



HAL
open science

**Prise en charge des traumatismes thoraciques au cours
des 48 premières heures : évaluation des pratiques
professionnelles et étude pronostique dans un service
d'urgences**

Marion Scotto

► **To cite this version:**

Marion Scotto. Prise en charge des traumatismes thoraciques au cours des 48 premières heures : évaluation des pratiques professionnelles et étude pronostique dans un service d'urgences. Médecine humaine et pathologie. 2016. dumas-01372888

HAL Id: dumas-01372888

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01372888>

Submitted on 27 Sep 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université Victor Segalen – Bordeaux 2

U.F.R DES SCIENCES MEDICALES

Année 2016

Thèse n°3048

THESE

Pour l'obtention du

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement

Le 7 juillet 2016

Par

Marion SCOTTO

Née le 10 juillet 1986 à Paris 12^e

**Prise en charge des traumatismes thoraciques au cours des 48 premières heures :
Evaluation des pratiques professionnelles et étude pronostique dans un service d'urgences**

Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Cédric CARRIE

Rapporteur

Monsieur le Docteur Matthieu BIAIS

Jury

Monsieur le Professeur François SZTARK

Président

Monsieur le Professeur Frédéric VARGAS

Juge

Monsieur le Docteur Matthieu BIAIS

Juge

Monsieur le Docteur Laurent STECKEN

Juge

Monsieur le Docteur Matthieu THUMEREL

Juge

Monsieur le Docteur Cédric CARRIE

Juge

Remerciements

A Monsieur le Professeur SZTARK, président du jury

Vous m'avez fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse. Je vous remercie pour votre enseignement et votre disponibilité tout au long de cet internat. J'espère avoir été digne de vos attentes. Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de mon profond respect et de ma reconnaissance.

A Monsieur le docteur Cédric CARRIE, directeur de thèse et juge

Je te remercie pour la confiance accordée en me proposant ce travail. Ta rigueur, ton souci de l'excellence m'ont permis de dépasser mes limites. Tu m'as aidé à mener à bien ce projet. Toujours une idée innovante, du chronomètre au spiromètre, tu m'as appris ce qu'était un trauma leader ! Reçois mon amitié et ma reconnaissance.

A Monsieur le docteur Matthieu BIAIS, rapporteur de thèse et juge

Tu me fais l'honneur de rapporter et de juger ce travail. Merci pour le temps consacré. Ton expertise en traumatologie et ta rigueur scientifique sont une aide précieuse. Sois assuré de ma profonde estime.

A Monsieur le Professeur Frédéric VARGAS, membre du jury

Je suis honorée que vous ayez accepté de juger ce travail. Votre expertise est un réel atout pour juger ce travail. Veuillez recevoir toute ma reconnaissance.

A Monsieur le Docteur Laurent STECKEN, membre jury

Tu me fais l'honneur d'accepter de juger ce travail. Tout au long de mon internat tu as toujours été présent dans notre formation, un véritable moteur pour les sujets de recherche, un clinicien hors pair. J'ai pu partager avec toi la passion pour l'infectiologie, je te remercie pour tout ce que tu m'as transmis. En espérant pouvoir continuer à travailler ensemble. Je tiens à t'exprimer toute mon amitié et ma reconnaissance.

A Monsieur le Docteur Matthieu THUMEREL, membre du jury

Je vous remercie d'avoir accepté de juger cette thèse. Votre expertise en tant que chirurgien thoracique est précieuse pour apporter à ce travail un autre angle. Veuillez recevoir mes sincères remerciements.

A ma famille,

Aux présents et aux absents,

A mon papi adoré pour ton enthousiasme permanent, ta fureur de vivre et tes recettes médicales toujours plus farfelues mais efficaces, merci de m'encourager comme tu le fais !

A mes parents, pour votre soutien durant toutes années, merci pour votre amour et vos conseils quotidiens.

A Fredou, pour notre complicité, nos fous rires, tes conseils, tu es une sœur géniale !

Fabien pour la doc touch, ta bonne humeur, et ma petite anana si grande déjà, tu nous éblouis chaque jour un peu plus !

A Michèle et Jean claude merci pour votre soutien et vos encouragements !

Jérémy et Stephane, j'espère vous voir plus souvent.

A boubou... notre princesse !

A tous ceux et celles qui ont partagé mon externat et mon internat

A la faculté Saint Antoine et son fameux globule rouge,

A l'équipe du Réveil qui m'a fait découvrir l'anesthésie réanimation et la traumatologie, et m'a transmis le virus de cette spécialité.

Au Professeur Jacques Boddaert, pour votre enseignement tout au long de notre externat, vos qualités de clinicien, vos fameux ECG, pour les urgences cardiologiques partagées, je vous remercie pour tout, ce fut un réel plaisir d'apprendre à vos côtés.

Au Professeur Jacques Cadranel, pour ce dernier stage avant l'ECN, votre engagement en tant que clinicien et votre rigueur scientifique sont un exemple pour moi, merci pour vos conseils.

A l'anesthésie réanimation bordelaise,

A Gaëlle et Brice pour la découverte de l'anesthésie obstétricale, et vos conseils durant ce premier trimestre !

A l'équipe du bloc, de la réanimation paloise et de Navarre, pour m'avoir guidée dans ce début d'internat !

A l'équipe du 5^e, être interne à vos côtés fut un réel plaisir, vous m'avez transmis une autre vision de l'anesthésie réanimation, votre engagement auprès des patients et dans la formation des internes sont un exemple pour moi. Je suis très heureuse de rejoindre votre équipe, Alain nous avait dit on a connu un grand 5^e, espérons que cela continue !

A mes cointernes du 5^e Arnaud, Emilie, Elodie, Hélène

A l'équipe de la réanimation de Saint Louis, pour ce semestre en immersion, et cette rencontre merveilleuse avec mes cointernes et amis ! A Antoine, Claire, Delphinou, Etienne, Lala, Igor !

A l'équipe de Fatal dé choc, merci pour ces 6 mois de traumatologie, Mr Revel, Julien, Laurent, Cédric
Aux infirmiers et aides-soignants toujours motivés, en particulier à Cléa et le fameux « vous avez 5 minutes... » et aux Kinés David et Julie pour votre aide précieuse et votre participation dans ce travail !

Au fameux spiromètre, entre Pellegrin et Haut Lévêque il nous a donné du fil à retordre !

A l'équipe du BURG pour toutes ces nuits blanches parmi vous, merci de m'avoir accompagnée durant tout mon internat !

A l'équipe d'Harry Potter pour ce semestre de folie entre rires et larmes, on n'a pas relevé le niveau mais on a bien rigolé, A Carole, Mirlaine shampoing, Maréchal Gaubi, Princesse Vicki, et notre panda roux national ! Plus que des cointernes une réelle amitié est née de cette aventure !

A Lisa et Mathilde pour ce semestre riche en émotions, au General Hospital, heureusement que vous étiez là !

A mes cointernes de promo, pour ces 5 années partagées avec vous !

Aux plus jeunes internes rencontrés durant ces 5 ans !

Au déluge, gravier, et j'en passe...

Aux jeunes chefs, à Cécile pour ta bonne humeur et tes conseils, et à Arnaud, j'ai hâte de vous retrouver !

A tous ceux qui ont participé à ma formation !

A paillette, (arrête de briller ;)), une de mes premières rencontres fruit d'une belle amitié, tu as été très présente cette année et je t'en remercie, toujours de bons conseils de mes débuts à aujourd'hui, pour faire taire les rumeurs on est aussi bavarde l'une que l'autre ! J'ai hâte de travailler avec toi !

A Anne, Arnaud et Laurent pour notre voyage à la Nouvelle Orléans, entre l'oignon de la voisine le diet coke et les fameuses « Candaidaisies », un bon nombre de fous rires pendant ce séjour !

A mes amis d'externat,

Aux filles, 4 filles dans le vent, une amitié à toute épreuve, de Saint Antoine à Bangkok passant par Koh Lanta et Villepinte, 3 LCA plus tard on arrive à la fin de cet internat... : A ma Soso, que de souvenirs partagés, on a passé toutes les étapes ensemble, deux anesthésistes réanimatrices, on l'a fait ! Rappelle-toi aujourd'hui c'est le premier jour du reste de notre vie, et demain... je sais que nous serons là ! Ma Steph Steph, également présente durant toutes ces années, j'ai hâte de partager encore de nombreux souvenirs je m'entraîne pour les youyou ! Ma petite miam, la 4^e mousquetaire, notre sauveuse dans nos escapades thaïlandaises, je suis sûre que le meilleur est devant toi !

A Chloé, pour cet externat passé ensemble, ton soutien dans toutes les épreuves, j'espère que nous aurons du temps pour nous retrouver.

A Stell, ma sous colleuse ! Que de soirées passées ensemble, une motivation sans faille ! C'est grâce à toi si j'ai pu choisir ce que je voulais ! Je te souhaite le meilleur !

A Caro ! Heureuse d'avoir pu devenir ton amie de paris à Lima en passant par les glaciers...

A Pauline, toujours la patate, une vie en rose ! Tu feras une pédiatre géniale !

A Milie, pour toutes années passées à Arcachon, tous nos souvenirs... !

A mes amis d'internat,

A mon petit panda roux, plus qu'une cointerne une véritable amie et bientôt une voisine (mais néanmoins confrère...) Ton humour légendaire, tes talents de chorégraphe à tes heures perdues font qu'on ne s'ennuie jamais avec toi. Toujours là pour m'écouter (et oui je parle je parle je sais ;)..) et me conseiller. Ne laisse personne te faire douter de toi ! Après une année intense, et un dernier regard vers la mer....nous y sommes ! Ma petite Liliane, j'espère être ta Catherine encore pour de longues années ! Et après nous le déluge !

A Antoine, pour ta bonne humeur, tes conseils, la joie de faire nos courses à la sortie d'Haut Lévêque, tes talents de chorégraphe partagés avec la miss Blondeau nous ont fait vivre des soirées mythiques !

A Hélène, pour ta franchise, ta positive attitude et ton calme ! Toujours là pour s'ambiancer !

A Anne So, notre chirurgienne, au milieu de tous ces anesth! Toujours d'attaque mais après une petite sieste... ! Heureuse de pouvoir te retrouver de l'autre côté du champ !

A Flavie, toujours la pêche, ma cuppeuse préférée, que de bons souvenirs !

A Julia, je te souhaite le meilleur et je sais que c'est bien parti,;)

A Ride, pour ton humour décalé, ta positive attitude, ton petit grain de folie !

A Alex et Simon (Le druide ou frère des ours ;)), toujours le mot pour rire, les bons conseils... nos inséparables !

A l'équipe de la MDB :

A Alex, pour tous les livres que tu lis pour moi, tes alexades fantastiques (le vélo et j'en passe) tes conseils précieux, et ton humour ! Je te souhaite de réussir tout ce tu entreprends !

A Mumu, ta bonne humeur et ta positive attitude constantes, nous avons été présente l'une pour l'autre ces derniers mois et je t'en remercie. C'est avec plaisir que je t'ai redécouverte, merci de me secouer ! Je te souhaite beaucoup de bonheur avec notre Ryan !

A Didine, pour notre amitié et nos souvenirs passés, en espérant continuer à partager d'autres souvenirs

A Banou, une nouvelle vie s'ouvre à toi, je te souhaite beaucoup de bonheur et de continuer à se voir et à partager de bons moments !

A François, mon petit Franquess !! De l'internat passant par les cups, tant de souvenirs !

A Audrey, pour ton enthousiasme permanent, ta gentillesse et tes conseils

A Thomas, parce que j'ai encore beaucoup de choses à te raconter ! Mon petit thomas, j'espère pouvoir te voir plus souvent !

A Julien, pour ce début à l'internat, ton humour et ces souvenirs de cup mémorables !

VeVe, pour ton extravagance légendaire qui me fera toujours rire ! La loi du toujours plus !

A Benoit, pour ton amour, ta présence quotidienne dans ce parcours du combattant, un mot clé la positive attitude, tes conseils et ta relecture m'ont été précieux. L'avenir est devant nous et n'oublie pas quand même.....;) !

« A nous, aux souvenirs que nous allons nous faire, à l'avenir et au présent surtout ! »

1. Prise en charge des traumatismes thoraciques au cours des 48 premières heures :

Évaluation des pratiques professionnelles dans un service d'urgences

Objectif : Evaluer la faisabilité et l'efficacité d'un protocole de prise en charge des traumatismes thoraciques admis aux urgences en monodéfaillance respiratoire secondaire à des fractures multiples de côtes.

Matériel et méthodes : Etude monocentrique observationnelle validée par le comité local d'éthique et comprenant deux périodes avant (analyse rétrospective) et après (analyse prospective) mise en place d'un protocole de prise en charge. La prise en charge comprenait un protocole d'analgésie incluant l'anesthésie locorégionale en cas de douleur non-contrôlée dans les 12 heures, le recours à la ventilation non-invasive (VNI) et des indications raisonnées de drainage thoracique. Le critère de jugement principal était le score de douleur maximal dans les 24 heures suivant la prise en charge aux urgences. Les critères de jugement secondaires étaient la survenue de complications secondaires définies par une pneumopathie secondaire, une admission secondaire en réanimation, le recours à la ventilation invasive pour détresse respiratoire aiguë ou le décès.

Résultats : 66 patients ont été inclus au cours des deux périodes. Le protocole de prise en charge permettait une diminution significative des scores de douleurs ($p < 0,0001$) sans augmenter les durées de prise en charge aux urgences ($p = 0,6$). Lors de la 2^{ème} période, on notait une orientation plus fréquente en réanimation ou unité de soins intensifs (59 % vs 94 %, $p = 0,003$). En revanche, on ne retrouvait pas de différence significative sur les durées d'hospitalisation ou la survenue des complications secondaires.

Conclusion : La mise en place d'un protocole incluant une stratégie analgésique et ventilatoire chez les traumatisés thoraciques est réalisable au sein d'un service d'urgences, permettant l'amélioration des scores de douleur. L'effectif insuffisant ne permettait pas de démontrer une diminution du taux de complications secondaires.

Mots clés : traumatisme thoracique, analgésie locorégionale, urgences, ventilation non invasive.

2. Valeur pronostique des mesures de la capacité vitale et de l'excursion diaphragmatique au cours de la prise en charge initiale des traumatismes thoraciques : étude préliminaire

Objectif : Evaluer la relation entre la capacité vitale forcée et l'excursion diaphragmatique et la survenue de complications respiratoires secondaires à un traumatisme thoracique.

Matériel et méthodes : Etude observationnelle prospective monocentrique validée par le comité d'éthique local et réalisée en réanimation des urgences du CHU de Bordeaux. Au cours d'une période de 10 mois, étaient inclus tous les patients traumatisés avec au moins 3 fractures de côtes sans indication à une ventilation mécanique urgente. Le critère de jugement principal était la survenue de complications secondaires. Les critères de jugement secondaires étaient les durées d'hospitalisation totales et en réanimation.

Résultats : 33 patients traumatisés thoraciques ont été inclus. Seule la CVF en fin de prise en charge aux urgences était significativement associée à la survenue de complications et aux durées d'hospitalisation. Ainsi, la CVF mesurée en fin de prise en charge aux urgences ressortait comme prédictive de complications secondaires avec une AUC = 0,78 [0,61 – 0,91], $p = 0,03$. Un seuil < 43 % était prédictif de complications secondaires avec une sensibilité à 71 % [29 – 96%], une spécificité à 92 % [75 – 99%] et un LHR+ à 9.29 [2.3 - 38.1]. La variation entre la CVF au cours de la prise en charge aux urgences était également associée à la survenue de complications secondaires ($p=0,03$). Il existait une corrélation entre la CVF et l'EDE_{max} ($p=0,001$), mais les variations à travers le temps de la CVF et de l'EDE_{max} n'étaient pas corrélées ($p=0,28$).

