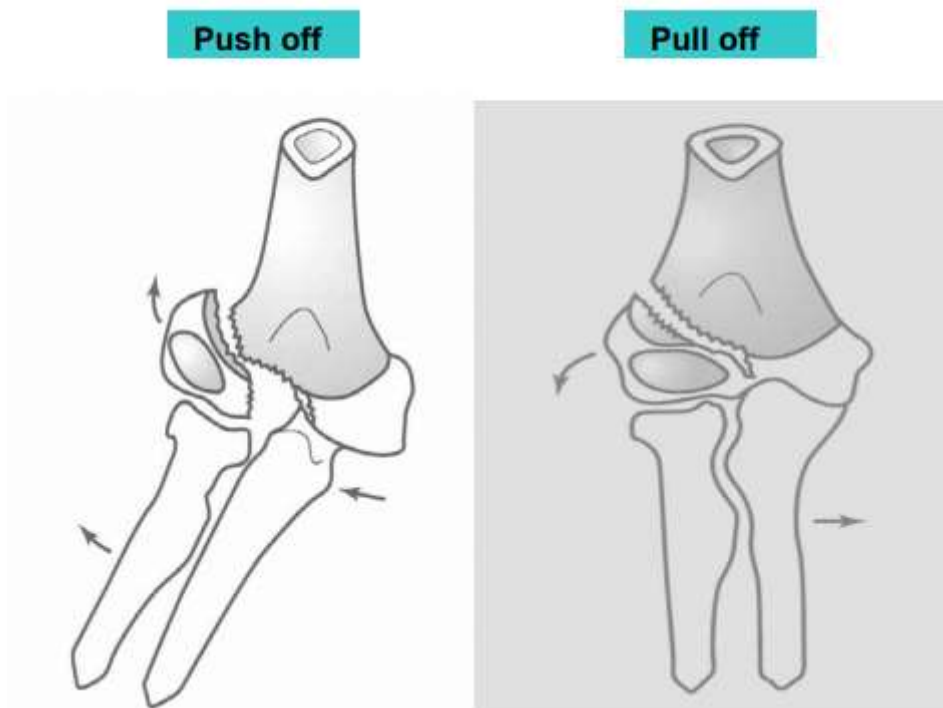


Figure 18: Mécanisme lésionnel des fractures du condyle latéral.

La classification la plus utile est celle de Lagrange et Rigault. Elle tient compte du déplacement du condyle latéral et permet de ce fait de guider les indications thérapeutiques (Figure 19) :

- Stade I : le déplacement du condyle latéral est nul ou minime, inférieur à 2 mm. Dans ce cas, la persistance d'une charnière cartilagineuse explique la faible amplitude de déplacement.
- Stade II : le déplacement est supérieur à 2 mm avec translation latérale accompagnée ou non d'un abaissement du fragment condylien.
- Stade III : le déplacement est majeur et associe bascule et rotation du fragment pouvant atteindre 108°.

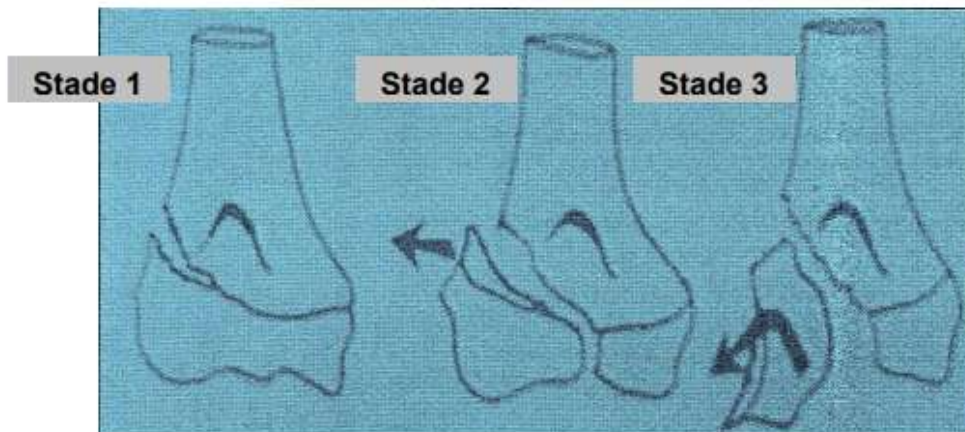


Figure 19: Classification de Lagrange et Rigault pour les fractures du condyle latéral

La déformation en varus est courante dans ce type de fracture, et elle est généralement légère (21).

Il semble que la guérison spontanée d'une fracture du condyle latéral avec une brèche ouverte, contribuera inévitablement à cette déformation (22).

1.3. Fracture du condyle médial

Les fractures du condyle médial sont rares (1 à 2%), elles surviennent surtout entre 7 à 13 ans, par compression en flexion ou suite à une chute sur la main avec le coude en extension et en valgus forcé. Il y a deux types selon Milch (Figure 20) :

- Type I : le trait se termine dans la gorge trochléenne.
- Type II : le trait se termine dans la gorge capitello-trochléaire.

Cette fracture a deux complications secondaires : la nécrose du condyle médial et la pseudarthrose qui évoluent vers la déformation du coude en varus (23).

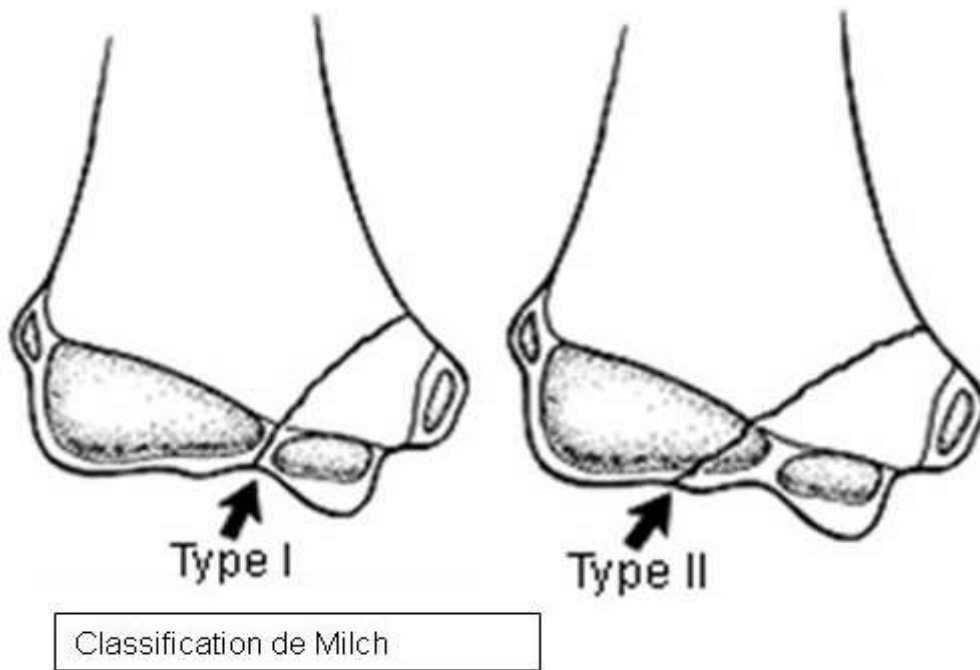


Figure 20: Classification de Milch des fractures du condyle médial.

1.4. Fractures sus-condyliennes et intercondyliennes de l'humérus

Les fractures inter-condyliennes et sus-condyliennes concernent 1 à 2% des traumatismes du coude et la plupart des patients sont des garçons âgés de plus de dix ans, victimes d'un traumatisme à haute énergie. Ces fractures sont exceptionnelles avant l'âge de dix ans. La lésion survient habituellement selon un mécanisme direct, en flexion du coude.

- Fractures inter-condyliennes sans déplacement ou avec déplacement minime : la fracture comporte un seul trait de fracture vertical.
- Fractures inter-condyliennes et sus-condyliennes : intéressent les deux colonnes, associant un trait supra-condylien à hauteur variable et un trait intercondylien. Ce sont des fractures en T ou Y.
- Fractures comminutives.
- Fractures diaphyso-épiphysaires.

Les lésions cutanées et vasculo-nerveuses sont relativement fréquentes dans ce type de fracture. La violence des traumatismes explique la fréquence des fractures ouvertes ou compliquées.

Les complications liées au traitement sont dues soit à une mauvaise réduction du trait articulaire, ce qui entraîne un déficit de la mobilité du coude de traitement difficile soit à une mauvaise réduction métaphyso-diaphysaire aboutissant à un défaut d'axe frontal ou sagittal avec une gêne esthétique et fonctionnelle variable.

1.5. Décollement épiphysaire

Le décollement épiphysaire est une fracture rare en traumatologie du coude, intéresse surtout le petit enfant de 2 à 4 ans, et correspond à la fracture de Salter et Harris de type I ou de type II.

Le cubitus varus est la complication la plus fréquente, il ne résulte pas d'un trouble de croissance, mais il est dû à un déplacement secondaire, et la genèse d'un cal vicieux.

1.6. Nécrose de la trochlée

Une autre cause du CV est la survenue d'une nécrose épiphysaire secondaire à l'agression vasculaire osseuse qui date du traumatisme initial. Dans ce cas, une déformation pure, le plus souvent en varus par nécrose de la trochlée est possible (19).

2. Mécanisme

Le CV s'observe le plus souvent après une réduction imparfaite, et plus rarement après un déplacement secondaire des fragments.

La perte du Carrying angle est causée par un déplacement médian persistant et une rotation interne du fragment distal autour de l'axe du bras (24).

Le cal vicieux (Figure 22) résulte d'un décalage, c'est-à-dire la rotation interne de l'épiphyse humérale (autour d'un axe vertical diaphysaire); puis une bascule postérieure, et en haut de la palette humérale (dans un plan sagittal autour d'un axe transversal).

Les deux autres types du cubitus résiduel (Figure 21) sont décrits par Lagrange (25), mais ils sont plus rares :

- Par impaction de la colonne interne dans l'épiphyse.
- Par bâillement en dehors du trait de fracture.

D'un point de vue pratique, la correction du CV se fait dans l'extrémité inférieure de l'humérus, car il s'agit stricto sensu d'un "humérus varus".

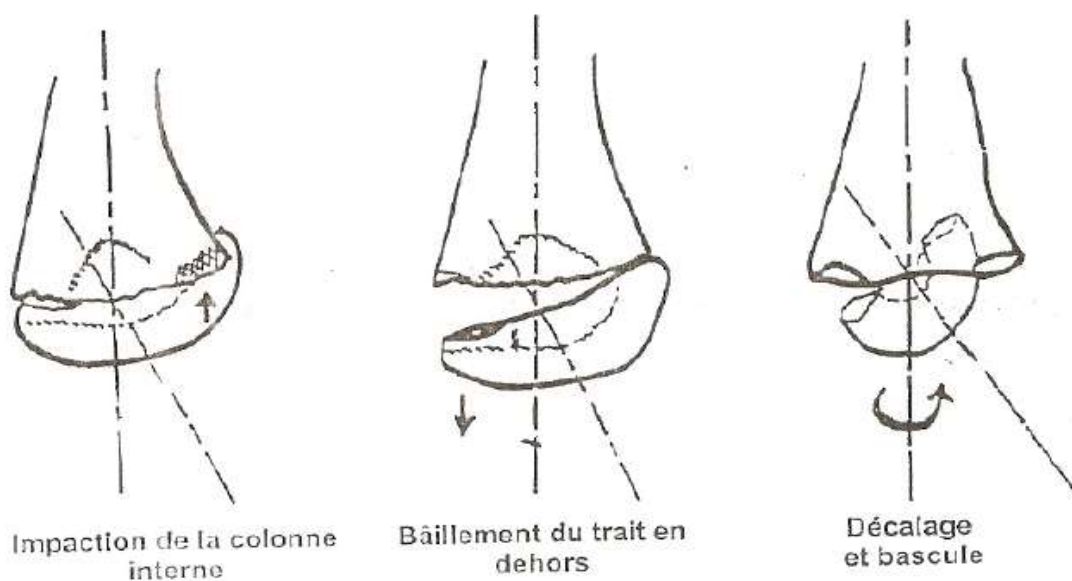


Figure 21: Les trois types du varus résiduel.

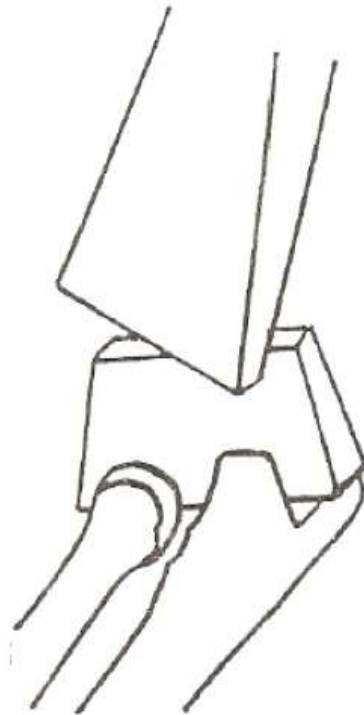


Figure 22: Mécanisme du cubitus varus : décalage puis bascule postérieure.

III. Historique

- 1939 : Siris attribue le CV au déplacement médial résiduel du fragment distal et le retard de croissance du cartilage de croissance (26).
- 1940 : Brewster et Karp (27): la différence de longueur des bords externe et interne de l'humérus, de l'ordre de $\frac{1}{4}$ à $\frac{3}{4}$ de pouce, est causée par un excès de croissance de l'épicondyle externe.
- 1953 : Attenborough (28) attribue le CV à un trouble de la plaque de croissance au niveau de l'épiphyse humérale distale.
- 1955 : Madsen (29) : le CV est causé par un défaut de correction de la déformation rotationnelle du fragment distal.
- 1959 : French (30) : association d'une rotation interne du fragment distal et d'une inclinaison en varus.
- 1960 : Smith (30) : les modifications du Carrying angle sont causées par

une angulation médiale ou latérale du fragment distal. Le déplacement médial ne cause pas le CV et la rotation seule du fragment distal n'a qu'un effet limité sur le Carrying angle.

- 1994 : Voss et al. (31) ont découvert que la déformation du CV était généralement le résultat d'un défaut de réduction, ainsi que l'interruption de la croissance médiane était la cause chez 11% de leurs patients présentant une déformation progressive.

IV. Cubitus varus secondaire

Plus rarement, le CV peut être secondaire à des troubles de croissance par lésion chirurgicale qui touche notamment les zones de croissance.

V. Evolution

A part l'aspect disharmonieux du membre supérieur, le CV non traité peut aboutir à des complications qui ont un impact sur la fonction du coude:

- La raideur du coude avec limitation de la mobilité : la flexion/extension et la prono-supination.
- L'instabilité rotatoire postéro-latérale tardive du coude est dû au déplacement médial de l'axe mécanique du membre supérieur, l'olécrane et la ligne de traction du triceps. Le déplacement médial de la ligne de traction du triceps conduit l'ulna à se déplacer dans cette direction et de faire une rotation externe à 90° de flexion (32). De ce fait, la rotation externe répétitive favorisée par la déformation, peut étirer le complexe ligamentaire latéral et entraîner cette instabilité (32).
- La neuropathie ulnaire tardive est une complication du déplacement de la ligne de traction du triceps qui engendre le déplacement antéro-médial de la portion moyenne du triceps pendant la flexion du coude, elle va pousser

et tirer le nerf ulnaire pendant les mouvements, ce qui favorise la neuropathie par friction ou compression contre l'épicondyle (33).

- Le risque des fractures du condyle externe (34) ou autres fractures secondaires qui peuvent être induites par une fragilité osseuse ou vasculaire séquellaire du traumatisme initial (35).
- L'arthrose à cause du stress répétitif (36) sur la partie médiane du coude, qui peut modifier la distribution de la densité osseuse (37).
- La nécrose avasculaire (38) de l'épiphyse humérale distale d'une fracture négligée (39).

La déformation est le résultat d'un cal vicieux plutôt que d'une perturbation de la croissance, elle n'est pas donc progressive, et ne s'améliore pas avec le remodelage (40).

MATERIELS ET METHODES

I. Type d'étude

Il s'agit d'une étude rétrospective descriptive, étalée sur une période de 9 ans (entre Janvier 2012 et Décembre 2020), concernant 25 cas d'enfants suivis pour CV post-traumatique du coude, colligés au sein du service d'Orthopédie et Traumatologie Pédiatrique du CHU Hassan II de Fès.

II. Objectif

L'objectif de notre étude consiste à :

- Décrire l'aspect épidémiologique du CV post-traumatique chez l'enfant.
- Préciser le profil clinique des patients.
- Décrire les données radiologiques.
- Discuter la prise en charge thérapeutique et les différentes techniques chirurgicales.
- Analyser et comparer les données recueillies avec celle de la littérature.

III. Déroulement d'étude

1. Critères d'inclusion

- Patients âgés de 0 à 16 ans.
- Patients chez qui le diagnostic du cubitus varus a été retenu sur des critères cliniques et radiologiques.
- Patients suivis et hospitalisés au service d'Orthopédie et Traumatologie Pédiatrique du CHU Hassan II de Fès durant la période allant de Janvier 2012 à Décembre 2020.

2. Critères d'exclusion

Patients ayant un dossier médical incomplet ou introuvable dans les archives.

3. Données recueillies et mode de recueil

Le recueil des données nécessaires pour répondre aux objectifs de notre étude a été basé sur l'exploitation des dossiers médicaux à partir de :

- Archives.
- Observations médicales, comptes rendus opératoires, conclusions de sortie et les mises à jour faites au centre de diagnostic durant les contrôles sur HOSIX.
- Clichés radiologiques sur Pacs.

Nous nous sommes basés, pour exploiter les dossiers des malades, sur une fiche d'exploitation ([Annexe](#)), afin de recueillir toutes les données nécessaires.

RESULTATS

I. Données épidémiologiques

1. Nombre de cas par année

Dans notre série, on a 25 cas de CV post-traumatique du coude sur une période de 9 ans.

La répartition des cas par année était comme suit (Figure 23) :

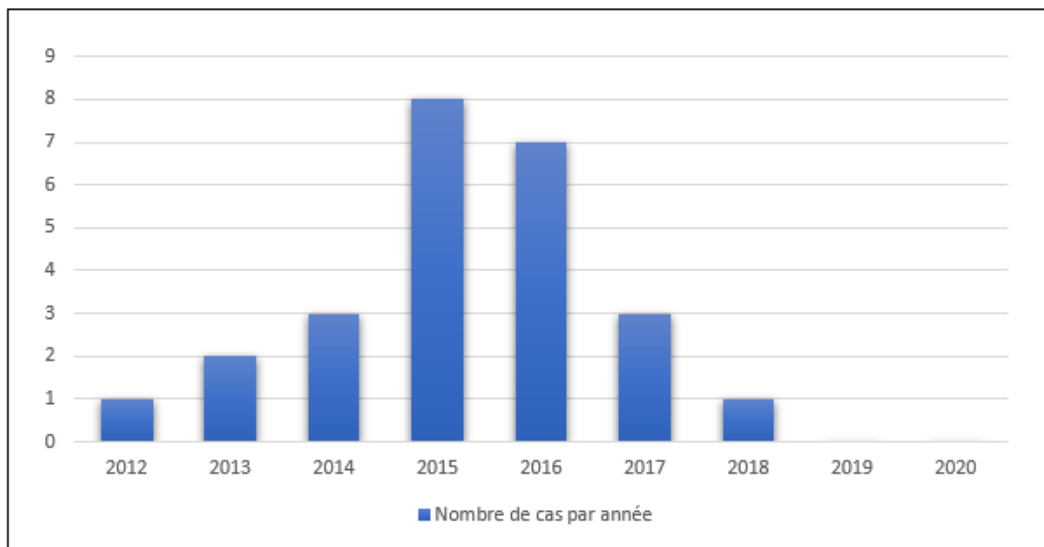


Figure 23: Répartition des cas de CV post-traumatique par année.

2. Sexe

Dans notre série, il y avait 19 garçons et 6 filles, avec un sexe ratio de 3.16 (Figure 24).

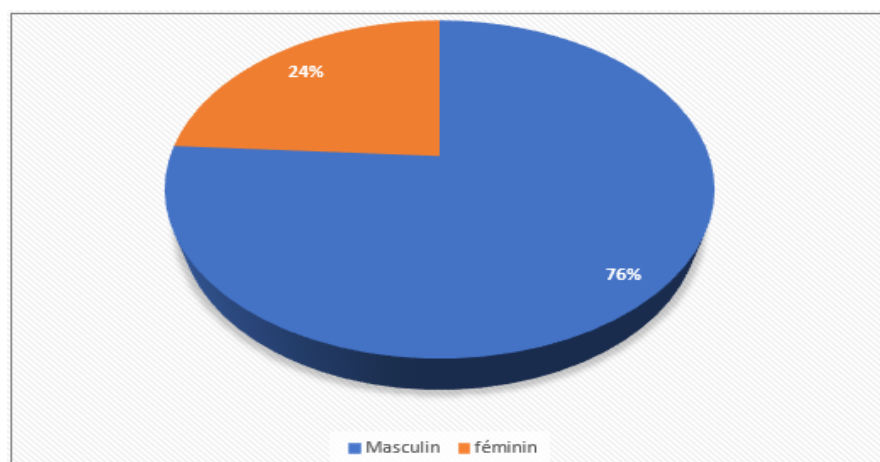


Figure 24: Répartition des malades selon le sexe.

3. Age

Dans notre étude, l'âge variait entre 4 ans et 15 ans, avec une moyenne de 8.68 ans (Figure 25).

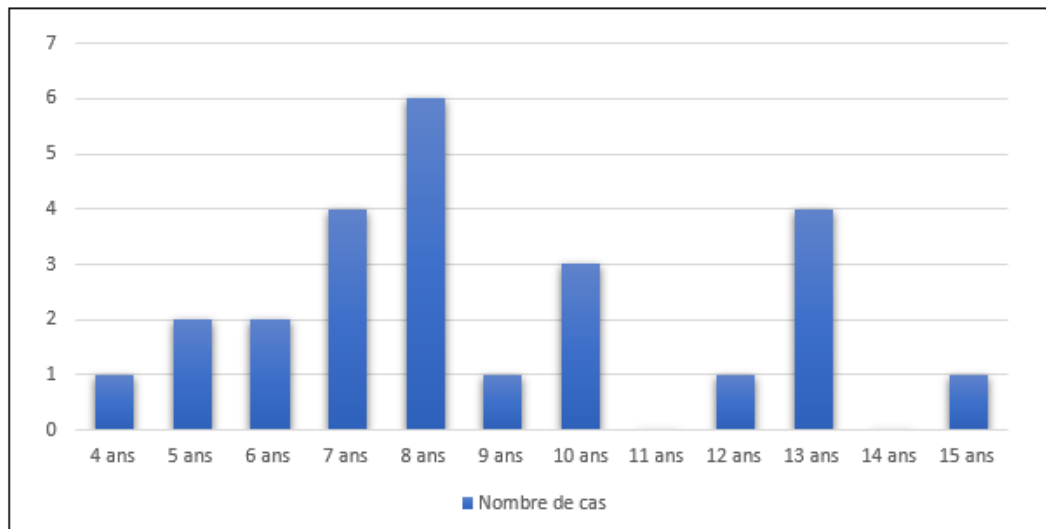


Figure 25: Répartition des cas selon l'âge.

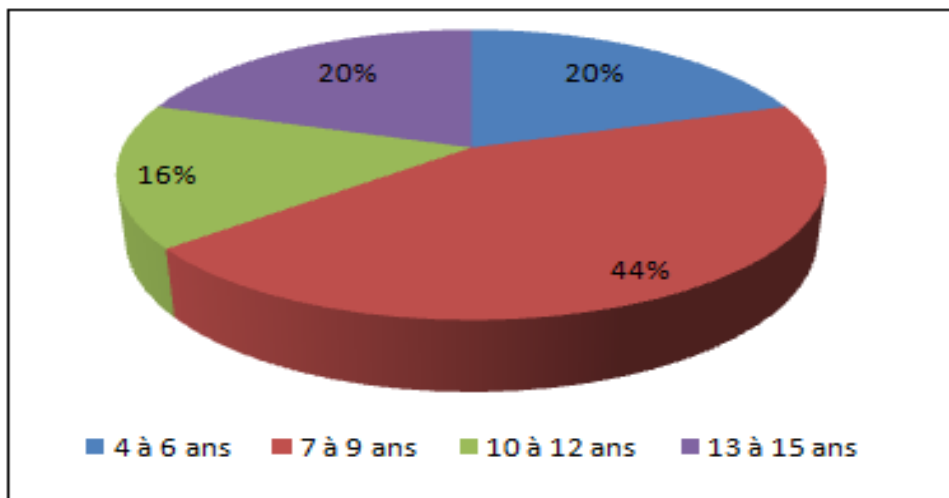


Figure 26: Répartition des cas selon la tranche d'âge.

4. Côté atteint

Nous avons une prédominance de l'atteinte du côté gauche avec 14 cas, 10 patients avaient présenté une atteinte du côté droit et un seul patient avait une déformation en varus bilatérale (Figure 27).

