



ROYAUME DU MAROC
UNIVERSITE SIDI MOHAMMED BEN ABDELLAH
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
FES



Année 2016

Thèse N°058/16

**TRAITEMENT CHIRURGICAL DE LA PSEUDARTHROSE
DIAPHYSAIRE DE L'AVANT-BRAS
(À PROPOS DE 21 CAS)**

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 16/03/2016

PAR

Mlle. ANIMI SALMA

Née le 13 Août 1990 à Fès

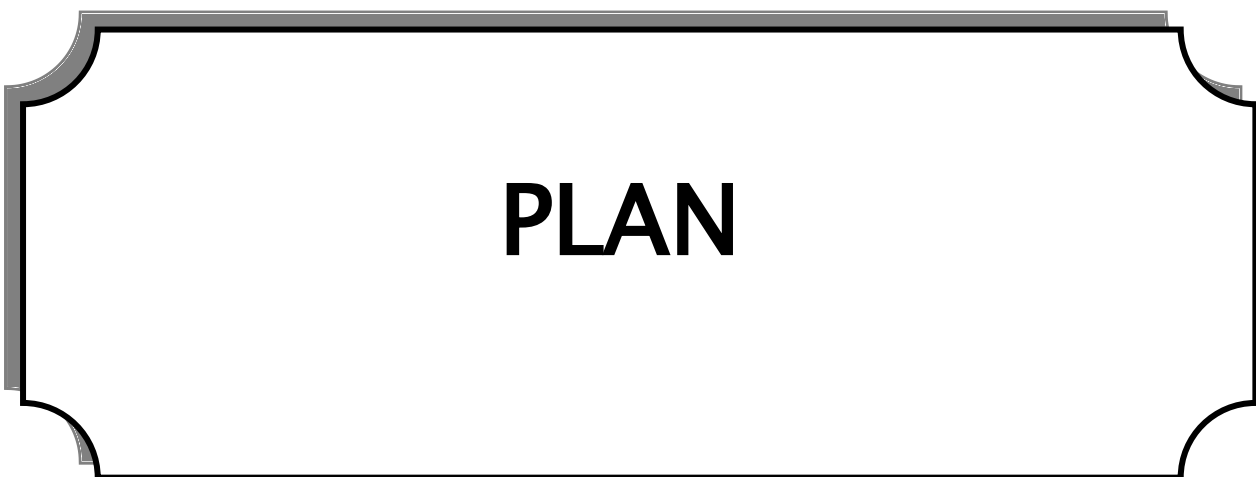
POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES :

Pseudarthrose-Plaques Vissées-Décortication-Grefe osseuse

JURY

M. EL MRINI ABDELMAJID	PRESIDENT
Professeur de Traumatologie -Orthopédie	
M. EL IBRAHIMI ABDELHALIM.....	RAPPORTEUR
Professeur agrégé de Traumatologie -Orthopédie	
Mme. CHATER LAMIAE.....	JUGES
Professeur agrégé de Chirurgie Pédiatrique	



PLAN

PLAN.....	1
INTRODUCTION.....	7
OBJECTIFS	9
MATERIELS.....	11
METHODES.....	13
RESULTATS	15
I. Etude épidémiologique.....	16
1. Age	16
2. Sexe	17
3. Côté dominant	18
4. Côté atteint	19
5. Profession	19
6. Facteurs de risque de la pseudarthrose	19
II. Traumatisme initial: Fracture antébrachiale.....	20
1. Lieu de prise en charge	20
2. Mécanisme	20
3. Examen clinique	20
4. Analyse radiologique	20
5. Traitement initialement instauré	22
III. L'évolution vers la pseudarthrose	23
1. Délai entre la prise en charge de la pseudarthrose et la fracture initiale	23
2. Examen clinique	23
3. Analyse radiologique par radiographie standard de face et de profil	24
4. Traitement de la pseudarthrose	25
4.1. Les indications opératoires	25

4.2. Opérateur	25
4.3. Technique	25
4.4. Suites post-opératoires.....	26
5. Résultats cliniques et radiologiques	27
6. Complications :	31
ICONOGRAPHIE	32
DISCUSSION	45
RAPPEL THEORIQUE.....	46
I. Rappel anatomique	47
1. Articulations et moyens d'union.....	47
2. Les plans musculaires	51
2.1. Les plans musculaires de la région antérieure de l'avant-bras	51
a. Plan musculaire superficiel	51
b. Plan musculaire moyen	51
c. Plan musculaire profond	51
2.2. Les plans musculaires de la région postérieure de l'avant-bras	53
a. Plan superficiel	53
b. Plan profond.....	53
3. Vascularisation et innervation	55
3.1. Vascularisation artérielle	55
3.2. Vascularisation veineuse	55
a. Les veines superficielles.....	55
b. Les veines profondes	55
3.3. Innervation	55
a. Le nerf ulnaire	55

b. Le nerf radial	55
c. Le nerf musculo-cutané	56
II. Rappel biomécanique	56
III. Physiopathologie	59
IV. Clinique	60
V. Imagerie.....	61
1. Radiologie standard	61
2. Scintigraphie osseuse	61
VI. Biologie	62
VII. Schéma thérapeutique	62
A. Choix de la voie d'abord	62
B. Notre procédure du traitement	67
1. Parage du foyer	67
2. Reperméabilisation du canal médullaire	67
3. Avivement des berges et étude bactériologique systématique	67
4. Relance des processus de consolidation	67
a. Décortication ostéo-musculaire	68
b. Greffe cortico-spongieuse autologue	68
5. Couverture du foyer	73
6. Stabilisation du foyer	74
C. Autres techniques de relance des processus de consolidation.....	76
1. Greffes vascularisées	76
2. Greffes de banque homologues	76
3. Substituts osseux	77
4. Technique de la membrane induite	77

5. Protéines ostéo-inductrices	78
6. Discussion actuelle : PRP	79
D. Autres possibilités de stabilisation osseuse	79
1. Ostéosynthèse par fixation interne	79
2. Ostéosynthèse par fixation externe.....	80
E. L'amputation	81
DISCUSSION DE LA SÉRIE HOSPITALIÈRE	82
I. Epidémiologie	83
1. Fréquence	83
2. Répartition selon l'âge	83
3. Répartition selon le sexe	84
4. Répartition selon le côté atteint	84
5. Répartition selon le côté dominant	84
6. Facteurs de risque	85
II. Traumatisme initial: Fracture antébrachiale.....	86
1. Lieu de prise en charge	86
2. Mécanisme	86
3. Examen clinique	86
3.1. Impotence fonctionnelle.....	86
3.2. Ouverture cutanée	87
3.3. Lésions associées	87
4. Analyse radiologique	88
5. Traitement initialement instauré	89
III. L'évolution vers la pseudarthrose	91
1. Délai entre la prise en charge de la pseudarthrose et la fracture initiale	91

2. Examen clinique	91
3. Analyse radiologique par radiographie standard de face et de profil	92
4. Traitement de la pseudarthrose	92
5. Suites post-opératoires	94
6. Résultats cliniques et radiologiques	95
7. Complications	97
CONCLUSION	99
ANNEXES.....	101
RESUMES.....	107
BIBLIOGRAPHIE.....	113



INTRODUCTION

La pseudarthrose diaphysaire aseptique de l'avant-bras, est une complication tardive et rare, qui représente 2 à 5 % selon les différentes séries de la littérature.

Elle peut être responsable d'un dysfonctionnement grave du membre supérieur et de la main par la raideur articulaire (coude et poignet), ainsi que l'atteinte de la membrane interosseuse.

Cette entité pathologique se définit comme une absence définitive des signes radiologiques de la consolidation, après un délai moyen de six mois. Sa prise en charge reste un sujet de débat et de controverse.

L'objectif du traitement chirurgical est d'obtenir une consolidation totale du foyer fracturaire, reconstituer l'anatomie fonctionnelle entre le radius et l'ulna, afin d'obtenir une fonction normale de la main dans l'espace. Cette stabilisation chirurgicale -au stade de la pseudarthrose -devrait être associée à une compression du foyer fracturaire, et une stimulation de l'ostéogénèse par une greffe osseuse et/ou décortication ostéo-musculaire selon Judet et al [1].

A travers une étude rétrospective mono centrique de 21 cas de pseudarthrose diaphysaire des deux os de l'avant-bras, colligés au sein du service de chirurgie ostéoarticulaire B4 du CHU HASSAN II de Fès, sur une période de six ans (de 2009 à 2014). Nous essayerons d'analyser nos résultats cliniques et anatomiques des malades, présentant une pseudarthrose de l'avant-bras, traités par une plaque vissée, associée à une greffe osseuse et une décortication ostéo musculaire, en comparant nos résultats avec ceux de la littérature.



OBJECTIFS

Ce travail a pour but :

- ✓ Description du profil épidémiologique et radio-clinique des pseudarthroses de l'avant-bras.
- ✓ Evaluation radio-clinique du traitement chirurgical instauré.
- ✓ Comparaison de nos résultats avec ceux de la littérature.



MATERIELS

On a opté pour une étude rétrospective monocentrique, étalée sur une période de six ans, allant de 2009 à 2014, englobant 21 patients (26 pseudarthroses) présentant une pseudarthrose diaphysaire aseptique de l'avant-bras, colligés au sein du service de chirurgie ostéoarticulaire B4 du CHU Hassan II de Fès.

Les critères d'inclusion :

Les pseudarthroses aseptiques de la diaphyse de l'un et /ou des deux os avant-bras, traitées par une plaque vissée de compression, associée à une autogreffe osseuse et une décortication ostéo-musculaire.

Les critères d'exclusion :

Les pseudarthroses septiques.

Les pseudarthroses métaphyso-épiphysaires.

Les pseudarthroses traitées par les autres modalités thérapeutiques.



METHODES

Les données ont été recueillies sur une fiche d'exploitation (**annexe 1**). En utilisant les dossiers médicaux des patients, les comptes rendu opératoires et les registres de consultation.

Nous avons utilisé sur les radiographies initiales (de face et de profil), la classification de l'AO de Muller [2] pour classer les fractures de l'avant-bras. Les radiographies des retards de consolidation de fracture montraient une absence de consolidation osseuse entre trois et six mois du début du traitement initial, alors que les radiographies des pseudarthroses de l'avant-bras montraient une absence totale de consolidation après un délai de six mois. Sur ces radiographies nous avons analysé aussi le niveau de la pseudarthrose, le type de la pseudarthrose et le traitement initial de la fracture de l'avant-bras.

En se basant sur le questionnaire de DASH [03], et sur le score de Grace et Eversmann [4], nous avons évalué les résultats obtenus.

Notre étude statistique a été analysée par le logiciel Epi Info 7.

Pour chaque malade, nous avons analysé les données épidémiologiques, cliniques et radiologiques, à travers une fiche d'exploitation : (**annexe 1**)



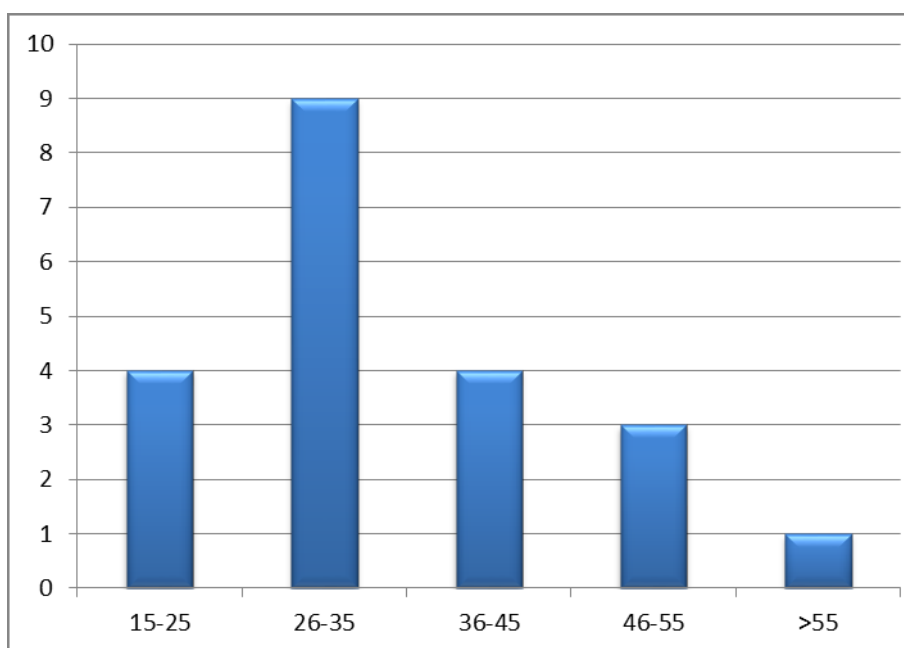
RESULTATS

I. Etude épidémiologique:

1. Age:

L'âge moyen était de 34,52 ans, avec des extrêmes de 18 et 56 ans.

Nous constatons un pic de fréquence entre 26 et 35 ans. Cette constatation est justifiée par le fait que cette tranche d'âge représente la population la plus active; donc elle est la plus exposée.



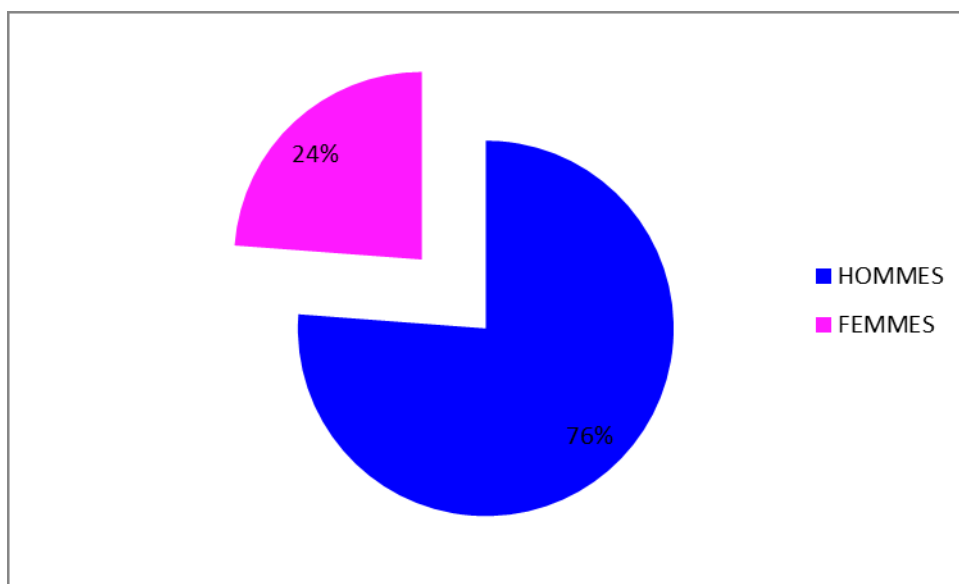
Graphique 1 : Répartition des malades selon tranches d'âge.

2. Sexe:

Dans notre série, nos patients ont été répartis en :

- 16hommes soit 76%
- 5 femmes soit 24%

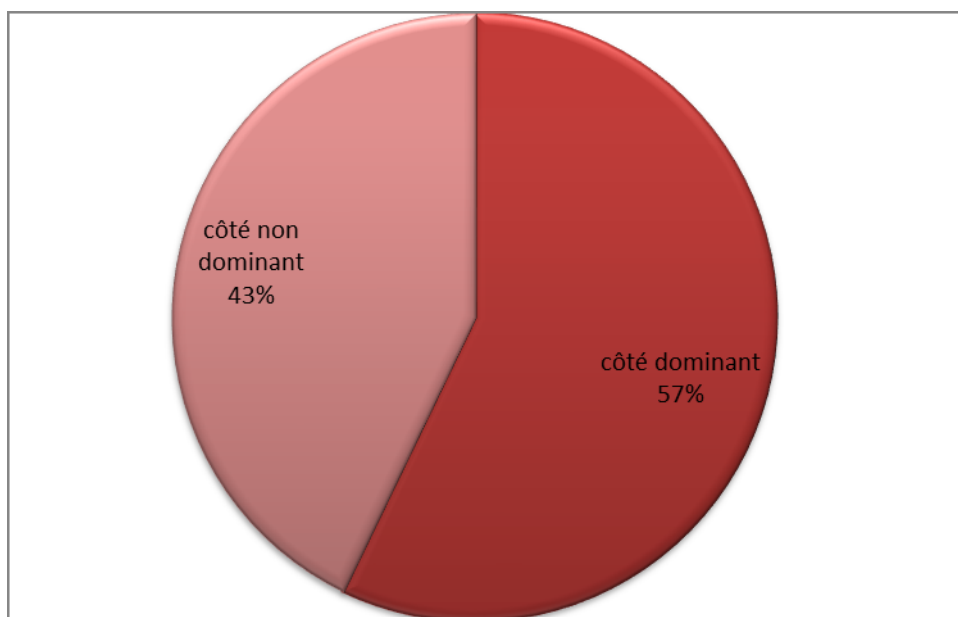
Avec un sexe ratio : homme/femme de 3,2.



Graphique 2 : répartition des patients selon le sexe.

3. Côté dominant:

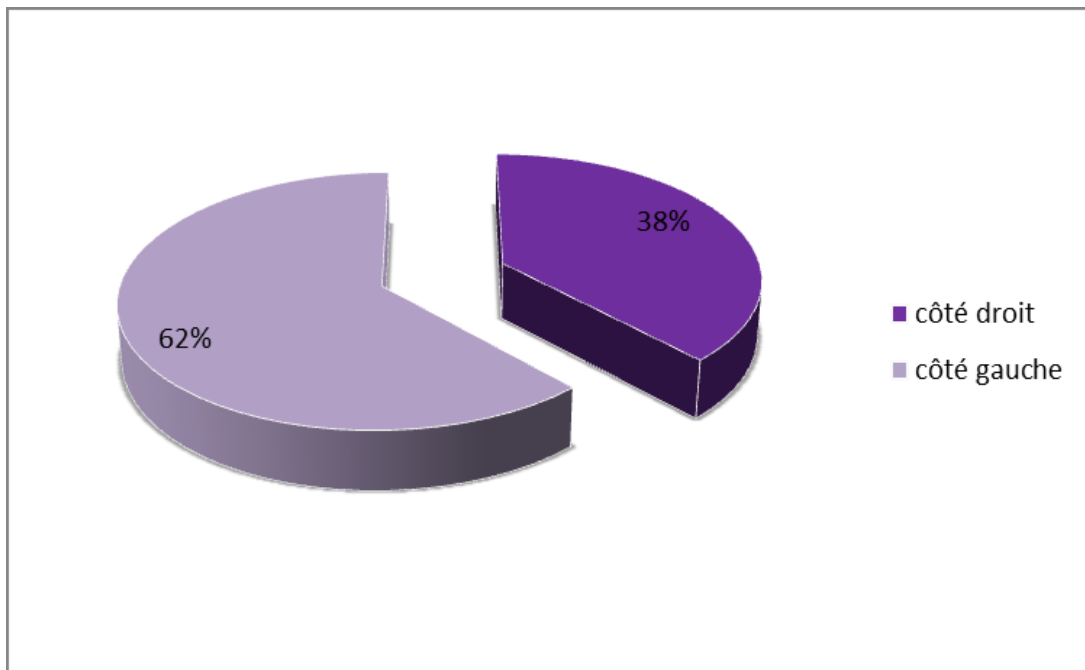
Il y'avait 12 atteintes du côté dominant, et 9 atteintes du côté non dominant.



Graphique 3 : Répartition selon le côté dominant.