Conclusion : L'absence d'amélioration de la CVF était associée à des durées d'hospitalisation allongées et à la survenue de complications secondaires. On ne retrouvait pas de corrélation entre la CVF et l'EDE_{max}.

Mots clés : Capacité vitale forcée, excursion diaphragmatique, traumatisme thoracique, médecine d'urgence.

1. Management of blunt chest trauma patients in the first 48 hours: Evaluation of a standardized protocol in emergency department

Objective: Evaluation of an emergency protocol based on recent recommendations for the early management of blunt chest trauma patients without immediate life threatening injuries.

Methods: Prospective observational study approved by the Institutional Review Board comparing two periods of six months before (retrospective analysis) and after (prospective analysis) the introduction of the protocol. The recommended management included an analgesia protocol performed with intravenous (IV) opioids, epidural analgesia or continuous paravertebral catheter and the appropriate use of chest tube and non-invasive ventilation. The primary outcome was the level of pain in the first of hospitalization. The secondary outcome were the respiratory complications during the hospital stay (pneumonia, secondary ICU transfer, indication of mechanical ventilation for hypoxemic respiratory failure or death).

Results: 66 patients were included during the two periods of the study without statistical differences between the populations. The recommended protocol allowed a significant reduction of pain scores ($p < 0.0001$) without extended emergency length of stay ($p = 0.6$). During the second period, the rate of primary ICU transfer was significantly increased (59 % vs 94 %, $p = 0.003$). However, we found no statistical differences between the rate of secondary respiratory complications and the length of stay in ICU or hospital

Conclusion: The application of protocol based on recent recommendations is feasible in emergency department and significantly improved the analgesia of blunt chest trauma patients. Unfortunately, the sample size of the study didn't allow to demonstrate a reduction of secondary respiratory complications.

Key words: blunt chest trauma, epidural analgesia, continuous paravertebral block, non-invasive ventilation, emergency medicine.

2. Vital capacity and diaphragmatic ultrasound for the risk stratification in blunt chest trauma

Introduction: This pilot study aimed to assess the association between FVC measurements in the emergency settings and hospital length of stay or secondary pulmonary complications in high-risk blunt-chest trauma patients. The secondary outcome was to assess the correlation between diaphragmatic ultrasound (US) and forced vital capacity during the primary care in this specific population.

Materials and methods: During 10 months, a prospective one center study approved by the Institutional Review Board. For each patient, FVC and US diaphragmatic excursion (EDE_{max}) were measured at enrolment and repeated before the discharge of emergency department. Hospital length of stay (LOS) and pulmonary complications during the hospital stay were recorded.

Results: During a six-month period, 33 consecutive blunt chest trauma patients with more than 3 ribs fractures were included unless they required emergent intubation < 24 hours. Only FVC measured at discharge – not at enrolment – was significantly associated with hospital length of stay ($p = 0.007$) and secondary complications ($p = 0.04$). ΔFVC ($p = 0.03$) were associated with secondary pulmonary complications. Patients with a FVC $\leq 50\%$ at ED discharge had an extended LOS (OR of LOS ≥ 15 days = 5 [1.3 – 21], $p = 0.03$). There was a slight correlation between EDE_{max} and FVC ($p = 0.001$) but variations over time were not correlated ($p = 0.28$).

Conclusion: The non-improvement of FVC at discharge despite an aggressive pain control and respiratory therapy is associated with higher LOS and secondary complications. Diaphragmatic US can't be an alternative to FVC measurements in blunt chest trauma patients.

KEY-WORDS: Blunt chest trauma; Forced vital capacity; Diaphragmatic ultrasound; Emergency medicine

Liste des abréviations

AINS : Anti-inflammatoires non stéroïdiens
ALR : Analgésie loco régionale
APDT : Analgésie péridurale thoracique
AUC : Aire sous la courbe
BGN : Bacille gram négatif
CVF : Capacité vitale forcée
ECG : Electrocardiogramme
EDE_{max} : Excursion diaphragmatique maximale
EN : Echelle numérique
E. coli : Escherichia Coli
E. cloacae : Enterobacter Cloacae
Inadéquation V°/Q : Inadéquation ventilation/perfusion
IRA : Insuffisance respiratoire aiguë
ISS : Injury severity score
KTPV : Cathéter paravertébral
LHR : Likelihood ratio
PAVM : Pneumopathie acquise sous ventilation mécanique
PCA : Patient controlled analgesia
ROC : Receiver operating characteristic
SE : Sensibilité
SP : Spécificité
SDRA : Syndrome de détresse respiratoire aiguë
SAMS : Staphylocoque meti sensible
TDM : Tomodensitométrie
TT : Traumatisme thoracique
TTSS : Thoracic Trauma Severity Score
USC : Unité de soins continus
VM : Ventilation mécanique
VNI : Ventilation non invasive
VPN : Valeur prédictive négative
VPP : Valeur prédictive positive
WOB : travail respiratoire

Table des matières

Première partie : Le traumatisé thoracique : de la physiopathologie à la prise en charge.....	18
1. Introduction au traumatisme	18
1.1. Rappels épidémiologiques.....	18
1.2. Mécanismes lésionnels et cinétique du traumatisme.....	18
1.3. Problématique en médecine d'urgence	19
2. Physiopathologie	20
2.2. Fractures de côtes et volet costal.....	21
2.3. Complications à court terme	23
2.3.1. Complications infectieuses.....	23
2.3.2. Syndrome de détresse respiratoire aiguë.....	24
2.4. Conséquences à long terme	24
3. Prise en charge du traumatisme thoracique dans les 48 premières heures.....	25
3.1. Prise en charge analgésique	25
3.1.1. Analgésie systémique	25
3.1.1.1. Epargne morphinique	25
3.1.1.2. Place de la kétamine	26
3.1.1.3. Place des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS).....	26
3.1.2. Analgésie locorégionale	27
3.1.2.1. Bénéfice-risque de l'APDT en traumatologie.....	28
3.1.2.2. Bloc paravertébral : Alternative à l'analgésie péridurale	29
3.1.2.3. Place du bloc Serratus.....	30
3.2. Place de la ventilation non invasive	31
3.3. Modalités de drainage	32
3.4. Place de la chirurgie.....	33
4. Facteurs prédictifs de la survenue de complications respiratoires secondaires.....	35
4.1. Score clinique.....	35
4.2. Valeur pronostique de la TDM thoracique.....	37

4.3. Valeur pronostique de la capacité vitale	38
4.4. L'utilisation de l'échographie diaphragmatique chez le traumatisé thoracique	39
5. Rationnel de l'étude.....	40

Deuxième partie : Prise en charge des traumatismes thoraciques au cours des 48 premières heures
Évaluation des pratiques professionnelles dans un service d'urgences **41**

1. Introduction.....	41
2. Matériel et Méthodes	42
2.1. Population.....	42
2.2. Protocole de prise en charge initiale des traumatisés thoraciques admis en réanimation des urgences.....	43
2.3. Recueil de données et critères de jugement.....	44
2.4. Analyse statistique.....	45
3. Résultats.....	46
3.1. Description de la population	46
3.2. Efficacité d'un protocole de prise en charge des traumatismes thoraciques.....	48
3.3. Effets de l'ALR au cours de la prise en charge précoce des traumatismes thoraciques .	50
3.4. Facteurs associés à la survenue de complications secondaires.....	51
4. Discussion.....	53
5. Conclusion	56

Troisième partie : Valeur pronostique des mesures de la capacité vitale et de l'excursion diaphragmatique au cours de la prise en charge initiale des traumatismes thoraciques : étude préliminaire **57**

1. Introduction.....	57
2. Matériel et méthodes	58
2.1. Population.....	58
2.2. Recueil de données.....	59
2.3. Critères de jugement	62
2.4. Analyse statistique.....	63

3. Résultats.....	64
3.1. Description de la population	64
3.2. Evolution des paramètres respiratoires lors de la prise en charge aux urgences.....	66
3.3. Valeur prédictive de la capacité vitale au cours de la prise en charge initiale des traumatismes thoraciques.....	67
3.4. Corrélation entre la CVF et l'excursion diaphragmatique chez les patients traumatisés thoraciques.....	70
4. Discussion.....	71
5. Conclusion	73
Annexe 1 : Protocole d'analgésie locorégionale	74
Annexe 2 : Protocole de ventilation non-invasive	77
Références.....	78
Serment d'Hippocrate	85

Tables des illustrations

Figure 1. Physiopathologie des traumatismes thoraciques et des complications secondaires	20
Figure 2. Description schématique d'une respiration paradoxale sur volet costal.....	22
Figure 3. Innervation de la paroi thoracique	27
Figure 4. Repères échographiques de l'espace paravertébral et ponction échoguidée	29
Figure 5. Repérage et ponction échoguidée du bloc Serratus	31
Figure 6. Volet costal avant et après ostéosynthèse, vue scannographique	34
Figure 7. Ostéosynthèse d'un volet costal, vue chirurgicale	34
Figure 8. Principes de mesure de l'excursion diaphragmatique droite en expiration forcée	39
Figure 9. Documentation microbiologique des pneumopathies post-traumatiques.....	49
Figure 10. Description du spiromètre portable (Spirobank™, MIR, Roma, Italie)	59
Figure 11. Evolution de l'EDEmax au cours de la prise en charge des traumatisés thoraciques, ...	60
Figure 12. Capacité de la CVF mesurée à la fin de la prise en charge aux urgences à prédire la survenue de complications secondaires.....	68
Figure 13. Comparaison des capacités diagnostiques de la CV mesurée en fin de prise en charge et du score de Battle pour prédire le risque de complications secondaires	68
Figure 14. Corrélation entre la CVF mesurée en fin de prise en charge aux urgences et la durée d'hospitalisation en réanimation et la durée totale d'hospitalisation	69
Figure 15. Corrélation entre les différentes valeurs de EDEmax et CVF et entre Δ EDEmax et Δ CVF	70
Tableau 1. Score de Battle	36
Tableau 2. Thoracic trauma severity score.....	37
Tableau 3. Table de conversion des agents morphiniques	44
Tableau 4. Description de la population.....	47
Tableau 5. Efficacité d'un protocole de prise en charge des traumatismes thoraciques	49
Tableau 6. Comparaison de l'ALR à l'analgésie IV	50
Tableau 7. Analyse univariée des facteurs associés aux complications secondaires.....	52
Tableau 8. Description de la population.....	65
Tableau 9. Evolution des paramètres respiratoires lors de la prise en charge aux urgences.....	66
Tableau 10. Analyse univariée des facteurs de risque liés aux complications secondaires.....	67

1. Introduction au traumatisme

1.1. Rappels épidémiologiques

Le traumatisme thoracique est fréquent, retrouvé dans 30 % des admissions en traumatologie (1). Dans le cadre d'un polytraumatisme, une atteinte thoracique est présente dans 50 % des cas et responsable de 20 à 25 % de décès ; sa présence est un facteur de risque de surmortalité (2).

La gravité spécifique des traumatismes thoraciques est cependant difficile à estimer. En effet, les présentations cliniques sont très hétérogènes selon le mécanisme lésionnel, la cinétique du traumatisme et les lésions associées, présentes dans 70 à 90 % des cas.

1.2. Mécanismes lésionnels et cinétique du traumatisme

- Les traumatismes thoraciques pénétrants représentent environ 10 % des cas en France. On distingue les traumatismes par arme blanche entraînant des lésions de lacération à faible cinétique et les traumatismes balistiques entraînant des lésions sévères à haute cinétique (plaie des gros vaisseaux, destruction parenchymateuse et des organes intra-thoraciques). Un traumatisme pénétrant est facteur de mortalité par rapport à un traumatisme contondant (3).
- Les traumatismes non pénétrants sont les plus fréquents en France, principalement causés par des accidents de la voie publique ou des chutes de grande hauteur. Le profil lésionnel de ces patients comprend des lésions directes par compression-écrasement, des lésions d'accélération-décélération qui font effet de cisaillement sur les zones charnières,
- Des lésions de blast ou de compression à glotte fermée. Du fait de mécanismes lésionnels souvent multiples, il faut garder à l'esprit que l'importance des lésions intra-thoraciques n'est pas toujours corrélée à la sévérité des atteintes pariétales.

1.3. Problématique en médecine d'urgence

Un traumatisme thoracique peut être responsable de multiples situations cliniques de niveau de gravité variable et confrontant le clinicien à des problématiques différentes :

- Chez un patient présentant une urgence vitale immédiate, le traumatisme thoracique est le principal pourvoyeur de diagnostics différentiels de l'état de choc (4). Dans cette situation, toute la difficulté sera d'adopter une stratégie diagnostique exhaustive et une prise en charge hiérarchisée des différentes urgences vitales immédiates, différées ou fonctionnelles.
- Chez un patient ne présentant pas de signes de gravité à l'admission, toute la difficulté sera de rechercher des critères pronostiques permettant l'orientation la plus appropriée du patient. Au cours d'une étude rétrospective incluant 764 patients traumatisés thoraciques hospitalisés en secteur via les urgences, 10 % des patients étaient secondairement transférés en réanimation. Cette population présentait des durées d'hospitalisation et de réhabilitation significativement plus élevées par rapport aux patients admis d'emblée en réanimation (5). Ainsi, les auteurs mettent en évidence l'importance de l'orientation initiale de patients traumatisés thoraciques admis aux urgences sans critère de réanimation. Des outils pronostiques pourraient permettre d'orienter ces patients dès la prise en charge aux urgences afin de limiter la survenue de complications secondaires.

Pour la suite de cette présentation, nous nous focaliserons sur les traumatismes thoraciques fermés n'engageant pas le pronostic vital à la phase initiale. Nous ne décrirons pas les traumatismes myocardiques ou vasculaires ni les traumatismes des voies aéro-digestives supérieures.

2. Physiopathologie de la survenue des complications secondaires

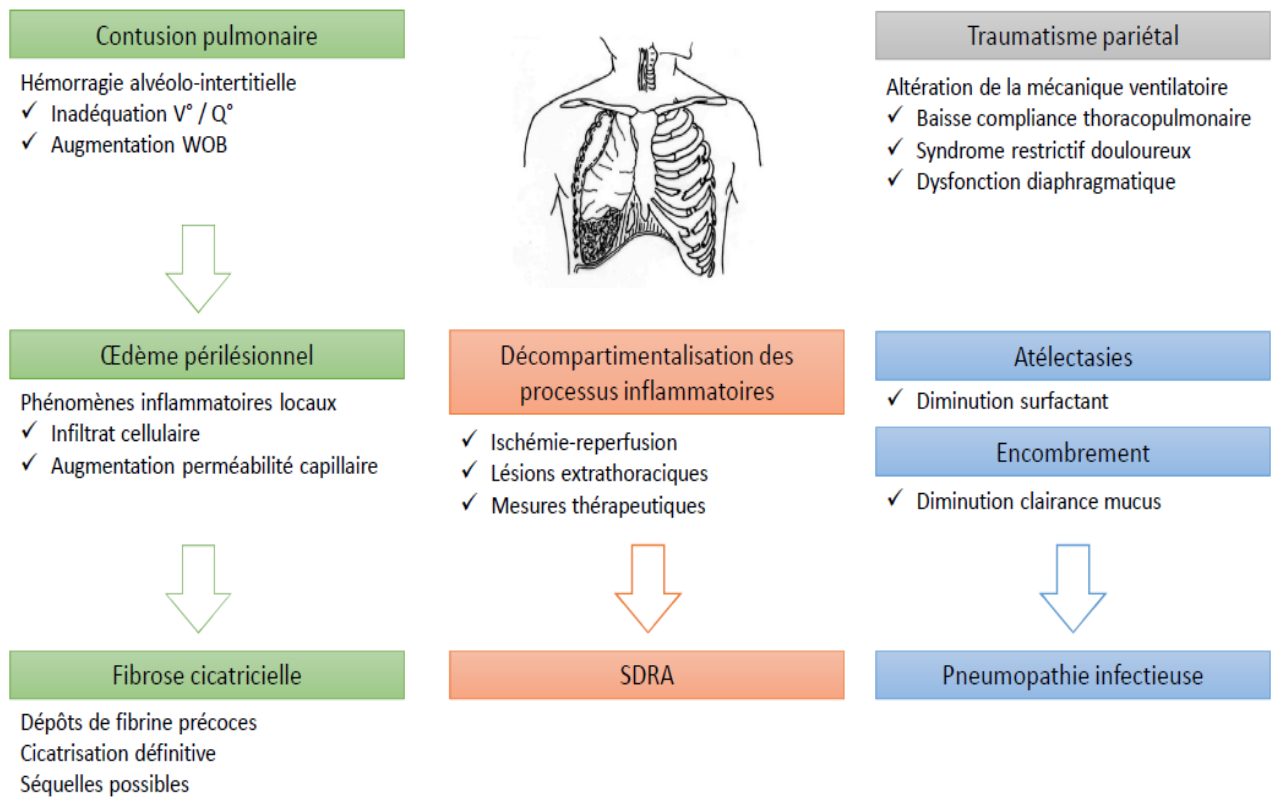


Figure 1. Physiopathologie des traumatismes thoraciques et des complications secondaires

2.1. Contusion pulmonaire

La contusion pulmonaire est retrouvée dans 50 % des traumatisés thoraciques fermés. Elle est liée à la transmission directe de l'énergie au parenchyme pulmonaire par la paroi thoracique. Elle apparaît initialement dans les zones pulmonaires ayant reçu l'impact mais il existe des lésions de contrecoup par transmission de l'énergie de l'onde choc.

