



Année 2021

Thèse N° 263/21

Les fractures costales post-traumatiques : Les facteurs prédictifs de la douleur thoracique chronique

(À propos de 76cas)

Expérience de l'hôpital Militaire Moulay Ismail de Meknès

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 16/07/2021

PAR

M.LLE. EL MERDI YOUSRA

Né le 11/02/1995 à Sefrou

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS- CLES :

Douleurs chroniques- Evolution - Fracture costale-traitement - traumatisme thoracique

JURY

Police Lucida Sans Unicode, Taille 16, style Gras

M.	LOUASTE JAMAL	PRESIDENT
	Professeur d'enseignement supérieur	
M.	ATOINI FOUAD.....	RAPPORTEUR
	Professeur Agrégé de Chirurgie thoracique	
M.	LAOUTID JAOUAD.....	} JUGES
	Professeur Agrégé d'Anesthésie réanimation.....	
M.	AFRICHA TAOUFIK.....	
	Professeur Agrégé de Radiologie.....	
M.	TOUIHEME NABIL.....	MEMBRE ASSOCIÉ
	Professeur Assistant en ORL et CCF.....	

PLAN

LISTE DES ABREVIATIONS.....	1
LISTE DES TABLEAUX.....	4
LISTE DES FIGURES.....	5
INTRODUCTION.....	11
MATERIELS ET METHODES.....	14
I–Population.....	15
1–Objectif de l’étude.....	15
2–Critère d’inclusion.....	16
3–Critères d’exclusion.....	16
II–Méthode.....	16
1–technique de collecte des données.....	16
2–Questionnaire	20
RESULTATS.....	23
I–Profil épidémiologique.....	24
1–Âge.....	24
2–Sexe.....	25
3–Antécédents.....	25
4–Circonstances du traumatisme.....	26
II–Profil para-clinique.....	27

prédictifs de la douleur thoracique chronique

1–Radiologie	27
2–caractéristiques des fractures costales.....	32
2.1–Nombre de fractures costales.....	32
2.2–Topographie de la fracture costale.....	33
2.2.1– Sur le thorax	33
2.2.2–Au niveau des côtes	34
2.3–Volet thoracique.....	35
2.4–Stabilité et déplacement des fractures costales	36
3–Autres :.....	37
3.1–Bilan Biologique.....	37
3.2–ECG.....	39
III–Caractéristiques de la douleur	39
1–La douleur à l’admission	39
2– La dyspnée.....	40
3–Evaluation de la persistance de la douleur après fracture costal.....	40
4–Impact des douleurs chroniques sur la qualité de vie des patients Présentant une fracture costale	42
5–Analyse des facteurs liés à la douleur.....	44
IV–Les Lésions thoraciques associées	47
V–Traitement	49

prédictifs de la douleur thoracique chronique

1–Aux urgences	49
2–Au service de la chirurgie thoracique.....	51
VI–Le circuit des patients	56
1–Lieux de Prise en charge initiale	56
2–Durée de Prise en charge	57
DISCUSSION.....	59
I–Rappel anatomique.....	60
1–Situation.....	60
1.1–La parois thoracique.....	60
1.2–Le squelette du thorax.....	68
1.2.1–vertèbres thoraciques.....	70
1.2.2–Omoplate	71
1.2.3–Stérnum.....	72
1.2.4–Les côtes	73
1.3–Le contenu du thorax.....	77
II– Mécanismes lésionnels du traumatisme thoracique fermé	79
1–Mécanisme mécanique.....	79
2–Mécanisme Biologique	81
3–Critères de gravité des fractures costales	81

prédictifs de la douleur thoracique chronique

III-Physiopathologie.....	83
IV-La consolidation osseuse.....	86
V-Profil épidémiologique.....	91
1-Âge.....	91
2-sexe.....	92
3-Circonstances du traumatisme.....	94
VI-Diagnostic	95
1-Clinique.....	95
1.1- Évaluation clinique d'un traumatisme thoracique fermé.....	95
1.2- diagnostic clinique d'une fracture costale.....	98
1.3- Diagnostic clinique d'un volet thoracique	98
1.4- Le critère de gravité d'un traumatisme thoracique fermé.....	99
2-Radiologique.....	100
2.1-la radiographie standard du thorax de face.....	100
2.2-Radio-thoraciques obliques	101
2.3-La radiographie du gril costal (GC).....	103
2.4-L'échographie.....	105
2.5-TDM.....	107
2.5.1-Fracture costale.....	107
2.5.2-Volet thoracique.....	109

prédictifs de la douleur thoracique chronique

2.6–La scintigraphie osseuse.....	109
3–Classification.....	111
3.1–Classification des fractures costales	111
3.2–Le volet thoracique.....	114
4– Les lésions associées	116
4.1–Les lésions pleuro–pulmonaires.....	116
4.1.1– L’hémothorax.....	116
4.1.2–Pneumothorax.....	117
4.1.3–Contusion pulmonaire.....	118
4.2–Hématome extrapleurale.....	120
4.3–Empysème sous cutané.....	121
4.4–Lésions vasculaires.....	122
4.5–Pneumo–médiastin.....	123
4.6–Fracture sternale.....	123
4.7–Autres fractures osseuses.....	124
4.8–Lésions abdominales.....	125
5–Prise en charge thérapeutique	125
5.1– L’accueil du traumatisé au service des urgences.....	126

prédictifs de la douleur thoracique chronique

5.2–Critères d’Hospitalisation.....	127
5.3–Prise en charge médicale.....	128
5.3.1–Analgésie multimodale.....	128
5.3.2–Les antalgiques purs.....	129
5.3.3–Les myorelaxants.....	133
5.3.4– Le patch ou emplâtre de lidocaïne à 5%	134
5.3.5– La stimulation neuro-électrique transcutanée (TENS)....	134
5.3.6 –La contention élastique thoracique.....	135
5.3.7–Analgésie locale intra-pleurale	135
5.3.8– Analgésie locorégionale	137
5.3.8.1–Bloc intercostal.....	137
5.3.8.2–Bloc paravertébral.....	138
5.3.8.3–Analgésie péridural thoracique	140
5.4–Prévention des complications pulmonaires	145
5.4.1– Utilité de la spirométrie incitative dans les fractures des côtes	145
5.4.2– La ventilation non invasive	150
5.4.3– Kinésithérapie.....	150
6–Prise en charge chirurgicale.....	152
6.1– Stabilisation chirurgicale des fractures costales	152

prédictifs de la douleur thoracique chronique

6.1.1-Principes.....	152
6.1.2-Buts.....	153
6.1.3-Indications.....	153
6.1.3.1-Considération anatomique.....	157
6.1.3.2-Considérations physiopathologiques.....	160
6.1.3.3-Améliorer la qualité de vie	162
6.1.4-Les contre-indications de la fixation des côtes ...	163
6.1.5-Timing de la fixation	165
6.1.6-Téchnique opératoire.....	166
6.1.6.1-Positionnement	166
6.1.6.2-Incision.....	168
6.1.6.3-Principes orthopédiques	170
6.1.7- Les Indications du drainage	172
6.1.8-L'instrumentation spécifique de la chirurgie	172
6.1.9-Les complications.....	175
6.2. La cryoneurolyse intercostale	177
7- L'évolution des fractures costales	182
7.1-La durée des douleurs thoraciques causées par une fracture costale.....	182
7.2- Le retentissement de la douleur chronique.....	183
7.3- Les facteurs associés à la douleur chronique suite aux fractures costales.....	186

CONCLUSION.....	191
RESUMES.....	193
BIBLIOGRAPHIE.....	199



Liste des abréviations :

ADP	: Analgésie thoracique Péridurale.
AINS	: Anti-inflammatoire non stéroïdien.
AMM	: Autorisation de mise sur le marché
AO	: Association pour l'étude de la fixation interne.
ATB	: Antibiotique.
AVP	: Accident de la voie publique.
BIPAP	: Ventilation spontanée associée à une aide ventilatoire.
BK	: Bacille de Koch
BPCO	: Broncho-pneumopathie chronique obstructive.
CPAP	: La ventilation en pression positive continue
CRP	: Protéine C réactive
ECG	: Électrocardiogramme
ECR	: Essai randomisé contrôlé
EEP	: Test de fonction pulmonaire
EIC	: Espace inter-costal
EN	: Echelle numérique
EVS	: Echelle visuelle simple

prédictifs de la douleur thoracique chronique

F	: Féminin
GC	: Gril costal
GCS	: Score de Glasgow
Hb	: Hémoglobine
HFNC	: Canule nasale à haut débit
HMMI	: Hôpital Militaire Moulay Ismail
HTA	: Hypertension artérielle
IC	: Inter-costal
IS	: Spirométrie Incitative
ISS	: Injury severity score
IV	: Intraveineuse
IVD	: Intraveineuse directe
M	: Masculin
NFS	: Numération de formule sanguine
NIPPV	: Ventilation non invasive à pression positive.
OMS	: Organisation mondiale de la santé.
P.ex	: Par exemple.
PaO2	: Pression artérielle en O2

prédictifs de la douleur thoracique chronique

PCA	: Patient Controlled Analgesia (analgésie contrôlée par le patient)
PFT	: Test de performance respiratoire.
PO	: Per os
PSA	: Antigène spécifique de prostate
RFE	: Les recommandations françaises formalisées d'experts
RT	: Radiographie du thorax
SDRA	: Syndrome de détresse respiratoire aigüe.
SSRF	: Surgical stabilization of rib fractures (chirurgie de stabilisation des fractures costales)
TCA	: Temps de céphaline activée.
TDM	: Tomodensitométrie
TENS	: Stimulation neuro-électrique transcutanée
TP	: Taux de prothrombine
VAN	: Veine -artère-nerf.
VNIPP	: Ventilation non invasive à pression positive.
VT	: Volet thoracique .
CI	: Cryoneurolyse intercostale

Liste des Tableaux

Tableau 1: tableau présentant des résultats analytiques des facteurs prédictifs possibles de la survenue d'une douleur thoracique chronique post traumatique à partir des résultats recueillis du questionnaire.

Tableau 2 : répartition des malades selon les lésions thoraciques associées .

Tableau 3: tableau comparatif entre la durée d'hospitalisation aux urgences et dans notre service de la chirurgie thoracique.

Tableau 4 : comparaison entre l'âge moyen de notre série avec autres études.

Tableau 5: les circonstances du traumatisme selon les différentes études

Tableau 6 : Évaluation clinique d'un traumatisme thoracique fermé

Tableau 7: Localisation de la fracture des côtes selon le deuxième caractère.

Tableau 8: Types et sous-types de la fracture de la côte.

Tableau 9: Emplacement des côtes et sites de blessures associés.

Tableau 10: Le tableau résume les indications d'ostéosynthèse opératoire discutées dans la littérature et le niveau de preuve de chaque recommandation.[107]

Tableau 11 : Arbre décisionnel : Ostéosynthèse ou ventilation mécanique.[110]

Tableau 12: Comparaison de la prévalence de la douleur chronique entre notre étude, et autres études de la littérature.

Tableau 13: Comparaison des taux d'invalidité dû aux fractures costales, entre notre étude, et des études de la littérature.

Tableau 14: comparaison entre le taux de retentissement professionnel entre notre étude et d'autres études de la littérature

Liste des figures

Figure 1 : répartition en fonction de l'âge

Figure 2: répartition des patients selon le sexe

Figure 3 : Les antécédents pathologiques de notre série

Figure 4 : les circonstances du traumatisme

Figure 5:Image d'une radiographie thoracique de face debout de l'un de nos patients présentant des fractures costales. (Image du service de la chirurgie thoracique de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès)

Figure 6 : image de reconstruction 3D d'un scanner thoracique, montrant de multiples fractures costales de l'hémi-thorax droit formant un volet thoracique. (Image du service de la chirurgie thoracique de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès)

Figure 7 : image de reconstruction 3D d'un scanner thoracique, centrée sur le site de la lésion costale.

Figure 8 : image de reconstruction 3D d'un scanner thoracique montrant plusieurs fractures costales déplacées de l'arc postérieur et moyen de plusieurs côtes. (Image du service de la chirurgie thoracique de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès)

Figure 9 : répartition des fractures costales selon le nombre.

Figure 10 : répartition des fractures selon leurs localisations.

Figure 11 : répartition selon les arcs costaux fracturés.

Figure 12 : déplacement de la fracture costale.

Figure 13: intensité de la douleur à l'admission

Figure 14 : les résultats de l'évolution de la douleur lors des 12 premiers mois récupérés de notre questionnaire.

Figure 15: le degré de retentissement de la douleur chronique suite à une fracture costale sur la qualité de vie de nos patients.

Figure 16 : les lésions thoraciques associées aux fractures costales.

Figure 17 : répartition des patients selon l'analgésie prescrite aux urgences.

Figure 18: La fréquence d'utilisation de chaque antalgique dans les urgences.

Figure 19 : l'analgésie multimodale utilisée dans notre service.

Figure 20: la fréquence d'utilisation des antalgiques dans notre service de la chirurgie thoracique.

Figure 21 : répartition des patients selon la prise de l'antibiothérapie.

Figure 22 : répartition selon le type de l'antibiothérapie prescrite.

Figure 23: Lieux de prise en charge initiale.

Figure 24: Les parois de la cavité thoracique

Figure 25:Articulation entre les côtes et les vertèbres

Figure 26 : les muscles du plan profond du thorax antérieur

Figure 27 : anatomie du plan superficiel de la région postérieure.

Figure 28: le plan musculaire profond:

Figure 29: position du diaphragme dans la cage thoracique.

Figure 30: le pédicule vasculo-nerveux de l'espace intercostale.

Figure 31: vue antérieure du squelette osseux de la paroi thoracique.[12]

Figure 32 : vue postérieure du squelette osseux de la paroi thoracique. [12]

Figure 33: vertèbre thoracique typique[7]

Figure 34 : anatomie de l'omoplate.

Figure 35: Anatomie du sternum

Figure 36:L'articulation costale.

Figure 37:Côte typique. A. Vue antérieur. B. Vue postérieure de la partie proximale de la cote.

Figure 38: anatomie de la première cote.

Figure 39: anatomie de la 12ème cote.

Figure 40 : La cavité pleurale.

Figure 41 : subdivision du médiastin.

Figure 42 : Effet des fractures de côtes sur la fonction respiratoire. [22]

Figure 43 : les lésions thoraciques associées aux fractures costales en fonction de l'âge.[22]

Figure 44: la phase proliférative osseuse.

Figure 45: la phase du cal conjonctif mou

Figure 46: la phase du cal dur.

Figure 47: phase de remodelage.

Figure 48:2 exemples de consolidation vicieuse de fracture costale avec fusion des cals osseux entre 2 côtes.

Figure 49:comparaison des séries selon le sexe.

Figure 50: les circonstances du traumatisme selon les différentes études.

Figure 51:incidence oblique coucher (A) et debout [44]

Figure 52:radiographie oblique d'une série de côtes montre 3 fractures de côtes légèrement déplacées[43]

Figure 53: radiographie du grille costale faite à un patients de notre étude qui présentant de multiple fractures costales

Figure 54: image échographique en coupe transversale de fracture de côte. A. Image échographique normale. B. Présence d'une fracture de côte[35]

Figure 55: coupe transversale d'un scanner thoracique d'un patient de notre étude passant par le thorax montrant une fracture costale.

Figure 56: A .Détail d'une radiographie du gril costal droit, avec fracture de 2 côtes sur leurs arc moyen. B. Une scintigraphie osseuse du même patient montrant une hyperfixation correspondant aux deux fractures costales droites et autres foyers de fractures sur le gril costal gauche.[53]

Figure 57: fractures non déplacées : type A.

Figure 58 : fractures avec un déplacement supérieur à 2 mm : type B.

Figure 59 : fractures comminutives : type C.

Figure 60: Classification anatomique des volets thoraciques

Figure 61: a : fenêtre osseuse d'une coupe transversale passant par le thorax montrant une fracture costale. b : image de la fenêtre tissulaire passant du même niveau que « a » montrant un hémopneumothorax droit de taille modéré avec un emphysème sous-cutané.

Figure 62: Scanner thoracique secondaire à un traumatisme fermé. Pneumothorax antérieur bilatéral associé à une contusion pulmonaire bilatérale (flèches blanches) et un pneumatocèle (flèche noire).

Figure 63: Coupe radiologique d'un scanner thoracique passant au niveau de l'oreillette gauche montrant : Flèche noire : une fracture peu déplacée

Figure 64: A : fracture de l'omoplate droit. B : fracture de la clavicule droite (flèche blanche) associée à des multiples fractures costales.

Figure 65 : schéma présentant les critères d'hospitalisation d'un traumatisme thoracique avec fracture costale.

Figure 66: Site d'action de l'anesthésie locale et de l'anesthésie loco-régionale lors des traumatismes thoraciques fermés.

Figure 67: Topographie du bloc sensitif après injection de 20 ml de ropivacaine 0,5 % .

Figure 68 : Reconstructions 3D: diffusion de T1 à T8 avec pénétration de la solution au-delà de la jonction costo-transverse latéralement et dans les espaces inter-transverses en avant. [95]

Figure 69 : Mise en place du cathéter péridural en position assise. [101]

Figure 70: Stratégie analgésique devant des fractures de côtes douloureuses. [22]

Figure 71: Appareils de spirométrie incitatif avec feed-back lié au volume et au débit. [81]

Figure 72: Illustration d'un patient réalisant une inspiration maximale soutenue à l'aide d'un IS. [81]

Figure 73 : score de PIC [81].

Figure 74 : Position traditionnelle, décubitus latéral.[107]

Figure 75: Position couchée avec le bras sous la position de la table pour permettre une rotation latérale du scapula.[107]

Figure 76: Marquages cutanés de l'approche postérieure sur un patient en décubitus ventral.[107]

Figure 77: Dissection par la voie postérieure à travers le triangle auscultatoire.[107]

Figure 78 : Les sites de l'incision.

Figure 79: Réduction et stabilisation temporaire de la fracture costale.

Figure 80: à gauche : les différents types de plaques ; à droite : les différents type de broches intra-médullaires.

Figure 81 : les différents types de dispositifs en position fonctionnelle.

Figure 82 : image préopératoire et post-opératoire d'un patient présentant de multiples fractures costales bénéficiant d'une chirurgie d'ostéosynthèse.

Figure 83 : Schéma anatomique d'un nerf intercostal avec l'axone et les structures périneurales : l'endonèvre, périnèvre et de l'épinèvre.

Figure 84 : Application de chirurgie thoracoscopique assistée par vidéo peropératoire (VATS) de la cryo-sonde au 4ème faisceau neuro-vasculaire intercostal gauche.

INTRODUCTION

Le traumatisme thoracique est considéré comme un motif fréquent d'admission aux urgences et en réanimation à cause de l'incidence élevée des AVP et des agressions par arme blanche dans notre pays.

Une atteinte thoracique est retrouvée chez un tiers des polytraumatisés[1], représentant la première cause de décès chez l'adulte de moins de 45 ans[2] .

Les fractures costales sont les lésions osseuses les plus fréquentes associées au traumatisme thoracique, en effet, elles représentent environ 21% des patients avec atteinte thoracique admis dans les centres de traumatologie [3],et elles varient selon leur gravité allant d'une simple fracture d'une seule côte, suite à un accident de sport ou chute, à des fractures multiples incluant des volets thoraciques et entraînant un mouvement paradoxal de la paroi thoracique et donc une insuffisance respiratoire.

L'évaluation initiale des traumatisés du thorax nécessite l'application systématique d'une procédure standardisée dont le but est de hiérarchiser les lésions et de réaliser les gestes thérapeutiques salvateurs adaptés. La coopération entre le chirurgien, le réanimateur et l'urgentiste tout au long de la prise en charge diagnostique et thérapeutique de ces traumatisés graves est indispensable [4] .

On note lors de cette prise en charge que la douleur post-traumatique suite à une fracture de côtes est traditionnellement dite de durer de 6 à 8 semaines[5], mettant en priorité, chez le clinicien, le contrôle de la douleur post-traumatique aiguë et son suivi adéquat. La douleur chronique n'est , par contre, pas souvent

prédictifs de la douleur thoracique chronique

abordée et la morbidité potentielle à plus long terme de la fracture costale reste encore ignorée, ce qui peut être invalidant pour le patient et peut entraîner des conséquences graves sur sa qualité de vie , son niveau socio-économique, ainsi qu'un impact psychique important, aussi bien sur le patient lui-même que sa famille.

L'intérêt de notre étude est d'apporter plus de données à ce sujet, notamment des données épidémiologiques, cliniques et thérapeutiques, ainsi que des informations sur l'évolution et le suivi de la douleur chez les patients avec fractures costales dans notre service.

Notre étude est basée sur une série de 76 patients admis au service de chirurgie thoracique de l'hôpital Militaire Moulay Ismail de Meknès pour des fractures costales suite à un traumatisme fermé du thorax.

MATERIELS ET METHODES

I. Population :

Il s'agit d'une étude observationnelle longitudinale rétrospective de type cohorte portant sur une série de 76 patients qui ont été admis pour prise en charge d'un traumatisme thoracique fermé avec une seule fracture costale ou plus à l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès, sur une période de 10 ans depuis octobre 2010 jusqu'à avril 2020.

1. Objectifs de l'étude :

Objectifs principaux :

- Décrire les aspects épidémiologiques des fractures costales.
- Déterminer les aspects anatomo-pathologiques et cliniques.
- Calculer la prévalence des douleurs chroniques.
- Préciser les facteurs liés aux douleurs thoraciques chroniques.
- Mesurer le degré d'association qui existe entre la persistance de la douleur et certains facteurs sociodémographiques et aussi les caractéristiques de la fracture costale au stade initial, ainsi que l'intensité de la douleur au stade aiguë.
- Evaluer le retentissement des douleurs thoraciques sur le malade.

Objectifs secondaires :

- Evaluer l'opinion traditionnelle selon laquelle la plupart des douleurs de fracture des côtes disparaissent dans les 6 à 8 semaines.
- Décrire les modalités de prise en charge diagnostiques et thérapeutiques.
- Evaluer l'efficacité du traitement conservateur.

2. Critères d'inclusion :

- Les patients présentant un traumatisme thoracique fermé avec existence d'au moins une fracture costale.
- Les patients admis dans un état stable sur le plan hémodynamique.
- Les patients conscients.

3. Critères d'exclusion :

- Absence de fracture costale.
- Les patients inconscients à l'admission.
- Les patients présentant un handicap post-traumatique lié à une lésion des membres ou lésions neurologique.
- Les patients suivis pour des maladies psychiatriques.
- Les patients ayant une pathologie thoracique tumorale évolutive.
- Les patients aux dossiers incomplets.

I. Méthodes :

1) Technique de collecte des données :

Les informations ont été obtenues à partir des dossiers médicaux des malades, et par contact téléphonique avec les patients.

Ainsi un questionnaire a été établi comportant tous les éléments nécessaires pour l'étude, aussi bien socio- démographiques, cliniques, et les données concernant l'évolution clinique à moyen terme et à long terme.

Les données recueillies étaient :

- Les caractéristiques sociodémographiques notamment l'âge et le sexe.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- Les antécédents pathologiques.
- Données cliniques :
 - ✓ Cause de traumatisme.
 - ✓ Circonstances du traumatisme.
 - ✓ Signes fonctionnels respiratoires associée au traumatisme.
- L'évaluation de l'intensité de la douleur et le suivis de son évolution depuis l'admission jusqu'à le 12^{ème} mois après la fracture était à l'aide de l'échelle verbale simple (EVS) qui permet d'apprécier la douleur ressentie par palier.

Echelle Verbale Simple

- EVS= échelle verbale simple
- 0= 0 douleur
- 1=douleur faible
- 2= douleur modérée
- 3=douleur intense (forte)
- 4= douleur extrêmement intense

- Données paracliniques :

Etablies à partir des examens radiologiques et biologiques, principalement la Radiographie du thorax face et la Tomodensitométrie thoracique ainsi que la NFS, la CRP et L'ECG.

Dans le cadre du polytraumatisé :

- Body-scanner

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- Tomodensitométrie cérébrale.
 - Echographie abdominale.
 - Radiographie des membres.
 - Radiographie du rachis.
 - Radiographie du bassin.
- fractures costales :
- moins de 03 fractures ou plus de trois fractures costales.
 - L'existence ou non d'un déplacement du foyer de la fracture.
 - Le siège de la fracture sur l'arc de la côte.
 - La latéralité de la fracture.
 - Présence ou non d'un volet thoracique.
- les lésions thoraciques et extra-thoraciques associées.
- les éléments de la prise en charge initiale.
- la persistance de la douleur après le traumatisme costal ainsi que son rapport avec l'effort.
- Données de la prise en charge thérapeutique qui comprennent l'analgésie, les autres traitements médicaux (ATB, l'héparinothérapie préventive, et l'oxygénothérapie) et le traitement chirurgical :
- Aux Urgences
 - Au service de chirurgie thoracique
 - Parfois au service de réanimation
- Données évolutives :
- Evolution favorable.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- Evolution défavorable.
- Durée de séjour :
 - Aux urgences
 - Au service de chirurgie thoracique
 - Ou en réanimation.
- Analyse des données :
 - Les données recueillies des dossiers ont été saisies dans un tableau sur le programme Excel et l'analyse a été faite à l'aide de ce même programme.
 - Pour le questionnaire les données ont été saisies dans un tableau sur le programme d'Excel et l'analyse a été faite avec le logiciel SPSS par le biais du test de khi-deux et le test exact de Fisher au sein du service d'épidémiologie de notre faculté.

Le questionnaire utilisé lors du contact téléphonique est comme suit :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

2) Le questionnaire :**I- Les données personnelles**

1. Nom et Prénom

2. avez vous des douleurs thoraciques ? *

Une seule réponse possible.

- oui
 Non

3. sexe *

Une seule réponse possible.

- F
 M

4. Age *

Une seule réponse possible.

- 15-25
 26-35
 36-45
 46-55
 56-65
 >65

II- Les données professionnelles :

5. Statut actuel *

Une seule réponse possible.

- retraité
 en activité
 en chômage

6. statut avant le traumatisme *

Une seule réponse possible.

- retraité
 en activité
 en chômage

III- Les données cliniques à l'admission :

7. Douleurs thoraciques *

Une seule réponse possible.

- oui
 non

8. Si oui

Une seule réponse possible.

- faible (1)
 modérée (2)
 intense(3)
 extrêmement intense (4)

IV- L'évolution :

9. le traumatisme a affecté votre vie quotidienne? *

Une seule réponse possible.

- oui
 Non

prédictifs de la douleur thoracique chronique

10. si oui

Une seule réponse possible.

- minime
- modérée
- importante

11. le traumatisme a affecté votre travail ?

Une seule réponse possible.

- oui
- Non

12. Si oui

Une seule réponse possible.

- vous avez changé de poste
- vous pratiquez le même travail mais avec des difficultés
- vous avez arrêté le travail carrément

13. l'intensité des douleurs après l séjour à l'hôpital *

Une seule réponse possible par ligne.

	absent	faible	modérée	intense	extrêmement intense
au repos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
effort modéré	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
effort important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. l'intensité après 3mois d'évolution *

Une seule réponse possible par ligne.

	absent	faible	modérée	intense	extrêmement intense
au repos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
effort modéré	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
effort important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

prédictifs de la douleur thoracique chronique

15. vous prenez régulièrement des antalgiques même après 3 mois du traumatisme ? *

Une seule réponse possible.

- oui
 Non

16. l'intensité de la douleur après 6 mois d'évolution *

Une seule réponse possible par ligne.

	absent	faible	modérée	intense	extrêmement intense
au repos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
effort modéré	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
effort important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. l'intensité de la douleur après une année d'évolution *

Une seule réponse possible par ligne.

	absent	faible	modérée	intense	extrêmement intense
au repos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
effort modéré	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
effort important	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

RESULTATS

I. Profil épidémiologique :

1. Âge :

Dans notre série, l'âge moyen était de 50 ans avec des extrêmes allant de 18 ans à 84 ans. La médiane d'âge est de 52 ans.

La répartition par tranche d'âge montre que les fractures costales à la suite d'un traumatisme fermé du thorax surviennent à tous les âges avec un pic de fréquence entre 50 et 60 ans

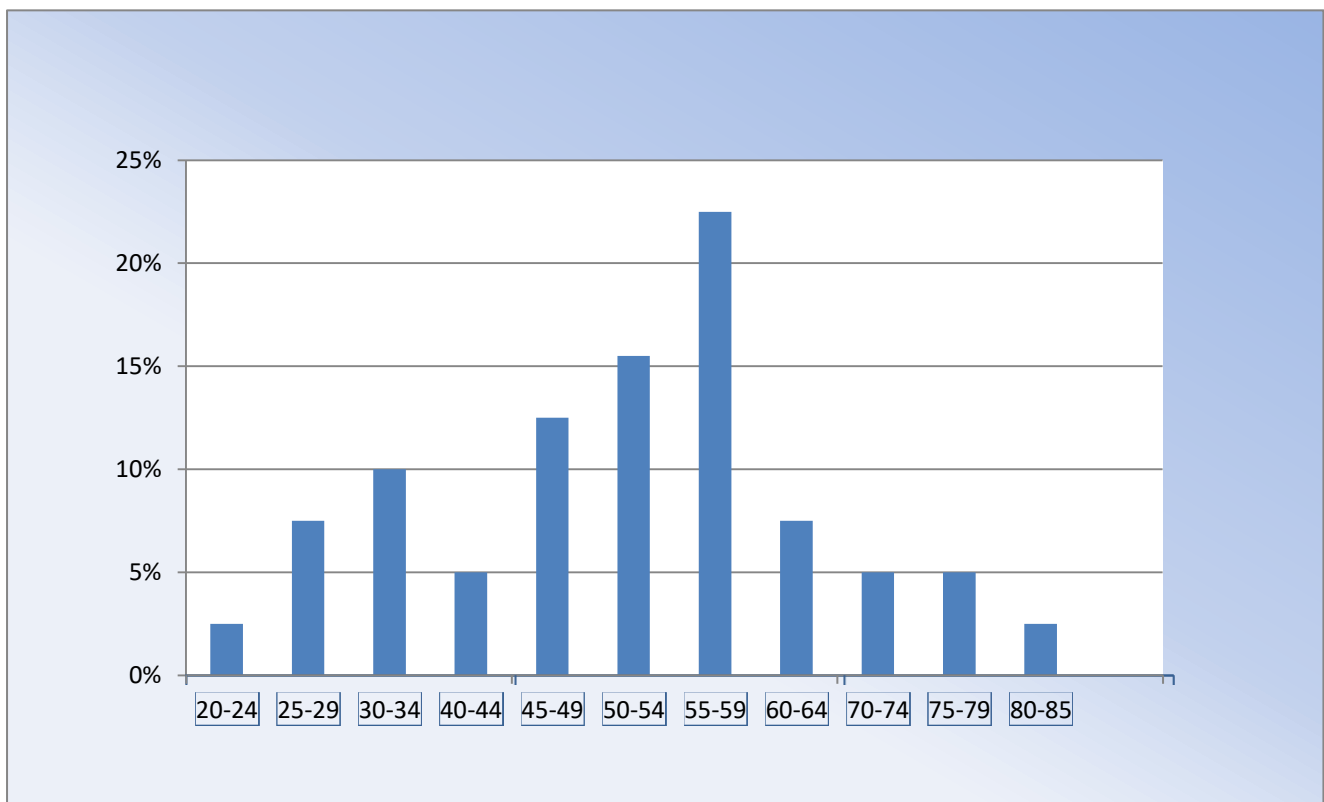


Figure 1 : répartition en fonction de l'âge

2. Sexe

Dans notre série on a noté une prédominance masculine avec une représentation de 88% (n=67) contre 12% (n=9) de femmes et un sexe ratio de 7.3.

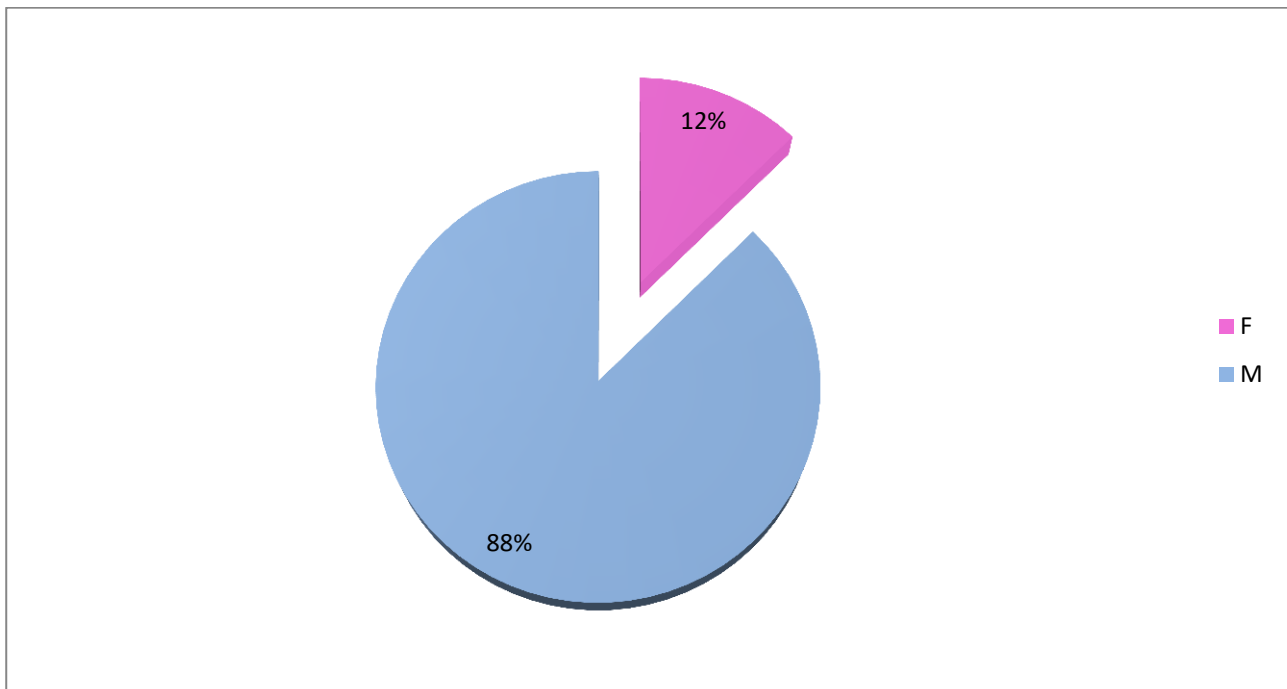


Figure 2: répartition des patients selon le sexe

3. Les antécédents pathologiques :

76% des patients (n=58) ne présentaient pas de comorbidité à l'interrogatoire. Par contre 18 patients présentaient des antécédents pathologiques qui se répartissent comme suit :

- ❖ HTA seul : chez 05 patients.
- ❖ Diabète seul : chez 04 patients.
- ❖ HTA associée au diabète : chez 03 patients.
- ❖ Un seul patient présente un antécédent de Tuberculose.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- ❖ Trois patients asthmatiques.
- ❖ 08 patients tabagiques.
- ❖ Un seul patient a présenté un prostatisme.
- ❖ 02 patients avec des antécédents chirurgicaux.

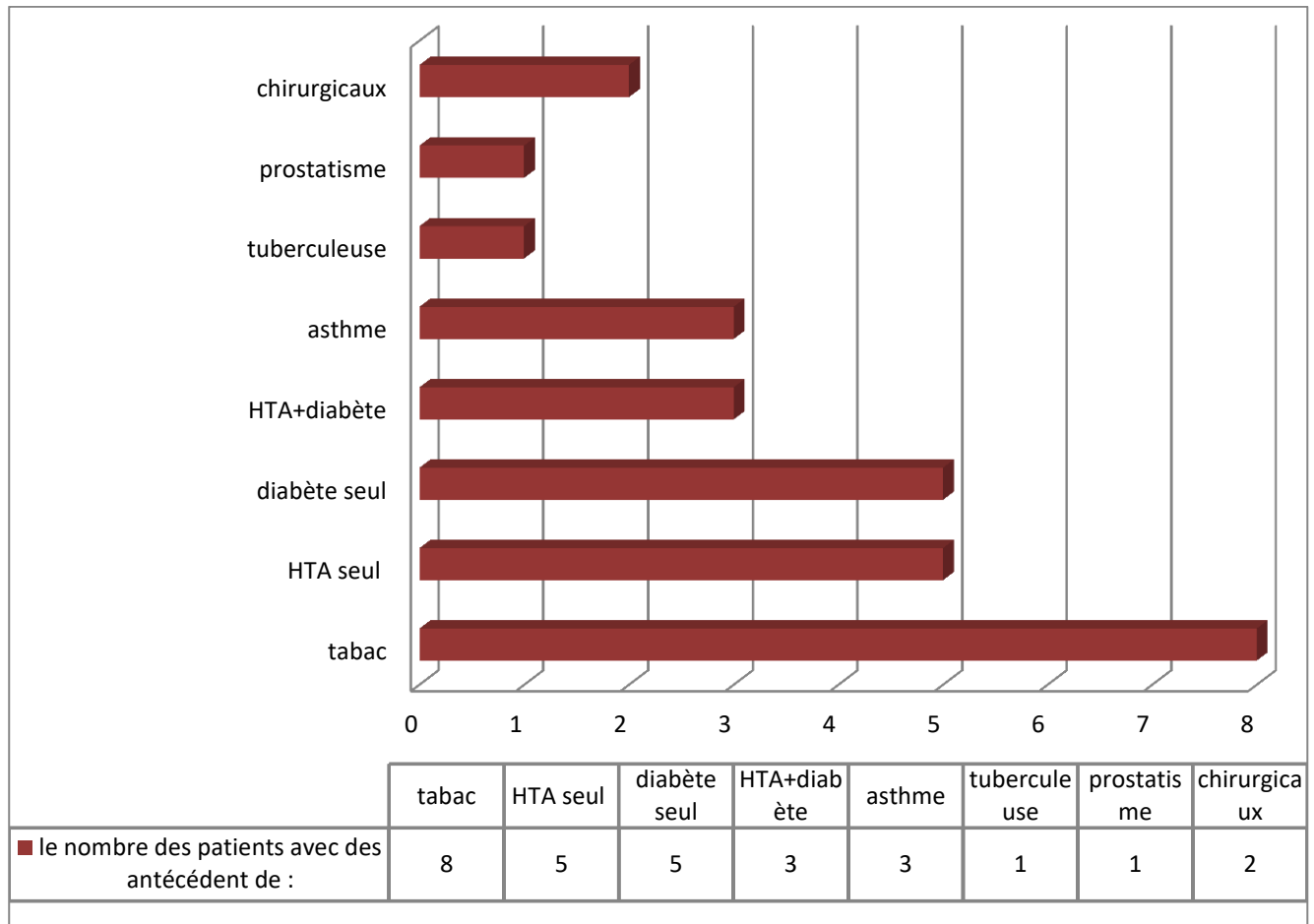


Figure 3 : Les antécédents pathologiques de notre série

4-Circonstances du traumatisme :

Les accidents de la voie publique (AVP) ont représenté 78% (n=59) des circonstances traumatiques, les chutes 17% (n=13) des cas, et les accidents de sport 5% (n=4) des cas.

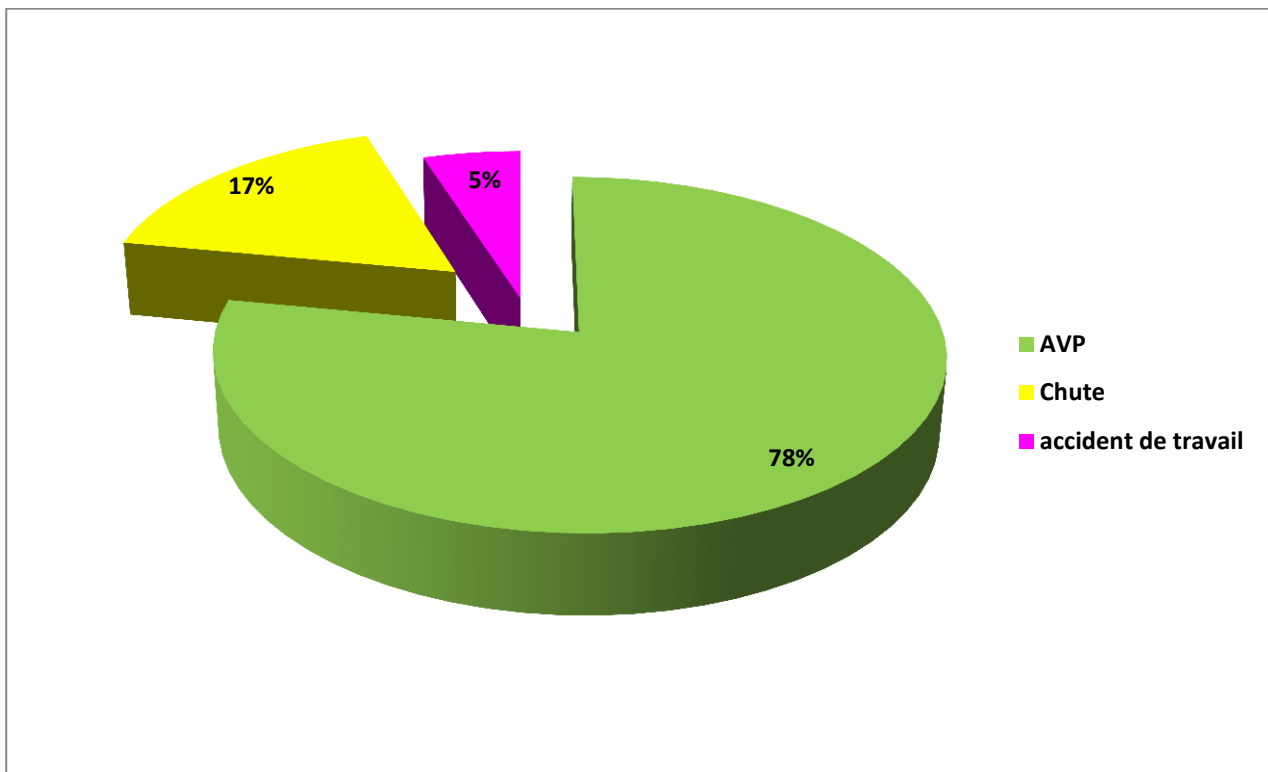


Figure 4 : les circonstances du traumatisme

Les données sur les mécanismes des AVP n'ont pas pu être relevées.

II. Le profil para-clinique du traumatisé :

1. Radiologie:

- ❖ Le diagnostic radiologique des fractures costales a été basé sur la radiographie thoracique et les images 3D de reconstruction sur la tomodensitométrie thoracique.
- ❖ La radiographie thoracique a été réalisée à titre systématique chez tous nos patients alors que la TDM a été réalisée chez 73%(n=55) des traumatisés de notre série.

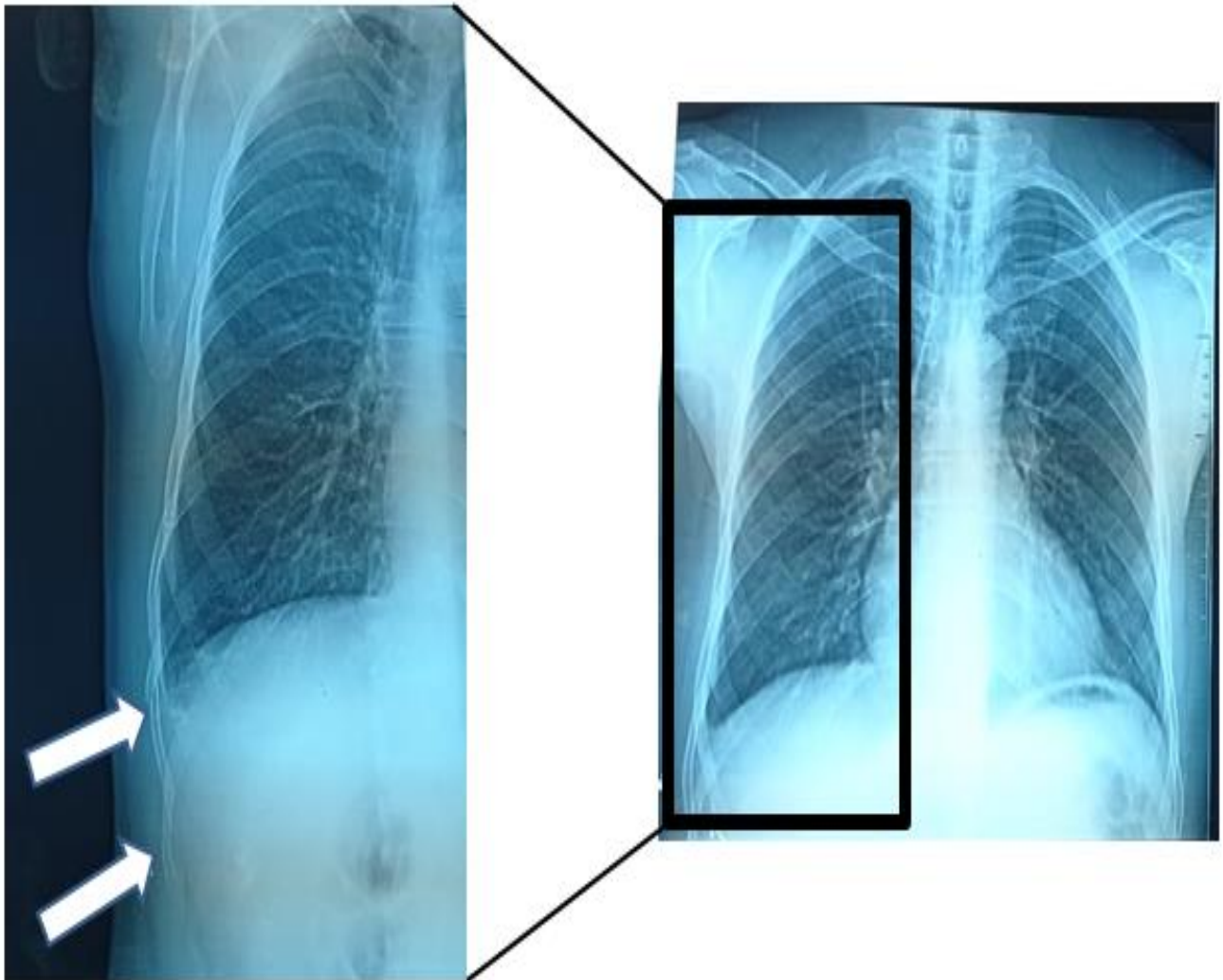


Figure 5:Image d'une radiographie thoracique de face debout de l'un de nos patients présentant des fractures costales. (Image du service de la chirurgie thoracique de l'hôpital Militaire Moulay Ismail de Meknès)

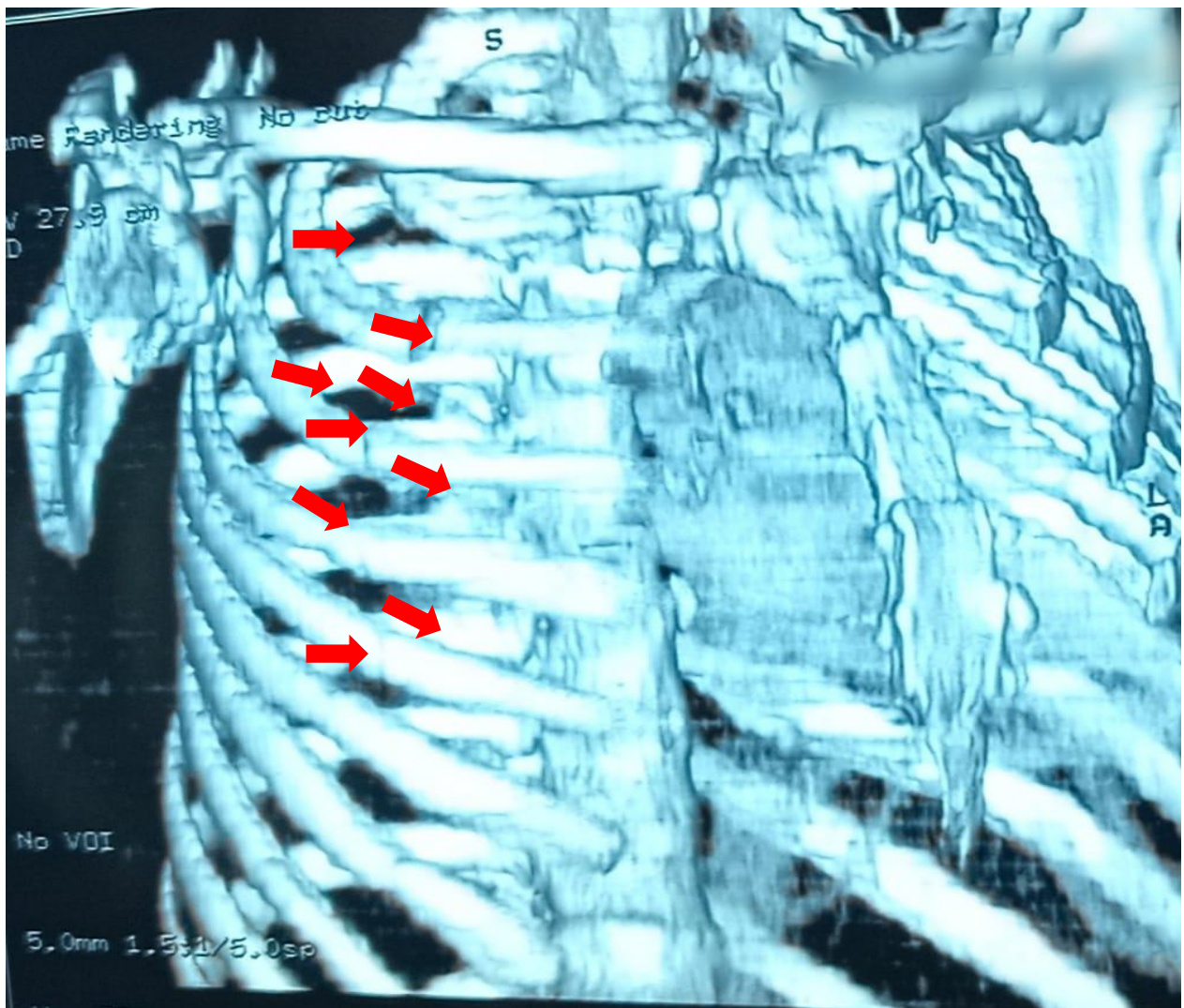


Figure 6 : image de reconstruction 3D d'un scanner thoracique, montrant de multiples fractures costales de l'hémi-thorax droit formant un volet thoracique. (Image du service de la chirurgie thoracique de l'hôpital Militaire Moulay Ismail de Meknès)

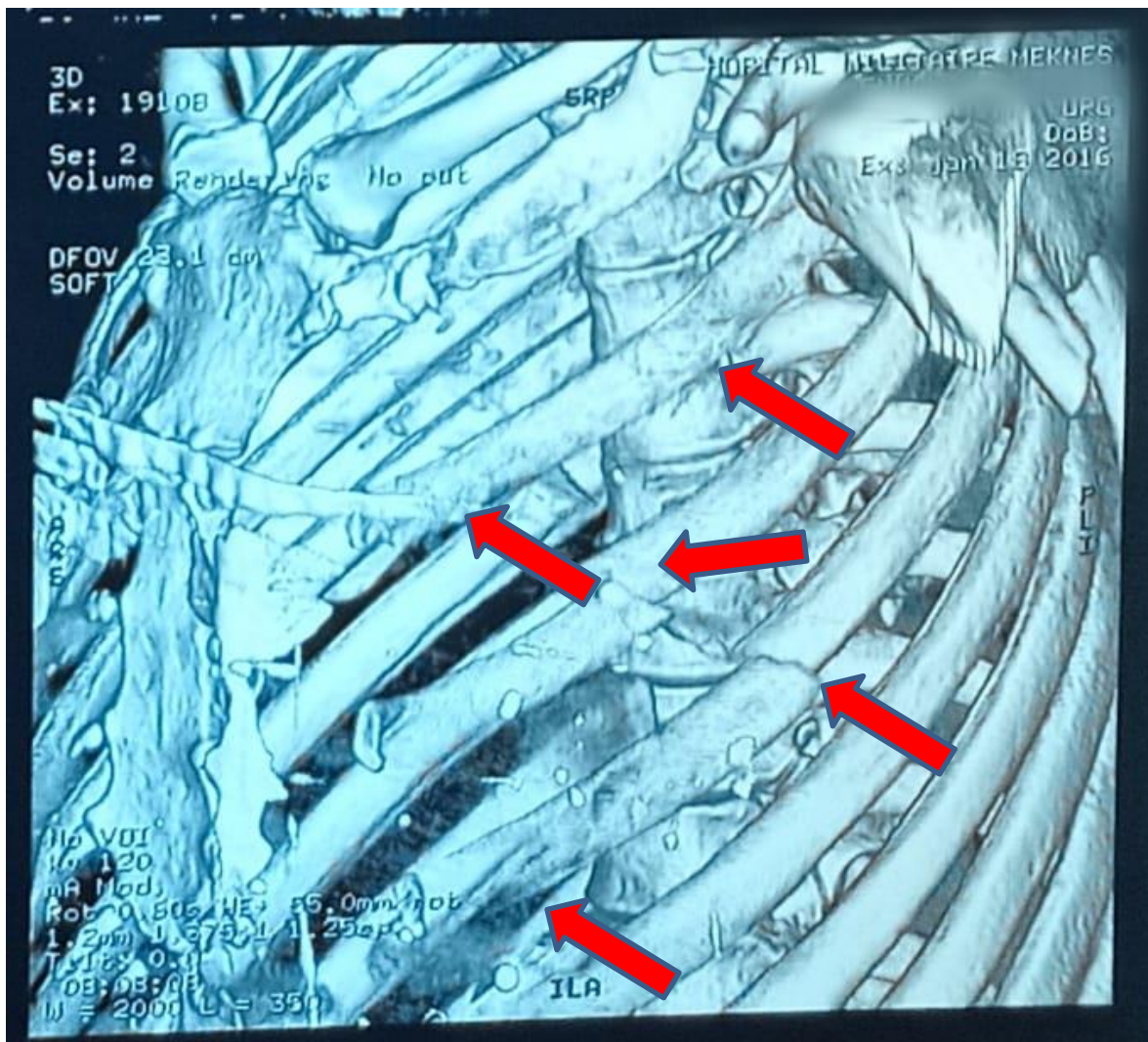


Figure 7 : image de reconstruction 3D d'un scanner thoracique, centrée sur le site de la lésion costale. (Image du service de la chirurgie thoracique de l'hôpital Militaire Moulay Ismail de Meknès)

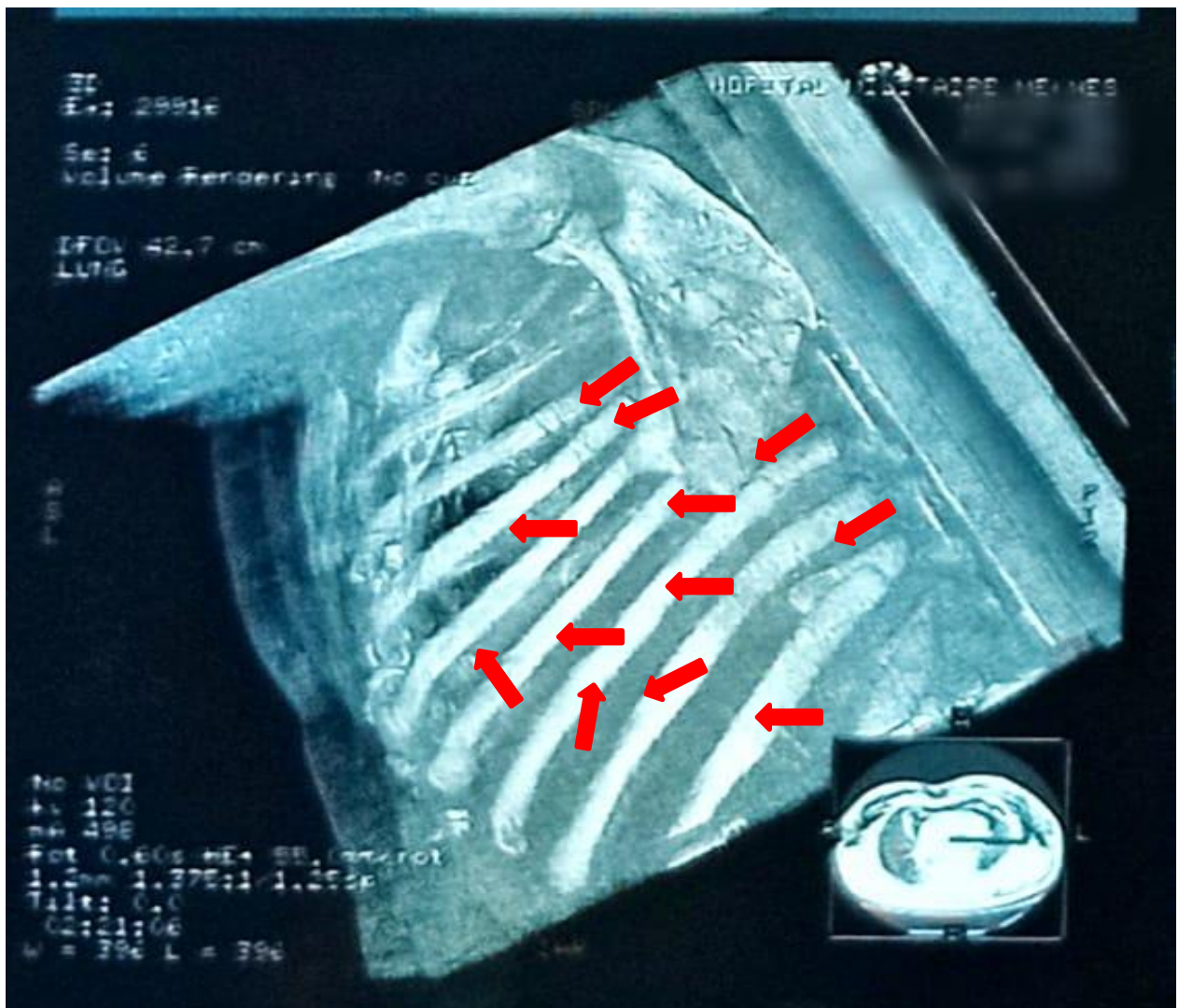


Figure 8 : image de reconstruction 3D d'un scanner thoracique montrant plusieurs fractures costales déplacées de l'arc postérieur et moyen de plusieurs cotes. (Image du service de la chirurgie thoracique de l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès)

❖ D'autres examens radiologiques ont été demandés à la recherche d'autres lésions. Ils ont été répartis comme suit :

- Une radiographie du rachis cervical chez 03 des patients, et du rachis lombaire chez 02 des patients.
- Une radiographie du bassin chez 06 patients.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- Une radiographie de l'épaule chez 07 des patients
 - Une radiographie de la cuisse chez 01 patient, du genou chez 2 patients et du pied chez 02 patients.
- ❖ L'échographie abdominale a été réalisée chez 06 patients.