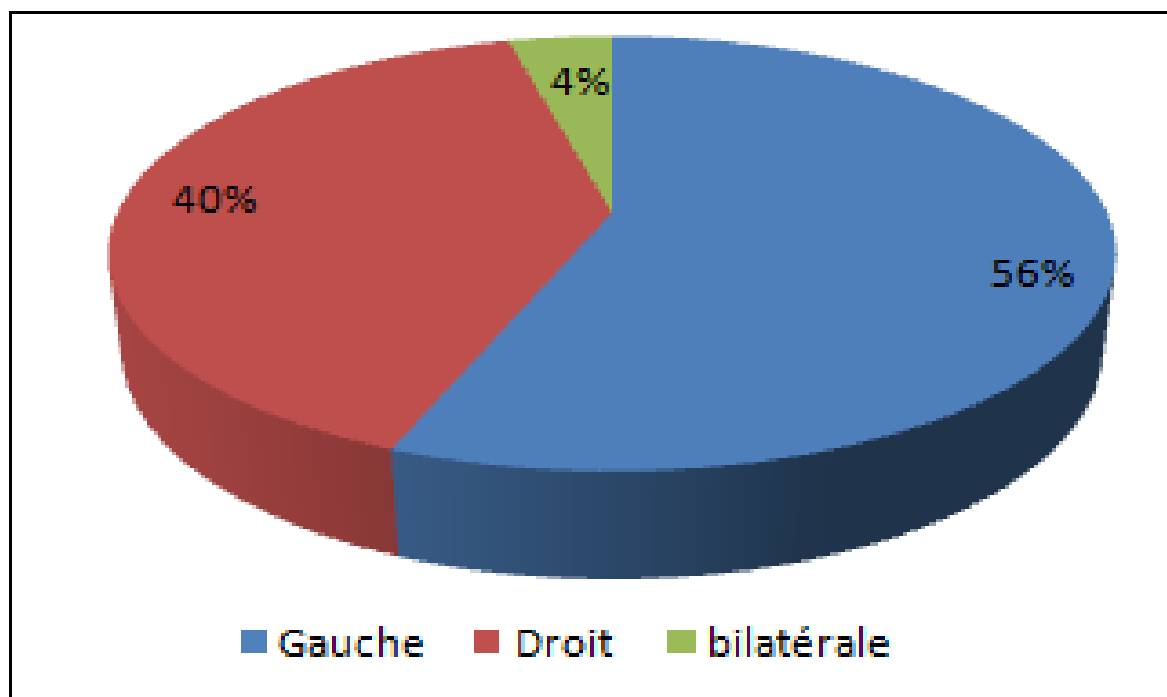


Figure 27: Répartition des cas en fonction du côté atteint.

5. Mécanisme du traumatisme initial

Le traumatisme initial faisait suite à un(e) :

- Accident domestique chez 21 patients : chutes dans les escaliers ou au cours des activités ludiques.
- Chute d'un lieu élevé chez 4 patients : 2 patients étaient victimes d'une chute du dos d'un âne et les 2 autres patients étaient victimes d'une chute d'un arbre (Figure 28).

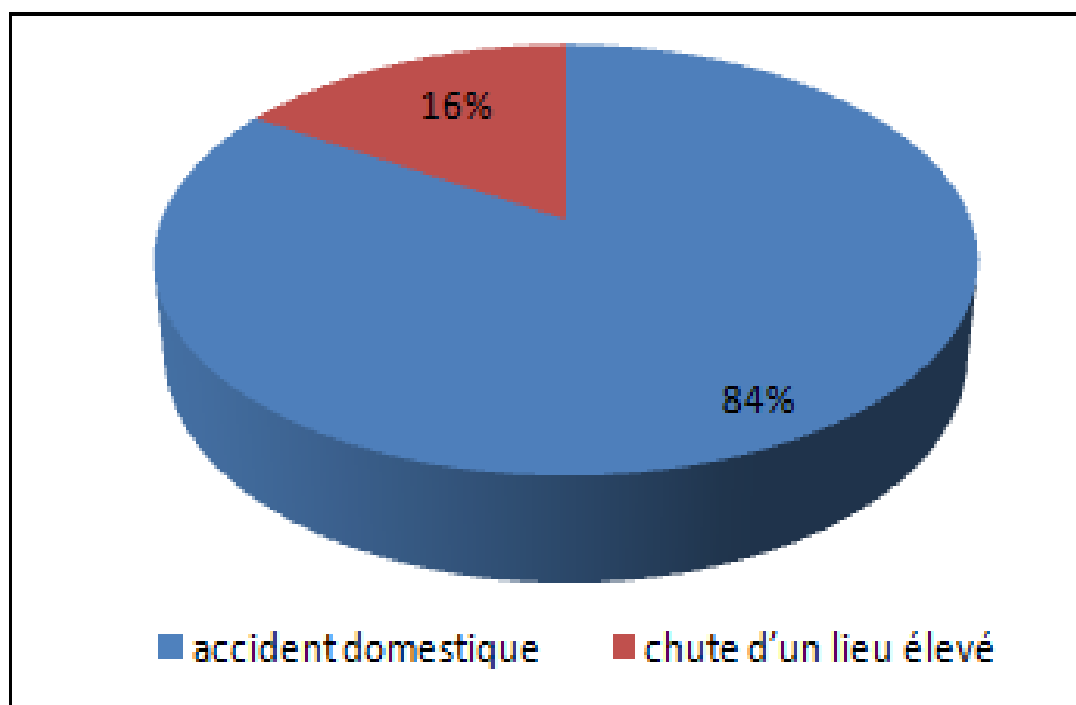


Figure 28: Répartition des patients selon le mécanisme du traumatisme initial.

6. Traitement reçu

Dans notre série, la répartition selon le traitement reçu après le traumatisme était comme suit (Figure 29) :

- 23 patients ont été traités par contention traditionnelle par "Jbira" pendant:
 - 15 jours chez 13 patients.
 - 30 jours chez 4 patients.
 - 10 jours chez 2 patients.
 - 60 jours chez 2 patients.
 - 20 jours chez un patient.
 - 21 jours chez un patient.
- Un patient a reçu un traitement orthopédique fait d'immobilisation plâtrée.
- Abstinance chez un patient.

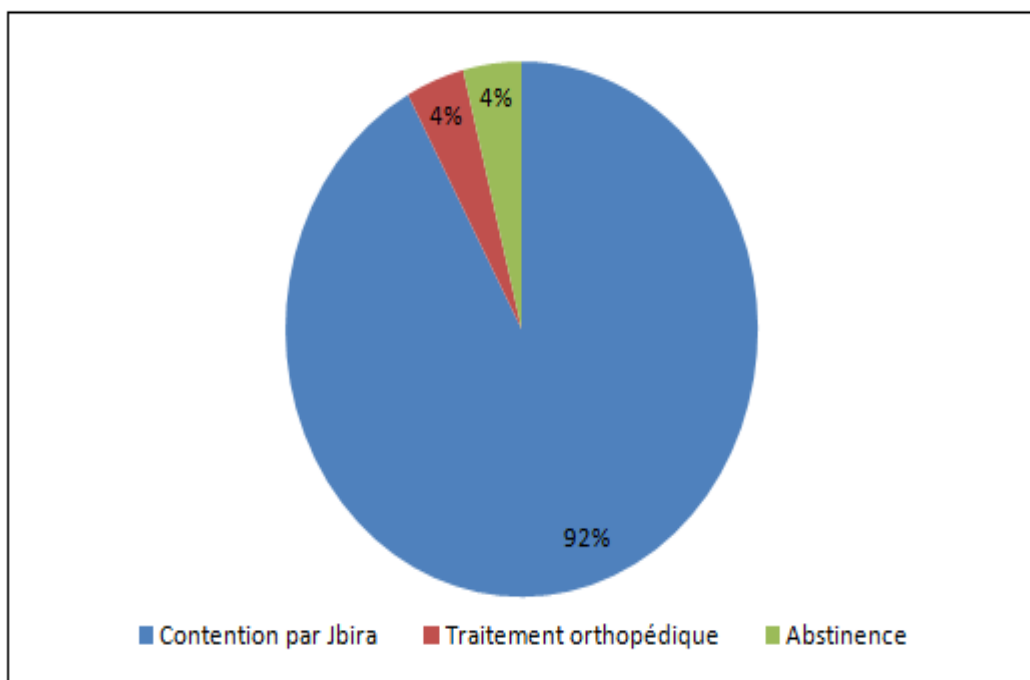


Figure 29 : Répartition des cas selon le traitement initial.

7. Evolution avant la consultation

Avant de consulter chez nous, parmi les patients traités initialement par contention par "Jbira", il y avait :

- Un patient qui a bénéficié d'une rééducation après 2 semaines de contention par "Jbira".
- Un patient qui a été victime d'un deuxième traumatisme du coude, après trois mois du traumatisme initial, et il a bénéficié d'un traitement orthopédique.
- Un patient qui a bénéficié d'un traitement chirurgical dans une autre structure sanitaire après 10 jours de contention par "Jbira".
- Un patient qui a eu une arthrite post-traumatique du coude et il a bénéficié d'un lavage articulaire et immobilisation plâtrée.

8. Délai entre le traumatisme initial et la constatation de la déformation

Le délai moyen était de 35.04 mois avec des extrêmes d'un mois et 84 mois.

II. Données cliniques

1. Motif de consultation

Le motif de consultation était la déformation du membre supérieur en varus chez tous nos patients (100%).

2. Signes fonctionnels

2.1. Douleur

La douleur était absente chez tous nos patients.

2.2. Déformation en varus

La déformation était présente chez tous nos patients, faite d'un varus vrai de l'avant-bras par rapport au bras.

2.3. Raideur du coude

Dans notre série, 11 malades présentaient une raideur du coude ([Figure 30](#)), il s'agissait de :

- Limitation de la flexion à 90° chez 3 patients.
- Limitation de la flexion à 100° chez 4 patients.
- Limitation de la pronation chez 2 patients.
- Limitation de la supination chez 2 patients.

Un patient présentait une exagération de la pronation.

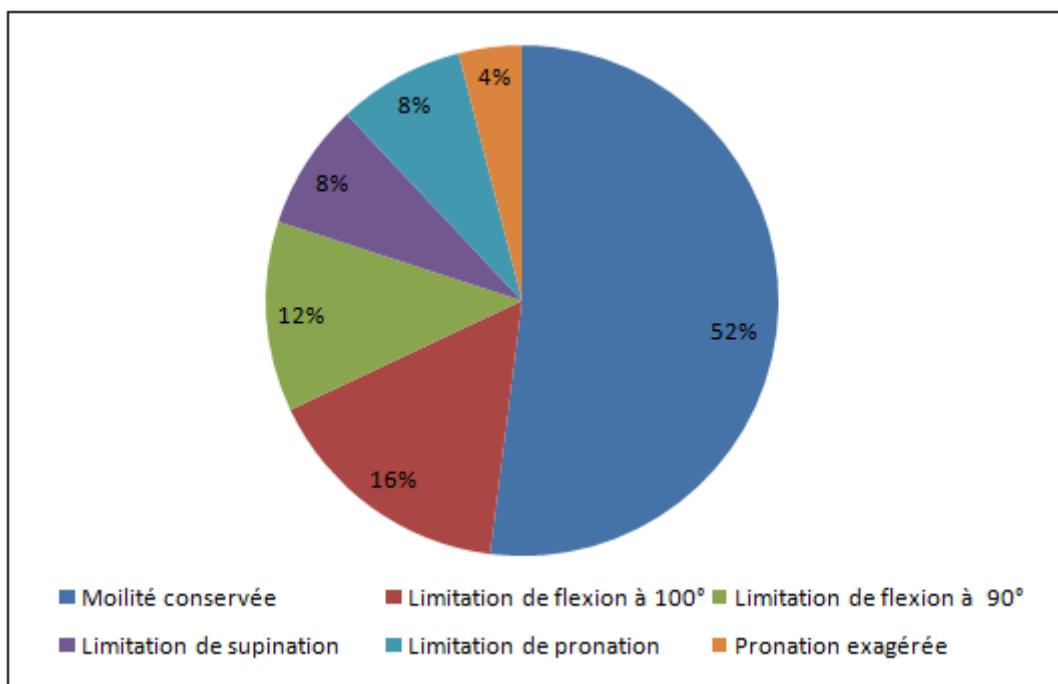


Figure 30 : Répartition des patients selon la mobilité du coude atteint.

3. Lésions associées

3.1. Lésions vasculo-nerveuses

Aucun malade ne présentait des lésions vasculo-nerveuses associées.

3.2. Lésions cutanées

A l'inspection, il y avait un patient qui présentait une cicatrice post-opératoire, et un autre patient qui présentait une cicatrice sur la face latérale du coude en relation avec le drainage d'arthrite.

III. Données radiologiques

1. Radiographie standard

Tous nos malades ont bénéficié d'une radiographie standard. Les incidences de face du coude en extension et profil étaient suffisantes pour mesurer les déviations angulaires ([Figure 32](#)).



Figure 31: Radiographie standard comparative des 2 membres supérieurs en extension et en supination montrant un membre droit déformé en varus.



Figure 32 : Radiographie standard du coude face (B) + Profil (A) montrant un coude gauche déformé en varus.

1.1. Angle de Baumann préopératoire

La mesure de l'angle de Baumann sur la radio du coude en extension face chez nos patients (Figure 33) était supérieure à 80° dans tous les cas, avec une moyenne de 93.72°, avec des extrêmes de 80° et 125° (Tableau 1).

Tableau 1 : Répartition des patients selon le degré de l'angle de Baumann préopératoire.

Angle de Baumann préopératoire	80°-90°	91°-100°	101°-110°	111°-120°	121°-130°
Nombre de cas	10	11	2	0	1



Figure 33: Radiographie standard du coude droit face montrant une déformation en varus avec un angle de Baumann à 108°.

1.2. Carrying angle préopératoire

La mesure du Carrying angle sur la radiographie du coude face en extension (Figure 34, 35) avait objectivé un angle supérieur à 14° chez 24 patients (96%), un seul patient avait un Carrying angle de 0°. La moyenne du degré du Carrying angle dans notre série est de 20.72°, avec des extrêmes de 0° et 36° (Tableau 2).

Tableau 2: Répartition des patients selon le degré du Carrying angle préopératoire.

Carrying angle préopératoire	0°-6°	7°-12°	13°-18°	19°-24°	25°-30°	31°-36°
Nombre de cas	1	0	5	14	4	11

**Figure 34: Radiographie standard du coude en extension de face montrant une déformation en varus avec un carrying angle à 36°.**



Figure 35: Radiographie standard du coude en extension de face montrant un cubitus rectus avec un carrying angle à 0°.

1.3. Indice de proéminence latéral préopératoire

L'indice de proéminence latéral était positif chez 9 patients et négatif chez 16 patients, avec une moyenne de 0.027% et des extrêmes de -0.27% et 1.78%.

1.4. Lésions osseuses associées

A la radiographie, un patient de notre série avait un cubitus varus associé à une luxation de la tête radiale.

2. Tomodensitométrie

On a demandé une tomodensitométrie (TDM) pour un seul patient, avec reconstruction tridimensionnelle (Figure 36)



Figure 36 : Reconstruction tridimensionnelle à partir d'un scanner du coude en varus (même coude sur la figure 32) objectivant de multiples solutions de continuité avec consolidation des berges siégeant au niveau de l'EIH, ostéocondensation avec érosion de l'olécrane gauche et une perte de contact entre les surfaces articulaires du coude gauche.

IV. Données thérapeutiques

1. Objectif du traitement

L'objectif du traitement chirurgical du CV post-traumatique est de:

- Restaurer le valgus physiologique, comparable au coude sain.
- Assurer une fonction normale du coude.

2. Indications

Dans notre série, l'indication était posée essentiellement pour des motifs d'ordre esthétique ; avec un âge au moment de la chirurgie de 5 ans ou plus.

De ce fait, un patient dont l'âge était inférieur à 5 ans, n'a pas encore été opéré.

La moyenne d'âge des patients au moment de l'ostéotomie est de 8,95 ans, avec des extrêmes de 5 ans et 15 ans.

Le délai moyen entre le traumatisme initial et l'ostéotomie est 36.79 mois, avec des extrêmes de 9 mois et 84 mois.

3. Installation et abord du patient

La voie d'abord latérale sur le tiers inférieur de l'humérus est adoptée chez 23 cas. Le patient est en décubitus dorsal, sous anesthésie générale, le membre concerné sur table à bras et préparé stérilement. L'intervention s'effectue sous garrot pneumatique.

L'incision débute au-dessus de l'épicondyle et s'étend obliquement en bas, entre le chef latéral du triceps et l'extenseur ulnaire du carpe. Ces muscles sont écartés pour exposer la capsule articulaire qu'on incise longitudinalement (Figure 37). La tête radiale et la face postérieure de l'épicondyle huméral est ainsi exposés (41).

La zone diaphyso-épiphysaire est abordée en sous périosté au niveau de la ligne de partage entre les loges musculaires antérieure et postérieure. Les fossettes coronoïdienne en avant et olécrânienne en arrière sont dégagées et l'os ruginé au-dessus de ces deux fossettes.

Le nerf radial est repéré, entre le brachial et le brachio-radial, libéré de ses adhérences et éventuellement chargé sur un lacet. En cas d'abord large, il faut bien explorer et faire attention au nerf médian qui peut être latéralisé, ce qui est le cas pour 2 malades dans notre série.

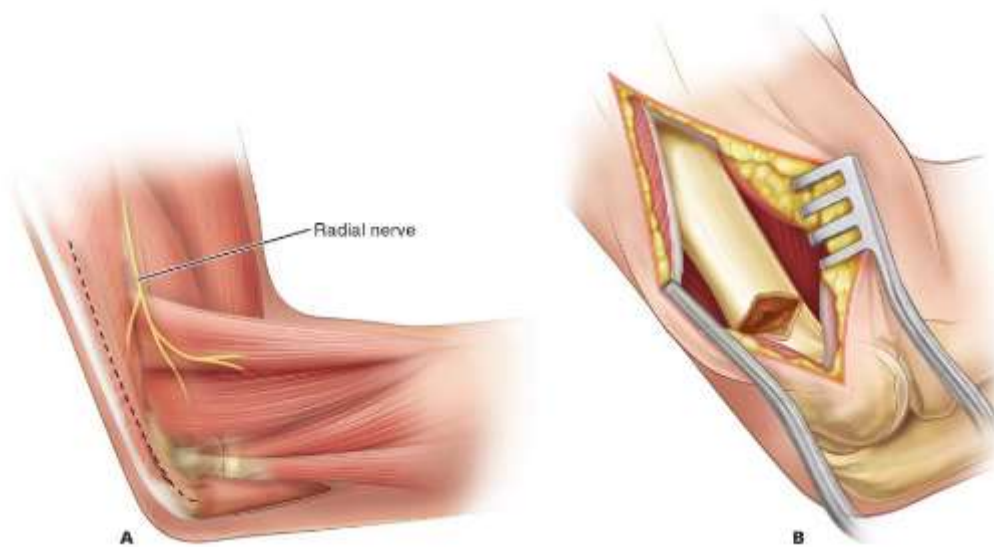


Figure 37: (A) Voie d'abord latérale du coude. (B) l'incision se poursuit jusqu'à la crête supra-condyloire latérale avec le triceps en arrière et l'extenseur ulnaire du carpe en avant.

La voie médiane (Figure 38) était aussi utilisée chez un patient dans notre série, précisément la voie para-tricipitale médiale et latérale qui consiste à décoller le triceps après avoir contourné ses bords latéraux en faisant attention aux éléments nerveux (nerf cubital en dedans). Cette voie permet d'exposer la diaphyse humérale en supra-condylien et ne nécessite pas de réparation à la fin du geste. Mais le patient est placé en décubitus latéral, ce qui diffère de la voie externe, le bras est horizontal reposant sur table à bras, coude fléchi à 90°.

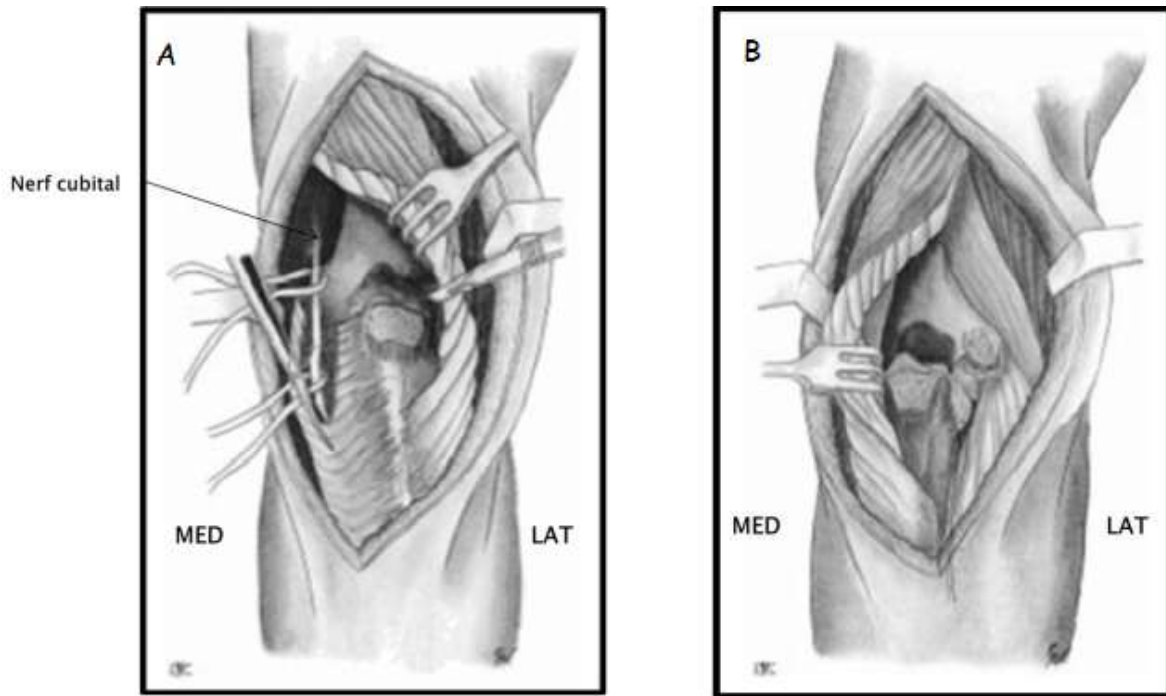


Figure 38: Voie médiane para-tricipitale. (B) Voie médiane para-tricipitale.

Avant d'effectuer l'ostéotomie proprement dite, il est important de bien contrôler les deux faces afin de comprendre l'anatomie de cette région, très remaniée par le décalage. L'aspect de torsion de la palette est en général, bien visible. En outre, la région de la corticale interne, où les deux traits de l'ostéotomie doivent converger, est très profonde.

4. Type d'ostéotomie

La technique réalisée dans notre série est celle de DESCAMPS, qui consiste en une ostéotomie supracondylienne cunéiforme de soustraction du coin osseux à base externe correspondant à la correction désirée.

Elle doit répondre au cahier des charges suivant (19) :

- Etre situé le plus près possible du foyer de fracture tout en permettant une ostéosynthèse qui reste à distance de la physe humérale distale.
- Etre complète pour pouvoir assurer la correction axiale.
- Permettre de corriger le varus et un éventuel recurvatum, par la résection d'un coin osseux à base antérolatérale.

- Assurer la translation médiale du fragment distal pour conserver son alignement avec la diaphyse humérale en cas de trouble rotatoire associé.

4.1. Principe

Le coin osseux à ôter doit avoir un angle correspondant à la correction décidée en préopératoire et déterminée radiologiquement. Cet angle est égal à la valeur du valgus physiologique mesurée sur le membre sain, ajoutée à celle du varus vrai.

Le repérage par 2 broches permet de matérialiser le coin qui sera réséqué.

4.2. Ostéotomie de valgisation

La section du trait distal d'abord, puis du trait proximal ensuite, s'effectuent à la scie oscillante ou au ciseau à os. La valgisation est effectuée ensuite délicatement par l'opérateur jusqu'à l'affrontement correct des deux traits de l'ostéotomie (Figure 39).

La saillie épicondylienne gênante dans une intervention à visée esthétique, a été évitée par une translation interne du fragment distal.

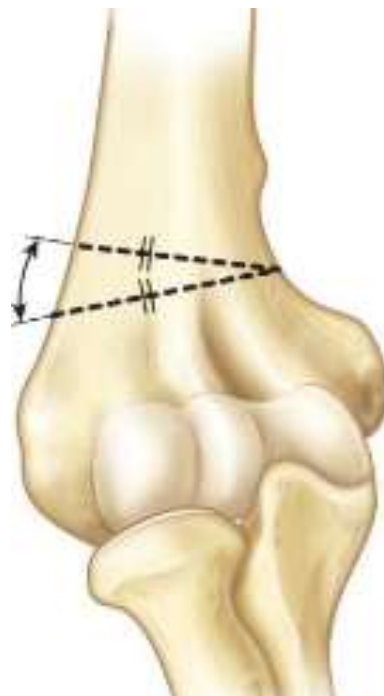


Figure 39: deux traits de l'ostéotomie de soustraction externe.