Il survient immédiatement des lésions de la membrane alvéolo-capillaire provoquant une hémorragie interstitielle et alvéolaire, pouvant être majorée par une plaie du parenchyme pulmonaire. La sévérité des lésions pulmonaires est liée au pic de vitesse de l'impact pariétal et à la déformation thoracique.

Les lésions de contusion pulmonaire ne sont pas fixes, elles évoluent dans les 3 à 5 jours avec apparition de phénomènes inflammatoires locaux. Un œdème interstitiel apparaît en 24h avec un infiltrat leucocytaire à prédominance neutrophile (6). Il y a également une réaction inflammatoire avec la libération de cytokines, de chémokines, et l'activation systémique du complément (7,8). Parallèlement à cette cascade inflammatoire, il existe une réduction de la production de surfactant et une altération de sa composition (9).

Dans certaines situations, il existe une décompartmentalisation des processus inflammatoires, pouvant évoluer vers un syndrome inflammatoire de réponse systémique dont le syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) est une des manifestations principales.

Les lésions de contusion pulmonaire sont ainsi à l'origine de nombreuses complications secondaires et sont associées à une morbi-mortalité élevée (25 % de mortalité décrite).

En pratique clinique, la présence de lésions de contusion pulmonaire est à l'origine d'anomalies du rapport ventilation perfusion entraînant un effet shunt. L'œdème lésionnel peut aggraver une hypoxémie préexistante et évoluer vers un syndrome de détresse respiratoire aiguë. Le recours à l'intubation et à la ventilation assistée contrôlée est d'environ 25 % (10).

Les lésions de contusion pulmonaire peuvent évoluer vers une guérison, ou se compliquer de fibrose comme dans le SDRA.

2.2. Fractures de côtes et volet costal

Les fractures de côtes sont fréquentes au cours des traumatismes thoraciques. Lorsqu'elles sont multiples, elles peuvent aboutir à la formation d'un volet costal, défini par plus de 3 côtes contiguës présentant 2 traits de fracture.

La fréquence du volet costal varie entre 5 à 10 % des traumatisés. On définit 3 types de volet : Le volet costal antérieur dont le segment mobile comprend le sternum ou l'articulation sternocostale, le volet costal latéral dont le segment mobile est composé seulement de côtes et le volet costal postérieur.

Le volet costal postérieur est stable du fait de la présence des muscles postérieurs qui stabilisent le foyer fracturaire. Les volets costaux localisés en antérieur et en latéral sont responsables d'une respiration paradoxale avec un volet mobile qui s'enfonce dans le parenchyme pulmonaire à l'inspiration et ressort à l'expiration (**Figure 2**).

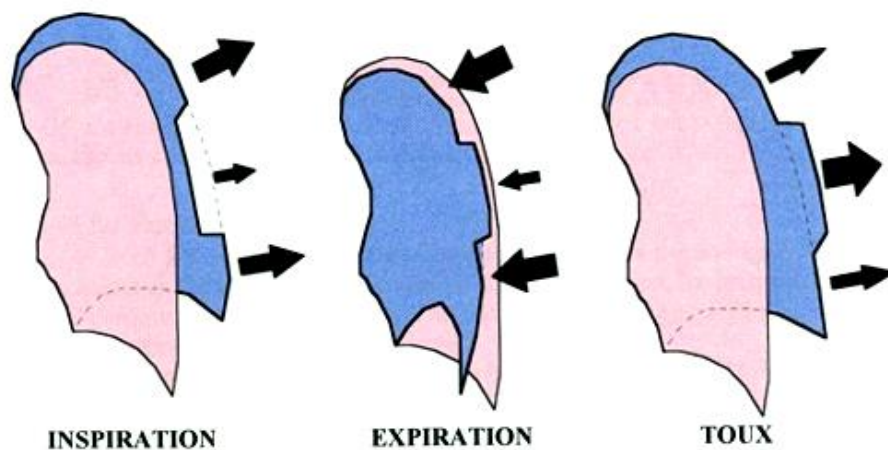


Figure 2. Description schématique d'une respiration paradoxale sur volet costal

Le pronostic lié aux fractures de côte dépendra de leur nombre et du terrain de survenue (11–13). Les complications seront principalement liées au syndrome restrictif douloureux aigu. La douleur induite est responsable d'une hypoventilation, d'une incapacité à la toux et de zones d'atélectasies dont l'étendue dépend du nombre de côtes fracturées. La présence d'un épanchement pleural liquidien ou gazeux aggrave la réduction de la capacité vitale et favorise la survenue de complications immédiates et à long terme (14).

2.3. Complications à court terme

2.3.1. Complications infectieuses

Au cours des traumatismes thoraciques, la survenue d'une pneumopathie aggrave la mortalité et augmente significativement les durées de séjour (15–18).

Les pneumopathies chez les traumatisés thoraciques sont favorisées par l'hypoventilation et l'incapacité à une toux efficace qui favorisent les atélectasies et l'encombrement bronchique (19). La présence de contusion pulmonaire est également un facteur de risque de développer une pneumopathie dans 30 – 50 % des cas (12). D'après les études expérimentales, la contusion pulmonaire serait responsable d'une immunosuppression (20) pouvant être associée à une augmentation de la prolifération bactérienne (21).

Les pneumopathies surviennent le plus souvent de façon précoce entre la 72^e h et la 96^e h selon les auteurs (17,22). Les facteurs de risque retrouvés sont l'inhalation, la contusion pulmonaire, ou un hémithorax associé. Les données microbiologiques retrouvées dans la littérature mettent en évidence une forte proportion de Staphylocoques aureus méti-sensibles et des bacilles gram négatifs (E. Coli notamment) en lien probablement avec des micro-inhalations.

La gravité de ces pneumopathies dépend du volume de contusion pulmonaire, des lésions associées et du terrain sous-jacent du patient.

Concernant les complications liées aux épanchements pleuraux, la fréquence de survenue d'un empyème varie de 1,6 % à 20 % selon les auteurs. Il s'agit d'une complication grave entraînant une augmentation des durées de séjours et de la morbi-mortalité. Les facteurs de risque d'empyème retrouvés dans la littérature sont le traumatisme pénétrant, un hémithorax résiduel à un caillotage pleural, un épanchement para-pneumonique, la durée du drainage et la durée d'hospitalisation en réanimation (23–25). Bien que les données de la littérature soient discordantes (18,24,26), l'antibioprophylaxie au cours du drainage pleural n'est pas recommandée (27).

2.3.2. Syndrome de détresse respiratoire aiguë

La survenue d'un SDRA chez les traumatisés thoraciques est de l'ordre de 10 à 25 % selon les études (28–30). Les patients présentant un SDRA ont une morbi-mortalité accrue avec une augmentation de la durée de la ventilation mécanique et des complications liées à celle-ci (PAVM, neuromyopathie de réanimation, durée d'hospitalisation augmentée, décès) (31).

Différents auteurs se sont intéressés à rechercher des facteurs de risque de SDRA chez le traumatisé thoracique (32). Miller et coll. (33) ont mis en évidence qu'un volume de contusion pulmonaire supérieur à 20 % était un facteur de risque de développer un SDRA avec une valeur prédictive positive (VPP) de 82 %. Les autres facteurs de risque habituellement décrits sont la contusion pulmonaire, les lésions d'ischémie-reperfusion, certaines lésions associées (inhalation, embolie graisseuse), la polytransfusion ou la nécessité de ventilation mécanique précoce (32,34).

2.4. Conséquences à long terme

Peu d'études ont évalué les séquelles respiratoires chroniques suite à un traumatisme thoracique. Au cours d'une étude observationnelle chez 13 patients inclus entre 12 et 48 mois après un traumatisme thoracique, Amital et coll. retrouvaient une diminution de la capacité vitale chez les fumeurs (35). Tous les patients présentaient un test d'effort réussi en comparaison aux normes théoriques attendues.

Les séquelles douloureuses sont en revanche plus fréquentes mais peu décrites dans la littérature. Chez 203 patients suivis jusqu'à 6 mois suivant leur traumatisme, Gordy et coll. retrouvaient 22 à 28 % de douleurs chroniques thoraciques nécessitant la prise d'antalgiques quotidiennes. Plus de 40% des patients présentaient un handicap se traduisant par une diminution des activités de la vie quotidienne ou professionnelles (36). Cependant, cette étude ne permettait pas de retrouver des facteurs de risque significatifs de douleur chronique post-traumatique.

De plus, la qualité de vie des traumatisés thoraciques avec à un fracas costal majeur semble être altérée (37).

3. Prise en charge du traumatisme thoracique dans les 48 premières heures

3.1. Prise en charge analgésique

L'analgésie est une urgence thérapeutique dans la prise en charge des patients victimes de traumatisme thoracique afin de limiter la survenue de complications secondaires décrites précédemment. Seule une analgésie efficace permettra la réalisation d'une kinésithérapie respiratoire pluriquotidienne pour lutter contre les atélectasies et l'encombrement bronchique.

3.1.1. Analgésie systémique

Les recommandations formalisées d'experts (RFE) parues en 2015 (27) recommandent de débiter une titration morphinique jusqu'à l'obtention d'une échelle numérique (EN) ≤ 3 . L'évaluation de la douleur doit se faire au repos mais aussi à l'inspiration profonde et à la toux.

3.1.1.1. Epargne morphinique

On privilégie l'administration autocontrôlée par le patient (PCA morphine). Les morphiniques sont souvent indispensables à la phase aiguë. Néanmoins, les effets indésirables (somnolence bradypnée, nausées et vomissements) de ces derniers peuvent être délétères sur la mécanique ventilatoire. Leur action dépressive respiratoire peut être à l'origine d'une hypoventilation alvéolaire entraînant à son tour des atélectasies. Il y a également une augmentation du risque d'inhalation.

L'objectif de la stratégie multimodale est de réaliser une épargne morphinique afin de limiter les effets secondaires délétères des morphiniques.

3.1.1.2. Place de la kétamine

Les RFE (27) préconisent l'utilisation de la kétamine à but de sédation analgésie pour la réalisation de geste douloureux (avis d'expert). Sa prescription peut être limitée en cas de traumatisme crânien associé nécessitant une surveillance neurologique rapprochée du fait des effets psychodysléptiques potentiels.

En chirurgie thoracique, de nombreuses études ont montré l'intérêt d'utiliser cette molécule permettant une épargne morphinique associée à la réduction significative des effets secondaires des morphiniques (38,39) et à l'amélioration de la capacité vitale forcée post opératoire (40). A ces faibles doses, les auteurs ne retrouvent pas d'effets psychodysléptiques.

3.1.1.3. Place des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS)

Les AINS permettent une analgésie très efficace sur les douleurs pariétales traumatiques. Leurs propriétés analgésiques et anti-inflammatoires permettent une épargne morphinique (40). Certains auteurs suggèrent même un effet bénéfique sur la fonction respiratoire avec une diminution de la survenue de complications secondaires respiratoires (41).

Néanmoins leur utilisation est limitée du fait de leurs nombreux effets secondaires et complications (toxicité rénale, digestive). De plus, une controverse subsiste en chirurgie thoracique sur l'utilisation des AINS dans le cadre d'une symphyse pleurale. Certains auteurs ont décrit dans des études expérimentales que les AINS diminueraient la réaction anti-inflammatoire créée par la symphyse pleurale et donc augmenterait le risque de récurrence d'un pneumothorax (42). Cette hypothèse est infirmée dans une étude récente prospective (43). La prescription d'AINS doit être réfléchiée avec une balance bénéfice-risque devant profiter aux patients.

Ainsi, la stratégie analgésique du traumatisé thoracique s'inspire en grande partie de la littérature en postopératoire de chirurgie thoracique (38,44,45). Si l'analgésie systémique reste insuffisante dans les premières 12 heures ou si le patient présente de nombreux facteurs de risque de survenue de complications secondaires, l'analgésie locorégionale doit être envisagée (grade 1+ des RFE 2015).

3.1.2. Analgésie locorégionale

L'analgésie locorégionale présente un intérêt certain dans la stratégie analgésique (**Figure 3**). Elle permet une épargne morphine ce qui réduit les effets secondaires digestifs, neurologiques et respiratoires. En postopératoire de chirurgie thoracique, son intérêt a été démontré pour une réhabilitation précoce (44). Les deux techniques d'analgésie locorégionale proposées sont le bloc paravertébral et l'anesthésie péridurale thoracique (APDT).

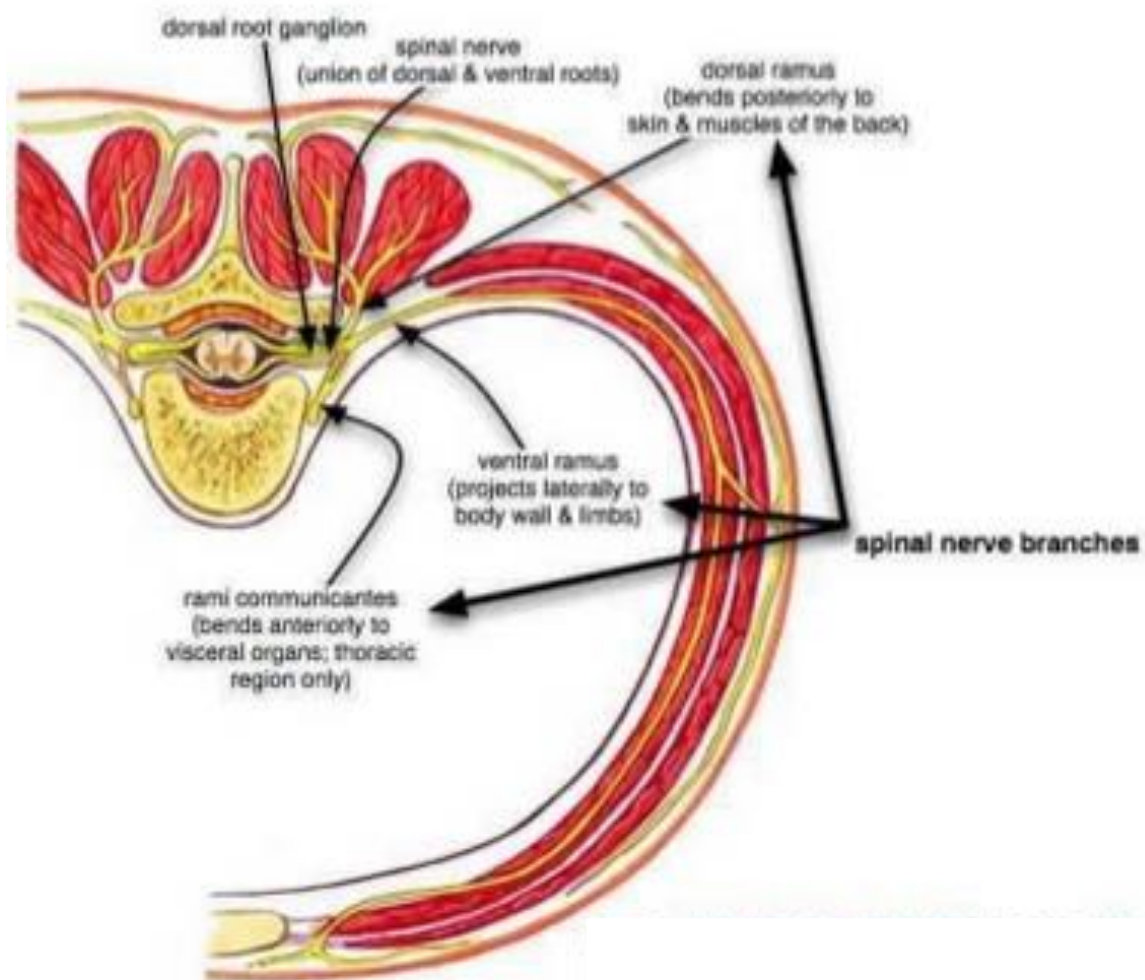


Figure 3. Innervation de la paroi thoracique

3.1.2.1. Bénéfice-risque de l'APDT en traumatologie

En 1999, Moon et coll (46) démontraient une réduction significative des scores de douleur et une amélioration significative de la capacité vitale forcée (CVF) dans une étude prospective randomisée de faible effectif (24 patients) comparant l'analgésie systémique à l'APDT. L'incidence des complications secondaires (pneumopathie, SDRA, détresse respiratoire aiguë) n'était cependant pas étudiée.