4. Côté atteint:

Dans notre série on trouve une prédominance du côté gauche qui présente 62% contre 38% pour le côté droit.



Graphique 4: Répartition selon le côté atteint.

5. Profession:

15 patients exerçaient un travail manuel, 4 avaient un travail non manuel, et 2 n'exerçaient aucune profession.

6. Facteurs de risque de la pseudarthrose :

Dans notre série il y avait un seul cas de tabagisme chronique.

II. Traumatisme initial: Fracture antébrachiale

1. Lieu de prise en charge :

Parmi les 21 patients, Six patients avaient été pris initialement en charge dans notre structure.

2. Mécanisme :

Dans notre série tous nos patients étaient victimes d'un accident de la voie publique.

3. Examen clinique :

Chez la majorité de nos patients nous avons relevé :

Une douleur avec impotence fonctionnelle.

La recherche des lésions associées est primordiale pour établir un pronostic.

Dans notre série, il y avait trois cas de fracture ouverte dont un stade I et deux stades II selon la classification de Duparc. Et un cas de paresthésie sur le territoire du nerf médian récupéré, par contre on n'a noté aucun cas de paralysie radiale ni du plexus radial.

4. Analyse radiologique :

Radiographie standard de l'avant-bras en incidence de face et de profil :

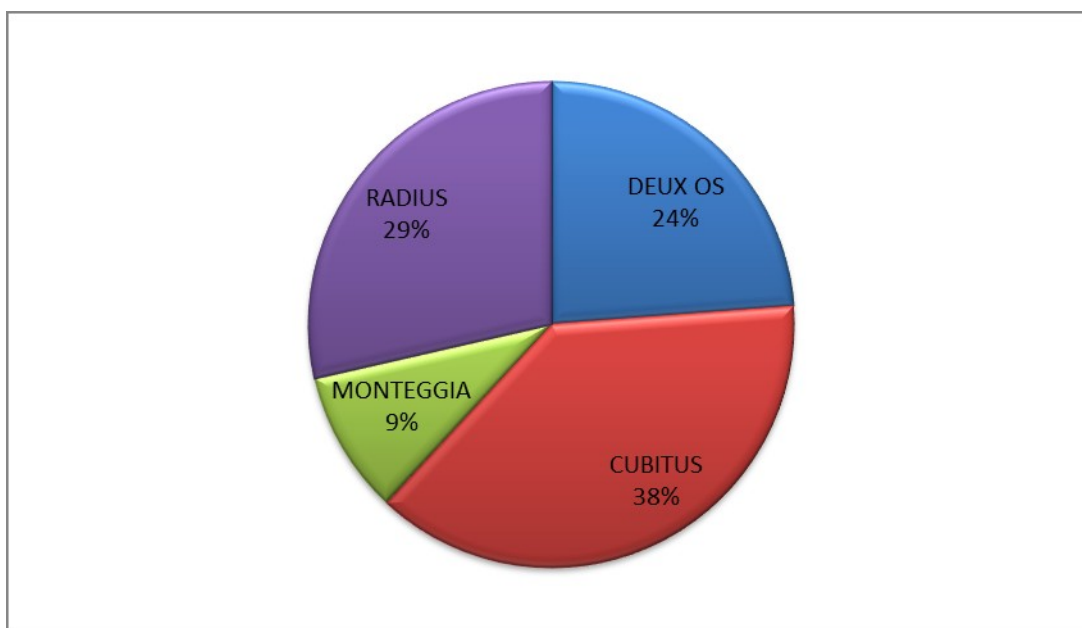
Selon la topographie des lésions, on décrit :

Deux os de l'avant-bras : 5 cas.

Diaphyse ulnaire : 8 cas.

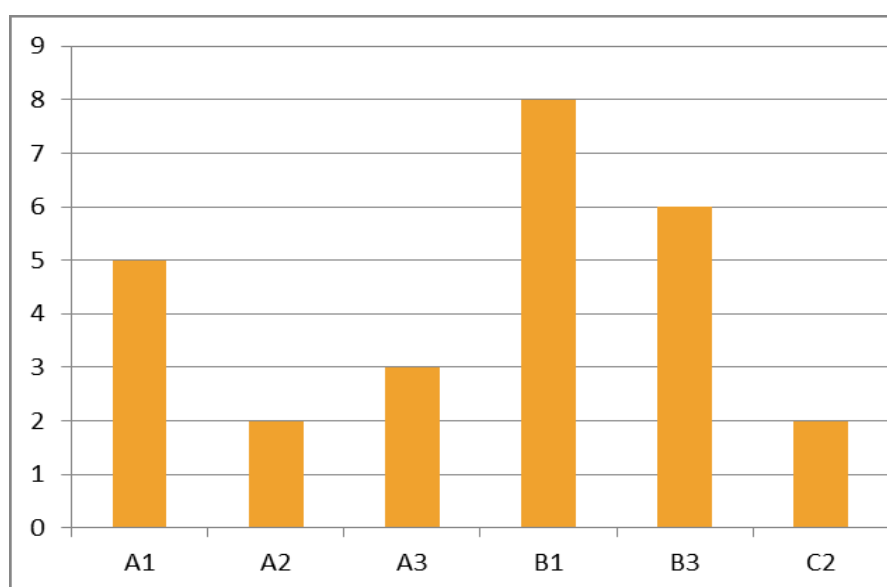
Fracture de Monteggia : 2 cas.

Diaphyse radiale : 6 cas.



Graphique 5 : Répartition selon la topographie de la fracture

L'étude du trait de la fracture initiale selon la classification AO [2] des fractures diaphysaires de l'avant-bras a montré : cinq fractures A1 et deux type A2, trois A3, huit B1, six B3 et deux C2.

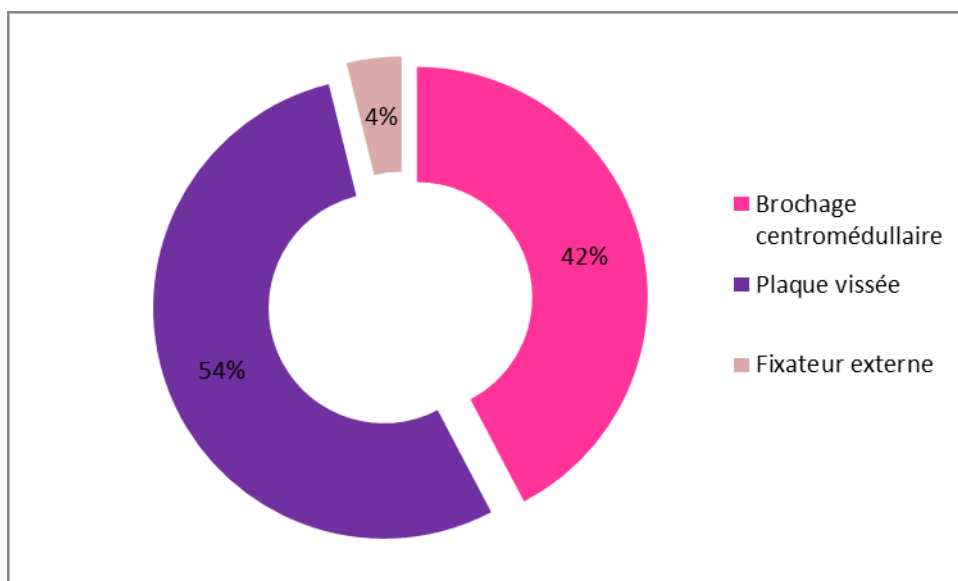


Graphique 6 : Répartition selon le type de fracture

5. Traitement initialement instauré :

Le traitement initial de la fracture consistait dans onze cas en brochages centromédullaires par broche de Kirchner, quatorze plaques vissées

DCP (Dynamic compression plate), et un fixateur externe pour une fracture ouverte.



Graphique 7 : Répartition selon le traitement initial

III. L'évolution vers la pseudarthrose :

1. Délai entre la prise en charge de la pseudarthrose et la fracture initiale :

Le délai moyen entre le traitement initial et le traitement de la pseudarthrose était de sept mois (5 à 16 mois). Trois de nos patients furent donc opérés avant un délai de six mois considéré théoriquement comme le délai de survenue de la pseudarthrose.

2. Examen clinique :

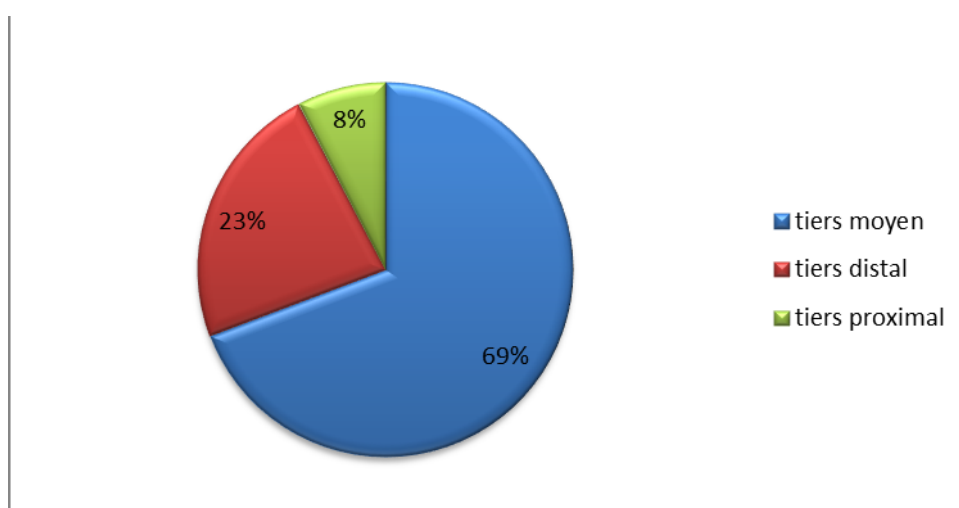
L'examen clinique a révélé des douleurs avec sur l'échelle analogique une moyenne de 7/10 (EV:5 à 10) [5].

Les amplitudes articulaires moyennes préopératoires du coude étaient de 100° (entre 70° -140°) de flexion, un déficit d'extension moyen de 10°, et une pronation moyenne de 55° (0°-75°), une supination moyenne de 50° (0° -85°).

Concernant le poignet, la flexion moyenne préopératoire était chiffrée à 48° (10°-90°), avec une extension moyenne de 60° (15° -90°) (**Tableau 1**).

3. Analyse radiologique par radiographie standard de face et de profil :

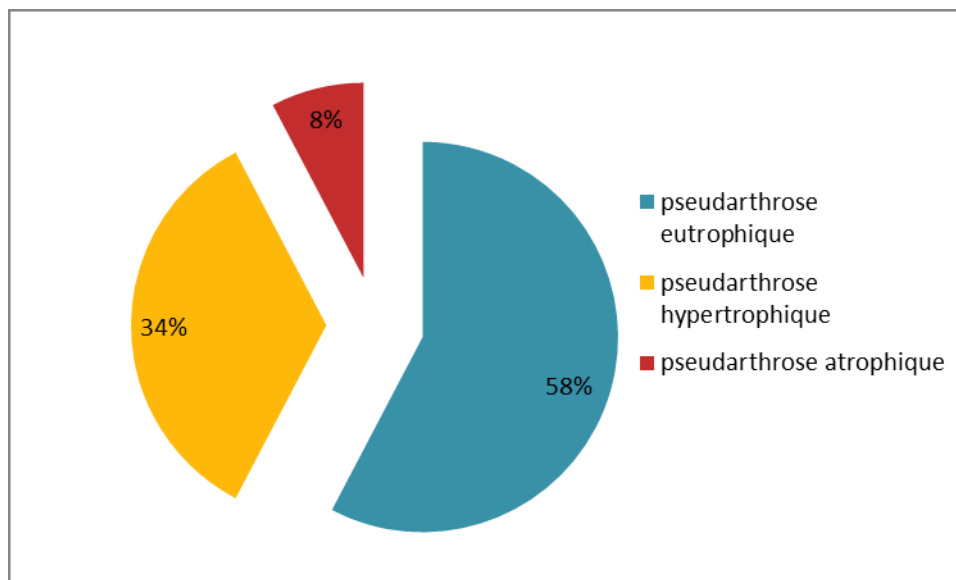
L'étude du niveau de la pseudarthrose montrait 18 atteintes du tiers moyen (Figure 1), 6 atteintes du tiers distal (Figure 2), et 2 atteintes du tiers proximal (Figure 1).



Graphique 8: Répartition selon la topographie de la pseudarthrose.

Classiquement on différencie deux types de pseudarthrose : une pseudarthrose viable (hypertrophique ou oligotrophique) (Figure 3-4), et une pseudarthrose atrophique (ou dévitalisée) (Figure 5), nécessitant un traitement dit ostéogénique.

Dans notre série, 58% des pseudarthroses étaient eutrophiques (soit 15 cas), 35% étaient hypertrophiques (soit 9cas), et 7% étaient atrophiques (soit 2cas).



Graphique 9 : Répartition selon le type de la pseudarthrose.

4. Traitement de la pseudarthrose :

4.1. Les indications opératoires:

Elles reposaient sur l'existence de signes cliniques de pseudarthrose (douleur et/ou mobilité du foyer de fracture) et des signes radiologiques (absence de consolidation osseuse) à six mois du début du traitement de la fracture initiale, en se basant sur les critères de Corrales et al [6].

4.2. Opérateur:

Tous les patients ont été réopérés par deux chirurgiens seniors spécialistes en chirurgie du membre supérieur.

4.3. Technique:

▪ Préparation du malade en salle d'opération :

Le patient était installé en décubitus dorsal, le membre supérieur concerné dans le champ opératoire, ainsi que la crête iliaque ipsilatérale.

- **Anesthésie :**

Tous nos patients ont subi une anesthésie générale.

- **Voie d'abord :**

La voie d'abord utilisée était la voie d'abord classique antérieure de Henry pour le radius et dorsale centrée sur la crête ulnaire pour l'ulna.

- **Ablation du matériel initial :**

Le premier temps chirurgical consistait en l'ablation du matériel d'ostéosynthèse préalablement mis en place antérieurement (**Figure 6a**).

- **Décortication et prélèvement bactériologique peropératoire:**

Le foyer de pseudarthrose était nettoyé de tout le tissu de fibrose d'interposition associé à une reperméabilisation des canaux médullaires, avec réalisation des prélèvements bactériologiques systématiques, et enfin une décortication ostéomusculaire (**figure 6b**).

- **Site de prélèvement du greffon osseux :**

Le greffon était prélevé sur la partie antérieure de la crête iliaque ipsilatérale et disposé en regard du foyer de pseudarthrose (**Figure 6c**).

- **Ostéosynthèse : DCP (Dynamic compression plate),**

Une ostéosynthèse par une plaque vissée de compression (type DCP (3,5mm)) était mise en place, après compression manuelle du foyer de pseudarthrose, le montage optimal comportait au minimum trois vis de part et d'autre du foyer (**Figure 6d**), (**Figure 7**).

4.4. Suites post-opératoires

Immobilisation : Le membre supérieur était immobilisé par attelle pendant 30 jours.

Antibioprophylaxie : une antibioprophylaxie à base de céphalosporine

première génération pendant 48 à 72 heures a été systématique.

Rééducation : tous nos patients ont bénéficié d'une rééducation fonctionnelle (passive et active) des articulations sus et sous-jacentes.

Tous les prélèvements bactériologiques réalisés en peropératoire sont revenus négatifs.

5. Résultats cliniques et radiologiques :

Dans notre expérience, nous avons décrit un cas de perte de substance de 9 cm (**Figure 8**), traité par décortication, perméabilisation du canal médullaire et mise en place d'une greffe osseuse d'origine iliaque et fixation par une plaque vissée de type DCP (Dynamic compression plate), (3,5mm) (**Figure 9**) afin d'aboutir à la consolidation osseuse. Les résultats radiologiques à 8 mois ont montré une bonne consolidation osseuse à l'endroit de la pseudarthrose remplacée par la greffe osseuse, avec un bon résultat fonctionnel notamment les mouvements de la pronosupination [7].

Tous les patients ont été revus cliniquement avec une évaluation de la douleur sur échelle analogique [5], une évaluation des mobilités du coude et du poignet à l'aide d'un goniomètre, et l'étude de la morbidité du site de prise de la greffe osseuse. Une évaluation globale de nos résultats fonctionnels a été établie par le score Grace and Eversmann [4], et le questionnaire de DASH [3] (**annexe2**).

Au dernier recul, les mobilités moyennes du poignet étaient de 60° (20° -90°) en flexion (amélioration postopératoire par rapport à l'état préopératoire) et 70° (30° - 90°) en extension, 65° (0° -80°) en pronation et 70° (0° -85°) en supination.

Pour le coude la flexion moyenne était de 130 ° (entre 90 °-140 °) et le déficit d'extension moyen était de 5°. Ainsi, nous avons noté une amélioration des

mobilités postopératoires par rapport à la situation préopératoire, comme l'illustre le tableau suivant (tableau1- 2).

Tableau 1 : les amplitudes articulaires moyennes préopératoires et postopératoires de la série.

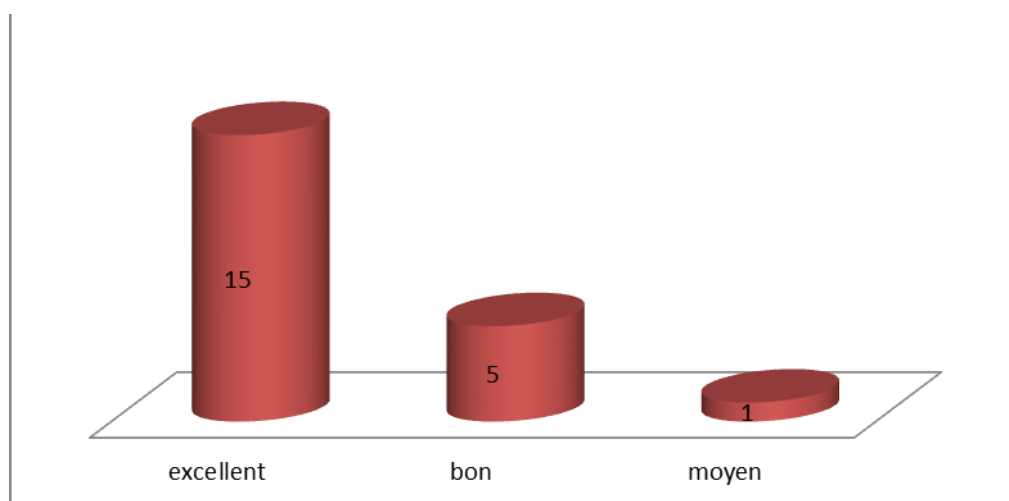
Amplitudes articulaires moyennes	Flexion (poignet)	Extension (poignet)	pronation	supination	Flexion (coude)	Extension (Coude)
Résultats préopératoires	48 ° [10 ° -90 °]	60° [15° -90°]	55° [0 ° -75°]	50° [0° -85°]	100° [70° -140°]	déficit moyen de 10°
Résultats postopératoires	60° [20° -90°]	70° [30° -90°]	65° [0° -80°]	70° [0° -85°]	130 ° [90 ° -140 °)	déficit moyen de 5°

Tableau 2 : Les amplitudes articulaires préopératoires et postopératoires de la série

Série (21 patients)	Période préopératoire			Période post-opératoire		
	Mobilité en pronation-supination	Mobilité En Flexion-extension du coude	Mobilité En Flexion-extension du poignet	Mobilité en pronation-supination	Mobilité En Flexion-extension du coude	Mobilité En Flexion-extension du poignet
MM	75 /80	130/0	70/90	Ulna80/80	135/0	65/80
KA	50/50	140/0	70 /80	Ulna70/60	140/0	70/80
SA	40 /55	135/0	70/80	Ulna40/60	130/0	70/80
AM	75/85	140/0	75/55	Ulna80/80	140/0	60/50
AT	70/55	120/0	70/80	Ulna80/50	120/-5	75/80
AE	75/70	110/0	50/55	Ulna80/80	140/0	75/80
HA	10/50	70/0	10/15	Ulna0/80	140/0	20/30
OF	40 /60	140/0	55/50	Radius65/70	140/0	75/50
OF	40/60	140/0	55/50	Ulna65/70	140/0	75/50
EM	80/80	140 /0	75/90	Radius75/50	130/0	70/80
EJ	60/85	130 /0	60 /60	Radius70/70	140/0	70/60
EJ	60/85	130/0	60/60	Ulna70/70	140/0	70/60
HE	55/75	140/0	70/75	Ulna50/60	140/0	70/80
HB	60/40	135/0	70/70	Radius40/40	140/0	90/75
HB	60/40	135/0	70/70	Ulna 40/40	140/0	90/75
JE	70/70	140/0	60/90	Radius75/80	120/0	70/80
BA	0/30	90/0	55/55	Radius55/80	140/0	80/80
BA	0/30	90/0	55/55	Ulna 55/80	140/0	80/80
EK	60/85	120/0	70/70	Radius80/85	140/0	70/80
JN	50/50	135/0	65/60	Radius55/60	140/0	70/80
JD	55/60	130/0	50/50	Radius40/70	90/0	65 /70
JD	55/60	130/0	50/50	Ulna40/70	90/0	65/70
BH	75/75	140/0	70/90	Ulna80/80	140/0	80/80
AM	60/70	130/0	80/80	Ulna70/50	120/0	75/80
DM	40/20	140/0	50/60	Radius50/0	140/0	55/75
SM	75/70	135/0	70/90	Radius80/80	130/0	70/75

L'évaluation radiologique postopératoire comportait une incidence de face et de profil de l'avant-bras. La consolidation était considérée comme acquise devant l'existence sur les deux incidences orthogonales, de ponts osseux entre les deux extrémités du foyer de pseudarthrose, associés à une absence de la douleur spontanée, ou à la palpation de foyer fracturaire. L'étude radiologique nous permet également de chercher la présence ou non d'un cal vicieux et de mesurer son angulation dans les plans frontal et sagittal.