5. Moyen d'ostéosynthèse

La fixation de l'ostéotomie a été assurée chez les patients de notre série par des broches de Kirchner en croix ou parallèles (Figure 40) :

- 2 broches de Kirschner chez 19 patients.
- 3 broches de Kirschner chez 5 patients.



Figure 40 : Radiographie standard du coude en extension de face après l'OSE montrant (A) Fixation par 2 broches de Kirschner en croix, (B) Fixation par 3 broches de Kirschner, (C) Fixation par 2 broches de Kirschner parallèles.

6. Fermeture et immobilisation

La fermeture est faite plan par plan sur un drain de Redon. Une radiographie post-opératoire est pratiquée.

La contention complémentaire s'effectuait par une attelle plâtrée postérieure à 90° de flexion pendant une période de 6 à 8 semaines, ce qui est le cas pour l'ensemble de nos malades.

7. Durée d'hospitalisation

La durée d'hospitalisation était de 3 jours chez 20 patients et 7 jours chez 4 patients.

8. Surveillance

Une radiographie de contrôle était réalisée chez tous nos malades entre 7 à 10 jours, à un mois et à 45 jours (Figure 41).



Figure 41: (A) Radiographie du coude de face, déformé en varus en préopératoire avec un carrying angle de 27°. (B) Radio du coude de face après 45 jours de l'intervention chirurgicale, avec un carrying angle de 5°.

9. Ablation du matériel d'ostéosynthèse

L'ablation du matériel d'ostéosynthèse (AMOS) était faite après 2 mois, 3 mois, 4 mois et 5 mois selon la répartition suivante (Tableau 3) :

Tableau 3: Répartition des patients selon l'intervalle entre l'intervention chirurgicale et l'AMOS

Période	2 mois	3 mois	4 mois	5 mois
Nombre de cas	3	14	3	4

V. Résultats postopératoires

1. Recul

Le recul post-opératoire était de 12 mois à 84 mois, avec une moyenne de 44.4 mois.

2. Angle de Baumann post-opératoire

L'angle de Baumann mesuré sur la radio du coude de contrôle chez nos patients était inférieur à 80° dans tous les cas, avec une moyenne de 73.5° avec des extrêmes de 70° et 80° (Tableau 4).

Tableau 4: Répartition des patients selon le degré de l'angle de Baumann post-opératoire.

Angle de Baumann post-opératoire	70°-73°	74°-77°	78°-80°
Nombre de cas	14	9	1

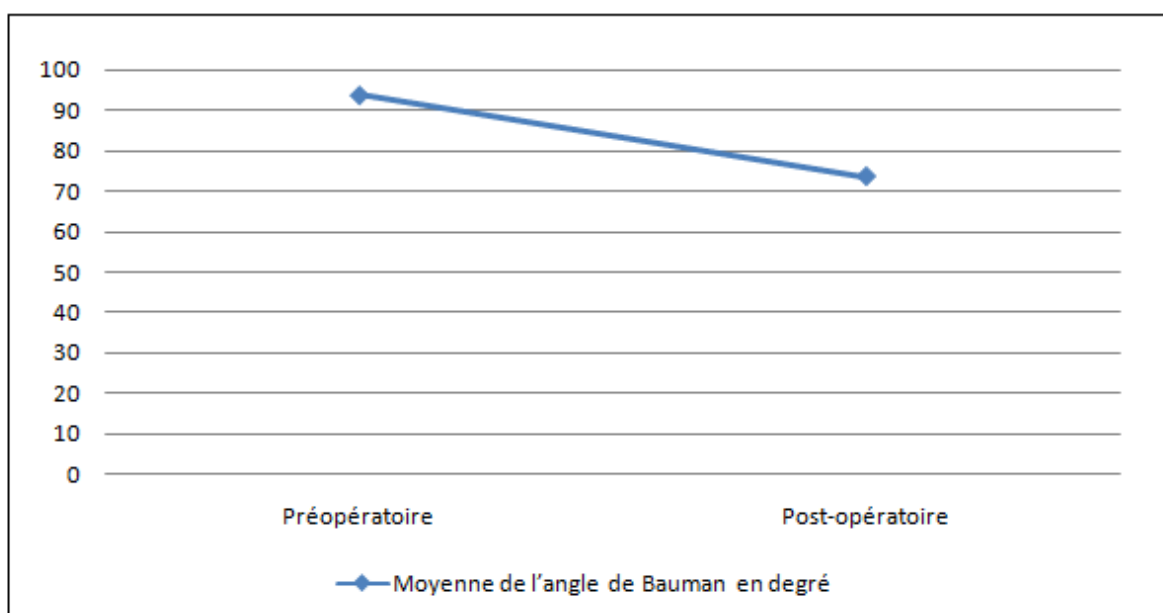


Figure 42: Evolution de la moyenne de l'angle de Baumann

3. Carrying angle post-opérateur

La mesure du Carrying angle sur la radio du coude de contrôle chez nos patients était inférieur à 19° dans tous les cas, avec une moyenne de 10.37° avec des extrêmes de 5° et 19° (Tableau 5).

Tableau 5: Répartition des patients selon le degré du Carrying angle post-opérateur.

Carrying angle post-opérateur	5°-9°	10°-14°	15°-19°
Nombre de cas	7	15	2

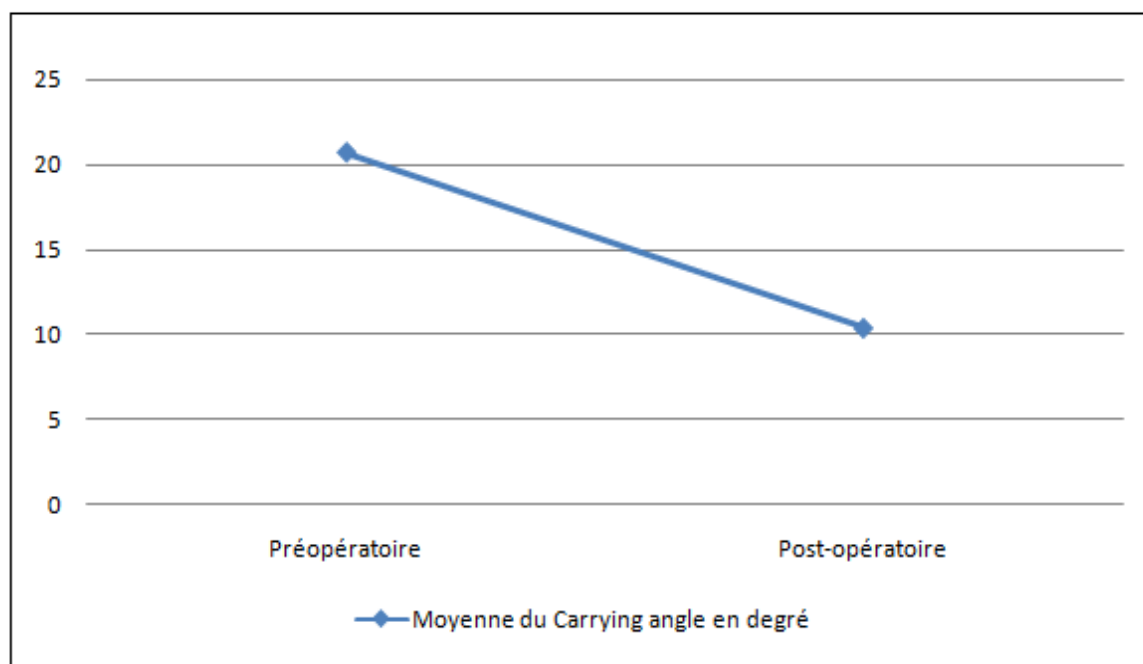


Figure 43: Evolution de la moyenne du Carrying angle.

4. Indice de proéminence latéral post-opérateur

L'indice de proéminence latéral post-opérateur calculé sur les radiographies de contrôle était négatif chez 23 patients et positif chez un seul patient, avec une moyenne de -0.11% et des extrêmes de -0.36% et 0.26%.

5. Complications post-opératoires

5.1. Complications à court et à moyen terme

a. Infections

Aucun cas d'infection post-opératoire n'a été rapporté.

b. Lésions vasculo-nerveuses

Aucun cas de lésion vasculo-nerveuse iatrogène n'a été rapporté.

c. Déplacement de l'ostéotomie

Un léger déplacement de broche de Kirschner a été constaté chez un patient, au moment du contrôle à 6 semaines.

d. Proéminence du condyle latéral

Une proéminence du condyle latéral a été rapportée chez un patient (4.1%), objectivée radiologiquement avec un LPI de 0.26%.

5.2. Complications à long terme

a. Paralysie ulnaire tardive

Aucun cas de paralysie tardive du nerf ulnaire n'a été rapporté dans notre série.

b. Raideur du coude

Une raideur persistante du coude a été rapportée chez un patient (4.1%) qui avait un coude bloqué à 90°. Le patient a bénéficié d'une reprise chirurgicale après 7 mois.

c. Varus résiduel

Aucun cas n'avait un varus résiduel dans notre série.

d. Récidive de déformation

Une récidive de déformation en varus a été signalée chez un patient (4.1%), constatée après 3 ans de suivi. Le patient a bénéficié d'une reprise chirurgicale.

e. Cicatrice inesthétique

Aucun patient de notre série ne se plaignait d'une cicatrice inesthétique après la chirurgie.

VI. Evaluation des résultats

Sur les 24 patients évalués avec un recul minimal d'un an (Figure 44) :

- 20 patients ne présentaient aucune complication en post-opératoire.
- Un patient présentait Un léger déplacement de broche de kirschner.
- Un patient présentait une récurrence de déformation en varus.
- Un patient présentait une raideur persistante du coude.
- Un patient présentait une proéminence du condyle latéral.

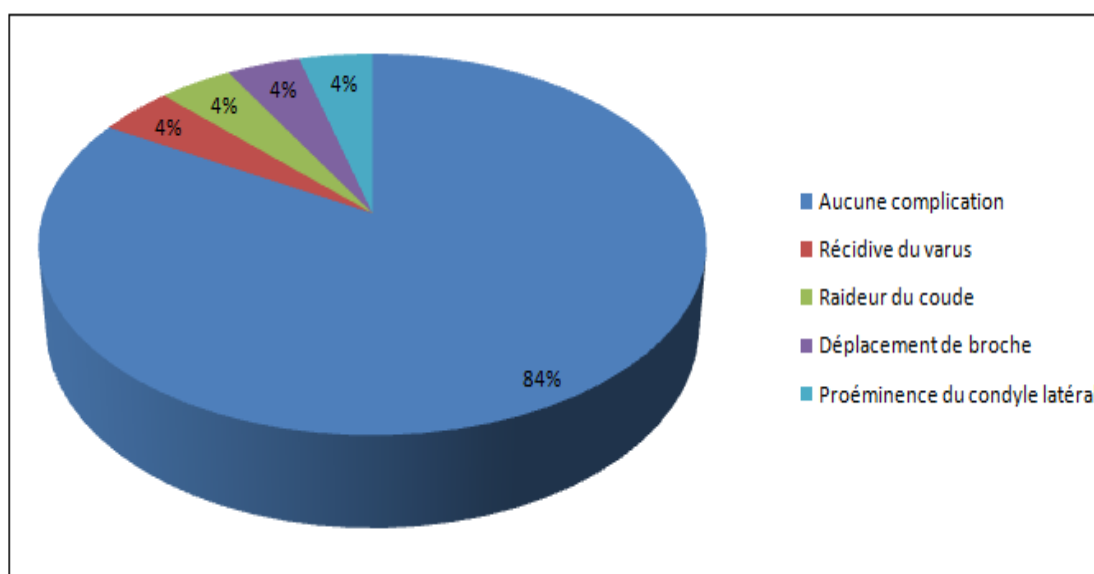


Figure 44: Répartition des patients selon les complications post-opératoires.

Ainsi nous pouvions classer les patients en 3 catégories selon les critères de Solfelt et al. (43).

Le résultat dans notre série était (Figure 45) :

- Excellent chez 20 patients soit 83.33%.
- Bon chez 2 patients soit 8.33%.
- Médiocre chez 2 patients soit 8.33%.

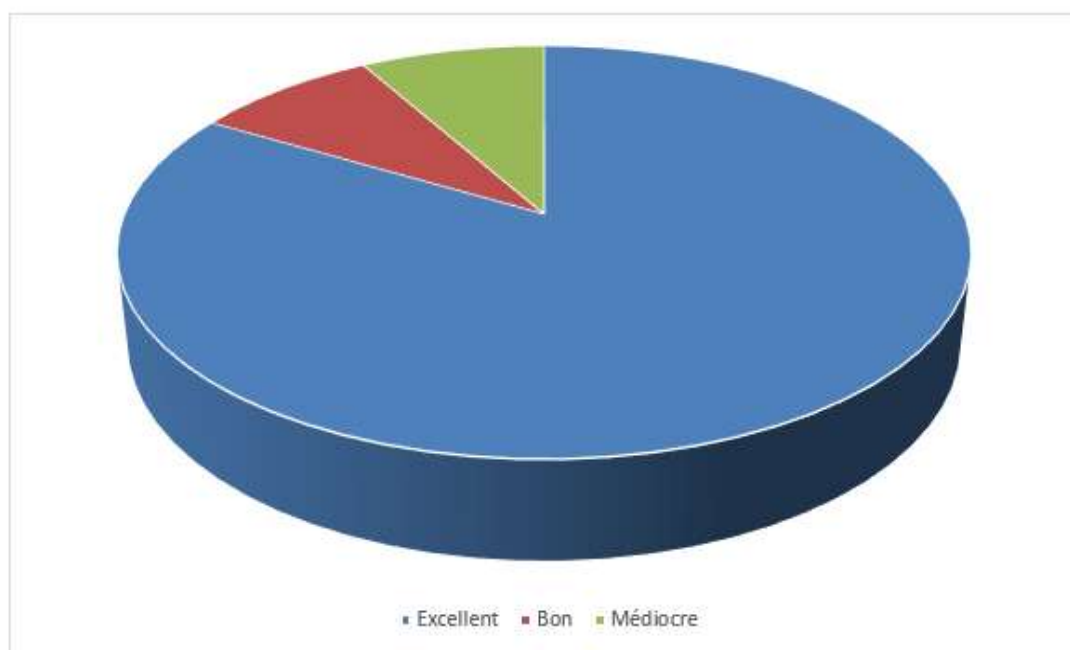


Figure 45: Répartition de nos résultats selon les critères de D.A.Solfelt.

DISCUSSION

I. Epidémiologie

1. Fréquence

Le CV est la complication la plus fréquente des fractures supracondyliennes de l'enfant, en particulier des FSC stade IV de Lagrange et Rigault (44), équivalentes dans les publications anglo-saxonnes au type III de Gartland (45).

La fréquence du CV est diversement appréciée par les auteurs ce qui peut s'expliquer par le mode plus au moins strict de son évaluation surtout chez les enfants :

- L'incidence rapportée est de 9 à 58 % dans diverses séries, avec une moyenne de 30 % à la suite d'une FSC (24).
- Numado et al. (44), dans leur série de 44 cas de FSC rapportent seulement un cas de cubitus varus qui résultait d'une réduction imparfaite, avec un recul moyen de 7 ans et 8 mois.
- Damsin et al. (46), mentionnent 82 CV sur 545 cas (soit 15%).
- Tellisi et al. (47), ont noté une diminution de l'incidence de cubitus varus de 50% après 46 FSC en 1995 traitées par réduction orthopédique à 6,6% après 45 fractures en 2000 traitées par embrochage percutané.

On note une diminution de la fréquence du cubitus varus au fil des années, elle est due principalement à la qualité de la prise en charge initiale des fractures supracondyliennes, surtout une réduction satisfaisante, la compétence des chirurgiens orthopédiques et aussi les techniques modernes de fixation des FSC qui ont considérablement réduit l'incidence de cette malformation (48).

2. Age

Dans notre série, la moyenne d'âge de constatation du cubitus varus est de 8.68, avec des extrêmes de 4 ans et 14 ans.

Dans la série de Tanwar (49), les cas dans le groupe d'âge relativement jeune ont été observés pendant une période de 6 mois pour exclure l'ostéonécrose ou la surcroissance d'un condyle.

Les résultats de certaines études, dans la littérature, concernant l'âge moyen de survenu du cubitus varus sont comme suit (Tableau 6) :

Tableau 6: Age de survenue de cubitus varus dans les différentes séries la littérature.

Série	Moyenne d'âge (ans)
Hui et al. (50)	8.4 (5.1–12)
Jain et al. (51)	8.6 (6–14)
Yang et al. (52)	10.6 (7–14)
Kasse et al. (53)	10.4 (6–16)
Notre série	8.68 (4–14)

3. Sexe

Dans notre série, nous avons également constaté cette prédominance masculine avec 76% pour 24% de sexe féminin, ce qui concorde avec les résultats rapportés par les auteurs (Tableau 7).

Cette prédominance du cubitus varus chez le sexe masculin peut être expliquée par la fréquence élevée des fractures supracondyliennes chez les garçons (52), qui se produisent surtout au cours de loisir et de vie courante.

Tableau 7: Répartition des patients selon le sexe dans les séries d'étude.

Série	Masculin	Féminin	Sexe-ratio
Takagi et al. (54)	59	27	2.18
So et al. (21)	16	8	2
Hui et al. (50)	10	4	2.5
Jain et al. (51)	25	14	1.78
Kasse et al. (53)	16	2	8
Yang et al. (52)	13	7	1.85
Notre série	19	6	3.16

4. Côté atteint

La localisation du cubitus varus au niveau du membre gauche a été remarquée dans la majorité des séries (Tableau 8). Ceci rejoint les résultats de notre travail vu que l'atteinte du côté gauche était prédominante avec un taux de 56%.

Cette prédominance du côté gauche peut s'expliquer du fait que le bras non dominant est le plus fréquemment atteint dans les FSC, par une tentative d'amortissement de la chute dominant.

Tableau 8: Pourcentage d'atteinte du côté gauche dans les séries d'étude de la littérature.

Série	Nombre de cas	Pourcentage d'atteinte du côté gauche
Raney et al. (55)	68	51.47%
Kasse et al. (53)	18	66.66%
Yang et al. (52)	20	60%
Tanwar et al. (49)	10	60%
Notre série	25	56%

5. Cause du traumatisme initial

Dans notre série, la fracture initiale est survenue dans 84% au cours des accidents domestiques, ce qui concorde avec les résultats de la plupart des séries, et le traumatisme initial chez 16% des cas était suite à une chute d'un lieu élevé.

Par contre, dans les séries de Numado (44) et Moh-Ello (56), les accidents de sport étaient la cause la plus fréquente du traumatisme du coude chez l'enfant.

Dans l'étude de Bellemore (57), toutes les fractures ont été causées par des chutes, généralement sur le bras tendu, bien que dans de nombreux enfants plus jeunes, le mécanisme exact était incertain. La cause unique la plus fréquente était une chute de bicyclette.

6. Lésion initiale

La fracture supracondylienne semble être la cause la plus fréquente du cubitus varus dans la majorité des séries de la littérature (Tableau).

La lésion initiale était une fracture supracondylienne de l'humérus avec le bras en extension chez tous les enfants dans la série de Bali (58) et Omori (59).

Dans la série de Yun et al. (60), 17 patients avaient une fracture humérale supracondylienne, deux avaient une fracture condylienne latérale, deux avaient une fracture condylienne médiale et un cas avait un décollement épiphysaire. Chul-Hyun Cho (40) a également trouvé diverses causes de la déformation dans sa série de 11 cas : 4 fractures supracondyliennes, 2 fractures du condyle latéral secondaires à une FSC, une re-fracture après une FSC ; une fracture transcondylienne et 3 traumatismes de cause inconnue.

Tableau 9: Prédominance des FSC en pourcentage dans les séries de la littérature.

Série	Nombre de cas	FSC en %
Bali et al. (58)	14	100%
Chul-Hyun Cho (40)	11	36%
Omori et al. (59)	17	100%
Yun et al. (60)	22	77.27%

Lagrange et Rigault (44) constatent que tous leurs cas de cubitus varus, soit 139,3 cas après stade II et 136 à des stades III et IV.

Damsin (46) qui a étudié 82 CV séquellaires de FSC constate : 22 varus après stade II (27%), 23 varus après stade III (28%) et 37 varus après stade IV (45%).

Les FSC de type III et IV représentent les lésions initiales les plus fréquentes du CV dans la plupart des séries de la littérature.

7. Traitement du traumatisme initial

Dans la série de Bali (58), le traitement de la fracture initiale était par réduction fermée et immobilisation plâtrée chez 9 cas, un embrochage percutané chez 3 cas, dont 2 cas étaient mal réduits et un cas semblait suffisamment réduit dans les radiographies postopératoires immédiates, et un traitement traditionnel chez 2 patients.

Bellemore (57), trouve que le traitement initial consistait en une réduction fermée sous anesthésie générale chez un patient, réduction ouverte fixée avec des broches de Kirschner chez un patient, réduction fermée chez 28 patients et une réduction fermée puis une ostéotomie supracondylienne ailleurs chez 2 patients, avant d'être orientés à leur service pour prise en charge du cubitus varus persistant.

Dans la série de Ribault (61), qui a concerné le cubitus varus post-traumatique du coude chez l'enfant africain, le traitement de la fracture initial était orthopédique dans 37,5% des cas, dans 25% des cas le recours au traitement traditionnel était incriminé, et dans 37,5 % dans cas le traumatisme initial était négligé.

Les résultats de notre série concernant la prise en charge du traumatisme initial diffèrent de celles des différentes équipes (Tableau 10), car le CV post-traumatique faisait suite à un traumatisme traité initialement par contention par Jbira dans 92% des cas.

Tableau 10 : Répartition des cas selon la cause du traumatisme initial dans les séries de la littérature.

Série	Traitement chirurgical	Traitement orthopédique	Traitement traditionnel	Abstinence
Bali et al. (58)	21.4%	64.28%	14%	-
Bellemore et al. (57)	93.75%	6.25%	-	-
Ribault et al. (61)	-	37,5%	25%	37,5 %
Notre série	-	4%	92%	4%

8. Délai entre le traumatisme initial et la consultation pour la déformation

Dans la série de Bali (58), la durée moyenne entre le traumatisme initial et la présentation à l'hôpital pour la déformation en varus était d'environ 3,6 ans (1,5-7 ans), ce qui concorde avec les résultats de notre série, le délai moyen était de 2.92 ans (35.04 mois) avec des extrêmes de 1 mois et 7 ans (84 mois)

II. Etude clinique

1. Motif de consultation

Le caractère inesthétique de la déformation constitue le motif majeur et constant de consultation dans les différentes séries de la littérature (50) ce qui concorde avec nos résultats.

Dans la série de Belthur (62), le motif principal était la déformation du coude chez 70.58% des cas, cependant, il y avait une douleur chez 17.4% des patients et une limitation de la fonction du coude chez 11.76% des cas.

2. Examen clinique

2.1. Inspection

Les patients doivent être examinés torse nu ceci d'une manière comparative avec le côté sain.

Le bras et l'avant-bras normalement ne sont pas alignés dans le plan frontal.

Les deux parties forment un angle ouvert en dehors : c'est le valgus physiologique. Cet angle qui permet au coude de se tenir étroitement dans la dépression de la taille, devient plus marqué lorsque la main soulève un objet lourd.

L'inspection pourra révéler :

- La déformation de la région du coude, notamment la perte du Carrying angle ([Figure 46](#)).
- Une cicatrice provenant du traumatisme antérieur ou d'une intervention chirurgicale.
- Une atrophie des muscles du bras.



Figure 46: Cubitus varus du coude gauche (12).

2.2. Palpation

On palpe le coude pour chercher les modifications des repères osseux. On palpe sur un coude normal les points de repère Bony :

- L'olécrâne : sur la face postérieure de l'EIH.
- L'épicondyle médial : sur la face médiale de l'EIH.
- L'épicondyle latéral : il est très facile de repérer la saillie de l'épicondyle latéral avec coude à 90° de flexion, sur la face latérale de l'EIH.
- La tête radiale : immédiatement en dessous de l'épicondyle latérale avec coude à 90° de flexion, en direction distale, le doigt plonge dans une petite dépression qui correspond à l'interligne articulaire huméro-radiale, puis il retrouve une proéminence, celle de la tête radiale.

La palpation postérieure retrouve trois repères osseux : l'épicondyle en externe, l'olécrane en médian et l'épitrachée en interne. Ils dessinent une ligne droite en extension : c'est la ligne de Malgaigne et un triangle équilatéral en flexion de 90°: c'est le triangle de Nelaton (Figure 47).