Dans une autre étude randomisée comparant l'APDT à l'analgésie IV, Bulger et coll. (47) retrouvaient une diminution significative du taux de pneumopathies et de la durée de ventilation. Les auteurs notaient également une réduction significative des effets secondaires attribués aux morphiniques (nausées vomissements, signes dépresseurs respiratoires).

Bien que les dernières RFE se basent sur cette étude pour recommander l'analgésie locorégionale avec un niveau de preuve élevé (grade 1), elle n'en reste pas moins limitée. Tout d'abord, il s'agit d'une étude de faible effectif (46 patients sur une population initiale de 408) secondaire à un fort taux de contre-indication et de refus. Ainsi, l'effet bénéfique de l'APDT ne ressortait qu'après ajustement selon la présence de contusion pulmonaire (OR : 6 [IC95 %: 1 – 35] ; $p = 0,05$).

Enfin, ces résultats contrastent avec une autre étude réalisée chez le sujet âgé retrouvant une augmentation du taux de complications secondaires et des durées d'hospitalisation chez les patients bénéficiant d'une APDT suite à un traumatisme thoracique (48).

Plus récemment, une méta-analyse regroupant 8 études prospectives randomisées ne mettait pas en évidence de réduction de la mortalité ni des durées d'hospitalisation (49).

Cette absence de bénéfice démontré sur la mortalité contraste avec un taux non négligeable de complications spécifiques pouvant mettre en jeu le pronostic fonctionnel ou vital : échec (20-25 %), injection intrathécale (0,2 % à 1 %), hématome périmédullaire (rare 1/8000), abcès ou méningite (rare 1/24000).

Ainsi, il peut être dangereux de proposer systématiquement le recours à l'APDT chez un traumatisé thoracique sans argumenter un rapport bénéfice – risque en faveur du patient et après élimination de toutes les contre-indications spécifiques.

3.1.2.2. Bloc paravertébral : Alternative à l'analgésie péridurale

L'indication du bloc paravertébral avec mise en place d'un cathéter dans le cadre d'un traumatisme thoracique unilatéral peu étendu est une alternative à l'analgésie péridurale thoracique (50).

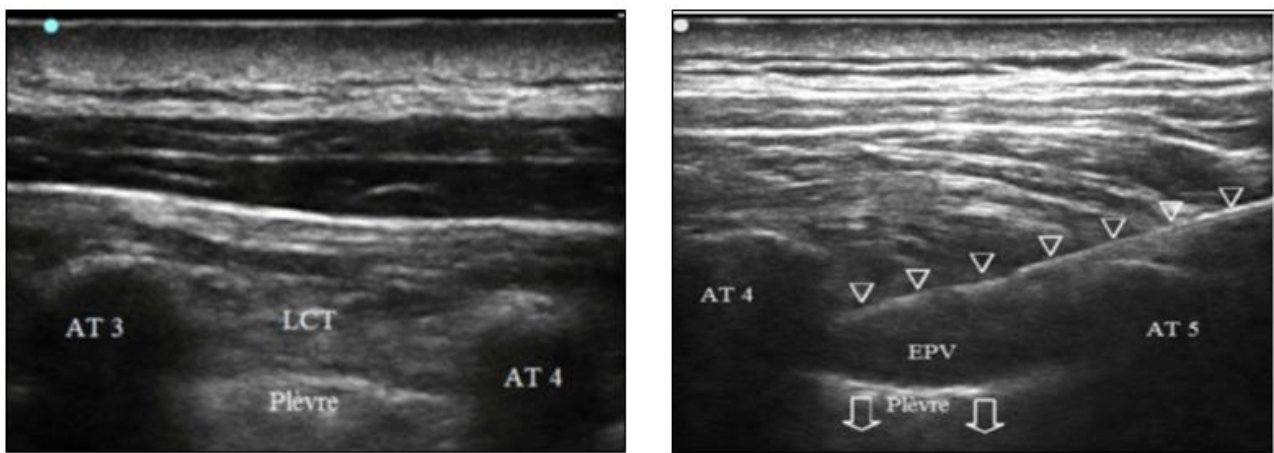


Figure 4. Repères échographiques de l'espace paravertébral et ponction échoguidée (LCT : ligament costo transverse, AT : apophyse transverse, EPV : espace paravertébral)

Karmakar et coll. (50) ont publié une étude prospective observationnelle incluant 15 patients ayant des fractures costales unilatérales ayant bénéficié d'un cathéter paravertébral (KTPV). Dès la première injection, les scores de douleur étaient significativement moins élevés chez tous les patients associés à une amélioration significative de la saturation en oxygène, de la fréquence respiratoire et de la capacité vitale forcée.

Plus récemment, Mohta et coll. (51) ont réalisé une étude prospective randomisée comparant l'analgésie par APDT ou KTPV chez des traumatisés thoraciques unilatéraux. Ils ne retrouvaient pas de différences significatives concernant les scores de douleur et la survenue de complications secondaires. La seule différence significative est l'incidence d'hypotensions plus élevée dans le groupe APDT ($p=0,04$) sans conséquence clinique.

Dans le cadre de traumatismes unilatéraux, les deux techniques semblent donc équivalentes sur la gestion de l'analgésie. Les effets secondaires liés au bloc sympathique (hypotension, rétention d'urine) sont moins fréquents avec une analgésie paravertébrale (52).

Les complications spécifiques du bloc paravertébral sont l'échec (10 à 25 %), la ponction pleurale (1 %), le pneumothorax (0,5 %), la diffusion à l'espace péri-dural (< 0,1 %).

En traumatologie, la difficulté de réalisation d'une anesthésie locorégionale réside dans le positionnement du patient douloureux et le maintien dans cette position. Les repères anatomiques échographiques sont également modifiés par la présence d'épanchements pleuraux gazeux ou liquidiens et des fractures de côtes. De ce fait, le patient est moins échogène ce qui augmente le risque d'échec de la pose du cathéter paravertébral (KTPV) ou de l'analgésie péri-durale. Le taux d'échec à la pose est cependant moins important pour le bloc paravertébral comparé à l'analgésie péri-durale thoracique (52).

Les RFE concernant la prise en charge d'un traumatisé thoracique préconisent la réalisation d'un bloc paravertébral avec KTPV échoguidé si le traumatisme thoracique est unilatéral et peu étendu (grade 2+). En revanche dans le cadre d'un traumatisme thoracique bilatéral ou multi-étagé, les experts préconisent la réalisation d'une analgésie péri-durale thoracique (grade 1+).

3.1.2.3. Place du bloc Serratus

Récemment décrit par Blanco (54), le Serratus plane bloc est une alternative efficace au bloc paravertébral pour l'analgésie post opératoire après chirurgie du sein (53). L'objectif de ce bloc est de créer un espace de diffusion le long des espaces intercostaux permettant d'inonder les rameaux latéraux des nerfs intercostaux participant à l'innervation de la paroi thoracique antérieure externe. De plus, il est possible d'insérer un cathéter pour prolonger l'analgésie. Les limites de ce bloc sont une diffusion insuffisante jusqu'à la plèvre et une analgésie restreinte à la paroi thoracique antérieure externe.

L'avantage par rapport au bloc paravertébral est la diminution de la morbidité de ce dernier. Certaines équipes commencent à développer ce type d'analgésie en chirurgie thoracique (54,55). Des études sont à envisager en traumatologie thoracique, seuls des cas cliniques sont actuellement publiés (56).

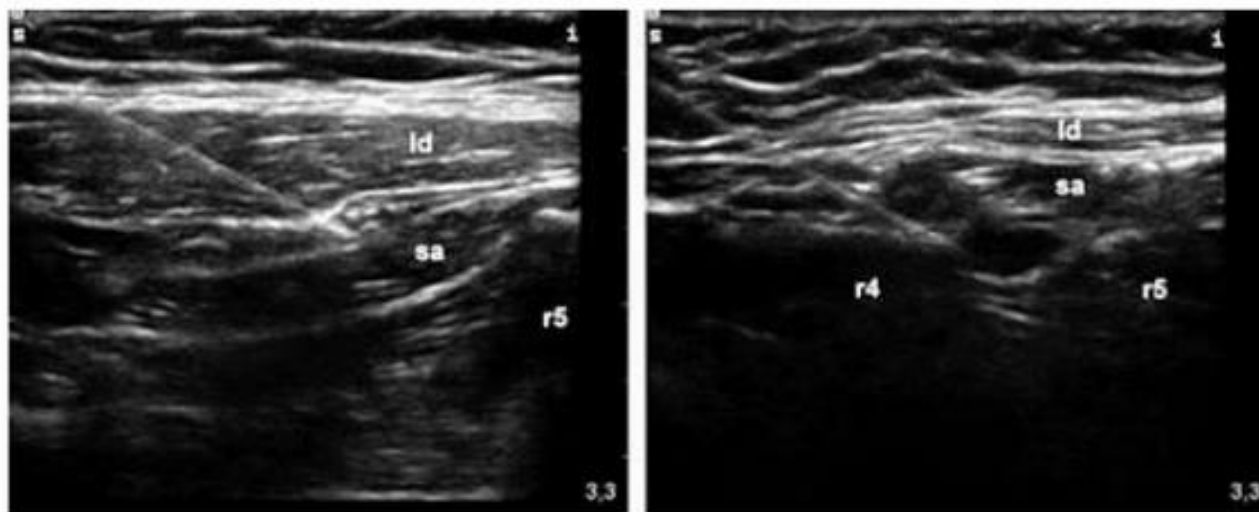


Figure 5. Repérage et ponction échoguidée du bloc Serratus
(Ld : muscle grand dorsal, Sa : Muscle Serratus, R : côte)

3.2. Place de la ventilation non invasive

En 1990, Bolliger et coll. (57) publiaient une étude prospective randomisée incluant 69 patients comparant la VNI associée à une analgésie locorégionale et la ventilation assistée mécanique (VAC) après intubation orotrachéale chez le traumatisé thoracique. La durée d'hospitalisation en réanimation était significativement plus courte dans le groupe VNI ($p < 0,0001$). De plus, la survenue de complications secondaires était significativement diminuée dans le groupe VNI ($p < 0,002$).

En 2009, Hernandez et coll. (58) ont également publié une étude prospective randomisée incluant 50 patients traumatisés thoraciques. L'objectif de l'étude était de comparer le recours à l'intubation orotrachéale et la ventilation mécanique chez des patients hypoxémiques bénéficiant d'une VNI par rapport à une oxygénothérapie au masque à haute concentration. L'étude était arrêtée après inclusion de 50 patients car l'analyse intermédiaire retrouvait une diminution significative du recours à l'intubation orotrachéale (12 % versus 40 %, $p = 0,02$) et une diminution significative de la durée d'hospitalisation dans le groupe VNI ($p = 0,001$). Il n'y avait pas de réduction de la mortalité.

Récemment Chiumello et coll. (59) ont publié une méta-analyse regroupant 10 études – dont 4 études prospectives randomisées – sur l'utilisation de la VNI chez le traumatisé thoracique.

Les résultats suggèrent une diminution significative des durées d'hospitalisation et des complications respiratoires secondaires. Les résultats de la méta-analyse suggèrent également une diminution significative de la mortalité. Ces résultats sont toutefois à pondérer du fait de la grande hétérogénéité des études : seule une étude rétrospective retrouvait un bénéfice significatif sur la mortalité.

Sur ces données, la VNI est recommandée chez les patients traumatisés thoraciques hypoxémiques défini par un rapport $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ inférieur à 200 (grade 1+) après élimination des contre-indications (27).

La VNI ne doit être débutée qu'après réalisation du scanner thoracique injecté. Toutefois, en cas de présence d'un pneumothorax apical minime non drainable ou d'un pneumomédiastin minime il faut s'assurer du bénéfice à l'utilisation de la VNI. En effet, un pneumomédiastin peut-être le reflet d'une lésion œsophagienne occulte au premier scanner (60).

Elle doit être réalisée dans une unité de surveillance continue ou en réanimation, avec une équipe médicale et paramédicale entraînée. Le patient devra être surveillé de manière rapprochée, cliniquement et gazométriquement (61).

3.3. Modalités de drainage

La présence d'un pneumothorax est fréquente chez les traumatisés thoraciques, entre 20 et 40 % selon les auteurs (62). L'hémithorax est également fréquent suite à des plaies de gros vaisseaux, contusion pulmonaire ou fractures multiples de côtes.

Tout pneumothorax complet ou hémithorax responsables d'une défaillance respiratoire ou hémodynamique doit être drainé en urgence sans délai.

Lors de la prise en charge intra hospitalière, les experts s'accordent à dire qu'un hémithorax supérieur à 500ml doit être drainé précocement (grade 2+).

Pour les épanchements liquidiens, un drain de gros calibre est recommandé (28F à 36F) pour limiter le risque de caillottage. Un drainage chirurgical est indiqué en cas de saignement horaire supérieur à 200ml pendant 3h ou si dès l'insertion du drain le saignement est supérieur 1500ml. En effet, au-delà de 500ml de saignement la mortalité est multipliée par 3 selon la littérature (63,64).

Pour les pneumothorax, un drain de faible calibre (18F à 24F) est recommandé. Pour les pneumothorax simples non associés à un épanchement liquidien, certaines équipes proposent un drainage par des drains de faible calibre (type queue de cochon, calibre 10 F à 14F). Le rationnel est sous-entendu par une approche moins invasive, par méthode de Seldinger, moins douloureuse et sans augmentation d'échec de drainage (65). Les données de la littérature en traumatologie sont toutefois limitées et le recul insuffisant pour recommander cette technique avec un haut niveau de preuve.

3.4. Place de la chirurgie

La littérature concernant la prise en charge chirurgicale des traumatismes pariétaux reste limitée, trois essais cliniques randomisés et de faible effectif ayant à ce jour été réalisés. Néanmoins toutes les séries chirurgicales publiées tendent à démontrer la supériorité du traitement chirurgical face au traitement médical (66–69).