2. Caractéristiques des fractures costales :

2.1. Nombre de fractures costales :

312 traits de fractures ont été diagnostiqués. En moyenne 04 fractures costales par patient, la médiane a été de 04 fractures costales, 18% (n=56) des patients avaient moins de 3 fractures costales et 82% (n=256) avaient 3 fractures costales ou plus.

Le minimum a été une seule fracture costale et le maximum a été 16 fractures costales.

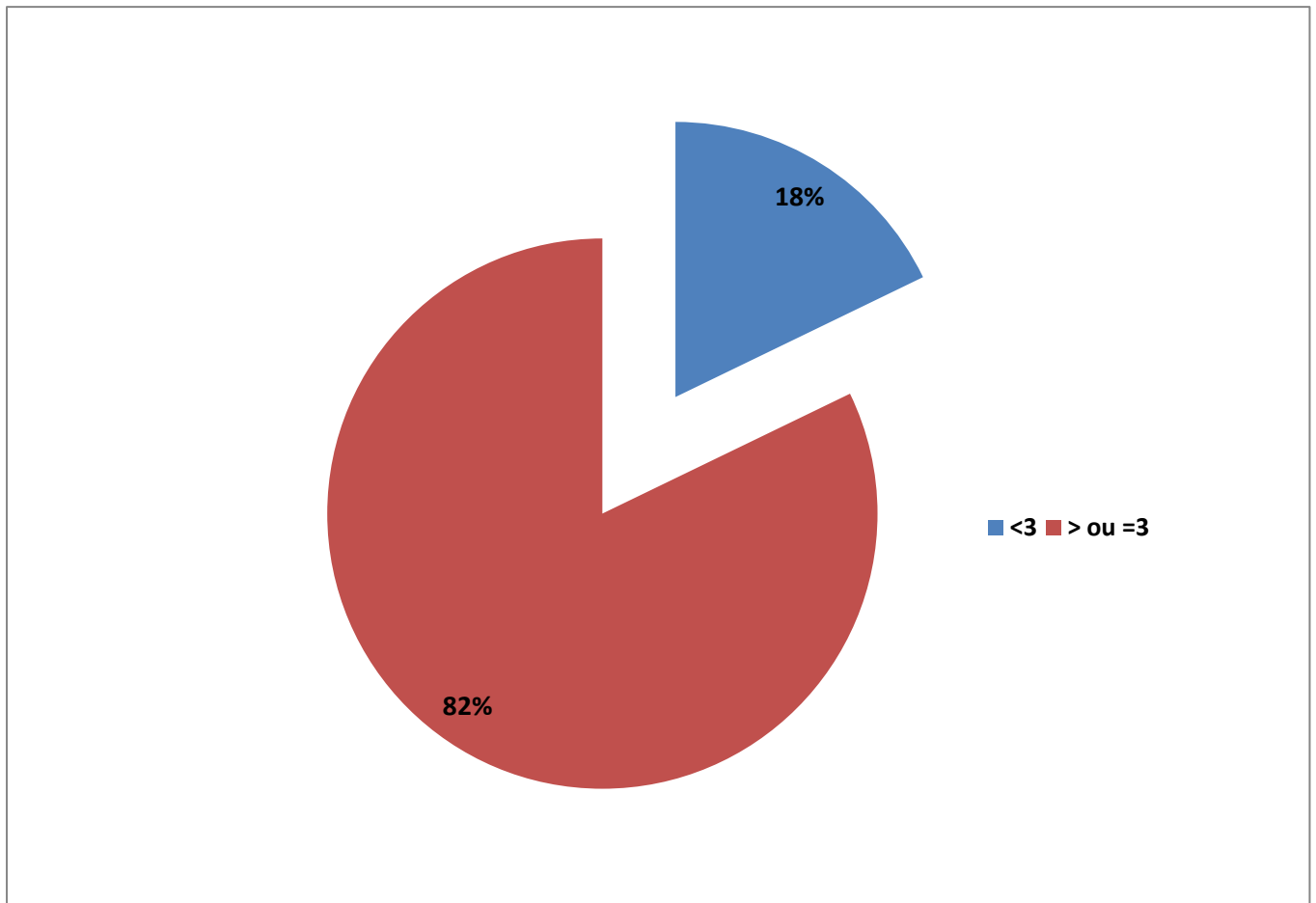


Figure 9 : répartition des fractures costales selon le nombre.

2.2. Topographie des fractures

2.2.1. Sur le thorax :

Les fractures costales ont été unilatérales dans 85% des cas (n=265) dont 38% des cas étaient à droite et 48%(n=127) des cas à gauche, et bilatérales dans 14% des cas (n=37).

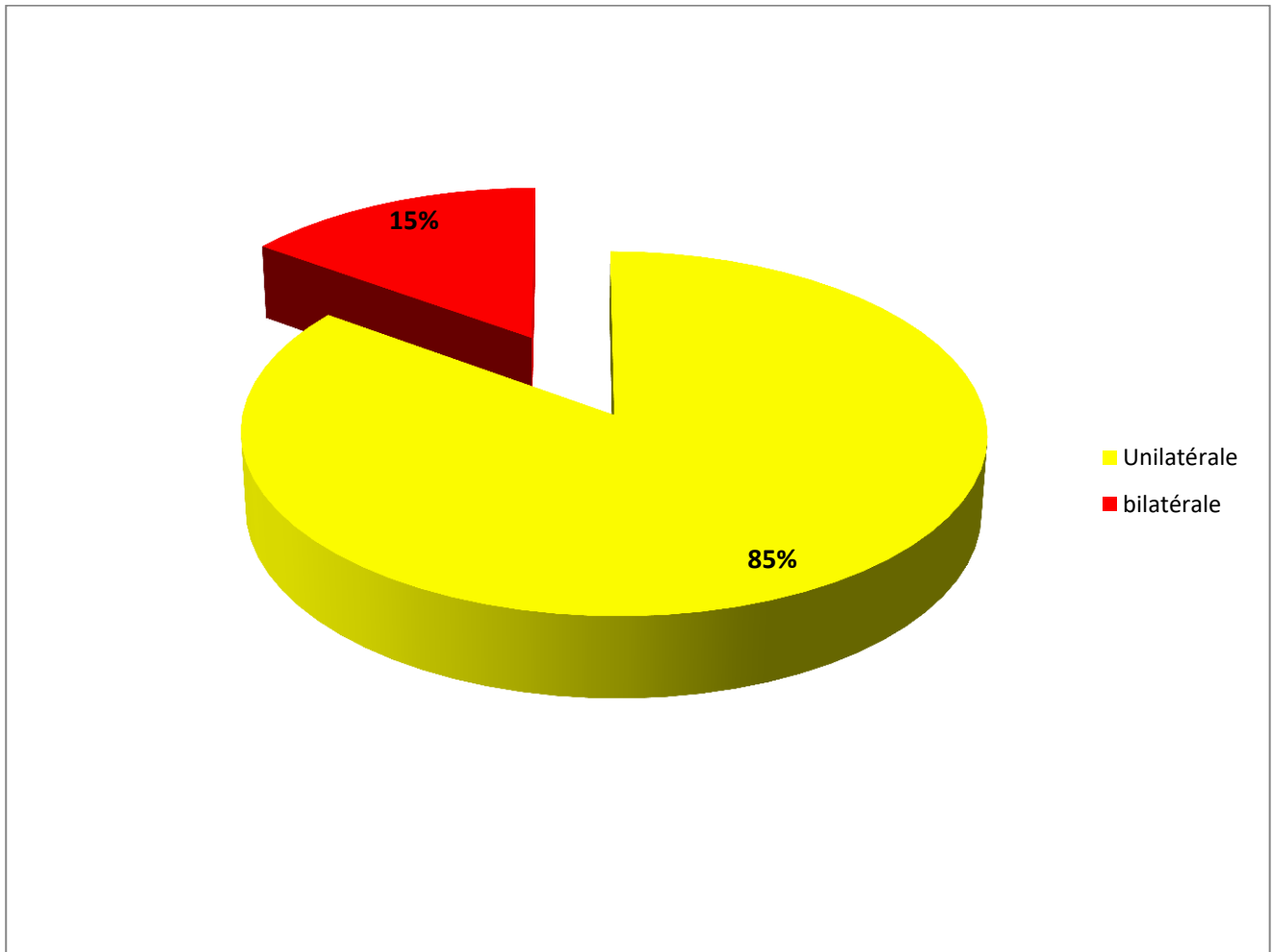


Figure 10 : répartition des fractures selon leurs localisations.

2.2.2. Au niveau des côtes :

L'arc antérieur seul a été touché dans 21% (n=66), l'arc moyen seul dans 41% (n=128) et l'arc postérieur seul dans 13% (n=40).

Il s'agissait d'une fracture de deux arcs chez 18% (n=57) patients et concerne :

- Arc moyen et antérieur chez 17 patients (30%)
- arc moyen et postérieur chez 34 patients (60%)
- arc antérieur et postérieur chez 6 patients (10%)

prédictifs de la douleur thoracique chronique

La fracture a été localisée au niveau des trois arcs costaux (antérieur, moyen et postérieur) chez 7% (n=21) patients.

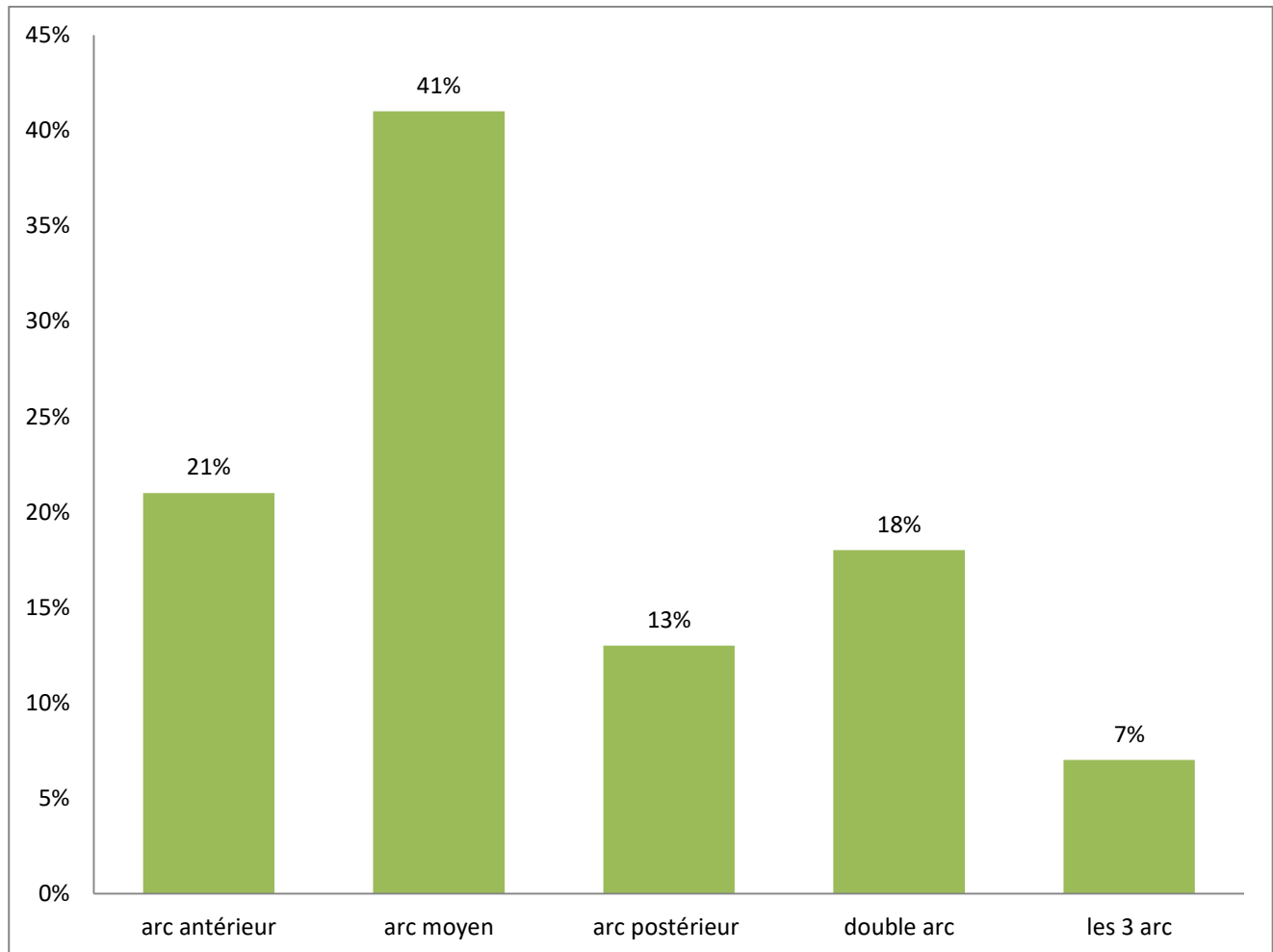


Figure 11 : répartition selon les arcs costaux fracturés.

2.3. Volet thoracique

Le volet thoracique a été présent chez 05 patients (7%), dont 03 cas s'agissaient d'un double trait de fracture :

- le premier sur les 3, 4, 5, 6^{ème} arcs antérieurs et postérieurs.
- Dans le deuxième cas, le double trait de fracture siégeait au niveau de l'arc moyen et postérieur de la 2^{ème} côte jusqu'à la 9^{ème} côte.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- Dans le 3eme cas, le double trait de fracture siégeait au niveau de l'arc moyen et postérieur du 3eme à la 7^{ème} côte.
- Le 4eme et 5ème cas, il s'agit de double trait de fracture qui siégeait au niveau de l'arc moyen et postérieur de 3^{ème} à la 5^{ème} côte.

2.4. La stabilité et le déplacement des fractures costales :

La fracture costale était stable sans déplacement dans 25% des cas (n=78), un déplacement minime était présent dans 58% des cas (n=181cas) et important dans 17% des cas (n=53).

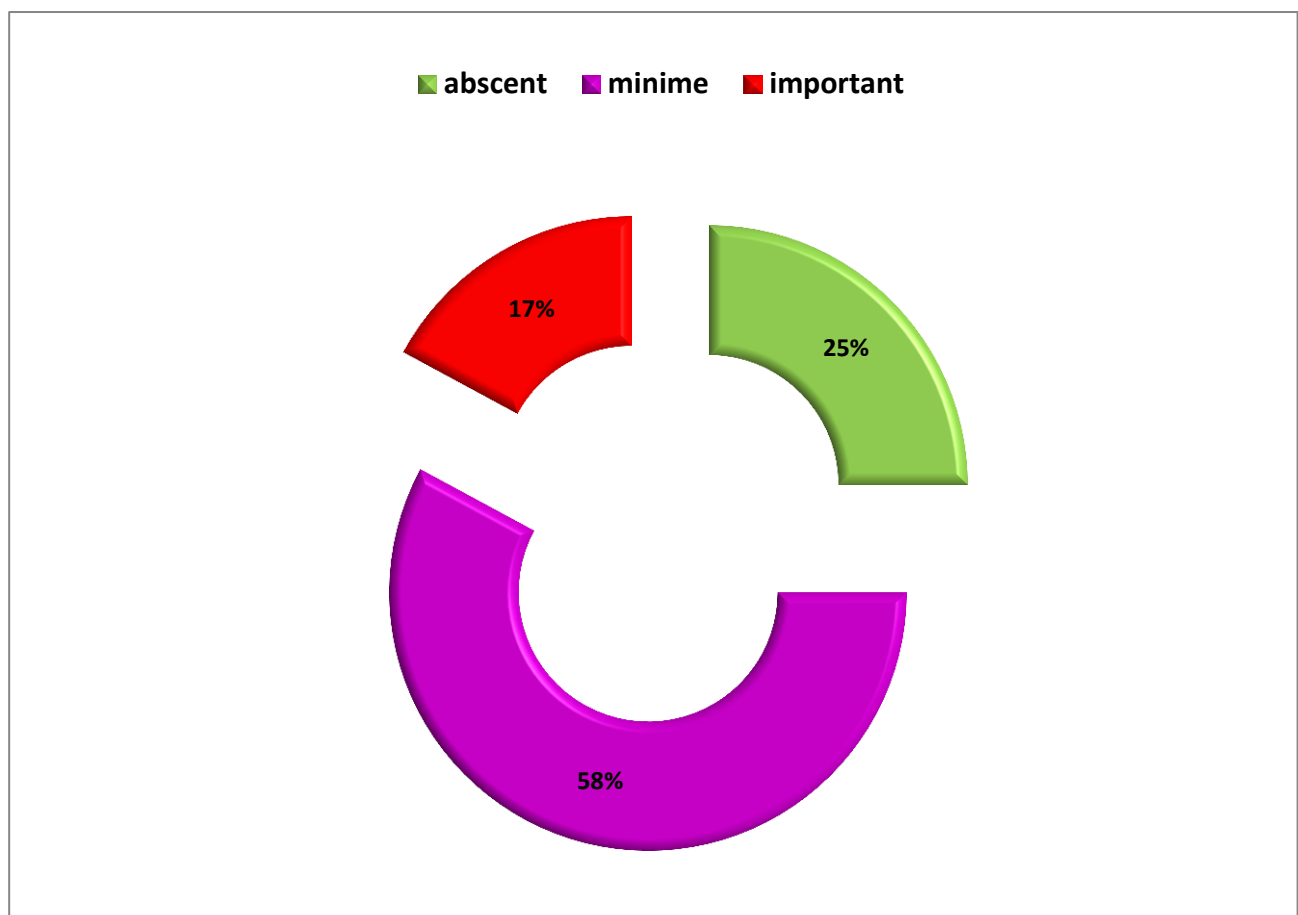


Figure 12 : déplacement de la fracture costale.

3. Autres :

3.1. Bilan Biologique :

3.1.1. NFS :

La numération formule sanguin a été réalisée chez tous nos patient.

Les résultats étaient comme suit :

- Le taux moyen d'hémoglobine était de 12.5g/l. Une anémie à Hb<12g/l était présente chez 31% des patients, tandis qu'une anémie à Hb<10 a été trouvée chez 7% patients. Toutes les anémies étaient inflammatoires.
- Le taux moyen des globules blancs était de 10872U/ml. En effet une hyperleucocytose était présente dans 51% des cas, et qui était supérieur à 20000U/ml dans 03% des cas.
- Dans 61% des cas l'hyperleucocytose était à prédominance neutrophile avec 30% des patients présentant un taux de polynucléaires neutrophiles supérieur à 7500/ml.

3.1.2. CRP :

Le dosage de la protéine C réactive a été effectué chez 100% des patients avec une moyenne de 62mg/L.

La CRP était supérieur à 30mg /l chez 20 patients (26%).

3.1.3. Bilan de crase :

TP- TCA a été réalisé chez 70% des patients, montrant un TP bas chez 5 patients et une TCA normal dans tous les cas.

3.1.4. Ionogramme :

Une hyperglycémie a été retrouvée chez 10 patients dont 8 étaient connus diabétiques. Le taux du reste des électrolytes (Na, K, Cl,..) était normal chez tous les patients.

3.1.5. Bilan rénal :

L'urée était supérieure à 0.55 g/l chez 3 patients, tandis que la créatinémie était supérieure à 12 mg/l chez un seul patient.

3.1.6. Bilan hépatique :

Le bilan hépatique a été réalisé chez 35% des patients, et est revenu anormal chez un seul patient qui présentait des lésions hépatiques post-traumatiques.

3.1.7. Dosage de la troponine :

Le dosage de la Troponine, a été réalisé chez 03 malades et qui est revenu négatif dans tous les cas.

3.1.8. Autres :

- La LDH a été faite chez 8 patients dont 3 étaient élevées.
- Le taux de PSA a été élevé chez le patient qui présentait un prostatisme.
- La lipase a été réalisée chez un patient souffrant de douleurs abdominales et est revenue négative.
- La sérologie hydatique et les 3 BK crachats ont été réalisés chez un patient dans le cadre d'une exploration d'une opacité pulmonaire découverte fortuitement à la radiographie et sont aussi revenus négatifs.

3.2. ECG :

ECG a été réalisé chez tous les patients, et n'avait pas objectivé d'anomalies.

II. Caractéristiques de la douleur :

1. La Douleur à l'admission :

La douleur à l'admission a été présente chez tous nos malades et son évaluation rétrospective à l'aide du questionnaire a été possible chez 55 malades.

On a trouvé que 13% (n=7) de nos patients décrivaient la douleur comme « très intense » EVS=4 au moment où 69% (n=38) la décrivaient comme « intense » EVS=3 et 18% (n=10) comme « modérée » EVS=2.

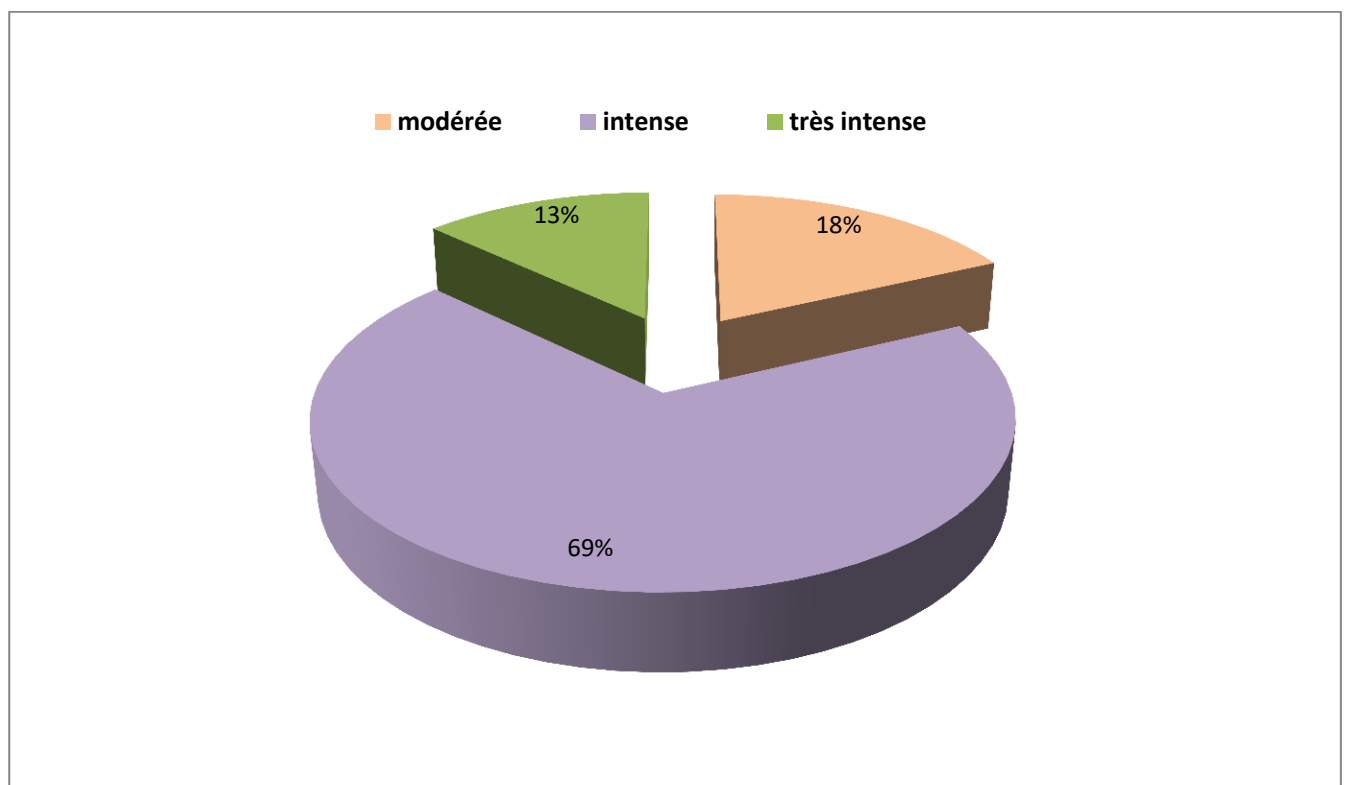


Figure 13: intensité de la douleur à l'admission**2. La dyspnée**

La dyspnée est le résultat de plusieurs facteurs en particulier la douleur thoracique qui gêne et limite la respiration normale ainsi que les lésions pulmonaires associées au traumatisme.

Elle a été présente chez 41 patients (54%).

3. Evaluation de la persistance de la douleur après fracture costale :

Nous avons conçu un questionnaire téléphonique simple pour étudier l'incidence de la douleur chronique et son impact sur la qualité de vie. Lorsqu'un patient se plaignait de la présence de douleur, un questionnaire complet était alors rempli.

Chez les patients présentant des fractures bilatérales et multiples, le site le plus douloureux a été utilisé comme source de collecte de données.

Chez les patients qui ne travaillaient pas, les tâches ménagères et les courses quotidiennes (comme aller au souk) étaient considérées comme indices de l'activité quotidienne.

L'échelle verbale simple de la douleur a été utilisée et le score a été tracé de zéro (pas de douleur) à 4 (douleur très intense). Dans les cas de patients fournissant une réponse dans les plages, la description la plus élevée de la plage a été enregistrée.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Les données démographiques et cliniques pertinentes ont été enregistrées dans une feuille de calcul MS Excel. Les données recueillies ont ensuite été analysées avec le logiciel SPSS par le biais du test de khi-deux et le test exact de Fisher au sein du service d'épidémiologie de notre faculté. Le niveau de signification a été défini comme p.

On a pu contacter seulement 55(72%) patients des 76 et cela dû soit au changement de leurs coordonnées téléphoniques, ou bien de leur décès.

A la sortie de l'hôpital 49% (n= 27) de nos patients décrivent la douleur comme intense mais qui cède sous traitement symptomatique prescrit par le médecin traitant.

Après 3 mois d'évolution : 94% de nos malades décrivent la persistance de la douleur dont 16% (n=9) est une douleur intense (EVS=3).

A 6mois d'évolution : seulement 3% (n=2) décrivent la douleur comme intense et 34% (n=19) comme faible tandis que 39%(n=21) ne présentaient pas de douleur.

Après une année d'évolution : aucun patient ne présentait une douleur « intense » et on remarque une disparition de la douleur chez 62%(n=34), cependant, une douleur modérée à faible est encore présente chez 38% de nos malades.

A noter qu'après 6 mois d'évolution, 53%(n=29) de nos malades déclarent l'apparition d'une douleur intense à l'effort ou lors de la portée de charges lourdes, ceci persiste après une année chez 27%(n=15) des patients mais ce qui est différent dans cette période c'est que ces patients-là ne présentent aucune douleur lors de ses activités quotidiennes. Cette douleur cède progressivement au repos jusqu'à sa

prédictifs de la douleur thoracique chronique

disparition, et chez 3 cas cette douleur peut durer quelques jours et souvent une prise d'antalgique est nécessaire.

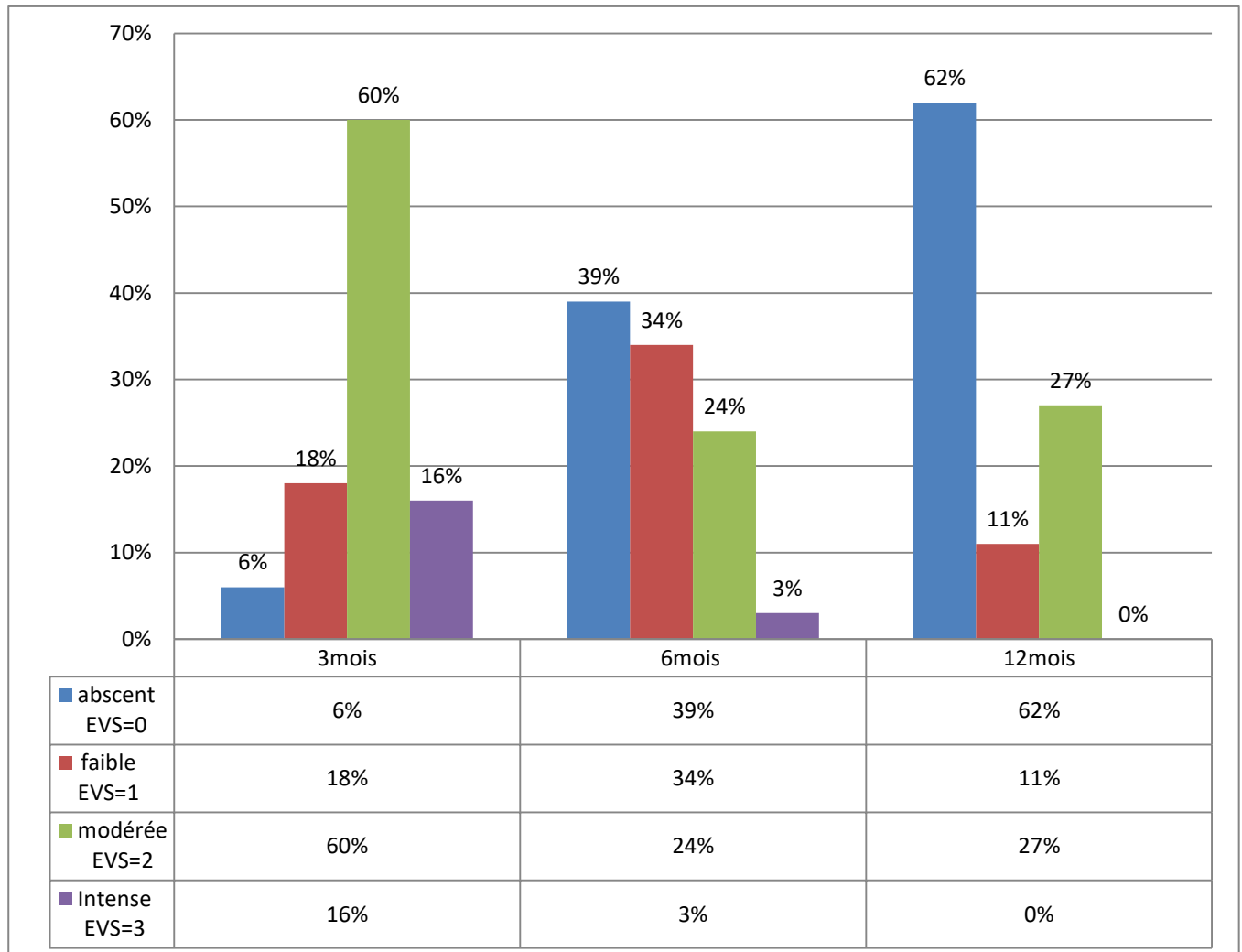


Figure 14 : les résultats de l'évolution de la douleur lors des 12 premiers mois récupérés de notre questionnaire.

4. Impact des douleurs chroniques sur la qualité de vie des patients présentant une fracture costale :

Une préservation d'une qualité de vie pareille à celle avant le traumatisme soit personnelle soit professionnelle est primordiale lors de la prise en charge des

prédictifs de la douleur thoracique chronique

patients victimes d'un traumatisme thoracique. C'est pour cela, lors de notre contact téléphonique on a évalué aussi le retentissement des fractures costales et la persistance de la douleur sur la vie quotidienne de nos patients.

Avant le traumatisme, 58% (n=32) de nos malades travaillaient et 6% (n=3) étaient en chômage tandis que 42% (n=23) étaient des retraités.

Pour les patients retraités et en chômages ce retentissement était mesuré par les activités quotidiennes comme les tâches ménagères, les courses, le sport, et le soulèvement des poids lourds par exemple : la prise en bras d'un enfant ou une bouteille de gaz.

Après le traumatisme, 37% (n=20) de notre population étudiée réclament un retentissement sur la vie professionnelle dont 4%(n=2) ont changé leur travail.

Pour la population inactive, 9% (n=05) déclarent la diminution des activités quotidiennes, dû au déclenchement de la douleur.

Au total, on note un retentissement de la douleur sur 46%(n=25) des malades interrogés, il est minime dans 18% (n=10), modéré dans 13% (n=7) et important dans 15%(n=8).

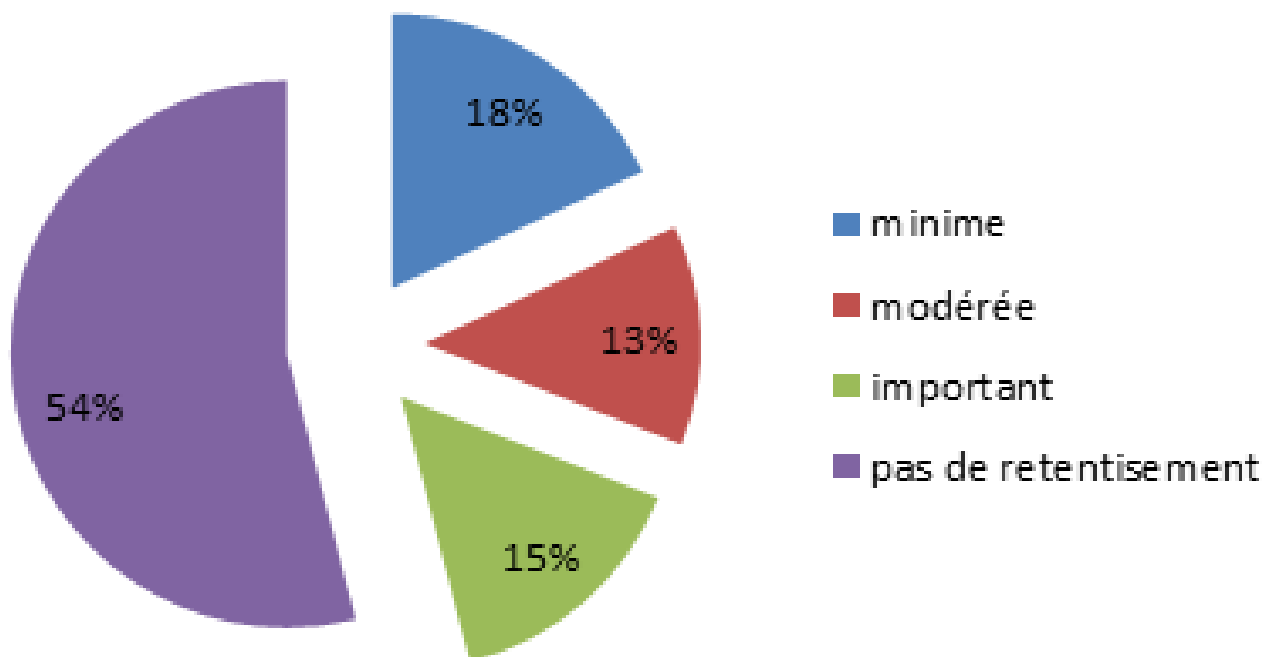


Figure 15: le degré de retentissement de la douleur chronique suite à une fracture costale sur la qualité de vie de nos patients.

5. Analyse des facteurs liés à la douleur :

Lors de notre étude nous avons trouvé que 38% de nos malades présentent des douleurs chroniques après 12mois d'évolution et que 27% réclament l'apparition de la douleur à l'effort intense. Et dans le but de trouver les facteurs qui peuvent être liés à sa persistance nous avons analysé certains facteurs et les résultats sont répartis dans le tableau ci-dessous comme suit :

- démographique : âge - sexe.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- caractères des fractures costales au stade initial : Nombre de fracture- déplacement de la fracture- siège de la fracture- présence de volet thoracique.)
- l'intensité de la douleur au début.
- présence de la kinésithérapie lors de la prise en charge.

On a exclus quelques facteurs pour les raisons suivantes :

- L'analgésie multimodale car tous nos malades en ont bénéficiés.
- L'analgésie locorégionale comme la péridural et le bloc para-vertébral n'ont pas été réalisés.
- La prise en charge chirurgicale par ostéosynthèse des côtes a été réalisée chez un seul malade.
- Aucun patient de notre série n'a été bénéficié de la cryoneurolyse du nerf intercostale.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

		présence de la douleur	pourcentage %	absence de la douleur	Pourcentage %	Totale	la valeur de P
âge	<55 ans	15	47%	17	53%	32	0,7
	>55ans	21	91%	2	9%	23	
sexe	Féminin	3	75%	1	25%	4	0,5
	Masculin	33	65%	18	35%	51	
nombre de fracture	<= 3	9	45%	11	55%	20	<0,001
	> 3	27	77%	8	23%	35	
volet thoracique	Oui	2	100%	0	0%	2	0,6
	non	34	64%	19	36%	53	
fracture déplacée	oui	19	56%	15	44%	34	0,8
	non	17	81%	4	19%	21	
arc antérieur	oui	12	87%	2	13%	14	0,5
	non	25	62%	16	38%	41	
arc moyen	oui	21	75%	7	25%	28	0,1
	non	17	62%	10	38%	27	
arc postérieur	oui	16	77%	5	23%	21	0,2
	non	21	62%	13	38%	34	
Latéralité de la fracture	unilatérale	32	65%	17	35%	49	0,5
	bilatérale	4	66%	2	34%	6	
kinésithérapie respiratoire	oui	5	25%	15	75%	20	0,2
	non	31	88%	3	12%	35	
EVS	<3	3	30%	7	70%	10	
	>= 3	33	73%	21	27%	45	

Tableau 1 :tableau présentant des résultats analytiques des facteurs prédictifs possibles de la survenue d'une douleur thoracique chronique post traumatique à partir des résultats recueillis du questionnaire.

III. Les lésions thoraciques associées :

Les autres lésions thoraciques ont été sous forme de :

- Pneumothorax seul dans 10% des cas.
- Hémothorax seul dans 23% des cas.
- Hémo-pneumothorax dans 30% des cas.
- Au niveau du médiastin : aucune lésion cardio-péricardique n'a été présente par contre un pneumo-médiastin était présent dans 8% des cas.
- Au niveau du poumon, la contusion était présente dans 23% des cas, et dans un cas il s'agissait d'un pneumatocèle.
- Au niveau pariétal un emphysème sous-cutané a été présent dans 18% des cas.

Nous avons noté d'autres lésions thoraciques comme suit :

- Fracture du cartilage costale dans 5% des cas.
- Fracture de l'omoplate dans 15% des cas.
- Fracture de la clavicule dans 8% des cas.
- Atélectasie dans 3% des cas

prédictifs de la douleur thoracique chronique

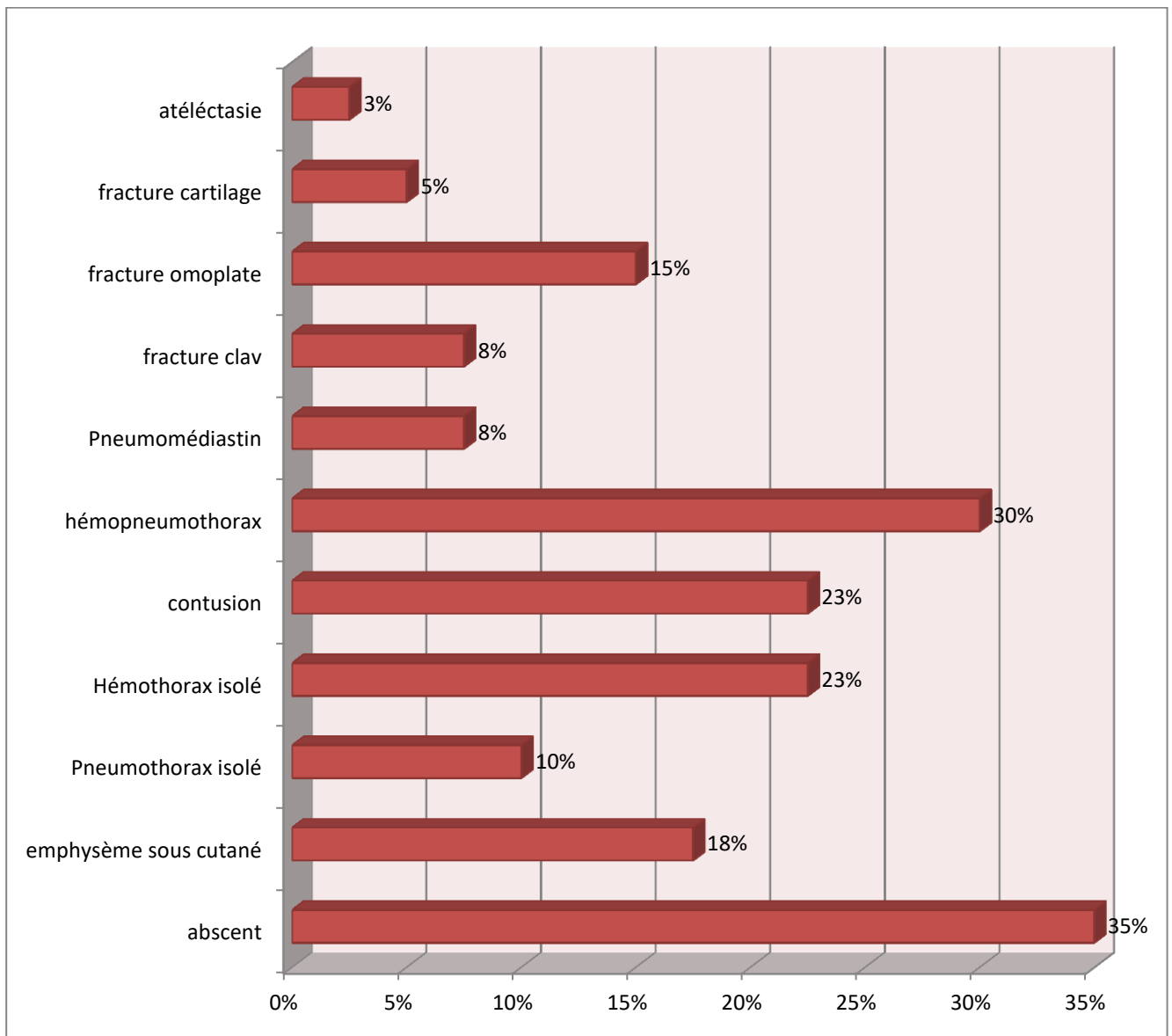


Figure 16 : les lésions thoraciques associées aux fractures costales.

Les lésions thoraciques	nombre des patients atteint
absent	26
emphysème sous cutané	13
Pneumothorax isolé	7
Hémothorax isolé	17
contusion	17
Hémo-pneumothorax	23
Pneumo-médiastin	6
fracture de la clavicule	6
Fracture de l'omoplate	11
fracture cartilage	4
atélectasie	2

Tableau 2 : répartition des malades selon les lésions thoraciques associées .

IV. traitement :

1. Aux Urgences :

➤ Tous nos malades ont bénéficié d'un traitement antalgique par voie intraveineuse à base de paracétamol et/ou de néfopam et/ou des anti-inflammatoires:

- ❖ Utilisation du néfopam seul dans de 29%(n=21) des cas.
- ❖ Association du paracétamol avec Néfopam dans 50%(n=38) des cas.
- ❖ Association du paracétamol avec les anti-inflammatoires dans 5%(n=4).

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- ❖ Association du paracétamol avec néfopam et les AINS et la morphine a été retrouvée dans 4% (N=3) des cas.
- ❖ Le paracétamol et les AINS n'étaient jamais utilisés seul dans notre série.

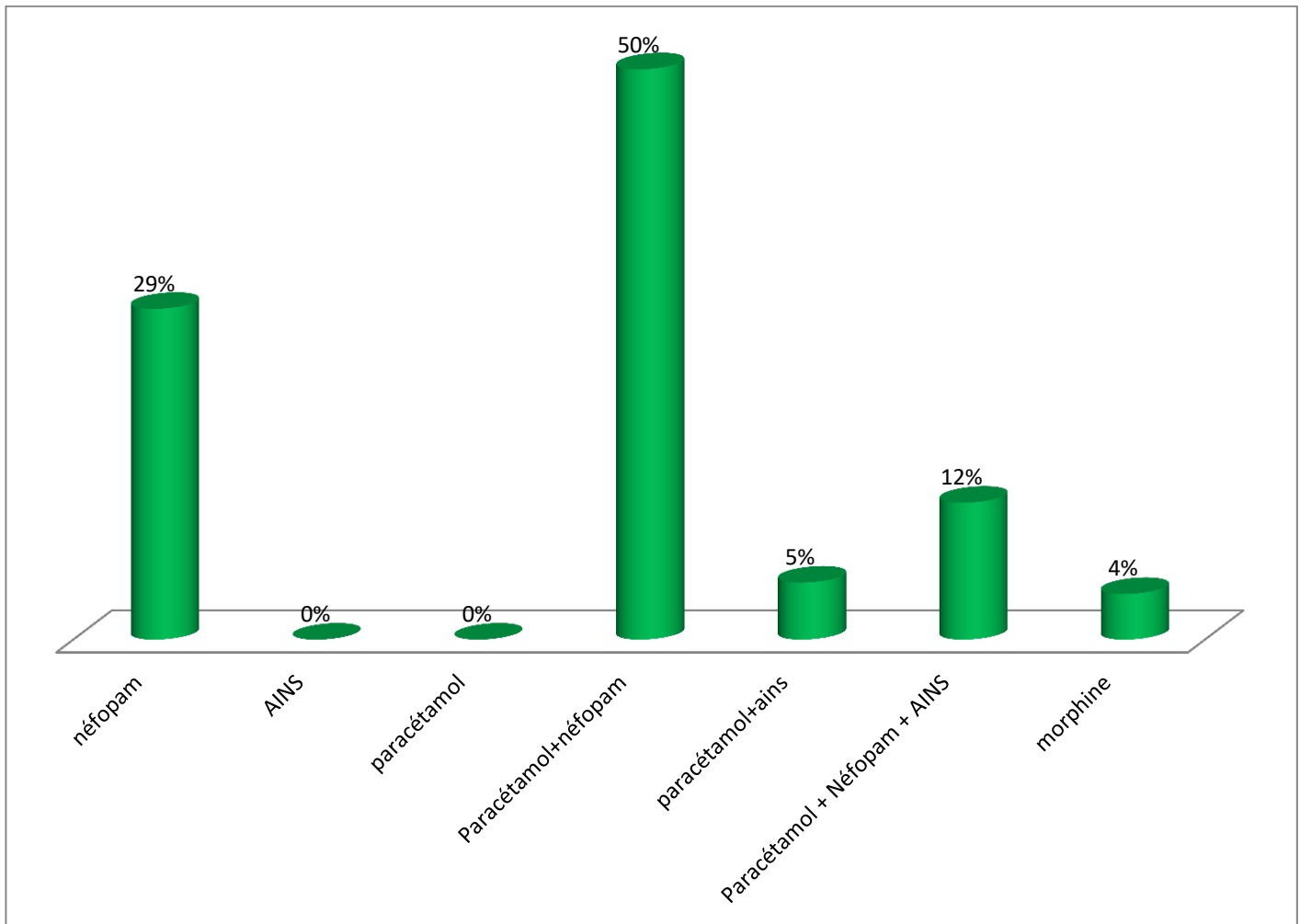


Figure 17 : répartition des patients selon l'analgésie prescrite aux urgences.

La fréquence d'utilisation de chaque antalgique est comme suit :

- ❖ Néfopam : 93% des cas (n=71)
- ❖ Paracétamol : 71% des cas (n=54)
- ❖ AINS : 21% des cas (n=16)

prédictifs de la douleur thoracique chronique

❖ Morphine : 4% des cas

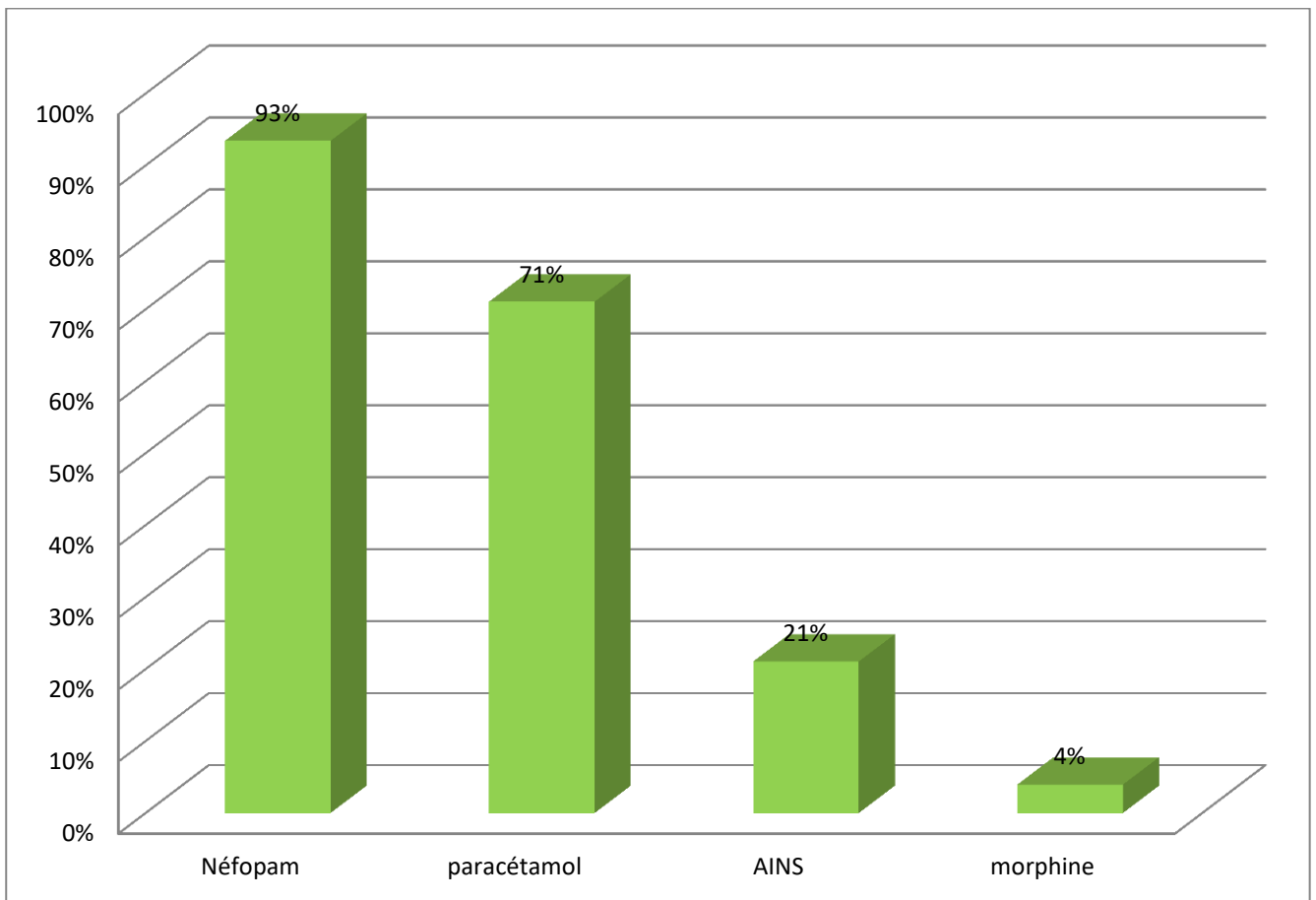


Figure 18: La fréquence d'utilisation de chaque antalgique dans les urgences.