Les résultats thérapeutiques selon le score de Grace and Eversmann [4] étaient: quinze résultats excellents (**Figure 10–11**), cinq résultats bons et un cas de résultats moyens. Le seul cas de notre série qui a présenté des résultats moyens correspondait à une patiente opérée deux fois dans une autre structure, tabagique chronique compliquée secondairement après notre prise en charge d'algoneurodystrophie.



Graphique 10 : Résultats thérapeutiques selon le score de Grace and Eversmann [4]

Par ailleurs la moyenne globale de score Quick DASH [3] était de 14 (5–36).

La consolidation radiologique était acquise dans 25 pseudarthroses

(95,11% des cas soit 20 cas) dans un délai moyen de 6,2 mois. 9 avaient consolidé au premier trimestre, 13 au deuxième trimestre et 3 au troisième trimestre (**Figure 12**), et une avait consolidé au quatrième trimestre (**Figure 11**). Par contre il y avait un seul cas de non consolidation radiologique mais asymptomatique.

A noter qu'on n'a eu aucun problème de longueur des deux os de l'avant-bras.

6. Complications :

Les complications propres au geste de cure de pseudarthrose comportaient deux hématomes qui se sont résorbés avec les soins locaux.

Un seul patient avait présenté un sepsis précoce superficiel en postopératoire, bien traité par une antibiothérapie adaptée (le germe : staphylocoque résistant).

Un seul cas d'algoneurodystrophie bien évoluée après une année d'évolution.

La morbidité au site de prise de greffe (crête iliaque) était minime avec deux douleurs légères ne nécessitant pas la prise d'antalgique et une cicatrice inesthétique.

On n'a pas noté d'ossification de la membrane interosseuse (**synostose**).



ICONOGRAPHIE



Figure 1 : pseudarthrose des deux os de l'avant-bras (tiers proximal du radius et tiers moyen de l'ulna) (cas n 1)



Figure 2 : pseudarthrose diaphysaire du tiers inférieur des deux os de l'avant-bras dont la fracture initiale a été traitée par fixateur externe (cas n2).



Figure 3 : Pseudarthrose hypertrophique de l'ulna : radiographie standard de face (cas n 3)



Figure 4 : Pseudarthrose hypertrophique au niveau du tiers moyen de l'ulna en vue de profil (consolidation du radius) (cas n3)



Figure 5 : radiographie de face de l'avant-bras montrant une pseudarthrose atrophique de l'ulna (cas n 4)

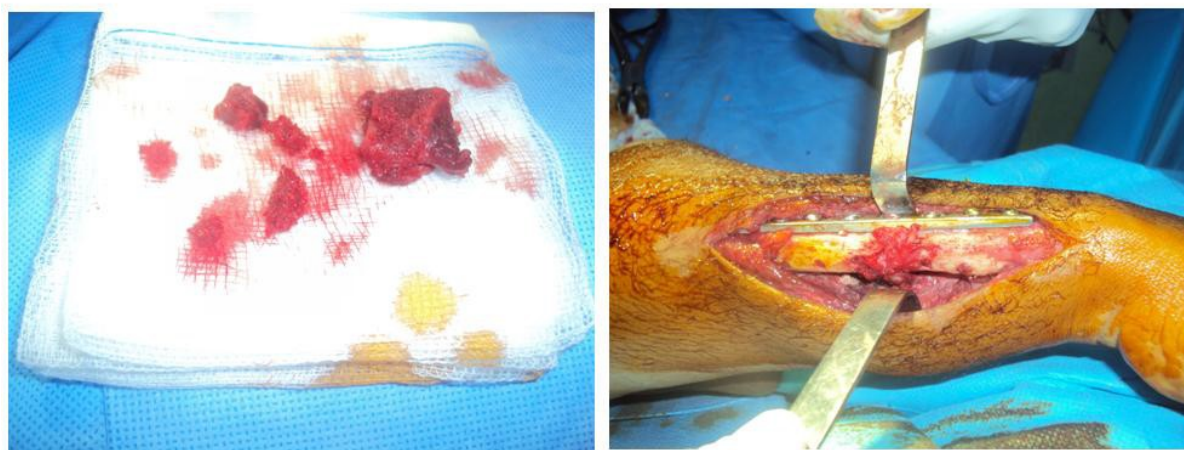


a

b

Figure 6a : Ablation du matériel initial.

Figure 6b : Décortication et prélèvement bactériologique peropératoire



c

d

Figure 6c : Greffon osseux.

Figure 6d : Ostéosynthèse par plaque vissée DCP (Dynamic compression plate).



Figure 7: cliché post opératoire immédiat après greffe osseuse et ostéosynthèse par plaque DCP. (Cas n 5)

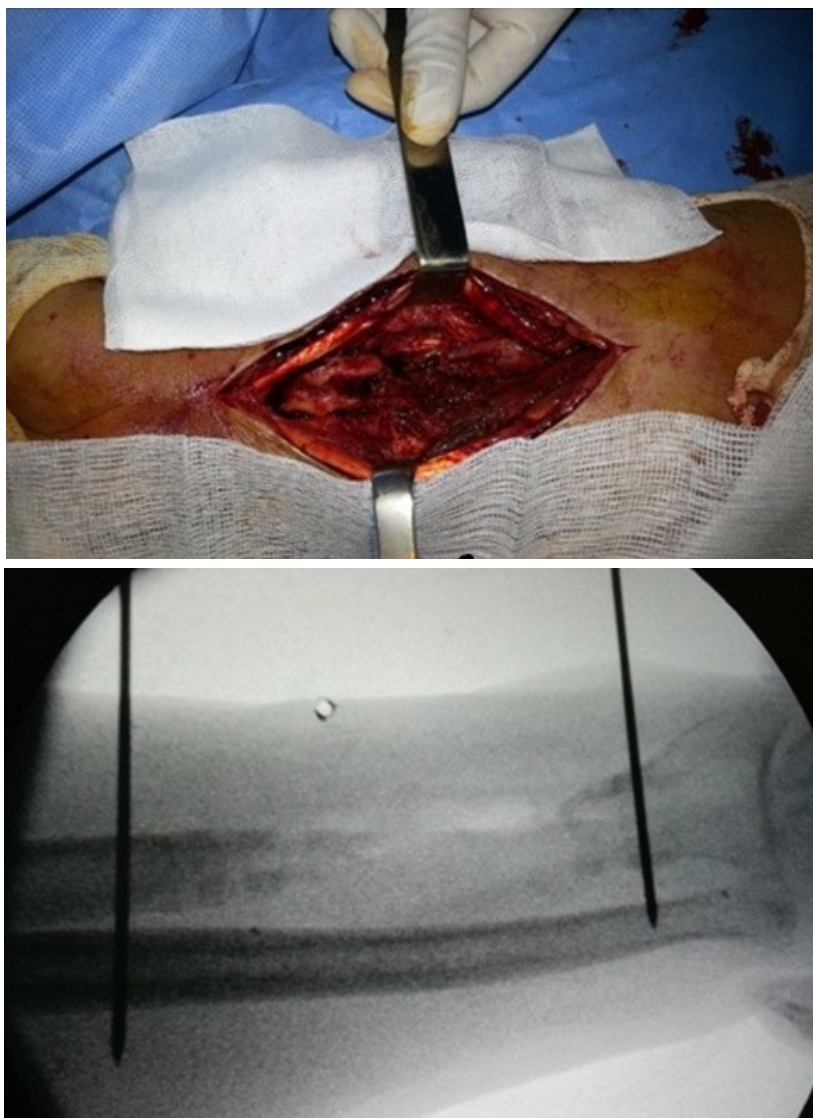


Figure 8 : photo clinique et cliché radiologique peropératoire montrant le défaut osseux. (Cas n 6)

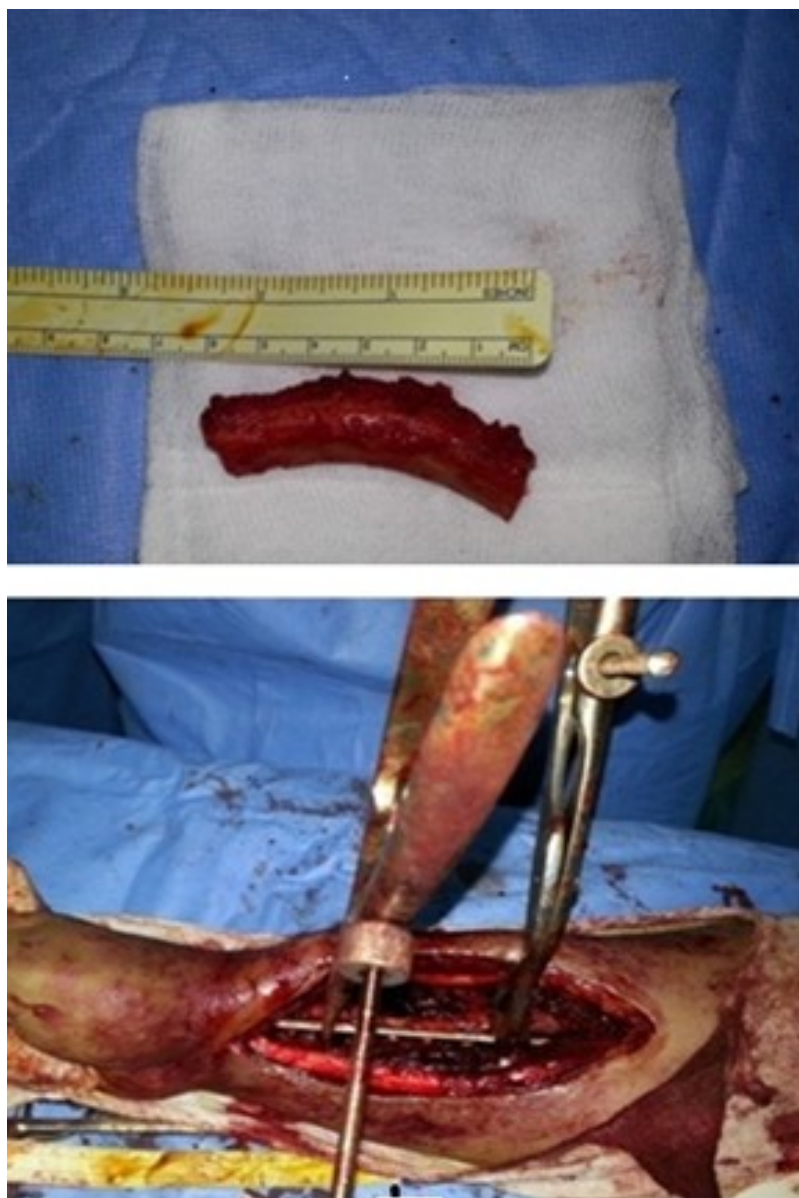


Figure 9 : Greffon d'os corticospongieux de 7 cm, pris de la crête iliaque droite et fixation par plaque vissée DCP. (Cas n6)



Figure 10: évaluation du résultat thérapeutique (aucune gêne fonctionnelle) (cas n7)



Figure 11: Consolidation radiologique au quatrième trimestre (cas n7)



Figure 12: consolidation radiologique au troisième trimestre (cas n 8)



DISCUSSION

RAPPEL THÉORIQUE

I. Rappel anatomique:

1. Articulations et moyens d'union:[8]

L'avant-bras est constitué par deux os longs différents dans leur forme, dans leur fonction, et sont disposés parallèlement entre eux dans le sens de la longueur du membre ; l'un en dedans et l'autre en dehors. De ces os, l'interne a reçu le nom d'ulna (**Figure 13**), l'externe celui de radius (**figure 14**). Articulés à chacune de leurs extrémités, ils sont unis par :

- Le ligament annulaire de la radio-ulnaire supérieure
- Le ligament triangulaire appartenant à la fois à la radio-ulnaire inférieure et à la radio-carpienne.
- La membrane interosseuse qui comble l'espace ovalaire les séparant. Cette disposition qui permet au radius de tourner autour de l'ulna autorise un mouvement d'importance considérable : la pronosupination (**Figure 15**).

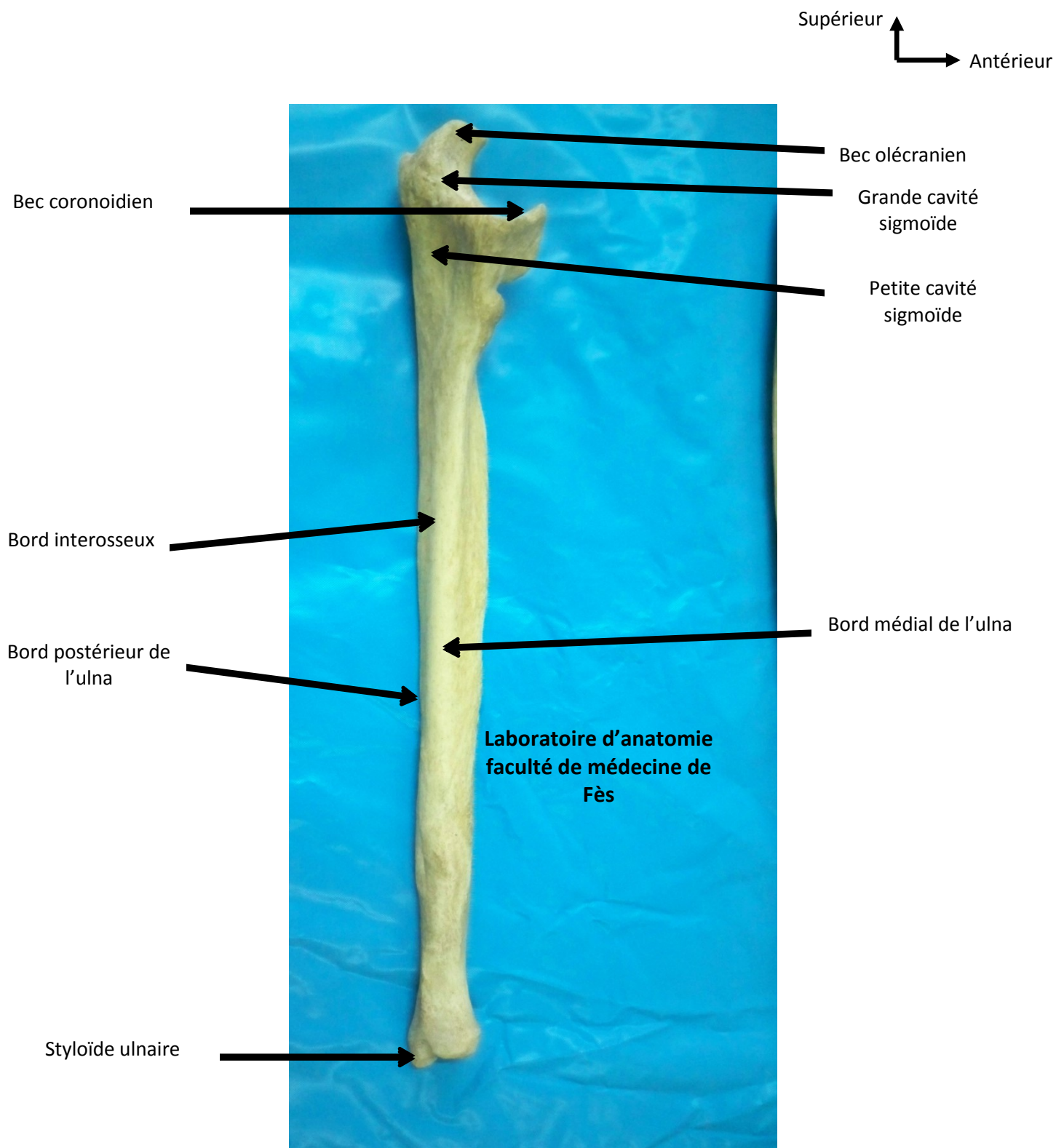


Figure 13: Vue Antéro-latérale de l'ulna (laboratoire d'anatomie faculté de médecine de Fès)