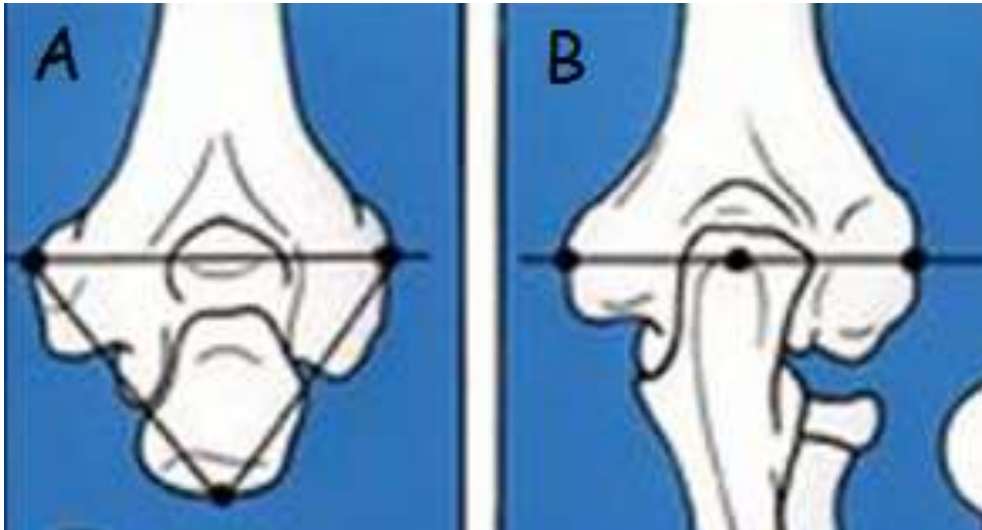


Figure 47: (A) Ligne de Malgaigne. (B) Triangle de Nelaton.

2.3. Mensuration du bras

La mensuration du bras atteint se fait en comparaison avec le côté sain, à la recherche d'un éventuel raccourcissement du membre atteint, la mesure de la longueur du bras objectivée par la distance acromion-épicondyle latéral.

La circonférence du bras est mesurée à 10 cm au-dessus de l'épicondyle latéral ; l'atrophie musculaire se voit dans la difformité en varus la plus mauvaise et la plus ancienne.

Sur une série de 24 patients atteints du CV, Ippolito et al. (63) ont rapporté 12 cas (50%) qui avaient une atrophie notable du bras.

2.4. Mobilité

La mobilité est mesurée au goniomètre qui évalue l'amplitude des mouvements du coude et nous renseigne donc sur l'importance du préjudice fonctionnel du CV. On peut avoir une limitation de la flexion-extension et/ou la prono-supination.

La déformation en rotation interne a été mesurée par la méthode décrite par Yamamoto et al. (64), avec le patient légèrement penché en avant. Le bras du patient est tenu sur le côté avec le coude fléchi à 90° et l'épaule en extension complète (Figure 48). Dans cette position la déformation maximale de rotation interne est appliquée sur le bras du patient. L'angle formé entre le plan horizontal du dos et la ligne médiane de l'avant-bras représentent la déformation de la rotation interne.

A.Moradi et al. (65) ont considéré la correction de la déformation en rotation interne si la différence de l'angle entre les deux côtés est supérieure à 10°. Sur la série de Verka et al. (66), l'examen pré-opératoire a trouvé 8 patients (32 %) qui présentaient une limitation de la flexion, tandis que 3 patients (12 %) présentaient une extension limitée.

Dans notre série, 11 malades présentaient une raideur du coude : une limitation de la flexion à 90° chez 3 patients, une limitation de la flexion à 100° chez 4 patients une limitation de la pronation chez 2 patients et une limitation de la supination chez 2 patients. Puis on avait un patient qui présentait une exagération de la pronation.



Figure 48: Méthode décrite par Yamamoto pour mesurer la déformation en rotation.

2.5. Examen vasculo-nerveux

L'examen neurologique fait partie de l'examen du coude, en testant la motricité et la sensibilité du coude, l'avant-bras, poignet et la main ; à la recherche d'une irritation nerveuse, en particulier dans le territoire du nerf ulnaire, dont l'atteinte est une complication assez fréquente du CV post-traumatique chez l'enfant (67).

III. Etude radiologique

1. Radiographie standard

L'interprétation des radiographies du coude peut être délicate du fait du nombre et de la différence des dates d'apparition des noyaux secondaires d'ossification (68).

1.1. But

Le but de la radiologie en cas de CV est de :

- Mesurer les angles de déviation qui vont servir à la correction chirurgicale.
- Apprécier le résultat post-chirurgicale.
- Surveiller l'évolution.

1.2. Incidences radiologiques

L'examen radiologique doit comprendre deux incidences : face et profil.

L'incidence de face est réalisée sur un membre supérieur en extension, paume de la main tournée vers le haut : épaule, coude, et poignet sont sur un même niveau horizontal.

Les clichés comparatifs de face du coude sont indispensables en cas de CV. Ils permettent la mesure de la valeur du valgus physiologique du côté sain et la mesure exacte de la déviation du coude en varus.

On peut tracer deux lignes pour vérifier la normalité du coude :

- La ligne humérale antérieure : Sur une radio profil du coude, on trace la LHA (Figure 49) qui passe par la corticale antérieure de l'humérus et passe normalement par le tiers moyen du noyau du capitulum. Si la LHA passe devant le noyau, cela veut dire qu'il y a bascule postérieure.
- La ligne radiocapitellaire : Quel que soit l'incidence radiologique et le degré de la flexion du coude, la ligne prolongeant l'axe du radius, qui passe par le col et la tête radiale, normalement, doit passer par le noyau du capitulum ; C'est la construction de Storen (Figure 49) ou la ligne radiocapitellaire. Si cette ligne ne passe pas par le capitulum, il existe une luxation de la tête radiale. Elle est souvent associée à une fracture de l'ulna réalisant la fracture de Monteggia (69).

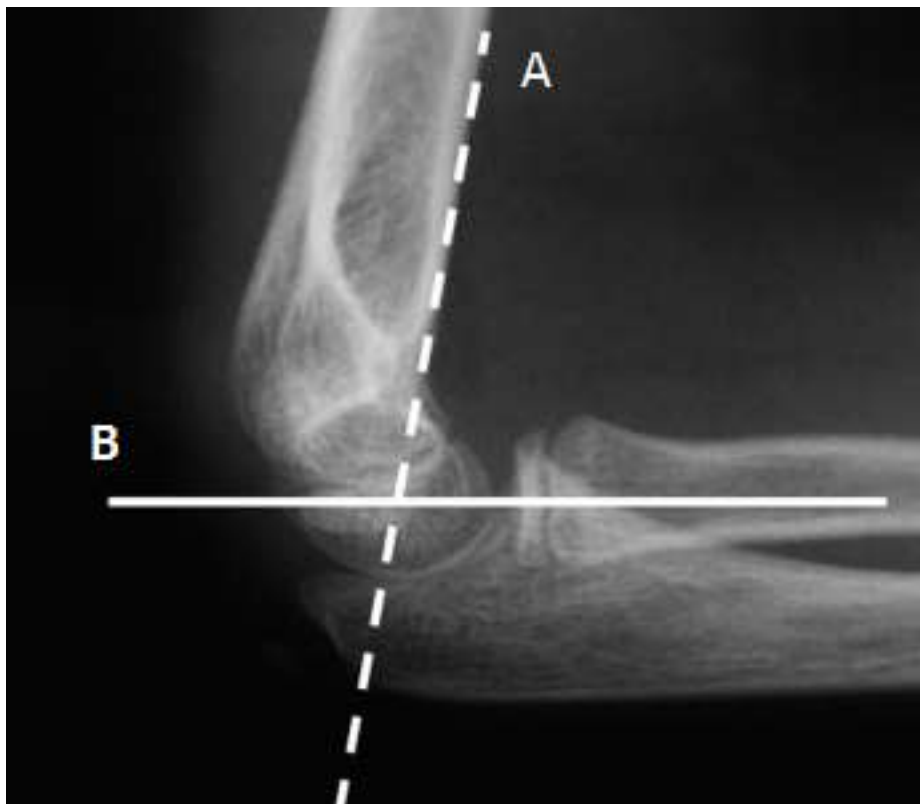


Figure 49: Radio profil du coude. (A) la ligne humérale antérieure. (B) la construction de Storen.

1.3. Traces des axes

Pratiquement, on doit tracer 2 axes (Figure 50) : l'axe de la diaphyse humérale et l'axe tangent à la diaphyse cubitale s'intersectent pour donner un angle.

Cet angle est noté :

- (+) Si l'avant-bras est en varus.
- (-) Si l'avant-bras est en valgus.

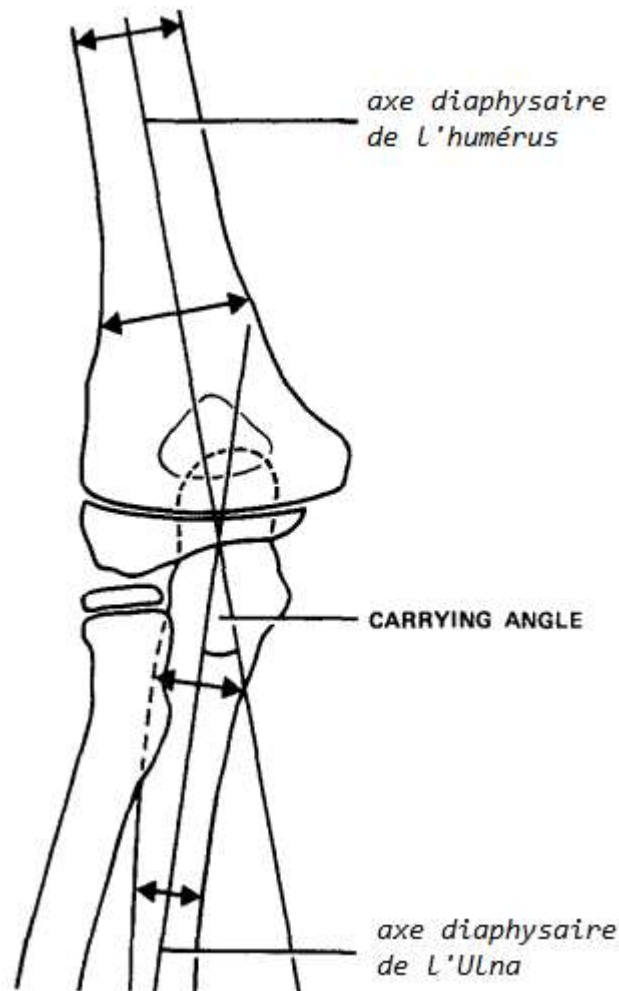


Figure 50: Traces des axes.

1.4. Mesure des angles

a. Carrying angle

Le Carrying angle (Figure 51) est l'angle formé par l'axe diaphysaire huméral et l'axe diaphysaire cubital (24). Sa valeur est comprise entre 5° et 15°. En dehors de toute déviation, il traduit la valeur du valgus physiologique.

La valeur de cet angle augmente avec l'âge et la croissance du coude (7), on note aussi que cet angle est plus marqué au niveau du côté dominant (70), ainsi qu'il y'a une différence qui dépend du sexe (71; 72).

Le taux de croissance du Carrying angle est de 0.61° par an pour les filles, et 0.41° par an pour les garçons jusqu'à l'âge de 15 ans (73).

Cet angle est mesuré sur un cliché de face du coude en extension et en supination.

Dans notre série, le Carrying angle était supérieur à 14° chez 24 patients (96%), un seul patient avait un Carrying angle de 0° , ça veut dire un « cubitus rectus », avec une moyenne de 20.72° , et des extrêmes de 0° et 36° .



Figure 51: le Carrying angle. (A) axe diaphysaire de l'humérus. (B) axe diaphysaire de l'ulna.

b. Déviatiion totale

R.Kohler et al. (74), définissent le CV en deux chiffres :

- Le premier chiffre : la valeur de la déviation totale, mesurée à partir du valgus physiologique qui donne une idée sur le préjudice fonctionnel, et c'est ainsi que s'exprime le cubitus varus pour la plupart des auteurs.
- Le deuxième chiffre : donnant la valeur du varus stricto sensu, reflet du préjudice esthétique, noté (+) si l'avant-bras est en varus vrai, noté (-) si l'avant-bras reste en valgus.

Quelques exemples de calculs de déviation totale :

- Un patient ayant un valgus physiologique de 5° avec déviation de 20° aura une déviation totale de 25° et sera noté (25, +20).
- Un patient ayant un valgus physiologique de 10° avec une déviation de 10° sera en rectitude et sera noté (10,0).
- Un patient ayant un valgus physiologique de 10° avec une déviation de 5° sera noté (5,-5).

c. Angle de Baumann

L'angle de Baumann (Figure 52) était décrit en 1929 autant que l'angle entre l'axe diaphysaire huméral et la pente du cartilage du noyau condylien externe (75).

La mesure de cet angle se fait sur un cliché de face du coude en extension (Figure 53), chez le tout petit dès l'âge de 18 mois jusqu'à l'ossification complète. Sa valeur est entre 70° et 75°. Son augmentation traduit une déviation de type cubitus varus et sa diminution traduit une déviation de type cubitus valgus.

Baumann a bien décrit la relation entre l'angle de Baumann et le Carrying angle en 1960. Lorsque l'angle de Baumann augmente par 5°, le Carrying angle diminue approximativement par 2°. Cette corrélation est très significative (76).

D'où l'intérêt majeur de l'angle de Baumann dans le traitement des fractures supracondyliennes de l'EIH et la prévention du cubitus varus post-traumatique chez l'enfant à travers la mesure de l'angle de Baumann post-opératoire, ainsi que sa correction.

L'angle de Baumann chez nos patients était supérieur à 80° dans tous les cas, avec une moyenne de 93.72° , avec des extrêmes de 80° et 125° .

Dans la série de huit (8), la moyenne de l'angle de Baumann est de 90.1° , avec des extrêmes de 82° et 108° .



Figure 52: Mesure de l'angle de Baumann sur la radio face du coude (77).

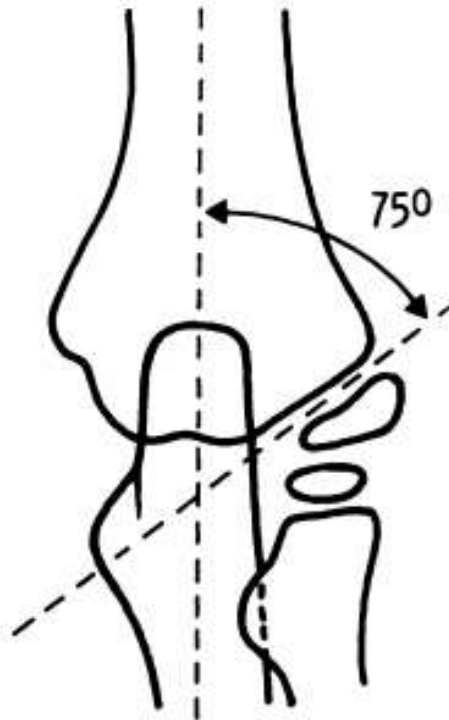


Figure 53: Mesure de l'angle de Baumann sur la radio face du coude.

1.5. Indice de proéminence latéral

L'indice de proéminence latérale (LPI) (78) est la différence entre la largeur médiale et latérale de la palette humérale, mesurées de l'axe diaphysaire de l'humérus, rapportée à la largeur globale (Figure 54). En général (40), il y a une légère proéminence médiale ce qui rend le LPI principalement négatif ; de ce fait, cet indice devient positif lorsqu'il y'a une déviation latérale (79).

Dans notre série, l'indice de proéminence latéral était positif chez 9 patients, qui ont notamment une déviation latérale, et négatif chez 16 patients, avec une moyenne de 0.027% et des extrêmes de -0.27% et 1.78%.

Dans la série de Hui (50), l'indice de proéminence latéral était négatif chez tous les patients, avec une moyenne de -0.15% et des extrêmes de -0.24% et -0.11%.



Figure 54: Indice de proéminence latéral= $(AB-BC)/AC$.

1.6. Signe d'éclipse

Sur un cliché profil du coude, on a le signe d'éclipse ou "Crescent sign" qui correspond à la superposition de l'olécrane et le noyau condylien externe, en cas d'une déviation importante en varus (Figure 55).



Figure 55: Signe d'éclipse sur un cliché profil du coude.

2. Tomodensitométrie

On a demandé une TDM avec reconstruction tridimensionnelle pour un seul patient dans notre série, mais en général, une TDM préopératoire est demandée surtout avant les ostéotomies tridimensionnelles qui nécessitent une planification préopératoire précise.

IV. Traitement

1. But

L'objectif du traitement chirurgical du cubitus varus post-traumatique est de :

- Restaurer le valgus physiologique, comparable au coude sain.
- Assurer une fonction normale du coude.
- Eviter les complications post-chirurgicales.

2. Moyens thérapeutiques

Nombreuses techniques d'ostéotomie ont été décrites, avec une efficacité, un taux de succès et de complications variables.

2.1. Ostéotomie de soustraction externe

L'ostéotomie de soustraction externe (OSE) est la technique chirurgicale la plus utilisée pour traiter le CV post-traumatique, en raison de sa facilité et sa simplicité (80). D'ailleurs elle est la technique utilisée chez tous nos malades et qu'on a bien décrit dans le chapitre des résultats (page 49–page 52).

A part la voie d'abord latérale et médiane para-tricipitale utilisées dans notre série, la voie d'abord postéro-externe ([Figure 56](#)) a été utilisée par plusieurs auteurs. L'incision est légèrement arciforme, tracée à mi-chemin entre l'olécrane et l'épicondyle. L'aponévrose est fendue dans l'axe de l'incision. L'interstice entre le triceps et l'anconé est repéré, puis ces muscles sont réclinés pour exposer la partie postéro-externe de la capsule articulaire qu'on incise longitudinalement, et puis on a la tête radiale et la face postérieure de l'épicondyle huméral qui sont exposés (81).

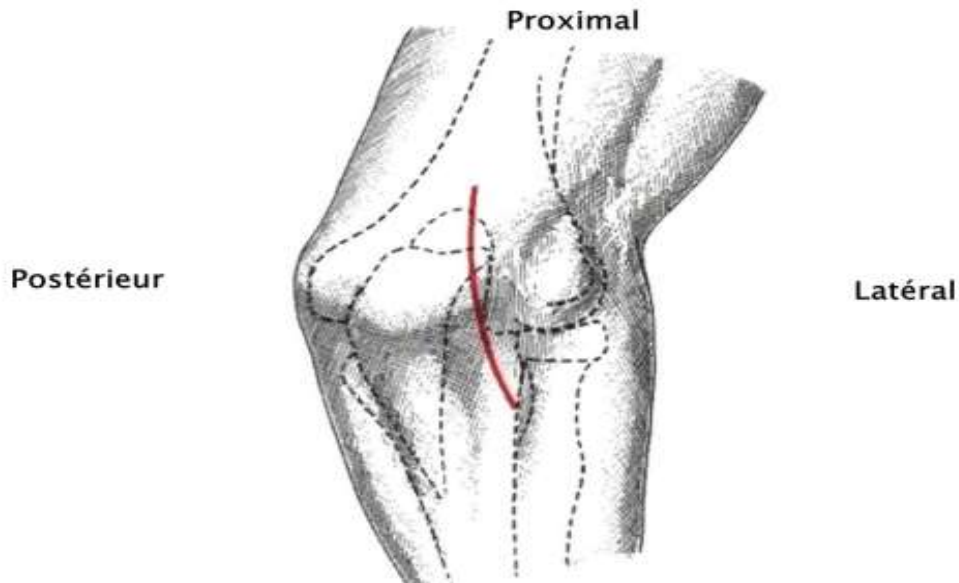


Figure 56: voie d'abord postéro-externe du coude.

On trace sur une radiographie du coude de face en préopératoire, par l'intermédiaire d'un calque, la projection du coin à ôter, dont on mesure la distance base-charnière.

Le schéma (Figure 57) indique la hauteur du coin à réséquer en fonction de la distance base-charnière et de l'angle. Par exemple, pour une longueur de 50mm et un angle de 30°, la hauteur du coin à réséquer sera de 27mm.

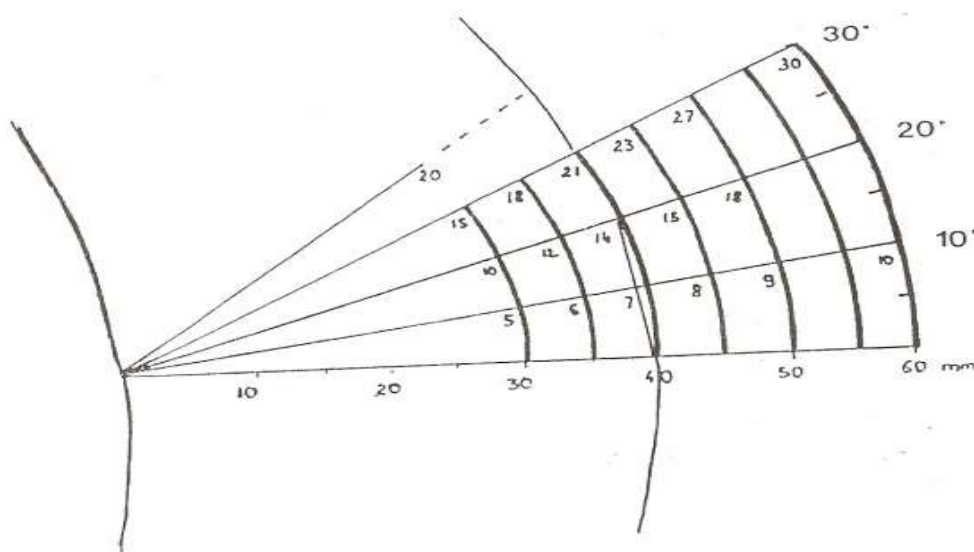


Figure 57 : la hauteur du coin à réséquer en fonction de la distance base-charnière et de l'angle.

Le repérage par deux poinçons permet de matérialiser le coin qui sera réséqué.

Un premier poinçon de ROCHER est enfoncé au niveau du bord latéral de la palette humérale, parallèlement à l'interligne articulaire.

Un deuxième poinçon est placé au-dessus du premier, à la distance convenue en préopératoire, ou en utilisant un coin métallique dont l'angle est égal à celui de l'ostéotomie à effectuer.

Ces opérations sont contrôlées radiologiquement par un amplificateur de brillance pour s'assurer de l'angulation du triangle à réséquer et de la convergence correcte des poinçons sur la corticale interne.

Après la section du trait distal d'abord, puis du trait proximal ensuite, la valgisation est effectuée jusqu'à l'affrontement correct des deux traits de l'ostéotomie. Certains chirurgiens préfèrent couper complètement le cortex de l'humérus, tandis que d'autres ont recommandé de laisser une charnière corticale médiane (42), ce qui permet de stabiliser l'ostéotomie et faciliter sa fixation.

L'ostéotomie hémicunéiforme d'Alonso et al. (82) consiste à ôter un coin provenant de la corticale antérieure du segment proximal et un coin de la corticale postérieure du segment distal, cette technique est un peu plus compliquée que l'OSE.

Le principal inconvénient de l'OSE est que la proéminence du condyle latéral n'est pas prise en compte. Ainsi qu'elle ne permet pas la correction de la déformation rotationnelle.

Pour minimiser la proéminence latérale, certains auteurs (41) ont proposé d'effectuer les deux coupes en oblique pour recréer le même angle, sans que la coupe distale soit complètement parallèle à la ligne articulaire ([Figure 58](#)).

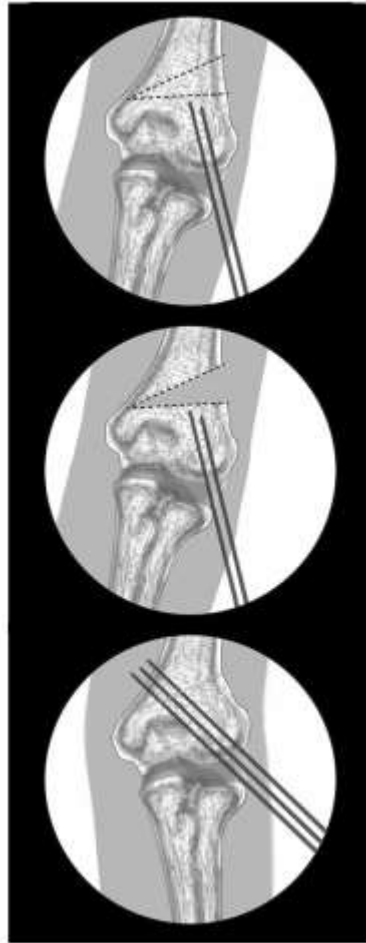


Figure 58 : Ostéotomie de soustraction externe avec les deux coupes en oblique.

2.2. Ostéotomie de French

L'ostéotomie de French (30) a le même principe que l'OSE.

Dans cette technique, la voie d'abord est postéro-médiane, on décolle latéralement la moitié du triceps, le cortex est rompu et le périoste médial reste intact.

Après avoir réséquer le coin osseux correspondant à la correction désirée en préopératoire, on approche les surfaces de coupe pour corriger la déformation en rotation en faisant tourner le fragment distal vers l'extérieur jusqu'à ce que la vis distale soit directement distal par rapport à la vis proximale, puis on rapproche les deux fragments jusqu'à ce que les deux vis soient parallèles. Pour la fixation, les têtes des deux vis sont reliées par un fil métallique en forme de huit qui est serré.

La technique de French modifiée par Bellemore (57) diffère de la technique de French par : la voie d'abord qui est postéro-latérale, le triceps est décollé dans sa totalité, le nerf ulnaire qui n'est pas exploré et le cortex médial qui est intact.

2.3. Ostéotomie d'ouverture en coin médial

Dans cette technique (83), on choisit une voie d'abord antéro-médiale avec exposition et transposition antérieure du nerf cubital.