Chez les patients en ventilation mécanique, plusieurs études ont décrit une réduction du sevrage ventilatoire, une diminution du taux de complications secondaires (pneumopathies, atélectasies, infections nosocomiales) et une diminution de la durée d'hospitalisation. Certaines études ont également montré une amélioration de la qualité de vie et de la fonction respiratoire (69).

Peu d'études se sont intéressées à la prise en charge chirurgicale des patients en respiration spontanée présentant un volet costal ou de nombreuses fractures costales. Récemment publiée, une étude comparative prospective (70) chez 70 patients en respiration spontanée retrouvait une diminution significative d'une part du recours à une intubation pour détresse respiratoire aiguë et d'autre part de la durée de ventilation mécanique dans le groupe opéré. Bien que la chirurgie permette une amélioration significative de la capacité vitale forcée, les auteurs ne retrouvaient pas de différence significative sur la survenue de pneumopathie ou la durée d'hospitalisation.

Au cours des traumatismes pariétaux, la stratégie chirurgicale a évolué depuis 20 ans selon les dispositifs et techniques disponibles. Les dispositifs médicaux utilisés n'ont pas toujours été fiables et leur mise en place était parfois complexe avec un délabrement pariétal important. La diffusion de ces techniques chirurgicales n'a donc jamais été importante et cette prise en charge était restreinte à quelques centres très spécialisés. Récemment développé, un matériel d'ostéosynthèse en titane rigide mais modelable (STRATOS® et STRACOS®) permet une stabilisation efficace du foyer de fracture par une approche simple, peu invasive avec une pose simple (**Figures 6 et 7**).

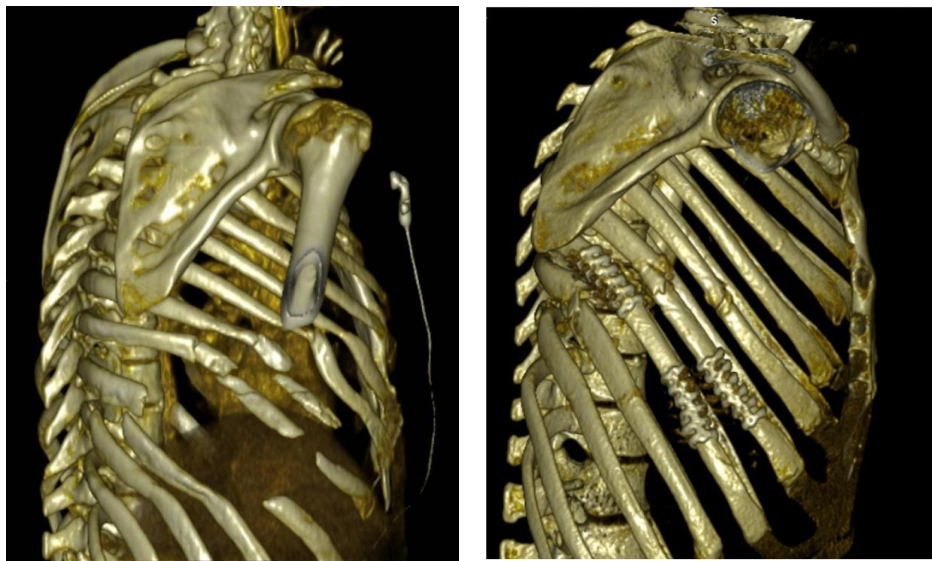


Figure 6. Volet costal avant et après ostéosynthèse, vue scannographique



Figure 7. Ostéosynthèse d'un volet costal, vue chirurgicale

Ainsi, la présence d'un volet costal très déplacé ou d'une déformation thoracique importante chez un patient ventilé doit imposer un avis chirurgical dans les 36 heures (RFE grade 1+). Dans l'attente d'essais randomisés, avis d'expert sur fractures complexes et/ou déplacées chez patients en respiration spontanée.

4. Facteurs prédictifs de la survenue de complications respiratoires secondaires

4.1. Score clinique

Différents auteurs ont recherché des facteurs associés à la survenue de complications secondaires. Les facteurs de risque les plus fréquemment décrits associés à une augmentation de la morbi-mortalité sont un âge > 55 ans, la présence de comorbidités cardiovasculaires et respiratoires, un tabagisme actif, des troubles de l'hémostase induits par un traitement anticoagulant ou le nombre de côtes fracturées (11,71,72). Une méta-analyse publiée en 2012 suggère que les patients présentant un âge > 65 ans, les patients présentant un antécédent de BPCO ou d'insuffisance cardiaque chronique ou les patients présentant au moins 3 fractures de côtes ont un risque de mortalité multiplié par 2 par rapport au reste de la population (13).

Par la suite, Battle et coll. ont établi et validé un score pronostique à partir des données cliniques à l'admission du patient aux urgences permettant de prédire le taux de survenue de complications secondaires (pneumopathies, détresse respiratoire aiguë, empyème, hémithorax), mortalité, admission secondaire en réanimation, augmentation des durées d'hospitalisation(73). En analyse multivariée, 5 facteurs de risque étaient associés aux complications secondaires : l'âge, le nombre de fractures de côte, un antécédent de BPCO, la SpO₂ initiale, la prise de traitement anticoagulant. Chaque facteur de risque était pondéré en fonction des résultats de l'analyse de régression logistique permettant l'élaboration d'un score simple d'utilisation avec 5 paramètres cliniques (**Tableau 1**). Ce score était secondairement validé dans une étude prospective multicentrique incluant 237 patients, retrouvant une excellente corrélation avec la survenue de complication avec une excellente valeur prédictive positive et négative (respectivement 96 % et 86 %).

	Coefficient de régression	Score de risque
Age	0.0162	1 ^a
Nombre de fractures de côtes	0.418	3 ^b
Pathologie respiratoire chronique	0.789	5
Traitement anticoagulant	0.637	4
Niveaux de saturation d'oxygène	-0.0651	2 ^c

Score de risque final	Probabilité moyenne ± SD
0 à 10	13 % ± 6
11 à 15	29 % ± 8
16 à 20	52 % ± 8
21 à 25	70 % ± 6
26 à 30	80 % ± 6
≥ 31	88 % ± 7

^a Par tranche de 10 ans de plus, en commençant à partir de l'âge de 10 ans

^b Par côte fracturée supplémentaire

^c Par diminution de tranche de 5 % en saturation d'oxygène, en commençant à 94 %

Tableau 1. Score de Battle

Dans une étude rétrospective, Miller et coll. (34) ont inclus 4397 patients à la recherche de facteurs de risque de SDRA. La présence d'une contusion pulmonaire (AUC 0,68 ; IC95%) et un score ISS >25 (AUC 0,72 ; IC95%) étaient les 2 facteurs de risque indépendants de survenue de SDRA. Ces deux facteurs de risque ont permis d'établir un modèle de prédiction pouvant guider les cliniciens dès le début de leur prise en charge.

Le rapport PaO₂/FiO₂ < 250 à la 24^e heure et le nombre culots globulaires transfusés semblent également être prédictifs de la survenue d'une insuffisance respiratoire aiguë (15).

Plus récemment, Daurat et coll. (31) ont validé le *thoracic trauma severity score* (TTSS) (**Tableau 2**). Un score > 13 étant associé de façon indépendante à la survenue d'un SDRA. D'autre part, l'aire sous la courbe (AUC) du score TTSS à l'admission est un excellent critère prédictif du SDRA avec une AUC à 0,82 (IC95 % : 0,78 – 0,86).

Grade	Rapport PaO ₂ /FiO ₂	Fractures de côtes	Contusion pulmonaire	Atteinte pleurale	Age (ans)	Pts
0	> 400	0	Absence	Absence	< 30	0
I	300 à 399	Unilatérales de 1 à 3	Unilatéral, 1 lobe	Pneumothorax	30 à 41	1
II	200 à 299	Unilatérales de 4 à 6	Unilatéral, ≥ 2 lobes ou bilatéral, 1 lobe de chaque côté	Hémo ou hémopneumothorax unilatéral	42 à 54	2
III	150 à 199	Bilatérales > 3	Atteinte bilatérale ≤ 2 lobes d'un même côté	Hémo ou hémopneumothorax bilatéral	55 à 70	3
IV	≤ 149	Volet costal	Atteinte bilatérale > 2 lobes d'un même côté	Pneumothorax compressif	> 70	4

Tableau 2. Thoracic trauma severity score

4.2. Valeur pronostique de la TDM thoracique

Les RFE recommandent la réalisation d'une TDM thoracique injectée afin de faire le diagnostic exhaustif des lésions post-traumatiques. Le scanner thoracique a également un intérêt pronostique pour l'évaluation du nombre de côtes fracturées.

Le volume de zone contuse sur le scanner initial semble être un bon marqueur prédictif de développer un SDRA (33).

Dans une étude de Miller et coll. (33), un volume de contusion supérieur à 20 % était associé à un risque de SDRA 4 fois plus important en comparaison aux patients ayant un volume de contusion inférieur à 20 %, avec une valeur prédictive positive (VPP) de 82 %, une spécificité de 90 % et une sensibilité de 67%.

4.3. Valeur pronostique de la capacité vitale

Bakhos et coll. (74) ont les premiers suggéré l'intérêt pronostique de la capacité vitale forcée (CVF) chez 38 patients traumatisés thoraciques de plus de 65 ans. Cette étude rétrospective suggérait que la CVF était inversement proportionnelle à la durée d'hospitalisation ($p=0,0076$). Toutefois, le faible effectif ne permettait pas de retrouver d'association avec des complications secondaires.

Plus récemment, Carver et coll. (75) ont suggéré qu'une CVF < 30 % était un facteur de risque indépendant de développer une complication pulmonaire (OR = 2,36 [IC95% : 1,40 – 3.98] ; $p = 0,001$) chez 683 traumatisés thoraciques. Inversement, une CVF > 50 % était un facteur protecteur de survenue de complications secondaires pulmonaires ($p = 0,017$).

Malgré leurs limites respectives, ces études renforcent l'idée d'utiliser la CVF comme un outil pronostique permettant d'identifier de façon précoce des patients à risque de complications, de hiérarchiser le niveau de prise en charge et de guider l'orientation des patients. Toutefois, il est nécessaire de réaliser des études prospectives avec un plus grand effectif pour conclure sur l'intérêt pronostique de la mesure de la CVF, notamment en fonction de sa variabilité à la phase initiale de la prise en charge d'un traumatisé thoracique.

En effet, Moon et coll. (46) ont démontré l'amélioration significative de la CVF entre le 1^{er} et le 3^{ème} jour au cours d'une étude sur l'intérêt de l'APDT dans les traumatismes thoraciques. Karmarkar et coll ont également montré le bénéfice du KTPV sur la CVF (50). Ainsi, ces études suggèrent l'intérêt de monitorer la CVF au cours de la prise en charge des traumatismes thoraciques. La valeur pronostique de l'évolution de la CVF au cours de la prise en charge initiale reste à démontrer par des études prospectives.

4.4. L'utilisation de l'échographie diaphragmatique chez le traumatisé thoracique

La disponibilité de spiromètre portable dans un service d'urgences est encore confidentielle. Au contraire, l'échographie est aujourd'hui un outil incontournable dans la prise en charge des patients traumatisés.

Récemment développée, l'échographie diaphragmatique permet une évaluation non invasive de la fonction diaphragmatique dans diverses situations cliniques, mais les pratiques étaient non uniformes et les mesures non standardisées (76,77). Plusieurs auteurs ont toutefois validé une approche rapide et reproductible par voie antérieure permettant une mesure quantitative de l'excursion diaphragmatique droite (78–80) (**Figure 8**).

En utilisant cette approche, plusieurs études ont retrouvé une corrélation entre l'excursion diaphragmatique et la CVF (81,82) mais les données de la littérature sont discordantes (80,83). Il semble toutefois admis que la cinétique de la CVF et de l' EDE_{max} soit corrélée au cours du temps (84).

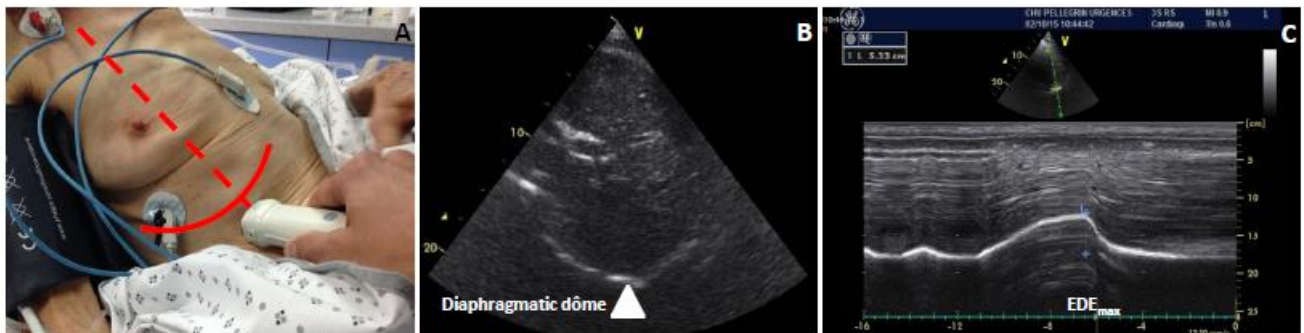


Figure 8. Principes de mesure de l'excursion diaphragmatique droite en expiration forcée (EDE_{max})
A) Sonde cardiaque positionnée au niveau de la ligne médio claviculaire et la ligne axillaire antérieure en sous costale, le patient étant demis assis.
B) Visualisation du dôme diaphragmatique droit.
C) EDE_{max} correspondant à la distance entre le plateau d'inspiration maximale et la limite basse de la fin de l'expiration (Mode M anatomique)

En traumatologie, la mesure répétée de l'EDE_{max} pourrait permettre dépister les dysfonctions diaphragmatiques traumatiques(85). Une corrélation entre l'EDE_{max} et la CVF chez ces patients pourrait permettre de suivre plus aisément la mécanique ventilatoire dans les services ne disposant pas de spiromètres portables. Cette hypothèse mérite toutefois d'être démontrée par une étude spécifique chez des patients traumatisés thoraciques.

5. Rationnel de l'étude

La prise en charge du traumatisé thoracique s'appuie sur une stratégie thérapeutique multimodale visant à limiter la survenue de complications secondaires grevant le pronostic des patients en monodéfaillance respiratoire.

- ✓ Une prise en charge antalgique réfléchie pouvant intégrer l'analgésie locorégionale et un drainage peu invasif afin d'améliorer la mécanique respiratoire et faciliter la kinésithérapie respiratoire
- ✓ Une prise en charge ventilatoire par VNI en l'absence de contre-indication, réalisée sous surveillance étroite par une équipe entraînée, afin d'améliorer l'hématose et lutter contre les atélectasies
- ✓ Une prise en charge chirurgicale à discuter sur des traumatismes pariétaux afin de stabiliser les foyers de fractures très déplacés

Cette prise en charge multidisciplinaire doit être débutée le plus précocement possible, idéalement dès l'admission aux urgences. La faisabilité et l'efficacité d'une telle stratégie reste toutefois à démontrer dans un service de médecine d'urgence.

Du fait de la charge de soins importante chez des patients ne présentant pas de critères initiaux de réanimation, il est nécessaire de disposer d'outils pronostiques afin de hiérarchiser la prise en charge et d'orienter les patients à risque vers les secteurs de soins les plus appropriés. A notre connaissance la valeur prédictive de la CVF et de l'échographie diaphragmatique n'est pas formellement démontrée en traumatologie.