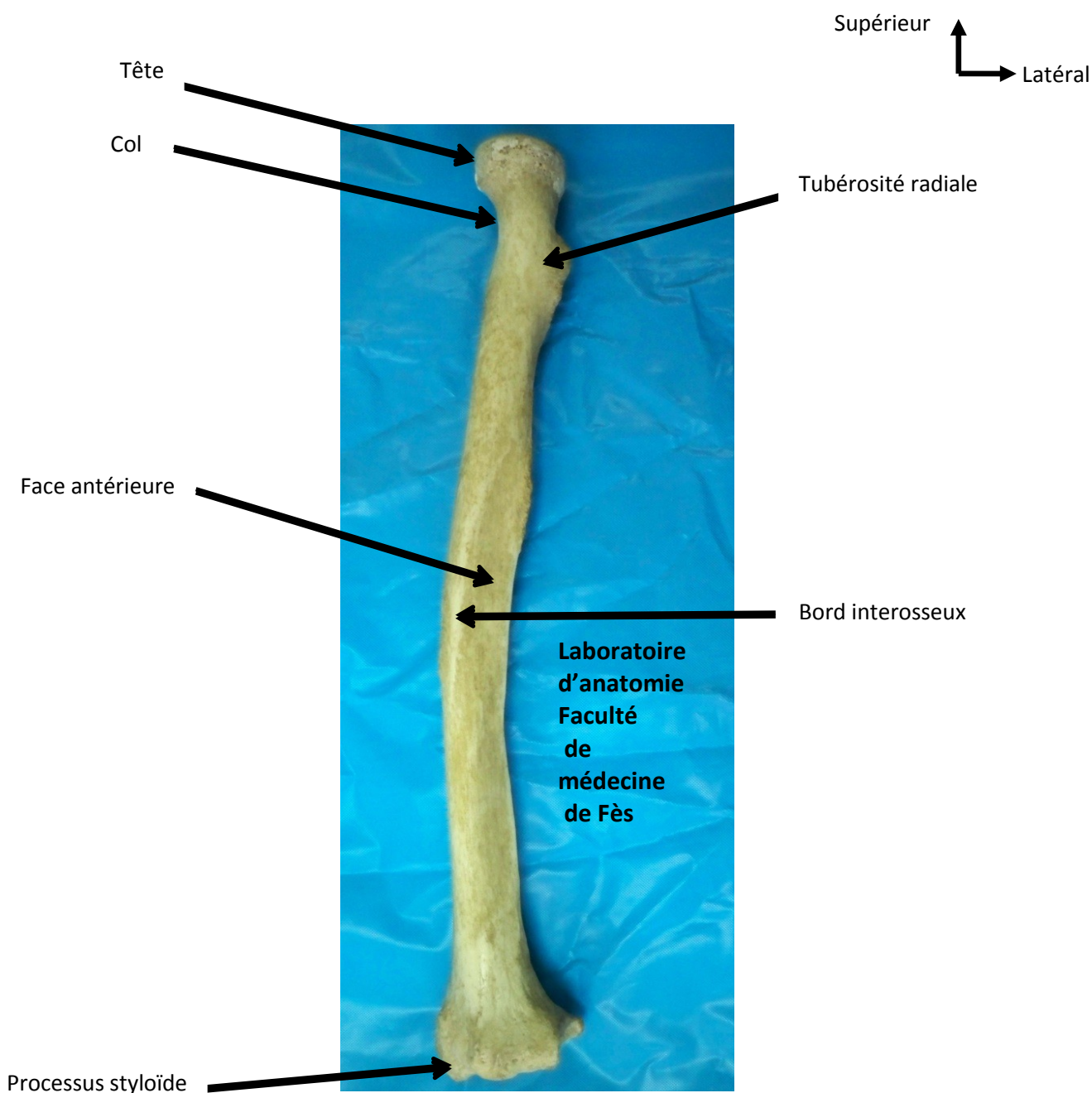


Figure 14: Vue antérieure du radius (laboratoire d'anatomie faculté de médecine de Fès)

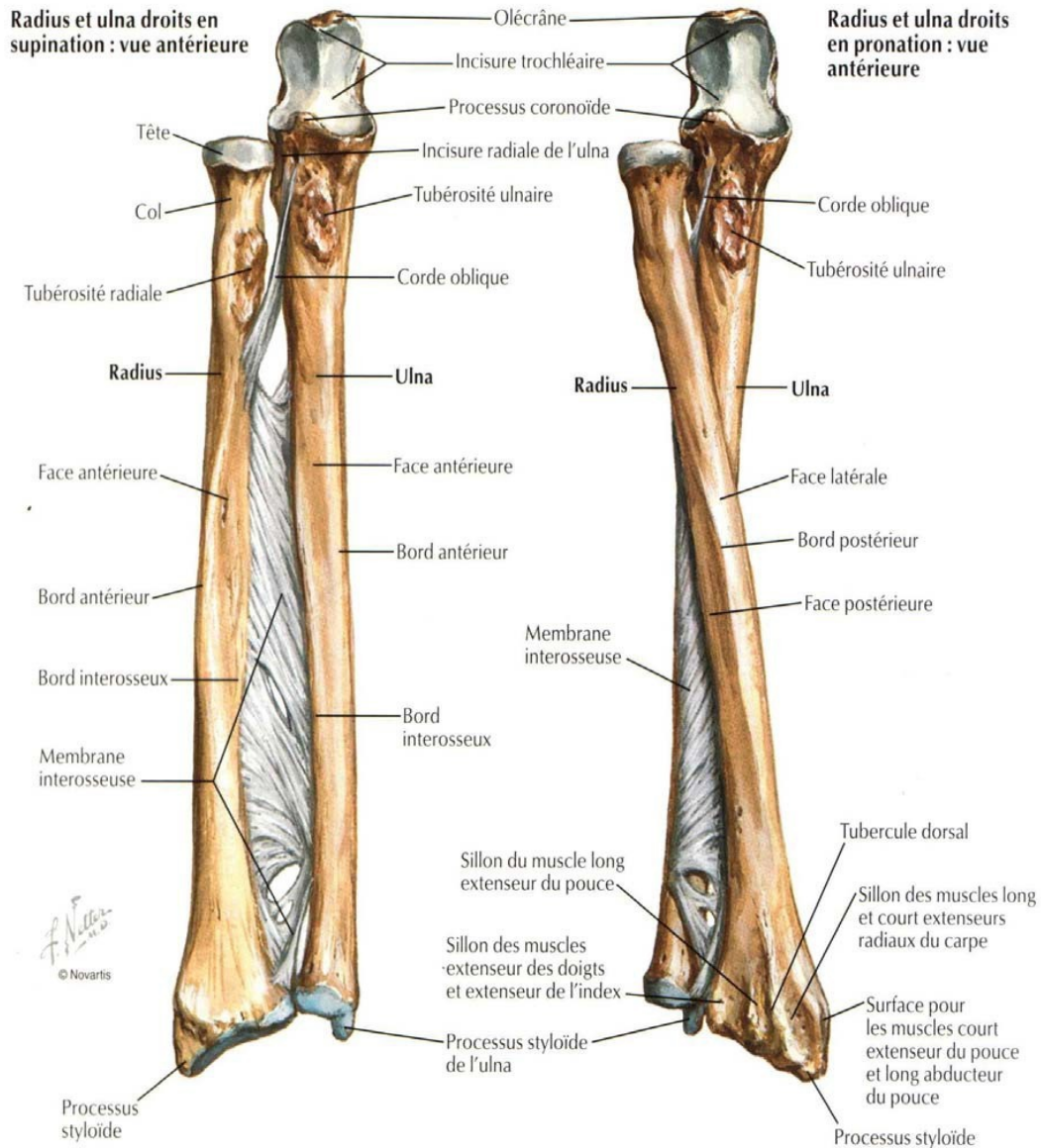


Figure 15 : Les os de l'avant-bras : radius et l'ulna [8].

2. Les plans musculaires [9]:

2.1. Les plans musculaires de la région antérieure de l'avant-bras: (Figure 16)

Ils sont disposés en 3 plans :

a. Plan musculaire superficiel :

Il est représenté par le groupe des muscles épicondyliens, en dehors, et celui des muscles épitrochléens en dedans.

b. Plan musculaire moyen :

Il est constitué par le muscle fléchisseur commun superficiel des doigts.

c. Plan musculaire profond :

Il est constitué de 3 muscles :

Le muscle long fléchisseur propre du pouce

Le muscle fléchisseur commun profond des doigts

Le muscle carré pronateur.

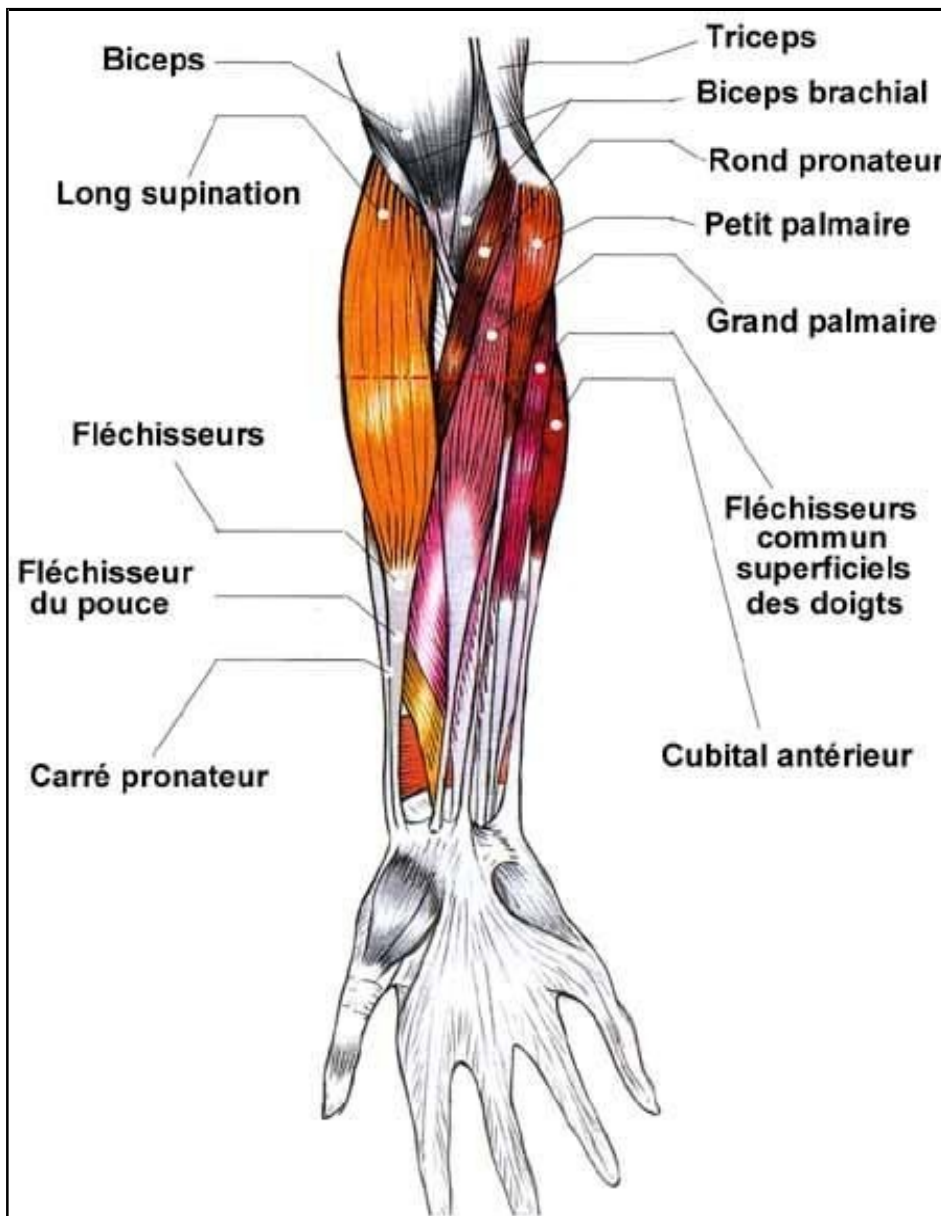


Figure 16: Les muscles de la région antérieure de l'avant-bras [9]

2.2. Les plans musculaires de la région postérieure de l'avant-bras : Figure 17

Ils sont disposés en deux plans :

a. Plan superficiel :

Il est constitué de quatre muscles :

Le muscle anconé (muscle court extenseur du coude)

Le muscle ulnaire postérieur (muscle extenseur ulnaire du carpe)

Le muscle extenseur propre du 5eme doigt

Le muscle extenseur commun des doigts.

b. Plan profond:

Il est constitué de quatre muscles :

Le muscle long abducteur du pouce

Le muscle court extenseur du pouce

Le muscle long extenseur du pouce

Le muscle extenseur propre de l'index. (Muscle extenseur de l'index)

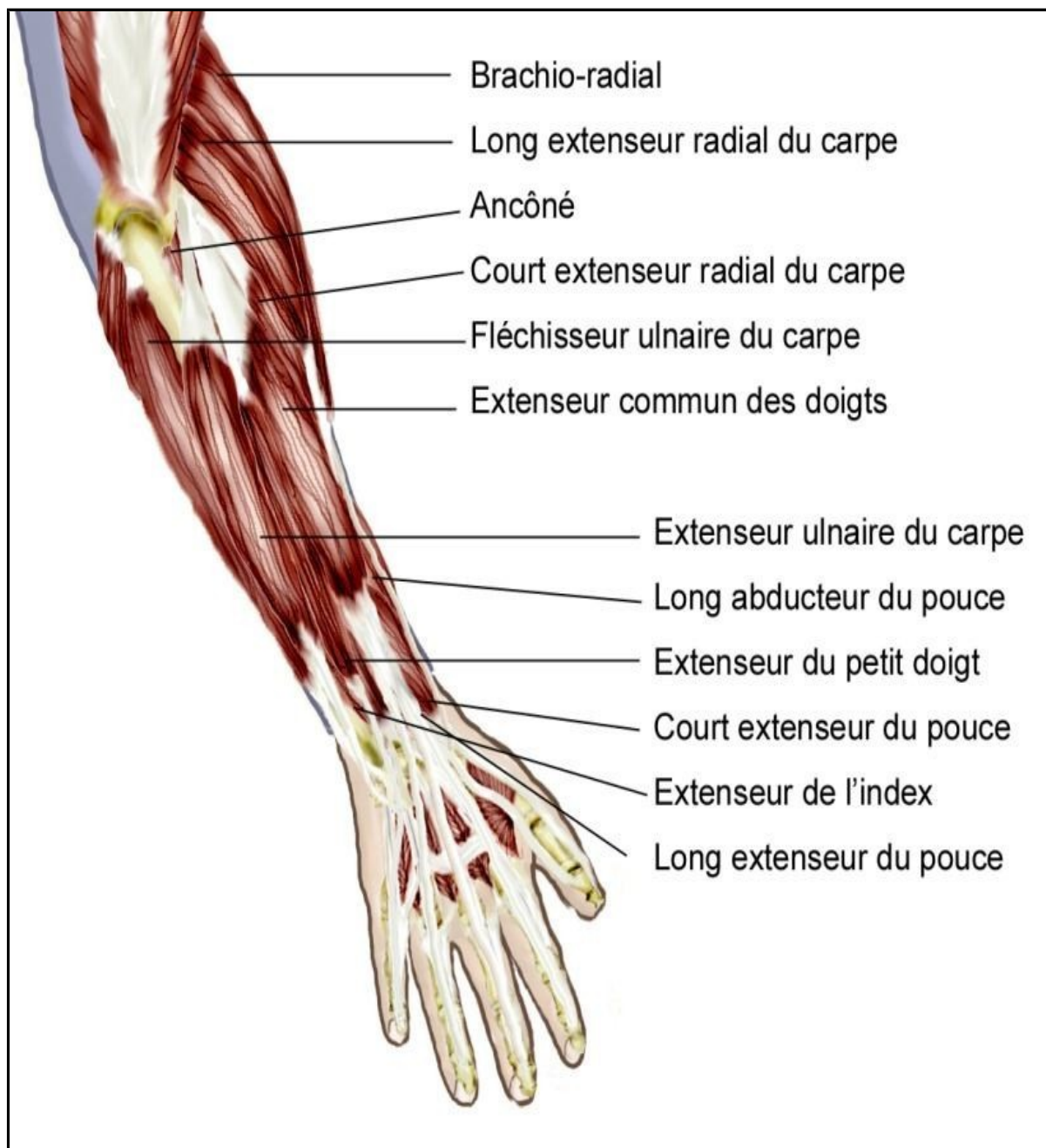


Figure 17: les muscles de la région postérieure de l'avant-bras [9].

3. Vascularisation et innervation [9] :

3.1. Vascularisation artérielle :

La région antérieure de l'avant-bras est traversée par les branches de division de l'artère humérale : en dedans l'artère ulnaire et en dehors l'artère radiale.

3.2. Vascularisation veineuse :

a. Les veines superficielles:

Au niveau de l'avant-bras, les troncs veineux principaux sont :

La veine radiale superficielle

La veine médiane

La veine ulnaire

La veine radiale accessoire

b. Les veines profondes :

Elles sont satellites des artères et portent le même nom que l'artère correspondante.

3.3. Innervation :

Elle est assurée par :

a. Le nerf ulnaire :

→ l'embrochage ulnaire au niveau de la face postéro-médiale est à proscrire du fait de la présence du nerf ulnaire.

b. Le nerf radial :

C'est le nerf de l'extension et de la supination du membre supérieur.

→ Lors de l'embrochage de l'extrémité inférieure du radius, il y a un risque de transfixion des branches du nerf radial.

c. Le nerf musculo-cutané :

C'est un nerf mixte:

- Moteur, il représente le nerf de flexion de l'avant-bras sur le bras.
- Sensitif pour la moitié latérale de l'avant-bras et la région proximale de la loge thénar.

II. Rappel biomécanique: [10]

La conformation des deux os de l'avant-bras et des articulations radio ulnaires supérieures et inférieures conditionne les mouvements de pronation et de supination.

La mesure des amplitudes se fait sur un coude fléchi à 90°.

La verticale indique la position de référence: 0 degré = position neutre

À partir de cette position, la pronation est de 85° et la supination : 90°. (Figure 18)

Les mouvements se font autour d'un axe qui passe par le centre de la tête radiale et par le centre de la tête ulnaire.

Les impératifs de la pronosupination ont été définis depuis longtemps par DESTOT :

- La longueur des 2 os doit être intacte.
- La courbure pronatrice du radius est intacte.
- Il ne doit pas y avoir de décalage d'un des 2 os.
- L'espace interosseux doit être libre.
- Les deux articulations radio ulnaires sont mobiles.

Ce mouvement de pronosupination se fait sous l'action de quatre muscles associés deux à deux:(figure 19)

- **Les muscles de la supination :**
- Le court supinateur commandé par le nerf radial, enroulé autour du radius, agit par déroulement.
- Le long biceps commandé par le nerf musculo-cutané, inséré sur la tubérosité bicipitale agit par tractions.
- **Les muscles de la pronation :**
- Le carré pronateur commandé par le nerf médian, enroulé autour de l'extrémité inférieure du cubitus, agit par déroulement du cubitus par rapport au radius.
- Le rond pronateur commandé par le nerf médian, inséré sur le sommet de la courbure pronatrice, agit par traction.

Le jeu des muscles assure une amplitude de 85° à 90° de part et d'autre de la position intermédiaire, pouce en haut et paume en dedans.

L'ensemble de ces données permet de saisir l'importance de la restitution anatomique du squelette antébrachial. Toute déformation d'axe importante entrainera un dysfonctionnement radio-ulnaire et une impossibilité de rotation des deux os.