Sous le contrôle d'un amplificateur de brillance, l'insertion de quatre vis de Schanz est effectuée de l'intérieur vers l'extérieur.

Entre les deux, une ostéotomie médiale incomplète est réalisée en oblique (dans le plan antéropostérieur ainsi que dans le plan médio-latéral), laissant une petite partie du cortex huméral intacte (Figure 59).

L'ostéotomie est ouverte lentement jusqu'à ce que le varus et la déformation en hyper-extension soient corrigés. Ensuite, le système fixateur est appliqué.

L'ostéotomie d'ouverture en coin médial a été utilisée par Walsh et al. (83) et elle peut se compliquer par l'allongement du membre.

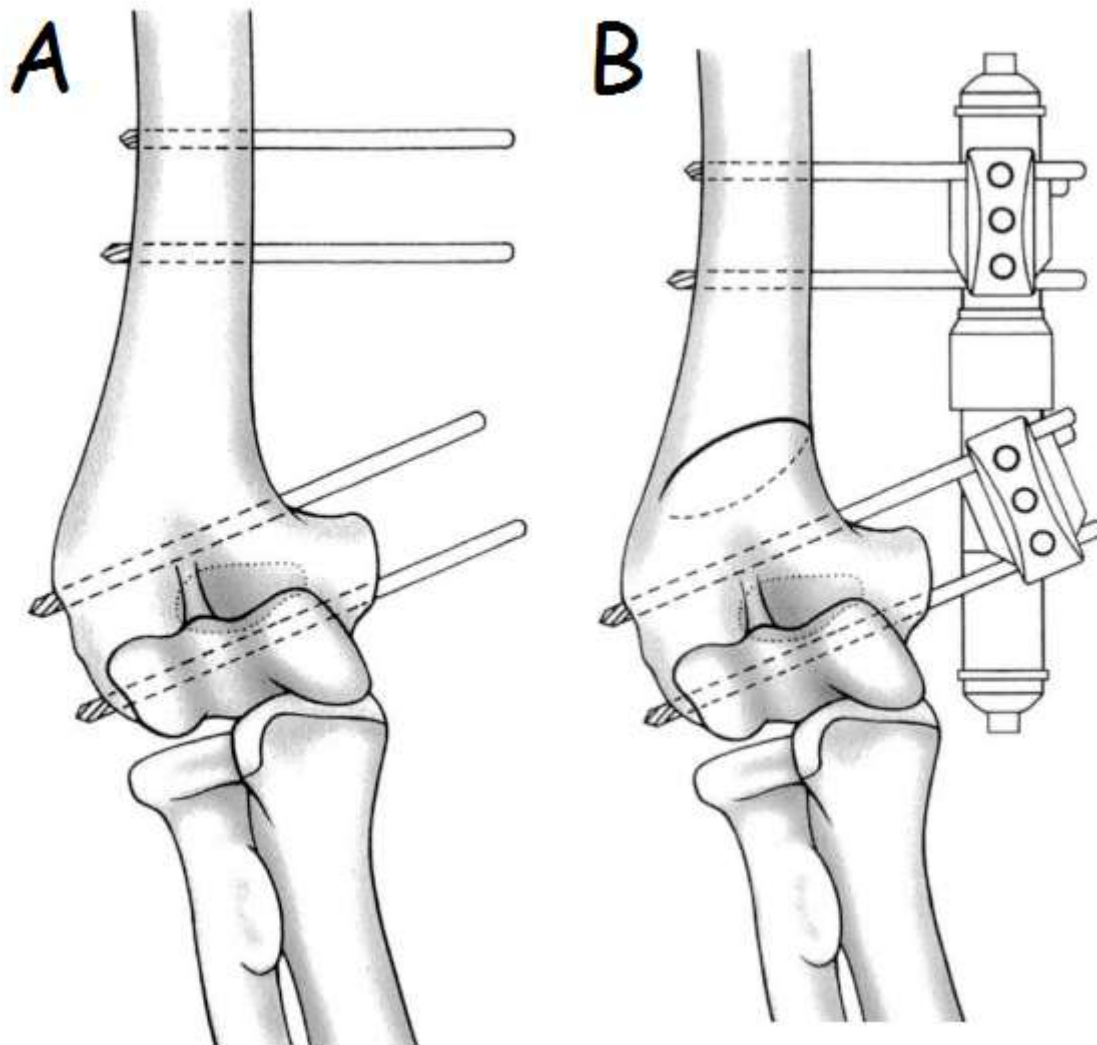


Figure 59: Ostéotomie d'ouverture en coin médial. (A) les 4 vis de Schanz insérées de l'intérieur vers l'extérieur. (B) Ostéotomie médiale incomplète et installation du fixateur externe

2.4. Ostéotomie en dôme

L'ostéotomie en dôme permet la correction en deux plans : la correction de la déformation en varus et en rotation (84).

Le patient est en décubitus latéral ou ventral, le bras repose sur table à bras par sa face antérieure. On peut utiliser la voie d'abord postérieure trans-tricipitale ou para-tricipitale. Après l'exposition de l'humérus distal, la fosse olécraniennne est identifiée.

On considère le point A, le centre de cette ostéotomie, où se croise l'axe médian de l'humérus avec la marge supérieure de la fosse olécranienne (figure 60).

À partir du point A, la ligne AB est tracée perpendiculairement à l'axe médian de l'humérus. La ligne AB' est ensuite tracée parallèlement à la surface articulaire distale de l'humérus. La longueur de AB' détermine le rayon de l'ostéotomie du dôme. Le Point B' est ensuite tourné au point B et fixé provisoirement avec des broches de Kirschner.

Pour la fixation, les broches de kirschner sont suffisantes chez les jeunes enfants, mais chez les adolescents, les plaques pour humérus distal sont utilisées.

L'immobilisation post-opératoire est de 2 à 6 semaines, elle dépend de type de fixation.

Bien que la proéminence latérale ait été corrigée dans l'ostéotomie en dôme, il y avait des complications à savoir : la correction inadéquate, la raideur du coude, et la paralysie nerveuse.

L'ostéotomie en dôme est plus exigeante sur le plan technique, mais elle permet d'éviter la proéminence latérale produite par l'ostéotomie de soustraction externe, tout en offrant une grande surface de fixation et de guérison (85).

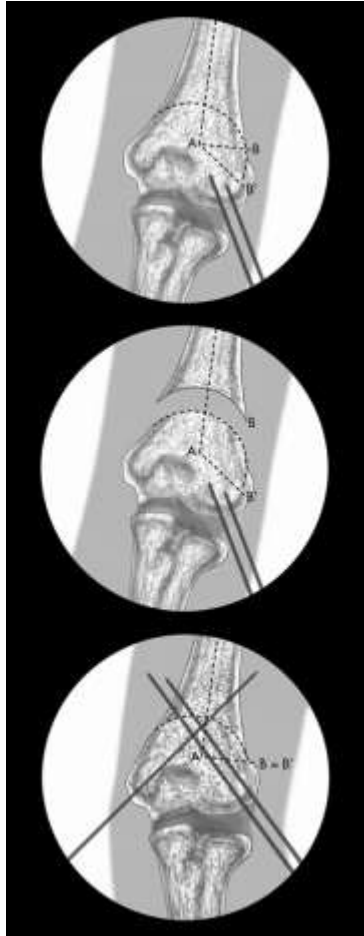


Figure 60: Ostéotomie en dôme.

2.5. Ostéotomie en double dôme

Eamsobhana et al. (86) a adopté la voie d'abord latérale du coude, l'incision se fait au niveau de l'humérus distal latéral puis s'étend entre le triceps et le brachio-radial.

Le sommet du premier dôme est au centre de l'axe huméral et le sommet du deuxième dôme au centre de l'axe cubital (Figure 61).

Une translation au niveau du site d'ostéotomie a été réalisée pour corriger la déformation en varus et la déformation de l'extension, et pour la fixation, des broches de Kirschner ont été utilisées et laissées à l'intérieur la peau.

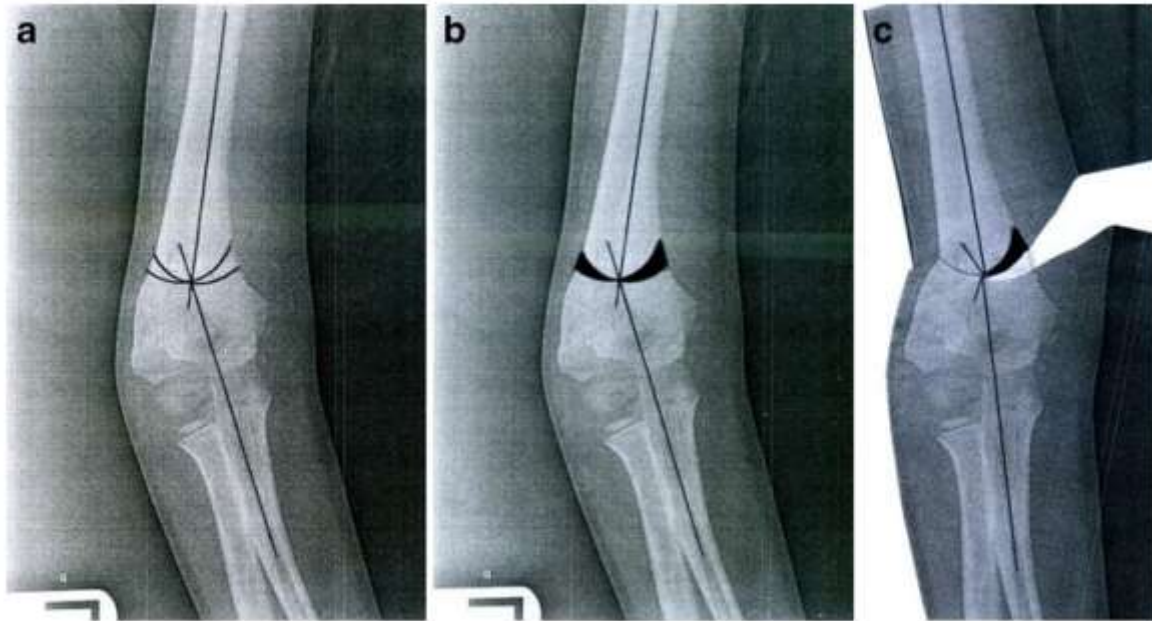


Figure 61: (A) Le sommet du premier dôme est au centre de l'axe huméral et le sommet du deuxième dôme au centre de l'axe cubital. (B) La zone noire représente l'os qui doit être retiré. (C) Le sens de rotation de l'ostéotomie (86).

Les avantages de cette technique : la proéminence condylienne latérale est moins importante, la correction en deux plans et pas de raccourcissement du membre.

Avec l'ostéotomie en dôme, simple et double, la proéminence condylienne latérale est diminuée, et la satisfaction des patients sur le plan esthétique a été signalée. Cependant, d'autres complications ont été notées : la paralysie nerveuse, l'infection superficielle et une dérotation excessive (86).

2.6. Ostéotomie Step-cut

La technique de l'ostéotomie Step-cut a été modifiée au fil des années. En 1988, elle a été décrite pour la première fois par De Roza et Graziano (87), elle a réalisé un grand succès dans la correction des déformations en varus, ainsi de minimiser la proéminence du condyle latéral (58).

Le patient est en décubitus latéral, l'incision est postérieure. Un modèle correspondant à l'angle de correction est placé comme cale de fermeture latérale juste au-dessus de la fosse olécranienne.

L'apex de l'angle est placé en position médiane avec le bord supérieur qui est perpendiculaire à l'axe diaphysaire de l'humérus. Une autre ligne est projetée depuis le bord latéral du site d'ostéotomie vers la base, ce qui délimitant une zone triangulaire. C'est le morceau d'os qu'il faut retirer, puis il faut rapprocher les fragments (distal et proximal) (Figure 62).

La fixation se fait par une plaque latérale ou postérieure, mais c'est préférable de placer la plaque en postérieur. Elle peut se faire aussi par une vis (Figure 63).

On note que l'ostéotomie Step-cut avec fixation par plaque pour la correction de la déformation en CV est recommandée surtout pour les enfants de plus de dix ans, cette technique est associée à un excellent résultat et à un faible taux de complications (58).

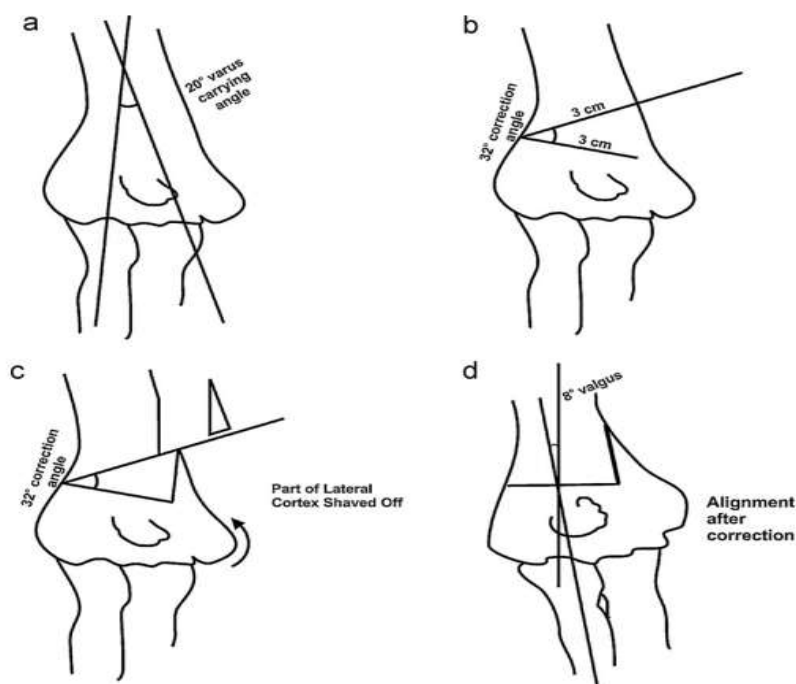


Figure 62: Ostéotomie Step-cut décrite par De Roza et Graziano.

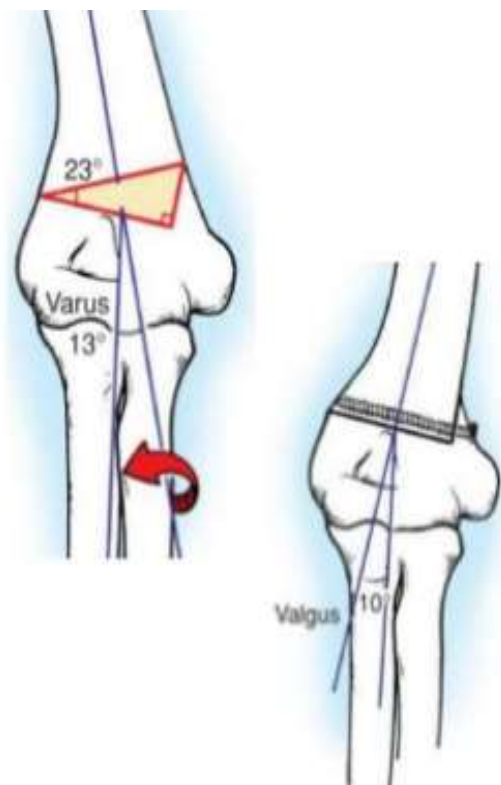


Figure 63: Fixation par une vis après une ostéotomie Step-cut.



Figure 64: Fixation par plaque en Y.

En 2011, David et al. (88) ont montré que l'ostéotomie Step-cut translationnelle, qui est modifiée, est une technique qui nécessite une exposition plus large, avec un temps opératoire plus long que l'ostéotomie de soustraction externe.

Le patient doit être en décubitus dorsal ou latéral, avec l'humérus appuyé sur un billot, une incision postérieure est le plus souvent utilisée.

Après identification du tiers distal de l'humérus et la marge supérieure de la fossette olécraniennne, la première coupe est une coupe transversale perpendiculaire à l'axe de la diaphyse humérale, une deuxième coupe distale se fait à angle postéro-médial par rapport à la coupe proximale (Figure 65).

Cela crée un coin triangulaire latéral qui sera réséqué et un autre coin rectangulaire est fait en proximal et latéralement de la première coupe qui sera également retiré permettant la translation et la médialisation du segment distal, ce qui permet d'éviter la proéminence du condyle latérale.

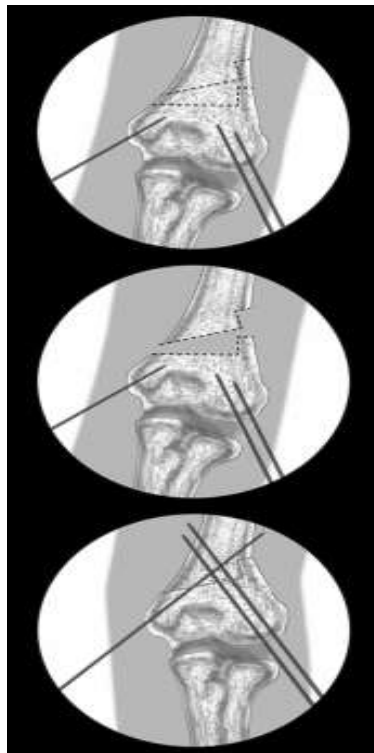


Figure 65: Ostéotomie Step-cut translationnelle.

En 2013, l'ostéotomie Spike translate Step-cut a été bien décrite par Moradi et al. (65) ; le patient doit être en décubitus latéral, l'incision est postérieure dans la ligne médiane postérieure de l'humérus distal, tandis que le nerf cubital est décomprimé et protégé.

Dans cette technique, le bord inférieur du triangle (Ligne AB) est tracé parallèlement à la surface inférieure de l'humérus. Ensuite, à partir de l'extrémité médiane (point B), la deuxième ligne (BC) est tracée, ce qui a fait un angle (Angle B) entre la première et la deuxième ligne égale à l'angle nécessaire à la correction.

Ensuite, à partir du côté latéral de la fin de la deuxième ligne (point C), on trace la troisième ligne (CA), perpendiculaire à la première ligne (AB). Enfin, Le triangle désiré (ABC) est tracé et enlevé. Un deuxième triangle est enlevé, selon des calculs préopératoires précis ([Figure 66](#)).

L'ostéotomie est préfixée par deux broches de Steinmann (12). Puis on utilise une vis inter-fragmentaire pour obtenir une fixation rigide.

Il est plus difficile de traiter les petits enfants par une ostéotomie spike translate Step-up. En outre, cette technique nécessite une résection osseuse plus importante que l'ostéotomie Step-cut translationnelle et l'OSE.

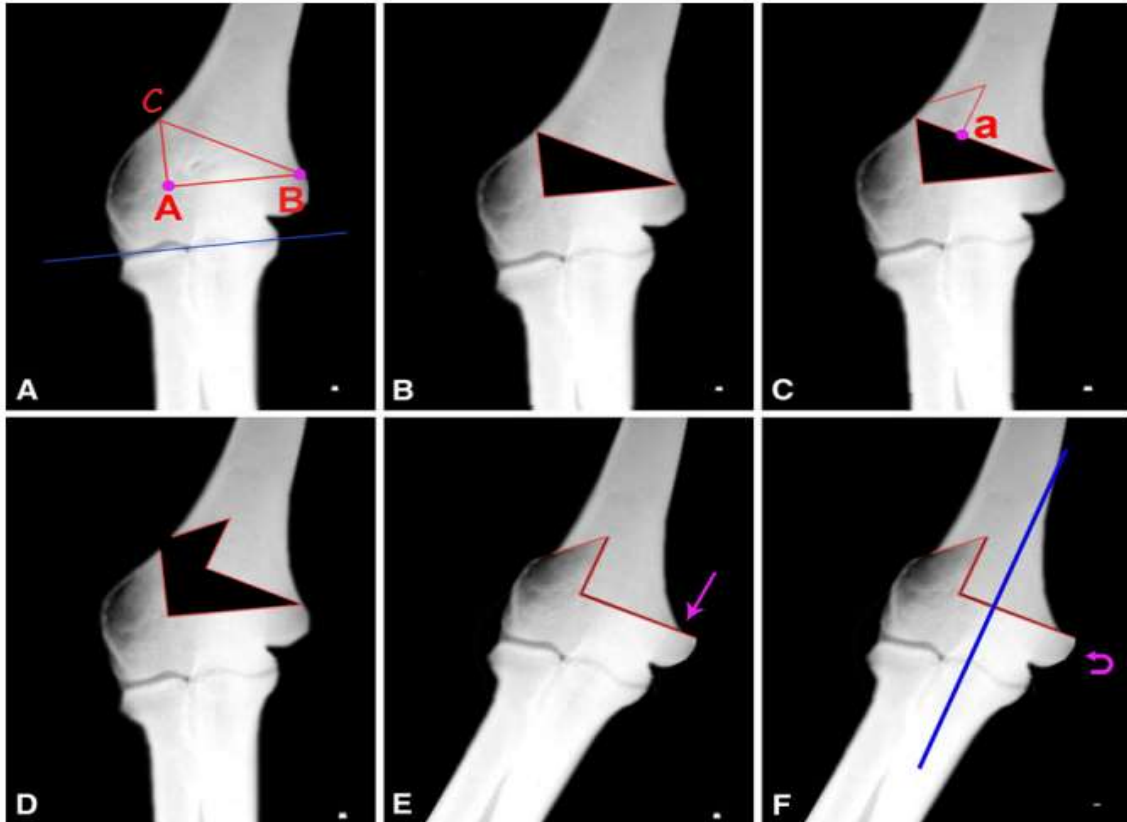


Figure 66: Ostéotomie Spike translate Step-cut.

L'ostéotomie Step-cut peut être une solution raisonnable et une alternative pour la correction de la déformation en CV, avec correction satisfaisante, cicatrisation fiable de l'os et faibles taux de complications.

2.7. Ostéotomie pentalatérale

L'ostéotomie pentalatérale vise à prévenir la proéminence latérale, ainsi qu'elle ne nécessite pas une planification basée sur les radiographies préopératoires (89).

Le patient est placé en décubitus ventral, avec coude en 90° de flexion. L'incision latérale standard donne une exposition postérieure inadéquate, et est donc modifiée par une extension distale de l'épicondyle latéral, s'incurvant vers le processus olécranien.

L'exposition en sous-périosté se fait en position distale par rapport à l'origine du brachioradial et derrière le septum intermusculaire latéral, puis entre le triceps et l'anconé. Une large exposition de la face postérieure de l'EIH est importante.

L'ostéotomie est planifiée durant l'intervention : la ligne (CD) est la ligne joignant les épicondyles, pratiquement parallèle à l'axe transversal du coude (C'D'). La ligne (AB) est parallèle à la ligne (CD) et juste à proximité de la fosse olécraniennne.

Le point P est le point où se croise l'axe longitudinal de l'humérus et La ligne (AB) ; La ligne FA est la moitié du diamètre AP. l'angle OPB est d'environ 120°, cet angle est marqué et coupé, et la partie proximale est mobilisée.

On trace la ligne QB au niveau du fragment proximal, à environ 95° par rapport à l'axe longitudinal MN. On coupe au niveau l'angle XYB et la coupe XY est alors effectuée perpendiculairement au plan coronal de l'ancien os ; cela permet de s'assurer que la rotation sera corrigée après réduction ([Figure 67](#)).

Lorsque les ostéotomies sont terminées, la réduction est effectuée avec le coude en extension.

La fixation se fait d'abord par une broche de Kirschner, puis par une vis de compression. Chez les enfants, la vis doit être aussi petite que possible et placée à proximité de la broche, pour éviter l'endommagement du cartilage de croissance.

Donc cette technique permet une correction dans les trois plans de la déformation en varus et aucune modification de l'arc de mouvement, ainsi qu'elle ne nécessite pas de planification préopératoire.

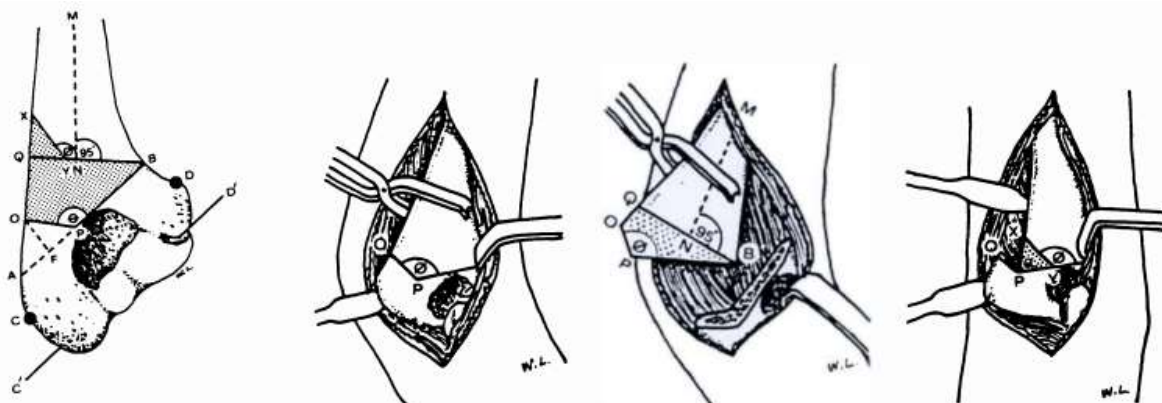


Figure 67: Planification et déroulement de l'ostéotomie pentalatérale.