Deuxième partie

Prise en charge des traumatismes thoraciques au cours des 48 premières heures :

Évaluation des pratiques professionnelles dans un service d'urgences

1. Introduction

- **Rationnel** : Au cours de la prise en charge initiale d'un traumatisme thoracique, les recommandations insistent sur l'importance d'une analgésie précoce et multimodale intégrant l'anesthésie locorégionale, de la ventilation non-invasive et de la kinésithérapie respiratoire afin de limiter les complications secondaires (41).
- **Problématique** : Le niveau de preuve sur le rapport bénéfice / risque de l'analgésie locorégionale et de la ventilation non invasive aux urgences reste encore débattu. En effet, ces techniques sont potentiellement difficiles à mettre en œuvre aux urgences et non dénuées d'effets secondaires. Elles nécessitent des filières spécialisées qui risquent d'allonger la prise en charge aux urgences et la durée totale d'hospitalisation. La faisabilité d'une telle stratégie, son efficacité et ses complications potentielles doivent donc être analysées dans un service d'urgences.
- **Hypothèse** : La mise en place d'un protocole de prise en charge des traumatismes thoraciques dès l'admission aux urgences devrait permettre de diminuer le pourcentage de patients douloureux et le taux de complications secondaires sans augmenter les durées de prise en charge.
- **Objectif** : Evaluer l'efficacité d'un protocole de prise en charge des patients admis pour traumatisme thoracique dans un service d'urgences.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Population

Il s'agit d'une étude observationnelle monocentrique comparant deux périodes avant et après mise en place d'un protocole de prise en charge des traumatisés thoraciques admis en réanimation des urgences du CHU Pellegrin :

- Du 01/07/2014 au 28/02/2015 par analyse rétrospective (groupe R). Au cours de cette période, étaient analysés tous les patients majeurs admis en réanimation des urgences avec les diagnostics suivants : Volet costal (S2250) ou Fractures multiples de côtes (S2240).
- Du 01/03/2015 au 01/11/2015 par analyse prospective (groupe P). Au cours de cette période, étaient inclus tous les patients admis pour traumatisme thoracique en respiration spontanée en réanimation des urgences du CHU Pellegrin et présentant au moins 3 fractures de côtes au scanner thoracique injecté.

Les critères de non inclusion étaient :

- Patients intubés à l'admission ou justifiant d'une intubation au déchocage
- Patient requérant une ventilation mécanique pour une cause extra-respiratoire dans les 48 heures (chirurgie en urgence ou complication extra-respiratoire)
- Patients présentant moins de 3 fractures de côtes
- Patients n'ayant pas bénéficié d'une TDM thoracique injectée
- Patient mineur ou femme enceinte
- Patient non hospitalisé au décours de la prise en charge au déchocage

Le caractère observationnel correspondant à une évaluation des pratiques professionnelles était confirmé par le comité régional d'éthique (Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre-Mer III, Bordeaux, France, protocole n° DC 2015/114). Le consentement écrit des patients n'était pas requis.

2.2. Protocole de prise en charge initiale des traumatisés thoraciques admis en réanimation des urgences (RFE SFAR 2015 (27))

1. Evaluation répétée du score de douleur

- Au repos, à la toux et à l'inspiration profonde.

2. Analgésie intraveineuse

- Titration morphinique jusqu'à l'obtention d'une EN de repos < 3.
- Multimodale avec paracétamol, tramadol, néfopam et AINS hors contre-indication.
- Adjonction d'une PCA de morphine si persistance d'une EN >3 dans les 4 heures.

3. Analgésie locorégionale

- En cas de persistance d'une EN > 3 dans les 12h malgré une analgésie intraveineuse optimisée, discuter systématiquement du rapport bénéfice / risque à l'ALR par péridurale thoracique ou bloc paravertébral. Indication et technique laissées au libre choix du clinicien sénior en charge du patient (**annexe 1**).
- Toute complication liée à la procédure devait être consignée et la distribution des dermatomes anesthésiés était recueillie après test au froid.

4. Kinésithérapie respiratoire

- Aide à la toux, réexpansion pulmonaire et drainage bronchique x 2 / jour

5. Ventilation non-invasive

- En cas d'hypoxémie définie par un rapport $PaO_2 / FiO_2 \leq 200\text{mmHg}$ après scanner thoracique et drainage d'un pneumothorax s'il est indiqué
- Respect strict des contre-indications et des modalités de surveillance (**annexe 2**)

6. Drainage pleural

- Devant tout pneumothorax ou hémithorax entraînant une défaillance hémodynamique ou respiratoire et/ou hémithorax estimé à plus de 500ml.
- Préférer un drain de faible calibre type « queue de cochon » devant tout pneumothorax isolé.
- Respect possible des épanchements de faible abondance (décollement latéral < 2 cm, apical < 5 cm ou moins de 20 % de la surface) si le patient reste en ventilation spontanée sous réserve d'une surveillance clinique et radiologique toutes les 24 heures.

7. Avis chirurgical

- Pour éventuelle indication d'ostéosynthèse pour fractures costales complexes et/ ou volet costal

2.3. Recueil de données et critères de jugement

Au cours de la prise en charge aux urgences, étaient systématiquement recueillis les critères suivants : caractéristiques démographiques, circonstances du traumatisme, scores pronostiques (ASA, IGS 2, ISS, score de Battle), comorbidités significatives (pathologie respiratoire chronique ou insuffisance cardiaque), score de douleur et oxygénorequérance à l'admission, bilan lésionnel exhaustif, modalités et durée de prise en charge aux urgences.

Au décours de la prise en charge aux urgences, étaient recueillis l'orientation du patient, le score de douleur maximal relevé dans les 24 heures suivant la prise en charge au déchochage, le traitement antalgique administré, la survenue de complications respiratoires au cours de l'hospitalisation primaire ainsi que la durée totale de séjour.

Le critère de jugement principal était le score de douleur maximal au repos relevé dans les 24 heures suivant la prise en charge au déchochage.

Une analgésie insuffisante était définie par un score de douleur ≥ 4 au repos noté à au moins 2 reprises ou un score de douleur ≥ 7 au repos noté au moins une fois au cours des 24 heures suivant la prise en charge aux urgences.

Les doses de traitement antalgique (tramadol, morphine orale ou intraveineuse) étaient converties en équivalent morphinique intraveineux (**Tableau 3**).

Analgésiques	Equivalents posologiques	Equivalences
Tramadol	50mg = 3.3 mg de morphine intraveineuse	15
Morphine orale	10 mg = 3.3mg de morphine intraveineux	3
Morphine intraveineuse	référence	1

Tableau 3. Table de conversion des agents morphiniques

Les critères de jugement secondaires étaient le délai de prise en charge aux urgences, le délai de prise en charge en réanimation, la durée d'hospitalisation et la survenue de complications secondaires définies par :

- L'admission secondaire en réanimation pour détresse respiratoire aiguë
- Une ventilation mécanique pour épuisement respiratoire
- Une pneumopathie infectieuse définie par au moins 3 des critères suivants : la survenue d'un syndrome infectieux (fièvre > 38°C, syndrome inflammatoire biologique), la dégradation de l'hématose, la purulence des sécrétions, l'apparition d'un nouveau foyer radiologique et/ou une documentation microbiologique
- Le décès du patient au cours de l'hospitalisation primaire

2.4. Analyse statistique

Les variables qualitatives étaient décrites en termes d'effectif et de pourcentage. Les intervalles de confiance des pourcentages étaient calculés en utilisant la loi binomiale. Les variables quantitatives étaient décrites en termes d'effectif, moyenne et écart-type, ou médiane, étendue et interquartile. La normalité de distribution était confirmée par un test de Kolmogorov – Smirnov.

En posant l'hypothèse nulle que plus de 60 % des patients présentaient une analgésie insuffisante au décours de la prise en charge aux urgences, 66 patients étaient nécessaires pour démontrer une diminution de 50 % du taux d'analgésie insuffisante après mise en place d'un protocole de service avec une puissance de 80 % et un risque $\alpha < 0,05$, soit 33 patients par groupe.

Pour les variables quantitatives, un test de Student ou de Wilcoxon était réalisé en fonction de la normalité de distribution. Pour les variables qualitatives, un test du χ^2 ou un test exact de Fisher était réalisé selon les situations.

Toutes les analyses étaient réalisées avec un risque de première espèce $\leq 0,05$.

Tous les tests statistiques étaient réalisés avec le logiciel XLSTAT 2014 (Addinsoft Paris, France).

3. Résultats

3.1. Description de la population

- Au cours de la période du 01/07/2014 au 28/02/2015, 91 patients ont été admis en réanimation des urgences avec les diagnostics de volet costal (S2250) et/ou de fractures multiples de côtes (S2240). Parmi ces patients, 55 n'ont pas été inclus pour les motifs suivants : < 3 fractures de côtes (N = 10), patients préalablement intubés à l'admission (N = 31), indication de ventilation mécanique urgente (N = 14) notamment pour chirurgie urgente (N = 11), choc hémorragique (N = 2) et détresse respiratoire non chirurgicale (N = 1). Enfin, 2 patients ont été exclus secondairement car non hospitalisés au décours de leur prise en charge aux urgences et perdus de vue. Au total, 34 patients présentant plus de 3 fractures de côtes sans indication de ventilation mécanique urgente ont été inclus (groupe R).
- Au cours de la période du 01/05/2015 au 01/11/2015, 85 patients ont été admis pour traumatisme thoracique en respiration spontanée dans le service de réanimation des urgences. Parmi ces patients, 48 n'ont pas été inclus pour les motifs suivants : < 3 fractures de côtes (N = 14), indication à une ventilation mécanique urgente (N = 34 ; 22 pour chirurgie urgente, 8 pour instabilité hémodynamique, 2 pour trouble de la conscience, 2 pour détresse respiratoire aiguë). 5 patients ont également été exclus secondairement : 1 pour non-hospitalisation au décours, 1 pour données manquantes, 2 pour limitation thérapeutique et une patiente intubée en urgence dans les suites d'une APDT compliquée d'une rachianesthésie totale. La patiente a été extubée dans les 24 premières heures et n'a présenté aucune séquelle neurologique. Au total, 32 patients présentant plus de 3 fractures de côtes sans indication de ventilation mécanique urgente ont été inclus de manière prospective (groupe P).
- **Au total 66 patients présentant plus de 3 fractures de côtes sans indication de ventilation mécanique urgente ont été inclus.**
- Les caractéristiques de la population sont résumées dans le **Tableau 4**.

Population N = 66	Groupe R N = 34	Groupe P N = 32	P
Age (ans)	60 ± 15	61 ± 13	0,75
Sexe masculin	28 (82)	24 (75)	0,45
Score ASA ≥ 3	2 (6)	1 (3)	0,59
Comorbidités cardiorespiratoires	5 (15)	7 (22)	0,45
Troubles de l'hémostase	7 (21)	7 (22)	0,90
Contexte			
- AVP	15 (44)	12 (38)	0,59
- Chute ≥ 3m	13 (38)	15 (47)	0,48
- Traumatisme contondant	3 (9)	1 (3)	0,33
- Autre	3 (9)	4 (12)	0,63
Bilan lésionnel thoracique			
- Nombre de cotes	6 [4 - 6]	6 [4 - 7]	0,56
- Fractures bilatérales	11 (32)	9 (28)	0,71
- Volet costal	6 (18)	9 (28)	0,31
- Fracture sternale	2 (6)	6 (19)	0,11
- Contusion pulmonaire	19 (56)	23 (72)	0,18
- Pneumothorax	19 (56)	16 (50)	0,63
- Hémothorax	17 (50)	12 (38)	0,31
Lésions associées			
- Traumatisme cranio-facial	6 (18)	6 (19)	0,91
- Traumatisme rachidien	12 (35)	10 (31)	0,73
- Traumatisme abdominal	2 (6)	4 (12)	0,35
- Traumatisme pelvien	8 (24)	3 (9)	0,12
- Traumatisme périphérique	14 (41)	12 (38)	0,76
- Lésion aortique	1 (3)	0 (0)	0,33
Scores pronostiques :			
- IGS 2	17 [13 – 22]	22 [20 – 29]	0,002
- ISS	16 [11 – 20]	16 [13 – 20]	0,64
- Chest ISS	4 [3 – 4]	4 [3 – 4]	0,24
- Score de Battle	23 [18 – 27]	25 [20 – 33]	0,32
Prise en charge en réanimation des urgences			
- AINS	8 (24)	20 (63)	0,001
- PCA morphine	20 (59)	18 (56)	0,83
- Anesthésie locorégionale	4 (12)	23 (72)	< 0,0001
✓ Analgésie péridurale	0 (0)	9 (28)	0,001
✓ Cathéter paravertébral	4 (12)	14 (44)	0,004
- Drainage pleural	13 (38)	13 (41)	0,98
✓ Drain conventionnel	13 (38)	9 (28)	0,38
✓ Queue de cochon	0 (0)	4 (13)	0,03
- Ventilation non invasive	3 (9)	15 (47)	0,001
- Kinésithérapie respiratoire	4 (12)	25 (78)	< 0,0001
- Indication chirurgicale d'ostéosynthèse	1 (3)	8 (25)	0,009
Durée de prise en charge aux urgences (heures)	23 ± 13	22 ± 10	0,6
Orientation secondaire			
- Réanimation	7 (21)	18 (59)	0,003
- Unité de soins continus	13 (38)	12 (34)	0,95
- Chirurgie thoracique	7 (21)	0 (0)	0,007
- Autre secteur chirurgical	4 (12)	0 (0)	0,005
- Secteur de médecine	3 (9)	2 (6)	0,69

Tableau 4. Description de la population

Résultats exprimés en effectif (pourcentages), moyenne ± écart-type ou médiane [interquartile 25 – 75 %]

3.2. Efficacité d'un protocole de prise en charge des traumatismes thoraciques

Entre les 2 périodes, la mise en place d'un protocole de prise en charge en réanimation des urgences a entraîné (**Tableau 4**) :

- Une augmentation significative du recours aux AINS ($p = 0,001$)
- Une augmentation significative du recours à l'analgésie péridurale ou au cathéter paravertébral ($p < 0,0001$)
- Une augmentation significative du recours à la VNI aux urgences ($p = 0,001$)
- Une augmentation significative du drainage thoracique par l'utilisation de drains en queue de cochon ($p = 0,03$)
- Une augmentation significative des séances de kinésithérapie respiratoire aux urgences ($p < 0,0001$)
- Une augmentation significative des avis chirurgicaux indiquant une ostéosynthèse costale ($p = 0,009$)

Au cours de la deuxième période, le taux de compliance total au protocole de prise en charge était de 96 %. La mise en place d'un protocole de prise en charge a permis l'amélioration des scores de douleur à J1 de la prise en charge aux urgences ($p = 0,0001$) et une épargne morphinique de 50% ($p = 0,005$). Malgré l'augmentation de la charge de soins, la mise en place d'un protocole de prise en charge n'a pas modifié la durée de séjour aux urgences (**Tableau 5**).

Au décours de la prise en charge, la mise en place d'un protocole de prise en charge des traumatismes thoraciques a entraîné :

- Une augmentation significative des transferts en réanimation suite à la prise en charge aux urgences (21 vs. 59% ; $p = 0,003$)
- L'absence de diminution des durées de séjour en réanimation (5 [2 – 9] vs. 5 [4 – 8] jours ; $p = 0,53$) ou des durées totales d'hospitalisation (12 [7 – 18] vs. 13 [9 – 21] jours ; $p = 0,35$)
- Une tendance non significative à la diminution des complications secondaires, notamment du taux de pneumopathies secondaires, du recours à la ventilation mécanique, des transferts secondaires en réanimation ou du taux de décès (29 vs. 22% ; $p = 0,48$). La documentation microbiologique des pneumopathies est décrite **Figure 9**.