➤ 60% (n=46) de nos patients ont bénéficié d'une oxygénothérapie simple aux urgences par voie nasale, et aucun d'entre eux n'a bénéficié d'une intubation trachéale.

2. Au service de la chirurgie thoracique :

➤ Tous nos malades hospitalisés au service ont bénéficié d'un traitement antalgique par voie intraveineuse à base du paracétamol et/ou néfopam et/ou les anti-inflammatoires selon les protocoles suivantes :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- ❖ L'association du paracétamol avec Néfopam dans 15%%(n=11) des cas.
- ❖ L'association du paracétamol avec néfopam et les AINS a été trouvée dans 82% (N=63) des cas.
- ❖ L'association de la morphine au paracétamol et le néfopam a été trouvée dans 3% des cas (n=2).

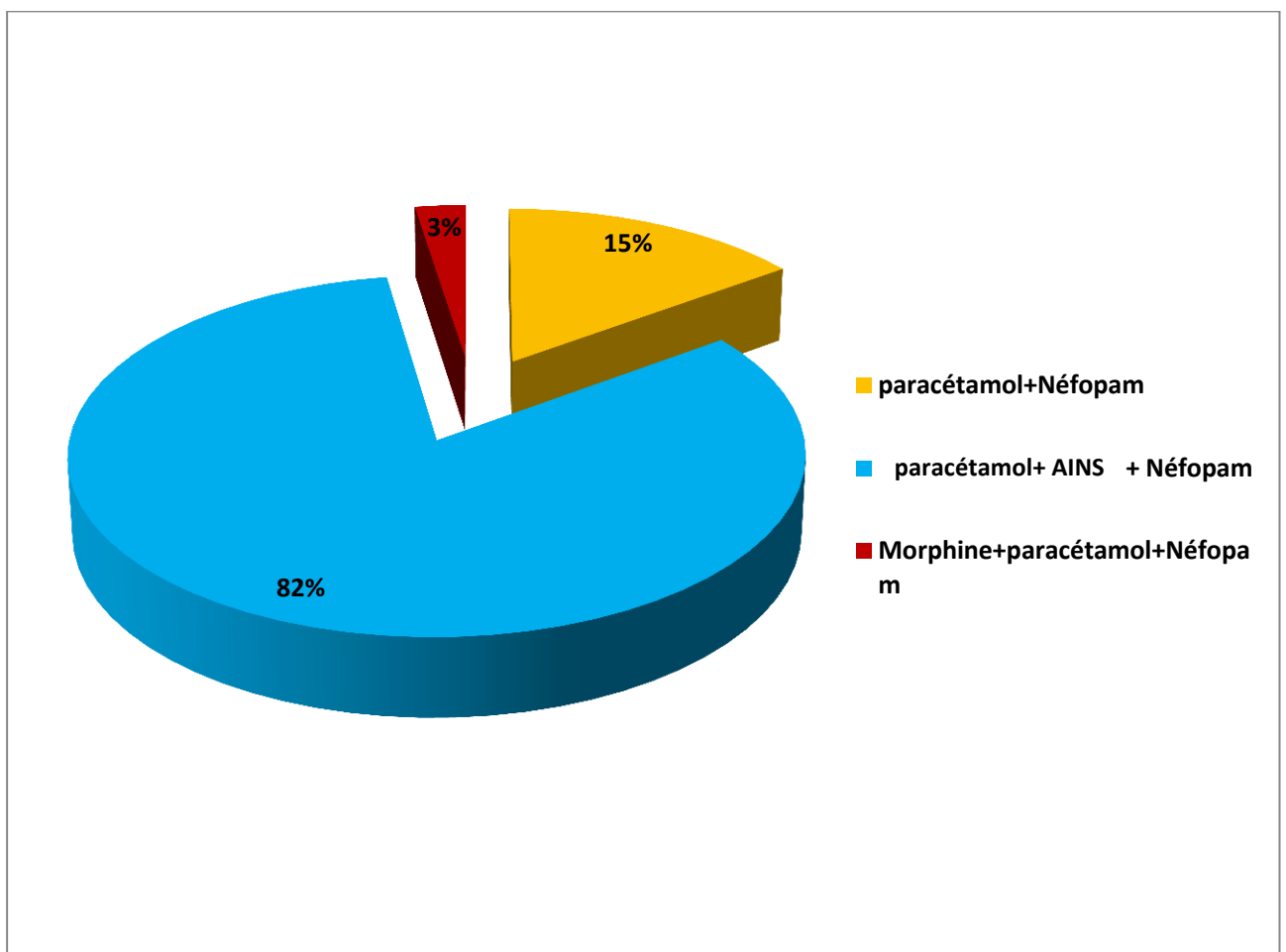


Figure 19 : l'analgésie multimodale utilisée dans notre service.

La fréquence d'utilisation de chaque antalgique est comme suite :

- ❖ Néfopam : 100% des cas.
- ❖ Paracétamol : 100% des cas.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- ❖ AINS : 83% des cas. (n=63)
- ❖ Morphine : 3% des cas. (n=2)

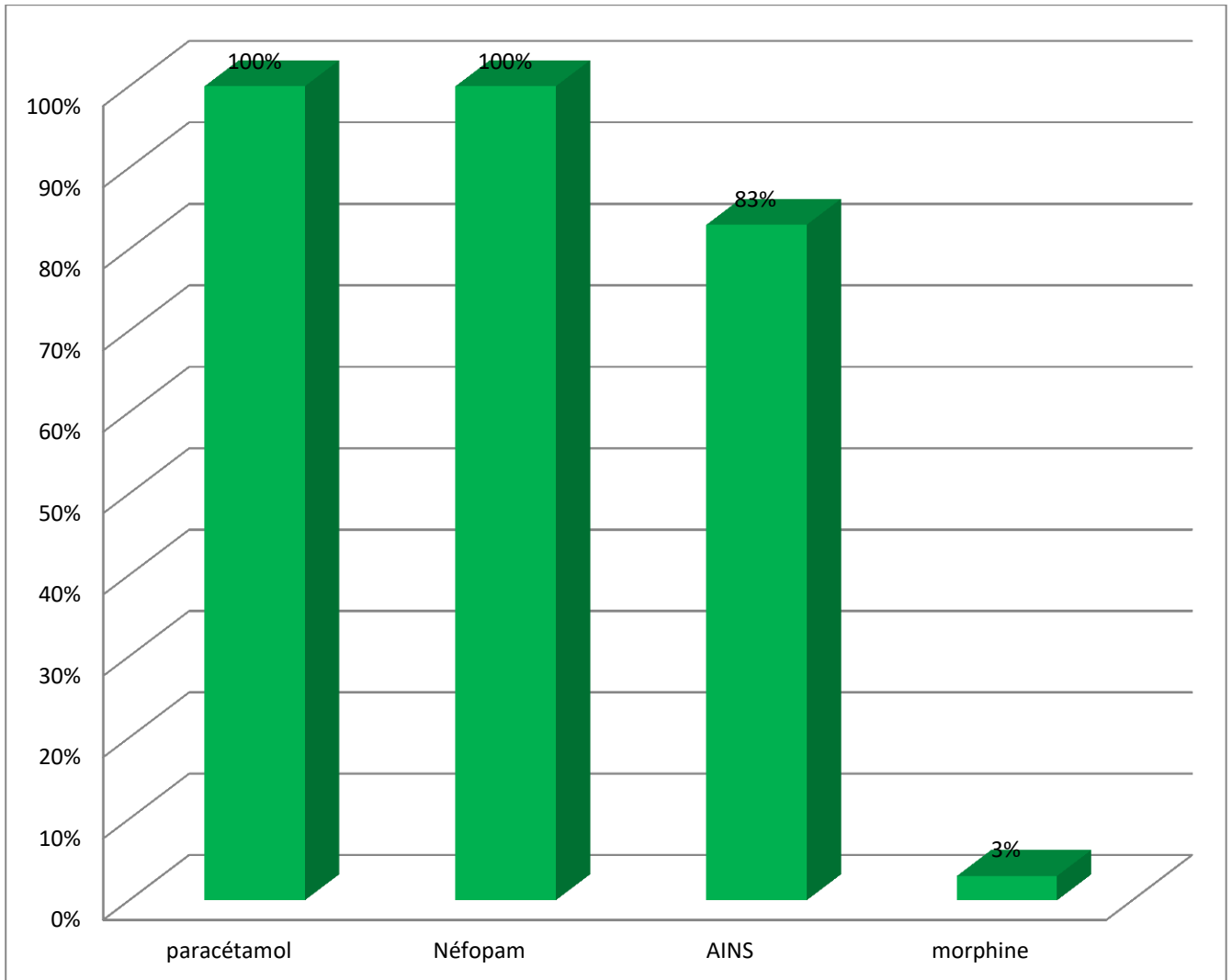


Figure 20: la fréquence d'utilisation des antalgiques dans notre service de la chirurgie thoracique.

- 38% (n=29) de nos patients ont bénéficié d'oxygénothérapie simple par voie nasale, et aucun d'entre eux n'a bénéficié d'une intubation trachéale.
- Dans notre série 53% (n=40) de nos malades ont reçu une antibiothérapie :

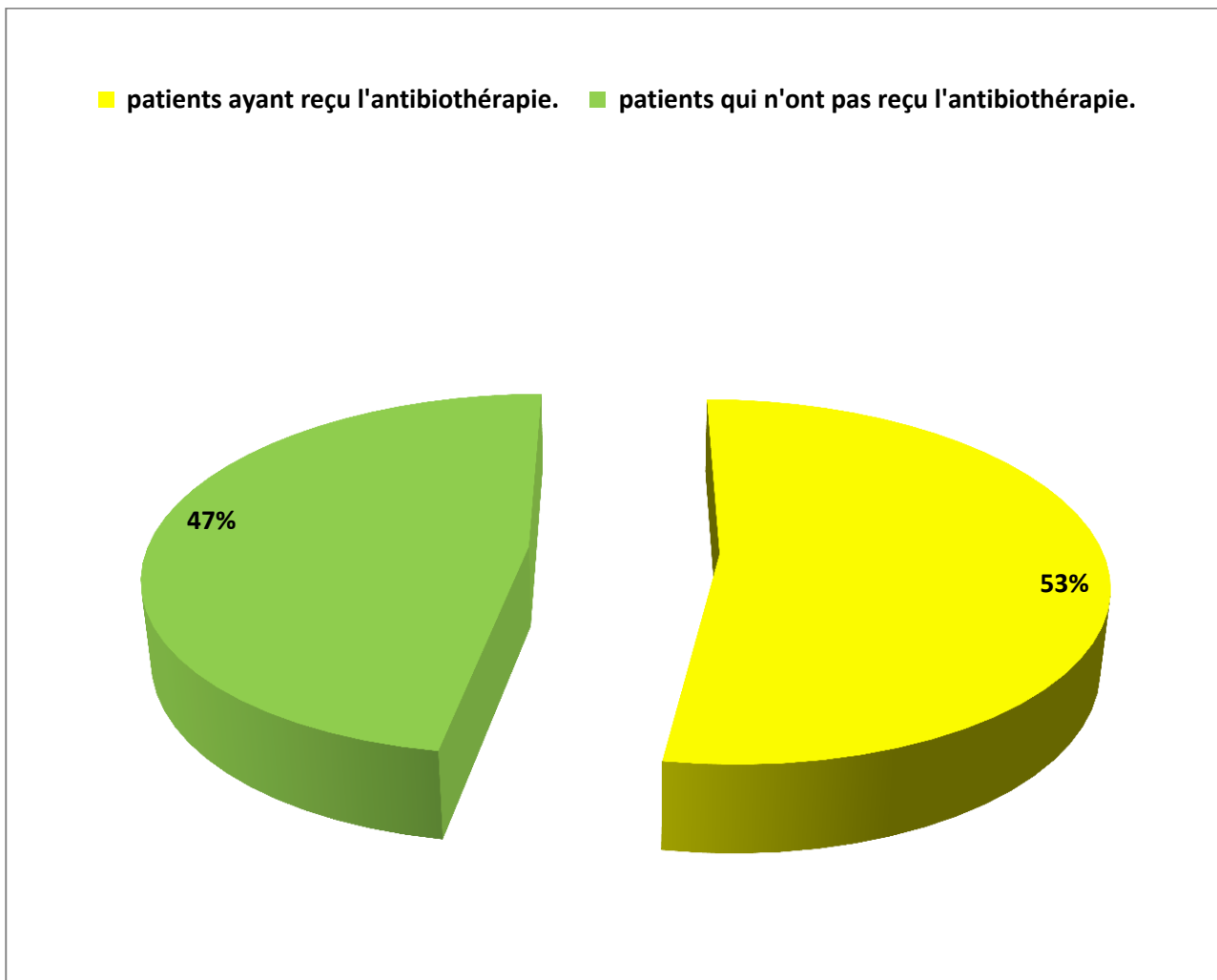


Figure 21 : répartition des patients selon la prise de l'antibiothérapie.

- 80% (n=32) de nos malades étaient sous Amoxicilline protégée seule.
- 15%(n=6) étaient sous céphalosporine 3^{ème} génération.
- 5% (n=2) étaient sous une bi-antibiothérapie basée sur une amoxicilline protégée associée à la ciprofloxacine.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

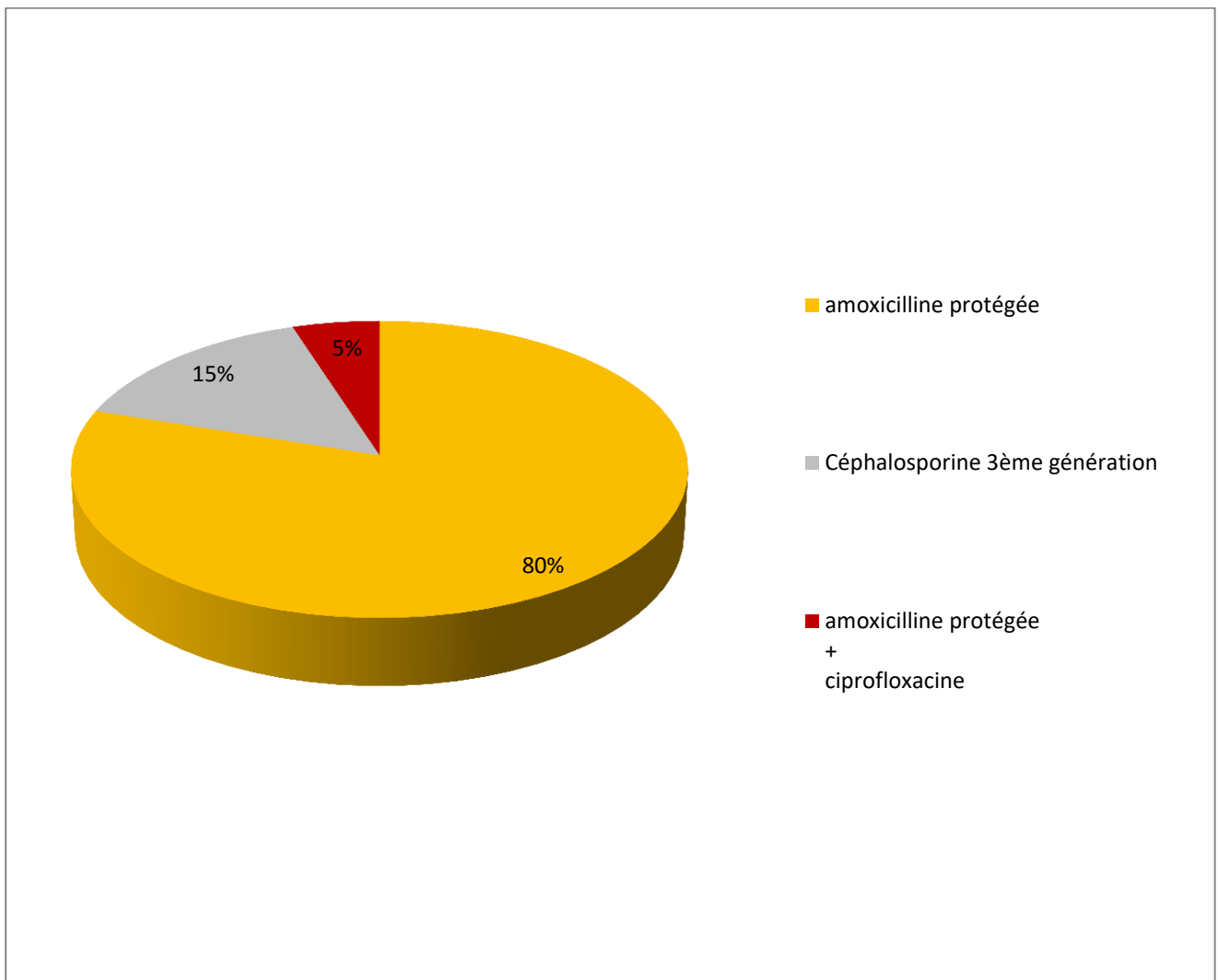


Figure 22 : répartition selon le type de l'antibiothérapie prescrite.

- 60% de nos malades ont reçu des anticoagulants à dose préventive.
- 83% de nos malades ont reçu les inhibiteurs de la pompe à proton en association avec les AINS.
- La kinésithérapie respiratoire a été réalisée chez 30 malades soit 39%.
- Le drainage thoracique a été réalisé chez 16%(n=21) avec mise en place d'un système d'aspiration, ou un simple siphonage.
- Un patient a bénéficié d'un caillotage pleurale pour hémothorax.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- Le deuxième patient a bénéficié d'une thoracotomie pour aspiration du sang et lavage de la cavité suite à un hémithorax et volet thoracique.
- Le traitement orthopédique concernait 06 fractures de la clavicule et 07 fractures de l'omoplate sous forme d'immobilisation de l'épaule par une écharpe coude au corps.

V. Le circuit des patients :

1. Lieux de prise en charge initiale :

Tous nos patients ont été accueillis initialement dans le service d'accueil des urgences, puis, par la suite, ils ont été transférés :

- ❖ Au service de réanimation : un transfert direct en réanimation était obligatoire pour 13 (17%) malades de notre série.
- ❖ A la salle de déchoquage : il était nécessaire pour 15(19%) patients pendant 24heures avant leur admission au service de la chirurgie thoracique.
- ❖ En salle d'observation des urgences : 48 (64%) patients ont été admis à la salle d'observation des urgences avant leur transfert au service de la chirurgie thoracique pour suite de prise en charge.

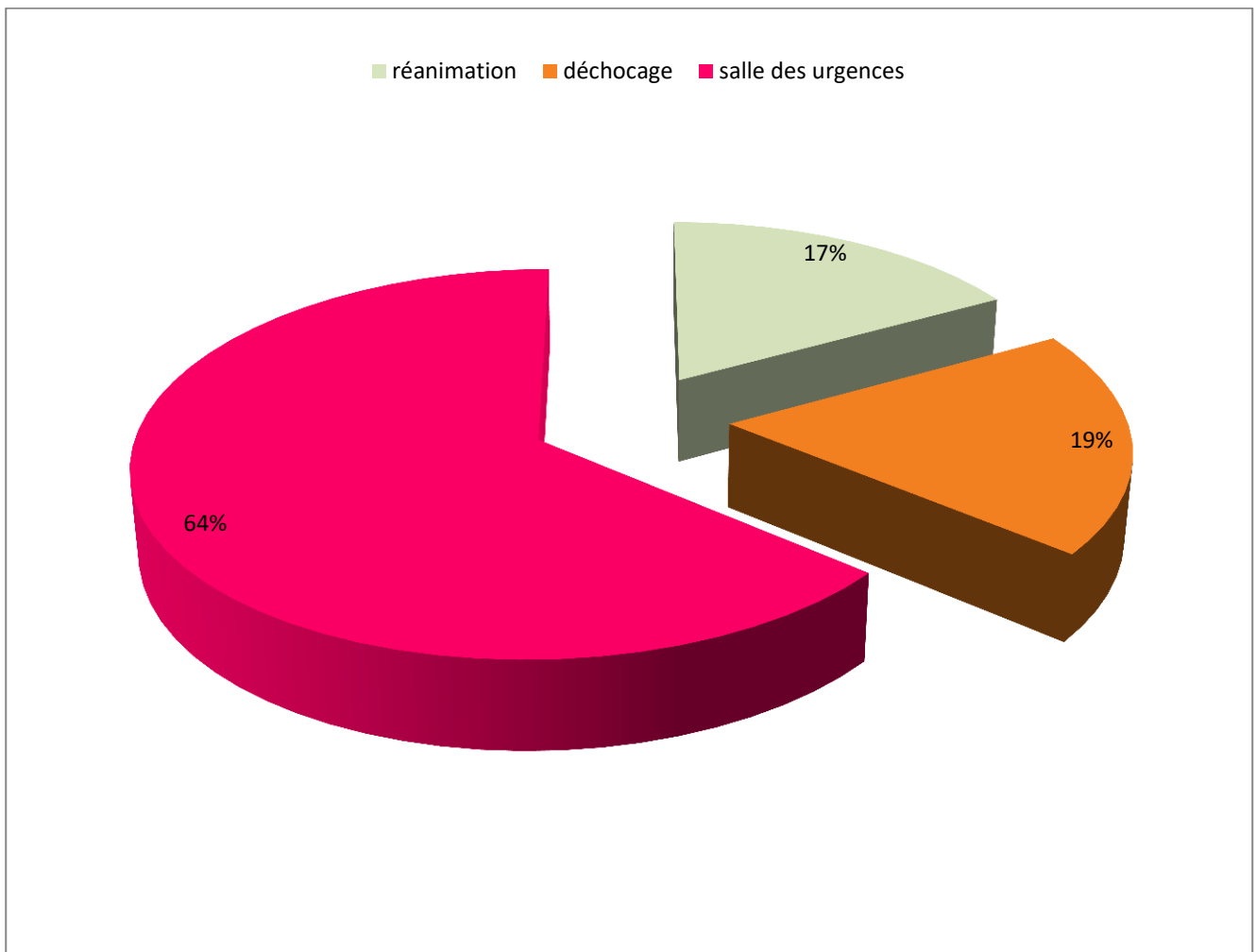
prédictifs de la douleur thoracique chronique

Figure 23: Lieux de prise en charge initiale.

2. Durée de la prise en charge :

- Dans le service des urgences :

La durée moyenne de séjour au service des urgences était de 01 jour, avec une durée minimale de 0 jour (quelques heures correspondant au temps nécessaire pour un éventuel transfert au service de chirurgie thoracique), et une durée maximale de 07 jours.

- Dans le service de chirurgie thoracique :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

La durée moyenne était de 4,6 jours, avec une durée minimale de 01jour, et maximale de 23 jours.

Durée d'hospitalisation	moyenne	maximum	Minimum
aux urgences	01	07	quelques heures
au service de la chirurgie thoracique	4,6	23	01

Tableau 3: tableau comparatif entre la durée d'hospitalisation aux urgences et dans notre service de la chirurgie thoracique.

DISCUSSION

I. Rappel anatomique :

1. Situation :

Le thorax occupe l'étage supérieur du tronc. Il est entouré d'une paroi ostéo-musculaire expansive qui protège son contenu. La cage thoracique renferme deux régions pleuro-pulmonaires latéralement et le médiastin en son centre. Elle est ouverte en haut sur la base du cou et fermée en bas par le diaphragme.[6]

1.1. La parois thoracique :[7]

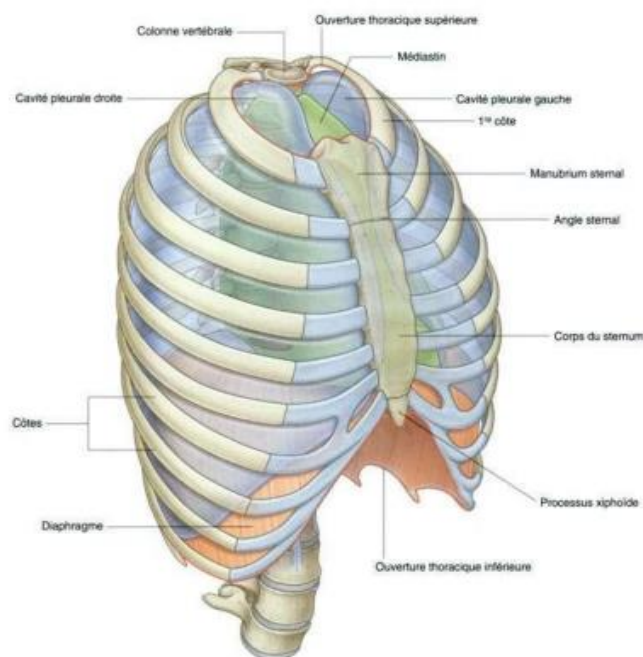


Figure 24: Les parois de la cavité thoracique[7]

La paroi thoracique est formée d'éléments squelettiques et musculaires :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- en arrière, elle est composée de 12 vertèbres thoraciques et de leurs disques intervertébraux d'interposition.
- latéralement, la paroi est formée par les côtes (12 sur chaque côté) et trois couches de muscles plats qui remplissent les espaces intercostaux entre les côtes adjacentes; ces muscles mobilisent les côtes et servent de support aux éléments des espaces intercostaux.
- en avant, le sternum, qui est formé du manubrium sternal, du corps du sternum et du processus xiphoïde.

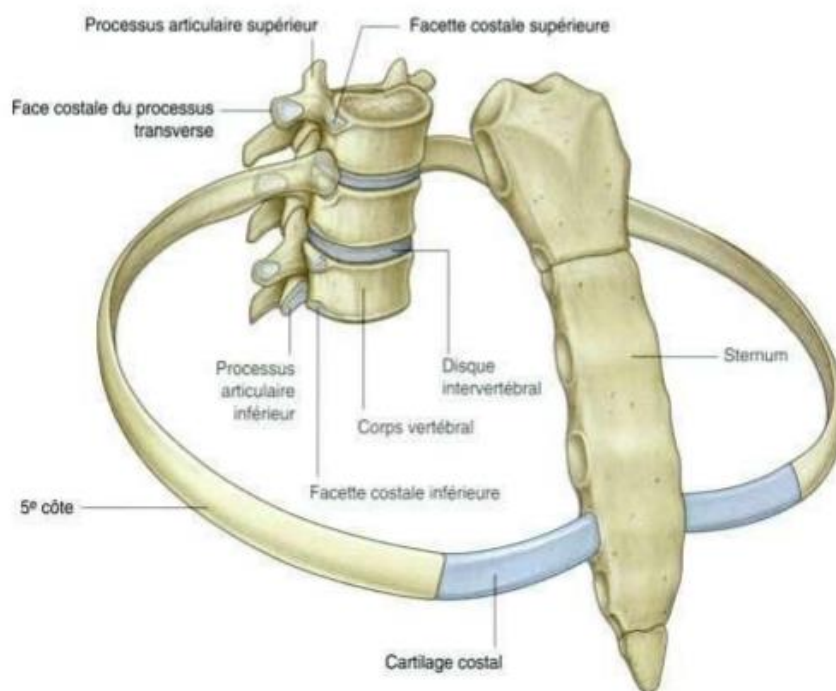


Figure 25:Articulation entre les côtes et les vertèbres

Plan cutané-musculaire [8]-[7]

On distingue successivement de dehors en dedans :

- la peau.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- Le tissu sous-cutané.
- L'aponévrose.
- Les plans musculaires.

A. Le plan musculaire :

a) Les muscles de la région antérieure :[9]

Le groupe musculaire antérieur est divisible en deux plans:

1 / Le plan profond :

- *Le muscle sous-clavier.*
- *Le muscle petit pectoral*

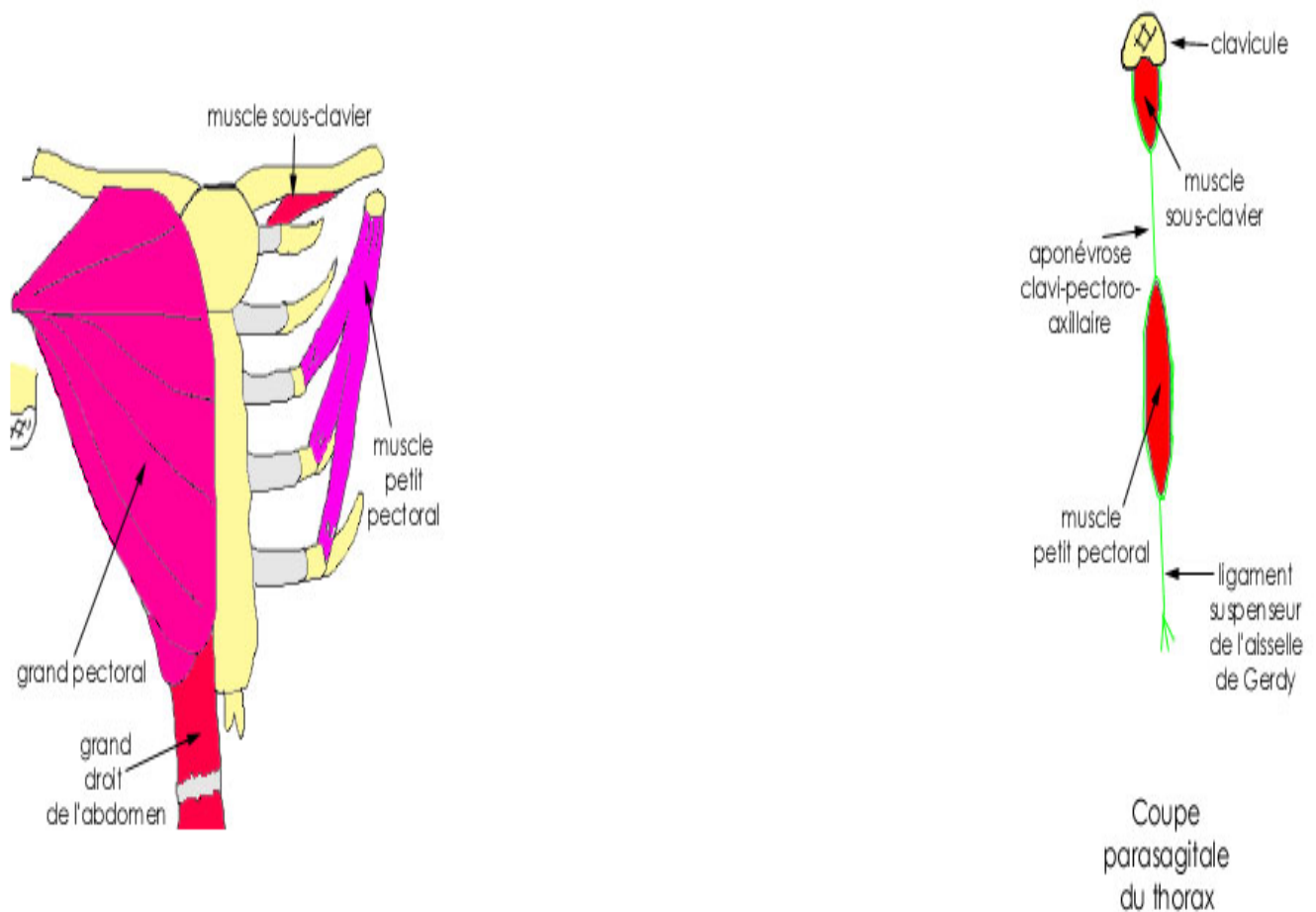


Figure 26 : les muscles du plan profond du thorax antérieur

2/ Le plan superficiel :

Un seul muscle: Le Grand Pectoral.

b) Les muscles de la région postérieure :

1 / plan superficiel[10]

- *Le Trapèze* : est un large muscle postérieur unissant les épineux cervico-thoraciques à la scapula.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- *Le grand dorsal* : est le plus grand muscle du corps humain. Il forme une grande nappe triangulaire à base médiale et sommet latéral.

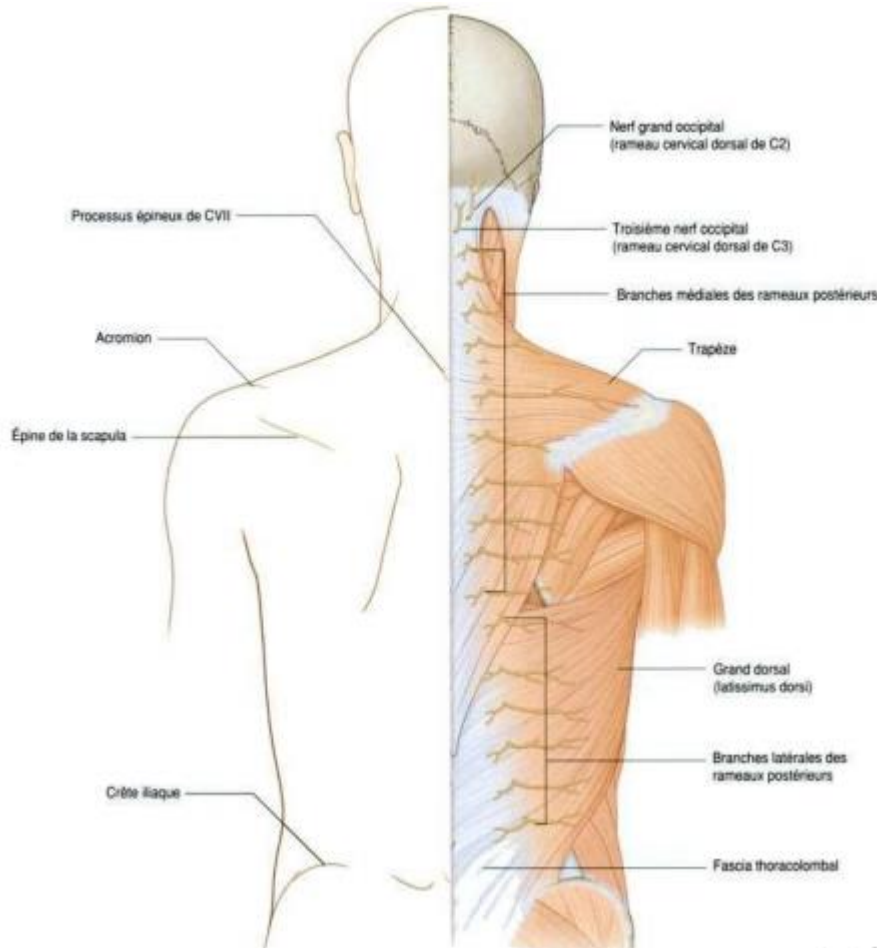


Figure 27 : anatomie du plan superficiel de la région postérieure.

2/plan musculaire moyen :[8]

Comprend trois muscles :

- *le muscle dentelé* : Leur disposition leur confère une fonction respiratoire .Ils se trouvent respectivement sous les muscles rhomboïdes et sous le la lissimus dorsi.
- *le muscle rhomboïde* :
 - *grand rhomboïde*

- *petit rhomboïde*

3/ Un plan musculaire profond :

Constitué par les muscles spinaux.

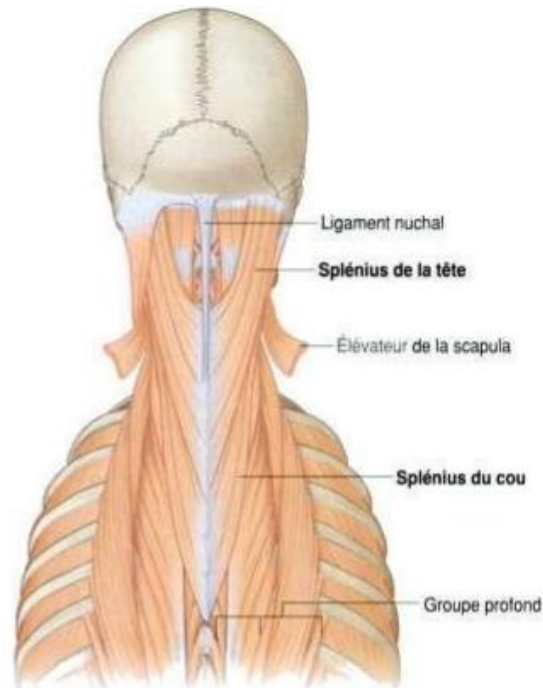


Figure 28: le plan musculaire profond:

c) le diaphragme :

Le *diaphragme* musculo-tendineux obture l'ouverture thoracique inférieure. Généralement les fibres musculaires du diaphragme naissent de manière radiaire des bords de l'ouverture thoracique inférieure, et convergent vers un grand tendon central.

Le diaphragme présente une forme ballonnée sur ses deux côtés droit et gauche, qui forment les coupes. La coupole droite est plus haute que la coupole gauche, et elle se projette au niveau de la 5^{ème} côte.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

En se contractant, le diaphragme abaisse les coupoles et augmente le volume du thorax.

L'œsophage et la veine cave inférieure traversent le diaphragme et l'aorte passe en arrière du diaphragme. [8]

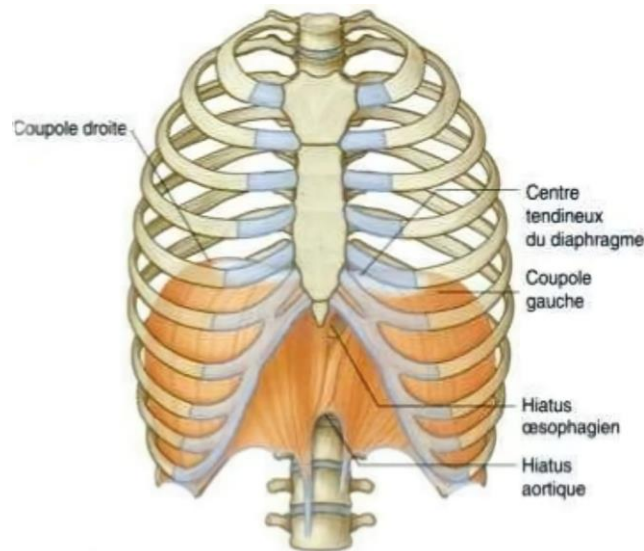


Figure 29: position du diaphragme dans la cage thoracique.

d) l'espace intercostal :[11]

les limites :

- Supérieure et inférieure : côtes sus et sous-jacentes.
- Postérieure : colonne vertébrale.
- Antérieure : sternum.
- Externe : IC externe prolongé en avant par l'aponévrose interchondrale.
- Interne : IC intime et muscle sous costal, doublés par le fascia endothoracique.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Contenu :

- *Muscle IC externe* : tendu entre le bord inférieur de la côte supérieure et la face supérieure de la côte inférieure, il occupe tout l'EIC depuis le rachis jusqu'au sternum, Il est inspirateur accessoire.
- *Muscle IC interne* : tendu entre la lèvre externe de la côte supérieure et la face supérieure de la côte inférieure. Il est compris entre les 2 autres IC et occupe les 2/3 antérieurs de l'EIC. Il est expirateur accessoire.
- *Muscle IC intime* : tendu entre la lèvre interne de la côte supérieure et la face supérieure de la côte inférieure. Il a le même rôle que l'IC interne.
- Il existe un petit muscle sous costal tendu en arrière dans le même plan que l'IC intime.
- VAN intercostal : chemine à l'abri sous la gouttière costale de la côte supérieure, entre l'IC interne et l'IC intime.
 - *Artère IC* : née de la face postérieure de l'aorte thoracique (à chaque étage), passe en dessous du système veineux azygos. Il est aussi alimenté par l'artère thoracique en avant (suppléance). Nourrit les IC, les spinaux et la peau par des rameaux antérieurs, moyens et postérieurs perforants
 - *Veine IC* : au-dessus de l'artère, se draine dans le système veineux azygos. L'EIC est aussi drainé par les veines satellites de l'artère thoracique en avant (suppléance).
 - *Nerf IC* : sort du trou de conjugaison (branche antérieure du nerf rachidien). Se termine en avant par des rameaux perforants sensitifs

prédictifs de la douleur thoracique chronique

pour la peau. Le système orthosympathique envoie des rameaux communicants au nerf intercostal (sudation, dilatation des artérioles).

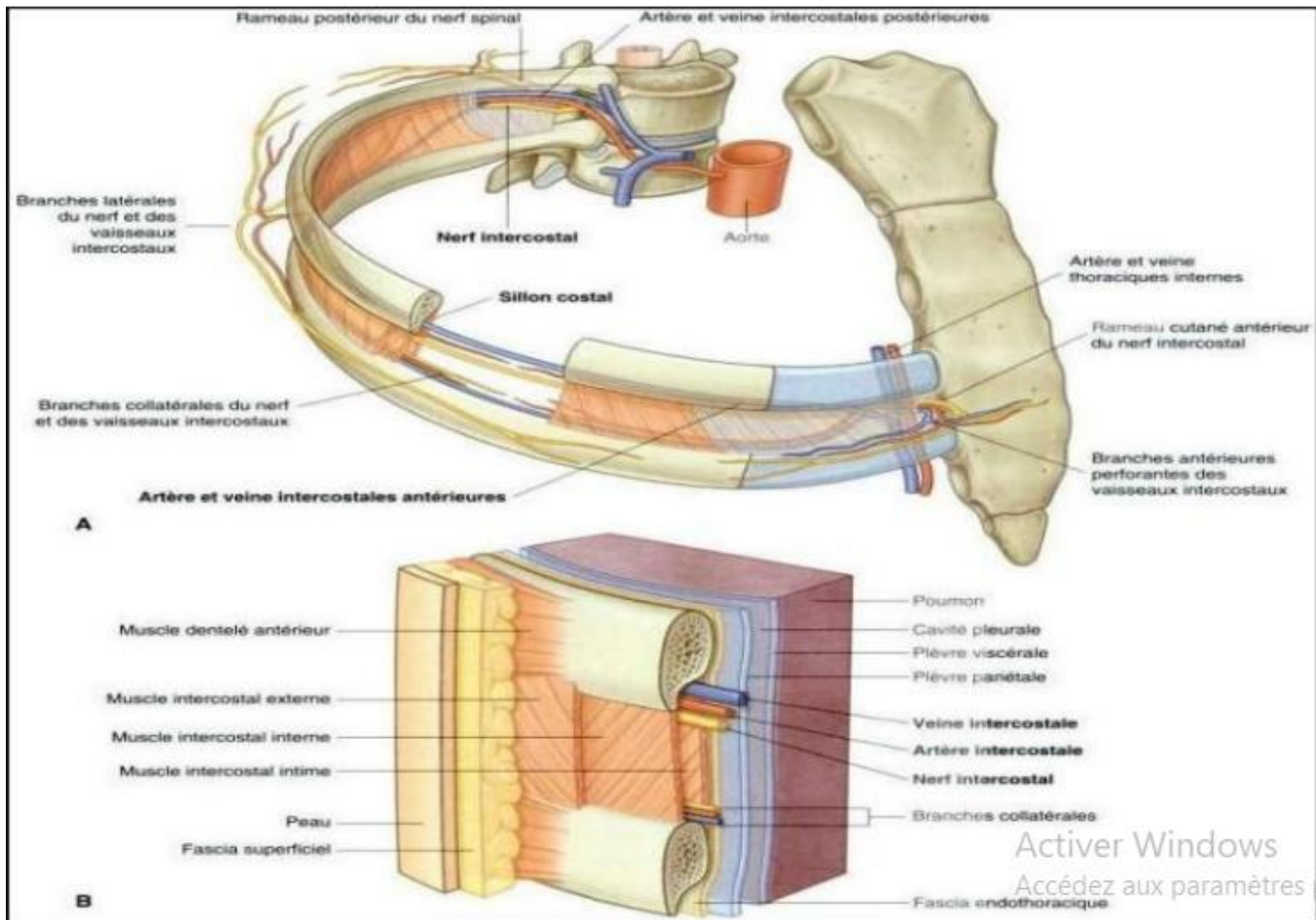


Figure 30: le pédicule vasculo-nerveux de l'espace intercostale.

1.2. Le squelette du thorax :

L'architecture squelettique de la paroi thoracique est représentée par les vertèbres thoraciques, Les disques intervertébraux, l'omoplate, les côtes et le sternum.[8]

prédictifs de la douleur thoracique chronique

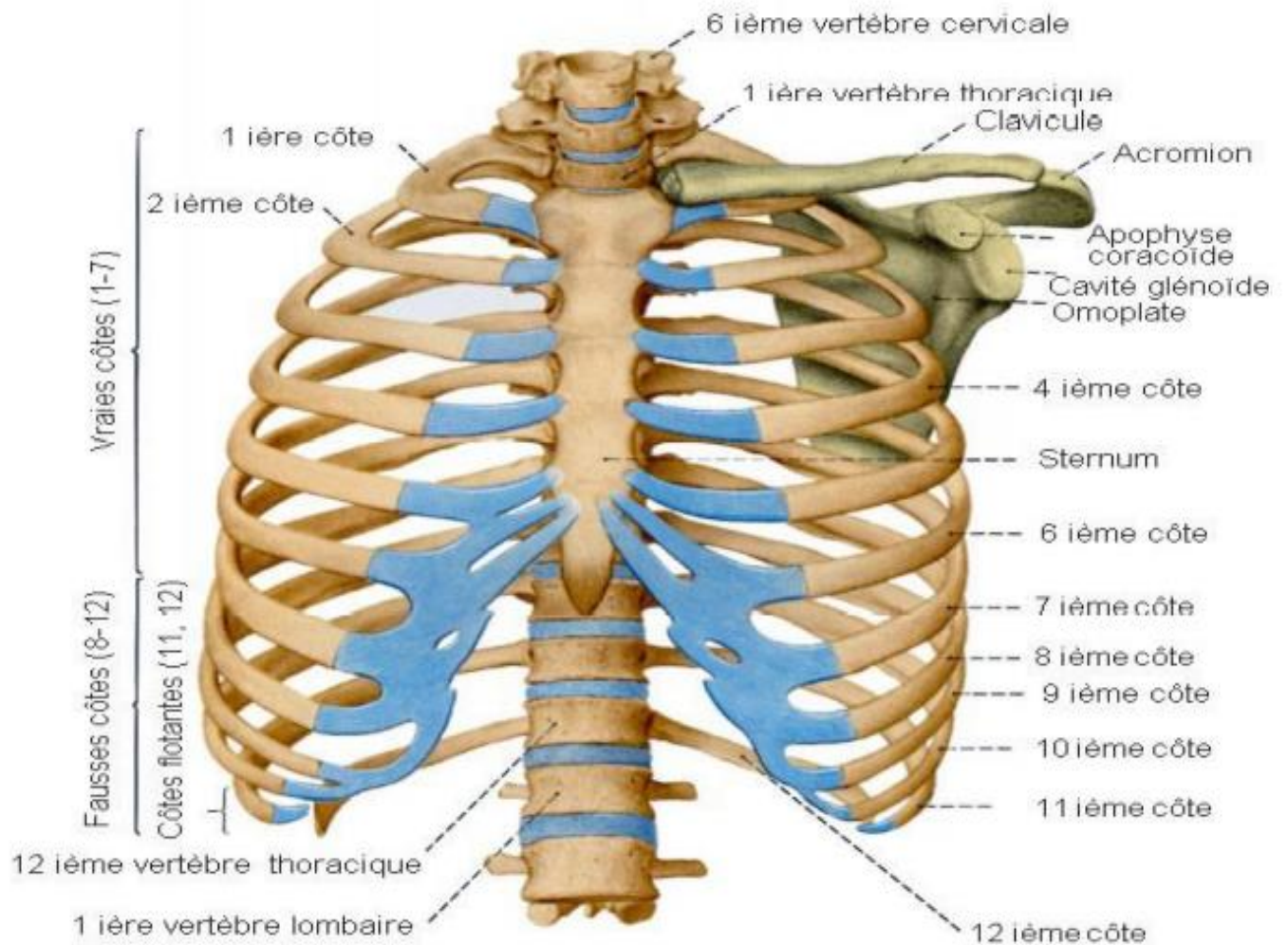


Figure 31: vue antérieur du squelette osseux de la parois thoracique.[12]

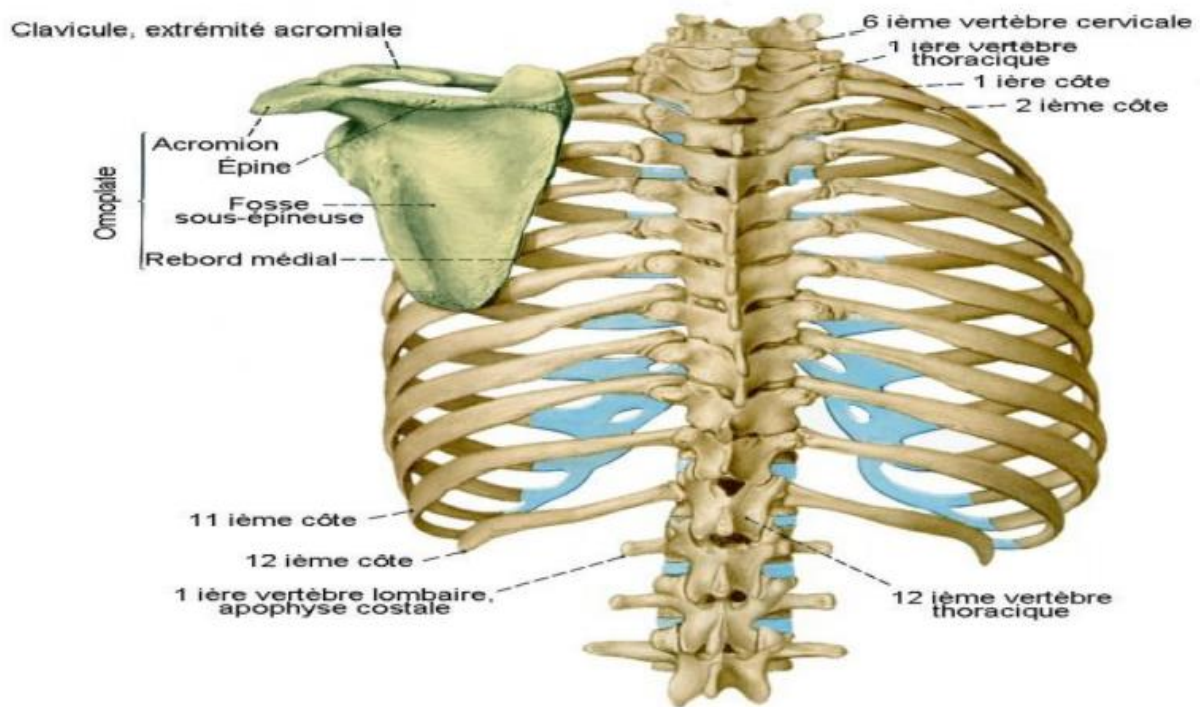


Figure 32 : vue postérieur du squelette osseux de la paroi thoracique. [12]

1.2.1. Vertèbres thoraciques :

Au nombre de douze, les vertèbres thoraciques sont chacune formées d'un corps vertébral et d'un arc postérieur, qui circonscrivent le foramen vertébral. Elles sont proches de la description de la vertèbre type : Le corps vertébral, en forme de segment de cylindre, présente deux faces supérieure et inférieure aplaties qui entrent en rapport avec les disques intervertébraux. A la partie postérieure des faces latérales se trouvent les fossettes costales supérieure et inférieure, qui s'articulent respectivement avec la côte de même numéro et la côte de numéro $n+1$. [13]

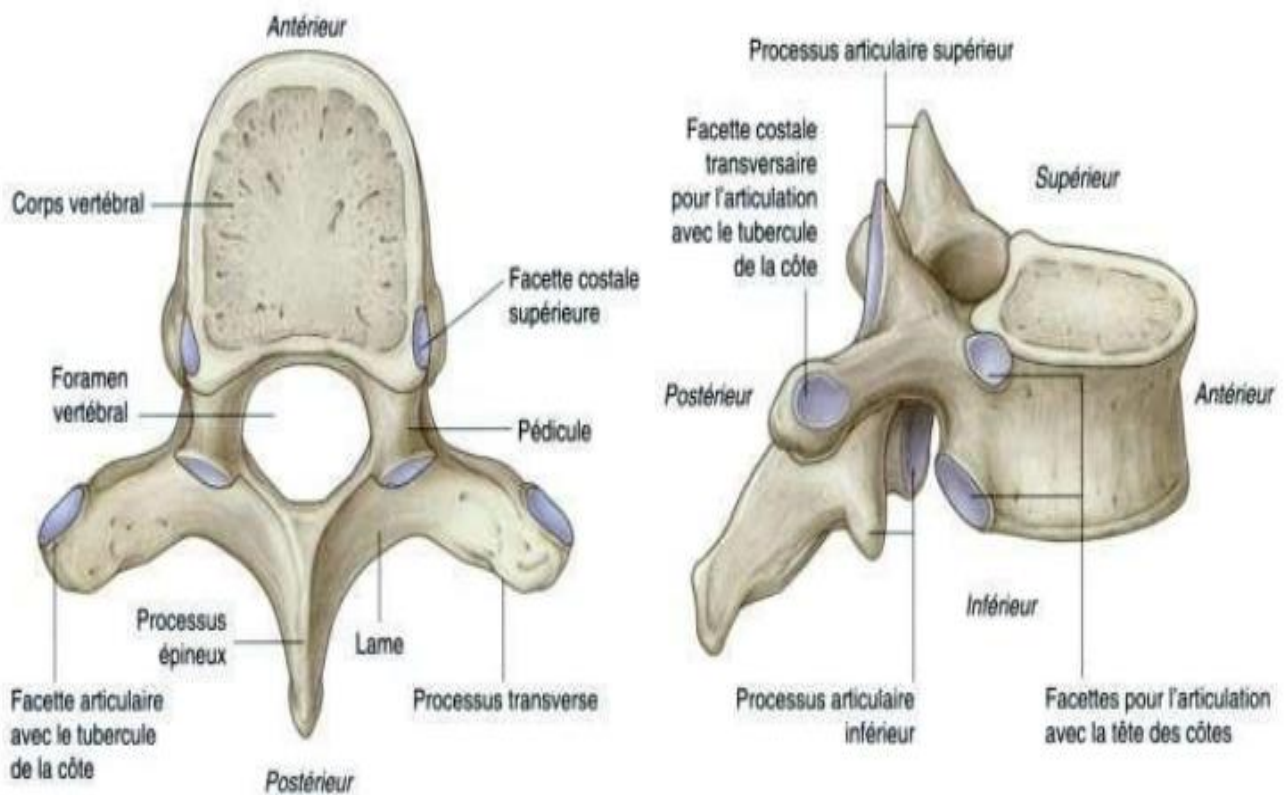


Figure 33: vertèbre thoracique typique[7]

1.2.2. Omoplate :[10]

L'omoplate ou Scapula est un os plat et triangulaire auquel on décrit trois bords, trois angles et deux faces :

- les trois bords sont : médial, latéral et crânial ;
- les trois angles sont : crânial, caudal (pointe palpable) et latéral (cavité glénoïdale) ;
- les deux faces sont : antérieure (fosse sub-scapulaire) et postérieure dorsale.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

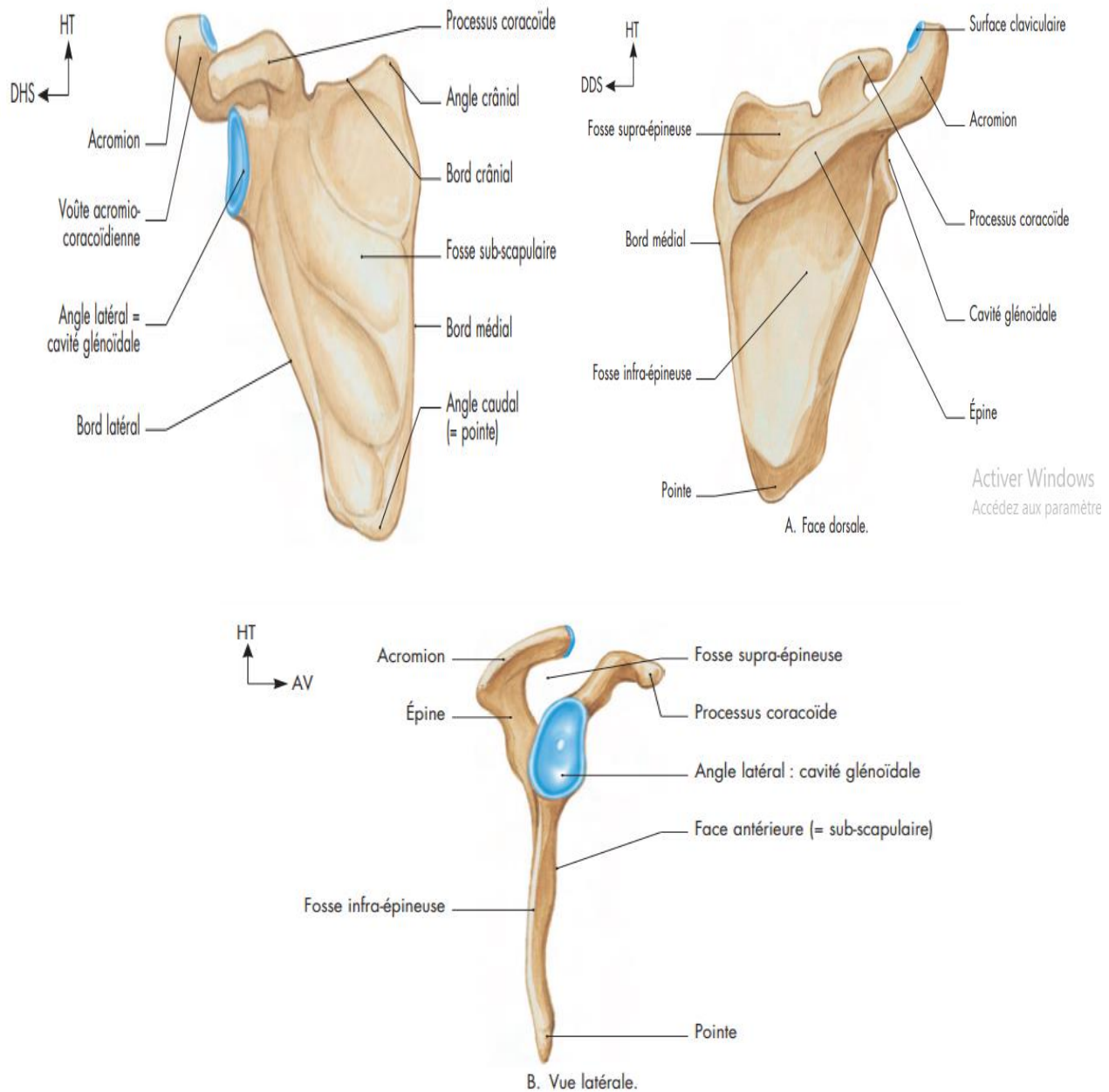


Figure 34 : anatomie de l'omoplate.