2.8. Ostéotomie tridimensionnelle

Les ostéotomies tridimensionnelles peuvent corriger la rotation interne associée au CV, avec plus de précision que les ostéotomies uniplanaires, permettant ainsi un positionnement anatomique de l'humérus distal (90).

La déformation en rotation est difficile à comprendre par les radiographies conventionnelles, et la planification précise des ostéotomies tridimensionnelles nécessite donc une TDM préopératoire (91).

Cette technique commence par un balayage des deux bras par scanner spiralé. Le chirurgien peut ensuite travailler avec une entreprise ou un logiciel pour générer un modèle en trois dimensions pour le radius, le cubitus et l'humérus. Dans le logiciel, l'ensemble du bras atteint du CV et l'humérus sain sont superposés pour déterminer la correction de la déformation (Figure 68). Le plan d'ostéotomie distal est placé à proximité de la fosse olécranienne et parallèlement à la surface distale de l'humérus. Ensuite, le plan d'ostéotomie proximal est déterminé par la correction de la déformation par rapport au plan d'ostéotomie distal (Figure 69).

Sur la base de ce modèle, le chirurgien peut ensuite créer des guides de coupe spécifiques au patient ainsi que des dispositifs de fixation chirurgicale personnalisés si nécessaire.

L'abord est latéral ou postérieur, selon les ostéotomies prévues. Le guide chirurgical est généralement placé sur la surface postéro-latérale de l'humérus distal. Le guide chirurgical doit faire un contact complet à l'endroit exact pour assurer la précision (Figure 69). Les broches de Kirschner sont insérées pour tenir le guide en place. Une scie oscillante est utilisée pour pratiquer les ostéotomies. Le guide est ensuite retiré, Puis les cales sont retirées.

Les broches de Kirschner sur le fragment proximal agissent comme des guides pour la rotation et la translation de la partie distale fragment. Les broches du fragment distal sont positionnées jusqu'à ce qu'il s'aligne avec les broches proximales pour une correction complète.

Différents types de fixation peuvent être utilisés, tels que les broches de Kirschner, les fils de cerclage, les plaques et vis standards.

Cette technique permet de corriger avec précision l'extension et la rotation interne qui font partie de la déformation du CV, améliorant à la fois l'apparence et la fonction.



Figure 68: Un modèle généré par ordinateur de l'ostéotomie prévue et de la correction.

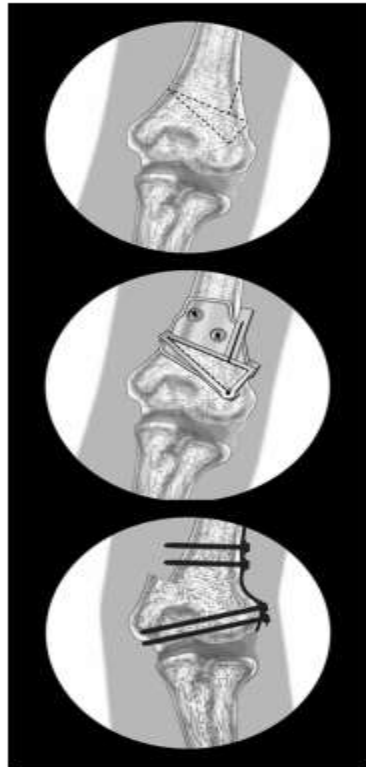


Figure 69: Ostéotomie tridimensionnelle.

2.9. Type de fixation

Un grand nombre de moyens de fixation a été utilisé.

a. Vis

La fixation par deux vis, de part et d'autre du trait d'ostéotomie et parallèles à celui-ci, dont les têtes étant reliées entre elles par un ruban métallique en forme de 8 (Figure 70) : c'est la méthode de French (30), elle permet une fixation stable avec une incidence plus faible de perte de correction. Ainsi que la déformation en rotation peut être corrigée, en plaçant les vis dans différentes positions dans le plan coronal (30).

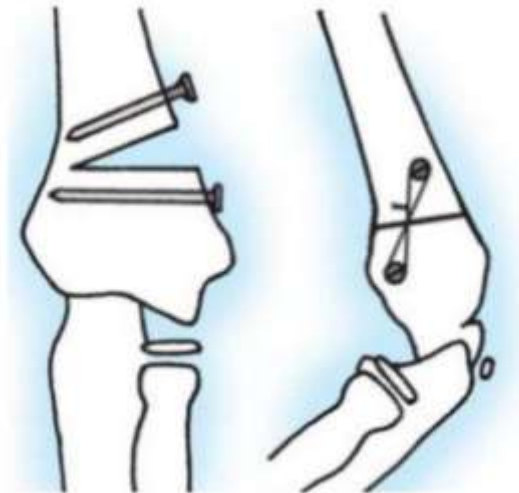


Figure 70: Méthode de French

b. Fixateur externe

Jain et al. (51) ont suggéré d'utiliser un fixateur externe comme méthode alternative sûre pour maintenir l'ostéotomie en toute sécurité; cela permet également d'éviter une seconde opération pour le retrait du matériel. Ainsi que Levine et al. (92) recommandent la fixation externe comme étant sûre et efficace, vu qu'ils n'ont rapporté aucune perte de correction ou de mouvement, durant le suivi post-opératoire de 5 patients qui ont bénéficié d'une ostéotomie avec fixation externe (Figure 71). Il existe un autre type de fixateur externe autre que l'uniplanaie, c'est la méthode d'Ilizarov de fixation (93) (Figure 72).

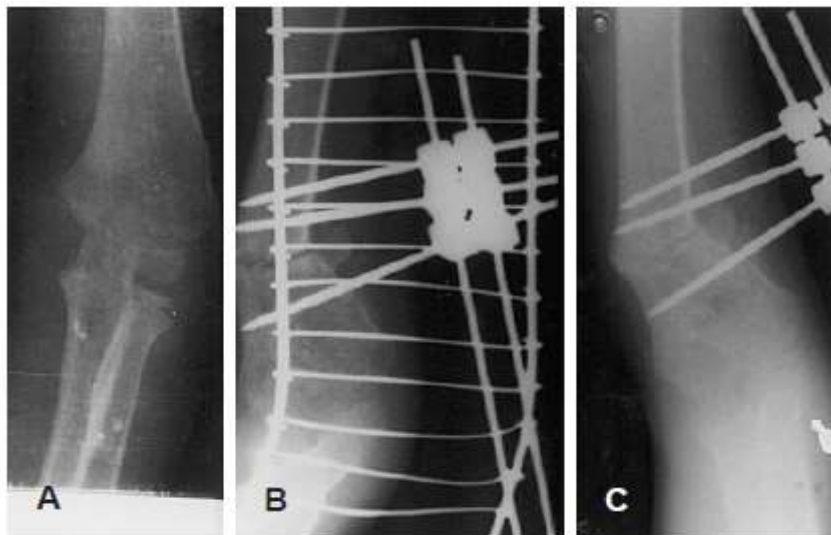


Figure 71: A) Radiographie face du coude gauche montrant un cubitus varus de plus de 30°. (B) Radiographie de face du coude 6 semaines après l'OSE et la fixation externe. (C) Radiographie profil du coude.

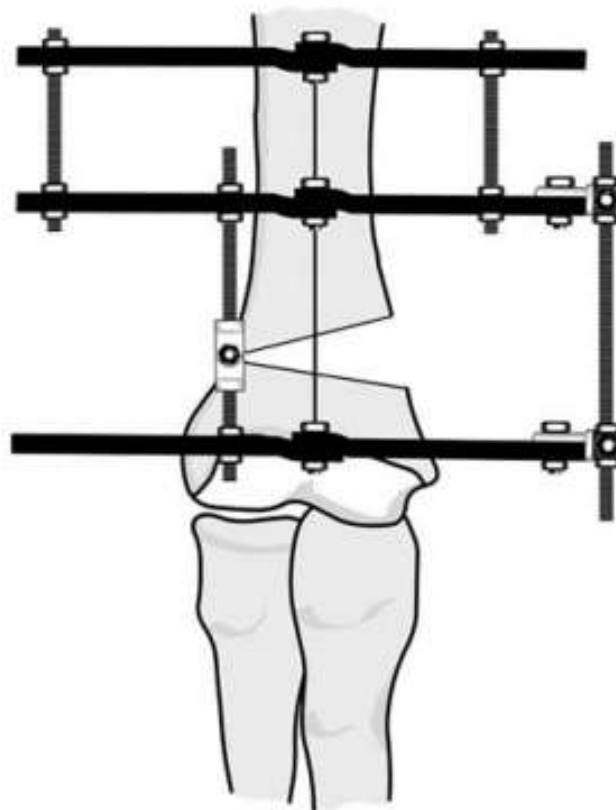


Figure 72: Méthode d'Ilizarov de fixation.

c. Agrafes de Blount

Les agrafes de Blount (Figure 73) est la méthode utilisée par Carlson (94), elle peut être intéressante dans le cas où la corticale interne n'est pas rompue.

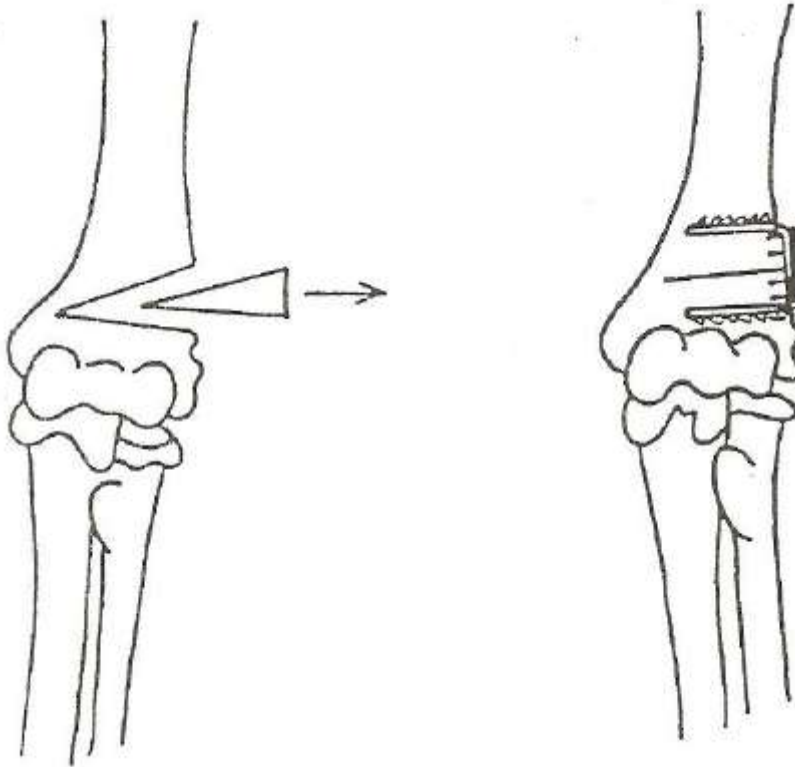


Figure 73: Fixation par les agrafes de Blount.

d. Plaque vissée

Cette technique est réservée aux enfants en fin de croissance, elle permet une fixation stable et un mouvement précoce du coude, mais elle a une incidence de 10% des lésions nerveuses (95).

e. Broches

Kohler (74), dans sa série de 10 ostéotomies, a utilisé deux broches filetées et fixées en croix pour la fixation (Figure 74).

Les broches semblent être également une fixation plus aisée à mettre en place, comparée à la vis, plaque ou encore à l'agrafe qui nécessitent toutes un perforage. C'est la méthode la plus utilisée pour l'ostéosynthèse (43).

Signalons l'apport de broche demi filetée qui comporte une extrémité lisse, pénétrant facilement l'os et permettant une orientation dès les premiers millimètres (effet mèche). Le filetage débute progressivement afin de ne pas repousser l'os. Le double filet assurant un ancrage osseux solide. Celles-ci sont enfuies lors de la fermeture cutanée.

Dans notre série, l'ostéosynthèse n'a été assurée que par des broches de kirschner, parallèles ou en croix : Deux broches de Kirschner chez 19 patients et trois broches de Kirschner chez 5 patients.

La fixation par 2 broches de Kirschner parallèles était utilisée chez 8 patients dans la série de Jain et al. (51), qui ont rapporté un cas d'infection post-opératoire avec déplacement des broches de Kirschner. Par contre, Chul-Hyun Cho et al. (40) n'ont utilisé les broches de Kirschner que chez un seul enfant dans leur série de 11 patients, et c'était une fixation par 2 broches de Kirschner en croix.



Figure 74: Fixation par broches en croix.

3. Indications

3.1. Degré du varus

L'indication est posée essentiellement pour des motifs d'ordre esthétique ; ceci correspondant à un varus d'approximativement 15° minimum.

Pour Tanwar et al. (49) un varus de plus de 10° mesuré sur la radiographie était une indication pour la chirurgie.

Dans notre série, même un cubitus rectus a été opéré, une simple perte du valgus physiologique était suffisante pour poser l'indication pour la chirurgie, quel que soit le degré du varus.

3.2. Age au moment de l'intervention

Jain et al. (51) pensent que le meilleur âge pour corriger la déformation en varus est de 6 à 11 ans. À l'âge de 6 ans, il y a suffisamment d'os à l'extrémité inférieure de l'humérus permettant une fixation stable du fragment distal, en évitant l'endommagement de l'épiphyse humérale distale. Ils ont observé que la proéminence du condyle latérale post-opératoire peut être corrigée par un remodelage pendant la période de croissance. Ainsi, Ils ont proposé que l'ostéotomie corrective soit effectuée avant l'âge de 11 ans, plutôt que d'attendre la maturité de l'os, de manière à laisser une période de 2 à 3 ans de remodelage avant la maturité de l'os.

Dans l'étude de Chul-Hyun Cho et al. (40), les résultats à long terme d'une ostéotomie de soustraction externe chez 2 groupes de patients : 7 patients prépubères et 4 patients post-pubères. Ils ont signalé qu'après un recul moyen post-opératoire de 10 ans (avec des extrêmes de 4,7 ans et 14,2 ans), la proéminence du condyle externe est observée surtout chez le groupe qui a bénéficié d'une ostéotomie corrective en post-pubère. Donc l'OSE est une technique

relativement simple et efficace pour corriger la déformation du cubitus varus avant la puberté, permettant un remodelage esthétique de la proéminence condylienne latérale.

Wong et al. (78) qui ont rapporté 14 cas de proéminence du condyle latéral post-opératoire, ont noté que le taux de cette complication augmentait lorsque la chirurgie était faite après l'âge de 12 ans.

Dans notre série, la moyenne d'âge des patients au moment de l'ostéotomie est de 8,95 ans, avec des extrêmes de 5 ans et 15 ans.

Certains auteurs recommandent une correction précoce de la déformation plutôt que d'attendre la maturité du squelette, parce que la déformation n'est pas progressive et ne s'améliore pas avec le remodelage osseux qui est considéré faible au niveau de la palette humérale (63). Par contre, plusieurs auteurs recommandent de retarder l'opération jusqu'à la fin de la puberté, surtout qu'il y a toujours le risque d'une récurrence de la déformation à un jeune âge, selon YC Tien et al. (96), lié essentiellement au potentiel de remodelage osseux chez les petits enfants.

Tableau 11: Moyenne d'âge au moment de l'ostéotomie corrective dans les séries de la littérature.

Série	Moyenne d'âge (ans) au moment de la correction
North et al. (97)	8.2 (3-14)
Sriastava et al. (98)	8.5 (6.5-14)
Hui et al. (50)	8.4 (5.1-12)
Raney et al. (55)	8.4 (5.1-12)
Yun et al. (60)	9.5 (3-15)
Notre série	8.95 (5-15)

3.3. Délai entre le traumatisme initial et l'intervention chirurgicale

Pour Ducret (99), le moment idéal pour l'intervention se situe entre 12 et 18 mois après le traumatisme initial (TI).

Dans notre étude, la moyenne du délai entre le traumatisme initial et l'ostéotomie est de 36.79 mois, avec des extrêmes de 9 mois et 84 mois.

Pour Jain et al. (51), le degré du cubitus varus peut être calculé sur une radiographie du coude en extension, généralement 3 à 6 mois après la fracture supracondylienne. Bien que le trouble de croissance soit une cause peu commune de cubitus varus post-traumatique, il vaut la peine en attendant un an pour écarter cette possibilité (31).

La chirurgie devrait être faite seulement après avoir permis un remodelage maximal, une estimation approximative d'environ un an après le traumatisme initial (100), cependant il faut tenir compte des demandes des patients et de leurs familles, le potentiel de croissance et l'état du cartilage de croissance lors de la planification de l'intervention chirurgicale.

Tableau 12: Délai moyen entre le traumatisme initial et l'intervention chirurgicale.

Série	Délai moyen entre le TI et l'opération (mois)
Bali et al. (58)	43.2 (18-84)
North et al. (97)	22 (12-72)
Notre série	36.79 (9-84)

4. Techniques adoptées par différents auteurs

Chul-Hyun Cho (40), Oppenheim (42) et Raney (55) ont adopté une OSE pour traiter leurs patients, en utilisant la voie d'abord latérale sur le tiers inférieur de l'humérus, ce qui est le cas chez 23 patients (96%) de notre série. La voie médiane para-tricipitale était également adoptée par Kasse (101) et chez un patient de notre série.

Bellemore et al. (57) ont rapporté que la proéminence du condyle latéral suite à une OSE, se produit dans jusqu'à 60% des cas et survient plus fréquemment lorsque le cortex médian est préservé pour la stabilité de la charnière. Une autre complication est la perte de correction lorsque des broches de Kirschner seules sont utilisées pour la fixation. Alors que Oppenheim et al. (42) ont décrit d'autres complications telles que des cicatrices inacceptables, la neuropraxie, et un sepsis dans 24% des cas.

En 1995, lors de la conférence de POSNA (Pediatric Orthopaedic Society of North America), Walsh et al. (83) ont rapporté d'excellents résultats pour 14 patients traités par une ostéotomie d'ouverture en coin médial stabilisée par un fixateur, similaire à la technique décrite par King et Secor en 1951 (12).

Une étude indienne comparative de 61 enfants traités pour cubitus varus, dont 31 ont été traités par OSE et 30 par ostéotomie en dôme, a montré que le degré de correction était le même, mais le taux de complication était moins élevé dans le groupe traité par l'OSE que dans le groupe ayant subi une ostéotomie en dôme (85).

Eamsobhana et al. (86) ont utilisé l'ostéotomie en double dôme pour traiter 18 patients avec un cubitus varus post-traumatique. Le taux de la proéminence condylienne latérale post-opératoire était diminué, mais d'autres complications ont été notées comme la paralysie nerveuse, l'infection superficielle et une dérotation

excessive (86).

Dans l'étude de David et al. (88), ils ont utilisé une ostéotomie step-cut translationnelle (modifiée) et ils ont choisi 3 broches de kirschner pour la fixation. Cette technique peut se compliquer par une paralysie du nerf ulnaire, une perte de fixation et une perte de correction à long terme, avec un taux de complications de 19%.

D'après une étude à l'hôpital Srinagarind, KhonKaen, Thaïlande, faite par deux auteurs (WL et BM) (89) qui ont utilisé la technique pentalatérale pour traiter 77 enfants atteints du CV, les résultats post-opératoires étaient très satisfaisants, à l'exception de la cicatrice chirurgicale, l'aspect et l'amplitude des mouvements des deux coudes sont identiques. Selon ces critères, ils ont obtenu : 22 excellents résultats (38%), 29 bons résultats (50%), 5 résultats moyens (8,5%) et 2 mauvais résultats (3,5%) qui étaient due à des erreurs techniques.

L'ostéotomie tridimensionnelle permet la correction de la déformation en rotation. Cependant, cette technique a quelques inconvénients tels que le coût et l'accès aux examens. De plus, Takagi et al. (54) ont suggéré que la correction de la rotation interne n'affecte pas le résultat des corrections du CV, alors que d'autres ont suggéré que la rotation interne excessive peut être liée au développement d'une paralysie tardive du nerf cubital. Il est possible que les patients maintiennent sans difficultés leurs activités malgré la perte de rotation interne, tant que la fonction du nerf cubital reste intacte (102).

V. Résultats

1. Recul

Le recul moyen dans notre série était de 44.4 mois, ce qui concorde avec la plupart des études (Tableau 13), avec un recul minimal de 12 mois.

Tableau 13: Recul post-chirurgical moyen dans les séries de la littérature.

Série	Recul moyen (mois)
Hui et al. (50)	23.1 (17-30)
Jain et al. (51)	26 (3-72)
Kasse et al. (101)	58.8 (38-76)
Strivastava et al. (98)	30 (7-40.8)
Notre série	44.4 (12-84)

2. Echecs

En cas d'échec nous pouvons incriminer :

- Le montage défectueux, fixant mal l'ostéotomie d'emblée.
- L'insuffisance de résection du coin osseux.

3. Complications post-opératoires

3.1. Complications à court et à moyen terme

a. Infection

Cette complication est toujours à craindre surtout avec l'ostéosynthèse par les broches de fixation, lorsqu'elle est faite dans des conditions d'asepsie insuffisante ou si les broches sont laissées non enfouies, ou enfouies mais non recourbées.

Dans l'étude de Kasse (53), il a noté 3 cas d'extériorisation de broches avec granulomes inflammatoires résolutifs à l'ablation des broches.

Chagou (103) a enregistré deux cas d'infection superficielle ayant bien évolués sous antibiothérapie et soins locaux.

Aucun cas n'a été enregistré dans notre série, ce qui rejoint l'étude de Takagi (54), Dudhekar (104) et Jain (51).

b. Complications vasculo-nerveuses

Les complications nerveuses peuvent être une atteinte iatrogène du nerf ulnaire, ou du nerf radial en per-opératoire.

Dans la série de Hui (50), il y avait un seul cas (7.14%) de paralysie transitoire du nerf cubital avec varus résiduel.

Ippolito et al. (63) ont rapporté 6 complications immédiates dont une paralysie nerveuse ulnaire (4.1%).

Dans l'étude de Takagi (54), une paralysie iatrogène transitoire du nerf radial a été provoquée par la traction latérale du ventre du muscle triceps brachial chez un patient de chaque groupe. Ainsi que Dudhekar (104) a rapporté une atteinte du nerf radial (10%) en per-opératoire avec une récupération complète dans 8 mois.

Kasse (101) a constaté une parésie du nerf ulnaire après ablation de broches dans un cas avec récupération complète en 7 mois.

Aucune atteinte nerveuse n'a été recensée dans notre série, ce qui rejoint l'étude de North (97).

c. Proéminence du condyle latéral

La proéminence du condyle latéral est considérée cliniquement significative si elle est signalée par le patient ou sa famille. Mais elle est évaluée par la mesure radiographique du LPI, cet indice est anormal si la valeur est positive.

Selon Wong (78), la conception de l'ostéotomie en elle-même est la cause de la proéminence du condyle latéral. Après l'OSE, on a deux fragments de largeur inégale, ainsi que le fragment distal est déplacé latéralement en maintenant la charnière corticale médiale et en fermant l'ostéotomie. De plus, l'absence de remodelage chez le grand enfant entraîne la persistance de la proéminence. Dans son étude, Wong (78) a noté 14 cas (51.85%) de proéminence du condyle latéral en post-opératoire.

Dans la série de Raney (55), la proéminence du condyle latéral a été constatée dans 62% des cas. Par contre dans l'étude de Hui et al. (50) qui ont utilisé une ostéotomie d'ouverture en coin médial pour traiter leurs patients, ils n'ont enregistré aucun cas de proéminence du condyle latéral, car cette technique permet la translation médiane du fragment distal et prévient cette complication.

Dans notre série, on avait un seul cas de proéminence du condyle latéral.

d. Déplacement secondaire de l'ostéotomie

On peut observer un déplacement secondaire de l'ostéotomie surtout chez des jeunes patients turbulents. Une fixation insuffisante ou instable peut être la cause d'un déplacement secondaire. Dans la série de North et al. (97), 3 patients ont dû être réopérés en raison de complications. Chez 2 patients, les vis s'étaient retirées et un avait une raideur. Lors du suivi, les trois ont obtenu un excellent résultat.

Dans notre série, Un léger déplacement des broches de Kirschner a été constaté chez un patient mais qui ne nécessitait pas une reprise chirurgicale, par contre Dudhekar (104), Hui (50) et Kasse (53) n'ont noté aucun cas de déplacement secondaire.

Le risque du déplacement devient plus important lors d'une fixation par les broches compliquée d'une migration de celle-ci, en faveur d'un sepsis torpide passé inaperçu (55).

3.2. Complications à long terme

a. Paralyse tardive du nerf ulnaire

Mitsunari et al. (102) ont montré que la déformation en rotation interne contribue à l'apparition d'une paralysie tardive du nerf cubital.

Raney (55) a trouvé 5 cas de paralysie du nerf ulnaire, 4 parmi eux ont complètement rétabli et un a partiellement récupéré. De plus, un patient avec paralysie du nerf ulnaire et nerf radial a subi une chirurgie exploratrice avec réparation d'un nerf radial sectionné et transposition du nerf ulnaire.