Population N = 66	Recueil rétrospectif N = 34	Recueil prospectif N = 32	p
Scores de douleur			
- EN à l'admission	6 [5 – 8]	4 [3 – 6]	0,001
- EN à J1 post-urgences	6 [4 – 7]	2 [0 – 2]	< 0,0001
- Analgésie non contrôlée à J1	22 (65)	3 (9)	< 0,0001
- Equivalents morphiniques (mg) IV à J1	18 [10 – 29]	9 [3 – 20]	0,005
Complications secondaires	10 (29)	7 (22)	0,48
- Pneumopathie	8 (24)	7 (22)	0,87
- Ventilation mécanique pour IRA	5 (15)	3 (9)	0,51
- Transfert secondaire en réanimation	3 (12)	1 (3)	0,19
- Décès	2 (6)	1 (3)	0,59
Durées de séjour (jours):			
- En réanimation (N = 29)	5 [2 – 9]	5 [4 – 8]	0,53
- Durée totale d'hospitalisation	12 [7 – 18]	13 [9 – 21]	0,35

Tableau 5. Efficacité d'un protocole de prise en charge des traumatismes thoraciques

Résultats exprimés en effectif (pourcentages) ou médiane [interquartile 25 – 75 %]

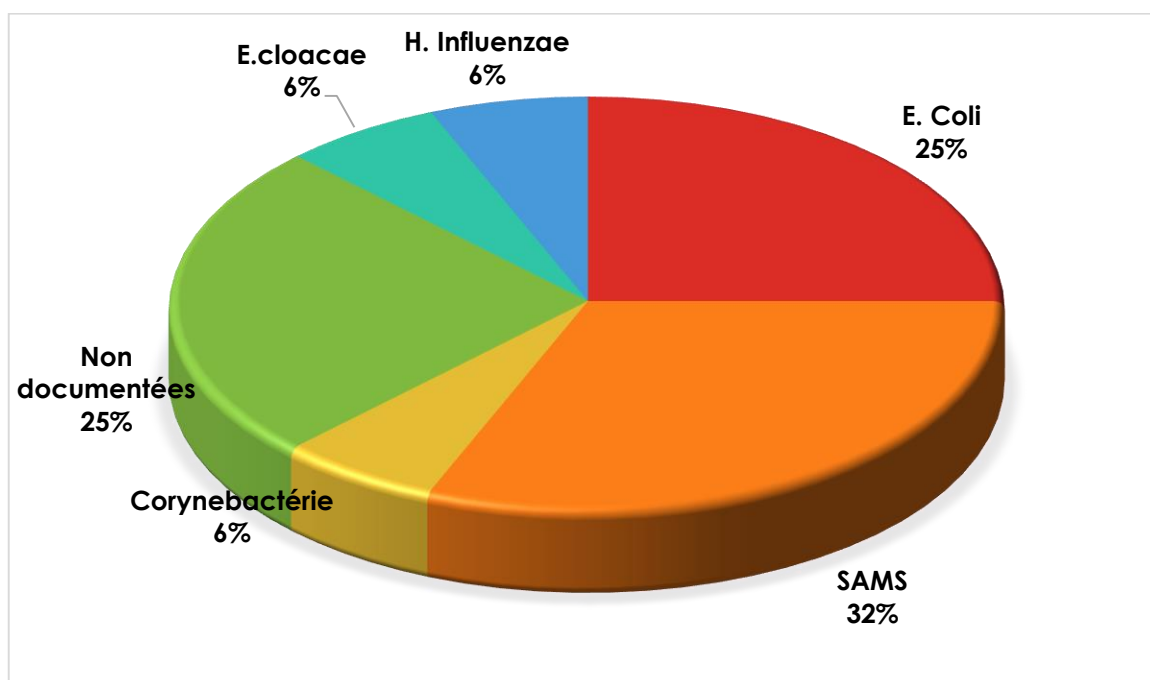


Figure 9. Documentation microbiologique des pneumopathies post-traumatiques

3.3. Effets de l'ALR au cours de la prise en charge précoce des traumatismes thoraciques

Au cours des deux périodes étudiées, 28 patients ont bénéficié d'une ALR (10 APDT, 18 KTPV). Une patiente a été exclue de l'analyse suite à une APDT compliquée d'une rachianesthésie totale nécessitant une intubation. A la levée du bloc moteur, la patiente a été extubée en l'absence de déficit neurologique ; les suites ont été simples.

Les autres complications retrouvées chez les 27 patients analysés sont : 2 échecs, 3 difficultés de pose avec des ponctions multiples, un déplacement secondaire de KTPV nécessitant une repose.

Les effets de l'ALR par rapport à l'analgésie IV seule sur les scores de douleurs et les complications secondaires sont résumés dans le **Tableau 6**. Les scores pronostiques (IGS 2, ISS et score de Battle) étaient comparables entre les patients ayant bénéficié ou non d'une ALR (respectivement 19 ± 7 vs. 22 ± 8 ; $p = 0,12$, 16 ± 6 vs. 19 ± 8 ; $p = 0,36$ et 24 ± 8 vs. 26 ± 8 ; $p = 0,12$). On note une amélioration significative des scores de douleur et une tendance non significative à la diminution des complications chez les patients bénéficiant d'une ALR. La mise en place d'une ALR n'augmentait pas significativement la durée de prise en charge aux urgences ($p = 0,29$).

Population N = 66	Analgésie IV N = 39	ALR N = 27	p
Scores de douleur			
- EN à l'admission	6 [5 – 8]	4 (3-6)	0,007
- EN à J1 post-urgences	5 [3-6]	2 (0-3)	< 0,0001
- Analgésie non contrôlée à J1	23 (59)	2 (7)	< 0,0001
- Equivalents morphiniques IV à J1	13 (6-26)	11 (2-20)	0,27
Complications secondaires			
- Pneumopathie	9 (23)	6 (22)	0,935
- Ventilation mécanique pour IRA	5 (13)	3 (1)	0,83
- Transfert secondaire en réanimation	4 (10)	1 (4)	0,323
- Décès	3 (1)	0 (0)	0,14
Durées de séjour (jours) :			
- En réanimation (N = 29)	5 (2 – 8)	5 (4 – 8)	0,5
- Durée totale d'hospitalisation	12 (8 – 18)	13 (9 – 21)	0,36

Tableau 6. Comparaison de l'ALR à l'analgésie IV

Résultats exprimés en effectif (pourcentages) ou médiane [interquartile 25 – 75 %]

3.4. Facteurs associés à la survenue de complications secondaires (Tableau 7)

En analyse univariée, l'âge et la présence d'un hémithorax étaient des facteurs significativement associés à la survenue de complications secondaires ($p = 0,04$). Le score de Battle était moins élevé chez les patients avec une évolution favorable ($p = 0,06$). Les autres scores pronostiques ne sont pas significatifs.

L'orientation secondaire en unité de soins continus semble être associée à une réduction du nombre de complications secondaires en comparaison aux patients hospitalisés en secteur de chirurgie ($p = 0,02$).

La prise d'AINS était significativement moins importante chez les patients développant des complications secondaires ($p = 0,003$). L'anesthésie locorégionale n'était pas significativement associée au pronostic ($p = 0,6$).

	Evolution favorable N = 49	Complications secondaires N = 17	P
Age (ans)	59 [54 – 67]	67 [58 – 80]	0,04
Sexe masculin	38 (78)	14 (82)	0,68
Comorbidités cardiorespiratoires	8 (16)	4 (24)	0,5
Troubles de l'hémostase	9 (18)	5 (29)	0,34
Contexte			
- AVP	21 (43)	6 (35)	0,56
- Chute ≥ 3m	19 (39)	9 (53)	0,31
- Traumatisme contondant	4 (8)	0 (0)	0,22
- Autre	5 (10)	2 (12)	0,86
Bilan lésionnel thoracique			
- Nombre de côtes	5 [4 – 7]	6 [5 – 8]	0,13
- Fractures bilatérales	13 (27)	7 (41)	0,26
- Volet costal	11 (22)	4 (24)	0,93
- Fracture sternale	8 (16)	0 (0)	0,08
- Contusion pulmonaire	30 (61)	12 (71)	0,49
- Pneumothorax	26 (53)	9 (53)	0,99
- Hémothorax	17 (35)	12 (71)	0,01
Lésions associées			
- Traumatisme cranio-facial	10 (20)	2 (12)	0,43
- Traumatisme rachidien	14 (29)	8 (47)	0,64
- Traumatisme abdominal	4 (8)	2 (12)	0,66
- Traumatisme pelvien	8 (16)	3 (18)	0,9
- Traumatisme périphérique	21 (43)	5 (29)	0,33
Scores pronostiques :			
- IGS 2	20 [13 – 24]	21 [20 – 27]	0,09
- ISS	16 [10 – 20]	17 [13 – 21]	0,35
- Chest ISS	4 [3 – 4]	4 [3 – 4]	0,39
- Score de Battle	23 [18 – 27]	27 [21 – 34]	0,06
Prise en charge en réanimation des urgences			
- AINS	26 (53)	2 (12)	0,003
- PCA morphine	28 (57)	10 (59)	0,9
- Anesthésie locorégionale	21 (43)	6 (35)	0,6
- Drainage pleural	16 (33)	9 (53)	0,14
- Ventilation non invasive	12 (24)	6 (35)	0,39
- Kinésithérapie respiratoire	22 (45)	7 (41)	0,79
- Indication chirurgicale d'ostéosynthèse	6 (12)	1 (6)	0,46
Orientation secondaire			
- Réanimation	18 (37)	9 (53)	0,24
- Unité de soins continus	21 (43)	2 (12)	0,02
- Chirurgie thoracique	4 (8)	3 (18)	0,27
- Autre secteur chirurgical	1 (2)	3 (18)	0,02
- Secteur de médecine	5 (10)	0 (0)	0,17
Scores de douleur			
- EN à l'admission	5 [4 – 7]	5 [4 – 6]	0,55
- EN à J1 post-urgences	3 [0 – 6]	4 [2 – 5]	0,49
- Analgésie non contrôlée à J1	18 (37)	7 (39)	0,75
- Equivalents morphiniques IV à J1	12 [4 – 23]	15 [10 – 28]	0,23
Durées de séjour (jours) :			
- En réanimation (N = 29)	4 [3 – 6]	7 [5 – 19]	0,08
- Durée totale d'hospitalisation	12 [8 – 19]	16 [12 – 39]	0,06

Tableau 7. Analyse univariée des facteurs associés aux complications secondaires

Résultats exprimés en effectif (pourcentages) ou médiane [interquartile 25 – 75 %]

4. Discussion

- Rappel des résultats et comparaison aux données de la littérature

La mise en place d'un protocole de prise en charge des traumatisés thoraciques respectant les dernières recommandations est réalisable dans un service d'urgences sans augmenter les durées de prise en charge. Ce protocole a permis de réduire significativement le pourcentage de patients douloureux associé à une épargne morphinique au décours de la prise en charge aux urgences, notamment grâce au recours plus fréquent aux AINS et à l'analgésie locorégionale. Cette prise en charge était associée à une réduction non significative de l'incidence des complications secondaires sans diminution des durées d'hospitalisation malgré une charge de soins accrue avec un plus fort taux de transfert primaire en réanimation.

En comparaison aux données de la littérature, nos résultats sont concordants avec les études ayant démontré l'intérêt de l'ALR en traumatologie (46,86,87). Bien que certains auteurs aient démontré une réduction du taux de pneumopathie chez les patients ayant bénéficié d'une ALR (47), nos résultats ne permettent pas de démontrer l'intérêt de l'ALR pour la diminution des complications secondaires. Le plus grand recours aux AINS semble également corrélé au pronostic des patients. Ces résultats viennent renforcer une étude récente (41) suggérant que l'utilisation des AINS diminuerait le taux de pneumopathies secondaires.

L'utilisation de la VNI aux urgences est discutable, on remarque qu'il y a une tendance à l'augmentation non significative de la survenue des complications secondaires chez les patients ayant bénéficié de la VNI. Ceci peut être expliqué par la gravité plus importante à l'admission de ces patients.

Toutefois, la balance bénéfice/risque à l'utilisation de la VNI chez les patients traumatisés thoraciques doit profiter au patient (61). La mise en place d'une VNI doit être réfléchie, surveillée et arrêtée en cas d'absence d'amélioration.

L'augmentation du taux de transfert primaire en réanimation permet de diminuer le pourcentage d'admission secondaire, notamment pour détresse respiratoire aiguë.

Blecher et coll. (5) ont démontré que les patients transférés secondairement en réanimation présentaient des durées d'hospitalisation et de réhabilitation significativement plus élevées par rapport aux patients admis d'emblée en réanimation. Nos résultats semblent confirmer cette hypothèse. En effet l'hospitalisation primaire en soins continus et en réanimation semble être associée à une réduction des complications secondaires ($p = 0,02$). On peut penser qu'une hospitalisation préventive dans ces unités spécialisées chez les patients traumatisés thoraciques à haut risque de complications secondaires pourrait améliorer leur pronostic.

Néanmoins, cette hypothèse ne peut être confirmée par notre étude. En effet, tous nos patients ont bénéficié de la même stratégie analgésique et ventilatoire sans hiérarchisation en fonction de critères pronostiques préétablis. Ainsi, on ne retrouvait pas de différence significative dans les scores pronostiques chez les patients ayant bénéficié ou non d'une ALR thoracique. Il est ainsi possible que cette prise en charge lourde et non dénuée d'effets indésirables augmente la charge de soins chez des patients pourtant à faible risque de complications.

D'autre part, on peut discuter du coût de cette prise en charge préventive par rapport au coût lié à une augmentation des transferts secondaires en réanimation. Une étude coût-efficacité serait intéressante à mener.

Ainsi, il est nécessaire pour le clinicien de disposer de critères pronostiques spécifiques permettant de hiérarchiser le niveau de soins et l'orientation les mieux adaptés à des patients ne présentant pas de critères de réanimation à la phase précoce d'un traumatisme thoracique. Dans notre étude, seul l'âge ressortait significativement associée aux complications secondaires.

Or l'intérêt de l'APDT est discutable dans cette population, des auteurs ayant suggéré une morbidité et des durées d'hospitalisation augmentées chez le sujet âgé traumatisé thoracique ayant bénéficié d'une APDT (48). L'âge, les comorbidités respiratoires, le nombre de côtes fracturées sont d'autres facteurs de risque de complications secondaires (11,12,88) et sont à l'origine de scores pronostiques tels que le score de Battle (73).

Dans notre étude, le score de Battle semble intéressant, proche de la significativité concernant la survenue de complications secondaires ($p = 0,06$). Néanmoins, ce score reste méconnu et peu utilisé en pratique clinique, son calcul étant peu intuitif. De plus, il ne prend pas en compte les conséquences du traumatisme sur la mécanique respiratoire du patient.

- **Limites de l'étude**

Notre étude présente toutefois plusieurs limites à détailler. Tout d'abord, il s'agit d'une évaluation des pratiques professionnelles comprenant un recueil rétrospectif à l'origine de nombreux biais, notamment pour le critère de jugement principal. En effet, ni le site douloureux (thoracique ou extra-thoracique) ni le moment du recueil de l'EN (après soins douloureux ou mobilisation) n'étaient détaillés dans le recueil rétrospectif. Ceci peut expliquer que les EN à l'admission étaient significativement plus élevées au cours de la première période.

Notre étude comporte également un biais de recrutement, lié au site d'inclusion (service de réanimation des urgences) et à la gravité des patients pris en charge (scores ISS élevés, fréquence des lésions extra-thoraciques), limitant la portée de nos résultats dans un service d'urgences conventionnel.

Enfin, notre étude manquait de puissance pour démontrer une relation statistiquement significative avec le taux de complications secondaires. Une autre hypothèse est que nous manquons d'outils pronostiques dès l'admission aux urgences pour dépister quels patients sont susceptibles de développer des complications secondaires.

- **Hypothèses et perspectives**

Ainsi, certains auteurs ont étudié l'intérêt pronostique de la capacité vitale (CV) chez les traumatisés thoraciques. Carver et coll. (75) ont suggéré qu'une CV < 30 % dans les 48 premières heures de l'admission était associée à la survenue de complications secondaires.

En revanche, une CVF > 50 % était un facteur protecteur de complications secondaires. La mesure de la CVF aux urgences est une pratique facile et réalisable au lit du patient, mais les services d'urgences sont rarement équipés de spiromètres portables.