1.2.3. Sternum

Os plat, impair, et médian, est facilement palpable de la région cervicale. Il est constitué de trois pièces osseuses distinctes : le manubrium sternal, le corps du sternum et le processus xiphoïde.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Sur ses bords latéraux sont présents, de haut en bas, les incisures ou surfaces articulaires claviculaires, puis immédiatement au contact, celles des premières côtes. Celles des deuxièmes côtes sont à cheval sur le manubrium et le corps sternal.[14]

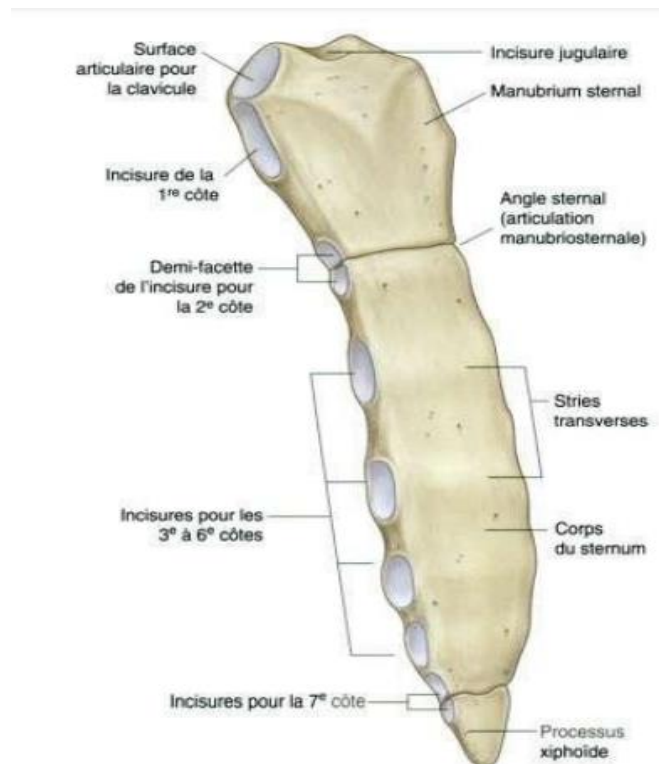


Figure 35: Anatomie du sternum

1.2.4. Les côtes :[7]

Il existe 12 paires costales, chacune se terminant en avant par un cartilage costal et Chaque côte s'articule avec la colonne vertébrale.

Seules les sept premières côtes sont décrites comme des côtes vraies, car leurs cartilages costaux s'articulent directement avec le sternum. Les cinq autres paires de côtes sont appelées les fausses côtes.

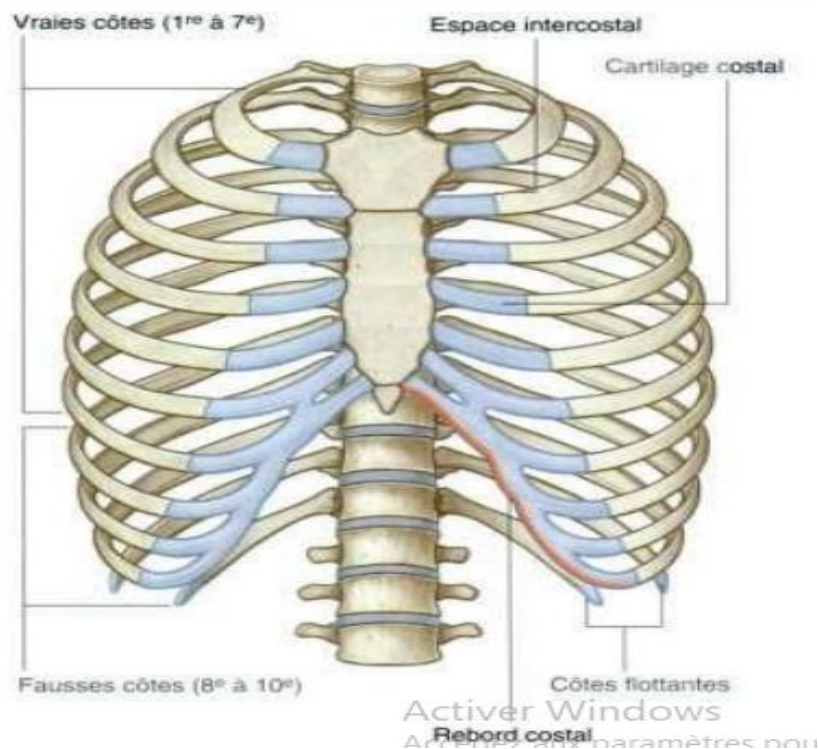
prédictifs de la douleur thoracique chronique

Figure 36:L'articulation costale.

- les cartilages costaux des 8^{ème} 9^{ème} et 10^{ème} côtes s'articulent en avant avec le cartilage costal des côtes sus-jacentes.
- les 11^{ème} et 12^{ème} côtes n'ont pas de connexion antérieure avec les autres côtes ou avec le sternum, et sont souvent appelées côtes flottantes.

Une côte typique a une forme courbée avec deux extrémités : une postérieure et une antérieure.

L'extrémité antérieure se prolonge par le cartilage costal, L'extrémité postérieure s'articule avec la colonne vertébrale et elle se caractérise par une tête, un col et un tubercule.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

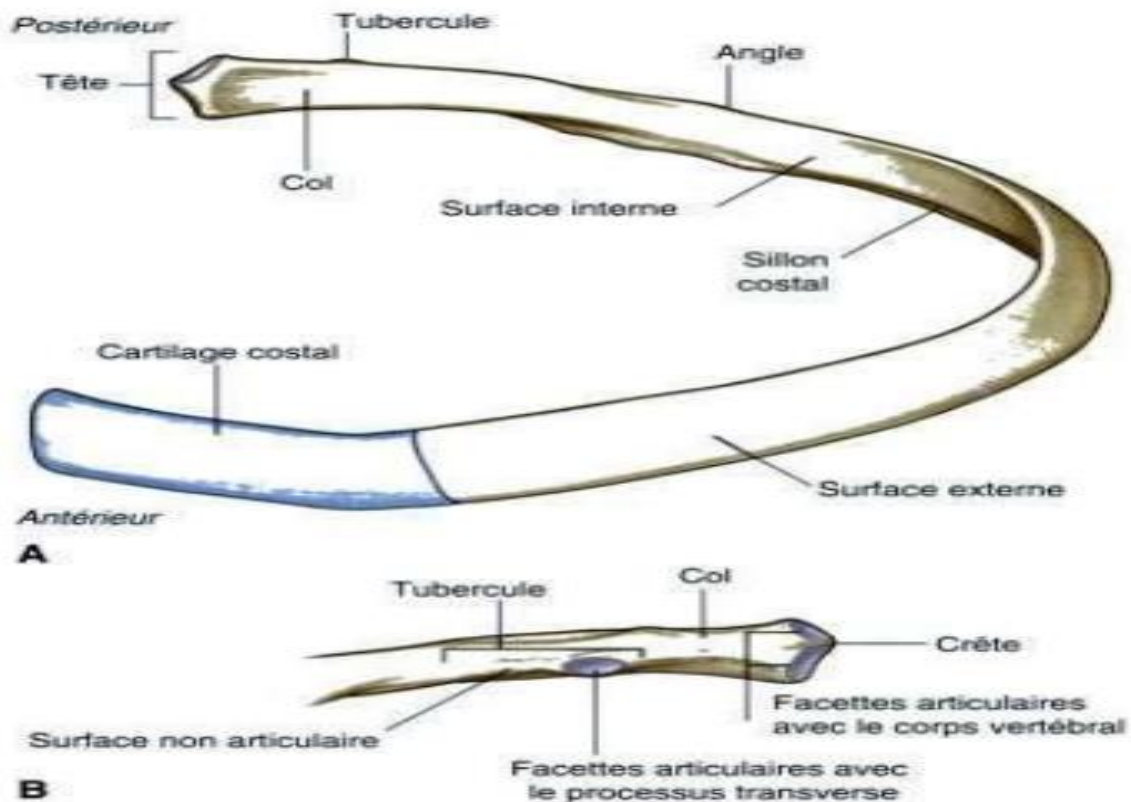


Figure 37:Côte typique. A. Vue antérieure. B. Vue postérieure de la partie proximale de la cote.

Caractères particuliers des côtes les plus hautes et les plus basses

1^{ère} côte :

La 1^{ère} côte est plate dans un plan horizontal à deux larges surfaces supérieure et inférieure. À partir de son articulation avec la vertèbre T1, elle est oblique ensuite vers le bas jusqu'à sa jonction avec le manubrium sternal. La tête s'articule seulement avec le corps de la vertèbre T1, et ne possède donc qu'une surface articulaire. Comme les autres côtes le tubercule a une facette pour son articulation avec le processus transversaire. La surface supérieure de la côte est caractérisée par la présence d'un tubercule distinct le tubercule du scalène

prédictifs de la douleur thoracique chronique

antérieur, qui sépare deux sillons lisses croisant la côte approximativement au milieu du corps. Le sillon antérieur correspond au passage de la veine sub-clavière, et le sillon postérieur à celui de l'artère sub-Clavière.

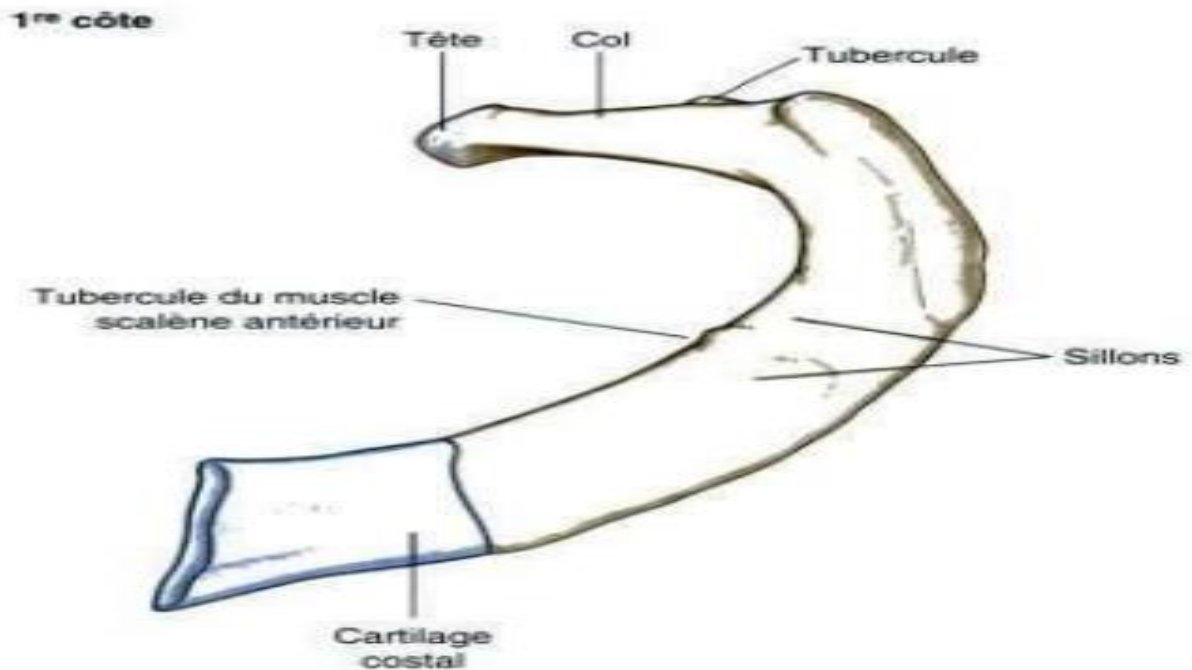


Figure 38: anatomie de la première cote.

2ème côte :

La 2^{ème} côte comme la 1^{ère} côte, est plate mais deux fois plus longue. Elle s'articule avec la colonne vertébrale de la même manière que les côtes typiques.

10ème côte :

La tête de la 10^{ème} côte a une facette unique qui s'articule avec sa propre vertèbre.

11ème et 12ème cotes :

Ces deux côtes s'articulent avec le corps de leurs propres vertèbres et n'ont pas de tubercule ni de col, elles sont courtes et elles ont une petite courbure et sont dirigées vers l'avant.

12^e côte



Figure 39: anatomie de la 12ème cote.

1.3. Le contenu du thorax :

La cavité du thorax contient des organes nobles qui assurent des fonctions vitales : respiratoire et hémodynamique.

On distingue :

♣ Un appareil respiratoire : L'arbre trachéo-bronchique, Les plèvres, et Les poumons.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

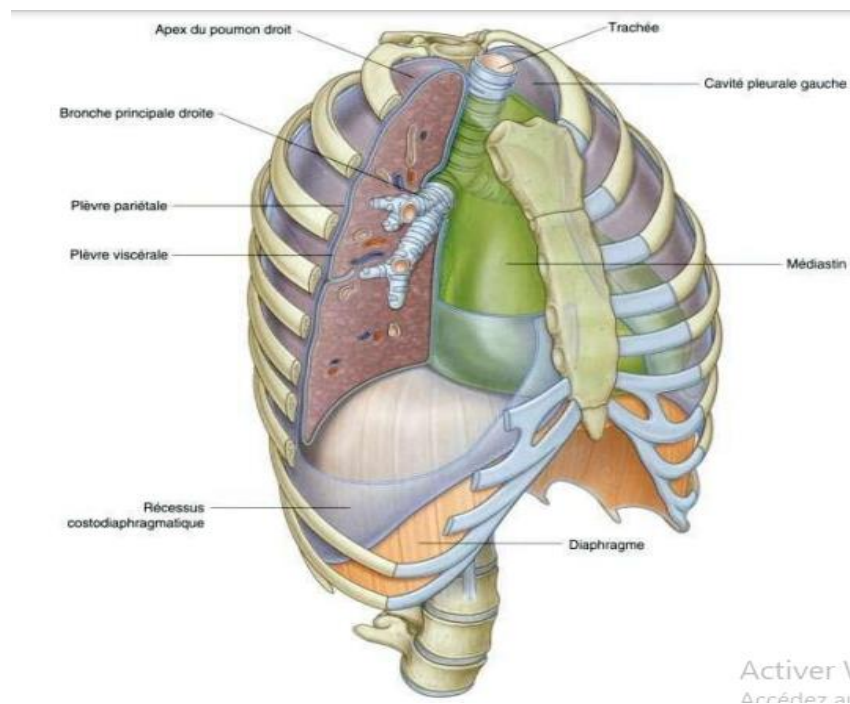


Figure 40 : La cavité pleurale.

♣ Un appareil cardio-circulatoire : Le cœur, Le péricarde, et Les gros vaisseaux.

♣ Il existe aussi :

- Un conduit digestif : Œsophage.
- Un conduit lymphatique : Le canal thoracique qui draine surtout la lymphe sous-diaphragmatique et un peu héli-thoracique gauche.
- Un système lymphatique.
- Des nerfs notamment les nerfs vagues et phréniques.
- Un système nerveux autonome.

La cavité thoracique peut être divisée en deux régions :

- Latéralement : Deux blocs pleuro-pulmonaires.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

➤ Au centre : Le médiastin qui peut être distingué en antérieur et postérieur.

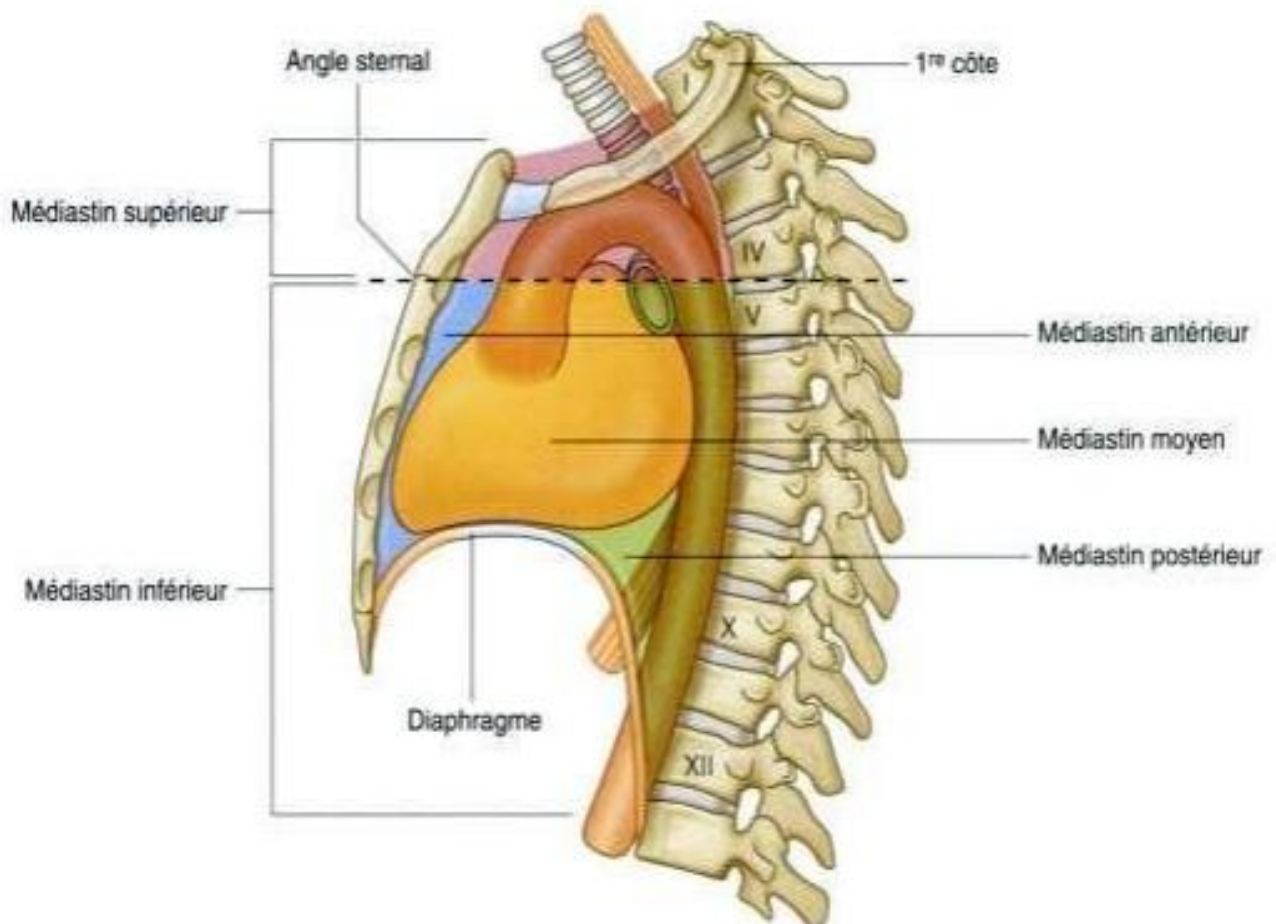


Figure 41: subdivision du médiastin.

II. Mécanismes lésionnels du traumatisme thoracique fermé :

1. Mécanisme mécanique : [15] [16] [17] [18] [19]

L'énergie cinétique lors de la survenue du traumatisme est essentielle à considérer. Ainsi, la recherche de la notion de haute vitesse (piéton projeté, véhicule à grande vitesse, chute d'une grande hauteur) est un élément anamnestique fondamental.

Les mécanismes lésionnels du traumatisme thoracique fermé comprennent les lésions par compression, décélération et blast. Le risque de lésion de type fracture costale et/ou sternale est principalement dépendant de l'importance de la déformation (réduction de plus de 30% du diamètre thoracique) mais également de la vitesse avec laquelle cette déformation survient. Pour des vitesses de compression lente, il faudra donc que la déformation soit importante pour entraîner des lésions (contrainte ou masse importante). Inversement pour des lésions à très haute cinétique une déformation pourra n'être que limitée mais entraîner d'importantes lésions et se rapprocher des lésions de type blast [15].

Si les lésions de compression s'expriment en regard de la zone touchée ou à proximité, la majoration de la cinétique notamment lors de décélération va impliquer également la cinétique de chaque organe qui en fonction de sa masse et de sa densité va être l'objet de déplacements internes sources de lésions d'étirement, de cisaillement et de compression inter-structure. Les risques sont ainsi majorés lors d'un accident avec décélération estimée à plus de 50 km/h [16]. Les lésions isthmiques aortiques font parties des lésions typiques de décélération avec une traction entre le muscle cardiaque poursuivant son déplacement et l'aorte descendante moins soumise aux mouvements [17]. Les lésions de blast sont quant à elles consécutives à la transmission d'ondes de surpression dont l'origine peut être explosive ou par transmission après arrêt d'un projectile à très haute cinétique type gilet par balle [18].

Les lésions osseuses (superficielles) peuvent alors être limitées contrastant avec des lésions plus étendues en profondeur de la structure thoracique notamment à travers les contusions pulmonaires, myocardiques et autres lésions médiastinales.

2. Mécanisme biologique :[20][21]

Les paramètres mécaniques (élastance, degré flexibilité, degré de minéralisation) de la cage thoracique déterminent le seuil de rupture et la localisation des fractures de côtes. un sujet jeune est plus résistant car la paroi thoracique est plus souple[19] À l'inverse, une femme en période post-ménopausique sans traitement de substitution est caractérisée par un seuil fracturaire très faible [20]. Le sujet âgé est prédisposé dans 60 % des cas, ils sont victimes de fractures de côtes et/ou volet costal qui est une conséquence directe du vieillissement de l'organisme par rigidité relative de la cage thoracique, déformation cypho-scoliotique du thorax, tassements vertébraux et enfin déminéralisation osseuse[20].

3. Critère de gravité des fractures costales :

- Selon la localisation :[21]
- Les fractures de côtes supérieures témoignent d'un traumatisme violent, leur présence doit faire rechercher des lésions vasculo-nerveuses (plexus brachial, pédicule sous-clavier) et trachéo-bronchiques.
- les fractures de côtes basses sont synonyme de traumatisme thoraco-abdominal et selon que l'impact est latéralisé à droite, ou à gauche, il faut craindre la présence de lésions viscérales sous-jacentes
- selon les signes associés :[22]

prédictifs de la douleur thoracique chronique

On distingue dans cette partie la différence entre un traumatisme thoracique simple et les risques possibles pour développer des complications liées aux fractures costales.

▪ Le traumatisme thoracique simple :

- Douleur thoracique d'intensité < 5 sur une échelle visuelle analogique
- Douleur d'apparence musculaire/pariétale localisée dans une région du thorax
- Absence de détresse respiratoire ($PaO_2 > 80$ mmHg en air ambiant)
- Hémodynamique stable : pression artérielle systolique > 100 mmHg pendant plus d'une heure sans remplissage, ni support inotrope
- Absence de plaie thoracique
- Absence de plaie d'autres organes

▪ Facteurs de risques de complication des fractures de côtes

- Présence d'une défaillance d'organe
- Âge > 65 ans
- Antécédent respiratoire (BPCO, emphysème) ou cardiovasculaire (coronaropathie, insuffisance cardiaque)
- Traitement anticoagulant ou antiagrégant
- Plus de 3 côtes fracturées
- Absence de plaie d'autres organes

➤ Selon le type de fracture costale :[22]

Les fractures de côtes peuvent être elles-mêmes responsables de lésions vitales dans deux circonstances :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- la fracture a provoqué une lésion vasculaire intercostale ou pulmonaire notamment lors des déplacements costaux importants.

- un volet costal s'est constitué avec une respiration « paradoxale ». Cette présentation clinique plus fréquemment observée pour les volets costaux latéraux peut être associée à une détresse respiratoire. Celle-ci peut survenir, soit lors de l'admission si le patient est toujours en ventilation spontanée, soit quelques jours plus tard lors du sevrage respiratoire dont il représente alors une cause d'échec de sevrage de la ventilation mécanique.

III. **Physiopathologie** :[22] [23]

Les fractures costales peuvent être soit dans un cadre d'un traumatisme thoracique pariétale isolé ou dans un cadre d'un polytraumatisme.

Dans le cas d'un traumatisé grave, les fractures de côtes sont souvent des lésions qui passent au second plan en raison de lésions viscérales mettant en jeu le pronostic vital tels que le pneumothorax, l'hémithorax ou contusions pulmonaires[23]. Bien qu'un quart des traumatismes thoraciques soient graves d'emblée avec une présentation clinique bruyante et une menace immédiate pour le pronostic vital, une proportion identique peut s'aggraver secondairement après une période de latence. Cette notion justifie la réalisation d'une iconographie complète (radiographie du thorax et tomodensitométrie) dès l'apparition d'un critère de gravité.[22]

Dans le cadre du traumatisme thoracique isolé, la fracture de côte, au premier plan, reste susceptible de conduire à des complications respiratoires du fait de la

prédictifs de la douleur thoracique chronique

douleur. Les patients âgés sont par ailleurs souvent traités par anticoagulants et/ou anti-agrégant plaquettaires ce qui augmente le risque de survenue d'hémothorax.[22]

La conséquence principale des fractures de côtes est l'altération de la mécanique ventilatoire qui est le résultat de deux mécanismes intriqués : la douleur et la déformation thoracique. Ces deux phénomènes ont pour conséquences une toux inefficace, liée à une analgésie souvent insuffisante avec l'apparition d'un encombrement bronchique. La réduction de l'ampliation thoracique peut, d'une part, majorer les phénomènes d'atélectasie et, d'autre part, conduire à une hypoventilation alvéolaire avec un risque de détresse respiratoire, d'autant plus qu'il existe une contusion pulmonaire, un hémothorax, un pneumothorax ou une pathologie respiratoire sous-jacente.

Le volet costal se définit par l'existence sur au moins 3 étages d'au moins 2 foyers de fractures (soit 6 foyers de fractures minimum). En fonction de la topographie des fractures, on distingue les volets antérieurs où le segment mobile comprend le sternum avec fréquemment des fractures des cartilages sterno-costaux voire du sternum lui-même ; les volets latéraux où le segment mobile est composé uniquement de côtes et les volets postérieurs qui sont plus stables que les latéraux grâce aux masses musculaires. Les volets latéraux sont à l'origine de la respiration paradoxale caractérisée, au cours du cycle ventilatoire, par des mouvements contraires aux mouvements de l'ensemble de la cage thoracique (le volet s'épand à l'expiration et se rétracte à l'inspiration). Ce mouvement paradoxal a pendant longtemps été tenu comme responsable des phénomènes

prédictifs de la douleur thoracique chronique

d'hypoxémie/hypercapnie. On sait aujourd'hui que ce sont des phénomènes de réduction de compliance thoracique et de douleurs pariétales importantes qui sont plus directement impliqués dans la survenue d'une hypoventilation.

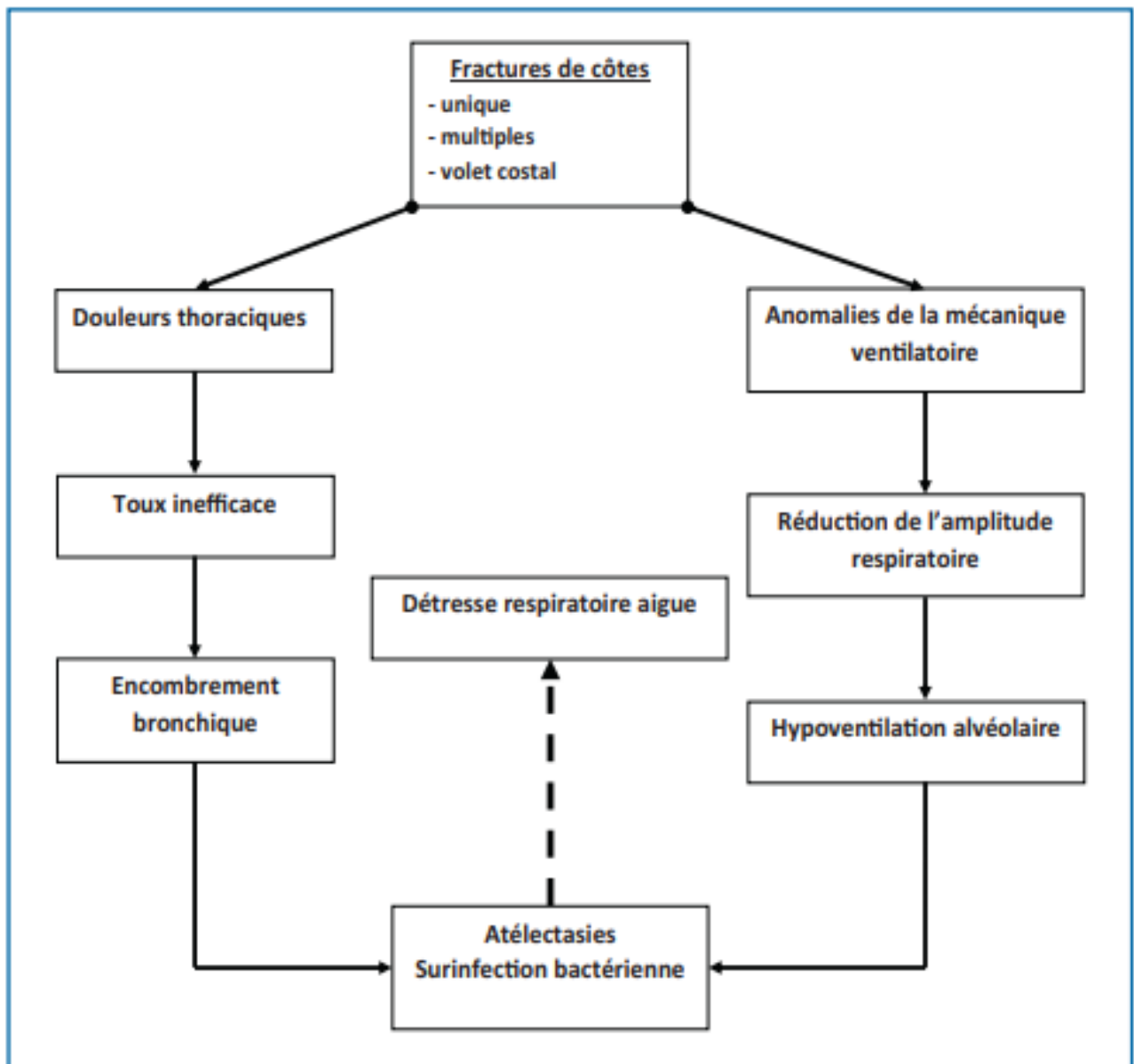


Figure 42 : Effet des fractures de côtes sur la fonction respiratoire. [22]

prédictifs de la douleur thoracique chronique

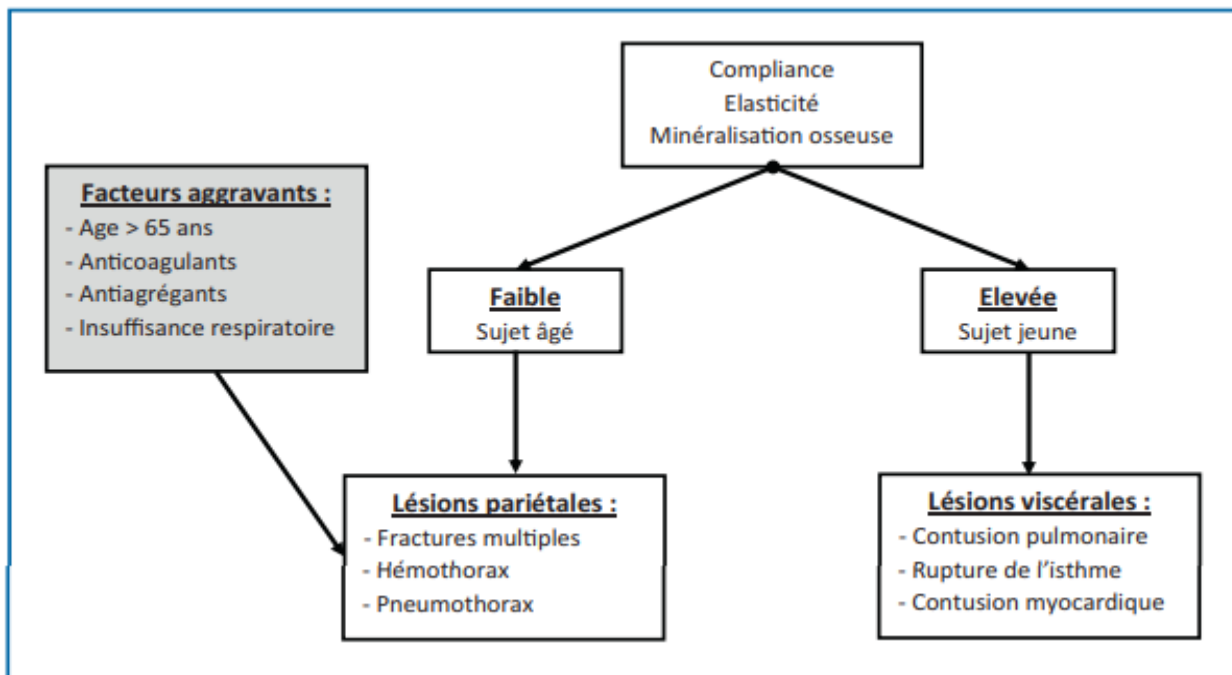


Figure 43 : les lésions thoraciques associées aux fractures costales en fonction de l'âge.[22]

IV. La consolidation osseuse :

Une fracture est une perturbation de l'équilibre de fonctionnement du tissu osseux (remodelage, transmission des charges mécaniques). Elle initie une réponse tissulaire dans la moelle osseuse, la corticale, le périoste ainsi que dans les parties molles (muscles essentiellement).[24]

La consolidation d'une fracture de côte tourne autour de 3 semaines à un mois quel que soit le traitement. L'union des deux segments fracturés se fait par un cal, qui peut être assez volumineux, rarement gênant (contrairement aux fractures des membres)[25]

La consolidation se déroule sur 3 phases :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- **La phase proliférative (= phase d'union)**

- Formation du cal mou : – Elle débute par la formation d'un cal mou, qui dure 2 à 3 semaines, autour et entre les extrémités osseuses.

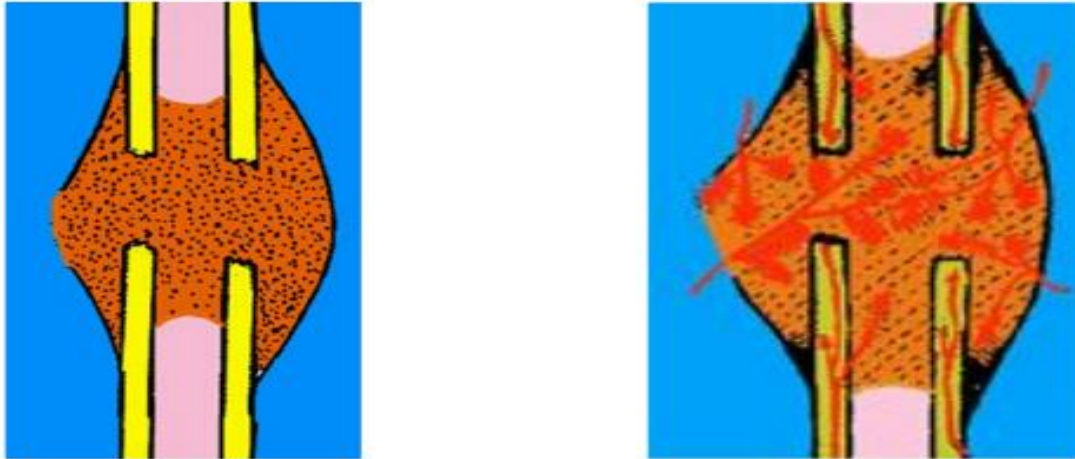


Figure 44: la phase proliférative osseuse.

- L'hématome est envahi par de nombreuses cellules (fibroblastes, chondroblastes, pré-ostéoblastes) qui agissent sous l'effet des facteurs du compartiment matriciel.
- Une matrice qui est d'abord fibreuse puis fibro-cartilagineuse (riche en fibres de collagène II et glycoprotéines) est constituée et qui va, par la suite, être remplacée par une matrice ostéoïde riche en collagène I.
- Il y a également une prolifération des cellules endothéliales pour rétablir la continuité vasculaire (néo-angiogénèse) sous l'action des facteurs angiogéniques.



Figure 45: la phase du cal conjonctif mou

- **Formation du cal dur :**

On passe de la formation d'un cal mou à un cal dur à la 4^{ème} semaine. Cette phase dure 2 à 3 mois (6 semaines chez l'enfant).

- Ce cal dur est riche en collagène de type I, se minéralise de proche en proche depuis les extrémités du cal et forme un front de minéralisation enchondrale.
- La minéralisation est sous l'influence de facteurs locaux et hormonaux (vitamine D, ostéocalcine)
- Radiologiquement on constate une diminution du trait de fracture.
- La remise en charge (contrainte mécanique) participe à la consolidation de la fracture, et stimule l'ostéoformation.
- Après 6-8 semaines, les contraintes mécaniques peuvent renforcer le cal mais auront peu d'effet sur l'union corticale.

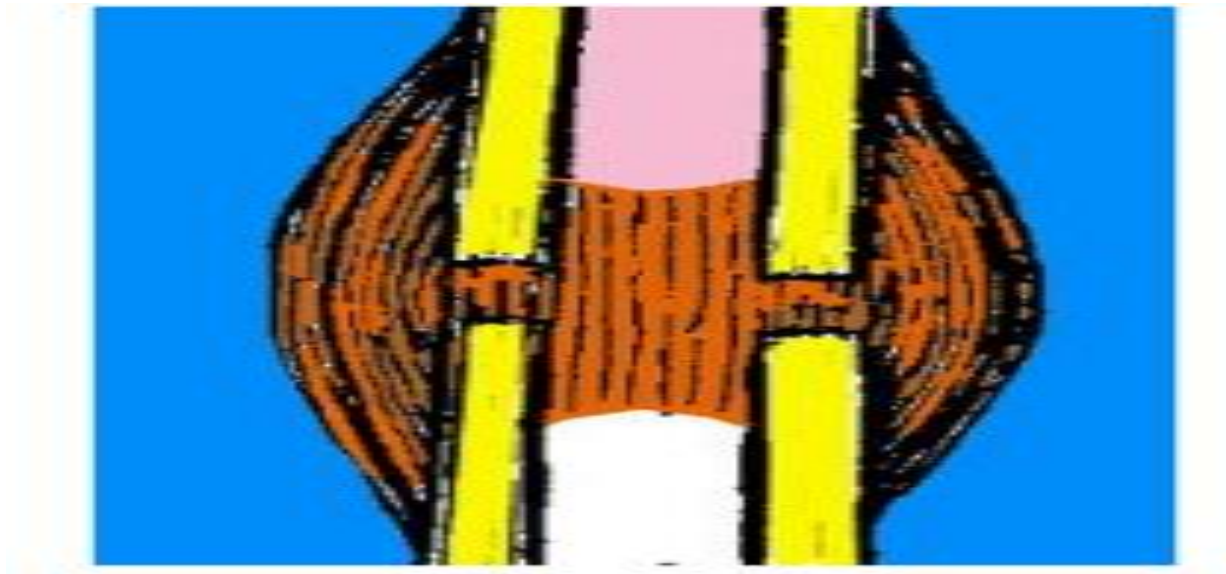


Figure 46: la phase du cal dur.

- **La phase de remodelage :**

Cette phase dure 1 à 4 ans. Il y a lyse en périphérie et densification au centre. Elle a pour but d'adapter le segment osseux aux contraintes mécaniques, et vise à restaurer une morphologie normale.

Il y a un épaissement des corticales et un amincissement du cal, qui suit le même mécanisme que pour l'os normal : résorption ostéoclastique et apposition ostéoblastique, selon la loi de Wolff, c'est-à-dire que les ostéons s'alignent parallèlement aux contraintes mécaniques principales de l'os.



Figure 47: phase de remodelage.

Des anomalies de consolidation osseuses peuvent survenir à titre d'exemple :

- *cals vicieux* sur des fractures étagées peuvent cependant unir les côtes en créant des ponts osseux engendrant un retentissement sur la mécanique ventilatoire.

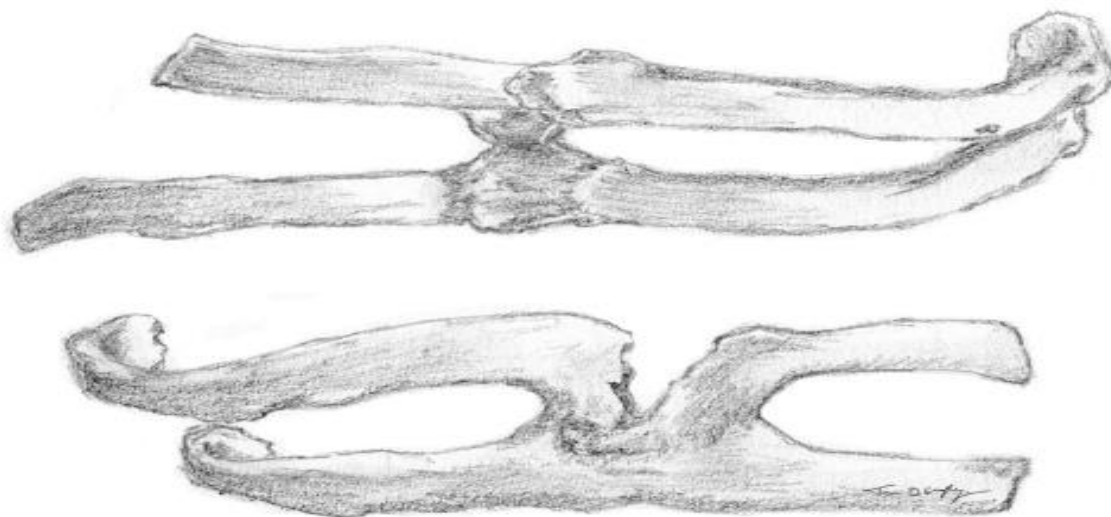


Figure 48:2 exemples de consolidation vicieuse de fracture costale avec fusion des cals osseux entre 2 côtes.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- Des douleurs séquellaires, si les nerfs intercostaux ont été irrités au passage
- Les pseudarthroses au niveau costal, qui est par définition une absence de consolidation après 6 mois de la fracture, se présentent comme une hypertrophie avec persistance du trait de fracture. Ils sont beaucoup moins fréquents que les fractures des os longs.

V. Profil épidémiologique :**1. Âge :[26]-[29]**

Dans notre série l'âge moyen de nos patients est de 50 ans avec un pic entre 50 et 60ans ce qui est comparable à l'âge retrouvé dans la littérature qui varie entre 51 et 53ans.

Auteur	nombre des cas	âge moyen
Notre série	76	50
Sule Karadayi et al Faculté de médecine de l'Université de Cumhuriyet Turquie	214	51
Silvana Marasco et al Université Monash, Australie	397	53
Thèse N°226/16 Faculté de médecine et de pharmacie Fés	41	52

Tableau 4 : comparaison entre l'âge moyen de notre série avec autres études.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

La fréquence élevée des fractures costales dans cette tranche d'âge peut être expliquée par des différents facteurs notamment :[30]

- Les chutes, dont l'incidence augmente considérablement avec l'âge avancé, représentent la cause principale des fractures chez le sujet âgé.
- L'ostéoporose qui joue un rôle déterminant dans la genèse des fractures, y compris costales surtout chez les femmes.
- la paroi thoracique perd son élasticité et présente une fragilité osseuse accrue à cet âge-là.
- L'âge avancé et le vieillissement est perçu comme un facteur de risque important sur la route avec des répercussions sur la conduite.

2.Sexe :

Nous avons constaté une nette prédominance du sexe masculin avec 88% contre 12% de sexe féminin, des valeurs qui conforment avec l'étude faite dans la thèse N°226/16 qui ont constaté une prédominance masculine de 83%, tandis que les études de Sule karadayi et al et Silvana marasco et al ont trouvé eux aussi une prédominance masculine de 76%et 75%.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

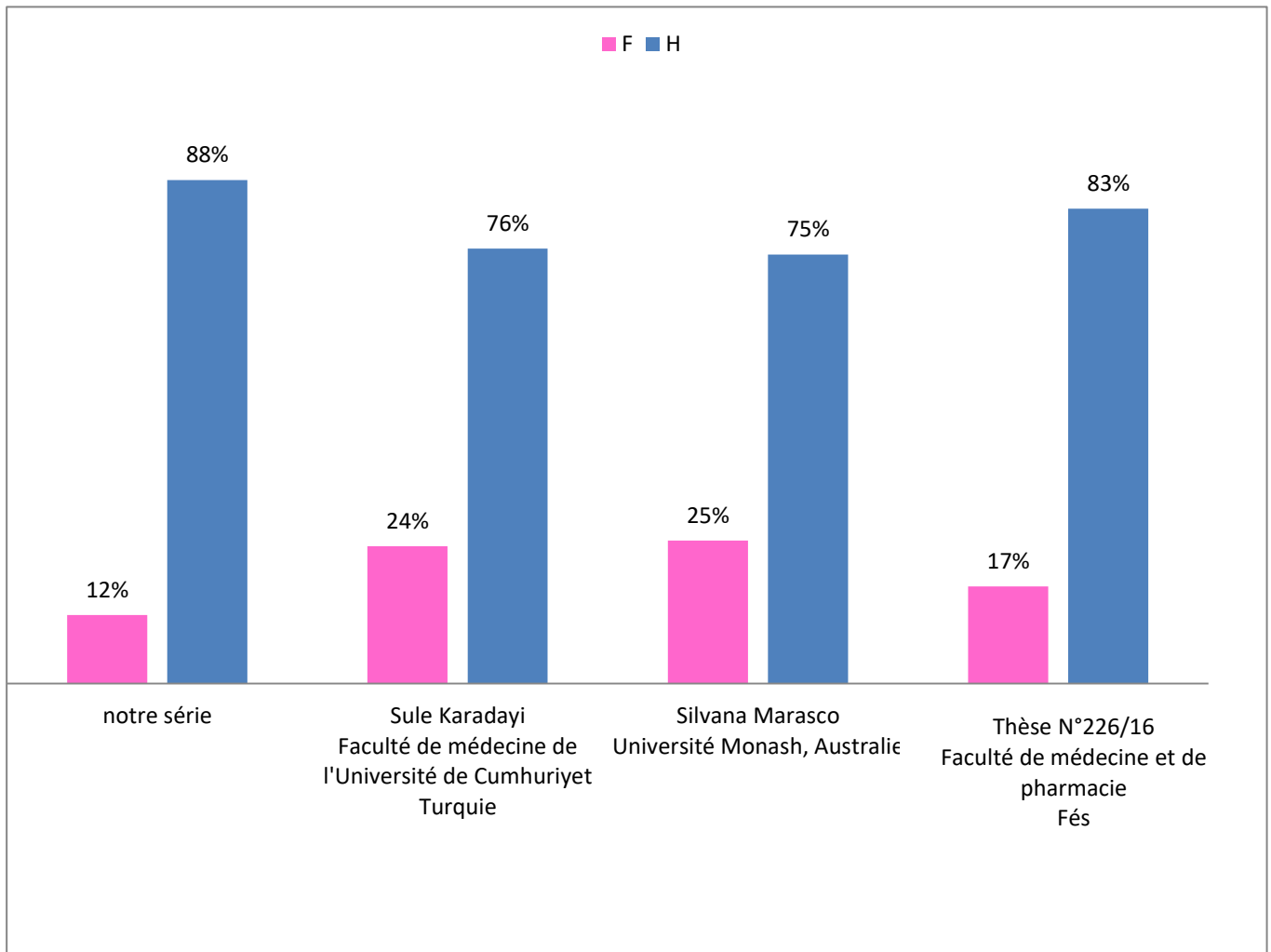


Figure 49: comparaison des séries selon le sexe.

cette prédominance masculine peut être expliquée par l'exposition privilégiée des hommes :[24]

- Lors des accidents de travail.
- Lors des accidents de la voie publique (le conducteur principal de la famille, la conduite sous l'emprise de l'alcool et sous l'influence de stupéfiants).
- Le sexe masculin constitue le sexe le plus actif de la population.

3. Circonstances du traumatisme :

Dans notre étude comme dans les autres études la majorité des traumatismes sont causés par un accident de la voie publique. Au 2ème plan surviennent les chutes. Ceci est aussi retrouvé dans la littérature comme présenté dans la figure ci-dessous. Les accidents de sport et du travail sont rarement en cause.