Dans notre étude, nous n'avons rencontré aucun cas de paralysie tardive du nerf cubital, ce qui concorde avec les résultats rapportés par takagi (54), kasse (53) et North (97).

b. Raideur du coude

La raideur du coude post-opératoire est habituelle après quatre semaines d'immobilisation, mais elle disparaît en quelques mois, sans qu'il y ait la moindre indication à un traitement kinésithérapique (105). Donc cela peut être juste un recul trop faible, le résultat n'étant pas définitif.

La présence d'un butoir antérieur peut limiter la mobilité du coude, le déficit de la flexion est le plus fréquemment rencontré.

Durant le suivi post-opératoire de 68 cas traités pour CV, Raney (55) a noté 2 cas de déficit de flexion, l'un d'eux avait été fixé par une plaque et des vis, l'autre par des broches.

Une raideur persistante du coude a été rapportée chez un patient (4.1%) de notre série qui avait un coude bloqué à 90°. Le patient a bénéficié d'une reprise chirurgicale après 7 mois.

Kasse et al. (53) ont trouvé dans leur série, 8 cas de raideur du coude jusqu'au moment de la consolidation, avec un recul moyen de 58,8 mois. Leur état a nécessité une mobilisation sous anesthésie générale lors de l'ablation de broches avec une rééducation fonctionnelle, 3 parmi eux ont gardé une raideur persistante.

c. Varus résiduel

Le varus résiduel constitue une gêne à la fois esthétique et fonctionnelle pour le patient et sa famille.

Deux cas dans la série de Kasse (53) ont présenté un varus résiduel de 12° et 16° avec persistance du recurvatum préopératoire. Dans la série de Raney (55) un patient avait un varus résiduel provoquant l'apparition d'une proéminence latérale malgré un indice négatif.

De Roza et Graziano (87) ont traité 11 patients par une ostéotomie step-cut et n'ont fait face à aucune complication mais un de leurs patients avait toujours un varus résiduel.

Le varus résiduel est l'une des complications les plus fréquentes qui peut survenir à la suite de tous types d'ostéotomie de valgisation (104), il peut être prévenu par une bonne planification et un bon contrôle sous amplificateur de brillance ; il nécessite une reprise chirurgicale lorsqu'il dépasse 15°.

d. Récidive de la déformation

Une récurrence de la déformation en varus peut être observée quand la fixation n'est pas solide (57), ou encore lorsqu'il y a un échec à préserver la charnière ostéopériostée médiale au moment de la correction chirurgicale (51).

Tagaki et al. (54) ont comparé les résultats de 38 patients qui ont eu une ostéotomie tridimensionnelle, avec 48 patients qui ont eu une OSE, le groupe traité par OSE avait un cas de récurrence de varus; par contre l'autre groupe traité par ostéotomie tridimensionnelle avait 3 cas de récurrence parce que la dérotation a réduit la zone de contact avec l'os. Donc on peut avoir une récurrence de varus lorsque la déformation rotationnelle est corrigée.

Le suivi à long terme des patients traités pour CV dans la série d'Ippolito et al. (63) ont rapporté que 10 des 12 patients (83%) qui n'avaient pas d'atteinte du cartilage de croissance, avaient une récurrence de varus (32). Dans l'étude de Raney (55), une reprise chirurgicale a été réalisée due à une correction insuffisante, dans un cas sur 29 cas chez qui la fixation était par plaque et vis, et aucun cas de récurrence dans les autres moyens de fixation. Ainsi qu'aucun cas de récurrence d'une déformation entièrement corrigée n'a été identifié. Cette étude soutient l'expérience de Hernandez et Roach (106) selon laquelle la récurrence perçue du varus est en fait à cause d'une correction insuffisante.

Une récurrence de déformation en varus a été signalée chez un patient (4.1%) de notre série, constatée après 3 ans de suivi et qui a bénéficié d'une reprise chirurgicale. Par contre, plusieurs études n'ont noté aucun cas de récurrences comme Kasse (53) et Hui (50).

Nous concluons que la récurrence de la déformation est liée essentiellement au type de l'ostéotomie et le moyen l'ostéosynthèse.

e. Cicatrice inesthétique

L'insatisfaction peut également provenir d'une cicatrice inesthétique (55).

Dans la série de Raney (55) faite de 68 enfants traités pour CV, deux patients (2.94%) se sont plaints d'une cicatrice inesthétique, un avait été opéré par voie latérale et l'autre par voie postérieure.

Une cicatrice inacceptable a été le plus souvent associée à la voie d'abord latérale. Lorsque les patients ou leurs familles ont été interrogés sur leur satisfaction concernant le siège de la cicatrice, on a constaté que l'incision médiane était préférée sur le plan esthétique (107).

4. Critères d'évaluation

Nous avons évalué les résultats post-opératoires de nos patients à l'aide de la classification décrite par D.A. Solfelt et al. (43).

Cette classification est basée sur des critères cliniques et radiologiques :

- Degré du varus résiduel par rapport au coude non traumatisé.
- Perte de l'amplitude du mouvement.
- L'existence ou non de complications post-opératoires.

Les complications ont été classées comme "majeures" ou "mineures". Les complications majeures ont été définies comme un varus résiduel, une lésion nerveuse, une infection, une perte de fixation nécessitant une reprise chirurgicale et un arrêt de croissance.

Les complications mineures comprennent la perte de fixation n'entraînant pas de déformation en varus et qui ne nécessite pas une reprise chirurgicale, cicatrices inesthétiques, raideur ou proéminence du condyle latéral.

L'infection sur broche est considérée une complication majeure suffisante pour dégrader le résultat post-opératoire, en raison du risque d'infection profonde ou tardive, de la nécessité d'un traitement médical et/ou chirurgical supplémentaire et du potentiel de perte de fixation causé par l'ablation précoce de broches.

Les résultats sont classés en 3 catégories : excellents, bons, et médiocres (Tableau 14) :

Tableau 14: Evaluation des résultats selon les critères de Solfelt.

Excellents Résultats	Bons Résultats	Résultats médiocres
Varus résiduel $\leq 5^\circ$ par rapport au coude controlatéral.	Varus résiduel $\leq 10^\circ$ par rapport au coude controlatéral.	Varus résiduel $> 10^\circ$ par rapport au coude controlatéral.
Perte de la mobilité du coude $\leq 5^\circ$ par rapport au coude controlatéral.	Perte de la mobilité du coude $\leq 5^\circ$ par rapport au coude controlatéral.	Perte sévère de la mobilité du coude.
Absence de complications post-opératoires majeures.	Absence de complications post-opératoires majeures.	Présence de complications postopératoires. Présence d'une douleur significative.

Les résultats dans notre série étaient :

- Excellents chez 20 cas de nos patients, qui n'avaient pas de complications.
- Bons chez 2 patients, qui avaient des complications mineures : un déplacement de broche et une proéminence du condyle latérale.
- Médiocres chez 2 patients, qui avaient des complications majeures : une raideur du coude et une récurrence de la déformation.

Tableau 15: Evaluation des résultats globaux du CV selon Solfelt dans les séries de la littérature.

Série	Nombre de cas	Résultats post-opératoire		
		Excellents	Bons	Médiocres
North (97)	90	83.3%	10%	6.7%
Sudhakar (104)	10	70%	20%	10%
Notre série	25	83.33%	8.33%	8.33%

D'autres auteurs ont évalué leurs résultats selon le score de Flynn (108)

(Tableau 16) :

Tableau 16: Score de Flynn.

Résultats	Evaluation	Perte du Carrying angle	Perte de mobilité
Satisfaisants	Excellents	0-5°	0-5°
	Bien	6-10°	6-10°
	Assez bien	11-15°	11-15°
Non-satisfaisants	Mauvais	Plus de 15°	Plus de 15°

Selon les critères de Flynn, Kasse et al. (53) ont noté les résultats suivants: excellents chez 6 cas, bien chez 7 cas, assez-bien chez 3 cas et mauvais résultat chez 2 cas.

Dans l'étude de Hai Jiang (108), qui s'intéresse à l'application de la simulation informatique dans le traitement du cubitus varus post-traumatique chez 13 enfants. Il n'y avait que des résultats satisfaisants, des excellents résultats dans 76.92% des cas, bons résultats dans 15.38% des cas et des résultats assez bien dans 7.69% des cas.

VI. Prévention

Le Cubitus varus est la complication la plus fréquente des fractures supracondyliennes de l'humérus chez l'enfant (108). Il est la conséquence d'un cal vicieux, d'une réduction imparfaite ou d'un déplacement secondaire.

La meilleure prévention consiste à obtenir une réduction la plus anatomique possible (75; 108)

Il faut insister sur le caractère urgent du diagnostic et du traitement adéquat des fractures, vu les particularités de l'os chez l'enfant.

Dans notre contexte, Le cubitus varus post-traumatique faisait souvent suite à un traumatisme traité initialement par contention par « Jbira », d'où l'intérêt de la sensibilisation de la population pour la lutte contre le recours au traitement traditionnel.

Concernant le défaut de réduction, il existe dans la littérature des critères indirects qui permettent une détection précoce de celui-ci :

- **Le signe de l'éclipse (Figure 75)**, décrit par Lagrange et Rigault (109), s'apprécie sur le cliché du coude de profil. L'existence d'un varus se traduit par la superposition du noyau condylienne externe sur l'olécrane dessinant un croissant dont la taille est proportionnelle à l'importance du varus.
- **L'angle huméro-tangentiel** est décrit par Labelle (110). Après une réduction, un cliché du coude est réalisé, le tube à rayons X faisant un angle de 70° avec la cassette, l'humérus étant dans le même plan vertical que l'avant-bras. L'angle formé par l'axe diaphysaire huméral et la droite qui joint l'épicondyle épitrochlée est mesuré et comparé au coude sain (Figure 75).

- L'angle de Baumann (75) semble le paramètre le plus fiable, elle permet de déterminer le degré du déplacement et de l'angulation et renseigne sur la qualité de la réduction afin de permettre une éventuelle reprise (Figure 75).

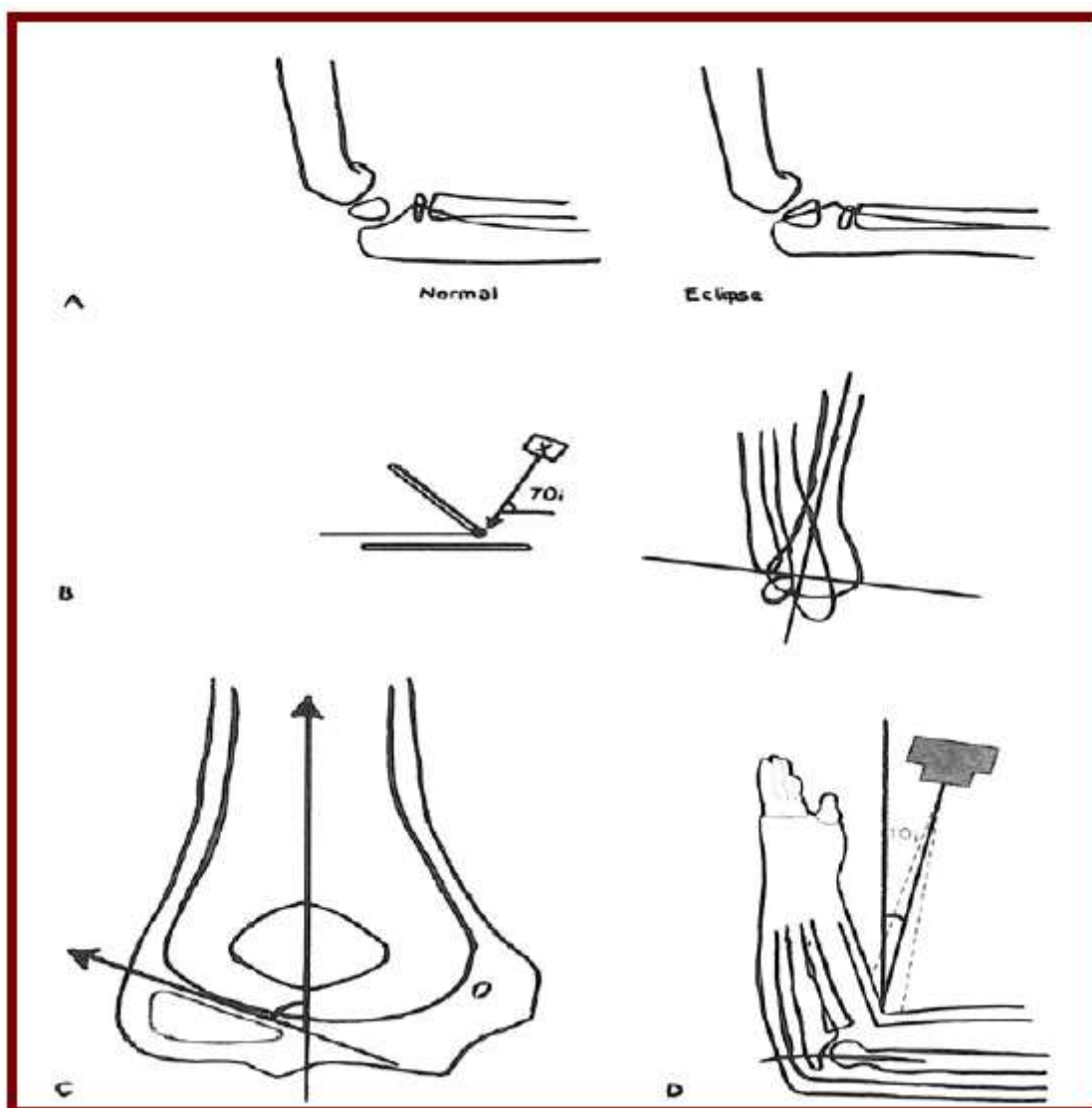


Figure 75:(A) Signe d'éclipse. (B) Angle huméro-tangentiel.. (C) Angle de Baumann. (D) Cliché radiographique « humérus-plaque » pour apprécier l'angle de Baumann.

CONCLUSION

La déformation en cubitus varus est la séquelle la plus fréquente des fractures supracondyliennes du coude chez l'enfant. C'est une déformation dans les trois plans, en varus, en hyperextension et en rotation interne.

Le motif de consultation est généralement le caractère inesthétique du coude en varus. Le diagnostic est évoqué cliniquement, et la déformation doit être confirmée et appréciée par les radiographies standards face et profil comparativement au côté controlatéral. Le cubitus varus peut également engager le pronostic fonctionnel du coude, d'où l'intérêt d'une prise en charge adéquate et précoce.

Le traitement est chirurgical dont le but est de restaurer le valgus physiologique, c'est-à-dire l'obtention d'un coude avec valgus comparable au coude sain. L'indication est posée essentiellement pour des raisons esthétiques, le traitement est réservé aux déviations supérieures à 15° de varus. L'âge de l'intervention chirurgicale est très discuté, cependant une ostéotomie corrective doit être effectuée après l'âge de 6 ans, avec un délai minimal de 12 mois entre le traumatisme initial et la correction de la déformation, après avoir permis un remodelage osseux maximal avant la chirurgie.

L'ostéotomie supracondylienne de soustraction externe reste une méthode simple et fiable dans le traitement du cubitus varus chez l'enfant. Sa réalisation nécessite une bonne planification préopératoire.

Cependant c'est une procédure délicate par la survenue d'éventuelles complications notamment la proéminence du condyle latéral, les complications infectieuses, et surtout des complications nerveuses transitoires.

La fixation par 2 ou 3 broches, parallèles ou croisées, constitue une excellente méthode qui donne plus de stabilité au foyer d'ostéotomie, et de bons résultats dans la majorité des cas.

Une surveillance post-opératoire, clinique et radiologique, régulière est indispensable pour une détection précoce des complications qui peuvent retentir sur la fonction du membre au long terme.

La prévention du cubitus varus constitue le meilleur des traitements, en assurant une prise en charge adéquate de la fracture initiale.

RESUMES

Résumé

Titre : Le cubitus varus post-traumatique chez l'enfant : à propos de 25 cas et revue de la littérature.

Auteur : CHELFI Imane.

Mots-clés : cubitus varus- enfant-fractures supracondyliennes- ostéotomie de valgisation.

Le cubitus varus post traumatique est la complication la plus fréquente des fractures supracondyliennes chez l'enfant, il est la conséquence d'un cal vicieux, d'une réduction imparfaite ou d'un déplacement secondaire.

Notre étude est rétrospective et descriptive, étalée sur une période de 9 ans (entre Janvier 2012 et décembre 2020), à propos de 25 cas d'enfants avec cubitus varus post traumatique du coude, colligés au sein du service d'Orthopédie et Traumatologie Pédiatrique du CHU Hassan II Fés.

L'étude comportait 19 garçons et 6 filles avec un sexe-ratio de 3.16, dont l'âge variait entre 4 et 5 ans avec un âge moyen de 8.68 ans. Le membre gauche était le plus atteint (56%) et on avait un cas avec atteinte bilatérale (4%). Le traumatisme initial était principalement suite à des accidents domestiques (84%). Le traitement du traumatisme initial était traditionnel par contention par « jbira » dans 92%, orthopédique dans 4% et abstinence dans 4%.

Le motif de consultation était la déformation du membre supérieur en varus dans 100% des cas. Cliniquement, 11 malades présentaient une raideur du coude : une limitation de la flexion à 90° chez 3 patients, limitation de la flexion à 100° chez 4 patients, limitation de la pronation chez 2 patients et une limitation de la supination chez 2 patients. Un patient présentait une exagération de la pronation. La douleur était absente chez tous nos patients.

Tous nos malades ont bénéficié d'une radiographie standard face et profil du coude en extension et en supination. Elle avait objectivé la déformation en varus avec un angle de Baumann moyen préopératoire de $93,722^\circ$, une moyenne de carrying angle préopératoire de $20,72^\circ$, une moyenne du LPI de $0,027\%$ et un patient avait une luxation de la tête radiale associée à sa déformation.

Tous les patients ont bénéficié d'une ostéotomie supracondylienne de soustraction externe, à l'exception d'un seul patient qui n'est pas encore opéré à cause de son âge (<5 ans), la fixation de l'ostéotomie n'était effectuée que par de broches de Kirschner. La moyenne de l'angle de Baumann et du carrying angle postopératoire était respectivement de $73,5^\circ$ et $10,37^\circ$ et le LPI post-opératoire était de $-0,11\%$.

Le recul moyen était de 44.4 mois (12– 84 mois). Les complications que nous avons enregistrées : un cas de déplacement des broches de Kirschner, un cas de proéminence du condyle latéral, un cas de raideur persistante du coude et un cas de récurrence de déformation en varus.

Les résultats ont été appréciés selon les critères de Solfelt, ils étaient excellents dans $83,33\%$ des cas, bons dans $8,33\%$ et médiocres dans $8,33\%$.

Abstract

Title : Post-traumatic cubitus varus in children : about 25 cases and review of the literature.

Author : CHELFI Imane.

Keywords : Cubitus varus- child-supracondylar fractures-valgization osteotomy.

Cubitus varus is the most common complication of supracondylar fractures of the elbow in children. It is the consequence of a vicious callus, imperfect reduction or secondary displacement.

Our study is retrospective and descriptive, during a period of 9 years (between January 2012 and December 2020), about 25 cases of children with post-traumatic cubitus varus, collected within the department of pediatric orthopedics and traumatology of the University Hospital Hassan II Fes.

The study included 19 boys and 6 girls with a sex ratio: 3.16, whose ages varied between 4 and 5 years with an average age of 8.68 years. The left limb was the most affected (56%) and there was one case with bilateral affection (4%). The initial trauma was mainly due to domestic accidents (84%). The treatment of the initial trauma was traditional by "jbira» in 92%, orthopedic in 4% and abstinence in 4%.

The reason for consultation was varus deformity of the upper limb in 100% of cases. Clinically, 11 patients presented with elbow stiffness: 3 patients had limitation of flexion to 90°, 4 patients had limitation of flexion to 100°, 2 patients had limitation of pronation and 2 patients had limitation of supination. One patient had exaggerated pronation. Pain was absent in all our patients.

All our patients had a standard X-ray of the elbow in extension and supination. It showed a varus deformity, the mean preoperative Baumann angle was 93.722°, the mean preoperative carrying angle was 20.72°, the mean LPI was 0.027%, and one patient had a dislocation of the radial head associated with his deformity.

All patients underwent an external subtraction supracondylar osteotomy, with the exception of one patient who is not yet operated because of his age (<5 years), the fixation was performed only by Kirschner wires. The mean postoperative Baumann angle and carrying angle were 73.5° and 10.37°, respectively, and the mean postoperative LPI was -0.11%.

The mean follow-up was 44.4 (range 12-84) months. The complications that we recorded were: one case of displacement of the Kirschner wires, one case of prominence of the lateral condyle, one case of persistent elbow stiffness and one case of recurrence of varus deformity.

According to Solfelt's criteria, the results of our serie were excellent in 83.33% of cases, good in 8.33% of cases, and poor in 8.33% of cases.

ملخص

العنوان : المرفق الافحج بعد الاصابة عند الأطفال (بصدد 25 حالة ومراجعة الأدبيات)

المؤلف : الشلفي إيمان

الكلمات الأساسية: المرفق الأفحج - أطفال - كسور فوق اللقمية - قطع اسفيني

المرفق الافحج بعد الاصابة هو أكثر المضاعفات شيوعًا للكسور فوق اللقمية عند الأطفال، وهو نتيجة لتعظم غير ملائم أو اصلاح غير كامل أو إزاحة ثانوية.

دراستنا هي استيعادية وصفية، حول 25 حالة لأطفال يعانون من المرفق الافحج بعد الاصابة، تم جمعها في قسم جراحة

عظام الأطفال في المستشفى الجامعي الحسن الثاني فاس، طوال فترة 9 سنوات (بين يناير 2012 وديسمبر 2020) .

اشتملت الدراسة على 19 ذكر و6 إناث بنسبة جنس 3.16 تتراوح أعمارهم من 4 إلى 5 سنوات بمتوسط عمر

8.68 سنة. كان الطرف الأيسر هو الأكثر إصابة (56%) وكان لدينا حالة ذات إصابة في الطرفين (4%). كانت الإصابة الأولية

بشكل رئيسي بعد الحوادث المنزلية (84%). كان علاج الإصابة الأولية تقليديًا باستعمال "الجبيرة" بنسبة 92% وعن طريق تقويم

العظام بنسبة 4% والامتناع بنسبة 4%.

كان سبب الاستشارة هو تشوه المرفق في 100% من الحالات، 11 مريضًا يعاني من صلابة في الكوع: الحد من

الانثناء في 90 درجة عند 3 مرضى، والحد من الانثناء في 100 درجة عند 4 مرضى، والحد من الكب عند مريضين، والحد

من الاستلقاء عند مريضين. كان مريض واحد يعاني من كب مبالغ فيه. كان الألم غائبا عند جميع مرضانا.

استفاد جميع مرضانا من التصوير بالأشعة السينية للمرفق. حيث كان متوسط زاوية بومان قبل الجراحة 93.72 درجة،

ومتوسط زاوية كيرين قبل الجراحة 20.72 درجة، ومتوسط مؤشر البروز الجانبي 0.027 % وكان لدى مريض واحد خلع

رأس الكعبرة.

خضع جميع المرضى لعملية قطع اسفيني، باستثناء مريض واحد لم يتم إجراء عملية جراحية له بسبب عمره (أقل من 5

سنوات)، ولم يتم إجراء التثبيت الا بواسطة أسلاك كيرشندر. كان متوسط زاوية بومان وزاوية كيرين بعد الجراحة 73.5 درجة

و10.37 درجة على التوالي وكان متوسط مؤشر البروز الجانبي بعد الجراحة 0.11%.

كان متوسط المتابعة 44.4 شهرًا (84.12 شهرًا). المضاعفات التي سجلناها: حالة واحدة من إزاحة سلك كيرشندر،

وحالة واحدة من بروز اللقمة الجانبي، وحالة واحدة من صلابة الكوع وحالة واحدة من تكرار المرفق الافحج.

تم تقييم النتائج وفقًا لمعايير صولفيلت، وكانت ممتازة في 83.33% من الحالات، وجيدة في 8.33% وضعيفة في

8.33%.