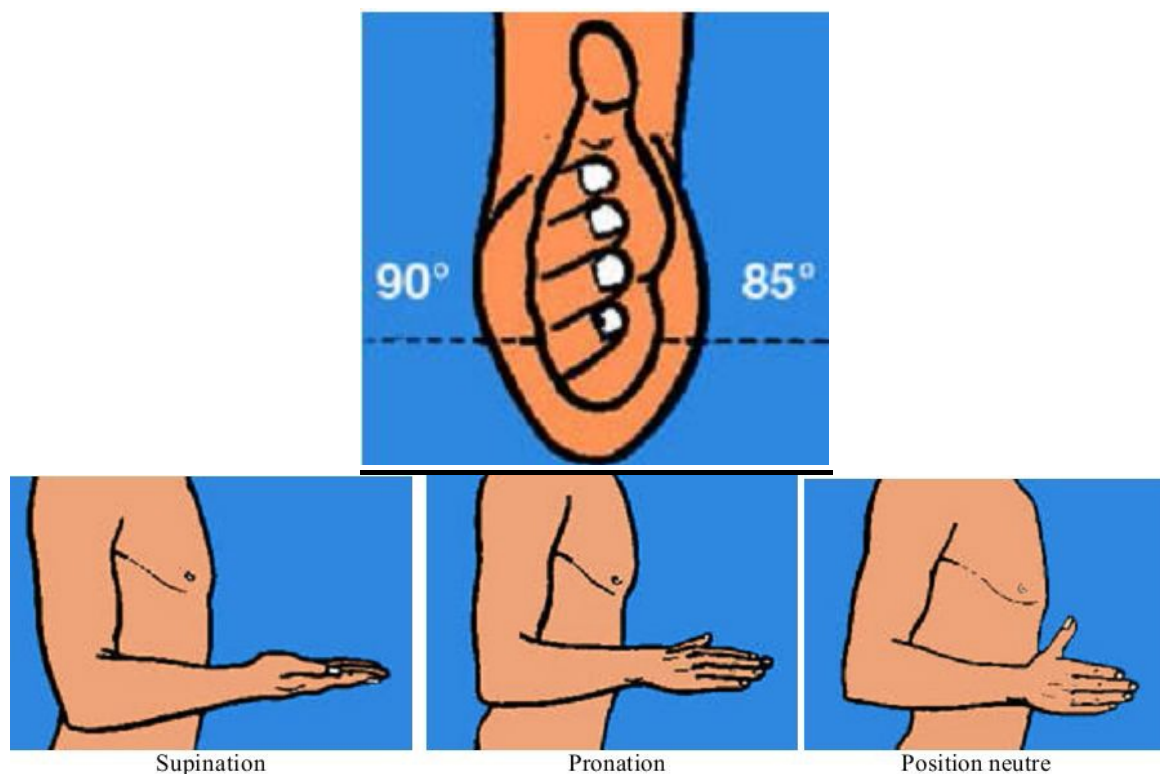


Figure 18: les degrés de la pronation et de supination

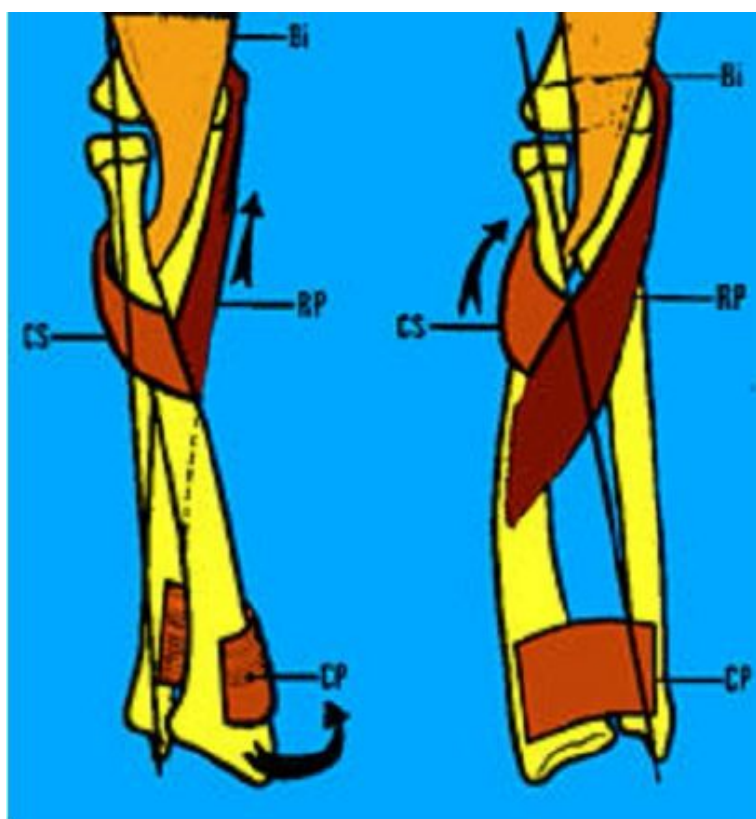


Figure 19 : Les muscles responsables de la pronosupination [10]

III. Physiopathologie [11]:

Le retard de consolidation osseuse est défini par l'absence de cal unitif et indolore au-delà des délais habituels de consolidation et ce jusqu'à la fin du sixième mois. Au-delà de ce terme, l'on parle de pseudarthrose, ce processus est définitif et ne peut aboutir à la consolidation sans nouveau traitement.

Cliniquement, les manifestations peuvent manquer ou bien se révéler par une douleur.

Aux radiographies, la pseudarthrose est dite atrophique si le cal n'est pas visible et que les traits de fracture sont toujours visibles. Les extrémités sont éfilées et d'allure porotique.

On différencie deux types de pseudarthrose :

- Les pseudarthroses aréactives, ou atrophiques, sont l'apanage d'ostéosynthèse par plaque vissée, des fractures avec perte de substance ou des fractures comminutives opérées avec des fragments intermédiaires dévascularisés.
- Les pseudarthroses dites hypertrophiques se caractérisent par la présence d'un cal circulaire volumineux mais non unitif. L'ostéogenèse est effective mais le manque de stabilité du foyer empêche qu'elle soit efficace. Les pseudarthroses réactionnelles ou hypertrophiques, compliquent les fractures mal immobilisées.

Plusieurs études ont montré que le tabagisme est un facteur favorisant la pseudarthrose. D'autres facteurs sont reconnus comme péjoratifs : l'insuffisance vasculaire, le diabète et l'éthylisme. [11]

IV. Clinique:

Le diagnostic des pseudarthroses de l'avant-bras est basé sur la clinique et confirmé par des examens radiologiques simples.

Signes fonctionnels :

- Douleur
- Impotence fonctionnelle

Signes physiques :

- Mouvements anormaux au niveau du foyer fracturaire.
- Limitation de la prono-supination.
- Craquement du foyer.
- Déformation de l'avant-bras.
- Diminution du secteur de mobilité antébrachiale.

V. Imagerie [12, 13]:

La radiologie simple de face et de profil est souvent suffisante, mais parfois on est obligé de faire appel à des clichés de stress, clichés en position forcée, tomographie, scintigraphie osseuse, scanner, imagerie par résonance magnétique, thermographie, artériographie ...

1. Radiologie standard :

C'est un examen simple, peu coûteux, facile à répéter permet facilement la confirmation du diagnostic de pseudarthrose, elle permet de montrer une absence complète des travées osseuses avec un espace clair inter fragmentaire.

Les canaux médullaires sont obstrués et les extrémités sont scléreuses avec un aspect en «sucre d'orge» pour les pseudarthroses atrophiques et en «patte d'éléphant» pour les pseudarthroses hypertrophiques [12, 13].

2. Scintigraphie osseuse :

Permet de prévoir l'évolution du cal, lorsqu'il apparaît fragile et quand le problème d'une greffe de renforcement se pose, en se basant sur l'importance du marquage osseux.

Cependant elle ne peut différencier s'il s'agit de pseudarthrose ou d'un retard de consolidation [12, 13].

VI. Biologie :

Bilan biologique fait de : VS (vitesse de sédimentation), CRP (protéine c réactive), Procalcitonine. Pour éliminer une pseudarthrose septique.

VII. Schéma thérapeutique:

A. Choix de la voie d'abord : [14]

Deux voies d'abord différentes : Une pour chaque os.

L'ulna est sous cutanée, elle est palpable sur tout son trajet, L'abord est direct [14], dorsal centré sur la crête ulnaire.

Pour le radius la voie couramment utilisé est la voie de Henry (antérieure), la voie dorsale/postérieure de Thompson est pourvoyeuse de complications nerveuses (nerf radial près du coude et près du poignet).

En cas d'atteinte antébrachiale, la combinaison des deux voies d'abord est nécessaire.

Abord antérolatéral [14] : Cet abord permet l'exposition de la totalité du radius. Il s'agit de la voie idéale pour l'ostéosynthèse du radius.

Technique :

Le patient est installé en décubitus dorsal, le bras et l'avant-bras en supination sur une table.

L'incision commence au pli du coude puis longe le bord médial du brachioradial et s'étend distalement en direction du poignet, sur le relief du fléchisseur radial du carpe (**figure 20A**). Le fascia antébrachial est incisé dans l'axe de l'incision cutanée. On passe ensuite entre le brachioradial en dehors et les autres muscles qui sont en position plus médiale avec, de haut en bas, le brachial antérieur, le rond pronateur puis le fléchisseur radial du carpe.

Dans l'abord du tiers supérieur, il est important de repérer :

- Le nerf radial à sa sortie du brachial antérieur, qui se divise en ses deux branches : l'une superficielle cheminant sous la face profonde du brachioradial, l'autre profonde pénétrant entre les deux chefs du muscle supinateur ;
- L'artère radiale, passant devant le rond pronateur et donnant l'artère récurrente radiale antérieure et sa veine qui seront liées.

Afin d'aborder le radius, on doit désinsérer le supinateur :

L'avant-bras est positionné en supination forcée — cette position expose l'insertion du supinateur sur le radius et éloigne latéralement la branche profonde du nerf radial — ; le tendon du biceps est suivi jusqu'à son insertion sur le radius. Étant ainsi au contact du radius, le supinateur est désinséré en sous-périosté avec prudence et il est rabattu avec le nerf radial en dehors (**figures 20B et 20C**). Apparaît alors le radius dans son tiers supérieur.

Pour aborder les deux tiers inférieurs du radius, l'artère radiale est repérée, croisant en avant le fléchisseur superficiel des doigts et le long fléchisseur du pouce. Le brachioradial est récliné en dehors avec la branche superficielle du nerf radial, tandis qu'en dedans, on récline le fléchisseur radial du carpe. Le fléchisseur superficiel des doigts et le long fléchisseur du pouce sont ensuite désinsérés, puis le carré pronateur (**figure 20D**).

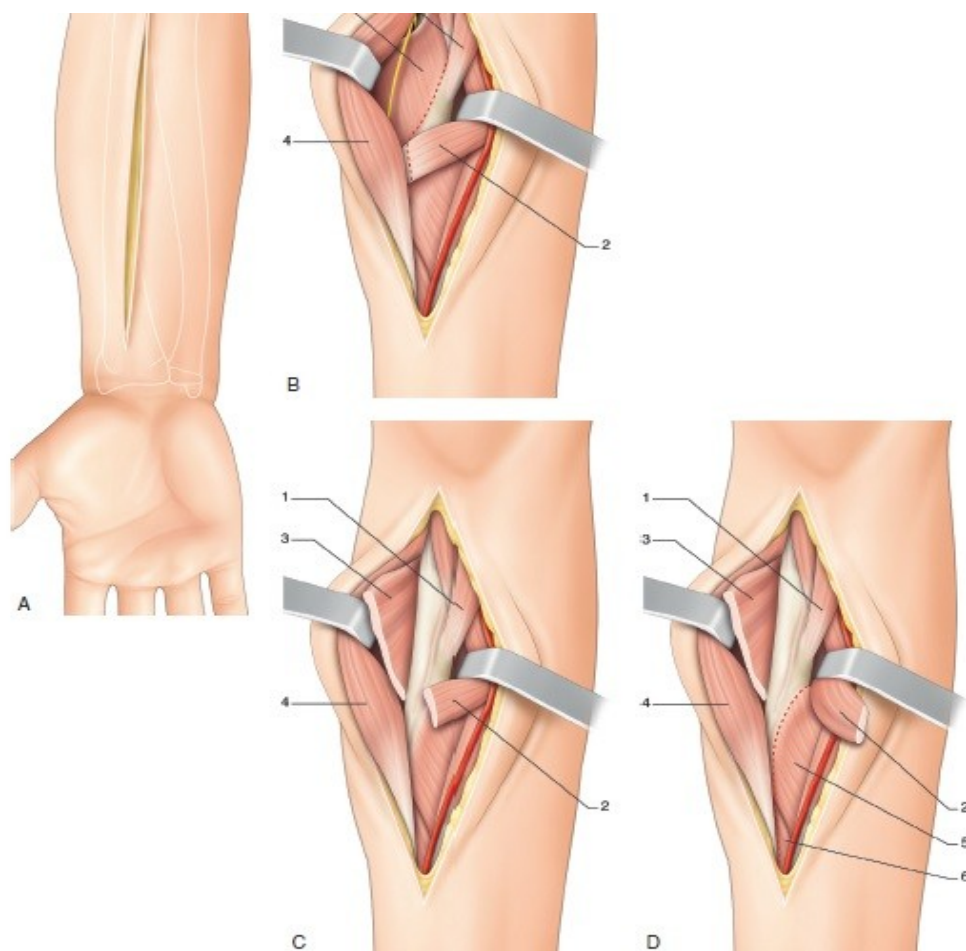


Figure 20 :

Abord antérolatéral. A. Incision cutanée. **B.** Exposition du muscle supinateur. **C.** Désinsertion du muscle supinateur. **D.** Exposition du radius après désinsertion du long fléchisseur du pouce puis plus distalement du carré pronateur.

1. Tendon du biceps. 2. Rond pronateur. 3. Muscle supinateur. 4. Brachioradial.
5. Fléchisseur superficiel des doigts. 6. Long fléchisseur du pouce

Abord postérieur de l'ulna

Cette voie permet de découvrir la diaphyse de l'ulna sur toute sa hauteur.

Technique

Le patient est installé en décubitus dorsal, bras en abduction sur une table, coude fléchi et avant-bras en forte pronation.

L'incision cutanée suit la crête ulnaire postérieure (**Figure 21A**). Dès le contact avec l'os, il faut passer dans l'interstice musculaire entre l'extenseur ulnaire du carpe en arrière et le fléchisseur ulnaire du carpe en avant. Ces muscles sont désinsérés à la rugine, ce qui permet d'exposer très facilement l'ulna (**figure 21B**).

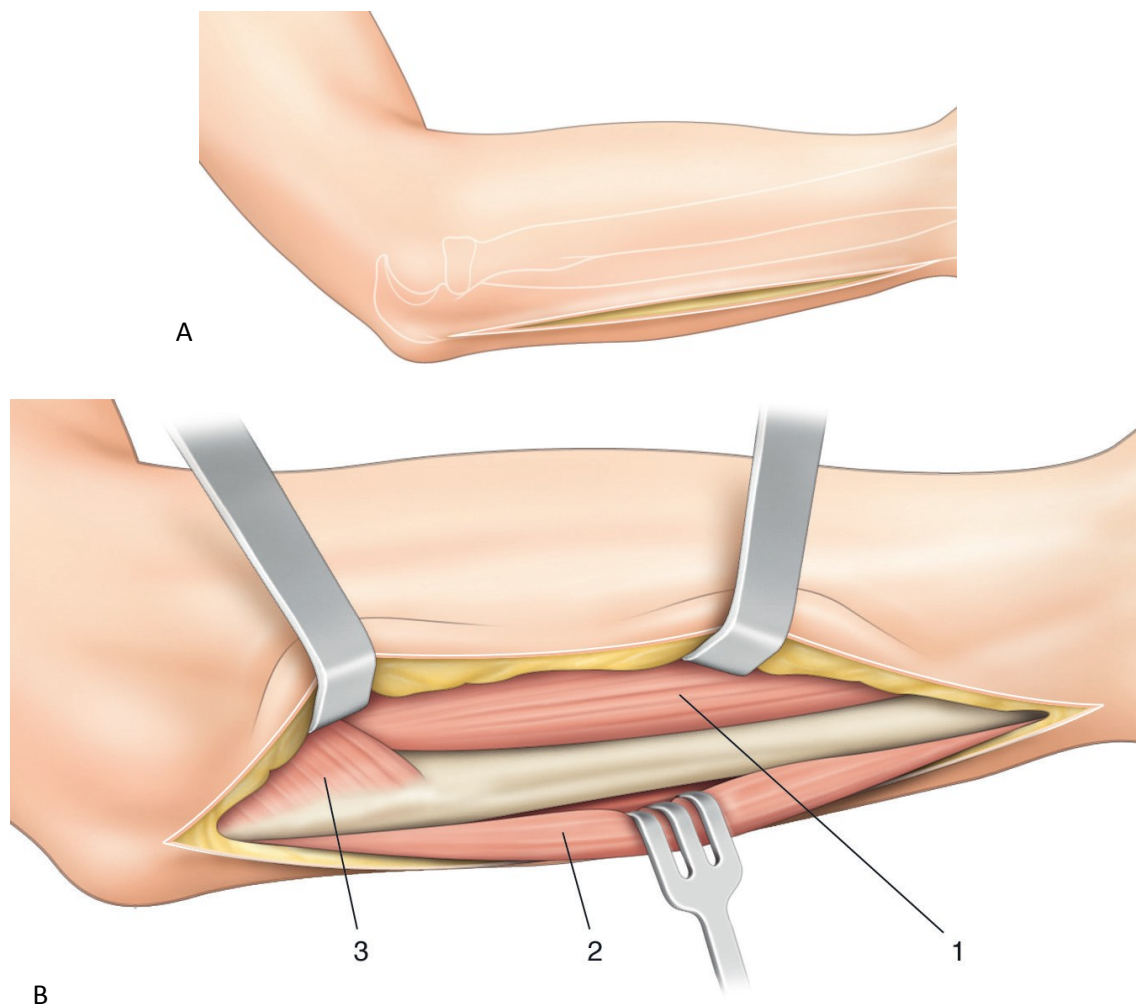


Figure 21 : Abord postérieur de l'ulna. A. Incision cutanée. B. Exposition de l'ulna entre extenseur et fléchisseur ulnaires du carpe.

1. Extenseur ulnaire du carpe. 2. Fléchisseur ulnaire du carpe. 3. Anconé.

B. Notre procédure du traitement : [15]

1. Parage du foyer :

Ce geste, destiné à exciser tout le tissu fibreux de la pseudarthrose n'est en général pas nécessaire. Il risque de déstabiliser le foyer surtout s'il s'agit d'une pseudarthrose serrée. Il n'amène pas une consolidation plus rapide mais contribue à une dévascularisation plus importante. Parfois, ce parage peut être nécessaire pour la correction d'une déviation axiale, en permettant une meilleure mobilisation des fragments.

2. Reperméabilisation du canal médullaire :

Elle impose un démontage du foyer

3. Avivement des berges et étude bactériologique systématique:

La conduite à tenir vis-à-vis de l'os nécrotique n'est pas univoque. En effet, si tout séquestre doit être enlevé, il ne faut pas réaliser une excision extensive conduisant à une perte de substance massive de réparation difficile. Seules les pseudarthroses septiques peuvent imposer de tels gestes : l'excision doit, dans ce cas, être complète, quel que soit le sacrifice osseux qui en résultera, pour obtenir l'assèchement du site.

4. Relance des processus de consolidation :

Le but du traitement est de rétablir la continuité osseuse par l'obtention d'un cal unitif. Cet objectif est prioritaire sur la correction des déformations et des petites inégalités de longueur des membres. Les grandes pertes de substances des membres inférieurs requérant des techniques spécifiques de reconstruction échappent à cette règle. Les moyens à mettre en œuvre associent habituellement à la stabilisation du squelette, le plus souvent par ostéosynthèse, des gestes spécifiques de relance des processus de consolidation et/ou de renforcement du

cal osseux : la décortication ostéo-musculaire et la greffe osseuse autologue.

a. Décortication ostéo-musculaire :

Son principe a été clairement exposé par Robert Judet [01], père de la technique : «C'est une portion vivante qui reste sur place, qui est simplement séparée de l'os, et à laquelle on confie la tâche de se ressouder à l'os et, en même temps qu'elle se ressoude à l'os, d'entraîner le processus de consolidation de cet os lui-même.»