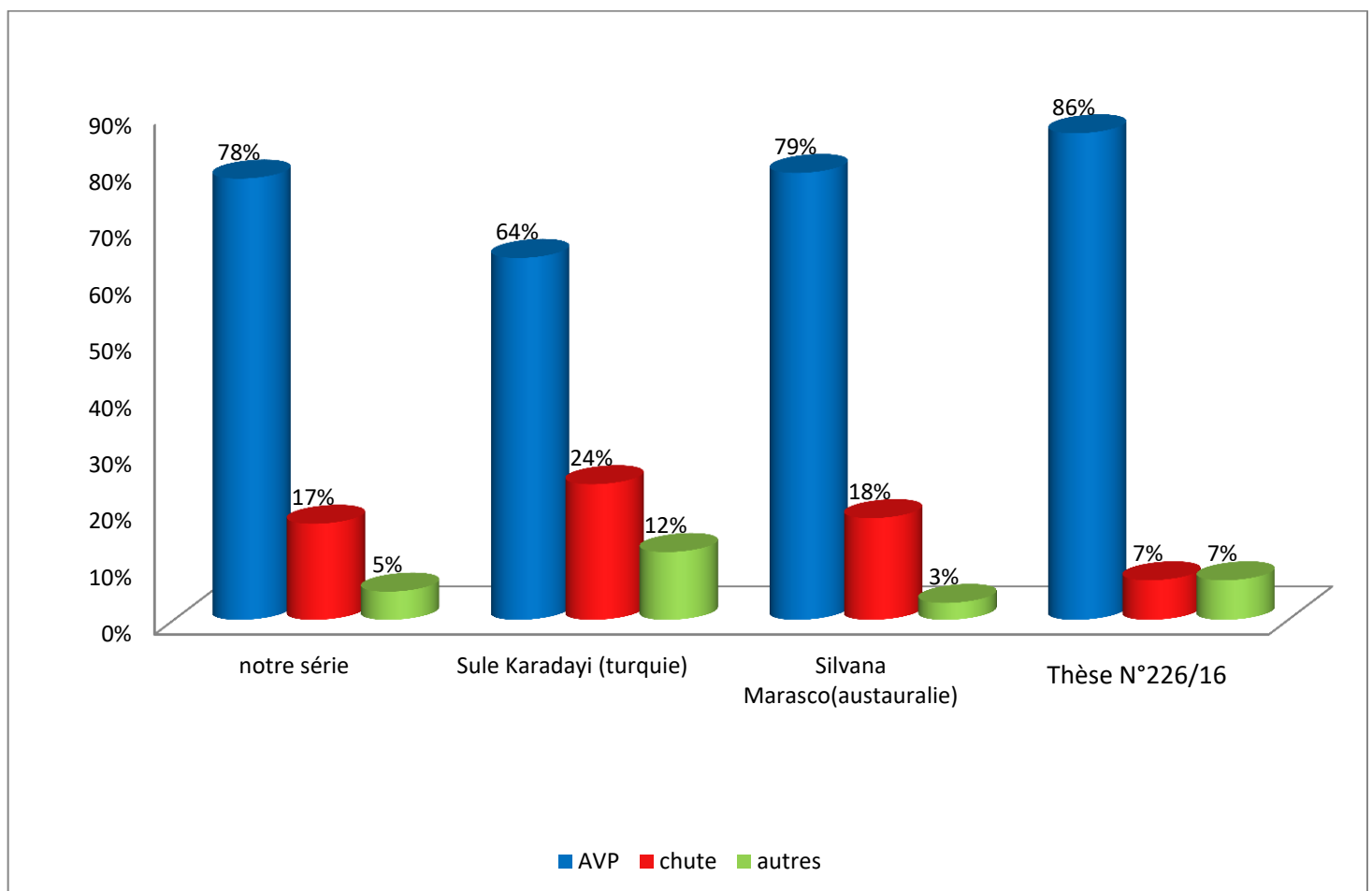


Figure 50: les circonstances du traumatisme selon les différentes études.

mécanisme	notre série	Sule Karadayi (Turquie)	Silvana Marasco (Austauralie)	la thèse N°226/16
AVP	78%	64%	79%	86%
chute	17%	24%	18%	7%
autres	5%	12%	3%	7%

Tableau 5:les circonstances du traumatisme selon les différentes études

VI. Diagnostic :

1. Clinique :

1.1. Évaluation clinique d'un traumatisme thoracique fermé[31], [32]

L'examen clinique est avant tout celui du patient polytraumatisé, l'examen clinique complet est donc la règle. Les signes de gravité tels que le choc et l'épuisement respiratoire doivent faire évoquer dans le cadre de la traumatologie thoracique, un pneumothorax compressif, une hémorragie pleurale ou médiastinale massive voire une tamponnade. Ces lésions appellent un traitement symptomatique et étiologique immédiat. La palpation des pouls et la prise de pression artérielle aux quatre membres est importante. L'existence d'un emphysème sous-cutané et sa localisation cervicale ou thoracique orientent respectivement vers une rupture trachéo-bronchique ou vers un pneumothorax. L'existence d'une ecchymose thoracique, particulièrement sur le trajet de la ceinture de sécurité est évocatrice de

prédictifs de la douleur thoracique chronique

choc violent et est associée à une plus haute incidence de lésions internes significatives.

Signe clinique	Signification pathologique
<i>Inspection</i>	
· Dyspnée, cyanose	· Hémorragie, épanchement pleural, tamponnade, contusion pulmonaire, obstruction bronchique
· Asymétrie d'ampliation, distension thoracique	· Pneumothorax
· Respiration paradoxale	· Volet thoracique
· Turgescence jugulaire	· Tamponnade, pneumothorax compressif
· Ecchymose pariétale, signe de la ceinture de sécurité	· Choc à haute vitesse devant faire craindre une lésion sous-jacente sévère
<i>Examen physique</i>	
· Douleur thoracique, sternale, rachidienne	· Fractures costales, sternale, rupture aortique, ischémie myocardique, fracture rachidienne
· Collapsus	· Rupture de gros vaisseaux, hémithorax, contusion myocardique grave, tamponnade, pneumothorax compressif, lésion associée
· Tachycardie, trouble du rythme, extra-systoles	· Hypoxie, choc, contusion myocardique
· Tympanisme thoracique	· Pneumothorax

prédictifs de la douleur thoracique chronique

· Latéro-déviations des bruits du cœur	· Pneumothorax compressif
· Asymétrie auscultatoire pulmonaire	· Épanchement pleural liquidien ou gazeux, hernie diaphragmatique grave (surtout si silence gauche), atélectasie
· Râles crépitants	· Contusion pulmonaire
· Emphysème sous cutané thoracique	· Pneumothorax
· Emphysème sous cutané cervical	· Rupture trachéobronchique ou œsophagienne
· Asymétrie des pouls droite/gauche aux membres supérieurs et asymétrie inféro-supérieure	· Rupture aortique traumatique
· Asymétrie de pression artérielle aux 4 membres	· Rupture aortique traumatique
· Souffle cardiaque ou interscapulaire	· Rupture aortique traumatique, traumatisme cardiaque
· Hémiplégie	· Rupture aortique traumatique
· Hémoptysie	· Rupture trachéobronchique, contusion pulmonaire grave.

Examen clinique systématique du polytraumatisé :	neurologique, rachidien, abdominal, pelvien, orthopédique
--	---

Tableau 6 : Évaluation clinique d'un traumatisme thoracique fermé

1.2. diagnostic clinique d'une fracture costale :[32], [33]

Le diagnostic de fracture costale est facilement suspecté cliniquement lorsqu'un traumatisme de la cage thoracique précède anamnèstiquement l'apparition d'une douleur caractéristique. Cette douleur est localisée à une région de la cage thoracique qui peut être distincte de celle du traumatisme. Elle est permanente, le plus souvent intense et rythmée par la respiration qui l'accroît. Elle est exacerbée par la toux, les éternuements, le rire et par la palpation exquise du foyer de fracture. La palpation progressivement appuyée du thorax dans son ensemble permet parfois de repérer une zone douloureuse localisée. Ce « renvoi » de la douleur à l'endroit du foyer de fracture par la palpation à distance la fait qualifier de « référée ».

L'étude Deluca et al concluait que la douleur référée au foyer de fracture par la pression du thorax à distance pourrait être un signe clinique spécifique de fracture costale.

1.3. Diagnostic clinique d'un volet thoracique :[34]

Le diagnostic du volet costal est clinique, idéalement par l'observation du mouvement paradoxal du volet costal lors de la respiration : - À l'inspiration : elle aspire le VT à l'intérieur.

- À l'expiration : elle chasse le VT à l'extérieur.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Le mouvement paradoxal ne se produit pas si le patient est ventilé mécaniquement, mais le segment mobile peut être identifié par son mouvement plus extrême vers l'extérieur lors de l'expansion du poumon.

La palpation peut souvent détecter le crépitement du volet costal et confirmer le mouvement anormal de la paroi thoracique.

1.4. Les critères de gravité d'un traumatisme thoracique fermé

Les critères cliniques d'un traumatisme simple sont résumés comme suit : [35]–[36]

- Douleur thoracique d'intensité < 5 sur une échelle visuelle analogique.
- Douleur d'apparence musculaire/pariétale localisé dans une région du thorax Absence de détresse respiratoire ($PaO_2 > 80$ mmHg en air ambiant).
- Hémodynamique stable : pression artérielle systolique > 100 mmHg pendant plus d'une heure sans remplissage, ni support inotrope.
- Absence de plaie thoracique.
- Absence de plaie d'autres organes.

Facteurs de risques de complication des fractures de côtes on note : [37]–[35]

- Présence d'une défaillance d'organe.
- Âge > 65 ans.
- Antécédent respiratoire (BPCO, emphysème) ou cardiovasculaire (coronaropathie, insuffisance cardiaque) Traitement anticoagulant ou antiagrégant.
- Plus de 3 côtes fracturées.

- Absence de plaie d'autres organes.

2. Radiologique :

L'examen clinique à la recherche d'une fracture costale est capital lors d'un traumatisme thoracique fermé et il est toujours complété, dans notre contexte, par l'imagerie dans le but de confirmer la fracture et chercher d'autres lésions non évidentes cliniquement.

2.1. la radiographie standard du thorax de face:

Dans notre série, 100% de nos patients ont bénéficié d'une radio poumon de face dès leur admission au service des urgences, soit debout pour les patients stables soit au lit pour les malades qui ont été jugés graves ou qui ont nécessité une immobilisation cervicale.

Le trait de fracture sur la radiographie thoracique se traduit par une solution de continuité à bords irréguliers avec décalage des extrémités fracturaires plus ou moins important. Si les fragments se chevauchent, l'aspect radiologique sera celui d'une opacité par sommation des extrémités fracturaires.[38]–[24]

La radiographie thoracique frontale a une forte spécificité mais une faible sensibilité pour les fractures costales et ne détecte qu'environ 50% des fractures des côtes [39]–[40], et elle ne permet pas d'identifier les fractures peu ou pas déplacées à la phase aiguë [39] .

Des études suggèrent que la non détection des fractures ne modifie pas nécessairement la prise en charge dans les traumatismes thoraciques minimes avec des fractures costales non déplacées. On nomme l'étude faite par le Centre Hospitalier Universitaire de Grenoble en 2018 sur 271 malades qui se sont présentés

prédictifs de la douleur thoracique chronique

au service des urgences d'un hôpital communautaire après un traumatisme thoracique mineur. Cette étude a observé qu'il n'y avait pas de différence de traitement entre les patients qui avaient et n'avaient pas de fractures des côtes diagnostiquées à l'examen physique ou aux radiographies. [41]

Cependant, la radiographie thoracique peut détecter des complications qui sont plus importantes que les fractures des côtes elles-mêmes, telles que les pneumothorax, hémithorax, volets thoraciques, contusions et fractures costales déplacés.[39]

La littérature a donc spécifié des critères de non réalisation d'une radiographie du thorax en vue de minimiser la demande excessive et non nécessaire des RT sans impacter la prise en charge qui s'en suit [42] :

- Traumatisme thoracique de faible cinétique.
- Absence de douleur spontanée.
- Absence de douleur à la palpation.
- Absence de douleur à la compression latérale.
- Absence de dyspnée ou une auscultation pulmonaire normale.
- Absence d'hypoxémie (mesurée sur la SpO2).

2.2. Radio-thoraciques obliques :

La radio-thorax oblique est une incidence focalisée sur le site du traumatisme ce qui permet une détection meilleure des côtes fracturées [43]. Cette incidence peut être en position debout ou coucher, mais elle a aussi révélée peu d'impact sur la prise en charge ultérieure.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

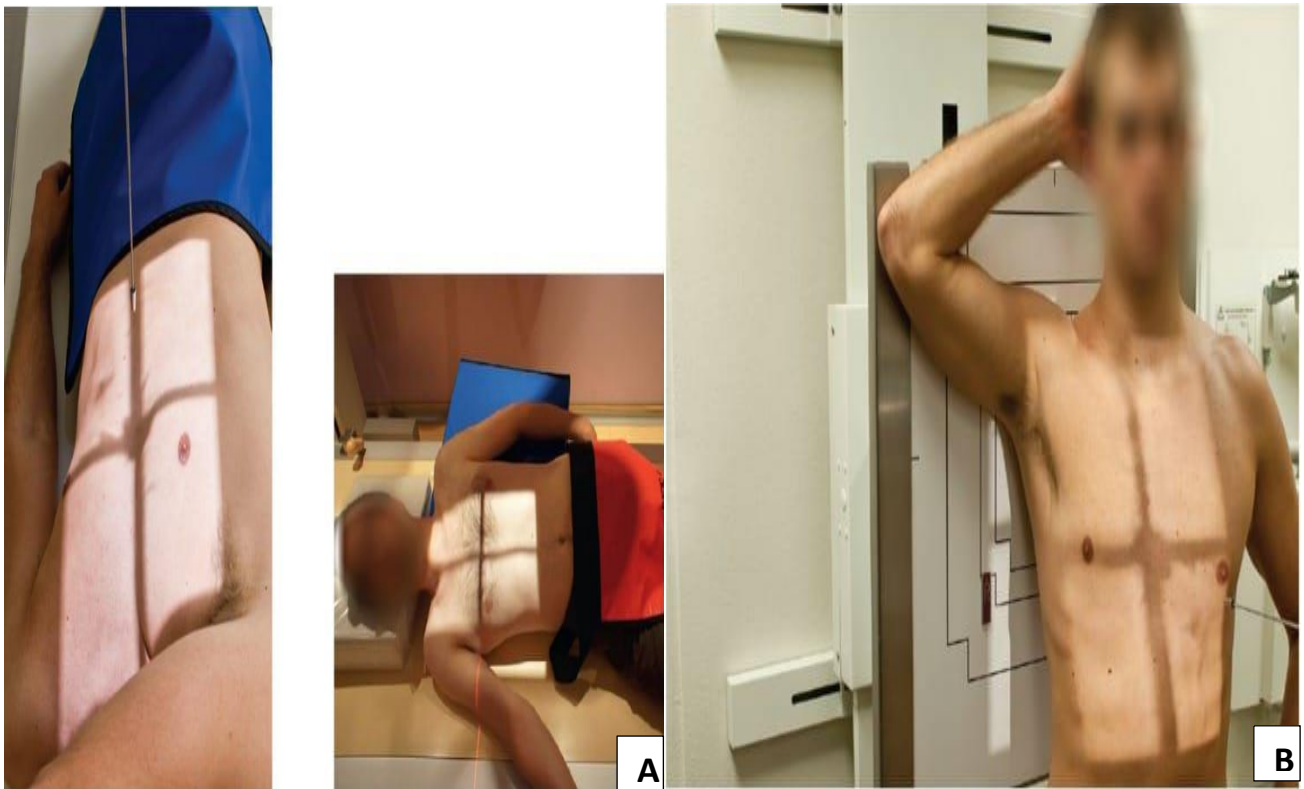


Figure 51 :incidence oblique coucher (A) et debout [44]

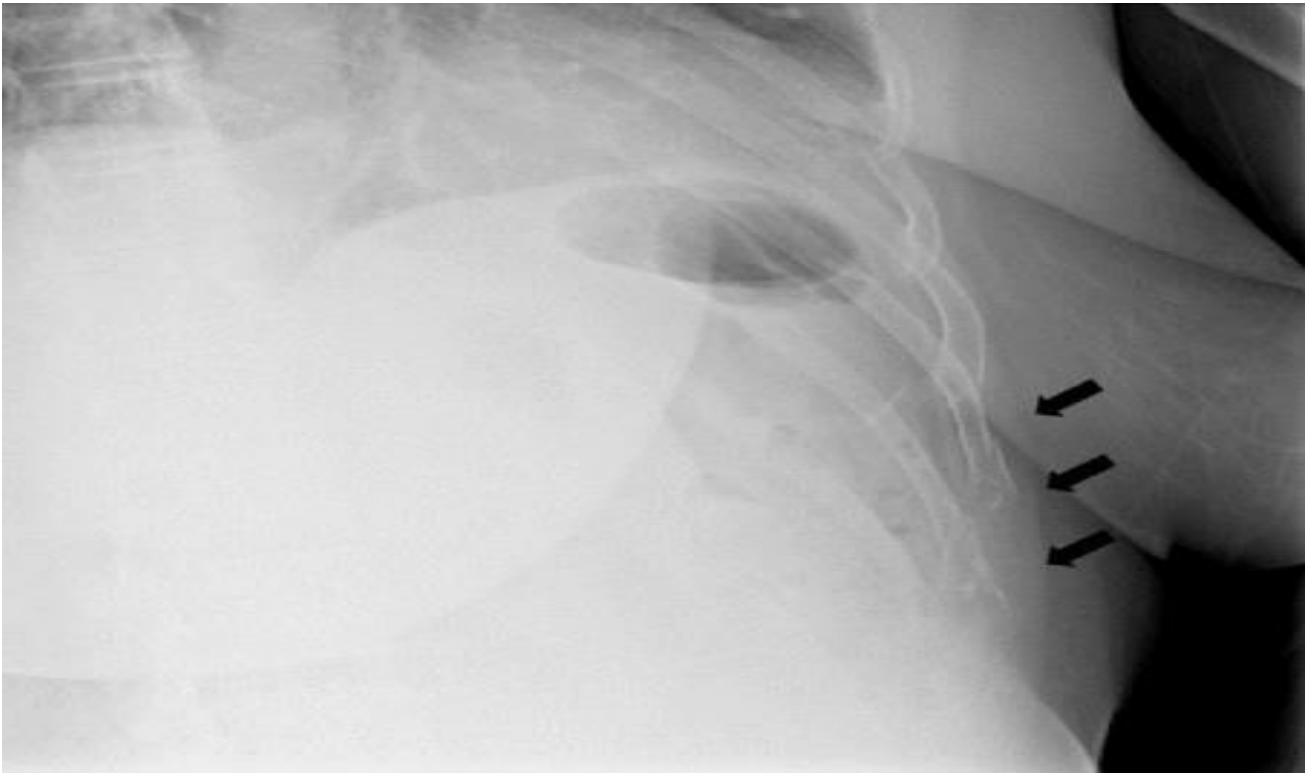


Figure 52: radiographie oblique d'une série de côtes montre 3 fractures de côtes légèrement déplacées[43]

2.3. La radiographie du gril costal (GC) ou radiographie du squelette du thorax

La sensibilité du GC est de 70% avec une spécificité supérieure à celle de la radiographie du thorax dans la détection des fractures costales [41], [45]. Elle permet donc un diagnostic précis ainsi que la localisation et la quantification du nombre de fractures costales. Cependant, selon la littérature, la réalisation d'un GC n'est discutée que lorsque RT est insuffisante ou à des résultats non concluants. En effet les GC sont dits qu'il n'apporte pas qu'un faible rendement diagnostique lors d'un traumatisme costal simple, et ne changent pas la prise en charge qui s'en suit,

prédictifs de la douleur thoracique chronique

et même si la littérature semble d'accord sur la corrélation entre le nombre de fractures et le pronostic du patient, elle n'établit pas la place du grill costal comme partie intégrale du diagnostic. Une exception est faite pour les recommandations américaines qui préconisent un GC chez les patients âgés d'au-delà de 65ans dans le but de compter le nombre de côtes fracturées [45].



**Figure 53: radiographie du grille costale faite à un patients de notre étude qui
présentant de multiple fractures costales**

2.4. L'échographie :

L'échographie trans-thoracique a une sensibilité pour la détection des fractures costales de 80 % et une spécificité plus élevée que celle du radio thorax [35] elle peut effectivement détecter des fractures non observées sur la radiographie thoracique face et oblique .

Une étude faite par Griffith et al. a comparé l'échographie et la radiographie (radiographie thoracique et radiographie des côtes obliques) chez 50 patients et elle a constaté que les radiographies ne détectaient que 8 des 83 (10%) fractures des côtes détectées par l'échographie et étaient positives chez seulement 6 des 39 patients qui avaient présenté des fractures. [46]

Dans le but de confirmer une fracture, l'échographie cherche un ensemble de critères diagnostiques[47] notamment les signes échographiques directs suivants :

- Une solution de la continuité de la ligne hyper-échogène du périoste costal.
- Présence d'un cône d'ombre linéaire.
- Présence de la douleur au passage de la sonde au site de la fracture.
- Changement de l'apparence de l'image lors de la pression (qui a été abandonné pendant les dernières années)

Et les critères indirects de la fracture qui se résument dans les points suivants :

- Artefact de réverbération
- Hématome local
- épanchement pleural
- pneumothorax

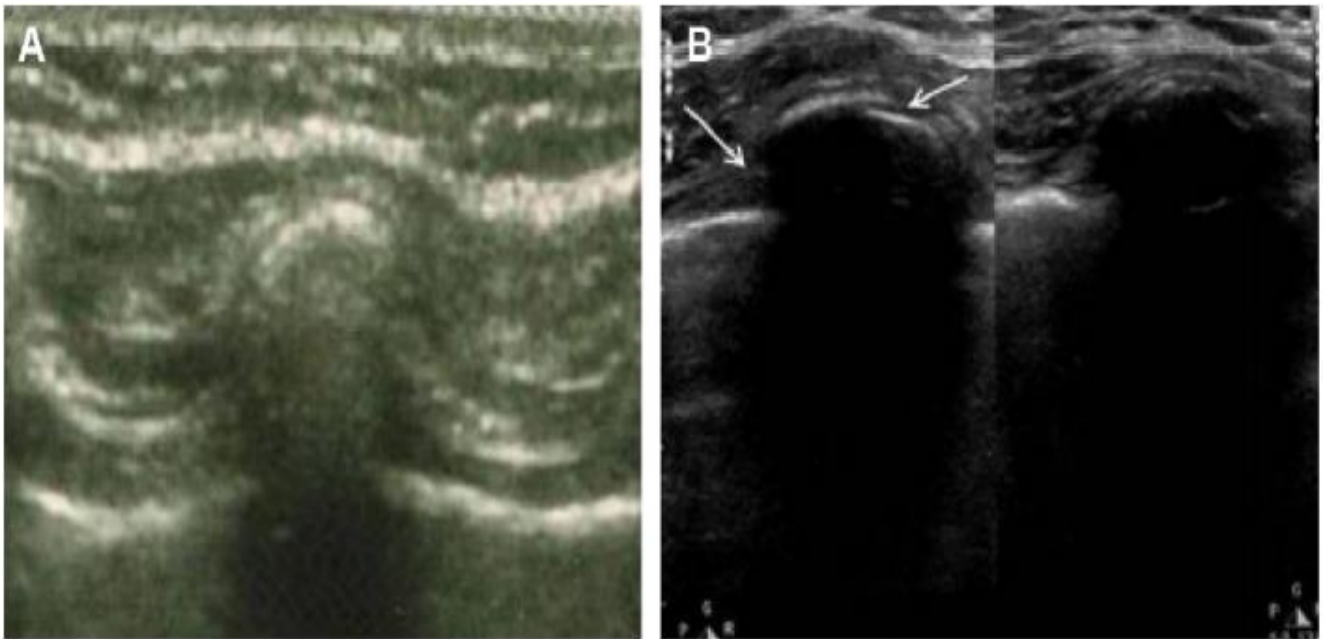


Figure 54: image échographique en coupe transversale de fracture de côte. A. Image échographique normale. B. Présence d'une fracture de côte[35]

Ces dernières années ont connu un développement qui priorise les pratiques au lit du patient, notamment pour les patients traumatisés hospitalisés en urgences, ou admis aux services de réanimation, ce qui permet à la fois un diagnostic rapide et un dépistage des complications possibles. Ceci représente un avantage important de l'échographie pleuro-pulmonaire, en plus de la rapidité de sa réalisation et le fait qu'elle est non invasive, non ionisante, et n'est pas affectée par les mouvements respiratoires comme les autres types d'imagerie. Des études comparent même son efficacité dans le diagnostic de la fracture costale à celle de la reconstruction de la TDM.

Cependant la non disponibilité de l'appareil échographique dans la plupart des structures d'accueil des urgences fait que l'utilisation de l'échographie ne soit

prédictifs de la douleur thoracique chronique

pas répandue, et que l'échographie n'est pas considérée comme essentielle au diagnostic. Des études comme celle faite par Hurley et al [45], [47] ont aussi constatées que l'identification de la fracture n'a pas un impact important ni sur le traitement ni sur la prise en charge ce qui expliquerait pourquoi son utilisation de routine n'est pas indiquée.

D'autres restrictions de l'échographie ont été nommés dans l'étude de Figen Turk et al [48] qui cite :

- l'inconfort du patient dû à la pression de la sonde.
- l'accès limité à certaines zones thoraciques comme les côtes supérieures en arrière de l'omoplate.
- la difficulté de réaliser l'échographie chez les patients obèses.
- la difficulté d'interpréter les segments de côtes adjacents aux articulations costo-transverse et jonctions costo-chondrales.

Compte fait de ces inconvénients, l'échographie pleuro-pulmonaire reste un outil de dépistage important et il serait bénéfique de l'incorporer dans la prise en charge initiale des patients traumatisés dans notre service dans le but de dépister les fractures de côtes et autres lésions pleuro-pulmonaires associées.

2.5.TDM

2.5.1. Fracture costale :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

La tomodensitométrie reste l'examen de référence pour les traumatismes thoraciques sévères [35], car elle permet le diagnostic précis de l'ensemble des lésions thoraciques possibles(pariétales, pleurales, parenchymateuse et médiastinales). Elle n'est pourtant pas incontournable pour poser le diagnostic de fractures costales et des recommandations précises sur son utilisation sont encore inexistantes.

Ainsi, dans une étude s'intéressant à des traumatisés thoraciques présentant un traumatisme à haute cinétique, la réalisation systématique d'un scanner thoracique en l'absence d'anomalie radiologique permettait la détection d'anomalie dans 50 % des cas[49], Cette imagerie systématique permet des modifications thérapeutiques mineures dans 20 % des cas et majeures dans environ 8 % des cas [50].

Malgré ces indications ambiguës, la TDM reste un moyen important lors de la prise en charge du traumatisé thoracique et particulièrement des fractures de côtes.

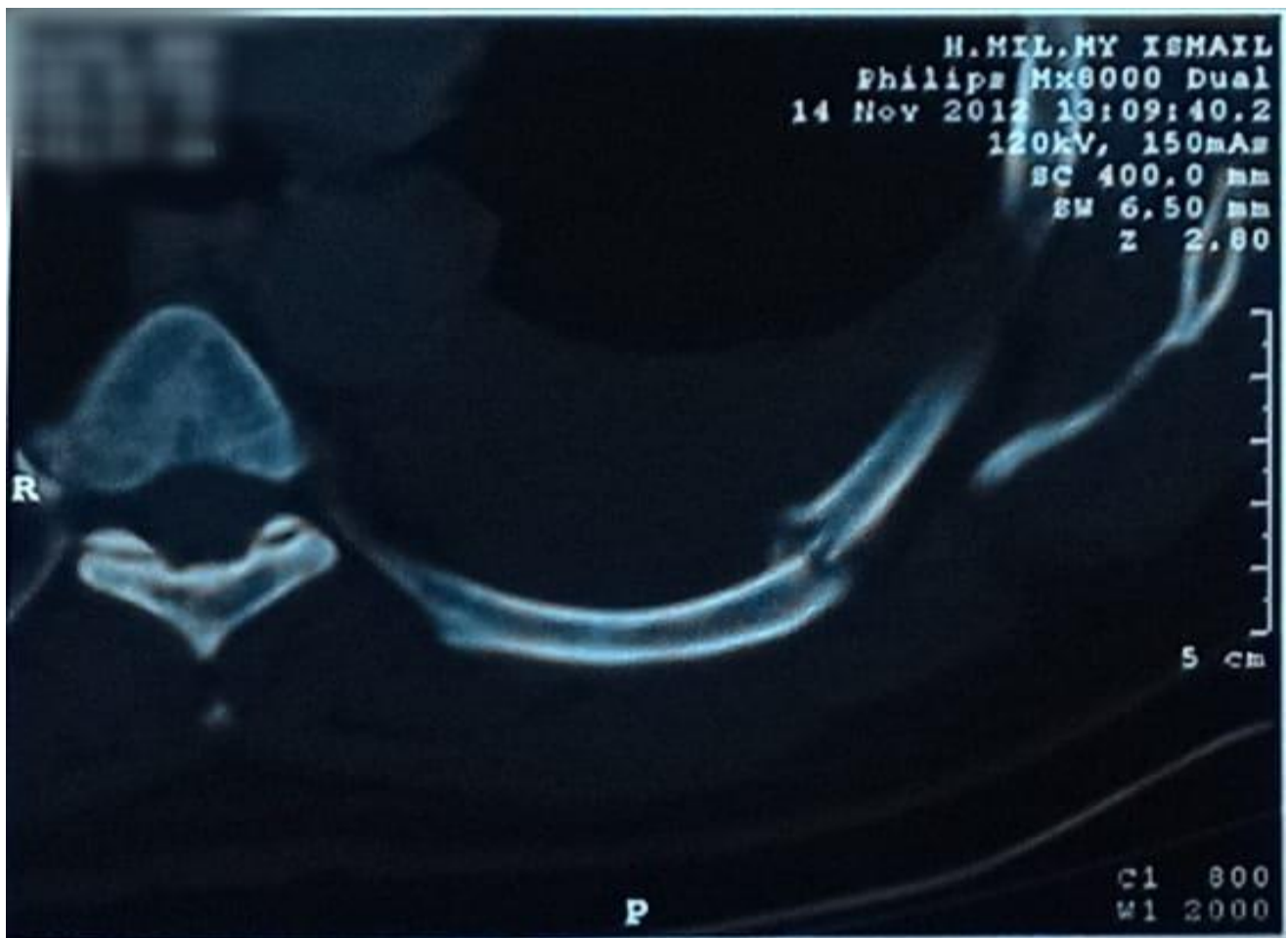


Figure 55: coupe transversale d'un scanner thoracique d'un patient de notre étude passant par le thorax montrant une fracture costale(Image du service de la chirurgie thoracique de HMMI)

2.5.2. Volet thoracique

La tomodensitométrie avec reconstruction : représente l'examen de référence pour le diagnostic précis du volet thoracique, et elle permet aussi de déterminer tous les lésions associées pour une meilleure prise en charge chirurgicale ultérieure.

2.6. La scintigraphie osseuse

prédictifs de la douleur thoracique chronique

La scintigraphie osseuses présente une bonne sensibilité au fracture costale mais une spécificité diminuée [51] . Elle est le plus souvent utilisée pour la détection de l'implication osseuse dans les processus systémiques (p.ex : Maladie métastatique) et peuvent aboutir à un diagnostic faussement positif de malignité chez un patient présentant des fractures des côtes [51].

Cette technique d'imagerie a une utilité limitée pour distinguer les fractures des côtes aiguës et subaiguës ou chroniques car elles seront généralement positives dans les 24 heures suivant une blessure, mais le retour à la normale peut être lent (79% à 1 an, 93% à 2 ans et 100 % en 3 ans)[52].

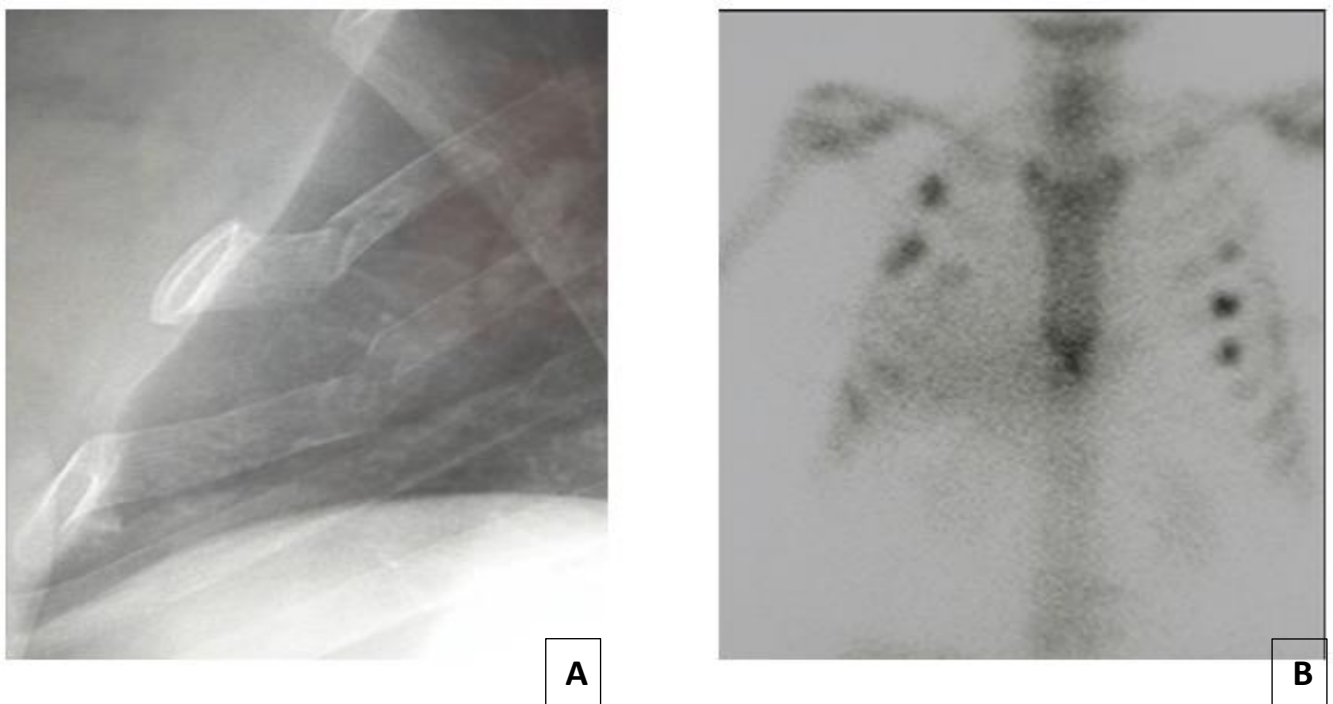


Figure 56: A .Détail d'une radiographie du gril costal droit, avec fracture de 2 côtes sur leurs arc moyen. B. Une scintigraphie osseuse du même patient montrant une hyperfixation correspondant aux deux fractures costales droites et autres foyers de fractures sur le gril costal gauche.[53]

3. Classification :

3.1. Classification des fractures costales :

A notre connaissance, il n'existe pas de classification recommandée de façon internationale qui décrit les fractures costales et oriente la prise en charge soit médicale soit chirurgicale des traumatisés présentant des fractures de côtes, ce qui permettra par la suite une communication scientifique unique entre les médecins. Ce n'est qu'en 2019, que Michael Bemelman et al. [54] ont essayé d'élaborer le premier système de classification pour les fractures des côtes, analogue au système de classification Müller AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) , en se basant sur une étude de 20 TDM avec une totalité de 197 fractures costales .

Cette étude est considérée comme première et malgré qu'elle présente quelques limites mais elle a pu nous décrire 4 caractères principaux, les deux premiers caractères décrivent la localisation des fractures, le troisième et le quatrième caractère décrivent le type et le sous-type de la fracture.

a) L'emplacement de fracture

- Premier caractère de classification :

Ce caractère décrit l'emplacement de la fracture de façon cranio-caudale donc il cite le numéro de la côte.

- Deuxième caractère de classification :

Il décrit la localisation de la fracture de façon antéro-postérieure, il la côte selon qu'elle soit :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- Antérieur : du sternum à la ligne axillaire antérieure.
- Axillaire : la région entre la ligne axillaire antérieure et la ligne passant par le point inférieur de l'omoplate.
- Postérieur : recouvre la région entre les deux points inférieurs de l'omoplate.

Si la fracture traverse deux régions, elle est associée à un X (chevauchement)

EMPLACEMENT	
1	Antérieur (sternum - ligne axillaire antérieure)
2	Axillaire (ligne axillaire antérieure - point inférieur de l'omoplate)
3	Postérieur (entre les deux points inférieurs de l'omoplate) Régions
X	chevauchantes

Tableau 7: Localisation de la fracture des côtes selon le deuxième caractère.

b) Type et sous type de la fracture :

- Fracture non déplacée : A

- A1 décrit une simple fracture transversale
- A2 décrit une fracture oblique simple
- A3 décrit un fragment en papillon

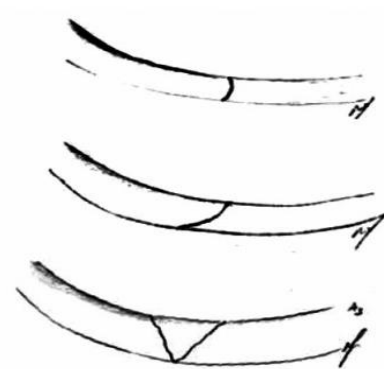


Figure 57: fractures non déplacées : type A.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- Une fracture déplacée, avec un déplacement de plus de 2 mm : **B**

- **B1** décrit une fracture transversale
- **B2** décrit une fracture oblique
- **B3** décrit un fragment en papillon

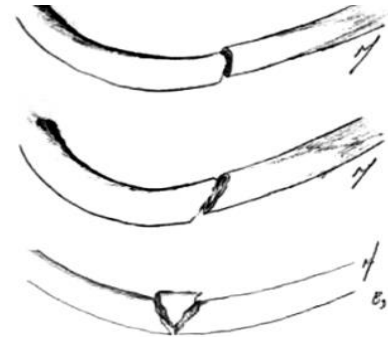


Figure 58 : fractures avec un déplacement supérieur à 2 mm : type B.

- Une fracture comminutive est associée à un **C** :

- **C1** décrit une fracture avec une zone comminutive de moins de 2 cm
- **C2** décrit une fracture avec une zone comminutive de plus de 2 cm
- **C3** décrit une fracture segmentaire avec deux fractures ou plus dans la même côte.



Figure 59 : fractures comminutives : type C.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Type et sous-type		
Non déplacée A	Déplacement >2cm B	Comminutive C
1-Simple transverse	1-transverse	1-zone <2cm
2-Simple oblique	2-oblique	2-zone >2cm
3-en papillon	3-en papillon	3- fractures segmentaire ou plus dans la même côte.

Tableau 8: Types et sous-types de la fracture de la côte.

3.2. Le volet thoracique : [55]

Plusieurs classifications ont été proposées mais nous retiendrons une classification simple basée sur les principales caractéristiques physiopathologiques et sur les indications thérapeutiques qui en découlent :

- *Les volets antérieurs* : potentiellement instables, associent deux rangées de fractures au niveau des arcs costaux antérieurs gauche et droit ou au niveau chondrocostal. On distingue *les volets étroits* et *les volets larges*. L'un des traits de fracture peut siéger sur le sternum avec un trajet oblique ou vertical.
- *les volets antérolatéraux* : sont délimités par une ligne de fracture antérieure et une ligne latérale. On distingue les volets étroits, pour lesquels les deux rangées de fractures sont situées sur le même hémithorax, et les volets larges, pour lesquels les deux rangées sont situées de part et d'autre du sternum.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- *Les volets postérieurs ou postérolatéraux* : sont caractérisés par une ligne de fractures latérales et une ligne de fractures postérieures. Ils sont généralement stables car recouverts par la masse des muscles dorsaux. Ils peuvent devenir instables si le trait de fracture latéral est situé en avant de l'arc costal postérieur

Formes typiques :

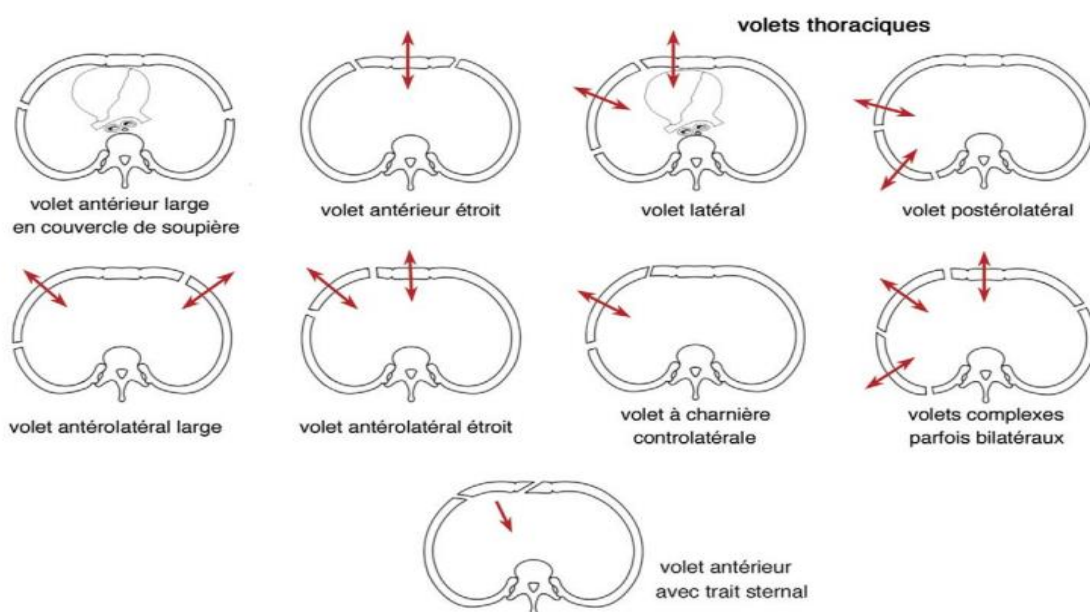


Figure 60: Classification anatomique des volets thoraciques

Ces formes anatomo-cliniques particulières ne répondent pas à la définition stricte du volet thoracique dans la mesure où il n'existe pas deux rangées de fractures costales. En revanche, les mécanismes physiopathologiques mis en jeu et les nécessités thérapeutiques sont ceux des formes-types.

- *Les volets à charnière controlatérale ou en « battant de porte »* : sont caractérisés par une seule rangée de fracture au niveau des arcs costaux

prédictifs de la douleur thoracique chronique

antérieur ou moyen. Ils peuvent devenir mobiles du fait de la souplesse chondrocostale antérieure.

- *Les volets bilatéraux.*
- *Les thorax mous* : sont caractérisés par une multitude de traits de fractures échappant à toute systématisation. Le cas typique est celui d'une personne piétinée par un taureau.

4. Les lésions associées :

Les fractures de côtes suite à un traumatisme violent peuvent engendrer des lésions thoraciques et abdominales graves responsables dans 12% des cas des décès durant la période aigüe des lésions [56], conséquemment ,une exploration et une prise en charge rapide et adéquate avec une équipe multidisciplinaire s'impose.

Emplacement des côtes	Sites de blessures associés
Côte 1	Navire sous-clavière
Côtes 1-3	Plexus vasculaire, brachial
Côtes 4-9	Pulmonaire, cardiovasculaire
Côtes 9-12	Foie (côtes droites), rate (côtes gauches)

Tableau 9:Emplacement des côtes et sites de blessures associés.

4.1. Les lésions pleuro-pulmonaire :

4.1.1. L'hémothorax :

Il se définit comme un épanchement de sang dans la cavité pleurale. Il peut être facilement révélé, lorsqu'il est abondant, par une radiographie thoracique à la phase aigüe du traumatisme. C'est un facteur pronostic majeur avec une mortalité

prédictifs de la douleur thoracique chronique

de 30 % dû à des lésions traumatiques des gros vaisseaux médiastinaux ou du cœur .Par contre l'hémothorax occulte qui résulte d'un lacération pulmonaire ou lésion des vaisseaux intercostaux ou mammaires internes, n'apparaît que lors d'un examen TDM et nécessite un drainage rapide en raison de la possibilité de complications (empyème tardif).

Il présente dans notre série environ 53% des cas, une valeur qui est supérieure à celle décrite dans la littérature 40%[57]. Et a été associé à un pneumothorax dans 30% des cas de notre série.

4.1.2. Pneumothorax

Dans notre série le taux du pneumothorax est de 40% (10% isolé et 30% associé à un hémothorax) c'est une valeur équivalente à celle retrouvée dans la littérature qui présente 30 à 40 % des traumatisés thoraciques. [58]

Il est la conséquence de l'infiltration de l'air dans la cavité pleurale, qui perturbe la pression négative normale dans cet espace, aboutissant à une interruption de la dynamique normale du flux d'air.

L'infiltration de l'air se fait soit par une lésion pulmonaire pénétrante du bord dentelé d'une fracture de côte déplacée, soit par une rupture d'une bulle d'emphysème ou rarement une lésion traumatique de l'arbre trachéo-bronchique.

Radiographiquement il apparaît comme un déplacement de la ligne pleurale, mais il offre une estimation limitée de la taille, et la tomographie doit être réalisée en cas d'incertitude du diagnostic. Et généralement un pneumothorax supérieur à 25% du volume thoracique nécessite un drainage thoracique.[59]

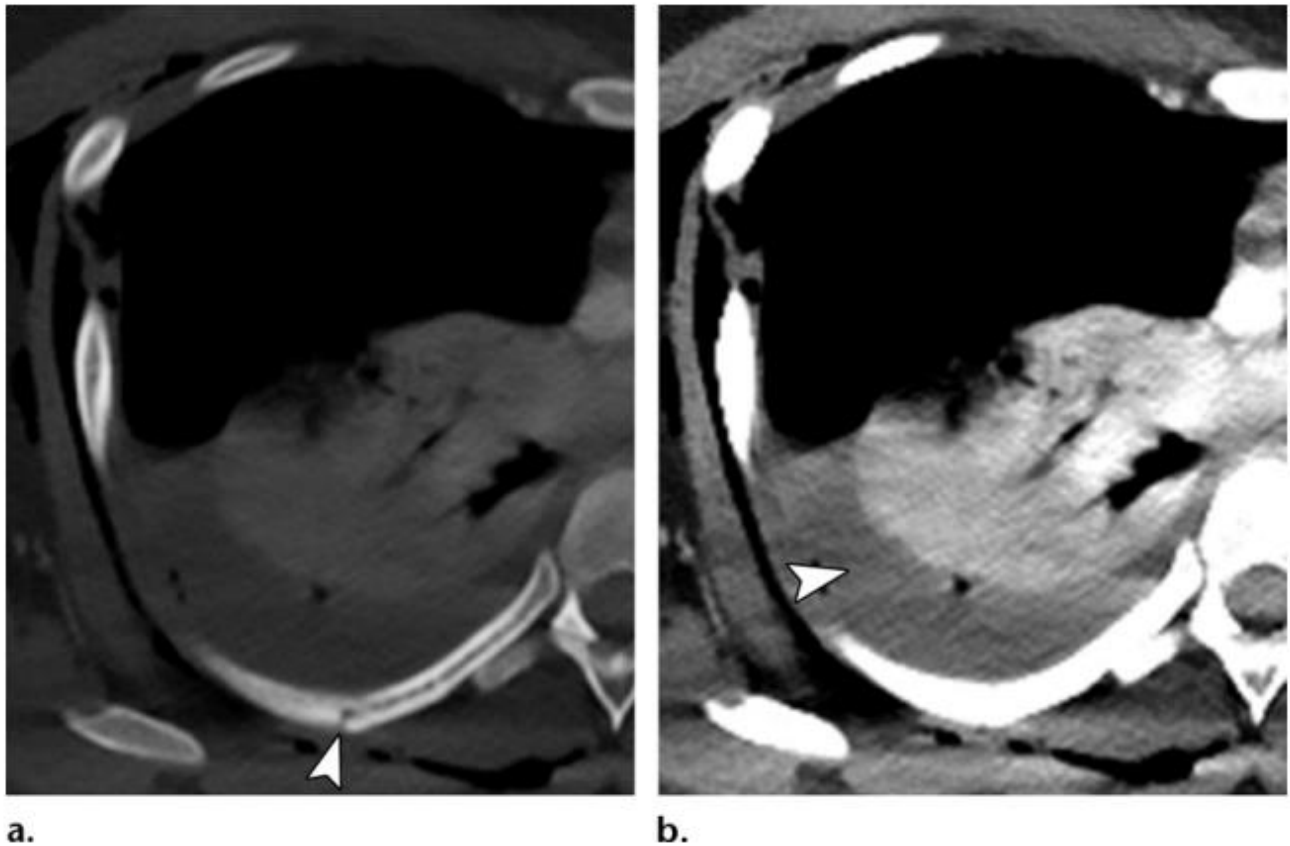


Figure 61: a : fenêtre osseuse d'une coupe transversale passant par le thorax montrant une fracture costale. b : image de la fenêtre tissulaire passant du même niveau que « a » montrant un hémopneumothorax droit de taille modéré avec un emphysème sous-cutané.

4.1.3. La contusion pulmonaire :

Elle se rencontre dans 30 à 70% des traumatismes thoraciques [60] étant associés à des fractures de côtes multiples, du sternum ou de volet thoracique. Elle est le résultat souvent d'un mécanisme lésionnel violent. et son diagnostic repose sur la triade hypoxémie, hémoptysie, et opacités alvéolaires[61].

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Elle se caractérise du point de vue anatomique par l'association progressive de ruptures alvéolo-capillaire avec infiltration hémorragique interstitiel et alvéolaire s'associant à des lacérations, des plaies, ruptures bronchique ou vasculaire, Il en résulte des hématomes, des cavités nécrotiques et surtout des alvéolites hémorragiques[62]. La complication la plus fréquente est la surinfection pulmonaire qui survient dans 25% des cas [63] et si elle touche plus de 20% du parenchyme, devient un facteur de survenue du syndrome de détresse respiratoire aigüe (SDRA) [64].

La lésion histologique est immédiate, mais l'ensemble de ces éléments s'installent en 24 heures et régressent en quelques jours.

Les contusions sont fréquemment masquées par les atelectasies, les phénomènes d'inhalation ou un hémithorax en radiographie standard. L'atteinte peut être uni focale, multifocale ou diffuse au niveau d'un ou des deux poumons. L'aspect est celui d'opacités homogènes, non segmentaires, siégeant préférentiellement en regard de structures costales et vertébrales, fracturées ou non. Un bronchogramme aérique est rare du fait de l'obstruction bronchique causée par des sécrétions ou du sang.



Figure 62:Scanner thoracique secondaire à un traumatisme fermé. Pneumothorax antérieur bilatéral associé à une contusion pulmonaire bilatérale (flèches blanches) et un pneumatocèle (flèche noire).

4.2. Hématome extrapleurale

L'hématome extrapleurale est une entité rare définie par le déplacement vers l'intérieur de la graisse extra-pleurale une collection de liquide hémorragique périphérique intra-thoracique ou extra-thoracique.

Jusqu'à 81% des patients atteints d'hématome extrapleurale ont une fracture des côtes associée. Morphologiquement, ces collections peuvent être divisées en apparences convexes et biconvexes[65].

Une prise en charge chirurgicale s'impose dans 80% des cas car il présente une collection sanguine importante, quantifiée de 4,2L en moyenne lors des drainages.[66]



Figure 63: Coupe radiologique d'un scanner thoracique passant au niveau de l'oreillette gauche montrant : Flèche noire : une fracture peu déplacée
Têtes des flèches blanches : hématome sous cutané de la paroi thoracique
flèche blanche : hématome extrapleurale.[59]

4.3. Emphysème sous cutané

Il est retrouvé dans 15% des Traumatismes Thoraciques Fermés. Par définition, c'est la présence de l'air dans les tissus sous-cutanées suite à : une effraction pariétale ou pleuro-pulmonaire ou bronchique ou par une rupture alvéolaire ou œsophagienne.

Il est cliniquement évident par une sensation de crépitation neigeuse lors de la palpation.

La radiographie simple du thorax reconnaît facilement l'emphysème sous-cutané lorsqu'il est abondant sous la forme de bandes claires le long des parois latérales du thorax. Il peut disséquer les fibres du grand pectoral et donner un aspect en « éventail » à sommet axillaire.[62]

La TDM est plus performante dans la détection des emphysèmes surtout ceux qui est non radio-graphiquement évident, elle identifie les clartés aréiques qui dissèquent les fascias musculaires, notamment lorsqu'elles sont de situation antérieure ou postérieure.

4.4. Lésions vasculaires

En raison de leur emplacement au long du sillon costal sur la face inférieure de la côte, les artères et veines intercostales sont particulièrement susceptibles de se léser et prédisposent au développement d'un anévrisme ou pseudo-anévrisme traumatique de ces vaisseaux ce qui peut mettre en jeu le pronostic vital des traumatisés.

Une hémorragie artérielle ou veineuse active peut entraîner un hémothorax ou un hématome extrapleurale, selon la localisation et le degré de lésion pleurale et

prédictifs de la douleur thoracique chronique

musculaire, comme elles peuvent rester asymptomatiques, entraînant des douleurs chroniques ou empêchant la cicatrisation osseuse.

Il se peut être difficile de déterminer la source exacte de l'hémorragie intra-parenchymateuse même à l'angiographie, cependant, des tentatives doivent être faites car l'identification de la source éclairera l'approche thérapeutique dirigée par le cathéter.[62]

A noter qu'un traumatisme violent avec une fracture de la première et la deuxième côte peut être associées dans 14% des cas à des lésions vasculaires plus graves comme la rupture du tronc aortique avec ses 4 branches brachio-céphaliques, et des artères et des veines sub-clavières et du plexus brachial. [67].

4.5. Pneumo-médiastin :

Un pneumo-médiastin est fréquemment retrouvé au décours d'un traumatisme thoracique. La cause la plus fréquente est la rupture du parenchyme pulmonaire, d'origine alvéolaire (Macklin effect) avec dissection interstitielle, liée à la compression thoracique brutale, suivie d'une ré-expansion. Il est rarement associé à une rupture trachéo-bronchique ou de l'œsophage.