ANNEXES

FICHE D'EXPLOITATION :

I. Identité du patient :

- IP :
- Nom et Prénom :
- Age :
- Sexe : ▪ féminin ▪ masculin
- Côté dominant : ▪ Droit ▪ Gauche
- Scolarisé(e) : ▪ Oui ▪ Non / Année d'étude (si oui) :
- Profession du Père :
- Profession de la mère :
- Couverture sanitaire :
- Adresse :
- N° de téléphone :

II. Antécédents personnels :

✓ Médicaux :

✓ Chirurgicaux :

- Date de survenue du traumatisme antérieur :
- Mécanisme du traumatisme :
 - Energie ▪ Direct ▪ Indirect :
- Signes fonctionnels :
 - Douleur ▪ Impotence fonctionnelle :
- Prise en charge reçue :
 - A domicile : ▪ Jbira ▪ Autre : ▪ RIEN
 - En hospitalier : ▪ Prise en charge : ▪ Orthopédique ▪ Chirurgicale

- Durée d'immobilisation :

III. Antécédents familiaux :

- ✓ Médicaux :
- ✓ Chirurgicaux :

IV. Histoire de la maladie :

- Date de constatation du cubitus varus :
- Côté atteint : ▪ Droit ▪ Gauche
- Signes fonctionnels :

V. Examen clinique :

- Inspection :

- Déformation en varus ▪ Coude en hyper extension
- Rotation interne ▪ l'état de la peau :

- Palpation :

- Proéminence du condyle latéral
- Modification des trois repères du coude à:
- L'extension : plus d'alignement
- La flexion : plus de triangle isocèle

- Mobilisation :

- Limitation de : ▪ la flexion ▪ l'extension
- la pronation ▪ La supination

- Examen nerveux :

- Nerf cubital : ▪ déficit ▪ normal
- Nerf radial : ▪ déficit ▪ normal

- Nerf médian : •déficit •normal
- Nerf interosseux antérieur : •déficit •normal

- **Examen vasculaire :**

- Pouls radial : •présent •absent
- Pouls cubital : •présent •absent

VI. Radiographie de la main face et profil :

- Valgus physiologique sur le côté sain:
- Angle de Baumann :
- Carrying angle du côté atteint :

VII. La réparation chirurgicale :

- Date / heure :
- Opérateur :
- Anesthésie : • Locorégionale • Générale
- Position du malade :
- Garrot :
- Incision :
- Ostéotomie :
- Ostéosynthèse :
- Immobilisation post-opératoire :

VIII. Les suites opératoires :

- Durée d'hospitalisation :
- Ablation de l'attèle :
- Ablation de matériels d'ostéosynthèse :

IX. Evolution et complications :

- Recul :
- Angle de baumann post-opératoire :
- Carrying angle post-opératoire :
- Complications à court et moyen terme :
 - Vasculo-nerveuses •Proéminence du condyle latéral
 - Infection •Déplacements secondaires
 - Complications à long terme :
 - La raideur du coude •Récidive de la déformation
 - Varus résiduel •Paralysie tardive du nerf ulnaire
 - Les cicatrices inesthétiques

X. Résultats :

- Mobilité du coude :
 - Flexion/extension :
 - Pronation/supination :
 - Valgus restauré :

BIBLIOGRAPHIE

1. **KAPANDJI, Adalbert Ibrahim et POILLEUX, F.** Physiologie articulaire: schémas commentés de mécanique humaine, tome 1 membre supérieur. Maloine : s.n., 1980.
2. **O'DRISCOLL, Shawn W., HORII, Emiko, MORREY, Bernard F., et al.** Anatomy of the ulnar part of the lateral collateral ligament of the elbow. s.l. : Clinical Anatomy: The Official Journal of the American Association of Clinical Anatomists and the British Association of Clinical Anatomists, 1992. vol. 5, no 4, p. 296-303.
3. **FONTAINE, C., BRY, R., LARONDE, P., et al.** Anatomie descriptive, radiographique, topographique et fonctionnelle appliquée aux fractures de l'extrémité distale du radius. s.l. : Hand Surgery and Rehabilitation, 2016. vol. 35, p. S3-S14.
4. **TORTORA, Gerard J. et DERRICKSON, Bryan.** Anatomie et physiologie. s.l. : De Boeck supérieur, 2018.
5. **DIMÉGLIO, A.** le coude en croissance. Le coude traumatique de l'enfant. 2001.
6. **BIRKNER, Rudolf.** L'image radiologique typique de squelette: aspect normal et variantes chez l'adulte et l'enfant; pour médecins, étudiants et manipulateurs. Maloine : s.n., 1980.
7. **Beals, Rodney K.** "The normal carrying angle of the elbow. A radiographic study of 422 patients." In: Clinical orthopaedics and related research 119 (1976), pp. 194-196.
8. **Asfazadourian, Hugues.** "Biomécanique du coude." Kinésithérapie scientifique 415 (2001): 7-11.
9. **BF Morrey, LJ Askew, and EY Chao.** "A biomechanical study of normal functional elbow motion." In: JBJS 63.6 (1981), pp. 872-877.

10. **Stefan Fornalski, Ranjan Gupta, and Thay Q Lee.** “Anatomy and biomechanics of the elbow joint”. In: *Sports medicine and arthroscopy review* 11.1 (2003), pp. 1–9.
11. **Kapandji, Adalbert.** “Biomechanics of pronation and supination of the forearm.” In: *Hand clinics* 17.1 (2001), p. 111.
12. **SECOR, Don King and CHARLES.** “Bow elbow (cubitus varus)”. In: *JBJS* 33.3(1951), pp. 572–576.
13. **Piggot, GF McCoy and J.** “Supracondylar osteotomy for cubitus varus. The value of the straight arm position”. In: *The Journal of bone and joint surgery. British* volume 70.2 (1988), pp. 283–286.
14. **Flynn, John M., and Sam W. Wiesel, eds.** *Operative techniques in pediatric orthopaedics.* Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
15. **Kassab, JV Fowles and MT.** “Displaced supracondylar fractures of the elbow in children: a report on the fixation of extension and flexion fractures by two lateral percutaneous pins”. s.l. : In: *The Journal of bone and joint surgery. British* volume 56.3, 1974. vol. 56, no 3, p. 490–500..
16. **A de Gheldere et al.** “Reproductibilité de la classification de Lagrange et Rigault pour les fractures supracondyliennes de l’humérus en extension chez l’enfant”. In: *Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique* 96.6 (2010), pp. 720–723.
17. **Timothy B Alton, Shawn E Werner, and Albert O Gee.** *Classifications in brief: the Gartland classification of supracondylar humerus fractures.* 2015.
18. **TheddySlongo et al.** “Lateral external fixation—a new surgical technique for displaced unreducible supracondylar humeral fractures in children”. In: *JBJS* 90.8 (2008), pp. 1690–1697.

19. **P LASCOMBES**. "Ostéotomies supra-condyliennes de varisation et valgisation". In: Orthopédie pédiatrique: membres supérieur (2008), p. 107.
20. **William J Mitchell and John P Adams**. "Supracondylar fractures of the humerus in children: a ten-year review". In: JAMA 175.7 (1961), pp. 573-577.
21. **YC So et al**. "Varus deformity following lateral humeral condylar fractures in children." In: Journal of pediatric orthopedics 5.5 (1985), pp. 569-572.
22. **Sören Valdemar Skak, Sören Due Olsen, and Arvid Smaabrekke**. "Deformity after fracture of the lateral humeral condyle in children". In: Journal of Pediatric Orthopaedics B 10.2 (2001), pp. 142-152.
23. **C Dana and S Pannier**. "Fracturas del extremo inferior del húmero en el niño". In: EMC-Técnicas Quirúrgicas-Ortopedia y Traumatología 6.2 (2014), pp. 1-13.
24. **Smith, Lyman**. "Deformity following supracondylar fractures of the humerus." JBJS 42.2 (1960): 235-252.
25. **D LECESTRE et al**. "Les fractures de l'extrémité inférieure de l'humerus chez l'adulte". In: (1980).
26. **Kanaujia, Ramsundar Ram, et al**. "Dome osteotomy for cubitus varus in children." Acta Orthopaedica Scandinavica 59.3 (1988): 314-317.
27. **AH Brewster and MEIER Karp**. "Fractures in the region of the elbow in children: an end-result study". In: Surg Gynecol Obstet 71 (1940), pp. 643-649.
28. **CG Attenborough**. "Remodelling of the humerus after supracondylar fractures in childhood". In: The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume 35.3 (1953), pp. 386-395.
29. **Erin Madsen**. "Supracondylar fractures of the humerus in children". In: The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume 37.2 (1955), pp. 241-245.

30. **PR French.** "Varus deformity of the elbow following supracondylar fractures of the humerus in children". In: *The Lancet* 274.7100 (1959), pp. 439-441.
31. **Frank R Voss et al.** "Uniplanar supracondylar humeral osteotomy with preset Kirschner wires for posttraumatic cubitus varus." In: *Journal of pediatric orthopedics* 14.4 (1994), pp. 471-478.
32. **Juan Martín Patiño et al.** "Elbow Posterolateral Rotatory Instability due to Cubitus Varus and Overuse". In: *Case reports in orthopedics* 2018 (2018).
33. **Shawn W O'Driscoll et al.** "Tardy posterolateral rotatory instability of the elbow due to cubitus varus". In: *JBS* 83.9 (2001), pp. 1358-1369.
34. **Jon R Davids et al.** "Lateral condylar fracture of the humerus following posttraumatic cubitus varus". In: *Journal of Pediatric Orthopaedics* 14.4 (1994), pp. 466-470.
35. **Anil Agarwal et al.** "Management of neglected lateral condyle fractures of humerus in children: A retrospective study". In: *Indian journal of orthopaedics* 46.6 (2012), p. 698.
36. **Miyamura, S., et al.** "Altered bone density and stress distribution patterns in long-standing cubitus varus deformity and their effect during early osteoarthritis of the elbow." *Osteoarthritis and cartilage* 26.1 (2018): 72-83.
37. **Hiroyuki Fujioka et al.** "Analysis of tardy ulnar nerve palsy associated with cubitus varus deformity after a supracondylar fracture of the humerus: a report of four cases." In: *Journal of orthopaedic trauma* 9.5 (1995), pp. 435-440.
38. **RAYMOND T Morrissy and KE Wilkins.** "Deformity following distal humeral fracture in childhood." In: *The Journal of Bone and Joint surgery. American* Volume 66.4 (1984), pp. 557-562.

39. **Masatoshi Takahara et al.** "Second fracture of the distal humerus after varus malunion of a supracondylar fracture in children". In: The Journal of bone and joint surgery. British volume 80.5 (1998), pp. 791-797.
40. **Cho, Chul-Hyun, et al.** "Long-term results of remodeling of lateral condylar prominence after lateral closed-wedge osteotomy for cubitus varus." Journal of shoulder and elbow surgery 18.3 (2009): 478-483.
41. **Andrea S Bauer, Brian Pham, and Lisa L Lattanza.** "Surgical correction of cubitus varus". In: The Journal of hand surgery 41.3 (2016), pp. 447-452.
42. **Solfelt, David A., et al.** "Supracondylar osteotomy for the treatment of cubitus varus in children: a systematic review." The bone & joint journal 96.5 (2014): 691-700.
43. **GK Akakpo-Numado et al.** "Prise en charge des fractures supracondyliennes en extension stade IV de Lagrange et Rigault". In: Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur 91.7 (2005), pp. 664-670.
44. **Charles A Rockwood.** Rockwood and Wilkins' fractures in children. Vol. 3. Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
45. **JP Damsin, J Baharel, and B de Billy.** "Fractures supracondyliennes". In: Cahiers d'enseignement de la SOFCOT 72 (2000), pp. 34-64.
46. **NTellisi et al.** "Management of Gartland's type III supracondylar fractures of the humerus in children: the role audit and practice guidelines". In: Injury 35.11 (2004), pp. 1167-1171.
47. **GARTLAND JJ.** Management of supracondylar fractures of the humerus in children. Surg Gynecol Obstet. 1959 Aug;109(2):145-54. PMID: 1367598.

48. **Yashwant S Tanwar et al.** "Triple modified French osteotomy: a possible answer to cubitus varus deformity. A technical note". In: *Journal of shoulder and elbow surgery* 23.11 (2014), pp. 1612-1617.
49. **James HP Hui, Ian P Torode, and Anirban Chatterjee.** "Medial approach for corrective osteotomy of cubitus varus: a cosmetic incision". In: *Journal of Pediatric Orthopaedics* 24.5 (2004), pp. 477-481.
50. **Anil K Jain et al.** "Cubitus varus: problem and solution". In: *Archives of orthopaedic and trauma surgery* 120.7-8 (2000), pp. 420-425.
51. **Jian Yang et al.** "Lateral closing wedge osteotomy for treatment of traumatic cubitus varus deformity in children". In: *Zhongguoxiu fu chongjianwaike za zhi= Zhongguoxiufuchongjianwaikezazhi= Chinese journal of reparative and reconstructive surgery* 26.
52. **AN KASSE et al.** "Ostéotomie humérale de fermeture latérale dans le traitement du cubitus varus post-traumatique. Intérêt de l'embrochage en croix.
53. **Takehiko Takagi et al.** "Supracondylar osteotomy of the humerus to correct cubitus varus: do both internal rotation and extension deformities need to be corrected?" In: *JBSJ* 92.7 (2010), pp. 1619-1626.
54. **Ellen M Raney et al.** "Complications of supracondylar osteotomies for cubitus varus". In: *Journal of Pediatric Orthopaedics* 32.3 (2012), pp. 232-240.
55. **N Moh-Ello et al.** "Prise en charge des fractures supracondyliennes de l'humérus de l'enfant. Analyse rétrospective de 152 cas". In: *Méd Afr Noire* 47.2 (2000), pp. 97-100.
56. **MC Bellemore et al.** "Supracondylar osteotomy of the humerus for correction of cubitus varus". In: *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 66.4 (1984), pp. 566-572.

57. **K Bali et al.** "Modified step-cut osteotomy for post-traumatic cubitus varus: our experience with 14 children". In: *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 97.7 (2011), pp. 741-749.
58. **Shinsuke Omori et al.** "Postoperative accuracy analysis of three-dimensional corrective osteotomy for cubitus varus deformity with a custom-made surgical guide based on computer simulation". In: *Journal of shoulder and elbow surgery* 24.2 (2015), pp. 24.
59. **Y-H Yun, S-J Shin, and J-G Moon.** "Reverse V osteotomy of the distal humerus for the correction of cubitus varus". In: *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 89.4 (2007), pp. 527-531.
60. **I RIBAULT.** "Le cubitus varus post-traumatique chez l'enfant (à propos de 8 cas chez l'enfant africain)". In: *Acta orthopaedicabelgica* 58.2 (1991), pp. 183-187.
61. **Mohan V Belthur et al.** "Correction of cubitus varus after pediatric supracondylar elbow fracture: alternative method using the Taylor spatial frame". In: *Journal of Pediatric Orthopaedics* 36.6 (2016), pp. 608-617.
62. **Ippolito, E., M. R. Moneta, and C. d'Arrigo.** "Post-traumatic cubitus varus. Long-term follow-up of corrective supracondylar humeral osteotomy in children." *The Journal of bone and joint surgery. American volume* 72.5 (1990): 757-765.
63. **Isao Yamamoto et al.** "Cubitus varus deformity following supracondylar fracture of the humerus. A method for measuring rotational deformity." In: *Clinical orthopaedics and related research* 201 (1985), pp. 179-185.

-
64. **MORADI, Ali, VAHEDI, Ehsan, et EBRAHIMZADEH, Mohammad H.** Surgical technique: spike translation: a new modification in step-cut osteotomy for cubitus varus deformity. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 2013, vol. 471, no 5, p. 1564–1571.
 65. **Verka, Partap Singh, Ujjwal Kejariwal, and Bijendra Singh.** "Management of cubitus varus deformity in children by closed dome osteotomy." *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR* 11.3 (2017): RC08.
 66. **Abe, Muneaki, et al.** "Tardy ulnar nerve palsy caused by cubitus varus deformity." *The Journal of hand surgery* 20.1 (1995): 5–9.
 67. **Courvoisier, A., et al.** "Pièges diagnostiques de la traumatologie du coude de l'enfant." *Journal Européen des Urgences et de Réanimation* 28.4 (2016): 202–208.
 68. **Mlle CHADDAD ILHAM.** "La fracture de MONTEGGIA chez l'enfant". In:(1992).
 69. **Mehmet Tükenmez et al.** "Measurement of the carrying angle of the elbow in 2,000 children at ages six and fourteen years". In: *Acta orthopaedica et traumatologica turcica* 38.4 (2004), pp. 274–276.
 70. **Purkait, Ruma, and Heeresh Chandra.** "An anthropometric investigation into the probable cause of formation of carrying angle: a sex indicator." *Journal of Indian academy of forensic medicine* 26.1 (2004): 0971–0973.
 71. **HG Thejeshwari, UK Makandar, and R Rajendra.** "The correlative study of degrees of carrying angle with height of body in both the sexes of south Indian population". In: *Indian Journal of Clinical Anatomy and Physiology* 4.3 (2017), pp. 369–372.

72. **Pradeep Balasubramanian, Vrisha Madhuri, and Jayaprakash Muliylil.** "Carrying angle in children: a normative study". In: *Journal of pediatric orthopaedics B* 15.1 (2006), pp. 37-40.
73. **R Kohler et al.** "Cubitus varus post-traumatique". In: *Cahiers d'enseignement de la SOFCOT* 72 (2000), pp. 210-221.
74. **Ernst Baumann.** "Beitrage zur kenntnis der frakturen am ellbogengelenk". In: *Beitr. Klin. Chir.* 146 (1929), pp. 1-50.
75. **PETER Worlock.** "Supracondylar fractures of the humerus. Assessment of cubitus varus by the Baumann angle". In: *The Journal of Bone and Joint Surgery. British* volume 68.5 (1986), pp. 755-757.
76. **Walter F Krengel III et al.** "Does using the medial or lateral humeral line improve reliability of baumann angle measurement on plain X-ray? The effect of humeral length visualized on the X-ray". In: *Journal of Pediatric Orthopaedics* 32.4 (2012), pp. 37.
77. **HK Wong, EH Lee, and P Balasubramaniam.** "The lateral condylar prominence. A complication of supracondylar osteotomy for cubitus varus". In: *The Journal of bone and joint surgery. British* volume 72.5 (1990), pp. 859-861.
78. **Wael El-Adl.** "The equal limbs lateral closing wedge osteotomy for correction of cubitus varus in children". In: *Acta orthopaedicaBelgica* 73 (Nov. 2007), pp. 580-7.
79. **AS Devnani.** "Lateral closing wedge supracondylar osteotomy of humerus for post-traumatic cubitus varus in children". In: *Injury* 28.9-10 (1997), pp. 643-647.

80. **PWH Dakoure et al.** "Bases anatomiques des voies d'abord postérieures du coude (dissection de 24 coudes chez le cadavre)". In: *Morphologie* 90.289 (2006), p. 64.
81. **William L Oppenheim et al.** "Supracondylar humeral osteotomy for traumatic childhood cubitus varus deformity". In: *Clinical Orthopaedics and Related Research*® 188 (1984), pp. 34–39.
82. **M Alonso-Llames, R Diaz Peletier, and A Moro Martin.** "The correction of post-traumatic cubitus varus by hemi-wedge osteotomy". In: *International Orthopaedics* 2.3 (1978), pp. 215–218.
83. **Koch, Peter P., and G. Ulrich Exner.** "Supracondylar medial open wedge osteotomy with external fixation for cubitus varus deformity." *Journal of Pediatric Orthopaedics B* 12.2 (2003): 116–122.
84. **Ali, Ayman M., Bassam A. Abouelnas, and Hatem SA Elgohary.** "Dome osteotomy using the paratricipital (triceps-sparing) approach for cubitus varus deformity in children: a surgical technique to avoid lateral condylar prominence." .
85. **Ranjan Mitra, S., & Ghosh, S.** . Comparative study on the degree of correction and type of complication between modified French and dome supracondylar osteotomy in a tertiary care centre of West Bengal. .
86. **Perajit Eamsobhana and Kamolporn Kaewpornawan .** "Double dome osteotomy for the treatment of cubitus varus in children". In: *International orthopaedics* 37.4 (2013), pp. 641–646.
87. **G PAUL DeRosa and GREGORY P Graziano .** "A new osteotomy for cubitus varus." In: *Clinical orthopaedics and related research* 236 (1988), pp. 160–165.

88. **Davids, Jon R., et al.** "Translation step-cut osteotomy for the treatment of posttraumatic cubitus varus." *Journal of Pediatric Orthopaedics* 31.4 (2011): 353-365.
89. **W Laupattarakasem et al .** "Pentalateral osteotomy for cubitus varus. Clinical experiences of a new technique". In: *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume* 71.4 (1989), pp. 667-670.
90. **Yukari Takeyasu et al.** "Preoperative, computer simulation-based, three-dimensional corrective osteotomy for cubitus varus deformity with use of a custom-designed surgical device". In: *JBJS* 95.22 (2013), e173.
91. **Zhang, Yuan Z., et al.** "Application of computer-aided design osteotomy template for treatment of cubitus varus deformity in teenagers: a pilot study." *Journal of shoulder and elbow surgery* 20.1 (2011): 51-56.
92. **Mark J Levine, B David Horn, and Peter D Pizzutillo.** "Treatment of posttraumatic cubitus varus in the pediatric population with humeral osteotomy and external fixation". In: *Journal of Pediatric Orthopaedics* 16.5 (1996), pp. 597-601.
93. **A Piskin et al.** "The management of cubitus varus and valgus using the Ilizarov method". In: *The Journal of bone and joint surgery. British volume* 89.12 (2007), pp. 1615-1619.
94. **Sanford C Carlson Jr and Michael A Rosman.** "Cubitus varus: a new and simple technique for correction". In: *Journal of Pediatric Orthopaedics* 2.2 (1982), pp. 199-201.
95. **Mercer Rang, Maya E Pring, and Dennis Ray Wenger .** *Rang's children's fractures.* Lippincott Williams & Wilkins, 2005.
96. **Yin-Chun Tien et al.** "Dome corrective osteotomy for cubitus varus deformity". In: *Clinical Orthopaedics and Related Research®* 380 (2000), pp. 158-166.

-
97. **David North et al.** "French osteotomy for cubitus varus in children: a long-term study over 27 years". In: *Journal of Pediatric Orthopaedics* 36.1 (2016), pp. 19–24.
 98. **Srivastava, Amit K., D. C. Srivastava, and S. C. Gaur** . "Lateral closed wedge osteotomy for cubitus varus deformity." *Indian journal of orthopaedics* 42.4 (2008): 466.
 99. **Hervé Ducret** . "Traitement chirurgical du cubitus varus post-traumatique de l'enfant: à propos de 20 cas". PhD thesis. 1987.
 100. **Patwardhan, Sandeep, and Ashok K. Shyam** . "Cubitus varus deformity—rationale of treatment and methods." *International Journal of Paediatric Orthopaedics* 1.1 (2015): 26–29.
 101. **AN KASSE et al.** "Ostéotomie humérale de fermeture latérale dans le traitement du cubitus varus post-traumatique. Intérêt de l'embrochage en croix.
 102. **Akiyoshi Mitsunari et al.** "Internal rotation deformity and tardy ulnar nerve palsy after supracondylar humeral fracture". In: *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 4.1 (1995), pp. 23–29.
 103. **Aniss Chagou et al.** "Cubitus varus: l'ostéotomie de soustraction externe a-t-elle toujours sa place? Etude rétrospective à propos de 25 cas". In: *Pan African Medical Journal* 23.1 (2016).
 104. **U Sudhakar.** "Prospective study of cubitus varus deformity, it's etiopathology, clinical study and treatment". In: *Init J Res Med Sci* 5 (2017), pp. 201–205.
 105. **Norman Y Otsuka and James R Kasser** . "Supracondylar fractures of the humerus in children". In: *JAAOS—Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 5.1 (1997), pp. 19–26.

106. **Hernandez 3rd, M. A., and James W. Roach.** "Corrective osteotomy for cubitus varus deformity." *Journal of pediatric orthopedics* 14.4 (1994): 487–491.
107. **Abdullah Eren et al.** "Comparison between the lateral and medial approaches in terms of functional and cosmetic results in the surgical treatment of type III supracondylar humeral fractures in children."
108. **Hai Jiang, Min Li, and Yongtao Wu.** "Application of computer simulation in the treatment of traumatic cubitus varus deformity in children". In: *Medicine* 98.1 (2019).
109. **J Marion et al .** "Les fractures d l'extrémité inferieure de l'humérus chez l'enfant". In: *Rev. Chir. Orthop* 48 (1962), p. 337.
110. **Hubert Labelle et al.** "Cubitus varus deformity following supracondylar fractures of the humerus in children." In: *Journal of pediatric orthopedics* 2.5 (1982), pp. 539–546.
111. **Miyamura, S., et al.** "Altered bone density and stress distribution patterns in long-standing cubitus varus deformity and their effect during early osteoarthritis of the elbow." . s.l. : *Osteoarthritis and cartilage* 26.1, 2018. 72–83..
112. **Andrea S Bauer, Brian Pham, and Lisa L Lattanza.** "Surgical correction of cubitus varus". In: *The Journal of hand surgery* 41.3 (2016), pp. 447–452.



Royaume du Maroc المملكة المغربية

كلية الطب والصيدلة
+024601+ | +015115+ A +0.0X0+
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

أطروحة رقم 21/160

سنة 2021

المرفق الأفحج بعد الإصابة عند الاطفال (بصدد 25 حالة ومراجعة الأدبيات)

الأطروحة

قدمت و نوقشت علانية يوم 2021/04/02

من طرف

السيدة الشلفي إيمان

المزدادة في 01 أبريل 1996 بصفرو

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات المفتاحية

المرفق الأفحج - طفل - كسور فوق اللقمية - قطع إسفيني

اللجنة

الرئيس	السيد عفيفي مولاي عبد الرحمان
	أستاذ في جراحة الأطفال
المشرف	السيدة اطراف كريمة
	أستاذة في جراحة الأطفال
أعضاء	السيد ختالة خالد
	أستاذ في جراحة الأطفال
	السيدة بوبو مريم
	أستاذة في علم الأشعة