Elle réalise un manchonnage du foyer de pseudarthrose par un abord intra-cortical de l'os à l'aide d'un ciseau à os. Le fourreau de copeaux osseux vascularisé a un double rôle d'ostéogénèse péri-focale et de relance des processus de consolidation du foyer de pseudarthrose lui-même. Elle représente un geste de base du traitement à foyer ouvert des pseudarthroses [16].

Elle doit toujours être associée à une synthèse solide. Elle est pratiquée isolément dans le cas des pseudarthroses hypertrophiques, mais doit être associée à une greffe spongieuse ou cortico-spongieuse toutes les fois où il existe un défaut osseux. Dans le cas des pseudarthroses infectées, elle est réalisable en l'absence d'abcès péri-osseux décollant les parties molles de l'os [17]

b. Greffe cortico-spongieuse autologue :

❖ **Généralités :**

La greffe osseuse a un rôle d'inducteur de la consolidation et de comblement d'un défaut osseux parcellaire ou segmentaire.

Les greffons peuvent être de trois types : spongieux, cortico-spongieux ou corticaux.

Quelle que soit la technique retenue, l'apport de greffons spongieux est

toujours bénéfique. Ces greffons se défendent bien contre l'infection, ils induisent une ostéogénèse rapide et peuvent être placés dans les moindres recoins sans problème. À l'inverse, la greffe corticale pure a une ré-habitation lente et se défend mal contre l'infection. Son prélèvement entraîne toujours la fragilisation du segment de membre donneur. Employée seule, sans synthèse de complément, elle n'assure pas, quel que soit le mode de fixation, une stabilisation satisfaisante du foyer de pseudarthrose. Elle est actuellement abandonnée.

Les greffons autologues sont majoritairement prélevés sur l'os iliaque. Ce choix découle de sa qualité ostéogénique, de la présence d'un volume d'os important permettant des prélèvements de greffons cortico-spongieux (ou spongieux) de forme et de taille variables.

Si les prélèvements sont habituellement bien tolérés, la prise de greffe iliaque n'est pas pour autant un acte bénin et secondaire.

Les complications existent [18], les plus graves sont les lésions de l'artère fessière, la perforation péritonéale, la lésion urétérale, la hernie abdominale, la lésion de l'articulation sacro-iliaque et la lésion du nerf fémoro-cutané.

❖ **Principes de prise d'un greffon corticospongieux dans la crête iliaque antérieure :**

Le patient peut être installé en décubitus dorsal ou latéral

Le greffon doit être pris sur la face interne, respectant ainsi les fessiers et le galbe de la crête. Il faut mesurer au préalable la taille requise pour le greffon.

Amorcer les coupes antérieure et postérieure au ciseau à os à partir du bord interne de la crête, sans dépasser son milieu. La dernière coupe est réalisée, dans le plan de l'aile iliaque, au petit ciseau (en attaquant du coin du ciseau), en suivant le sommet de la crête entre les coupes précédentes.

Il faut ensuite s'étendre en profondeur avec des lames de Pauwells en faisant attention à ne pas perforer l'aile iliaque. Enfin, il faut rompre la corticale avec un ciseau à os. **(Figure 22)**

Il faut suturer les aponévroses de fessiers et du muscle iliaque pour éviter les hernies. Vérifier qu'aucune compresse n'a été oubliée. Un drain de Redon sous-cutané est positionné (En évitant le nerf cutané fémoral latéral lors du passage de l'aiguille à l'aîne) **(Figure23)**.

❖ **Avantage :**

L'accès de la crête iliaque antérieur est facile, et elle permet de prélever des greffons corticospongieux d'excellente qualité bien que d'un volume de spongieux peu important.

❖ Inconvénients :

Les complications à éviter sont :

L'atteinte du nerf fémoro-cutané.

La fracture de l'épine iliaque antérosupérieure.

La lésion de la branche postérieure du 12ème nerf thoracique.

La perforation de l'aile iliaque.

L'hématome.

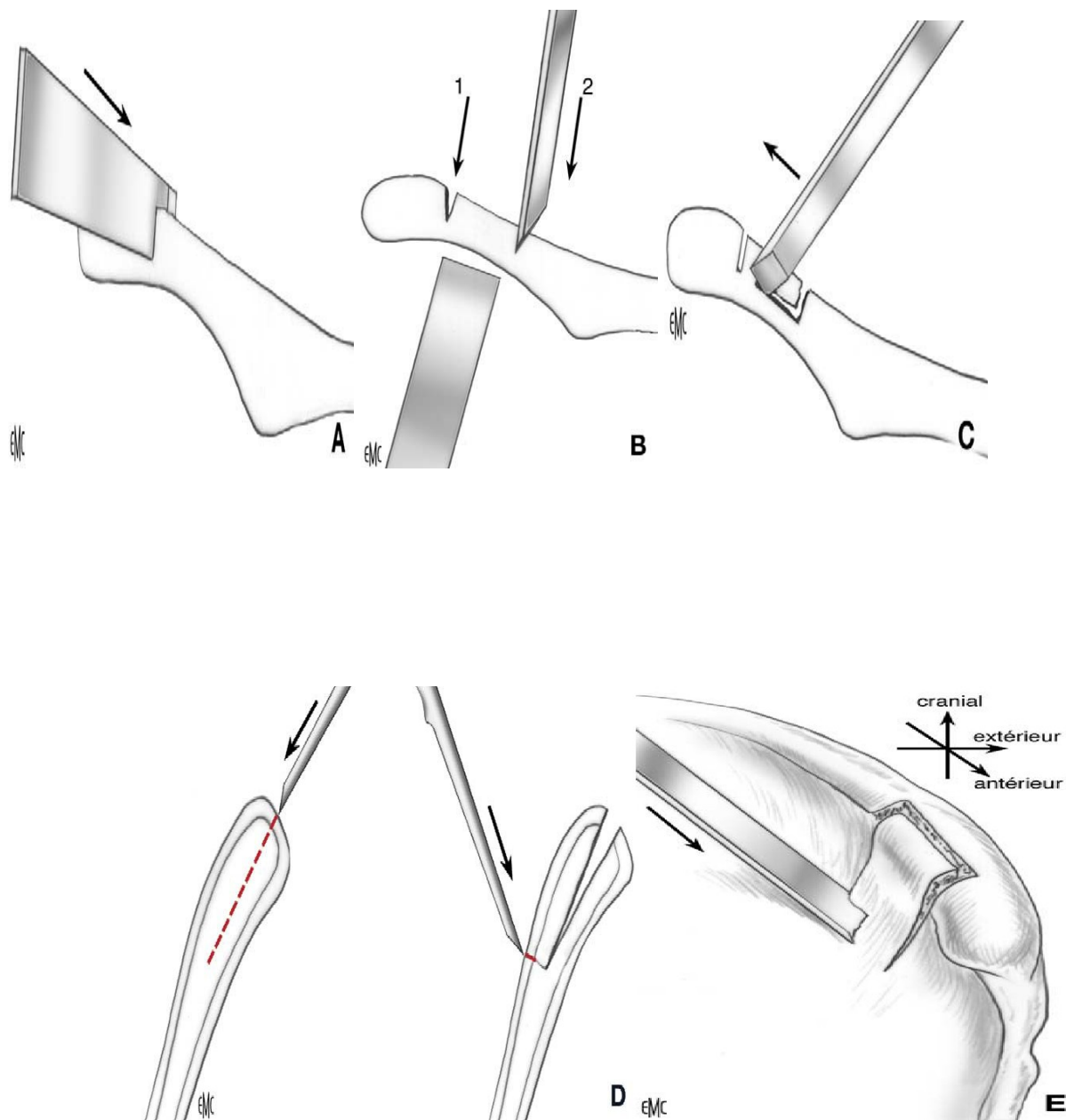


Figure 22: Prélèvement d'un greffon corticospungieux iliaque antérieur (A à E).

[15]

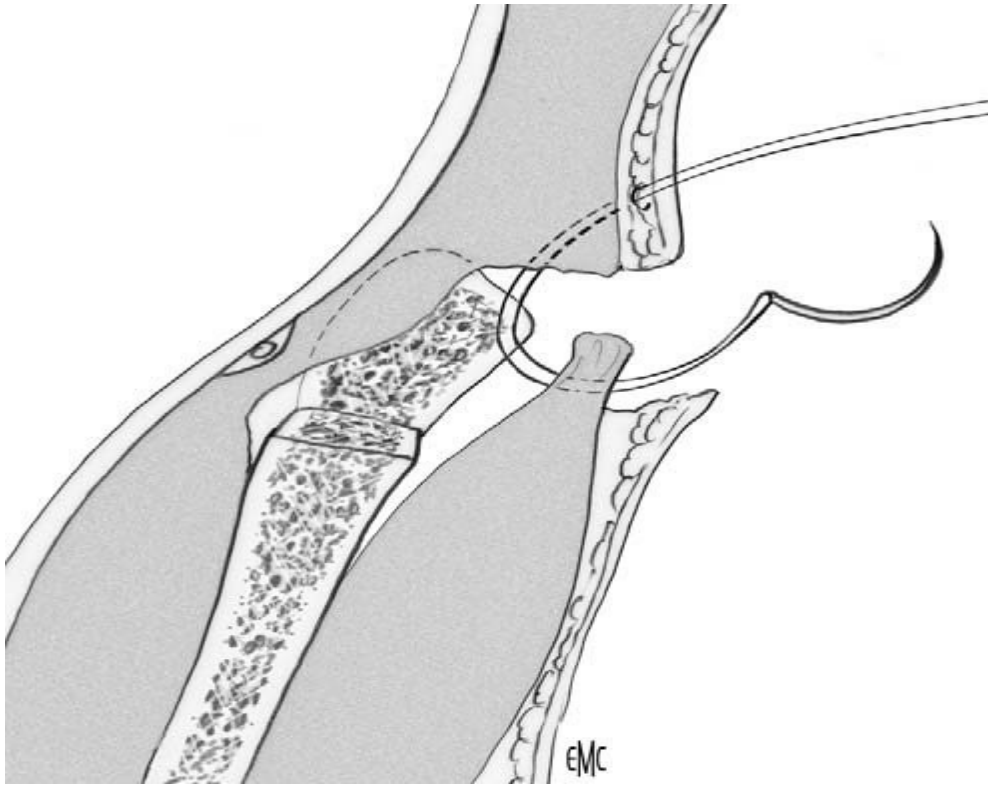


Figure 23 : Fermeture [15].

5. Couverture du foyer :

Toutes les fois qu'une reconstruction par greffe osseuse est envisagée, il est impératif d'avoir des parties molles de couverture de bonne qualité. Dans certains cas, il est nécessaire de faire appel à des lambeaux de type variable. La réalisation d'un tel programme doit être décidée en tenant compte du bénéfice potentiel pour le traitement de la pseudarthrose, du coût fonctionnel du lambeau envisagé et de sa fiabilité.

6. Stabilisation du foyer :

En règle générale le traitement d'une pseudarthrose nécessite une fixation stable du foyer. Les synthèses, outre la stabilisation du foyer, doivent permettre la rééducation pour améliorer ou prévenir les séquelles articulaires de la pseudarthrose.

✓ Plaque vissée:

Les plaques en compression privilégient la formation endostéale [19]. Les contraintes induites par ce matériel au niveau du foyer peuvent être suffisantes pour induire la consolidation en cas de pseudarthrose hypertrophique.

Toutefois, en cas de berges sclérotiques ou de déficit important, les plaques sont quasi systématiquement associées à des greffes osseuses de type cortico-spongieux ou spongieux. La majorité des indications concerne les deux os de l'avant-bras, où les greffes seront alors cortico-spongieuses, et l'humérus ou le fémur proximal où on utilisera préférentiellement des greffons spongieux (**Figure 24**).



Figure 24: Cliché postopératoire immédiat. D'ostéosynthèse par plaque vissée [20]

C. Autres techniques de relance des processus de consolidation:

1. Greffes vascularisées :

Elles ont d'abord été d'origine costale, le péroné vascularisé gagnant ensuite les faveurs des chirurgiens. Les progrès de la microchirurgie ont permis de développer ces techniques qui requièrent le plus souvent une collaboration entre les chirurgiens orthopédistes et les plasticiens.

La vascularisation de ces greffons représente un avantage dans les pertes de substances importantes, puisqu'elle favorise évidemment l'intégration et le remodelage osseux. Le maintien de la vascularisation est également intéressant dans les cas de lésions infectées et permet d'assurer à la greffe une meilleure défense contre tout réveil infectieux [21]. Enfin, par l'emploi de lambeaux ostéo-cutanés ou musculo-cutanés, ces techniques microchirurgicales permettent la synthèse et la couverture osseuse dans le même temps.

Néanmoins, ces procédures sont lourdes et les risques de séquelles douloureuses ou fonctionnelles au site de prélèvement sont réels et parfois invalidants pour le patient.

2. Greffes de banque homologues :

Elles ont l'avantage d'éviter tout prélèvement et d'être disponibles en volume illimité. Leur propriété ostéogénique est inférieure à celle de l'os autologue. Leur mise en place dans un foyer potentiellement septique est risquée et, dans le cadre d'une intervention dont le but essentiel est l'obtention d'une consolidation, leur emploi est déconseillé.

Leur utilisation associée à des protéines ostéo-inductrices en fait une matrice potentielle pour la reconstruction de perte de substance osseuse.

3. Substituts osseux :

Ils peuvent être utilisés pour augmenter le volume d'une greffe spongieuse autologue. Leurs utilisations isolées ont un rôle et une place discutés dans le traitement des pseudarthroses.

Comme pour les allogreffes, le regain d'intérêt actuel les concernant, provient de leurs couplages potentiels avec des protéines ostéo-inductrices.

4. Technique de la membrane induite [22]:

Le principe de la technique est une opération en deux temps. Le premier temps opératoire comprend un débridement et un parage radicaux et la mise en place d'une entretoise en ciment dans le défaut. Un lambeau de réparation des parties molles est associé en cas de nécessité. Le deuxième temps opératoire, réalisé 6 à 8 semaines plus tard, consiste à retirer l'entretoise et à remplir la cavité par de l'autogreffe spongieuse mélangée à un substitut d'os le cas échéant. L'étude de la membrane induite par le ciment a révélé plusieurs propriétés : la membrane prévient la résorption de la greffe spongieuse et contribue à sa revascularisation ; elle sécrète des facteurs de croissance (VGEF, TGF, BMP-2...) qui participent à la consolidation. [22]

5. Protéines ostéo-inductrices :

Plusieurs molécules ont montré des propriétés ostéo-inductrices. En 1965 déjà, Urist et Strates démontraient le rôle des BMPs (2et 4 sont les plus utilisées), protéines issues de la famille des TGF-β [23]. Depuis lors, de nombreuses molécules ont été individualisées (Tableau I). Plus récemment, des résultats similaires ont été obtenus avec une autre protéine de la famille BMP, l'*osteogenic proteine-1* (OP-1) [24, 25, 26,27] (Tableau 3).

Tableau 3: Les principales BMPs (Bone Morphogenetic Protein) et leurs fonctions [20].

BMP	Fonctions connues
BMP1	Métalloprotéase active sur les pro-collagènes I, II et III et impliquée dans le développement cartilagineux.
BMP2	Joue un rôle majeur dans la différenciation des ostéoblastes.
BMP3	Induit la formation osseuse.
BMP4	A un rôle dans le développement des dents et des membres, de même que dans la réparation des fractures
BMP5	Influence le développement cartilagineux.
BMP6	Aurait un rôle dans la protection des articulations de l'adulte.
BMP7	Joue un rôle important dans la différenciation des ostéoblastes.

6. Discussion actuelle : PRP [28]

Une nouvelle technique de traitement des Pseudarthroses post-traumatique d'avant-bras chez les jeunes patients avec enclouage et plasma riche en plaquettes [28]. Qui reste un sujet de débat et de discussion scientifique.

Le but de l'étude était d'établir un meilleur moyen de traitement et de trouver une technique qui pourrait éviter l'utilisation de greffons osseux, parce que l'obtention de l'os autologue nécessite une intervention chirurgicale qui pourrait être très invasive en fonction de la quantité d'os nécessaire.

Tous les patients ont obtenu d'excellents résultats cliniques [28].

La série comportait un échantillon réduit fait de 7 patients, de ce fait il est nécessaire d'analyser plus de cas. Cette étude a montré que l'utilisation d'enclouage centromédullaire associé à la PRP dans la pseudarthrose atrophique du radius ou de l'ulna permet d'obtenir la guérison sans avoir recours aux greffes osseuses autologues. [28]

D. Autres possibilités de stabilisation osseuse

1. Ostéosynthèse par fixation interne :

Les choix sont multiples : ostéosynthèse par vis, par plaque ou par clou centromédullaire (le plus souvent verrouillé). La décision sera fonction du type de pseudarthrose et de sa localisation [29]. L'utilisation de vis isolées n'a, à l'heure actuelle, quasi plus d'application en dehors de la fracture du scaphoïde où elle est associée à une greffe osseuse.

✓ Enclouage centromédullaire:

L'utilisation de clous trouvera sa place dans les pseudarthroses hypertrophiques sans trouble d'alignement significatif. L'enclouage permet la stabilisation du foyer sans déperiostage.

Les clous verouillables actuels permettent l'utilisation de vis transfixiantes, métaphysaires ou épiphysaires, qui participent à l'immobilisation adéquate et réduisent le risque de raccourcissement et l'apparition de troubles d'axe ou de vice de rotation secondaire du membre.

Le risque majeur de ces traitements est la contamination de l'ensemble de l'os en cas de pseudarthrose infectée ou lors de la mise en place d'un clou après un fixateur externe.

2. Ostéosynthèse par fixation externe:

Il existe essentiellement trois types de fixateurs externes : Hofmann, monoaxial et Ilizarov, véritables mécanos tridimensionnels modulables, ils permettent tous une stabilisation et une correction des troubles d'axes. Le fixateur de Hofmann est constitué d'un cadre rigide, connecté à l'os par des broches filetées. Il est impératif de mettre en place trois broches de chaque côté de la fracture et de les placer aussi près du foyer de fracture que les lésions locales le permettent, afin d'assurer la stabilité nécessaire (**Figure25**).



Figure 25 : fixateur externe [30]

E. L'amputation [31,32] :

Généralement la seule indication c'est la pseudarthrose avec des dégâts vasculaires et nerveux importants.

DISCUSSION DE LA SÉRIE HOSPITALIÈRE

I. Epidémiologie:

1. Fréquence :

Les pseudarthroses aseptiques constituent la principale complication tardive des fractures diaphysaires antébrachiales. Les différentes séries de la littérature situent le taux de pseudarthrose aseptique de l'avant-bras entre 2 et 10% [33, 34, 35, 36, 37, 38].

2. Répartition selon l'âge :

Nous avons constaté dans notre série que la majorité des cas s'observent entre 26 ans et 35 ans.

Ces résultats sont comparés avec les données de la littérature comme l'illustre le tableau suivant:

Tableau4 : Age des patients atteints de pseudarthrose selon les différentes séries

Auteur	Nombre de cas	Age moyen	Ages extrêmes
REIS [39]	31	30ANS	
SAKA [40]	8	37ans	19-55
kloen P [41]	47	37ans	16-76
Notre série	21	34.52	18-56

On constate que les données de la littérature correspondent à nos données, en effet toutes les études publiées s'accordent pour l'âge jeune des patients vu que c'est la population la plus active et donc la plus exposée aux AVP (Accident de la voie publique).

3. Répartition selon le sexe :

On note dans presque toutes les séries une prédominance masculine.