4.6. Fracture sternale :

Les fractures sternales sont des témoins d'un traumatisme thoracique frontale sévère, retrouvées classiquement chez les passagers ou les conducteurs de véhicule portant une ceinture de sécurité et soumis à un choc violent.

Elle est souvent associée à des dislocations chondro-costales multiples et aux volets thoraciques antérieurs, comme elle peut être isolée, touchant le manubrium ou le corps du sternum. Ce type de fracture peut engendrer, en addition, des

prédictifs de la douleur thoracique chronique

lésions cardiaques et vasculaires graves et mortelles qui nécessitent une recherche systématique.[57], [68]

Le patient se plaint d'une douleur antérieure, aiguë et spontanées, accentuée par les mouvements respiratoires. L'examen clinique est douloureux avec sensation à la palpation d'un aspect de « marche d'escalier », et parfois une tuméfaction en rapport avec un hématome en regard.

Il est difficile de voir le trait de fracture sur la radiographie thoracique de face, mais l'élargissement du médiastin par l'hématome médiastinal antérieur reste un signe indirect à explorer. Par contre l'incidence de profil, reste très sensible et elle visualise beaucoup mieux le trait ainsi un déplacement s'il existe.

La TDM lorsqu'elle est indiquée, montre un hiatus fracturaire et reconnaît l'hématome médiastinal antérieur, Certaines fractures transversales peuvent échapper à la TDM d'où la nécessité d'une exploration par la fenêtre osseuse.

4.7. Autres fractures osseuses :

Les fractures de côtes surviennent lors d'un traumatisme thoracique qui nécessite souvent une grande énergie cinétique engendrant des fractures osseuse associées comme la fracture de la clavicule et de l'omoplate qu'on doit systématiquement rechercher.

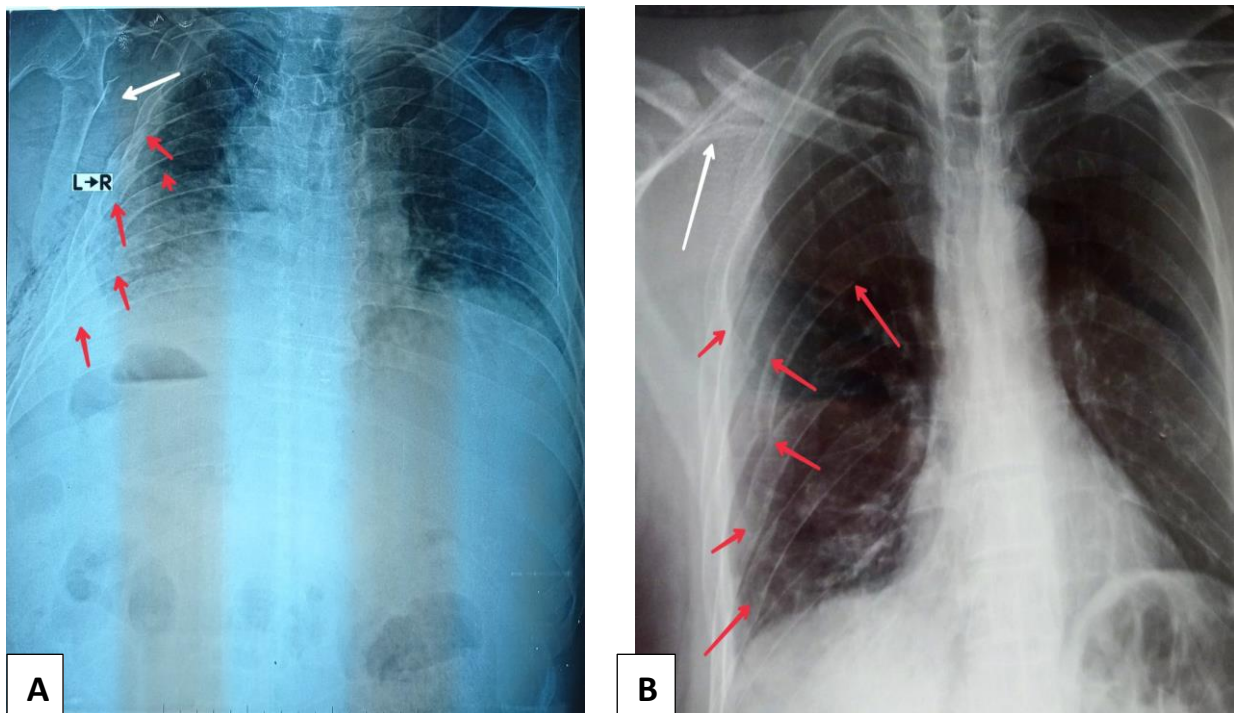


Figure 64: A : fracture de l'omoplate droit. B : fracture de la clavicule droite (flèche blanche) associée à des multiples fractures costales.

4.8. Lésions abdominales :

Les fractures des deux dernières côtes sont à risque de lésions hépatiques à droite, spléniques à gauche, rénales et diaphragmatiques

5. Prise en charge thérapeutique:

La prise en charge thérapeutique repose non seulement sur la stabilisation hémodynamique et respiratoire en urgence, mais encore sur un traitement médical visant le contrôle de la douleur, une kinésithérapie respiratoire précoce ayant pour but prévenir les complications respiratoires probables, ainsi qu'une prise en charge chirurgicale qui nécessite une équipe multidisciplinaire, apportant un gain triple : sur la durée d'hospitalisation, la comorbidité et la qualité de vie.

5.1. L'accueil du traumatisé au service des urgences :

L'accueil du malade au service d'accueil des urgences ne doit pas interrompre la réanimation déjà instaurée surtout chez les traumatisés graves. La conduite doit comprendre une certaine hiérarchisation.

- Recueillir l'ensemble des informations obtenues par l'équipe pré-hospitalière.
- La mise en condition standardisée du patient doit être immédiate (monitorage cardiovasculaire et ventilatoire) et la fonctionnalité des divers cathéters ainsi que la sonde d'intubation doit être vérifiée.
- La réalisation d'examens complémentaires standards (ECG, radiographie thoracique) et l'acheminement des divers prélèvements biologiques au laboratoire, la détermination de l'hématocrite ou du taux d'hémoglobine, la prévention tétanique.

Cette phase d'accueil standardisée doit être accomplie rapidement. La demande d'autres examens dépend de l'état clinique et il reste une affaire d'habitude et d'écoles quoique la TDM spiralée immédiate reste l'examen de référence.

L'accueil du traumatisé doit répondre aussi à une décision importante : conduire directement le patient au bloc opératoire sans aucun bilan supplémentaire. Cette décision doit être prise lorsque l'état hémodynamique du patient est critique malgré la réanimation pré-hospitalière et que la cause de la détresse est évidente .[69]

Une fois les malades sont stabilisés sur les plans hémodynamiques et respiratoires, une hospitalisation au service de réanimation s'impose pour un complément de prise en charge.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

En cas de traumatisme thoracique isolé, il faut identifier les patients qui nécessitent une hospitalisation soit en raison des lésions présentes dans un but thérapeutique, soit en raison de leur risque de complications importantes dans un but de surveillance. La majeure partie des patients vont néanmoins pouvoir rentrer à domicile lorsque l'examen clinique initial est rassurant et qu'il n'existe pas d'anomalie au bilan d'imagerie. Les données de la littérature préconisent la réalisation d'une consultation à la 48e heure avec un examen clinique et une radiographie de contrôle .[22]

5.2. Critères d'hospitalisations :

L'hospitalisation des patients ayant un traumatisme thoracique devient nécessaire en présence d'un seul critère de gravité ou plus (voir chapitre : critères de gravité d'un traumatisme thoracique), malgré qu'elle ne dénonce pas nécessairement la chirurgie. Et le lieu d'hospitalisation dépend du nombre des fractures costales et des lésions associées ainsi que l'état hémodynamique et respiratoire du malade.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

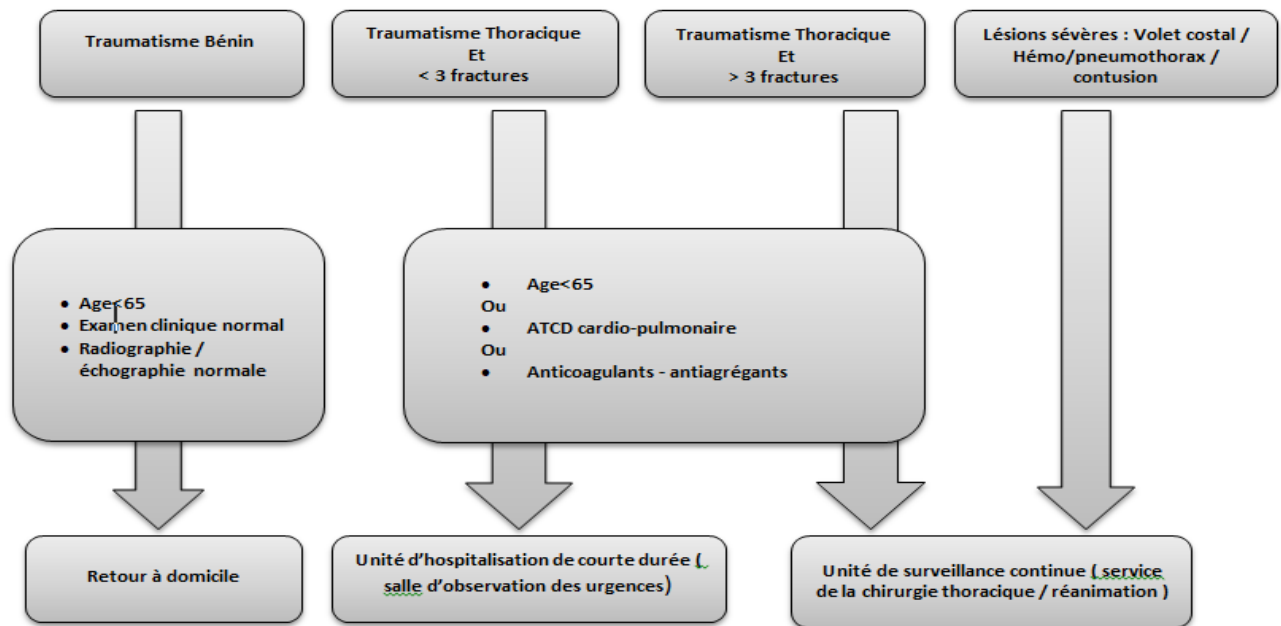


Figure 65 : schéma présentant les critères d’hospitalisation d’un traumatisme thoracique avec fracture costale.

5.3. Prise en charge Médicale :

5.3.1. Analgesie multimodale

Fournir une analgésie rapide et efficace est fondamental dans la prise en charge des patients souffrant de fractures des côtes, cet objectif est possible par le biais de l’analgésie multimodale et qui peut fournir de plus, à nos malade, le confort et préserver la mécanique ventilatoire afin d’éviter la survenue de complications secondaires liées à l’hypoventilation[70].

Le principe de l’analgésie multimodale consiste à associer des stratégies antalgiques ayant des sites d’actions différents et complémentaires à l’origine d’interactions additives, au mieux synergiques. Parmi ces analgésies on cite les anti-

prédictifs de la douleur thoracique chronique

inflammatoires non stéroïdiens, les antalgiques purs , l' anesthésie locorégionale et la physiothérapie [71].

5.3.2. Les antalgiques purs :

La sédation de la douleur fait appel aux thérapeutiques standards avec les différents paliers de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). En admettant que la douleur une « expérience sensorielle et émotionnelle désagréable » **subjective**, il est préférable de demander au patient d'effectuer lui-même une auto-évaluation de l'intensité de la douleur ressentie, plutôt que de proposer un traitement systématique. L'autoévaluation de la douleur est effectuée à partir d'échelles ; les plus connues et les plus utilisées sont :

- l'échelle visuelle analogique (EVA) simple et facile a utilisé avec une bonne sensibilité et une bonne reproductivité [72], [73]
- l'échelle numérique (EN) simple et facile a utilisé et équivalente à l'EVA [74].

Les paliers des antalgiques selon L'OMS :

- Le palier 1 comprend le paracétamol et le néfopam. =>Pour les douleurs faibles
- Le palier 2 comprend la codéine et le tramadol. (Ce sont des opioïdes faibles)
=> pour les douleurs modérées.
- Le palier 3 comprend la morphine et ses dérivés. (Ce sont des opioïdes forts)
=> pour les douleurs intenses.

➤ **Antalgiques de palier 1 et 2 :**

Le paracétamol peut être administré à la posologie de 15 mg/kg IV sur 10-15 min. Sa tolérance est excellente et ses effets secondaires rares. Cependant son délai d'action d'environ 15 à 30 min, avec un pic maximal d'effet à 60 min, et le faible

prédictifs de la douleur thoracique chronique

niveau d'analgésie que procure cette molécule en limite les indications chez le patient traumatisé grave.

Le néfopam est un analgésique central non morphinique. À une posologie de 20 mg IV, son effet analgésique est équivalent à celui de 10 mg de morphine, avec un délai d'action d'environ 15 min. Ses effets secondaires, d'autant plus fréquents que l'injection IV est effectuée rapidement, sont caractérisés par la survenue de nausées et vomissements, d'une tachycardie et d'un rash cutané. Une dépression respiratoire est en revanche exceptionnelle avec le néfopam.

Le tramadol possède un effet analgésique central de mécanisme complexe. À une posologie de 100 mg IV, son effet analgésique est équivalent à celui de 5 à 15 mg de morphine, avec un pic d'efficacité vers la 60e minute. Ses effets secondaires sont limités à une sédation et à la survenue de nausées et vomissements ; une dépression respiratoire est exceptionnelle.

➤ **Les Morphiniques :**

Les antalgiques de niveau 3, réservés en première intention aux douleurs intenses ($EVA \geq 60$), et en deuxième intention aux douleurs modérées ($30 < EVA < 60$) résistant aux antalgiques de palier 1 et 2, ils sont représentés par la morphine et ses dérivés. Chef de file de cette famille, la morphine qui peut être administrée chez le patient en ventilation spontanée :

- initialement dans le cadre d'une titration intraveineuse qui consiste à administrer par voie IV une quantité fractionnée de morphine [69].elle permet l'obtention rapide d'une analgésie efficace, définie par une $EVA < 30$ (25). Le schéma de titration en morphine est basé sur des bolus successifs de 2 mg

prédictifs de la douleur thoracique chronique

(patient < 60 kg) ou 3 mg (patient ≥ 60 kg) administrés en IVD toutes les 5 minutes jusqu'à obtention d'une EVA < 30. Un bolus initial (« dose de charge ») de 0,05 à 0,1 mg/kg de morphine est possible sous réserve d'une présence médicale permanente et suffisamment prolongée. La titration doit être interrompue en cas de survenue de complications (désaturation, bradypnée, apnée) avec si nécessaire administration de naloxone, stimulation et/ou assistance ventilatoire du patient. Cependant, dans le contexte du patient traumatisé thoracique, la survenue de telles complications doit en premier lieu évoquer la présence de lésions intrathoraciques (pneumothorax...) ou extra-thoraciques (traumatisme crânien...), imposant alors la mise en œuvre d'autres thérapeutiques (intubation trachéale puis ventilation sous sédation-analgésie continue).[75]

- Puis secondairement relayée soit selon des injections sous-cutanées qui a un caractère douloureux, la résorption des opiacés est aléatoire expliquant les grandes variations des taux plasmatiques et alternance de périodes de « sous » et surdosage.
- Soit dans le cadre d'une administration IV autocontrôlée par le patient (« Patient Controlled Analgesia » = PCA) : Elle permet de contourner en partie la variabilité inter-individuelle des besoins en morphines et la disponibilité du personnel. Le principe est l'utilisation de l'EVA (échelle visuelle analogue) qui devrait être expliquée au malade. Le patient séjourne dans une unité où la surveillance est constante. Dès que la douleur apparaît une dose de charge est administrée de 1 à 3 mg de morphine permettant d'obtenir une EVA inférieure à 30 mm avant de débiter la PCA, ensuite les bolus sont

prédictifs de la douleur thoracique chronique

administrés. Actuellement, des bolus de 1 mg sont recommandés chez l'adulte avec possibilité d'adaptation entre 0,5 et 2,5 mg. L'intervalle réfractaire séparant deux bolus est appréciée en fonction de la demi-vie d'élimination et de l'état clinique du patient. Pour la morphine il se situe entre 5 à 10 min. Selon les auteurs, le taux de satisfaction des patients est de 80 à 90%.

Dans notre contexte, l'usage d'une telle méthode est limité par la mauvaise collaboration et compréhension de la technique par nos malades. Un patient souvent anxieux, polytraumatisé et donc non autonome ne peut pas être coopérant.[76], [77]

Cependant, il faut toujours garder à l'esprit que les opiacés entraînent une majoration de la sédation, une dépression respiratoire et une hypoxémie, ainsi qu'une diminution de la toux, particulièrement défavorable chez le traumatisé thoracique.

➤ **Morphine inhalée :**

La nébulisation de morphine ou de fentanyl est proposée depuis plusieurs années pour traiter des douleurs aiguës post-opératoires ou chroniques en cancérologie (34–37). Cette voie d'administration non-invasive serait aussi efficace que la voie intraveineuse, sans en avoir les effets secondaires à type de dépression respiratoire et de nausées ou vomissements.

Dans le cadre des fractures costales post traumatique, seules deux études ont à ce jour évalué l'efficacité analgésique de la morphine par voie inhalée : Fulda et al. ont ainsi montré qu'elle était aussi efficace que la morphine en mode PCA, sans en

prédictifs de la douleur thoracique chronique

avoir les effets secondaires [78] ; plus récemment, Nejmi et al. ont montré qu'elle était également aussi efficace que l'association fentanyl-bupivacaïne par voie péridurale pour l'obtention d'une EVA < 4 [79].

➤ **Alternatives aux morphiniques :**

- ***Les anti-inflammatoires non stéroïdiennes*** : ils sont administrés à raison de 2,5mg/kg/6 h. Leur utilisation a été décrite dans la littérature dans la prise en charge de la douleur des fractures costales grâce à leurs effet antalgique qui est additif avec celui du paracétamol et synergique avec ceux du néfopam et des opioïdes.

Le bénéfice des anti-inflammatoires non stéroïdiens est fortement suggéré par une étude rétrospective retrouvant une réduction du taux de pneumopathie, une diminution du recours à la ventilation de la durée d'hospitalisation en soins intensifs. Les taux de lésions rénales aiguës, d'hémorragies gastro-intestinales et de retard de consolidation n'étaient pas différents[80]

- ***La kétamine*** permet une sédation adaptée avec un taux élevé de satisfaction des patients. Récemment, un essai prospectif, randomisé, contrôlé par placebo portant sur la kétamine à faible dose chez des adultes présentant au moins trois fractures des côtes a démontré que chez les patients avec un ISS > 15, une perfusion de kétamine à 2,5 ug / kg / min pendant 48h était associé à une diminution significatif de l'utilisation équivalente de morphine par voie orale par rapport aux témoins[81], [82].

5.3.3. Les myorelaxants :

Ils n'ont pas fait la preuve de leur efficacité dans les douleurs costales mais leur utilisation a été décrite [83]. Ils pourraient agir en co-analgésiques par leur action sur la contracture musculaire réactionnelle périfracturaire. L'utilisation des benzodiazépines est limitée par leur effet dépresseur respiratoire central.

5.3.4. Le patch ou emplâtre de lidocaïne à 5% :

La lidocaïne en emplâtre est un système occlusif de libération transdermique continue, appliquée sur la zone cible sur une période de 12h par 24h, il présente un double mode d'action (une action pharmacologique lors de la diffusion de la lidocaïne et une protection mécanique de l'emplâtre qui protège la zone hypersensible) en bloquant la conduction du PA du premier neurone, à partir des nocicepteurs cutanés. La lidocaïne à 5% appliquée topiquement induit cliniquement une hypoesthésie thermique et une hypoalgésie à la manœuvre du pic-touche suggérant une inhibition isolée, mais partielle de conduction des fibres A δ et C [84].

Et en raison de son efficacité locale immédiate et prolongée (> 12h), il a déjà été proposé par l'AMM pour soulager les douleurs des fractures costales [85], [86]

Dans l'étude menée par Zink sur 58 patients, il concluait que l'utilisant la Lidocaïne en emplâtre ne permet pas seulement une meilleure antalgie que la morphine pour le traitement de la douleur aiguë post-traumatique, mais en plus elle permet de diminuer la douleur chronique post-traumatique.[85]

5.3.5. La stimulation neuro-électrique transcutanée (TENS) :

TENS est l'acronyme anglo-saxon pour « Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation », qui est une physiothérapie par électrothérapie. Son action antalgique est basée sur la théorie du « gate-control ». Une étude a montré sa supériorité par rapport aux anti-inflammatoires non stéroïdiens dans le contrôle de la douleur induite par les fractures costales [33].

5.3.6. La contention élastique thoracique

Elle peut faire appel à des bandages ou des ceintures élastiques. Son utilisation est controversée en terme d'efficacité et de sécurité[87], [88].

5.3.7. Analgésie locale intra-pleurale :

Dans certaines conditions bien particulières, l'analgésie intra-pleurale représente une technique intéressante pour la prise en charge initiale du traumatisé thoracique [89]. Une solution d'anesthésique local est injectée dans l'espace pleural (figure ci-dessous), soit par un cathéter dont l'extrémité est intra-pleurale, ce qui expose au risque de pneumothorax, soit par l'intermédiaire d'un drain thoracique déjà en place et alors utilisé comme vecteur [90].

En urgence, l'analgésie intra-pleurale ne peut être envisagée que chez un patient bénéficiant d'un drainage thoracique pour pneumothorax, cependant la présence d'un hémithorax peut altérer considérablement la diffusion de l'anesthésique local jusqu'à la plèvre. Après l'injection de l'anesthésique local, le drain thoracique doit rester clampé pendant 20 à 30 minutes de manière à permettre la diffusion de l'anesthésique local. Ce clamage doit évidemment être

prédictifs de la douleur thoracique chronique

effectué sous une étroite surveillance pour détecter la survenue d'un pneumothorax suffocant, qui imposerait alors le déclampage immédiat du drain.

La diffusion de l'anesthésique local se fait vers les parties déclives et conduit au blocage rétrograde des nerfs intercostaux, ainsi que de la chaîne sympathique, des ganglions splanchniques, voire à une dysfonction diaphragmatique lorsque la diffusion se fait vers le bas chez un patient en position proclive [90]. Il faut privilégier l'emploi de la lidocaïne à la dose de 1 mg/kg diluée dans 30 ml de sérum physiologique qui procure une analgésie efficace sans exposer le patient à un risque toxique significatif. En effet, l'importante variabilité de la résorption des anesthésiques locaux peut conduire dans certains cas, et ce de manière difficilement prévisible, à des taux plasmatiques élevés et donc potentiellement toxiques [91].

Bien que de réalisation simple, les effets secondaires de cette technique en limitent les indications. De plus, la qualité de l'analgésie intrapleurale ainsi obtenue dépend de nombreux facteurs : nombre et localisation des côtes fracturées, position du patient, position du cathéter ou du drain pleural [90]. Enfin, cette technique ne permet pas d'obtenir une réduction significative des besoins en morphiniques [92], son efficacité étant en général inférieure à celle de l'analgésie péridurale [93].

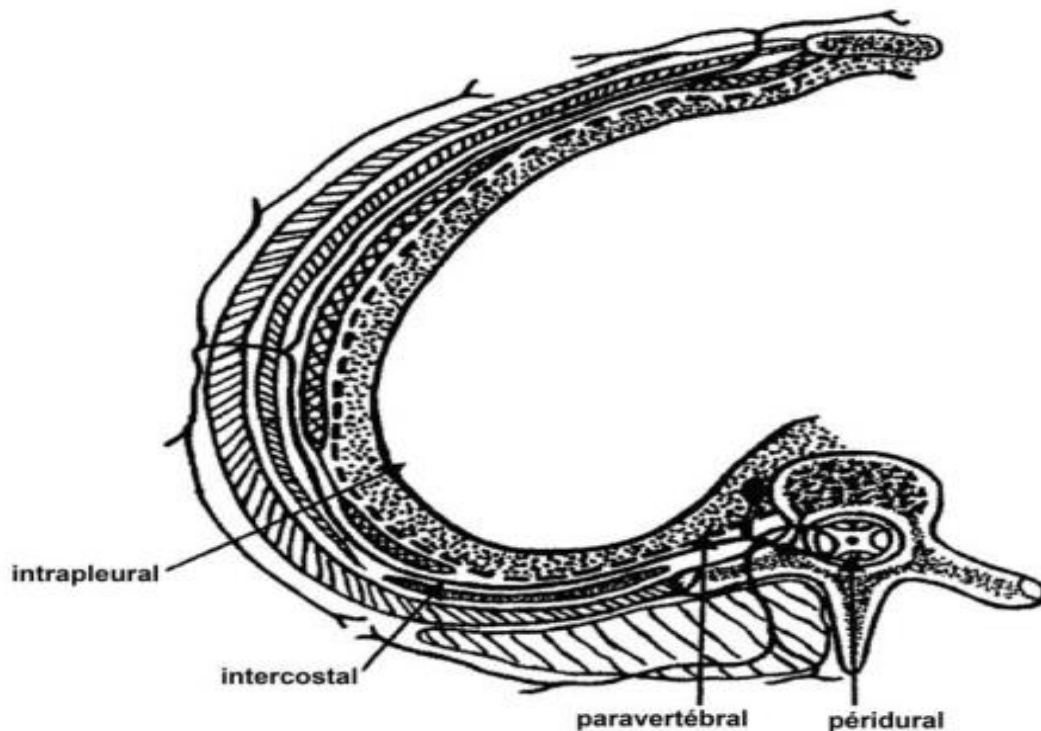


Figure 66: Site d'action de l'anesthésie locale et de l'anesthésie loco-régionale lors des traumatismes thoraciques fermés.

5.3.8. Analgésie locorégionale

5.3.8.1. Bloc intercostal :

Le bloc intercostal nécessite l'injection d'un anesthésique local dans le segment postérieur de l'espace intercostal. Les ramifications nerveuses imposent d'effectuer ce bloc intercostal au-dessus et au-dessous de chaque fracture de côte. Dans le cas de lésions unilatérales peu étendues, cette technique procure une analgésie équivalente à celle d'une analgésie péridurale thoracique, et améliore les paramètres ventilatoires, sans avoir de conséquences sympathiques ou somatiques significatives [90].

L'inconvénient majeur de cette technique tient d'une part à la nécessité de palper les côtes fracturées pour repérer les sites d'injections, ce qui est généralement douloureux, ou impossible en regard de l'omoplate, et d'autre part au risque de pneumothorax en cas de ponction trop profonde. De plus, la durée d'efficacité d'une injection d'anesthésique local (environ 6 heures) impose soit de répéter les injections, soit de mettre en place un cathéter avec un dispositif d'administration continue[90], [91]. Il faut souligner la difficulté d'un positionnement correct de l'extrémité du cathéter, même mis en place chirurgicalement, et les possibles voies de diffusion de l'anesthésique local : sous-cutanée, intrapleurale, paravertébrale, périurale voire sous-arachnoïdienne [94]. Enfin, la multiplicité des côtes fracturées conduit à répéter les injections d'anesthésie locale, ce qui peut entraîner un surdosage. Ceci explique que cette technique d'analgésie soit limitée à 3-5 espaces intercostaux, et contre-indiquée de principe en présence de lésions thoraciques bilatérales étendues [90].

5.3.8.2. **Bloc paravertébral** :

Le bloc paravertébral nécessite l'administration d'un anesthésique local à proximité immédiate d'une vertèbre thoracique (figure ci-dessous) [90]. Ce bloc peut être effectué soit par des injections répétées, soit par l'intermédiaire d'un cathéter avec une administration continue ou discontinue d'anesthésique local. Cette technique d'analgésie procure un blocage sympathique et somatique étendu sur plusieurs dermatomes, ce qui est susceptible de provoquer une hypotension lorsqu'il est effectué de manière bilatérale.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Les avantages théoriques de cette technique d'analgésie sont nombreux. D'une part, elle ne nécessite pas de palpation des côtes fracturées et n'est pas gênée par l'omoplate. D'autre part, la réalisation d'un bloc paravertébral est plus facile que l'anesthésie péridurale, et contrairement à cette dernière peut être effectué chez un patient sous anesthésie générale puisqu'il n'existe pas de risque de lésion médullaire. Enfin, ce bloc peut être réalisé même en présence de fractures rachidiennes lombaires. Cependant, il faut savoir que certaines complications ont été décrites, notamment des effractions vasculaires, mais également pleurales avec constitution d'un pneumothorax.



Figure 67: Topographie du bloc sensitif après injection de 20 ml de ropivacaine 0,5 %.

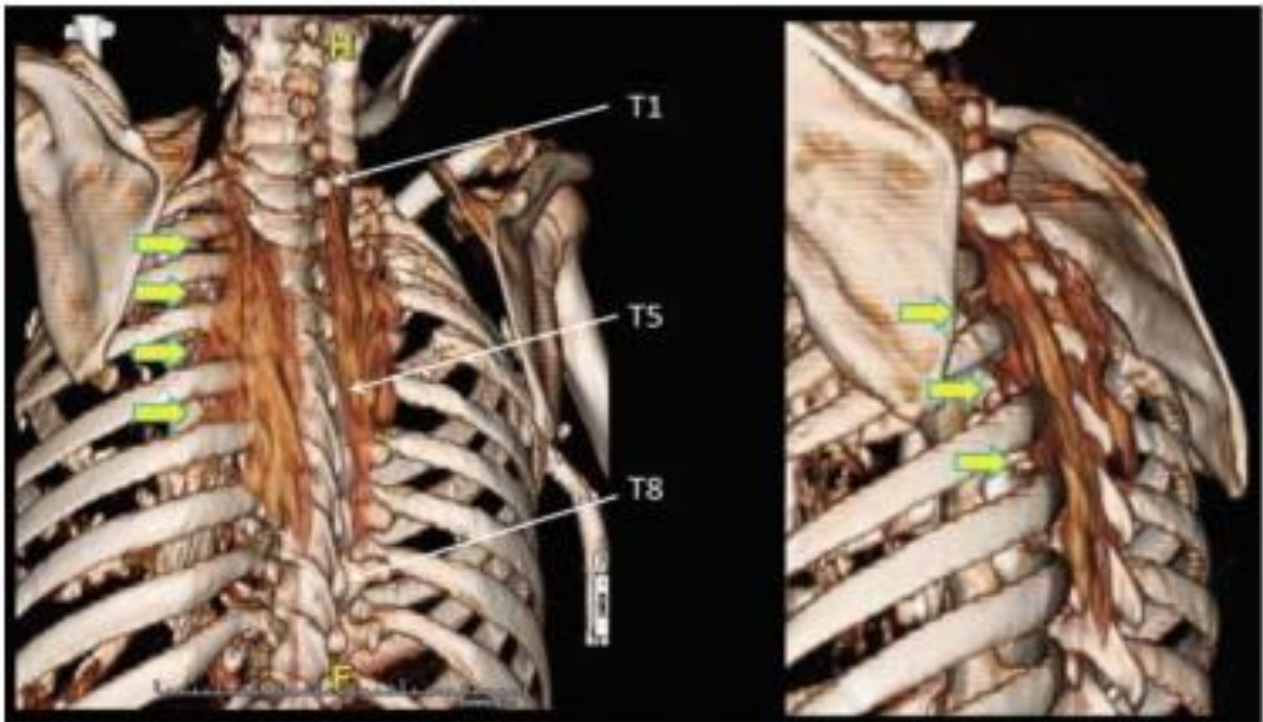


Figure 68 : Reconstructions 3D: diffusion de T1 à T8 avec pénétration de la solution au-delà de la jonction costo-transverse latéralement et dans les espaces inter-transverses en avant. [95]

5.3.8.3. Analgesie péridurale thoracique :

L'utilisation de l'analgésie péridurale thoracique (APD) pourrait être considérée comme la méthode de référence en traumatologie thoracique, notamment dans le cadre de lésions complexes ou bilatérales. Ces recommandations sont issues d'études ayant démontré une réduction significative de la douleur, une amélioration de la mécanique respiratoire et une réduction des durées de ventilation et des complications infectieuses chez les patients traités par APD en comparaison à l'analgésie intraveineuse [96]. Par la suite, plusieurs études rétrospectives multicentriques ont suggéré une diminution significative du risque de décès et des

prédictifs de la douleur thoracique chronique

coûts d'hospitalisation chez les patients présentant au moins trois fractures de côtes traitées par une analgésie péridurale [97].

D'un autre côté, d'autres études et méta-analyses ont remis en question l'efficacité de la péridurale thoracique pour la prévention des complications pulmonaires, la réduction des durées de ventilation, des durées de séjour ou du taux de mortalité [98]. Certaines études rétrospectives utilisant un système plus rigoureux ont suggéré que l'APD pouvait en réalité être délétère en termes de complications pulmonaires et d'augmentation des durées de séjour, notamment chez des patients âgés [99].

Les molécules administrées par voie péridurale thoracique sont soit des morphiniques, soit des anesthésiques locaux, soit au mieux l'association de ces deux classes pharmacologiques.

L'administration de morphine par voie péridurale est plus efficace que son administration par perfusion intraveineuse. Elle autorise une bonne tolérance de la kinésithérapie respiratoire et de l'assistance ventilatoire non invasive, et n'entraîne pas de bloc sympathique, sensitif ou moteur. Une réduction des posologies de morphine est recommandée chez le sujet âgé. La même efficacité a également été observée avec le fentanyl en post-opératoire de chirurgie thoracique. Cependant, les morphiniques par voie péridurale exposent à plusieurs complications : dépression respiratoire, rétention d'urines, prurit, nausées et vomissements. La surveillance après administration péridurale d'un morphinique doit donc porter plus particulièrement sur le degré de vigilance et sur les paramètres respiratoires (fréquence respiratoire et SpO₂) : la survenue d'une somnolence témoigne en effet

prédictifs de la douleur thoracique chronique

d'une imprégnation morphinique centrale pouvant rapidement conduire à une dépression respiratoire [96].

L'administration d'anesthésiques locaux par voie péridurale thoracique entraîne une analgésie voire une anesthésie suspendue. Un bloc sympathique est constant, parfois accompagné d'un bloc moteur. Une analgésie satisfaisante peut être obtenue en plaçant l'extrémité du cathéter au niveau de T4-T5, car la diffusion de la solution anesthésique s'effectue préférentiellement vers le bas chez un patient en position proclive. Des effets secondaires à type de rétention d'urine, parésie ou engourdissement des membres supérieurs, nausées ou vomissements, peuvent survenir. Une hypotension est fréquente, liée au blocage du sympathique et/ou à une vasodilatation splanchnique. Ces effets sont bien compensés chez le sujet sain mais conduisent à un collapsus chez le patient hypovolémique, dont la prévention repose sur la stricte compensation des pertes sanguines et si nécessaire l'administration continue d'un vasoconstricteur sympathomimétique. Enfin, à l'opposé des morphiniques, les anesthésiques locaux par voie péridurale ne sont pas responsables d'un effet dépresseur respiratoire [100].

L'association d'un morphinique et d'un anesthésique local procure la meilleure qualité d'analgésie, tout en limitant les effets secondaires liés à chaque molécule, grâce à la réduction de leurs posologies respectives. Le risque de l'anesthésie péridurale thoracique étant essentiellement lié à l'extension du bloc sympathique, il est recommandé de diminuer la concentration d'anesthésique local (bupivacaine à 0,125 %) et de limiter le volume injecté total. Ceci impose que

prédictifs de la douleur thoracique chronique

l'extrémité du cathéter soit proche du niveau métamérique du traumatisme, entre T6 et T8, ou plus difficilement entre T4 et T5. [75]

Lors de l'établissement des recommandations nord-américaines de 2005 sur l'analgésie pour les traumatismes thoraciques fermés, les experts relevaient que les opiacés PO ou IV constituaient la modalité la plus fréquemment utilisée, et que l'analgésie péridurale n'était en pratique mise en œuvre que dans 15 % des cas chez les sujets jeunes, et 22 % chez les sujets âgés [90]. A contrario, considérant que cette technique d'anesthésie locorégionale assure la meilleure qualité d'analgésie avec moins de somnolence, de dépression respiratoire et de troubles digestifs que les autres techniques, et qu'elle permet de réduire les durées de ventilation mécanique, de séjour en soins intensifs et d'hospitalisation, ces experts la recommandaient plus particulièrement chez les sujets de plus de 64 ans présentant au moins 4 fractures de côtes, et préconisaient de l'envisager dans les autres cas de traumatisme thoracique fermé [90].

Cependant, ceci ne doit pas faire oublier que l'analgésie péridurale thoracique présente un certain nombre de contre-indications chez le patient traumatisé grave, dont les principales sont les fractures du rachis thoracique et/ou lombaire, et les troubles de l'hémostase. Par ailleurs, il faut garder à l'esprit que cette analgésie est réservée aux premiers jours, un cathéter péridural thoracique ne devant pas rester en place au-delà de 3 à 5 jours en raison des risques de complications infectieuses parfois sévères. C'est pourquoi la survenue de signes d'infections locaux (au niveau de l'orifice d'entrée du cathéter) et/ou généraux doivent en particulier conduire au retrait de celui-ci, avec la mise en culture systématique de son extrémité [75].

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Bien que l'intérêt de l'APD soit justifié par les données de chirurgie thoracique, la position de l'APD en première intention est donc un choix discutable dont la balance bénéfice-risque doit toujours être remise en question en fonction des alternatives à disposition.

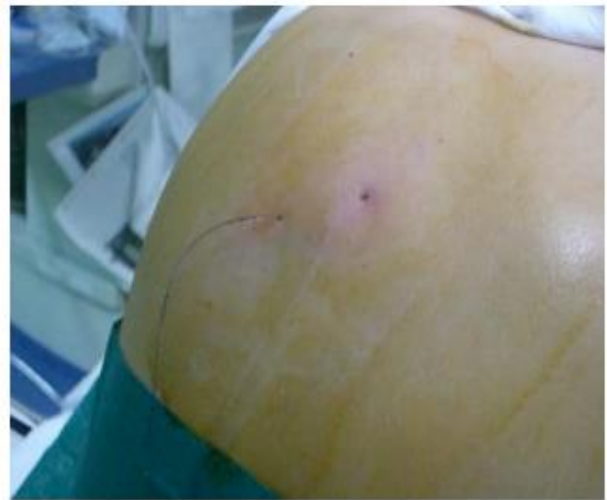


Figure 69 : Mise en place du cathéter péridural en position assise. [101]

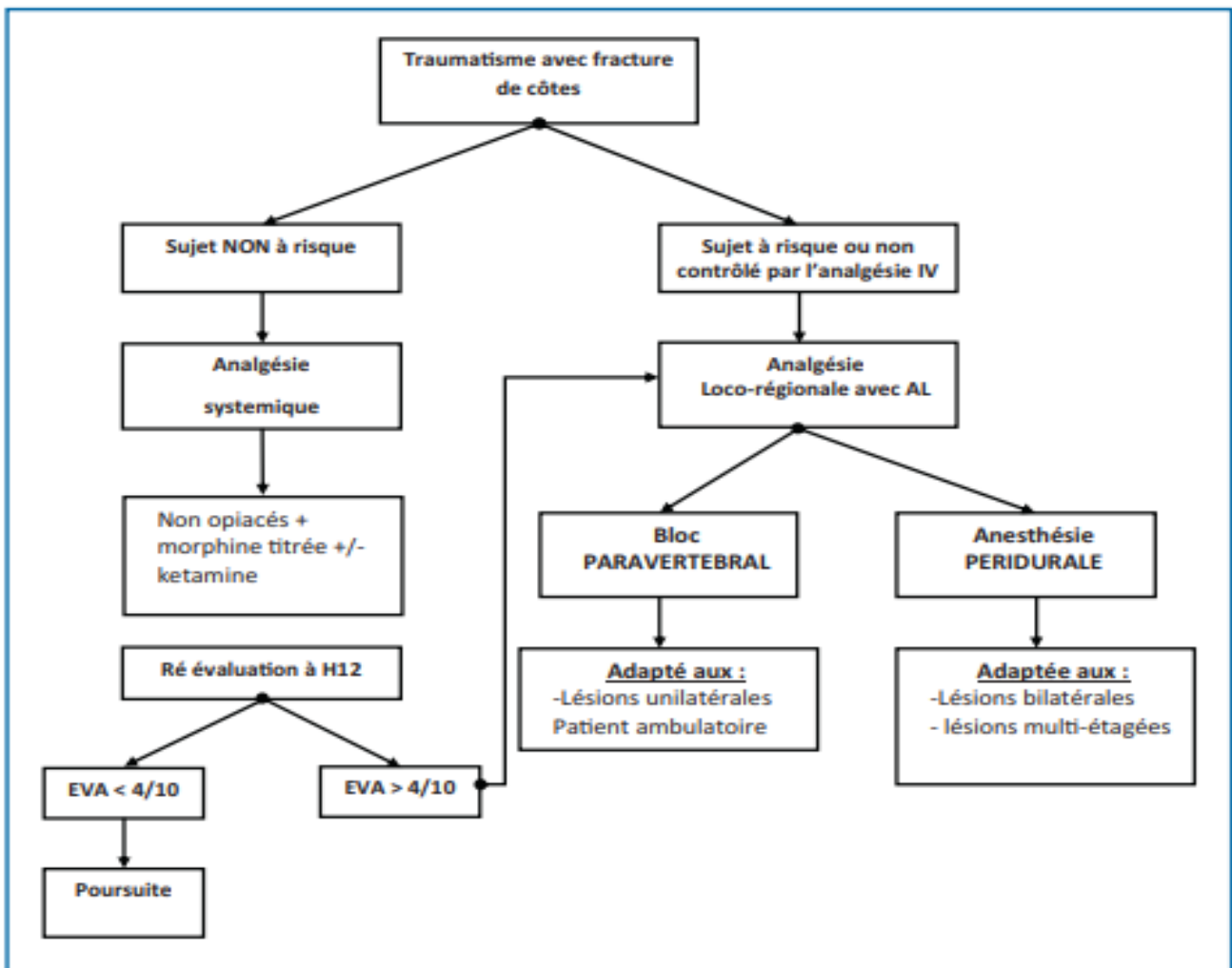


Figure 70:Stratégie analgésique devant des fractures de côtes douloureuses. [22]

5.4. Prévention des complications pulmonaires :

5.4.1. Utilité de la spirométrie incitative dans les fractures des côtes :

Introduit par Bartlett et al. en 1973[102], la spirométrie incitative (IS) est une technique de physiothérapie respiratoire visant à encourager le patient à effectuer des inspirations maximales pour réduire l'incidence des complications pulmonaires postopératoires en diminuant les atélectasies pulmonaires. Les spiromètres incitatifs

prédictifs de la douleur thoracique chronique

obligent les patients à exercer une pression ventilatoire négative contrôlée sur un embout buccal en soulevant la petite bille en plastique en haut de la colonne du spiromètre (Figure ci-dessous). Selon les directives cliniques publiées par l'American Association for Respiratory Care, cette manœuvre inspiratoire doit être effectuée sur une période de cinq secondes suivies d'une apnée et d'une expiration normale [103], l'exercice doit-être répété 8 à 10 fois par heure durant la période d'éveil du malade . En théorie, prendre des respirations aussi longues et lentes permet de mettre en jeu les muscles inspiratoires, diminue la pression pleurale, améliore les échanges gazeux et favorise l'expansion pulmonaire [103].

Les données actuelles révèlent des conclusions incertaines concernant l'efficacité de l'IS en tant qu'intervention thérapeutique dans le cadre des fractures costales, mais elle reste un élément clé préventif pour les lésions pulmonaires après ce type de fractures [104] malgré qu'il n'y ait pas de consensus sur la façon dont cette intervention devrait être administrée. De plus le volume d'IS atteint a été proposé comme mesure possible pour évaluer la fonction respiratoire après ces fractures, et certains chercheurs ont même prouvé la performance de la spirométrie incitative dans l'évaluation de l'insuffisance respiratoire chez les sujets âgés qui sous-estiment la douleur à cause d'un déficit neurocognitif ou bien d'une altération de la perception de la douleur. En effet, une étude récente a identifié qu'un faible volume de spirométrie incitative à l'admission était corrélé à un futur besoin de ventilation à pression positive invasive ou non invasive.[105]

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Dans une autre étude, les patients présentant au moins quatre fractures des côtes étaient considérés comme à haut risque s'ils répondaient à l'un des critères suivants :

- douleur évaluée à > 6 sur une échelle numérique
- présence d'une toux
- volume inspiratoire inférieur à 15 ml/kg atteint avec un spiromètre incitatif

Les auteurs ont observé que le suivi de ces patients à haut risque par une équipe multidisciplinaire d'infirmières praticiennes, d'inhalothérapeutes, de physiothérapeutes et d'ergothérapeutes était associée à une réduction du nombre de jours de ventilation mécanique et à une diminution de la durée des séjours en soins intensifs et à l'hôpital.[106]

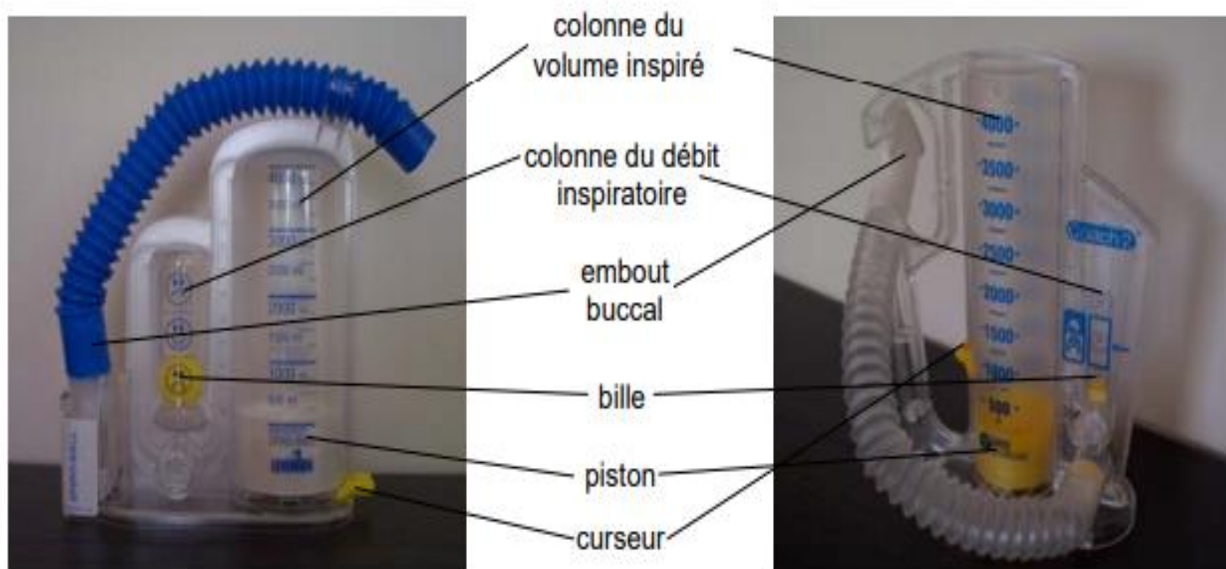


Figure 71: Appareils de spirométrie incitatif avec feed-back lié au volume et au débit. [81]

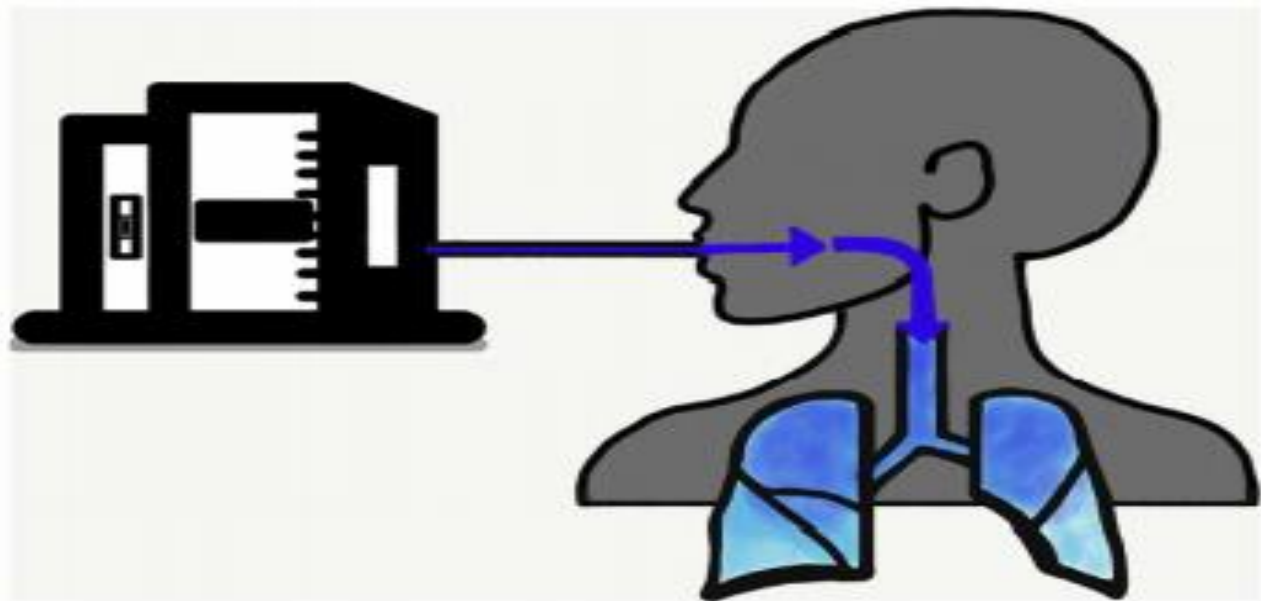


Figure 72: Illustration d'un patient réalisant une inspiration maximale soutenue à l'aide d'un IS. [81]

Le centre médical Harborview utilise un outil basé sur la douleur (P), la capacité inspiratoire (I) (mesurée à l'aide de la IS) et la toux (C) (PIC), développé par l'hôpital Wellspan York, et présenté lors de la réunion 2014 du Trauma Quality Improvement Project, (Figure ci-dessous) pour évaluer l'évolution de tous les patients de plus de 14 ans ayant des fractures récentes des côtes ou du sternum en excluant tout patient avec : un GCS < 13, ou lésion médullaire haute ou intubation courante. [104]

PIC Score

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pain <small>Patient-reported, 0-10 scale</small>	Inspiration <small>Inspiratory spirometer; goal and alert levels set by respiratory therapist</small>	Cough <small>Assessed by bedside nurse</small>
3 - Controlled <small>(Pain intensity scale 0-4)</small>	4 - Above goal volume	3 - Strong
2 - Moderate <small>(Pain intensity scale 5-7)</small>	3 - Goal to alert volume	2 - Weak
1 - Severe <small>(Pain intensity scale 8-10)</small>	2 - Below alert volume	1 - Absent
1 - Severe <small>(Pain intensity scale 8-10)</small>	1 - Unable to perform incentive spirometry	1 - Absent

Patient name:
Date:
IS Goal:

Figure 73 : score de PIC [81].

Les scores PIC sont collectés en série par les infirmières et enregistrés dans la chambre de chaque patient afin que tous les membres de l'équipe de soins puissent suivre les progrès et encourager les patients à utiliser la spirométrie incitative comme moyen d'améliorer le score [104] .

Au total, la littérature suggère que la valeur potentielle du volume IS atteint soit utilisée comme outil **pronostique** pour identifier les patients à haut risque de fracture costale, tandis que la valeur thérapeutique de l'IS reste à évaluer.

Il serait donc bénéfique que les futures études incluent l'éducation du patient, la qualité d'observance et le type d'analgésie utilisé comme critères lors de l'évaluation des résultats, d'une façon plus randomisée et plus contrôlée pour permettre une analyse plus précise de la valeur thérapeutique et du profil d'efficacité de l'IS.

5.4.2. La ventilation non invasive : [107]

Les avantages significatifs de la ventilation non invasive (par rapport à la trachéo-intubation) comprennent une diminution du risque de pneumonie associée à la ventilation, une élocution, une déglutition et une toux normales, et l'absence de sédation.

Les progrès récents dans la ventilation non invasive ont permis d'intégrer la canule nasale à haut débit (HFNC) au lieu de la ventilation non invasive à pression positive (VNIPP) avec CPAP faciale ou nasale ou BiPAP. La HFNC est une nouvelle technique d'oxygénothérapie qui délivre de l'oxygène chauffé et humidifié à un débit allant jusqu'à 60 L/min. Bien que la HFNC n'ait pas été spécifiquement étudiée dans des essais cliniques chez des patients présentant des contusions pulmonaires, il existe un certain nombre d'études chez des patients adultes présentant une insuffisance respiratoire aiguë. Une revue systématique et une méta-analyse récentes ont inclus 18 essais portant sur un total de 3881 patients adultes atteints d'insuffisance respiratoire aiguë et ont conclu que la HFNC était associée à un taux plus faible d'intubation endo-trachéale par rapport à l'oxygénothérapie conventionnelle, alors qu'aucune différence significative n'a été trouvée par rapport à la NIPPV, la tolérance des patients à la NIPPV étant de loin supérieure à la HFNC.

5.4.3. Kinésithérapie [108], [109]

La kinésithérapie respiratoire est indispensable dans la prise en charge du traumatisme thoracique, sous couvert d'une analgésie correcte et associée à l'oxygénothérapie au masque facial, elle permet de passer un cap difficile et éviter le

prédictifs de la douleur thoracique chronique

recours à la ventilation artificielle. Elle est aussi utile chez le sujet intubé et ventilé. Son principal rôle est de lutter contre l'encombrement bronchique en drainant les sécrétions.

On distingue 2 phases : le désencombrement bronchique et l'évacuation des sécrétions

➤ Le désencombrement bronchique :

L'accélération du flux expiratoire par contraction des muscles expiratoires provoque un mouvement forcé productif. La percussion thoracique « clapping » ou la vibration manuelle décolle les sécrétions adhérentes aux parois bronchiques.

➤ L'évacuation des sécrétions :

Se fait par une éducation de la toux et par le drainage postural qui consiste à positionner le patient dans la posture où il se draine le mieux. Chez le sujet intubé, on aura recours à la broncho-aspiration.