Le tableau suivant prouve en chiffres notre constatation:

Tableau 5 : Répartition selon le sexe des différentes séries.

Auteur	Nombre de cas	Nombre d'hommes	Nombre de femmes	Sexe ratio
REIS [39]	31	27	4	6.75
SAKA [40]	8	5	3	1.66
kloen P [41]	47	35	12	2.9
Notre série	21	16	5	3.2

4. Répartition selon le côté atteint :

L'étude du côté atteint a pour but d'évaluer la possibilité de reprise du travail, d'autant plus si les deux cotés sont atteints.

Dans notre série on trouve une prédominance du côté gauche qui présente 62% contre 38% pour le côté droit.

Ces données sont comparées avec les données de la littérature comme l'illustre le tableau suivant:

Tableau 6 : Côté atteint selon les différentes séries.

Auteur	Côté droit	Côté gauche	Les deux cotés
kloen P (2010)	25(53%)	21(45%)	1
Notre série	8 (38%)	13(62)	0

5. Répartition selon le côté dominant :

Dans notre série il y avait : douze 12 atteintes du côté dominant soit 57%, et 9 atteintes du coté non dominant.

Dans la série de REIS [39], il y'avait 26 atteintes du côté_dominant, soit 83 %, et 5 atteintes du non dominant.

La recherche de l'atteinte du côté dominant est primordiale pour établir un pronostic sur le reclassement socioprofessionnel.

Tableau 7 : côté dominant selon les différentes séries

Auteur	côté dominant	côté non dominant
REIS (2009)	83%	17%
Notre série	57%	43%

6. Facteurs de risque :

Parmi les facteurs de risque des pseudarthroses diaphysaires de l'avant-bras, on retrouve le tabagisme.

Dans notre série il y avait un seul cas de tabagisme chronique soit 4%,

Ce résultat est contraire à celui de beaucoup d'auteurs, comme, kloen P [41] qui a retrouvé un pourcentage de 58% de tabagisme.

II. Traumatisme initial: Fracture antébrachiale

1. Lieu de prise en charge :

Tous les patients ont été pris en charge initialement dans un département autre que notre structure [40]

Dans notre série, Parmi les 21 patients, Six patients avaient été pris initialement en charge dans notre structure.

2. Mécanisme :

Les accidents de la voie publique, les chutes et les accidents de travail, sont les étiologies les plus rencontrées dans les fractures de l'avant-bras. Leur fréquence varie d'une série à l'autre, avec une dominance très remarquable des accidents de la voie publique.

Le tableau suivant illustre la fréquence des AVP (Accident de la voie publique) aboutissant aux fractures de l'avant-bras.

Tableau 8: Etiologies du traumatisme initial selon les différentes séries.

Auteur	Pourcentage des AVP (Accident de la voie publique)
Kloen P (2010)	55%
SAKA (2014)	62%
Notre série	100%

3. Examen clinique :

3.1. Impotence fonctionnelle:

Chez la majorité des patients, on constate :

Une douleur avec impotence fonctionnelle dans les différentes séries de la littérature.

3.2. Ouverture cutanée :

L'ouverture du foyer fracturaire expose à l'infection qui est un des facteurs de survenue de la pseudarthrose. [42]

Ceci par le biais de trois facteurs :

- Désinsertion du matériel d'ostéosynthèse entraînant l'instabilité du foyer de fracture.
- Ostéolyse des extrémités fracturaires augmentant ainsi l'écart inter fragmentaire.
- Nécrose et séquestration des fragments fracturés.

Dans notre série il y avait trois cas de fracture ouverte dont un stade I et deux stade II selon la classification de Duparc, soit 14%.

Dans la série de Kloen P [41] il y'avait 18 cas de fractures ouvertes parmi 47 cas, soit 38%.

Dans la série de SAKa [40] il y'avait un seul cas de fracture ouverte parmi 8 cas, soit 12.5%.

Tableau 9 : Pourcentage des fractures ouvertes dans les différentes séries

Auteur	Pourcentage des fractures ouvertes
KLOEN P [41]	38%
SAKA [40]	12.5%
Notre série	14%

3.3. Lésions associées:

La recherche des lésions associées est primordiale, car elle permet d'établir une idée sur le pronostic de la fracture, et sur l'évolution postopératoire.

Dans la série de Kölen [41] il y avait 10 cas de lésions nerveuses associées et un seul cas d'atteinte artérielle. Et 11 cas polytraumatisés.

Dans notre série il y avait un seul cas de paresthésie sur le territoire du nerf médian récupéré, par contre on n'a noté aucun cas de paralysie radiale ni du plexus radial.

4. Analyse radiologique :

Radiographie standard de l'avant-bras en incidence de face et de profil :

Selon la topographie des lésions :

Dans la série de Kloen [41], on note une prédominance des fractures des deux os de l'avant-bras avec un pourcentage de 38.29%, 31.91% pour les fractures ulnaires, 14.89 pour les fractures radiales, 10.63 pour les fractures de Monteggia, et 4.25% pour les fractures de Galeazzi .

Dans notre série :

Deux os de l'avant-bras : **5 cas.**

Diaphyse ulnaire : 8 cas.

Fracture de Monteggia : **2 cas.**

Diaphyse radiale : 6 cas.

(Toutes suite à un accident de la voie publique)

Tableau 10 : Topographie des lésions selon les différentes séries.

Auteur	Deux os	ulna	radius	Monteggia	Galeazzi
REIS [39]	35.48%	29.03%	35.48%	0%	0%
SAKA [40]	0%	75%	25%	0%	0%
Kloen[41]	38.29%	31.91%	14.89%	10.63%	4.25%
Notre série	23.80%	38.09%	28.57%	9.52%	0%

La classification AO [2] a été utilisée pour l'étude du trait de la fracture initiale (tableau 11)

Tableau 11: Classification des fractures initiales selon les différentes séries.

Classification AO	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2
Kloen [41]	6	1	7	13	4	11	3	2
Notre série	5	2	3	8	0	6	0	2

5. Traitement initialement instauré :

La pseudarthrose diaphysaire du membre supérieur, y compris l'avant-bras, doit être différenciée des pseudarthroses diaphysaires du membre inférieur, car les principes des contraintes se font en rotation et en distraction et non pas en compression [43], cette particularité fondamentale est à la base du traitement des fractures diaphysaires de l'avant-bras, qui va s'attacher à bloquer rigidement les forces de cisaillements et de rotations.

Le traitement appliqué à la fracture initiale conditionne son évolution [44], presque tout le monde est d'accord pour penser que le meilleur traitement des fractures de l'avant-bras de l'adulte est l'ostéosynthèse par plaque vissée [45,46].

Le traitement orthopédique, étant donné ses difficultés, ses incertitudes et ses séquelles fonctionnelles (à cause de l'immobilisation prolongée) n'est plus prôné que par quelques auteurs (KENNETH [21] par exemple).

L'embrochage n'amenant qu'une fixation médiocre chez l'adulte aboutissant à un nombre important de pseudarthroses [47, 48].

La plaque vissée avec compression a trouvé sous l'impulsion de DAVIS un terrain privilégié pour fixer les fractures des deux os de l'avant-bras et pour réduire le taux de survenue de pseudarthrose [47, 18, 49].

L'influence du matériel d'ostéosynthèse sur la survenue de pseudarthrose est montrée par plusieurs auteurs qui déclarent que la stabilisation parfaite permet

seul d'espérer la consolidation.

Dans la série de SAKA [40], tous les patients ont bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque vissée

Dans la série de Kloen [41], le traitement initial de la fracture consistait en :

Immobilisation plâtrée : 8 cas, dont 5 cas ont été converti en une fixation par plaque après un délai moyen de 5 jours (4-20 jours).

Plaque de fixation : 22 cas dont 1 cas avec greffe.

Fixation externe : 3 cas.

Broches de Kirchner : 3 cas.

Un cas a été converti de la fixation externe à la fixation par plaque.

Un autre cas a été converti de la fixation par plaque à la fixation externe.

Deux cas ont bénéficié d'une fixation par plaque à deux reprises.

Un cas a bénéficié initialement de fixation par plaque à 2 reprises, puis d'un enclouage centromédullaire à deux reprises.

Un cas avait bénéficié d'un traitement inconnu.

Dans notre série, le traitement initial de la fracture consistait dans 11 cas en brochages centromédullaires par broche de Kirchner, 14 plaques vissées DCP (Dynamic compression plate), et un fixateur externe pour une fracture ouverte.

On comparant nos résultats avec ceux de la littérature, on constate que le traitement initial consistait majoritairement en plaques vissées.

III. L'évolution vers la pseudarthrose :

Le succès de traitement chirurgical dans une pseudarthrose de l'avant-bras dépend de nombreux paramètres tels que le délai de prise en charge par rapport à la lésion initiale, le nombre de l'intervention chirurgicale précédente, la présence d'une infection, la longueur de défaut osseux et enfin la nature de méthode de fixation. Le traitement chirurgical vise à retrouver une bonne longueur des deux os de l'avant-bras, restaurer l'anatomie et récupérer rapidement la fonction du membre supérieur et de la main [50]

1. Délai entre la prise en charge de la pseudarthrose et la fracture initiale :

Dans notre série, le délai entre le traitement initial et le traitement de la pseudarthrose était de **sept** mois (5 à 16 mois. Ceci rejoint le délai moyen de prise en charge de la pseudarthrose dans la série de REIS [39] , dont le délai moyen était de 7.5 mois (5 à 24 mois).

2.Examen clinique :

Le diagnostic des pseudarthroses de l'avant-bras est basé sur la clinique et confirmé par des examens radiologiques simples.

Dans notre série L'examen clinique a révélé des douleurs avec sur l'échelle analogique une moyenne de 7/10 (EV:5 à 10) [5].

La douleur était le motif de consultation le plus fréquent dans les différentes séries de la littérature.

3. Analyse radiologique par radiographie standard de face et de profil :

En se basant sur la classification de WEBER ET CECH [51], dans la série de REIS [39] 90% des pseudarthroses était atrophiques. Ce même résultat est constaté dans la série de SAKA [40] avec un pourcentage de 100% des pseudarthroses atrophiques.

Dans notre série, il y'avait 93% de pseudarthrose viable, ce pourcentage est presque identique dans la série de Kloen [41] avec un pourcentage de 92%.

4. Traitement de la pseudarthrose :

Nous allons discuter la technique chirurgicale de traitement de la pseudarthrose diaphysaire de l'avant-bras, par greffe osseuse, et fixation par une plaque vissée de compression, en comparant nos résultats, avec ceux de la littérature.

Ses principes sont débridement et avivement des tissus non viables et ablation de matériel d'ostéosynthèse défectueux, restauration de l'alignement, la longueur et la rotation.

a. Les indications opératoires :

La douleur, la limitation de la fonction, et la déformation de l'avant-bras, étaient les principales indications opératoires selon Kloen [41].

Ceci rejoint nos indications opératoires pour notre série.

b. Opérateur :

Dans notre série, tous les patients ont été réopérés par deux chirurgiens seniors spécialistes en chirurgie du membre supérieur.

Ceci rejoint les différentes séries de la littérature [39, 40, 41]

c. Voie d'abord :

Dans notre série, ainsi que dans la série de Kloen [41], la voie d'abord utilisée était la voie d'abord classique antérieure de Henry pour le radius et dorsale centré sur la crête ulnaire pour l'ulna.

d. Anesthésie :

Tous les patients ont subi une anesthésie générale dans notre série et dans la série de SAKA [40].

e. L'antibiothérapie d'induction :

Dans notre série, une antibioprophylaxie à base de céphalosporine première génération pendant 48 à 72H a été systématique, après réalisation d'un prélèvement bactériologique systématique. Ce qui était le cas aussi pour la série de SAKA [40].

f. Greffon osseux :

Le choix de la greffe osseuse a été toujours un sujet de controverse [52,53], la greffe osseuse autologue est souvent réalisée en chirurgie orthopédique pour le traitement des pseudarthroses, voir même dans le traitement des fractures fraîches des os de l'avant-bras pour accélérer la consolidation et éviter l'évolution vers la pseudarthrose, cette attitude reste discutée dans la littérature. Par ailleurs la crête iliaque est le site donneur le plus commun pour l'obtention d'une greffe osseuse autologue.

Le greffon était prélevé sur la partie antérieure de la crête iliaque ipsilatérale et disposé en regard du foyer de pseudarthrose.

Ceci était le cas aussi pour la série Reis [39].

g. Fixation :

Dans notre série, une ostéosynthèse par une plaque vissée de compression (type DCP (3,5mm)) était mise en place après compression manuelle du foyer de pseudarthrose, le montage optimal comportait au minimum trois vis de part et d'autre du foyer. Ceci rejoint la série de Reis [39] et de kloen [41], dont la technique d'ostéosynthèse était la plaque vissée de compression.

5. Suites post-opératoires :**a. Immobilisation :**

Le membre supérieur était immobilisé par attelle pendant 30 jours.

Dans la série de SAKA [40]: l'immobilisation était de 2 semaines.

b. Rééducation :

Dans notre série, tous nos patients ont bénéficié d'une rééducation fonctionnelle (passive et active) des articulations sus et sous-jacentes. La rééducation était recommandée dans les différentes séries de la littérature (SAKA [40]).

c. Prélèvement bactériologiques :

Tous les prélèvements bactériologiques réalisés en peropératoire sont revenus négatifs dans notre série, ainsi que dans la série de SAKA [40].

6. Résultats cliniques et radiologiques :

Cliniquement, on définit la consolidation osseuse par l'absence de la douleur au niveau du site de la pseudarthrose. Dans la série de REIS [39], parmi 31 cas, 29 patients ont obtenu un bon résultat fonctionnel évalué par les critères de TSCHERNE [54]. Et 26 patients ont été capables de reprendre leur travail antérieur.

Le résultat fonctionnel a été évalué par le critère TSCHERNE ET AL [54]

Radiologiquement, on définit la consolidation osseuse, par la présence au minimum de 3 ponts de corticales au niveau des clichés de radiologie standard antéro-postérieurs, et latéral [39, 40]

La consolidation a été obtenue chez 30 patients parmi les 31 cas dans la série de Reis [39], dans un délai moyen de 3.5 mois après la chirurgie de la pseudarthrose (2-5 mois).

Dans la série de SAKA [40], le temps moyen de consolidation était de 22 semaines (18 -28 semaines). La consolidation a été obtenue chez tous les patients.

Dans la série de Kloen [41], la consolidation a été obtenue dans un délai moyen de 7 mois (10-84 semaines).

Dans notre série, la consolidation a été obtenue dans un délai moyen de 6,2 mois chez 20 patients parmi les 21 patients.

Nos résultats sont donc superposables avec beaucoup d'auteurs en ce qui concerne le délai moyen de consolidation, comme le justifie les tableaux suivants :(tableau 12-13).

Tableau 12 : Comparaison du délai moyen de consolidation des différentes séries.

Auteur	Délai moyen de consolidation
REIS [39]	3.5 mois
SAKA [40]	5.5mois
Kloen[41]	7 mois
Notre série	6.2 mois

Tableau 13 : Résultats comparés des différentes séries de la littérature (traités par plaques vissées).

Auteurs	Nombre cas	Résultats radiologique	Recul (mois)
kloen P (2010) [41]	47	100% de consolidation	75 [12-315]
Ring D (2004) [53]	35	100%	43
Baldy dos Reis F (2009) [39]	31	97 %	43,2 [24-72]
Notre série	21	95% (1 cas)	32 (31,58) [12- 44]

Nos résultats sont donc superposables à ceux de ces différents auteurs publiés dans la littérature.

7. Complications :

REIS [39], sur 31 cas de pseudarthroses, décrit la survenue d'infection dans 2 cas, 1 cas était déclaré guéri par débridement et antibiothérapie adaptée pendant 2 semaines. L'autre cas, avait une infection persistante nécessitant une cure chirurgicale, aboutissant à l'échec de la consolidation osseuse.

Un cas avait été perdu de vue, du à son décès d'une cause cardio-vasculaire au cinquième mois, après que la pseudarthrose était entièrement guérie, et par ailleurs non suivi à long terme.

Dans la série de SAKA [40], il n'y avait aucun cas de complication per ou postopératoire.

Dans la série de Kloen [41], Parmi les 47 cas, un patient avait présenté une refracture du radius après ablation du matériel, et avait subi à nouveau une fixation par plaque.

Deux patients ont été traités chirurgicalement, un pour raideur du poignet, et l'autre pour ténolyse de l'avant-bras.

Deux patients ont eu des lésions nerveuses en post opératoires : Un patient avait une névralgie paresthésique durable après prise de la greffe osseuse de la crête iliaque, et l'autre avait une paralysie radiale. Ces deux cas de complications nerveuses ont été rétablis.

Deux cas d'infection du site donneur de la greffe osseuse, ont été guéris après éradication du germe par antibiothérapie adaptée et débridement.

Dans notre série :

Les complications propres au geste de cure de pseudarthrose comportaient deux hématomes qui se sont résorbés avec les soins locaux.

Un seul patient avait présenté un sepsis précoce superficiel en postopératoire, bien traité par une antibiothérapie adaptée (le germe : staphylocoque résistant).

Un seul cas d'algoneurodystrophie bien évoluée après une année d'évolution.

La morbidité au site de prise de greffe (crête iliaque) était minime avec deux douleurs légères ne nécessitant pas la prise d'antalgique et une cicatrice inesthétique.

On n'a pas noté d'ossification de la membrane interosseuse (synostose).



CONCLUSION

La pseudarthrose est une complication relativement rare mais grave par les problèmes thérapeutiques qu'elle engendre. Elle constitue la principale complication tardive des fractures diaphysaires de l'avant-bras.

Le traitement des pseudarthroses des deux os de l'avant-bras, fait appel essentiellement à la fixation par la plaque vissée de compression (3,5mm) après débridement, décortication ostéo-musculaire, et autogreffe osseuse d'origine iliaque, et enfin la rééducation. Cette technique a permis de donner des résultats fonctionnels satisfaisants.

Malgré les résultats encourageant du traitement de la pseudarthrose diaphysaire de l'avant-bras, celle-ci reste une pathologie handicapante pour le patient tant sur le plan économique et professionnel que du point de vue psychologique et social.

La nouvelle technique de traitement des pseudarthroses post-traumatique d'avant-bras chez les jeunes patients avec enclouage et plasma riche en plaquettes reste un sujet de débat et de discussion scientifique.



ANNEXES

Annexe I

Fiche d'exploitation :

Données épidémiologiques:

Numéro du dossier et IP :

Age :

Sexe :

Coté dominant :

Coté atteint :

Profession :

Antécédents : Médicaux :

Chirurgicaux :

Facteurs de risque de la pseudarthrose : Anémie

Tabagisme

Ostéoporose

Traumatisme initial : Fracture antébrachiale

Délai entre traumatisme et consultation :

Structure hospitalière de prise en charge :

Mécanisme : Chute

AVP (Accident de la voie publique)

Accident de sport

Accident de travail

Examen clinique : Impotence fonctionnelle

Déformation

Ouverture cutanée :

.Oui : classification de Duparc

.Non :

Lésions associées : .Locaux :

Nerfs

Vaisseaux

Généraux :

Analyse radiologique : Radiographie standard de l'avant-bras en incidence de face et de profil :

Un seul os : Radius

Ulna

Deux os : Radius

Ulna

Fracture de Monteggia

Fracture de Galeazzi

Traitement initialement instauré :

Type d'ostéosynthèse : Interne :

.Plaque vissée DCP

.Plaque vissée 1/3 de tube

.Embrochage

Fixateur externe :

Complications post-opératoires immédiates :

Infection

Déplacement secondaire

L'évolution vers la pseudarthrose :

Délai entre la prise en charge de la pseudarthrose et la fracture Initiale :

Examen clinique : Mouvements du poignet et du coude :

Extension

Flexion

Mouvements de l'avant-bras :

Pronation

Supination

Raccourcissement

Analyse radiologique par radiographie standard de face et de

Profil :

Type de pseudarthrose

Pont osseux

Vis intra focal

Nombre de corticales

Cal vicieux

Traitement de la pseudarthrose :

Type de l'anesthésie : Anesthésie locorégional

Anesthésie général

Garrot

L'antibiothérapie d'induction :

Voie d'abord :

Ablation du matériel initial :

Opérateur :

Prélèvement bactériologique peropératoire :

Décortication : oui

Non

Site de prélèvement du greffon osseux :

Ostéosynthèse : DCP

Suites post-opératoires : Infection :

Oui : germe responsable

Non :

Débricolage de matériel :

Résultats cliniques et radiologiques :

Recul

Mouvements postopératoires : Flexion

Extension

Pronation

Supination

Radiographie :

Consolidation :

Oui

Non

Score de quick dash :

Annexe 2 :

Veillez évaluer vos possibilités d'effectuer les activités suivantes au cours des 7 derniers jours en entourant le chiffre placé sous la réponse appropriée

	Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
1. Dévisser un couvercle serré ou neuf	1	2	3	4	5
2. Effectuer des tâches ménagères lourdes (nettoyage des sols ou des murs)	1	2	3	4	5
3. Porter des sacs de provisions ou une mallette	1	2	3	4	5
4. Se laver le dos	1	2	3	4	5
5. Couper la nourriture avec un couteau	1	2	3	4	5
6. Activités de loisir nécessitant une certaine force ou avec des chocs au niveau de l'épaule du bras ou de la main. (bricolage, tennis, golf, etc..)	1	2	3	4	5

--	--	--

Pendant les 7 derniers jours, à quel point votre épaule, votre bras ou votre main vous a-t-elle gêné dans vos relations avec votre famille, vos amis ou vos voisins ? (entourez une seule réponse)

7.	1	2	3	4	5
----	---	---	---	---	---

	Pas du tout limité	Légèrement limité	Moyennement limité	Très limité	Incapable
8. Avez-vous été limité dans votre travail ou une de vos activités quotidiennes habituelles en raison de problèmes à votre épaule, votre bras ou votre main?	1	2	3	4	5

--	--	--	--	--

9. Douleur de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5
10. Picotements ou fourmillements douloureux de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5

--	--	--

Pendant les 7 derniers jours, votre sommeil a-t-il été perturbé par une douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main ? (entourez une seule réponse)

11.	1	2	3	4	5
-----	---	---	---	---	---

Le score QuickDASH n'est pas valable s'il y a plus d'une réponse manquante.

--	--	--



RESUMES

Résumé :

Introduction :

La pseudarthrose diaphysaire aseptique de l'avant-bras représente une complication majeure des fractures fraîches, son incidence varie entre 2 et 10% selon les différentes séries de la littérature.

Objectifs :

Le but de notre travail est d'évaluer nos résultats fonctionnels et radiologiques du traitement chirurgical des pseudarthroses aseptiques diaphysaires de l'avant-bras par plaque vissée associé à une greffe osseuse et une décortication ostéo-musculaire.

Matériels et méthodes :

Une série de 21 patients (soit 26 pseudarthroses), colligés au sein du service de chirurgie ostéoarticulaire B4 du CHU HASSAN II de Fès, a été revue rétrospectivement durant une période de 6 ans.

Résultats et discussion :

L'âge moyen était de 35 ans avec un recul moyen de 31,58 mois, et des extrêmes de 12 et 44 ans. Le siège le plus fréquent de ces pseudarthroses était l'ulna (10 cas), puis le radius (6 cas) et enfin les deux os (5 cas), 58% des pseudarthroses étaient eutrophiques (soit 15 cas), 35% étaient hypertrophiques (soit 9cas) et 7% étaient atrophiques (soit 2cas).

Nous avons utilisé le score de Grace and Eversmann et le questionnaire de DASH pour évaluer nos résultats. Selon le score de Grace and Eversmann, nous avons obtenu : 15 très bons résultats, 5 bons résultats et 1 résultat moyen qui correspondait à une patiente tabagique chronique et opérée deux fois dans une

autre structure. Par ailleurs la moyenne globale de score Quick DASH était de 14 (5-36). La consolidation des deux os avant était en moyenne de 6,2 mois.

L'utilisation dans notre service de la technique de stabilisation par plaque vissée associée à une greffe osseuse et une décortication ostéo-musculaire a donné des résultats satisfaisants sur le plan de la consolidation osseuse et sur le plan clinique.

Conclusion :

Il convient d'insister sur les éléments d'un véritable traitement prophylactique des pseudarthroses de l'avant-bras, qui est la prise en charge adéquate des fractures fraîches.

Mots clés : avant-bras, fracture diaphysaire, pseudarthrose, plaque vissée, décortication ostéomusculaire, greffe osseuse autologue.

SUMMARY

Introduction:

Aseptic diaphyseal non-union of the forearm is a major complication of fresh fractures, its impact in the literature have varied from 2 to 10%.

The aim:

The aim of this study was to evaluate the outcome of autologous bone grafting, osteomuscular decortications and internal plate fixation in the treatment of radius or ulna aseptic non-union.

Materials and methods:

21 patients (26 non-union), collected in the university clinic of traumatology and orthopaedic in hospital center Hassan II Fez was reviewed retrospectively for a period of 6 years.

Results and discussion:

The mean age was 35 years; range: 18 to 56 years. The mean follow-up was 31, 58 months (range, 12-44 months).

The initial injury was a fracture of the diaphyseal radius and ulna in 5 patients, an isolated fracture of the diaphyseal ulna in 10, an isolated fracture of the diaphyseal radius in 6. 58% of non-union were eutrophic (15 cases), 35% were hypertrophic (9cases) and 7% were atrophic (2 cases).

Patients were evaluated using Grace and Eversmann scale and DASH score. According to the Grace and Eversmann ratings, our functional results were excellent in 15, good in 5 and acceptable in 1 and the mean DASH score was 14 (range: 5 to 36) points.

Conclusion:

This strategy gave satisfactory results. However, the best treatment of non-union of the forearm is its prevention by correct management of the initial fracture.

Keywords: forearm shaft fracture, non-union, plate fixation, autologous bone graft, osteomuscular decortication

ملخص

مقدمة:

يعد التمثصل الكاذب الغير التعفني لعظمي الساعد من المضاعفات الخطيرة والنادرة للكسور و يبلغ معدل انتشارها ما بين 2 %- 10 % حسب المراجع.

الهدف:

الهدف من دراستنا هو تقييم النتائج الوظيفية والاشعاعية للعلاج الجراحي للتمفصلات الكاذبة الغير التعفنية لعظمي الساعد والقائم على زرع العظم و التقشير إضافة إلى الاستجدال بالصفيحة.

المواد والطرق:

لقد قمنا بجمع 21 حالة تمفصل كاذب بمصلحة جراحة العظام والمفاصل ب4 بالمستشفى الجامعي الحسن الثاني بفاس في مدة ست سنوات بناء على دراسة مرجعية.

النتائج والنقاشات:

متوسط عمر الحالات كان هو 35 سنة. وتتراوح أعمارهم ما بين 12 و 44 سنة. الموضوع الاكثر انتشارا للتمفصلات الكاذبة كان هو عظم الزند (10 حالات) وعظم الكعبرة (6 حالات) وأخيرا العضمين معا (5 حالات). 58% من الحالات كانت عادية و 35% من الحالات كانت متضخمة و 7% من الحالات كانت ضامرة. ولهذا قمنا باستعمال عدة مقاييس , وذلك لتقييم النتائج فحصلنا على النتائج التالية؛ 15 نتيجة مرضية جدا, 5 نتائج مرضية ونتيجة وحيدة متوسطة ترجع لمریضة كانت مدمنة على التدخين حيث خضعت لعمليتين جراحتين في مؤسسات خارجية. مدة الإنجبار المتوسطة هي تقريبا 6.2 اشهر.

الخاتمة:

لقد اعطت تقنية زرع العظم والتقشير مع الإستجدال بالصفيحة نتائج جد مرضية على مستوى الإنجبار العظمي والنتائج السريرية في مصلحة جراحة العظام والمفاصل ب4 واخيرا وجب التاكيد على العلاج الوقائي للتمفصلات الكاذبة لعظمي الساعد الذي يقوم على علاج الكسور الاولية بطريقة صحيحة.



BIBLIOGRAPHIE

[1] Judet R, Patel A.

Décortication ostéomusculaire. Révision de 1150 cas.

Rev Chir Orthop 1972; 58:147-50.

[2] Muller M, Nazarian S, Koch P, Schatzker J.

The comprehensive Classification of fractures of long bones. Springer, Berlin 1990.

[3] Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C.

Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand).The Upper Extremity Collaborative Group (UECG).Am J Ind Med 1996;29:602-8.

[4] Grace TG, Eversmann WW Jr.

Forearm fractures: treatment by rigid fixation with early motion. J Bone Joint Surg Am 1980; 62:433-8.

[5] Scott J, Huskisson EC.

Graphic representation of pain.Pain 1976;2:175-84.

[6] Corrales LA, Morshed S, Bhandari M and al .

Variability in the Assessment of Fracture-Healing in Orthopaedic Trauma Studies. J Bone Joint Surg Am 2008;90:1862-8.

[7] Boussakri H, Shimi M, Chemali k, Azarkane M, Bachiri M, Elayoubi A, Elidrissi M, Elibrahimi A, ELmrini A.

Traitement de la pseudarthrose du radius par greffe osseuse et plaque vissée. A propos d'un cas et revue de la littérature.

Service de chirurgie osteoarticulaire (B4), CHU Hassan II, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Fès 3000, Maroc; 2015-03-22.

[8] NETTER F. H.

ATLAS d'anatomie humaine, 3b 2ème édition MASSON, 1997.

[9] El Amri H.

Les fractures diaphysaires des deux os de l'avantbras chez l'enfant ;
thèse en médecine, fes 2007 n° 213

[10] Lerat J.L.

Sémiologie traumatologie Membre supérieur. Faculté de
médecine Lyon-Sud.2002 Université PARIS-VI Pierre et Marie
Curie.
Faculté de Médecine Pitié-Salpêtrière

[11] Yann Macé

Processus de réparation osseuse : conséquences sur le délai de mise en
contrainte.
Service de rééducation et de réadaptation de l'appareil locomoteur et des
pathologies du rachis, Hôpital Cochin, Assistance Publique
Hôpitaux de Paris, 2014.

[12] CAbrOL B, ASFAZZA H, LENEN D, OBERLIN C.

Traitement des fractures diaphysaires récentes et anciennes des os de l'avant-
bras de l'adulte.
EMC, Tech. Chir.Orthop, 1996 ; 44-032

[13] ROSEN H.

Fracture healing and pseudarthrosis, radiology, diagnostics, imaging,
interventions.
Philadelphia J.B.lipincott, 1986; 5.

[14] Dubrana F, Le Nen D, Gunepin F.-X, Lefèvre C.

Manuel des voies d'abord en chirurgie orthopédique et traumatologique, 2e édition ELSEVIER MASSON, 2014 ; 32-38

[15] Brilhault J, Favard L.

Traitement chirurgical des pseudarthroses diaphysaires aseptiques
EMC-Rhumatologie Orthopédie 2005 ; 2 : 217-247.

[16] Reichert P, Rutowski R, Zimmer K, Gosk J, Bogdan K, Wiacek R.

Outcome treatment of pseudarthrosis of long bones with decortication method depends on ostéosynthesis

Chir Narzadow Ruchu Orthop Pol 1989 ; 54:335-40

[17] Taghinia AH, Al-Sheikh AA, Panossian AE, Upton J.

Two-stage distraction lengthening of the forearm.
J Craniofac Surg. 2013 ; 1:79-84.

[18] Younger EM, Chapman MW.

Morbidity at bone graft donor sites. J Orthop Trauma 1989; 3:192-5.

[19] Baldwin K, Morrison MJ, Tomlinson LA, Ramirez R, Flynn JM.

Both Bone Forearm Fractures in Children and Adolescents, Which Fixation Strategy is Superior – Plates or Nails? A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies.
J Orthop Trauma. 2013 Mar 28.

[20] Van Cauwenberge H, Hauzeur J.P, Gillet Ph.

Actualités dans le traitement des pseudarthroses aseptiques Rev Med Liège 2007; 62 : 5-6 : 344-351

[21] KENNETH W, BEL C.

Fractures of the radius and the ulna in adults.

Am.Surg.1977; 43:310–314

[22] Masquelet AC.

e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, 2008, 7 (3) : 34–38

Le concept de membrane induite pour la reconstruction des pertes de substance des os longs

[23] JALLAIN J, Pannier S, GOUTALIER D.

Traumatisme de l'avant-bras et du poignet EMC medecine d'urgence

2007; 30: 25–200

[24] Phemister DB.

Treatment of ununited fractures by onlay bone grafts without screw or fixation and without breaking down of the fibrous union.

J Bone Joint Surg 1947; 29:946–60.

[25] Friedlaender GE , Perry CR, Cole JD, Cook SD, Cierny G, MuschlerGF, et al.

Osteogenic protein-1 (bone morphogenetic protein-7) in the treatment of tibial non-unions.

J Bone Joint Surg Am 2001; 83:S151–S158.

[26] Strassmair M, Mont MA, Seyler TM, Bosebeck H, Marker DR, Laporte DM.

The use of a type-I lyophilisate collagen as an osteoinductive factor in pseudarthroses of the forearm.

Surg Technol Int. 2009;18:213–8.

[27] Hernigou P, Beaujean F.

Pseudarthroses traitées par greffe percutanée de moelle osseuse autologue.

Rev Chir Orthop 1997;83:495–504

[28] Memeo A, Verdoni F, De Bartolomeo O, Albisetti W, Pedretti L.

A new way to treat forearm post-traumatic non-union in young patients with intramedullary nailing and platelet-rich plasma.

Injury. 2014Feb;45(2):418-23.

[29] J Wang, Y Y Ang, J Ma, D Xing, S Zhu, B Ma, Y Chen, X Ma.

Open réduction and internal fixation versus external fixation for unstable distal radial fractures: A meta-analysis.

Orthop Traumatol Surg Res. 2013 ; 20 : S1877-0568

[30] Marti RK, Kloen P.

Concepts and cases in nonunion treatment.

New York: Thieme Publisher Stuttgart; 2011.

[31] Koulali Idrissi K, Galiua F.

Greffon non vascularisé de péroné (fibula) comme technique De sauvetage pour reconstruction d'un avant-bras

Chirurgie de la main 2010 ; 29 :118-120

[32] BENKORDA N.

Pseudarthroses des deux os de l'avant-bras

Thèse Méd. Casablanca 2000 N°159

[33] Anderson LD, Sisk D, Tooms RE, Park WI 3rd.

Compression- plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna. J Bone Joint Surg Am 1975;3:7-287.

[34] Ross ER, Gourevitch D, Hastings GW, Wynn-Jones CE, Ali S.

Retrospective analysis of plate fixation of diaphyseal fractures of the forearm bones. Injury 1989;4:211-214.

[35] Wei SY, Born CT, Abene A, Ong A, Hayda R, DeLong WG Jr.

Diaphyseal forearm fractures treated with and without bone graft. J Trauma 1999;6:1045- 1048.

[36] Wright RR, Schmeling GJ, Schwab JP.

The necessity of acute bone grafting in diaphyseal forearm fractures: a retrospective review. J Orthop Trauma 1997; 4:288-294.

[37] Dodge HS, Cady GW.

Treatment of fractures of the radius and ulna with compression plates. J Bone Joint Surg Am 1972;6:1167-1176.

[38] Hadden WA, Reschauer R, Seggl W.

Results of AO plate fixation of forearm shaft fractures in adults. Injury 1983;1:44-52.

[39] Baldy Dos Reis F, Faloppa F, Alvachian Fernandes HJ, Manna Albertoni W, Stahel PF.

Outcome of diaphyseal forearm fracture-nonunions treated by autologous bone grafting and compression plating. Ann Surg Innov Res 2009;1:5.

[40] Saka G, Saglam N, Kurtulmus T, Avci CC, Akpınar F.

Treatment of diaphyseal forearm atrophic nonunions with intramedullary nails and modified Nicoll's technique in adults. Acta Orthop Traumatol Turc 2014;48(3):262-270.

[41] Kloen P, Wiggers JK, Buijze GA.

Treatment of diaphyseal non-unions of the ulna and radius. Arch Orthop Trauma Surg 2010;130:1439-1445

[42] CADOT B, OBERLIN C.

Voies d'abord des deux os de l'avant-bras.

EMC, 1995 ; 44-340

[43] McKee MD, Miranda MA, Riemer BL, Blasier RB, Redmond BJ and al.

Management of humeral nonunion after the failure of locking intramedullary nails. J Orthop Trauma 1996;10:492-9.

[44] Aaron RK, Ciomber DM, Simon BJ.

Treatment of non-unions with electric and electromagnetic fields.

Clin Orthop 2004; 419:21-9.

[45] TAUBER C, PRITSCH M, ENGEZ J.

Non-union of forearm fractures with reference to plate ostéosynthesis

Orthop. Review, 1980; 9: 80-87

[46] VIVES P, LANDI N, GDELESAN M, DORDE T.

Les pseudarthroses secondaires aux fractures des deux os de l'avantbras : incidences sur la technique chirurgicale.

Lille chir, 1980 ; 35:26-29

[47] Labe A.

Pseudarthrose et cals vicieux après fractures diaphysaires des deux os de l'avant-bras chez l'adulte.

Thèse médecine, Paris 6, 1978, no 347. Google Scholar

[48] VIVES P, LANDI N, GDELESAN M, DORDE T.

Les pseudarthroses secondaires aux fractures des deux os de l'avant-bras : incidences sur la technique chirurgicale.

Lille chir, 1980 ; 35:26-29

[49] DECOULX P, RAZEMON J.P.

Traitement des pseudarthroses diaphysaires par le coapteur de Danis.

Rev. Chir.Orthop, 1957 ; 43 :420-436

[50] Hong G, Cong-Feng L, Hui-Peng S, Cun-Yi F, Bing-Fang Z.

Treatment of diaphyseal forearm nonunions with interlocking intramedullary nails.

Clin Orthop Relat Res 2006;450:186-92.

[51] BIABIBETTI A, DEMANGOS J.

Pseudarthroses : classification et traitement.

Revue. Chir.Orthop, 1992 ; 78 : 001- 215

[52] Jupiter JB, Gerhard HJ, Guerrero J, Nunley JA, Levin LS.

Treatment of segmental defects of the radius with use of the vascularized osteoseptocutaneous fibular autogenous graft.

J Bone Joint Surg Am 1997;79:542-50

[53] Ring D, Allende C, Jafarnia K, Allende BT, Jupiter JB.

Ununited diaphyseal forearm fractures with segmental defects: plate fixation and autogenous cancellous bone-grafting.

J Bone Joint Surg Am 2004;11:2440-2445.

[54] DEBOECK H, VERRHAVEN E, CASTELEYN P.P.

Stress fracture of the radius following non-union of isolated fracture of ulna Arch.

Orthop.Traum. Surg, 1992 ; 112: 39-41