➤ Des mesures adjuvantes améliorant la clairance muco-ciliaire peuvent être utilisés :

- lutte contre le bronchospasme s'il est présent.
- les muco-fluidifiants.

En milieu de réanimation, la kinésithérapie permet en plus de lutter contre les complications du décubitus.

6. Prise en charge chirurgicale :

6.1. Stabilisation chirurgicale des fractures costales :

La fixation chirurgicale des fractures costales a fait l'objet de beaucoup d'attention dans la première moitié du 20ème siècle pour tomber en désuétude après les années 50. Depuis la fin des années 80 et la création de nouveaux dispositifs de fixation, un intérêt croissant lui est à nouveau consacré.[110]

C'est en 1926 que Jones et Richardson proposent la première technique de stabilisation externe du volet thoracique par l'utilisation de pinces [111]. D'autres systèmes externes suivront avec l'application de bandes adhésives [112] ou de ventouses [113]. Jaslow décrira, en 1946, une technique consistant à suspendre le sternum du patient, via un crochet métallique, à une poutre située au-dessus du lit, afin d'appliquer une traction externe sur la cage thoracique [114].

En parallèle, des techniques de fixation interne se sont développés [115], cette fois, avec abord chirurgical, réduction de la fracture et stabilisation par application de matériel d'ostéosynthèse. Sillar [115] et Paris et coll[116]. font les pionniers de l'utilisation de plaques d'ostéosynthèse interne. Plusieurs dispositifs d'ostéosynthèse font ensuite leur apparition tels que les plaques de Judet, les plaques de SanchezLloret, les RibLoc®, les Medin®, le Sratos® en 2008 ou, plus récemment, le système de fixation Matrix®

6.1.1. Principes :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Le principe est de transformer un « thorax mou » en un « thorax de thoracotomie », c'est-à-dire rétablir la morphologie et la rigidité costale en remettant les côtes fracturées dans leur continuité tout en conservant leur mobilité physiologique réduisant ainsi la durée de la réanimation. C'est en somme appliquer aux côtes un principe d'orthopédie générale.

6.1.2. Buts :

Les principaux objectifs de la fixation opératoire des côtes sont de diminuer la durée et l'intensité de l'assistance respiratoire en améliorant la mécanique pulmonaire, réduisant la douleur et en prévenant les pathologies pulmonaires restrictives associées à une déformation sévère de la paroi thoracique [117] par le biais d'une fixation du plus grand nombre de foyers de fractures de manière à obtenir une réduction à peu près anatomique et surtout de supprimer la mobilité tout en redonnant une stabilité à la paroi thoracique. Il est donc souhaitable de synthésiser tous les foyers latéraux de la 4e à la 8e côte et tous les foyers antérieurs de la 4e à la 7e côte. La synthèse des foyers postérieurs est moins importante pour la stabilité mais peut être nécessaire en cas de déplacement important menaçant le parenchyme pulmonaire, ou de grande instabilité pariétale. Au-dessus de la thoracotomie, les foyers de fracture proximaux sont synthésés de haut en bas jusqu'à l'espace intercostal ouvert, au-dessous de la thoracotomie, les fractures sont synthésées de bas en haut.

6.1.3. Indications :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Le cadre de l'indication de l'ostéosynthèse costale n'a jamais été clairement défini, et ce n'est que depuis février 2015 que les recommandations françaises formalisées d'experts (RFE) retiennent l'indication de fixation des volets chez le traumatisé thoracique : patient ventilé mécaniquement et en échec de sevrage ventilatoire à 36 heures de l'admission ; il est spécifié, concernant les patients non ventilés, que les volets costaux douloureux ou invalidants, les déformations majeures de la paroi thoracique, les défauts pariétaux, les menaces de plaies parenchymateuses, la pseudarthrose symptomatique, l'ostéosynthèse de rencontre et les fractures ouvertes, sont des indications de fixation costale [118]. Il est à noter que dans les recommandations internationales, la chirurgie ne fait pas partie intégrante de la stratégie thérapeutique des volets thoraciques.

L'indication	Niveau de support	Moyen de support
<ul style="list-style-type: none"> volet thoracique chez un patient sous ventilation mécanique sans contusion pulmonaire sous-jacente 	Support solide	<ul style="list-style-type: none"> conforme aux directives de pratique de the Eastern Association for the Surgery of Trauma l'EST. Soutenu par les résultats d'une petite étude randomisée contrôlée ECR.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

		<ul style="list-style-type: none"> • Résultats d'une méta-analyse.
<ul style="list-style-type: none"> • Déformation de la paroi thoracique • Pseudarthrose symptomatique d'une fracture costale • Hernie pulmonaire aiguë • Échec du sevrage de la ventilation mécanique chez un patient présentant un traumatisme grave de la paroi thoracique • Mauvaise mécanique pulmonaire chez un patient présentant un traumatisme grave de la paroi thoracique • Contrôle de la douleur aiguë 	<p>Support modéré</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conforme à l'opinion des experts • Soutenu par les résultats de petits ECR, d'études rétrospectives et de d'études cas-témoins.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

<ul style="list-style-type: none"> • Douleur chronique améliorée ou invalidité à long terme réduite • Thoracotomie pour d'autres indications 		
<ul style="list-style-type: none"> • Fracture ouverte des côtes • Nombre de fractures costales • Fracture de côte gravement déplacée • Âge du patient 	<p>Des preuves insuffisantes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Indication proposée dans la littérature par des auteurs individuels. • Soutenu par les résultats des rapports de cas • Bénéfice théorique

Tableau 10:Le tableau résume les indications d'ostéosynthèse opératoire discutées dans la littérature et le niveau de preuve de chaque recommandation.[107]

prédictifs de la douleur thoracique chronique

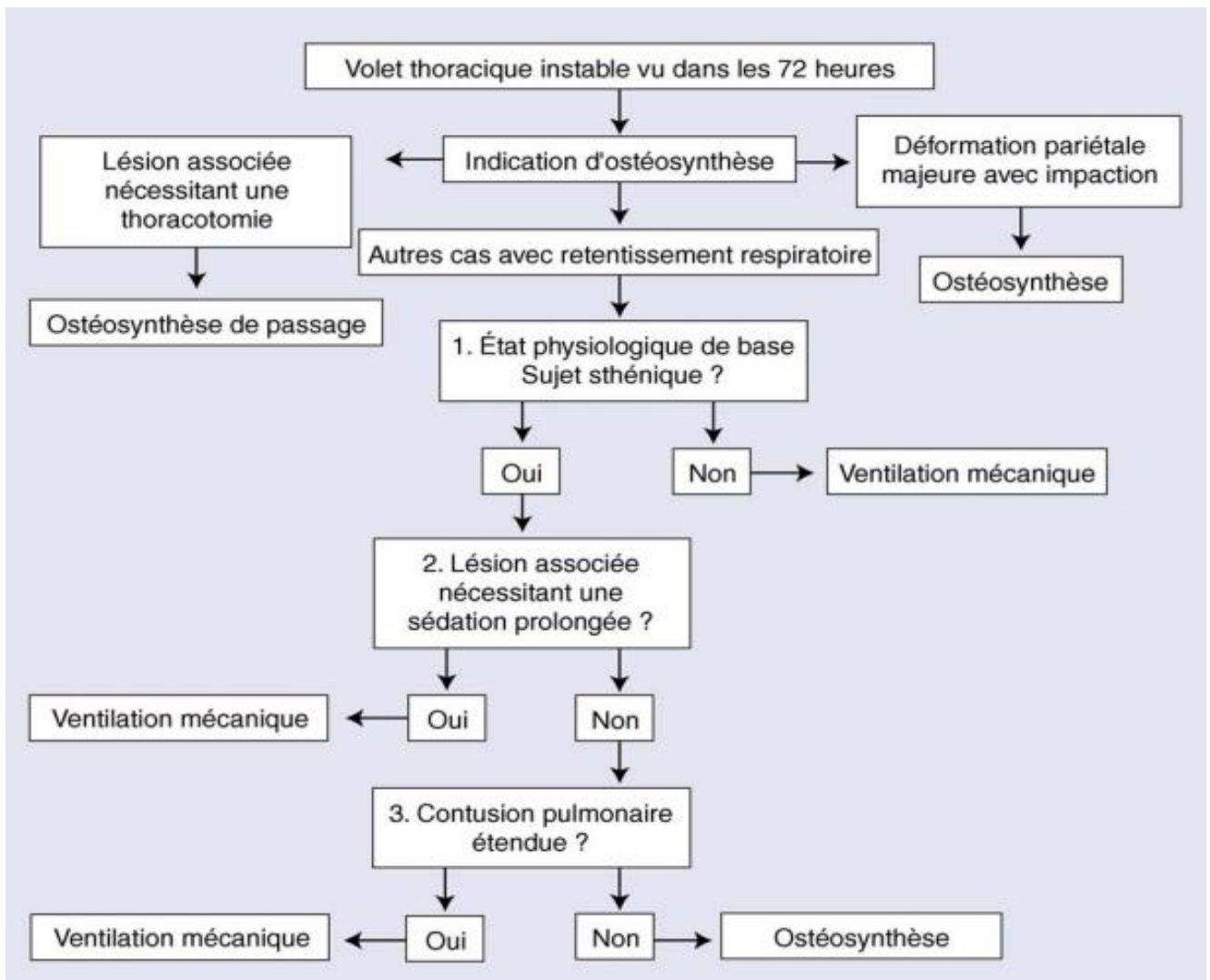


Tableau 11 : Arbre décisionnel : Ostéosynthèse ou ventilation mécanique.[110]

6.1.3.1. Considerations anatomiques

Volet thoracique :

Le volet thoracique est considéré comme l’indication la plus courante de la fixation opératoire des côtes [119] car il engendre des mouvements paradoxaux entraînant un faible volume courant, un collapsus alvéolaire et un shunt artério-veineux et peut causer ainsi des complications, notamment une pneumonie, une ventilation mécanique prolongée et la mort [120].

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Comme ce type de fracture est devenu l'indication la plus courante dans la littérature [121]-[123], et malgré que la revue de Cochrane n'a rapporté aucune preuve d'amélioration de la mortalité après fixation, la plupart des études faites sur les patients présentant un volet thoracique comme Tanaka et al.[120] (Qui ont inclus 37 patients), Granetzny et al. [124](40 patients) et Marasco et al. [121] (46 patients), concluaient tous que les patients à volet thoracique traités par l'ostéosynthèse des côtes nécessitaient moins de jours de ventilation mécanique et présentaient des taux de pneumonie inférieurs, moins de jours en soins intensifs et des coûts médicaux inférieurs.

Déformation de la paroi thoracique :

La présence d'une déformation importante de la paroi thoracique est citée par un certain nombre d'auteurs dans la littérature comme une indication relative de fixation des côtes[122], [123], [125]-[127]. la déformation de la paroi thoracique se produit lorsque des fractures des côtes gravement déplacées entraînent une perte de volume thoracique et entravent l'expansion pulmonaire normale [128], [129]. Les côtes qui sont gravement déplacées provoquent des lacérations pulmonaires, des pneumothorax ou des hernies pulmonaires [28].

Bien qu'il n'y ait pas d'accord universel sur la gravité de la déformation de la paroi thoracique qui justifie une intervention chirurgicale, une perte de 30 % du volume de la paroi thoracique a été proposée par au moins un auteur [130]. Les principales données soutenant l'utilisation de la déformation de la paroi thoracique comme indication pour la fixation des côtes proviennent des études faites par

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Marasco et al. et Granetzny et al. qui ont noté une diminution de la déformation de la paroi thoracique chez les patients traités chirurgicalement [122], [130].

Pseudarthrose ou cal vicieux chronique :

Une petite partie de patients présentant des fractures sévères des côtes peuvent développer une pseudarthrose symptomatique ou un cal vicieux chronique. Les fractures des côtes qui n'ont pas été fixées auparavant peuvent développer une sensation de « clic » et peuvent affecter les structures adjacentes. Des rapports de cas ont montré que la réparation tardive d'une fracture costale peut entraîner une amélioration de la symptomatologie [131], [132]. La pseudarthrose symptomatique survient lorsque les segments costaux fracturés ne guérissent pas correctement et entraînent une pseudarthrose et une douleur chronique [128], elle a été proposée par beaucoup comme indication relative pour la fixation opératoire des côtes dans les cas où l'imagerie en coupe montre une pseudarthrose 2 mois après la blessure et le patient est toujours symptomatique [129], [133], [134]. Bien que les preuves à l'appui de cette pratique se limitent à encourager des séries de cas et des rapports de cas, 26 % des chirurgiens de l'enquête de Mayberry et al. considèrent la pseudarthrose fibreuse comme une indication de fixation opératoire des côtes[135], [136]. Malheureusement, aucun essai randomisé ou observation prospective de ces patients n'est actuellement disponible.

Nombre de fractures de côtes ou de fractures sévèrement déplacées :

Il a été bien documenté dans la littérature qu'il existe une relation directe entre le nombre de fractures des côtes et l'augmentation de la morbidité et de la

prédictifs de la douleur thoracique chronique

mortalité des patients [137]. En effet, l'étude de Flagel et al. a noté une mortalité de 10 % chez les patients avec plus de quatre fractures des côtes et une mortalité de 34 % chez les patients avec huit fractures des côtes ou plus [138]. De plus, l'impact des multiples fractures des côtes sur la morbidité et la mortalité s'est avéré encore plus prononcé chez les patients âgés[138]-[142]. Les fractures des côtes fortement déplacées ont été associées à des taux plus élevés de complications pulmonaires [143]. À la suite de ces résultats, plusieurs auteurs ont proposé le nombre de fractures costales, ou le degré de déplacement de la fracture une indication relative pour la fixation chirurgicale des côtes[120], [130], [132], [144]. Des seuils de 3 fractures sévèrement déplacées [130], plus de quatre fractures [119] ou plus de six fractures [120] ont été proposés. Malheureusement, il n'y a aucune preuve dans la littérature pour soutenir l'utilisation du nombre de fractures ou du degré de déplacement comme seule indication pour la fixation chirurgicale des côtes. Dans l'enquête fait par Mayberry et al., 27 % des médecins interrogés, pensaient qu'une fracture costale avec déplacement supérieur à la largeur de côte était une indication pour la fixation [135].

6.1.3.2. CONSIDERATIONS PHYSIOLOGIQUES :

Échec du sevrage de la ventilation :

En plus des considérations anatomiques, plusieurs auteurs ont suggéré des indications physiologiques pour la fixation opératoire des côtes chez les patients présentant un traumatisme thoracique sévère. La plus fréquente de ces indications physiologiques est l'échec du sevrage de la ventilation mécanique.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Malheureusement, il n'y a actuellement aucun consensus sur le moment où la fixation chirurgicale des côtes est indiquée pour aider à libérer un patient de la ventilation mécanique. Dans l'étude de Tanaka et al. , les patients ont été inclus après 5 jours de ventilation mécanique [120]. En revanche, celles de Marasco et al. et Granetzny et al. ont recruté des patients dans les 48 premières heures [121], [124]. Dans l'enquête fait par Mayberry et al., 34 % des répondants pensaient que la fixation opératoire était justifiée chez les patients présentant 24h seulement sous ventilation. Les données à l'appui de l'échec du sevrage de la ventilation mécanique en tant qu'indication pour la fixation chirurgicale des côtes proviennent d'un certain nombre d'études qui ont constaté une diminution du nombre de jours sous ventilation mécanique et une diminution du besoin de trachéotomie chez les patients subissant une fixation chirurgicale par rapport à ceux traités de manière conservatrice pour une fracture de côte . Une étude de Doben et al. a démontré que les patients traités par ostéosynthèse opératoire étaient libérés de la ventilation mécanique dans un délai médian de 1,5 jours [145]. De plus, les deux des trois études déjà cité ont démontré moins de jours sous ventilation mécanique chez les patients subissant une fixation opératoire.

La mécanique pulmonaire :[120], [124], [146], [147]

Plusieurs auteurs ont proposé qu'une mauvaise mécanique pulmonaire mesurée par les tests de fonction pulmonaire (EFP) puisse être une indication pour une fixation chirurgicale des côtes. Malheureusement, étant donné la faisabilité du test de performance ventilatoire (PFT) sur un patient gravement malade et ventilé mécaniquement, il n'y a pas de consensus sur les seuils exacts de PFT pour une

prédictifs de la douleur thoracique chronique

intervention chirurgicale. Les données à l'appui de cette pratique proviennent de plusieurs études montrant une amélioration des PFT chez les patients subissant une fixation chirurgicale des côtes, en particulier une diminution du schéma restrictif mesuré par la capacité vitale forcée et la capacité pulmonaire totale. De plus, les études de Tanaka et al. et Granetzny et al. ont démontré une amélioration de la spirométrie chez les patients présentant un volet thoracique et qui ont subi un traitement chirurgical, bien que l'étude de Marasco et al. n'a pas réussi à montrer ce résultat.

6.1.3.3. AMELIORER LA QUALITE DE VIE :**Contrôle de la douleur :[120], [125], [130], [133], [135], [146], [148]**

La gestion de la douleur aiguë est l'une des caractéristiques du traitement des fractures des côtes. La douleur de la paroi thoracique est souvent contrôlée par des thérapies multimodales. Dans une étude de Fabricant et al., il a été constaté que l'un des facteurs les plus prédictifs de douleur chronique après une fracture des côtes est l'intensité de la douleur aiguë. De ce fait, plusieurs auteurs ont proposé que la douleur persistante réfractaire à une prise en charge médicale maximale est une indication relative de fixation opératoire des côtes. En fait, 10 % des chirurgiens traumatologues, orthopédiques et thoraciques universitaires interrogés par Mayberry et al. considéraient une douleur aiguë persistante mal contrôlée après 7 à 10 jours comme une indication valable pour une fixation chirurgicale des côtes. Les travaux de Khandelwal et al. et De Moya et al. montrent une diminution des scores de douleur et des besoins en narcotiques chez les patients après fixation

prédictifs de la douleur thoracique chronique

chirurgicale des côtes [48, 49], mais plusieurs autres études ne corroborent pas ces résultats.

Réduction de la douleur et de l'invalidité à long terme :[120], [126], [135], [146], [149], [150]

Plusieurs experts ont recommandé la douleur chronique et l'invalidité comme indication pour la fixation chirurgicale des côtes .En fait, l'enquête de Mayberry et al. a démontré que 26% des répondants ont déclaré que la douleur chronique était une indication appropriée pour la fixation des côtes [7] dans le même sens on trouve l'étude de Tanaka et al. qui a trouvé que les patients ayant subi une fixation chirurgicale étaient plus susceptibles de reprendre le travail dans les 6 mois. De plus, Mayberry et al. et Campbell et al. ont démontré une faible morbidité et douleur à long terme après une fixation chirurgicale des côtes. En revanche, Marasco et al. n'a documenté aucune différence dans la qualité de vie, la spirométrie à long terme ou les niveaux d'activité entre ceux qui ont subi une fixation des côtes et ceux qui ont été traités de manière conservatrice.

Âge :

L'indication relative finale pour la fixation opératoire des côtes présentée dans la littérature est l'âge mais il s'agit d'une indication théorique, car il n'y a aucune preuve de l'utilisation de l'âge comme critère dans ce type de chirurgie.

6.1.4. Les contre-indications de la fixation des côtes

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Bien qu'il n'y ait pas de contre-indications absolues à la fixation chirurgicale des côtes, il existe plusieurs contre-indications relatives et circonstances particulières qui doivent être prises en compte avant de procéder à la chirurgie.

Emplacement des fractures

Lors de la planification préopératoire, il est important d'évaluer la localisation des fractures costales et la faisabilité technique de la réparation. De plus, plusieurs essais recommandent de ne stabiliser chirurgicalement que les côtes 3 à 10 car les côtes 1,2,11 et 12 ne sont pas considérées comme contribuant de manière significative à la stabilité de la paroi thoracique ou à la mécanique pulmonaire [125], [147].

La contusion pulmonaire :

La présence ou l'absence d'une contusion pulmonaire est considérée comme un facteur important dans la prise de décision concernant l'opportunité d'offrir une fixation chirurgicale des côtes malgré que la physiologie exacte de la diminution de l'efficacité de la fixation chirurgicale des côtes chez les patients présentant une contusion pulmonaire sous-jacente est encore inconnue.

De nombreux auteurs considèrent la présence d'une contusion pulmonaire comme une contre-indication relative à la chirurgie. On note l'étude rétrospective faite par Voggenreiter et al. où les patients ont été divisés en quatre groupes en fonction de la présence ou de l'absence d'un volet thoracique et de la présence ou de l'absence d'une contusion pulmonaire. Ils ont conclu que les patients présentant des contusions pulmonaires ne bénéficiaient pas d'une fixation chirurgicale des côtes [133]. Au moment où d'autres études ont examiné la fixation opératoire des côtes chez des patients présentant des contusions pulmonaires sous-jacentes et ont

prédictifs de la douleur thoracique chronique

noté certains avantages de la procédure, notamment la réduction de la durée de la ventilation mécanique. Ces résultats suggèrent que la présence de contusion pulmonaire peut ne pas jouer un rôle aussi important dans la prise de décision opératoire comme on le pensait auparavant [123], [125], [151]. Des recherches supplémentaires sont nécessaires afin de clarifier la légitimité de cette contre-indication relative.

Lésion cérébrale traumatique :

Une autre contre-indication relative et un critère d'exclusion courant dans la fixation chirurgicale des côtes est la lésion cérébrale traumatique. On ne sait pas si ces patients peuvent bénéficier d'une fixation chirurgicale des côtes étant donné que la gravité de leur lésion cérébrale aura un impact substantiel sur leur mortalité globale, leur capacité à se sevrer de la ventilation mécanique, la nécessité d'une trachéotomie et la durée du séjour à l'hôpital. Cela rend l'interprétation des résultats dans ce sous-ensemble de patients extrêmement difficile. De plus, ces patients peuvent ne pas tolérer une longue intervention chirurgicale à plat en raison des craintes d'augmentation des pressions intracrâniennes [125], [130], [147], [152], [153].

6.1.5. Timing de la fixation :

La dernière considération à prendre en compte pour déterminer si une fixation chirurgicale des côtes est indiquée est le moment de la chirurgie. Bien qu'il n'y ait pas de consensus concernant le moment optimal de la fixation opératoire des côtes, plusieurs études (y compris les ECR menés par Granetzny et al. et Marasco et al.) ont suggéré que la fixation opératoire des côtes dans les 72 heures suivant la blessure

prédictifs de la douleur thoracique chronique

offre le plus d'avantages [146], [154]-[156]. Bien que l'une des ECR marquantes dans ce domaine (par Tanaka et al.) ait été menée sur des patients incapables de se sevrer de la ventilation mécanique après 5 jours [125], de nombreux auteurs pensent qu'attendre pour procéder à la fixation opératoire jusqu'à ce que le patient nécessite une ventilation mécanique prolongée rend un mauvais service au patient car cela limite le bénéfice potentiel en termes de jours de ventilation mécanique et de durée de séjour en soins intensifs. De plus, il peut être difficile de prédire quels patients auront besoin d'une ventilation prolongée ou d'une trachéotomie au cours des premiers jours post-traumatiques.

6.1.6. Technique opératoire :**6.1.6.1. Positionnement**

Il existe trois positions principales : décubitus dorsal, latéral et ventral. Le choix de la position est informé par le type de fracture et l'exposition anticipée à l'imagerie préopératoire avec tomodensitométrie et reconstruction 3D qui aideront grandement à déterminer la position optimale. L'utilisation d'un tube à double lumière n'est pas nécessaire. Cependant, s'il existe un plan d'intervention thoroscopique, les tubes à double lumière peuvent offrir une meilleure visualisation et un meilleur accès à l'hémi-thorax. Pour les approches standards ouvertes, cette technique n'est pas fréquemment utilisée.

a) Décubitus dorsal :

Idéal pour les fractures antérieures et antérolatérales, cette position est obtenue avec le patient à plat sur le dos avec le bras homolatéral en abduction à 90°.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

L'utilisation d'un coussin peut aider à exposer davantage de fractures antérolatérales. Les auteurs recommandent également de placer l'accoudoir le plus haut possible sur la barrière de lit, afin de laisser suffisamment de place à un système de rétraction auto-retenue.

b) Décubitus latéral :

Le positionnement standard en décubitus latéral avec une thoracotomie latérale standard est une approche polyvalente et doit être considérée comme le choix par défaut pour la plupart des réparations (Figure ci-dessous). Cela permet l'exposition de la majorité des fractures unilatérales. Lorsqu'une combinaison de lignes de fracture existe, cette position devrait être l'approche standard car elle permet d'accéder à plus d'expositions antérieures et postérieures.



Figure 74 : Position traditionnelle, décubitus latéral.[107]

c) Décubitus ventral :

Cette technique de positionnement est bien adaptée aux fractures postérieures et postéro-latérales. La face vers le bas, le patient est bien installé sur la table d'opération et le bras ipsi-latéral bien soutenu peut pendre sur le côté de la table d'opération. Cela permet une rotation latérale et supérieure de l'omoplate qui contribuera à améliorer l'exposition (Fig. 12.2).



Figure 75:Position couchée avec le bras sous la position de la table pour permettre une rotation latérale du scapula.[107]

6.1.6.2. Incisions

L'incision peut être pratiquée verticalement ou lors d'une thoracotomie postéro-latérale plus standard (Figs. 12.3, 12.4 et 12.5)



Figure 76: Marquages cutanés de l'approche postérieure sur un patient en décubitus ventral.[107]

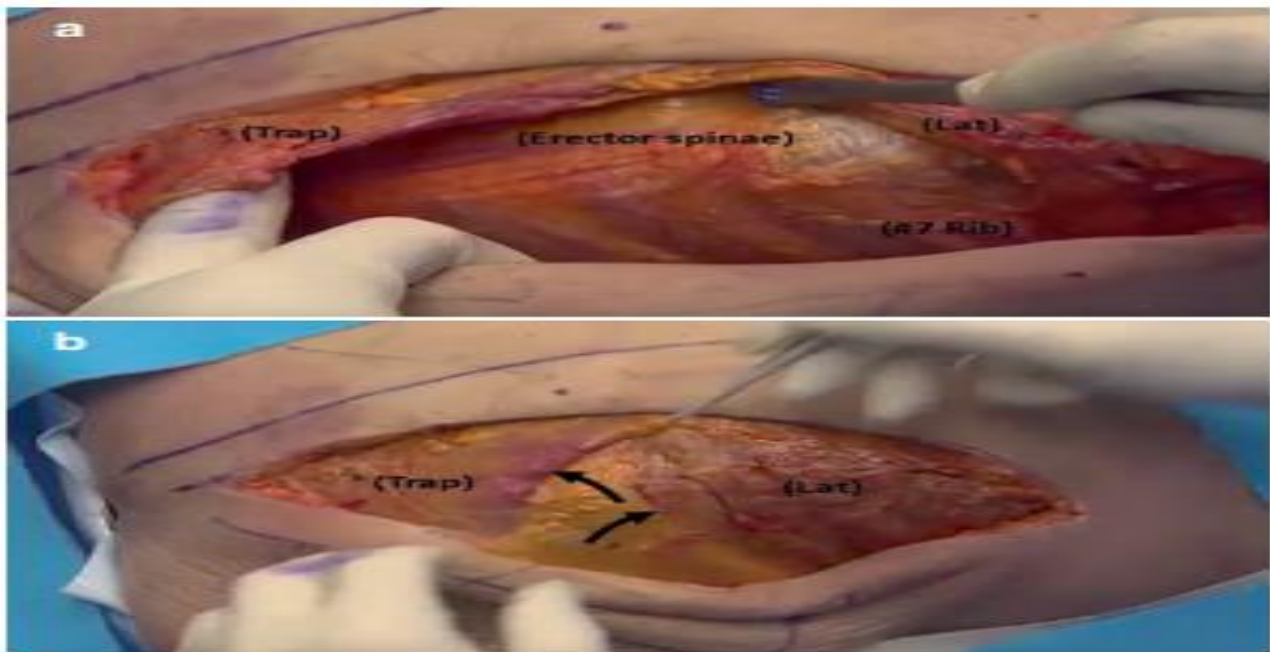


Figure 77: Dissection par la voie postérieure à travers le triangle auscultatoire.[107]

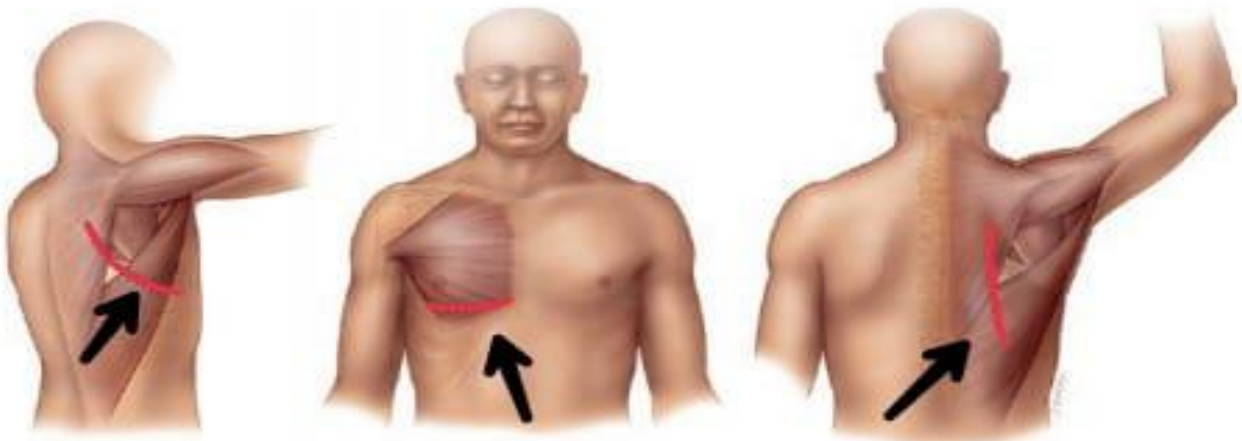


Figure 78 : Les sites de l'incision.

6.1.6.3. Principes orthopédiques

La fondation AO a été fondée en 1958 sous le nom d'Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (en allemand pour « Association pour l'étude de la fixation interne »). L'organisation a créé de nombreuses normes sur les méthodes de placage osseux et le traitement chirurgical des fractures [157]. Il existe quatre principes d'AO :

1. Réduction anatomique
2. Fixation
3. Préservation de l'approvisionnement en sang
4. Mobilisation précoce

Réduction de la fracture

prédictifs de la douleur thoracique chronique

La réduction anatomique est l'étape peropératoire la plus importante de la SSRF. Bien qu'une fixation stable soit essentielle, la physiologie pulmonaire optimale peut ne pas être restaurée sans une réduction anatomique appropriée qui rétablit les relations anatomiques, par le biais de d'une réduction bicorticale, et restauration du contour de la paroi thoracique.[158]

Fixation :

La fixation de la fracture permet d'obtenir un positionnement optimal de l'alignement anatomique sans compromettre l'apport sanguin à l'os. Quel que soit le système utilisé, l'objectif principal est de sécuriser temporairement la réduction et le dispositif de fixation tout en réalisant une fixation permanente avec le matériel approprié.

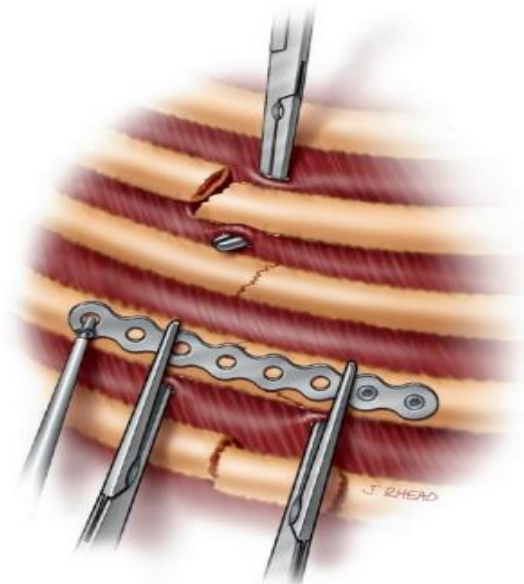


Figure 79: Réduction et stabilisation temporaire de la fracture costale.

La fermeture :

La technique de fermeture doit aider à ramener la vascularisation dans l'espace disséqué et minimiser l'espace potentiel pour les collections de fluides. Elle se fait en couche par couche pour les tissus mous sans tension pour créer des plans naturels séparant la peau du matériel profond dans le but de minimiser l'infection du matériel postopératoire.

6.1.7. Les Indications du drainage :

- Lambeaux sous-cutanés avec un espace potentiel important.
- Réduire l'incidence des collections liquidiennes postopératoires.
- Œdème des tissus mous.
- Contusion pulmonaire.

6.1.8. L'instrumentation spécifique de la chirurgie :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

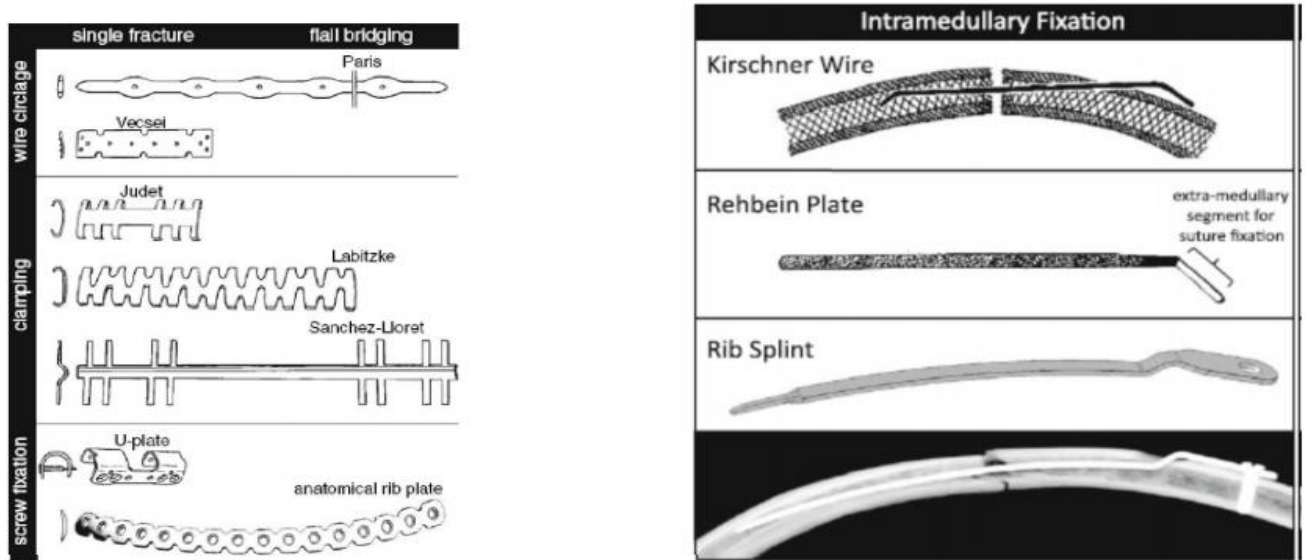


Figure 80: à gauche : les différents types de plaques ; à droite : les différents type de broches intra-médullaires.

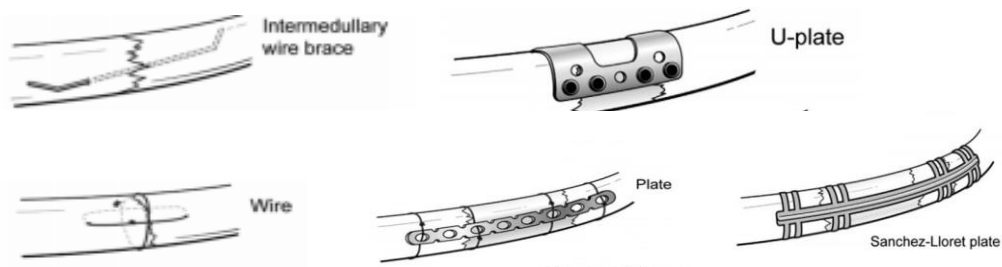


Figure 81 : les différents types de dispositifs en position fonctionnelle.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- MatrixRIB™ Fixation System :
- **Système de fixation thoracique RibFix Blu™**
- **Agrafes de Judet**
- attelles-agrafes à glissières de Borrelly
- Broches de Kirschner
- Plaques vissées
- Ostéosynthèse par matériel synthétique résorbable

Pansement :

Un pansement compressif débordant sur la ligne médiane en avant et en arrière est mis en place, permettant de compléter l'hémostase d'une paroi contuse, évitant la constitution d'épanchements entre les différents plans de glissement de la paroi thoracique, et complétant l'étanchéité de la fermeture pariétale.

Suites opératoires :

Le principal objectif de l'ostéosynthèse costale reste l'extubation précoce qui peut survenir quelques heures après l'intervention chez un patient normo-therme, stable sur les plans hémodynamique et respiratoire et aussi après avoir écarté toute complication hémorragique intrathoracique.

Une prise en charge antalgique optimale est alors indispensable pour permettre à l'opéré thoracique une participation active et précoce à sa réhabilitation respiratoire favorisée par une mobilisation, elle aussi, précoce au fauteuil. La kinésithérapie respiratoire doit alors être efficace après stabilisation pariétale.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

La réanimation hydro-électrolytique doit être maintenue sur un versant sec, se contentant de compenser les pertes volume à volume, en particulier en cas de contusion pulmonaire associée, dont le retentissement maximal sur l'hématose survient autour de la 48e heure.

6.1.9. Les Complications :

Outre les complications classiques de toute chirurgie thoracique que sont les épanchements aériques ou liquidiens, les fistules broncho-pleurales responsables d'un bullage persistant et autres complications postopératoires infectieuses ou thromboemboliques, certaines complications sont spécifiques des procédures d'ostéosynthèse costale. Ces complications peuvent être réparties en deux grandes catégories : précoces ou tardives.[110]

- **Complications précoces**

- Les collections intrapariétales : Elles sont liées à la contusion des parties molles de la paroi thoracique et favorisent les infections de paroi ; leur prévention se fait par un drainage pariétal associé à un pansement.
- Démontage de l'ostéosynthèse : Les démontages peuvent survenir précocement en cas de réveil agité ; il est alors indispensable de rétablir une réparation pariétale anatomique et stable.

- **Complications tardifs :**

- ***Douleurs*** : Comme après toute thoracotomie, des zones pariétales douloureuses peuvent persister plus ou moins longtemps, et ce en rapport avec des lésions des pédicules intercostaux. D'autres types de douleurs peuvent être dus à la présence du matériel d'ostéosynthèse,

prédictifs de la douleur thoracique chronique

notamment lors d'un démontage tardif, en particulier en cas de migration de broches de Kirschner.

- ***Retard de consolidation et pseudarthrose*** : Il s'agit de complications rares. La principale raison serait la persistance d'interposition de fibres musculaires au niveau des foyers de fracture. Un curetage des foyers permet d'éviter ce type de complications.
- ***Séquelles respiratoires des traumatismes du thorax*** : Tout traumatisme thoracique est responsable de séquelles fonctionnelles respiratoires et motrices. La thoracotomie et plus encore les fractures multiples de côtes peuvent entraîner des douleurs, des paralysies intercostales ainsi que des accolements pleuraux anarchiques. Ce type de complication doit être limité suite à un lavage pleural, un drainage optimal et une réduction anatomique et stable des foyers de fracture. Au maximum, il peut s'agir d'une véritable insuffisance respiratoire chronique post-ostéosynthèse ; celle-ci est d'autant plus marquée si elle préexistait au traumatisme.
- ***Séquelles fonctionnelles intéressant le membre supérieur*** : Les délabrements musculaires thoraciques peuvent retentir sur la mobilité du membre supérieur et peuvent être responsables de véritables périarthrites scapulo-humérales plus ou moins invalidantes.

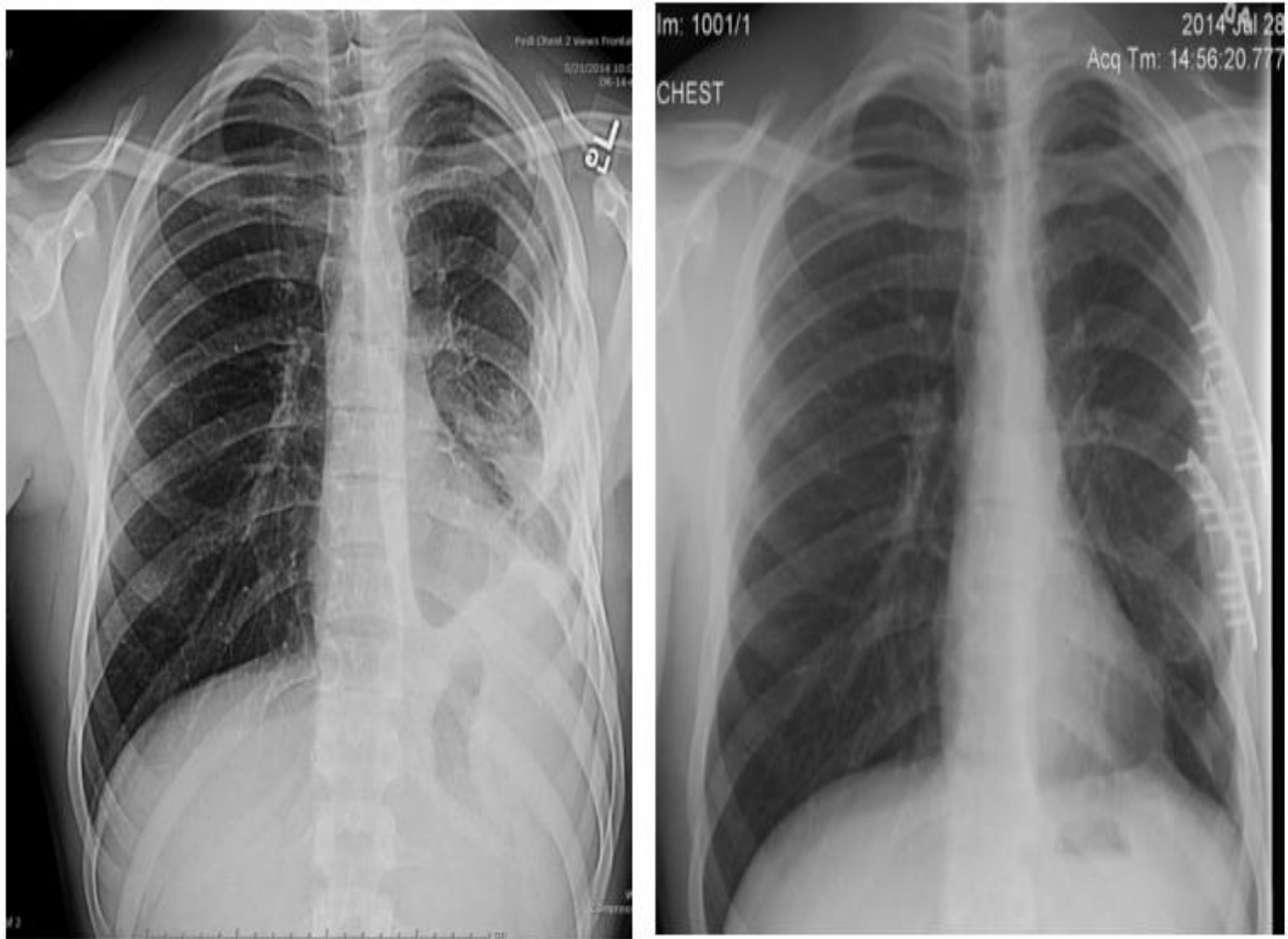


Figure 82 : image préopératoire et post-opératoire d'un patient présentant de multiples fractures costales bénéficiant d'une chirurgie d'ostéosynthèse.

6.2. La cryoneurolyse intercostale (CI) : [159], [160]

Elle a été décrite pour la première fois par Nelson et al. en 1974. Elle se fait par l'application directe de la cryo-sonde à un nerf périphérique ce qui entraîne une lésion nerveuse de stade II de Sunderland connue sous le nom d'axonotmesis entraînant une destruction de l'axone nerveux et de la gaine de myéline, mais les structures endoneurale, périneurale et épineurale restent intactes (figure ci-dessous)

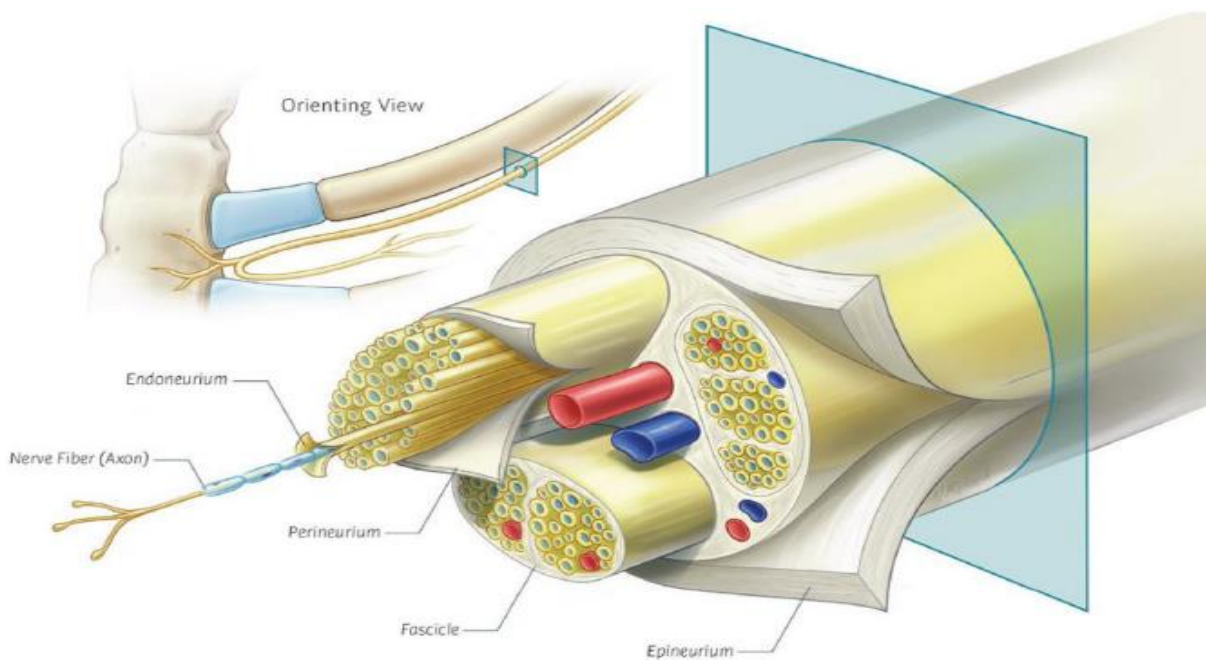


Figure 83 : Schéma anatomique d'un nerf intercostal avec l'axone et les structures périneurales : l'endonèvre, périnèvre et de l'épinèvre.

La cryoneurolyse est devenue une modalité efficace pour le contrôle de la douleur, en particulier chez les patients présentant des symptômes réfractaires au niveau de la paroi thoracique pour lesquels les thérapies conventionnelles ont échoué. Le risque de formation de névrome ou de pseudo-hernie est faible car lorsqu'elle est effectuée de manière appropriée, la procédure de cryoneurolyse n'endommage pas les structures péri-neurales. D'autres structures vitales voisines comme les vaisseaux et les os restent protégées. Une complication signalée de la cryo-analgésie est la névralgie postopératoire, qui a été décrite dans 20 à 30 % des patients après une IC.

Les fractures des côtes sont associées à des douleurs chroniques et à une invalidité prolongée. Les analgésiques conventionnels, y compris les opioïdes,

prédictifs de la douleur thoracique chronique

peuvent être problématiques car une analgésie adéquate doit être équilibrée avec tous les risques de sur-sédation et de dépression respiratoire. Les blocs neuro-axiaux et régionaux sont efficaces mais techniquement exigeants et de durée relativement courte. Par contre la CI peut répondre au besoin critique d'un contrôle durable et à long terme de la douleur chez les patients atteints de fractures sévères des côtes et dont la prise en charge médicale a échoué. La cryoneurolyse des nerfs intercostaux après fractures des côtes peut donc traiter la douleur grâce à une approche minimalement invasive, souvent concomitante, avec un contrôle de la douleur éprouvé et à long terme et permet de créer une balance risque-bénéfice favorable dans la gestion de la douleur.

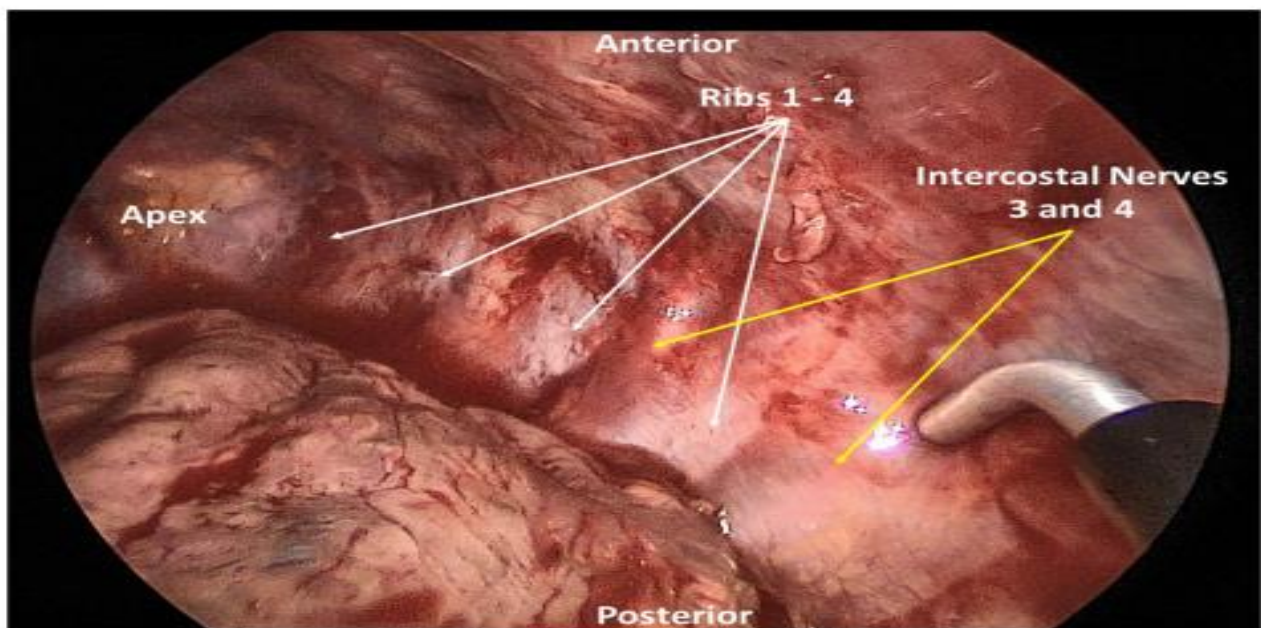


Figure 84 : Application de chirurgie thoracoscopique assistée par vidéo peropératoire (VATS) de la cryo-sonde au 4ème faisceau neuro-vasculaire intercostal gauche.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

La qualité et le nombre globale des études de la cryoneurolyse dans les fractures traumatiques des côtes est très faible, on en cite une revue rétrospective multi-institutionnelle et une étude descriptive, qui ont toutes les deux trouvé une amélioration des scores de douleur après intervention :

- En 2019, Finneran et al [161] ont réalisé une étude descriptive sur cinq patients adultes ayant subi une CI percutanée guidée par échographie pour une douleur liée à une fracture des côtes. Deux ont reçu un bloc anesthésique local supplémentaire. Quatre patients sur quatre ont signalé une amélioration des scores de douleur et un patient qui a été intubé pour la procédure a pu être extubé 12 heures après la cryoneurolyse. Aucune complication, y compris des douleurs neuropathiques, n'a été signalée au cours du suivi de 3 mois. Les limites de cette étude comprennent sa nature descriptive, la très petite taille de l'échantillon et l'incapacité de distinguer les effets du bloc anesthésique local chez 40 % des patients étudiés.

- En 2019, Zhao [162] et al ont également réalisé une revue rétrospective de 13 patients adultes qui ont subi une stabilisation chirurgicale des fractures des côtes (SSRF) et une IC guidée par thoracoscopie vidéo-assistée. Le nombre médian de côtes fracturées était de 7 (plage de 4 à 11), le nombre de côtes plaquées était de 4 (plage de 3 à 6) et le nombre de niveaux de cryoneurolyse était de 6 (plage de 3 à 7). Les scores de douleur postopératoire étaient inférieurs aux scores préopératoires (4,9 vs 6,9, $p = 0,03$). La durée moyenne de séjour après chirurgie était de $5,9 \pm 2,7$ jours. À $21,3 \pm 6,2$ semaines, tous les

prédictifs de la douleur thoracique chronique

patients avaient retrouvé au moins une sensation partielle de la paroi thoracique ; aucun n'a signalé l'hypoesthésie comme gênante. Un patient (8 %) a développé une hyperesthésie sévère limitant le mode de vie jusqu'à 3 mois, mais qui a disparu à 6 mois. Huit des 13 patients (62 %) ont développé des dysesthésies passagères non limitant le mode de vie, notamment des picotements, des brûlures, des crampes ou des douleurs aiguës, qui ont disparu au bout de 6 mois. Les limitations de cette étude incluent le manque de données sur l'utilisation des narcotiques et l'incapacité de distinguer les effets de la SSRF et de la cryoneurolyse en cas d'application concomitante.

En conclusion, nous avons constaté que l'IC réalisée en même temps que la SSRF entraîne un soulagement rapide de la douleur des fractures costales et n'augmente pas le temps opératoire. Donc elle s'agissait d'une simple extension d'une procédure chirurgicale déjà indiquée. Elle peut aussi diminuer l'usage de stupéfiants chez les patients hospitalisés et raccourcir la durée du séjour à l'hôpital. Les taux de complications sont faibles sans augmentation significative des taux de névralgie ou de pneumothorax. Ces résultats proviennent principalement d'études évaluant la population pédiatrique subissant une réparation pour un pectus excavatum et des patients adultes nécessitant une thoracotomie. Les preuves actuelles de la CI dans les fractures traumatiques des côtes sont encore très faibles. Cependant, étant donné le profil risque-bénéfice favorable, il serait avantageux d'avoir d'autres études visant à élucider l'efficacité analgésique de la CI percutanée et thoracoscopique chez le patient traumatisé présentant des fractures sévères des côtes.

7. L'évolution des fractures costales :

7.1. La durée des douleurs thoraciques causées par une fracture costale :

Les résultats de notre étude confirment la présence de douleurs prolongées d'intensité faibles à modérées de la paroi thoracique suite aux fractures costales, avec une prévalence de 65% après 12 mois d'évolution. Cette douleur peut être déclenchée et devient intense chez 27%. Donc la théorie qui limite la durée des douleurs thoraciques causées par une fracture costale en 8 semaines se contredit avec les résultats de notre étude ainsi qu'avec autres résultats publiés dans la littérature qui affirment la présence du phénomène douloureux après 6 mois de la fracture et même après 24 mois dans autres.

L'étude	La prévalence de la douleur chronique %
Notre étude	65% après 12mois d'évolution
Thèse N°226/16 Faculté de médecine et de pharmacie Fés (2016)[28]	60% après 12mois d'évolution
Loic Fabrican and al Université d'Oregon, service de traumatologie Les Etats-Unis (2013)[5]	64% après 6 mois d'évolution
Silvana Marosco and al Hôpital d'Alfred, Australie. (2015)[3]	65% après 12 mois d'évolution.
V.G. Shelat and al Hôpital deTan Tock Seng Singapore (2012)[163]	22% après 24 mois d'évolution

Tableau 12: Comparaison de la prévalence de la douleur chronique entre notre étude, et autres études de la littérature

7.2. Le retentissement de la douleur chronique :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

La prévalence de la douleur chronique trouvée dans notre étude été proche à celle trouver dans l'étude faites par l'étudiant Amelouagh et encadré par le professeur Atoini Fouad en 2016, qui chevauche avec notre étude où ils ont trouvé qu'environ 60% des malades présentent une douleur chronique après fracture costale et une invalidité arrivant jusqu'à 44% (46% dans notre études). Et après comparaison avec l'étude faite par Loic Fabrican et al, aux Etats-Unis on constate la même prévalence de la douleur prolongée que dans notre étude mais avec une invalidité chiffrant 27%. Tandis que l'étude réalisée sur 24 mois par V. G. Shelat et al décrit une invalidité plus basse de 13%.

L'étude	Taux d'invalidité
Notre étude	46%
Thèse N°226/16 Faculté de médecine et de pharmacie Fés (2016)[28]	44%
Loic Fabrican and al Université d'Oregon, service de traumatologie Les Etats-Unis (2013)[5]	27%
V.G. Shelat and al Hôpital deTan Tock Seng Singapore (2012)[163]	13%

Tableau 13: Comparaison des taux d'invalidité dû aux fractures costales, entre notre étude, et des études de la littérature.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Cette invalidité qui traduit la qualité de vie de nos malades après un traumatisme thoracique violent se manifeste habituellement par le retentissement sur leur vie professionnelle et leurs activités quotidiennes. Lors de notre enquête téléphonique on a trouvé que 37 % des patients interrogés pratiquent péniblement le même travail qu'auparavant, alors que 4% ont changé leurs postes et 9% de la population inactif déclarent une diminution des activités quotidiennes. Ces résultats se croisent avec ceux trouvés dans l'étude faite par Silvana Marosco et al qui démontre, aussi, une réduction significative de la qualité de vie des patients ayant subi une fracture des côtes qui ont nécessité une hospitalisation, et elles annoncent que 41% ne reprennent pas à leurs travaux même après 6 mois, et le taux de retour au travail ne s'est pas beaucoup amélioré entre 6 mois et 24 mois après l'accident.

V.G. Shelat et al confirment une autre fois le caractère chronique de la douleur due aux fractures costales et son retentissement sur la vie du malade. Dans leur étude, 35 % se plaignaient d'une altération de leur vie professionnelle et 13 % se plaignaient d'une altération de leur qualité de vie personnelle.

L'étude	taux de retentissement professionnel %
Notre étude	37%
Silvana Marosco and al Hôpital d'Alfred, Australie. (2015)[3]	41%
V.G. Shelat and al Hôpital deTan Tock Seng Singapore (2012)[163]	35%

Tableau 14: comparaison entre le taux de retentissement professionnel entre notre étude et d'autres études de la littérature

Donc il y a une corrélation bien claire entre la douleur chronique suite aux fractures costales chez les traumatisés thoraciques et l'invalidité causées chez ces mêmes patients. Ceci nous pousse à chercher les facteurs impliqués dans la persistance de cette douleur et investiguer ses facteurs prédictifs, dans le but d'une prise en charge beaucoup plus meilleure pour nos malades surtout que les recherches concernant ce sujet sont encore limitées.

7.3. Les facteurs associés à la douleur chronique suite aux fractures costales :

La persistance de la douleur chronique post-fracturaire chez quelques patients et son absence chez d'autres, pousse à penser à l'existence de facteurs prédictifs qui pourraient favoriser sa survenue.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

V.G.Shelat et al. [163] avaient recherché dans leur étude sur 102 patients des facteurs soupçonnés d'être impliqués, comme l'âge, le nombre de fractures, la présence de volet thoracique, d'hémothorax ou de pneumothorax, l'insertion d'un drain thoracique et le score de gravité des blessures(ISS)... Cependant Ils n'avaient trouvé aucune association significative. De même pour l'étude de Loic Fabricant et al. [5] et autres études qui n'ont pu lier la douleur chronique ni à des particularités démographiques, ni à des caractéristiques de la fracture ni même à l'intensité de la douleur aigue.

Stephanie Gordy et al. qui avaient aussi conduit une étude sur ce sujet, ont seulement pu prouver l'intérêt de deux facteurs qui auraient une relation significative avec la douleur chronique ; et qui sont : l'intensité de la douleur aigue ainsi que la bilatéralité de la fracture. Cette association est de l'ordre de 0,003 pour l'intensité de la douleur aigue et de 0,0006 pour la bilatéralité de la fracture.

Notre travail avait aussi essayé de chercher à travers une étude rétrospective basée sur les dossiers de nos malades et sur un questionnaire téléphonique, ces facteurs prédicteurs possibles, notamment des facteurs démographiques (Age-sexe), caractères de fractures costales (nombres- localisation- latéralité-déplacement-volet thoracique), l'intensité de la douleur à l'admission et le recours à la kinésithérapie. Et nous avons remarqué que les douleurs chroniques persistent encore même après une année d'évolution chez :

- ❖ 9/10 de nos patients avec un âge \geq à 55 ans.
- ❖ $\frac{3}{4}$ des malades avec plus de 3 fractures costales.
- ❖ $\frac{1}{2}$ des patients avec fractures déplacées.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- ❖ $\frac{3}{4}$ des patients avec fracture de l'arc moyen.
- ❖ Pas de différence dans la latéralité de la fracture.
- ❖ $\frac{3}{4}$ ayant une EVS $>$ ou $=$ à 3 à l'admission.
- ❖ Absence de la douleur chez $\frac{3}{4}$ des patients ayant reçu des séances de la kinésithérapie.

Cependant, conformément à la littérature, ces résultats n'étaient pas statistiquement significatifs, et nous avons constaté que seul le nombre de fractures costales était véritablement associé à la douleur chronique ($p < 0,001$) dans notre étude, tandis qu'aucun autre caractère traditionnel n'était indépendamment prédictif d'une douleur ou d'une invalidité prolongée.

Ces résultats peu concluants des rares études sur ce sujet ne font que prouver encore la différence entre la douleur chronique et la douleur aiguë et l'impact de leurs différentes physiopathologies sur la qualité de vie du patient et confirment la nécessité d'avoir plus d'études qui explorent la douleur chronique, particulièrement après les fractures costales.

La recherche de ces facteurs prédictifs dans les différentes séries avait pour but principal de déceler les facteurs ayant un retentissement au long cours et donc essayer par la suite de les éviter, les minimaliser ou diminuer leur impact afin de prévenir la douleur prolongée. En effet plusieurs études constatent que la prise en charge initiale a clairement un rôle énorme à jouer dans la prévention de la douleur chronique. On nomme les études suivantes :

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- l'étude menée par Zink sur 58 patients, qui a conclu que l'utilisation de la Lidocaïne en emplâtre ne permet pas seulement une meilleure antalgie que la morphine pour le traitement de la douleur aiguë post-traumatique, mais en plus elle permet de diminuer la douleur chronique post-traumatique. [85]
- La directive de gestion de la pratique publiée par EAST[164] qui recommande l'analgésie péridurale ou l'analgésie paravertébrale comme la meilleure option d'administration de l'analgésie lors de la prise en charge médicale des fractures de côtes.
- Slater *et al.* [164] ont constaté dans leur étude au sujet d'un patient qui souffre de douleurs chroniques pendant 6ans après son traumatisme qu'après une fixation chirurgicale du volet thoracique, le patient a pu reprendre sa vie et son travail sans aucune douleur.
- En 2012, une méta-analyse menée par Girsowicz *et al.* [165] a observé que la chirurgie soulage considérablement la douleur postopératoire et diminue l'apparition de l'invalidité pour les volets thoraciques et aussi pour les fractures costales simples, par rapport aux traitements conservateurs qui sont responsables d'une utilisation plus prolongées d'analgésies, un retard de retour au travail et une qualité de vie inférieure.
- Michelitsch *et al.* [166] ont examiné les données de 1 398 patients souffrant de fractures des côtes dans un seul centre médical sur une période consécutive de 5 ans. Parmi ces patients, 235 patients avaient un traumatisme thoracique sévère. 23 patients ont subi une ostéosynthèse et ont fixé un total de 88 fractures costales, pour lesquelles 18 patients ont eu en moyenne 27

prédictifs de la douleur thoracique chronique

mois de suivi postopératoire. **Aucune douleur chronique et mobilité limitée n'ont été signalées.**

- Fagevik *et al.* [167] ont prouvé que l'amplitude des mouvements thoraciques des patients ayant reçu un traitement chirurgical est significativement augmenté et que les fonctions debout, de flexion et d'extension sont significativement dominantes par rapport aux patients ayant un traitement non chirurgical. De plus, la stabilité de la paroi thoracique et les fonctions pulmonaires à long terme dans le groupe chirurgical sont bien meilleures que dans le groupe non chirurgical.

Donc à travers ces études il est clair que la prise en charge initiale de la fracture costale joue un rôle important dans la prévention des douleurs chroniques. En effet on peut conclure qu'une gestion médicale adaptée de la douleur aigue, le contrôle des lésions associées et la fixation chirurgicale constituent le noyau fondamental pour prévenir les douleurs, l'incapacité et l'invalidité prolongée.

CONCLUSION

La douleur chronique des fractures costales est un élément principal à considérer dans la PEC du patient traumatisé. Celle-ci était présente dans notre série même après une année d'évolution chez plus de la moitié, avec une invalidité importante de l'ordre de 46%, ce qui prouve la persistance et le grand retentissement de cette douleur sur la qualité de vie des victimes du traumatisme thoracique avec fracture costale. La chose qui nous a encouragés à chercher et étudier un ensemble de facteurs qui peuvent être impliqués dans l'apparition et la persistance de cette douleur. Cependant nos résultats ont constaté qu'en dehors du nombre de fractures de côtes, aucun autre caractère étudié n'était associé significativement à la douleur chronique dans notre échantillon, résultats qui s'accordent avec plusieurs autres séries. Ce sujet reste donc un domaine d'étude fertile qui nécessite des investigations et des recherches randomisées dans le but de trouver des explications plus claires et plus précises de ce phénomène douloureux, afin d'améliorer la prise en charge pour une qualité de vie plus meilleure.

RESUMES

Résumé

Introduction : Les fractures costales sont les lésions osseuses les plus fréquentes associées à un traumatisme thoracique fermé, elles peuvent être responsables de douleurs thoraciques prolongées et peuvent entraîner une altération significative de la qualité de vie personnelle et professionnelle.

Objectif : L'objectif de notre étude est de confirmer le caractère chronique de la douleur en calculant sa prévalence sur une année d'évolution, et aussi de chercher ses facteurs prédictifs afin de contrôler cette douleur et améliorer la prise en charge et par conséquent la qualité de vie de nos malades.

Méthodologie : Il s'agit d'une étude observationnelle, longitudinale et rétrospective de type cohorte portant sur 76 patients, qui ont été pris en charge et suivis pour fractures costales traumatiques à l'hôpital militaire Moulay Ismail de Meknès, pendant la période allant de Octobre 2010 jusqu'à avril 2020.

Résultats : Les circonstances de l'accident étaient dominées par des accidents de la voie publique (78%) et concernent l'adulte jeune de sexe masculin. Le bilan radiologique a permis de dénombrer 312 traits de fracture avec une moyenne de 4 fractures costales par patient. Il s'agissait de fractures unilatérales dans 85 % des cas et fractures de l'arc moyen seul dans 38 % des cas. La fracture costale était déplacée chez 75 % des patients. L'hémothorax post-traumatique est la lésion thoracique la plus fréquemment associée aux fractures costales avec une prévalence de 53 %. La prise en charge initiale consistait en l'usage d'une analgésie

prédictifs de la douleur thoracique chronique

multimodale par voie systémique chez tous les patients. L'évaluation rétrospective de la douleur par l'échelle verbale simple était possible chez 55 patients. L'existence d'une douleur persistante a été notée dans 65 % des cas. Cette douleur était déclenchée par un effort intense chez 27 % des cas. Le retentissement en terme d'invalidité était minime dans 18% des cas, modérée dans 13% des cas et important dans 15 %. Sur le plan thérapeutique, les antalgiques de paliers 1 ou 2 étaient suffisants pour soulager la douleur dans notre série d'étude.

Conclusion : Notre étude a pu confirmer la présence des douleurs chroniques suite aux fractures costales. Mais aucune association significative entre les facteurs étudiés et cette douleur n'a été décelée, à l'exception faite du nombre de fractures costales.

ABSTRACT

Introduction: Rib fractures are the most frequent bone lesions associated to blunt chest trauma; they can be responsible for prolonged chest pain and cause a significant deterioration in the quality of personal and professional life.

Objective: The objective of our study is to confirm the chronic pain by calculating its prevalence over a year of evolution, and searching its predictive factors, in order to control this pain and improve the management and consequently the quality of life of our patients.

Methodology: This is an observational, longitudinal and retrospective cohort-type study including 76 patients, who were treated and followed up for traumatic rib fractures at the Moulay Ismail military hospital in Meknes, during the period from October 2010 until April 2020.

Results: The circumstances of the accident were dominated by road accidents (78%) and concerned young adult males. The radiological assessment find 312 fractures with a median value of 4 rib fractures per patient. These were unilateral fractures in 85% of cases and fractures of the middle arch alone in 38% of cases. The rib fracture was displaced in 75% of patients. Post-traumatic hemothorax is the most common thoracic injury associated with rib fractures with a prevalence of 53%. The initial management consisted the using of systemic multimodal analgesia in all patients. The retrospective evaluation of pain using the simple verbal score was possible with 55 patients. The existence of persistent pain was noted in 65% of cases. This pain was triggered by intense effort in 27% of cases. The impact in terms of disability was

prédictifs de la douleur thoracique chronique

minimal in 18% of cases, moderate in 13% of cases and significant in 15%. Therapeutically, level 1 or 2 analgesics were sufficient to relieve pain in our study series.

Conclusion: Our study was able to confirm the presence of chronic pain following rib fractures. But there is any significant association between the factors studied and this pain was found, except for the number of rib fractures.

prédictifs de la douleur thoracique chroniqueملخص

مقدمة: كسور الأضلاع من الآفات الأكثر شيوعًا المرتبطة بالرضوض الصدرية الغير النافذة ، ويمكن أن تكون مسؤولة عن آلام الصدر لفترات طويلة وقد تؤدي إلى تدهور كبير للحياة الشخصية والمهنية للمصاب .

الهدف: الهدف من دراستنا هو تأكيد الطبيعة المزمنة للألم من خلال حساب انتشاره على مدى سنة كاملة من التطور، وكذلك البحث عن العوامل المتدخلة من أجل السيطرة على هذا الألم وتحسين طريقة العلاج وبالتالي معه مستوى راحة مرضانا بعد كسور الأضلاع.

المنهجية: هذه دراسة جماعية استيعابية قائمة على الملاحظة لسلسلة تشمل 76 مريضًا ، تم علاجهم ومتابعتهم لكسور أضلاع ناتجة عن الصدمات في مستشفى مولاي إسماعيل العسكري بمكناس ، خلال الفترة الممتدة من أكتوبر 2010 إلى أبريل 2020

النتائج: تظهر نتائجنا أن أغلب سبب لهذا النوع من الصدمات راجع لحوادث الطرقات (78٪) وتعنى بالذكور البالغين. أتاح التقييم

الإشعاعي إحصاء 312 خط كسر بمتوسط 4 كسور لكل مريض. كانت هذه كسور أحادية الجانب في 85٪ من الحالات وكسور في القوس الأوسط فقط عند حوالي 38٪ من الحالات. أما حالات كسور الأضلاع المزاحة وجدت عند 75٪ من المرضى.

بالنسبة للصدر المدمى الناتج عن الصدمة فهو الأكثر شيوعا ضمن الإصابات المصاحبة لكسور الضلع حيث تصل إلى 53٪. تقوم

العناية العلاجية الأولية على استخدام مسكنات متعددة الوسائط على جميع المرضى. كان التقييم بأثر رجعي للألم باستخدام المقياس

اللفظي البسيط ممكناً عند 55 مريضاً حيث لوحظ وجود ألم مستمر في 65٪ من الحالات. ونسجل ظهور آلام نتيجة جهد كبير في

27٪ من الحالات. كان التأثير من حيث مستوى العجز ضئيلاً في 18٪ من الحالات ، ومتوسط في 13٪ من الحالات وكبير في

15٪ . علاجياً، كانت المسكنات من المستوى 1 أو 2 كفيلة لتخفيف الألم في سلسلة دراستنا

الخلاصة: كانت دراستنا قادرة على تأكيد وجود الآلام المزمنة بعد كسور الأضلاع. ولكن لم يتم العثور على ارتباط كبير بين

العوامل المدروسة وهذا الألم، باستثناء عدد كسور الأضلاع.

BIBLIOGRAPHIE

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- [1] C. Carrié et M. Biais, « Prise en charge du traumatisme thoracique en 2020 », *Anesth. Réanimation*, févr. 2021, doi: 10.1016/j.anrea.2021.02.004.
- [2] « Mullinex A, Folly D. Multidetector computed tomography and blunt thoracoabdominal trauma. *J Comp Assist Tomo.* 2004;28(1): S20–S27. »
- [3] « Quality of life after major trauma with multiple rib fractures.pdf ».
- [4] « Prolonged pain and disability are common after rib.en.fr.pdf ».
- [5] L. Fabricant, B. Ham, R. Mullins, et J. Mayberry, « Prolonged pain and disability are common after rib fractures », *Am. J. Surg.*, vol. 205, n° 5, p. 511-516, mai 2013, doi: 10.1016/j.amjsurg.2012.12.007.
- [6] « Thorax-2.0.pdf ». Consulté le: mars 25, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <https://anatomie.univ-catholille.fr/wp-content/uploads/2017/01/Thorax-2.0.pdf>
- [7] J. Duparc et F. Sailhan, « Qu'est-ce que l'anatomie 7 2 », p. 1142.
- [8] Delmas, André (1910–1999). Auteur – Rouvière, Henri (1875–1952)., *Anatomie humaine : descriptive, topographique et fonctionnelle*, DL2002 éd.
- [9] « Paroi antérieure du thorax ». <http://oscar1.0.perso.libertysurf.fr/thoraxant.htm> (consulté le mars 26, 2021).
- [10] « 00_257789VHD_ANAT2_Livre.indb », p. 16.
- [11] « Espace intercostal ». <https://www.anatomie-humaine.com/Espace-intercostal.html> (consulté le mars 26, 2021).
- [12] *Rouvière H, Delmas A, Delmas V. Anatomie humaine descriptive, topographique et fonctionnelle. Tome II Tronc. 15ème édition. Paris : Masson2002 [révisée par V. Delmas].*

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- [13] « PACES-Ficheux-Anatomie-thorax-2020.pdf ». Consulté le: mars 26, 2021.
[En ligne]. Disponible sur: <https://anatomie.univ-catholille.fr/wp-content/uploads/2020/02/PACES-Ficheux-Anatomie-thorax-2020.pdf>
- [14] *Carrier G, Frechette E, Ugalde P, et al. Correlative anatomy for the sternum and ribs, costo vertebral angle, chest wall muscles and intercostal spaces, thoracic outlet. Thorac Surg Clin. 2007;17:521-8.*
- [15] Jönsson A, Arvebo E, Schantz B., « Intrathoracic pressure variations in an anthropomorphic dummy exposed to air blast, blunt impact and missiles. J Trauma 1988;28 Suppl 1.:125-31. ».
- [16] Haberer J, . « Biomécanique des traumatismes fermés. In: Beydon, L, Carli, P and Riou, B(ed) Traumatismes Graves. Paris: Arnette; 2000. p. 27-37. »,
- [17] Karmy-Jones R, Jurkovich G., « Blunt Chest Trauma. Current Problems in Surgery 2004;41:223-380. ».
- [18] Lidèn E, Berlin R, Janzon B, Schantz B, Seeman, « T. Some observations relating to behind-body armour blunt chest trauma caused by ballistic impact. J Trauma 1988;28:145-8. »
- [19] D. F. Adnet, « PRISE EN CHARGE D'UN TRAUMATISME THORACIQUE SANS SIGNE EVIDENT DE GRAVITE », p. 5, 2003.
- [20]
http://jpmiss2.free.fr/Divers/SFAR_2008/mu02/html/mu02_12/URG02_12.htm
(Consulté le mars 28, 2021).
- [21] « thèse : Les traumatismes thoraciques , Mme Ysmina Malky ». Consulté le: mars 28, 2021. [En ligne]. Disponible sur:
<http://wd.fmpm.uca.ma/biblio/theses/annee-hm/FT/2018/these48-18.pdf>

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- [22] J. Bourenne, B. Prunet, et P. Michelet, « Prise en charge d'un patient ayant des fractures de côtes », *Prat. En Anesth. Réanimation*, vol. 20, n° 5, p. 220-228, nov. 2016, doi: 10.1016/j.pratan.2016.09.008.
- [23] « Retrospective Cohort Analysis of Chest Injury Characteristics and Concurrent Injuries in Patients Admitted to Hospital in the Wenchuan and Lushan Earthquakes in Sichuan, China ».
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0097354>
(consulté le mars 28, 2021).
- [24] « 226-16.pdf ».
- [25] « Fracture de côtes », *thoracotomie*, févr. 18, 2011.
<https://thoracotomie.com/2011/02/18/fracture-de-cotes/> (consulté le mars 28, 2021).
- [26] S. Karadayi, A. Nadir, E. Sahin, B. Celik, S. Arslan, et M. Kaptanoglu, « An analysis of 214 cases of rib fractures », *Clinics*, vol. 66, n° 3, p. 449-451, 2011, doi: 10.1590/S1807-59322011000300015.
- [27] C. M. Tulay, S. Yaldiz, et A. Bilge, « Do we really know the duration of pain after rib fracture? », *Pol. J. Cardio-Thorac. Surg.*, vol. 15, n° 3, p. 147-150, 2018, doi: 10.5114/kitp.2018.78437.
- [28] S. Rabiou, Y. Ouadnoui, M. Lakranbi, A. Traibi, F. Antoini, et M. Smahi, « La douleur thoracique chronique après fracture de côtes : peut-elle causer une invalidité? », *Rev. Pneumol. Clin.*, vol. 74, n° 2, p. 89-95, avr. 2018, doi: 10.1016/j.pneumo.2017.08.001.

- [29] S. Marasco, G. Lee, R. Summerhayes, M. Fitzgerald, et M. Bailey, « Quality of life after major trauma with multiple rib fractures », *Injury*, vol. 46, n° 1, p. 61-65, janv. 2015, doi: 10.1016/j.injury.2014.06.014.
- [30] B. Yersin, « Traumatisme isolé du thorax chez la personne âgée », *Rev. Médicale Suisse*, p. 5, 2015.
- [31] http://jpmiss2.free.fr/Divers/SFAR_2008/ca05/html/ca05_19/ca05_19.htm (Consulté le avr. 23, 2021).
- [32] « etude de luca 1982 evaluation radiographique des fractures costales.pdf ».
- [33] « these de la prise en charge des fractures costales.pdf ».
- [34] « Volet costal – Blessures; empoisonnement », *Édition professionnelle du Manuel MSD*. <https://www.msmanuals.com/fr/professional/blessures-empoisonnement/traumatisme-thoracique/volet-costal> (consulté le avr. 23, 2021).
- [35] J. Bourenne, B. Prunet, et P. Michelet, « Prise en charge d'un patient ayant des fractures de côtes », *Prat. En Anesth. Réanimation*, vol. 20, n° 5, p. 220-228, nov. 2016, doi: 10.1016/j.pratan.2016.09.008.
- [36] M. Raphaël, « ORGANISATION DES URGENCES TRAUMATOLOGIQUES DANS UN SITE D'ACCUEIL », p. 43, 2003.
- [37] « Traumatisme thoracique : prise en charge des 48 premières heures – La SFAR », *Société Française d'Anesthésie et de Réanimation*, oct. 08, 2015. <https://sfar.org/traumatisme-thoracique-prise-en-charge-des-48-premieres-heures/> (consulté le avr. 29, 2021).

- [38] « Les traumatismes thoraciques fermes (A propos de 126 cas) – Centre Hospitalier Universitaire Hassan II ». <http://www.chu-fes.ma/les-traumatismes-thoraciques-fermes-a-propos-de-126-cas/> (consulté le avr. 29, 2021).
- [39] T. S. Henry *et al.*, « ACR Appropriateness Criteria® Rib Fractures », *J. Am. Coll. Radiol.*, vol. 16, n° 5, p. S227-S234, mai 2019, doi: 10.1016/j.jacr.2019.02.019.
- [40] B. J. Bansidhar, J. A. Lagares-Garcia, et S. L. Miller, « Clinical rib fractures: are follow-up chest X-rays a waste of resources? », *Am. Surg.*, vol. 68, n° 5, p. 449-453, mai 2002.
- [41] A. Langevin, « Discussion de la pertinence des grils costaux aux urgences devant un traumatisme thoracique non compliqué », p. 45.
- [42] I. Dubinsky et A. Low, « Non-life-threatening blunt chest trauma: appropriate investigation and treatment », *Am. J. Emerg. Med.*, vol. 15, n° 3, p. 240-243, mai 1997, doi: 10.1016/s0735-6757(97)90004-8.
- [43] L. Zhang, C. J. McMahon, S. Shah, J. S. Wu, R. L. Eisenberg, et J. W. Kung, « Clinical and Radiologic Predictive Factors of Rib Fractures in Outpatients With Chest Pain », *Curr. Probl. Diagn. Radiol.*, vol. 47, n° 2, p. 94-97, mars 2018, doi: 10.1067/j.cpradiol.2017.05.011.
- [44] M. sternal, « Gril costal Techniques radiologiques standard. – ppt télécharger ». <https://slideplayer.fr/slide/11789304/> (consulté le avr. 29, 2021).
- [45] Expert Panel on Thoracic Imaging *et al.*, « ACR Appropriateness Criteria® rib fractures », *J. Thorac. Imaging*, vol. 29, n° 6, p. 364-366, nov. 2014, doi: 10.1097/RTI.000000000000113.
- [46] P. A. Paquez, « Apport de l'échographie dans la prise en charge des traumatismes thoraciques bénins aux urgences », p. 102.

- [47] M. E. Hurley, G. D. Keye, et S. Hamilton, « Is ultrasound really helpful in the detection of rib fractures? », *Injury*, vol. 35, n° 6, p. 562-566, juin 2004, doi: 10.1016/S0020-1383(03)00263-8.
- [48] F. Turk, A. B. Kurt, et S. Saglam, « Evaluation by ultrasound of traumatic rib fractures missed by radiography », *Emerg. Radiol.*, vol. 17, n° 6, p. 473-477, nov. 2010, doi: 10.1007/s10140-010-0892-9.
- [49] A. K. Exadaktylos, G. Sclabas, S. W. Schmid, B. Schaller, et H. Zimmermann, « Do we really need routine computed tomographic scanning in the primary evaluation of blunt chest trauma in patients with “normal” chest radiograph? », *J. Trauma*, vol. 51, n° 6, p. 1173-1176, déc. 2001, doi: 10.1097/00005373-200112000-00025.
- [50] G.-L. F, V.-M. G, A.-R. Pp, F.-M. E, A.-H. E, et L.-V. Cm, « Evaluation of the utility of computed tomography in the initial assessment of the critical care patient with chest trauma. », *Crit. Care Med.*, vol. 28, n° 5, p. 1370-1375, mai 2000, doi: 10.1097/00003246-200005000-00018.
- [51] « Harbert JC, George FH, Kerner ML. Différenciation de la côte fractures par métastases par scintigraphie osseuse. Clin Nucl Med 1981; 6: 359-61 ».
- [52] « Martin P. L'apparition de scintigraphies osseuses suite à des fractures, dont études immédiates et à long terme. J Nucl Med 1979; 20: 1227-31 ».
- [53] « Fractures de côtes | Diapothèque du COFER ».
<http://www.diapothèque.lecofer.org/picture.php/515> (consulté le juin 12, 2021).
- [54] M. Bemelman, M. van Baal, C. Raaijmakers, K. Lansink, L. Leenen, et W. Long, « An Interobserver Agreement Study with a New Classification for Rib Fractures »,

prédictifs de la douleur thoracique chronique

Chirurgia (Bucur.), vol. 114, n° 3, p. 352, 2019, doi:

10.21614/chirurgia.114.3.352.

- [55] B. Marcheix, L. Brouchet, C. Renaud, J. Berjaud, et M. Dahan, « Technique de l'ostéosynthèse costale », *EMC – Chir.*, vol. 2, n° 6, p. 644-658, déc. 2005, doi: 10.1016/j.emcchi.2005.10.002.
- [56] « Ziegler DW, Agarwal NN. La morbidité et la mortalité des fractures des côtes. *J Trauma* 1994; 37 (6):975-979 ».
- [57] « Wintermark M, Schnyder P. Imagerie des traumatismes fermés du thorax. *J Radiol.* 2002;83:123-32 ».
- [58] M. T. Otmane, « Les Traumatismes thoraciques (à propos de 104 cas)Thèse N :054/20 », p. 163.
- [59] B. S. Talbot, C. P. Gange, A. Chaturvedi, N. Klionsky, S. K. Hobbs, et A. Chaturvedi, « Traumatic Rib Injury: Patterns, Imaging Pitfalls, Complications, and Treatment », *RadioGraphics*, vol. 37, n° 2, p. 628-651, mars 2017, doi: 10.1148/rg.2017160100.
- [60] « JEANBOURQUIN HIA Val de Grace- Paris ; Les Traumatismes du thorax. ADM6, edicerf/thorax/09, Octobre 1994 ».
- [61] « Lacombe P., Schnyder P, Mesurole B, Mulot R, Barré O, Chagnon S. Traumatisme fermé des vaisseaux du médiastin et du coeur. *Feuillets de Radiologie*, 33 (4): 276-288 ».
- [62] « M0542013.pdf ».
- [63] « Marie-Edith Petitjean, Karine Senamaud, Annie Porte, Thierry Saint_val, Nahid Nadjimi-sarram, Philippe Dabadie. Les traumatismes thoraco-pulmonaires : diagnostic et traitement immédiat aux urgences . CREUF ,Collège

prédictifs de la douleur thoracique chronique

des médecins de Réanimation et d'urgence des hôpitaux Extra-Universitaires de France. 2001 ».

- [64] « Miller PR, Croce MA, Bee TK, Qaisi WG, Smith CP, Collins GL, et al, ARDS after pulmonary contusion : accurate measurement of contusion volume identifies high-risk patients. J Trauma 2001; 51 : 223-36 ».
- [65] « Chung JH, Carr RB, Stern EJ. Hématomes extrapleuraux: aspect d'imagerie, classification et signification clinique. J Thorac Imaging 2011; 26 (3): 218-223 ».
- [66] « Poyraz AS, Kilic D, Gultekin B, Ozulku M, Hatipoglu A. Hématome extrapleuréal: quand la chirurgie est-elle indiquée? »
- [67] J. P. Livoni et T. C. Barcia, « Fracture of the first and second rib: incidence of vascular injury relative to type of fracture. », *Radiology*, vol. 145, n° 1, p. 31-33, oct. 1982, doi: 10.1148/radiology.145.1.6750686.
- [68] « Collins J. Chest wall trauma. J Thorac Imaging 2000;15:112-9 ».
- [69] R. B. Benomar, « PRISE EN CHARGE DES TRAUMATISMES THORACIQUES GRAVES AU CHU MOHAMMED VI », p. 147.
- [70] « Karmakar MK, Ho AM. Acute pain management of patients with multiple fractured ribs.JTrauma. 2003; 54: 615-25 ».
- [71] « Chauvin M.L'analgésie multimodale. Les Essentiels. Elsevier; 2005 :p.295-308 ».
- [72] « Benhamou D. Évaluation de la douleur postopératoire. Ann Fr Anesth Reanim 1998 ;17 : 55572. »
- [73] « Gagliese L., Weizblit N., Ellis W., Chan V.W. The measurement of postoperative pain: a comparison of intensity scales in younger and older surgical patients. Pain 2005 ;117 : 412-20 ».

- [74] « Price D.D., Bush F.M., Long S., Harkins S.W. A comparison of pain measurement characteristics of mechanical visual analogue and simple numerical rating scales. *Pain* 1994 ; 56 : 217–26 ».
- [75] R. Jouffroy, P. Carli, et B. Vivien, « Analgésie du patient traumatisé thoracique », p. 20, 2011.
- [76] « HA J.C. Pertinence de la tomodensitométrie versus radiographie pulmonaire dans la stratégie thérapeutique des lésions pleuropulmonaires à la phase aiguë des traumatismes thoraciques fermés graves. *Médecine Bordeaux* 2000 ; 3092 ».
- [77] « CARLI P, LEJAY M. Réanimation initiale des traumatismes fermés du thorax : Traumatismes thoraciques et abdominaux. *Rev Prat (Paris)* 1997 ; 47, 9 : 951–957 ».
- [78] « Fulda G.J., Giberson F., Fagraeus L. A prospective randomized trial of nebulized morphine compared with patient-controlled analgesia morphine in the management of acute thoracic pain. *J Trauma* 2005 ; 59 : 383–8 ».
- [79] « Nejmi H., Fath K., Anafloous R., Sourour S., Samkaoui M.A. Comparaison prospective et randomisée de la morphine nébulisée versus la péridurale thoracique dans la prise en charge de la douleur des traumatisés thoracique. *Ann Fr Anesth Reanim* 2010 ;29 : 415–8 ».
- [80] « Yang Y, Young JB, Schermer CR, Utter GH. Use of ketorolac is associated with decreased pneumonia following rib fractures. *Am J Surg.* 2014; 207(4):566–72. »
- [81] T. J. Martin *et al.*, « Clinical management of rib fractures and methods for prevention of pulmonary complications: A review », *Injury*, vol. 50, n° 6, p. 1159-1165, juin 2019, doi: 10.1016/j.injury.2019.04.020.

prédictifs de la douleur thoracique chronique

- [82] « Carver TW, Kugler NW, Juul J, Peppard WJ, Drescher KM, Somberg LB, et al. Infusion de kétamine pour le contrôle de la douleur chez les patients adultes souffrant de fractures multiples des côtes: résultats d'un essai contrôlé randomisé. *J Trauma Acute Care Surg* 2019; 86 (2): 181–8 ».
- [83] « Davis S, Affatato A. Blunt chest trauma: utility of radiological evaluation and effect on treatment patterns. *Am J Emerg Med.* 2006; 24: 482–6 ».
- [84] « th0668055.pdf ». Consulté le: mai 31, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <http://doxa.u-pec.fr/theses/th0668055.pdf>
- [85] « Zink KA, Mayberry JC, Peck EG, Schreiber MA. Lidocaine patches reduce pain in trauma patients with rib fractures. *Am Surg* 2011; 77: 438–42 ».
- [86] « Ingalls NK, Horton ZA, Bettendorf M, Frye I, Rodriguez C. Randomized, double-blind, placebocontrolled trial using lidocaine patch 5% in traumatic rib fractures. *J Am Coll Surg* 2010; 210:205–9 ».
- [87] « Quick G.A randomized clinical trial of rib belts for simple fractures. *Am J Emerg Med.* 1990; 8: 277–81 ».
- [88] « Lazcano A, Dougherty JM, Kruger M. Use of rib belts in acute rib fractures. *Am J Emerg Med.* 1989; 7: 97–100 ».
- [89] « Orliaguet G., Carli P. Analgésie intrapleurale. *Ann Fr Anesth Reanim* 1994 ; 13 : 233–47 ».
- [90] « Simon BJ, Cushman J, Barraco R, et al. Pain management guidelines for blunt thoracic trauma. *J Trauma* 2005 ; 59 :1256–67 ».
- [91] « Mazerolles M., Leballe F., Duterque D., Rougé P. Anesthésie et réanimation en chirurgie thoraco-pulmonaire. In Conférences d'actualisation, Congrès annuel

prédictifs de la douleur thoracique chronique

de la SFAR 2003. Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et SFAR. p. 29–36, p. 271–90 ».

[92] « Short K., Scheeres D., Mlakar J., Dean R. Evaluation of intrapleural analgesia in the management of blunt traumatic chest wall pain: a clinical trial. *Am Surg* 1996 ; 62 :488–93 ».

[93] « Luchette F.A., Radafshar S.M., Kaiser R., Flynn W., Hassett J.M. Prospective evaluation of epidural versus intrapleural catheters for analgesia in chest wall trauma. *J Trauma* 1994 ; 36 : 865–9 ».

[94] *Conacher I.D., Kokri M. Postoperative paravertebral blocks for thoracic surgery. A radiological appraisal. Br J Anaesth 1987 ; 59 : 155–61.*

[95] N. Bernard, « Blocs de la paroi thoracique postérieure », p. 28.

[96] C. Carrié et M. Biais, « NOUVELLES MODALITES D'ANALGESIE DU TRAUMATISME THORACIQUE », p. 7.

[97] « [12] Jensen CD, Stark JT, Jacobson LE, Powers JM, Leslie KL, Kinsella-Shaw JM, et al. Implications of Thoracic Epidural Analgesia on Hospital Charges in Rib Fracture Patients. *Pain Med*. 2018; 19(1):160–168. »

[98] « Duch P, Møller MH. Epidural analgesia in patients with traumatic rib fractures: a systematic review of randomised controlled trials. *Acta Anaesthesiol Scand* 2015;59(6):698–709 ».

[99] « McKendy KM, Lee LF, Boulva K, Deckelbaum DL, Mulder DS, Razek TS, et al. Epidural analgesia for traumatic rib fractures is associated with worse outcomes: a matched analysis. *J Surg Res*. 2017; 214:117–123 ».

[100] « Catley D.M., Thornton C., Jordan C., Lehane J.R., Royston D., Jones J.G. Pronounced, episodic oxygen desaturation in the postoperative period: its

prédictifs de la douleur thoracique chronique

association with ventilatory pattern and analgesic regimen. *Anesthesiology* 1985 ; 63 : 20-8 ».

[101] B. Szekely, « VALIDATION DE L' EXPERT », p. 12.

[102] « Bartlett RH, Gazzaniga AB, Geraghty TR. Manœuvres respiratoires pour éviter complications pulmonaires postopératoires. Un examen critique. *JAMA* 1973; 224 (7): 1017 – 21 ».

[103] « Restrepo RD, Wettstein R, Wittnebel L, Tracy M. Spirométrie incitative: 2011. *Soins respiratoires* 2011; 56 (10): 1600 – 4 ».

[104] « Witt CE, Bulger EM. Approche globale de la gestion du patient avec fractures multiples des côtes: examen et introduction d'un protocole de gestion des fractures des côtes. *Trauma Surg Acute Care Open* 2017; 2 (1) e000064 ».

[105] « Butts CA, Brady 3rd JJ, Wilhelm S, Castor L, Sherwood A, McCall A, et al. Fais simples à côté des tests de la fonction pulmonaire prédisent la morbidité après une fracture des côtes? *Am J Surg* 2017; 213 (3): 473 – 7 ».

[106] « Todd SR, McNally MM, Holcomb JB, Kozar RA, Kao LS, Gonzalez EA et al. UNE La voie clinique multidisciplinaire diminue la morbidité et la mortalité infectieuses associées aux fractures des côtes chez les patients traumatisés à haut risque. *Am Surg* 2006; 192 (6): 806 – 11 ».

[107] M. de Moya et J. Mayberry, Éd., *Rib Fracture Management: A Practical Manual*. Cham: Springer International Publishing, 2018. doi: 10.1007/978-3-319-91644-6.

[108] « DAHAN M, BERJAUD J, RANZ I, SANCHEZ P, BROCHERT L. Aspect physiopathologique des traumatismes thoraciques: détresse respiratoire de

prédictifs de la douleur thoracique chronique

cause pariétale. In : CARLI P, GANDJBAKHCH I. Plaies et traumatismes du thorax. Paris, Arnette 1997: 93-100 ».

- [109] « DIRAISON Y, LEGULLUCHE Y. Aspect physiopathologiques des traumatismes thoraciques : Détresse respiratoire de cause viscérale. in: CARLI P, GANDJBAKHCH I. Plaies et traumatismes du thorax. Paris, Arnette 1997: 101 – 109. »
- [110] B. Marcheix, L. Brouchet, C. Renaud, J. Berjaud, et M. Dahan, « Technique de l'ostéosynthèse costale », *EMC – Chir.*, vol. 2, n° 6, p. 644-658, déc. 2005, doi: 10.1016/j.emcchi.2005.10.002.
- [111] « Beal SL, Oreskovich MR. Long-term disability associated with chest injury. *Am J Surg* 1985;150:324-6. »
- [112] « J, Cogbill T, Lindesmith L. Long-term disability after flail chest injury. *J Trauma* 1984;24:410-4 ».
- [113] « ancovici R, Pons F, Dubrez J, Lang Lazdunski L. Traitement chirurgical des traumatismes thoraciques (II). *Encycl Méd Chir (Elsevier SAS, Paris), Techniques chirurgicales – Thorax*, 42-445-B, 1997: 22p ».
- [114] « Eschapas H, Gaillard J. Volets thoraciques. Principes de traitement. *Ann Chir Thorac Cardiovasc* 1973;12:1-14 ».
- [115] « Nakayama D, Ramenofsky M, Rowe M. Chest injuries in the childhood. *Ann Surg* 1989;210:770-5 ».
- [116] « Sirmali M, Turut H, Topcu S, Gulhan E, Yazici U, Kaya S, et al. A comprehensive analysis of traumatic rib fractures: morbidity, mortality and management. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;24:133-8 ».

- [117] « Swart E, Laratta J, Slobogean G, Mehta S. Operative treatment of rib fractures in flail chest injuries: a meta-analysis and cost-effectiveness analysis. *J Orthop Trauma*. 2017;31(2):64-70 ».
- [118] « Recommandations Formalisées d'Experts : Traumatisme thoracique : prise en charge des 48 premières heures. SFAR – SFMU. Fév 2015. »
- [119] « Bottlang M, Helzel I, Long WB, Madey S. Anatomically Contoured Plates for Fixation of Rib Fractures: *J Trauma Inj Infect Crit Care*. march 2010;68(3):611-5 ».
- [120] « Marcheix B, Brouchet L, Renaud C, Berjaud J, Dahan M. Technique de l'ostéosynthèse costale. *EMC – Tech Chir- Thorax*. janv 2006;1(1):1-11 ».
- [121] « Nirula R, Diaz JJ, Trunkey DD, Mayberry JC. Rib Fracture Repair: Indications, Technical Issues, and Future Directions. *World J Surg*. jan 2009;33(1):14-22 ».
- [122] « Granetzny A. Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary status. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 6 sept 2005;4(6):583-7 ».
- [123] « Althausen PL, Shannon S, Watts C, Thomas K, Bain MA, Coll D, et al. Early surgical stabilization of flail chest with locked plate fixation. *J Orthop Trauma*. 2011;25(11):641-7. »
- [124] « Lardinois D, Krueger T, Dusmet M, Ghisletta N, Gugger M, Ris HB. Pulmonary function testing after operative stabilisation of the chest wall for flail chest. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg*. sept 2001;20(3):496-501 ».
- [125] « Tanaka H, Yukioka T, Yamaguti Y, Shimizu S, Goto H, Matsuda H, et al. Surgical stabilization of internal pneumatic stabilization? A prospective

prédictifs de la douleur thoracique chronique

randomized study of management of severe flail chest patients. *J Trauma Acute Care Surg.* 2002;52(4):727-32 ».

[126] « Muhm M, Härter J, Weiss C, Winkler H. Severe trauma of the chest wall: surgical rib stabilisation versus non-operative treatment. *Eur J Trauma Emerg Surg.* june 2013;39(3):257-65 ».

[127] « Mayberry JC, Terhes JT, Ellis TJ, Wanek S, Mullins RJ. Absorbable Plates for Rib Fracture Repair: Preliminary Experience: *J Trauma Inj Infect Crit Care.* nov 2003;55(5):835-9 ».

[128] « Richardson JD, Franklin GA, Heffley S, Seligson D. Operative fixation of chest wall fractures: an underused procedure? *Am Surg.* june 2007;73(6):591-6; discussion 596-7. »

[129] « Mouton W, Lardinois D, Furrer M, Regli B, Ris HB. Long-term follow-up of patients with operative stabilisation of a flail chest. *Thorac Cardiovasc Surg.* oct 1997;45(5):242-4. »

[130] « Marasco SF, Davies AR, Cooper J, Varma D, Bennett V, Nevill R, et al. Prospective Randomized Controlled Trial of Operative Rib Fixation in Traumatic Flail Chest. *J Am Coll Surg.* may 2013;216(5):924-32 ».

[131] « Bottlang M, Helzel I, Long W, Fitzpatrick D, Madey S. Less-Invasive Stabilization of Rib Fractures by Intramedullary Fixation: A Biomechanical Evaluation: *J Trauma Inj Infect Crit Care.* jan 2010;1 ».

[132] « Bottlang M, Long WB, Phelan D, Fielder D, Madey SM. Surgical stabilization of flail chest injuries with MatrixRIB implants: A prospective observational study. *Injury.* feb 2013;44(2):232-8 ».

- [133] « Voggenreiter G, Neudeck F, Aufmkolk M, Obertacke U, Schmit-Neuerburg K-P. Operative chest wall stabilization in flail chest—outcomes of patients with or without pulmonary contusion. *J Am Coll Surg*. 1998;187(2):130-8 ».
- [134] « Bergeron E, Lavoie A, Clas D, Moore L, Ratte S, Tetreault S, et al. Elderly Trauma Patients with Rib Fractures Are at Greater Risk of Death and Pneumonia: *J Trauma Inj Infect Crit Care*. march 2003;54(3):478-85 ».
- [135] « Campbell N, Conaglen P, Martin K, Antippa P. Surgical Stabilization of Rib Fractures Using Inion OTPS Wraps Techniques and Quality of Life Follow-Up: *J Trauma Inj Infect Crit Care*. sept 2009;67(3):596-601 ».
- [136] « Pieracci FM, Rodil M, Stovall RT, Johnson JL, Biffl WL, Mauffrey C, et al. Surgical stabilization of severe rib fractures. *J Trauma Acute Care Surg*. apr 2015;78(4):883-7 ».
- [137] « Bhatnagar A, Mayberry J, Nirula R. Rib Fracture Fixation for Flail Chest: What Is the Benefit? *J Am Coll Surg*. aug 2012;215(2):201-5 ».
- [138] « Dehghan N, de Mestral C, McKee MD, Schemitsch EH, Nathens A. Flail chest injuries: A review of outcomes and treatment practices from the National Trauma Data Bank. *J Trauma Acute Care Surg*. feb 2014;76(2):462-8 ».
- [139] « Gasparri MG, Tisol WB, Haasler GB. Rib stabilization: lessons learned. *Eur J Trauma Emerg Surg*. oct 2010;36(5):435-40 ».
- [140] « Mayberry JC, Ham LB, Schipper PH, Ellis TJ, Mullins RJ. Surveyed Opinion of American Trauma, Orthopedic, and Thoracic Surgeons On Rib and Sternal Fracture Repair: *J Trauma Inj Infect Crit Care*. march 2009;66(3):875-9 ».

- [141] « Oyarzun JR, Bush AP, McCormick JR, Bolanowski PJ. Use of 3.5-mm acetabular reconstruction plates for internal fixation of flail chest injuries. *Ann Thorac Surg.* 1998;65(5):1471-4 ».
- [142] « Marasco S, Liew S, Edwards E, Varma D, Summerhayes R. Analysis of bone healing in flail chest injury: do we need to fix both fractures per rib? *J Trauma Acute Care Surg.* sept 2014;77(3):452-8. »
- [143] « De Moya M, Bramos T, Agarwal S, Fikry K, Janjua S, King DR, et al. Pain as an Indication for Rib Fixation: A Bi Institutional Pilot Study: *J Trauma Inj Infect Crit Care.* dec 2011;71(6):1750-4 ».
- [144] « Majercik S, Cannon Q, Granger SR, VanBoerum DH, White TW. Long-term patient outcomes after surgical stabilization of rib fractures. *Am J Surg.* july 2014;208(1):88-92 ».
- [145] « Bastos R, Calhoon JH, Baisden CE. Flail Chest and Pulmonary Contusion. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* march 2008;20(1):39-45. »
- [146] « Nirula R, Allen B, Layman R, Falimirski ME, Somberg LB. Rib fracture stabilization in patients sustaining blunt chest injury. *Am Surg.* apr 2006;72(4):307-9 ».
- [147] « Granhed HP, Pazooki D. A feasibility study of 60 consecutive patients operated for unstable thoracic cage. *J Trauma Manag Outcomes.* dec 2014 ;8(1) ».
- [148] « Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. *Eur J Trauma Emerg Surg.* oct 2010;36(5):407-15 ».
- [149] « Landercasper J, Cogbill TH, Lindesmith LA. Long-term disability after flail chest injury. *J Trauma.* 1984;24(5):410-4 ».

- [150] « Mouton WLD, Furrer M, Regli B, Ris HB. Long-term follow-up of patients with operative stabilization of a flail chest. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1997;45:242-4 ».
- [151] « Zhang Y, Tang X, Xie H, Wang RL. Comparison of surgical fixation and nonsurgical management of flail chest and pulmonary contusion. *Am J Emerg Med.* 2015;33(7):937-40 ».
- [152] « Xu JQ, Qiu PL, Yu RG, Gong SR, Ye Y, Shang XL. Better short-term efficacy of treating severe flail chest with internal fixation surgery compared with conservative treatments. *Eur J Med Res.* 2015;20:55 ».
- [153] « Doben AR, Eriksson EA, Denlinger CE, et al. Surgical rib fixation for flail chest deformity improves liberation from mechanical ventilation. *J Crit Care.* 2014;29(1):139-43 ».
- [154] « Kasotakis G, Hasenboehler EA, Streib EW, et al. Operative fixation of rib fractures after blunt trauma: a practice management guideline from the eastern Association for the Surgery of trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* 2017;82(3):618-26. »
- [155] « Fowler TT, Taylor BC, Bellino MJ, Althausen PL. Surgical treatment of flail chest and rib fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2014;22(12):751-60 ».
- [156] « Mitchell JD. Blunt chest trauma: is there a place for rib stabilization? *J Thorac Dis.* 2017;9(Suppl 3):S211-7 ».
- [157] « Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/AO_Foundation ».
- [158] « Marasco. Analysis of bone healing in flail chest injury: do we need to fix both fractures per rib? *J Trauma Acute Care Surg.* 2014;77(3):452-8 ».
- [159] P. I. Cha, J. G. Min, A. Patil, J. Choi, N. N. Kothary, et J. D. Forrester, « Efficacy of intercostal cryoneurolysis as an analgesic adjunct for chest wall pain after

prédictifs de la douleur thoracique chronique

surgery or trauma: systematic review », *Trauma Surg. Acute Care Open*, vol. 6, n° 1, p. e000690, mai 2021, doi: 10.1136/tsaco-2021-000690.

- [160] « Cryoablation du nerf intercostal pour le contrôle de la douleur de fracture traumatique des.pdf ».
- [161] « Finneran Iv JJ, Gabriel RA, Swisher MW, Berndtson AE, Godat LN, Costantini TW, Ilfeld BM. Ultrasound-Guided percutaneous intercostal nerve cryoneurolysis for analgesia following traumatic rib fracture –a case series. *Korean J Anesthesiol* 2020;73:455 ».
- [162] « Zhao F, Vossler J, Kaye A. A multi institution case series of intercostal nerve cryoablation for pain control when used in conjunction with surgical stabilization of rib fractures. *J Cardiothorac Trauma* 2019;4:28 ».
- [163] V. G. Shelat, S. Eileen, L. John, L. T. Teo, A. Vijayan, et M. T. Chiu, « Chronic pain and its impact on quality of life following a traumatic rib fracture », *Eur. J. Trauma Emerg. Surg.*, vol. 38, n° 4, p. 451-455, août 2012, doi: 10.1007/s00068-012-0186-x.
- [164] « Stabilisation opératoire d'un fléau thoracique six ans après blessure. Slater MS, Mayberry JC, Trunkey DD *Ann Thorac Chirurgen*. 2001 août ; 72(2):600-1. »
- [165] « Girsowicz E, Falcoz PE, Santelmo N, Massard G *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. mars 2012 ; 14(3):312-5 ».
- [166] « Michelitsch C, Acklin YP, Hässig G, et al. Stabilisation opératoire du traumatisme de la paroi thoracique : rapport monocentrique de la prise en charge initiale et des résultats à long terme. *Monde J Surg* 2018 ;42:3918-26. 10.1007/s00268-018-4721-8 ».

[167] « Fagevik Olsén M, Slobo M, Klarin L, et al. Physical function and pain after surgical or conservative management of multiple rib fractures – a follow-up study. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 2016;24:128. 10.1186/s13049-016-0322-4 ».