D'un autre côté, la disponibilité de l'échographie se généralise et l'intérêt de l'échographie diaphragmatique pourrait être discuté dans ce contexte (81).

Le monitoring de la CVF et de l'échographie diaphragmatique chez ces patients pourrait permettre de suivre aisément la mécanique ventilatoire. Des valeurs basses ou une évolution non favorable pourraient être associées à un pronostic péjoratif. Cette hypothèse mérite toutefois d'être démontrée par une étude spécifique chez des patients traumatisés thoraciques.

5. Conclusion

Notre étude démontre qu'une prise en charge multimodale débutée dès les urgences est possible avec une amélioration des scores de douleur et une tendance à la réduction de la survenue de complications secondaires. Néanmoins cette stratégie implique un plus fort taux d'admission primaire en réanimation.

Ainsi, il est nécessaire pour le clinicien de disposer de critères pronostiques spécifiques permettant de hiérarchiser le niveau de soins et l'orientation les mieux adaptés à des patients ne présentant pas de critères de réanimation à la phase précoce d'un traumatisme thoracique.

Ces résultats incitent à poursuivre ce travail en étudiant les capacités de deux critères pronostiques pour prédire le risque de survenue de complications secondaires : la mesure de capacité vitale et de l'excursion diaphragmatique chez le traumatisé thoracique aux urgences.

Troisième partie

Valeur pronostique des mesures de la capacité vitale et de l'excursion diaphragmatique au cours de la prise en charge initiale des traumatismes thoraciques : étude préliminaire

1. Introduction

- **Rationnel** : La prise en charge des patients traumatisés thoraciques en monodéfaillance respiratoire impose un contrôle rapide et agressif de la douleur associé à l'utilisation de la ventilation non invasive pour limiter la survenue de complications secondaires (50).
- **Problématique et hypothèse** : La difficulté principale dans la stratégie de prise en charge de ces patients est de hiérarchiser le niveau de soins et l'orientation des patients en fonction de critères pronostiques à l'admission de patients ne présentant pas de critères de réanimation.

Certains auteurs ont proposé des scores pronostiques établis à partir de facteurs de risque tels que l'âge, une pathologie chronique respiratoire ou cardiaque, des troubles de la coagulation et la saturation en oxygène (73). Ces scores sont peu utilisés en pratique clinique et ne prennent pas en compte la mécanique respiratoire du patient.

Ainsi, certaines études rétrospectives ont suggéré l'intérêt de la mesure de la capacité vitale forcée (CVF) pour prédire le risque de développer des complications secondaires après un traumatisme thoracique (74,75). Ces études ont un faible niveau de preuve et les spiromètres portables sont également peu disponibles aux urgences.

L'intérêt potentiel de l'échographie diaphragmatique chez le traumatisé thoracique peut également être soulevé pour les services d'urgences non équipés d'un spiromètre portable. En effet, il s'agit d'une technique rapide et reproductible pour mesurer l'excursion diaphragmatique.

En outre, plusieurs études ont démontré une relation significative entre l'excursion diaphragmatique et la CVF chez les sujets sains ou atteints de pathologies neuromusculaires (78,89). Son intérêt n'a jamais été étudié en traumatologie.

- **Objectifs** : Notre objectif principal était d'évaluer la capacité de la CVF mesurée aux urgences à prédire la survenue de complications respiratoires secondaires à un traumatisme thoracique. Notre objectif secondaire est d'étudier une corrélation entre la CVF et l'excursion diaphragmatique chez les patients traumatisés thoraciques.

2. Matériel et méthodes

2.1. Population

Il s'agit d'une étude prospective observationnelle et monocentrique. Durant une période de 10 mois (mars à décembre 2015), tous les patients admis en réanimation des urgences du CHU Pellegrin pour traumatisme thoracique isolé avec au moins 3 côtes fracturées en respiration spontanée ont été inclus.

Les critères de non inclusion étaient :

- Patients intubés à l'admission ou justifiant d'une intubation en urgence au déchocage
- Patient requérant une ventilation mécanique pour cause extra-respiratoire dans les 48 heures (chirurgie en urgence ou complication extra-respiratoire)
- Patients présentant moins de 3 fractures de côtes
- Patients n'ayant pas bénéficié d'un scanner thoracique injecté
- Patient mineur ou femme enceinte
- Patient non hospitalisé au décours de la prise en charge au déchocage

Le caractère observationnel de l'étude était confirmé par le comité régional d'éthique (Comité de Protection des Personnes Sud-Ouest et Outre-Mer III, Bordeaux, France, protocole n° DC 2015/114).

Le consentement écrit des patients n'était pas requis.

2.2. Recueil de données

Au cours de la prise en charge aux urgences, étaient systématiquement recueillis :

- Les caractéristiques démographiques des patients
- Les comorbidités cardio-respiratoires
- Les scores pronostiques : IGS2, ISS, score de Battle (73)
- Les caractéristiques du traumatisme thoracique : mécanisme, nombre de fractures costales, la présence d'un volet costal, d'une contusion pulmonaire, d'un épanchement liquidien ou gazeux
- Les lésions traumatiques associées
- Le type d'analgésie : analgésie intraveineuse (IV) et/ou analgésie locorégionale par péridurale thoracique (APDT) ou cathéter paravertébral (KTPV)
- L'indication et le type de drainage pleural
- L'indication et le type de ventilation non invasive
- L'évaluation répétée du score de douleur au repos, à la toux et à l'inspiration profonde
- La mesure répétée de la capacité vitale forcée et du débit expiratoire de pointe
- La mesure répétée de l'excursion diaphragmatique en échographie
- L'analyse répétée des gaz du sang artériels

La capacité vitale forcée et le débit expiratoire de pointe étaient mesurés par un spiromètre portable (Spirobank™, MIR, Roma, Italie) (**Figure 10**). Trois mesures étaient réalisées au lit du patient par le kinésithérapeute ou le médecin réanimateur en charge du patient. La meilleure valeur était retenue.



Figure 10. Description du spiromètre portable (Spirobank™, MIR, Roma, Italie)

L'échographie diaphragmatique était réalisée en position semi-assise (45°) par voie sous-costale droite antérieure, la sonde cardiaque 4MHz positionnée entre les lignes médio-claviculaire et axillaire antérieure sous le rebord costal droit. Le dôme diaphragmatique était recherché en mode bidimensionnel. Il apparaissait comme une structure curviligne hyperéchogène entre le parenchyme hépatique et la plèvre pariétale.

L'excursion diaphragmatique était mesurée en mode TM anatomique, le curseur positionné perpendiculairement à l'excursion diaphragmatique maximale. Trois mesures d'excursion diaphragmatique maximale (EDE_{max}) étaient réalisées pendant une manœuvre d'expiration forcée après une inspiration maximale. L' EDE_{max} correspondait à la distance entre le plateau inspiratoire maximal et la limite inférieure de fin d'expiration. La meilleure valeur était retenue (**Figure 11**).

Toutes les mesures échographiques étaient réalisées avec un échographe vivid S5™ (GE healthcare, Wauwatosa, WI, USA). Nous avons calculé la variabilité inter-individuelle et intra-individuelle à partir de 10 volontaires sains. La valeur maximale de la variabilité inter-individuelle était de $9,3\% \pm 4,7\%$ et la valeur maximale de la variabilité intra-individuelle était de $10,3\% \pm 2\%$.

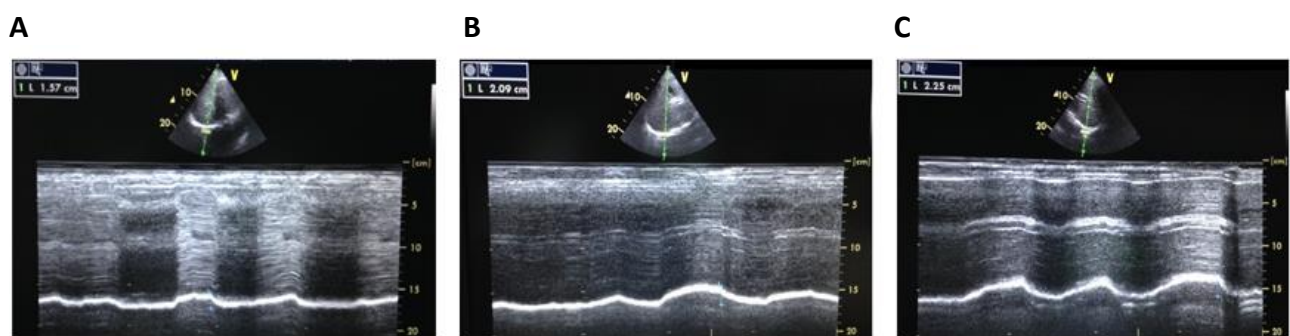


Figure 11. Evolution de l' EDE_{max} au cours de la prise en charge initiale des traumatisés thoraciques, Patient à l'admission (A : CVF 29 %, EDE_{max} 16 mm), après Analgésie (B : CVF 36 %, EDE_{max} 21 mm) fin de prise en charge aux urgences à 24h (C : CVF 50 %, EDE_{max} 23 mm)

Les premières mesures de l'EDE_{max} et de la CVF étaient réalisées à l'admission du patient après :

- Stabilisation hémodynamique, respiratoire et drainage éventuel d'un épanchement traumatique si indiqué en urgence.
- Réalisation d'un bilan lésionnel exhaustif, au minimum par scanner thoracique.
- Analgésie intraveineuse en titration pour obtention d'une EN au repos < 4

Ces mesures étaient répétées à la fin de la prise en charge aux urgences, avant transfert du malade en secteur d'hospitalisation.

Les variations de FCV (Δ FVC) étaient définies par la différence entre la CVF à l'admission et la CVF à la fin de prise en charge aux urgences. Les valeurs étaient exprimées en pourcentage des valeurs théoriques.

Les variations de l'EDE_{max} (Δ EDE) étaient définies par la différence entre l'EDE_{max} à l'admission et l'EDE_{max} à la fin de la prise en charge aux urgences. Les valeurs étaient exprimées en mm.

Au décours de la prise en charge aux urgences, étaient recueillis l'orientation du patient, la survenue de complications respiratoires au cours de l'hospitalisation primaire ainsi que la durée totale de séjour.

Enfin, les patients étaient recontactés par téléphone à 3 mois de leur hospitalisation à la recherche d'une éventuelle perte d'autonomie. Les questions posées étaient les suivantes :

- Reprise de l'activité professionnelle ou des activités antérieures
- Retour à domicile

2.3. Critères de jugement

Le critère de jugement principal était la survenue de complications secondaires définies par :

- L'admission secondaire en réanimation pour détresse respiratoire aiguë
- Une ventilation mécanique pour épuisement respiratoire
- Une pneumopathie infectieuse définie par au moins 3 des critères suivants : la survenue d'un syndrome infectieux (fièvre > 38°C, syndrome inflammatoire biologique), la dégradation de l'hématose, la purulence des sécrétions, l'apparition d'un nouveau foyer radiologique et/ou une documentation microbiologique
- Le décès du patient au cours de l'hospitalisation primaire
-

Les critères de jugement secondaires étaient la durée d'hospitalisation totale et en réanimation.

2.4. Analyse statistique

Les variables qualitatives étaient décrites en termes d'effectif et de pourcentage. Les intervalles de confiance des pourcentages étaient calculés en utilisant la loi binomiale. Les variables quantitatives étaient décrites en termes d'effectif, moyenne et écart-type, ou médiane, étendue et interquartile. La normalité de distribution était confirmée par un test de Kolmogorov – Smirnov.

Pour les variables quantitatives, un test de Student ou de Wilcoxon était réalisé en fonction de la normalité de distribution. Pour les variables qualitatives, un test du χ^2 ou un test exact de Fisher était réalisé selon les situations.

La capacité de la CVF à prédire la survenue de complications secondaires était analysée à l'aide de courbes ROC. Le meilleur seuil était choisi afin de maximiser l'indice de Youden. L'aire sous la courbe ROC entre la CVF et les autres scores pronostiques (ISS, score de Battle) était comparée avec la méthode de Hanley et Mcneil (90).

La corrélation entre la CVF, l'EDE_{max} et les durées de séjours était analysée en utilisant un test de Spearman après analyse de régression linéaire.

Toutes les analyses étaient réalisées avec un risque de première espèce $\leq 0,05$. Tous les tests statistiques étaient réalisés avec le logiciel XLSTAT 2014 (Addinsoft Paris, France) et MedCalc Statistical Software version 14.12.0 (MedCalc Software bvba, Ostend, Belgium).

3. Résultats

3.1. Description de la population

- Au cours de la période du 01/05/2015 au 31/12/2015, 90 patients ont été admis en réanimation des urgences du CHU Pellegrin pour traumatisme thoracique isolé en respiration spontanée. Parmi ces patients, 52 n'ont pas été inclus pour les motifs suivants : < 3 fractures de côtes (N = 15), indication à une ventilation mécanique urgente (N = 37 ; 25 pour chirurgie urgente, 8 pour instabilité hémodynamique, 2 pour trouble de la conscience, 2 pour détresse respiratoire aigüe). 5 patients ont également été exclus secondairement : 1 pour non-hospitalisation au décours, 1 pour données manquantes, 2 pour limitation thérapeutique et une patiente intubée en urgence dans les suites d'une APDT compliquée d'une rachianesthésie totale. La patiente a été extubée dans les 24 premières heures et n'a présenté aucune séquelle neurologique.
- Au total, 33 patients présentant plus de 3 fractures de côtes sans indication de ventilation mécanique urgente ont été inclus de manière prospective.
- 7 patients (21 %) ont présenté des complications secondaires. Les caractéristiques démographiques sont décrites dans le **Tableau 8**.
- A 3 mois, 28 patients étaient retournés à domicile en conservant leur autonomie antérieure, 4 patients étaient toujours hospitalisés en soins de suite et réadaptation, et un patient était décédé.

Population	N = 33
Age (année)	62 [55 – 67]
Sexe (homme)	25 (76)
Mécanisme	
- Chute	16 (48)
- AVP	12 (36)
- Autres	5 (16)
- IGS II	22 [20 – 29]
- ISS	16 [14 – 20]
- Chest ISS	4 [3 – 4]
- Score de battle (73)	25 [21 – 33]
Comorbidités cardiorespiratoires	8 (24)
Bilan lésionnel thoracique	
- Nombre de côtes fracturées	6 [4 – 7]
- Volet costal	10 (30)
- Contusion pulmonaire	24 (73)
- Epanchement pleural (liquidien ou gazeux)	23 (69)
Bilan lésionnel associé	
- Fracture périphérique	12 (36)
- Fracture du rachis	10 (30)
- Traumatisme crânien	6 (18)
- Traumatisme abdominal	4 (12)
- Fracture du bassin	3 (9)
Analgésie	
- PCA morphine	18 (55)
- KTPV	15 (45)
- APDT	9 (27)
Drainage thoracique	14 (42)
Ventilation non invasive	16 (48)
Ostéosynthèse chirurgicale du traumatisme thoracique	5 (15)
Orientation initiale	
- Réanimation ou unité de soins continus	31 (94)
- Secteur de médecine ou chirurgie	2 (6)
Complications secondaires	7 (21)
- Pneumopathie	7 (21)
- Intubation pour détresse respiratoire aiguë	3 (9)
- Décès pour complications pulmonaires	1 (3)
Durée d'hospitalisation (jours)	
- Réanimation (n = 31)	7 [5 – 11]
- Hôpital	12 [9 – 20]

Tableau 8. Description de la population.

Résultats exprimés en effectif (pourcentages) et médiane [interquartile 25 – 75 %]

3.2. Evolution des paramètres respiratoires lors de la prise en charge aux urgences

Au cours de la prise en charge initiale aux urgences, on note une diminution significative des scores de douleur, une amélioration significative de la mécanique respiratoire et une tendance à l'amélioration de l'excursion diaphragmatique entre l'admission et la sortie des urgences

(**Tableau 9**).

	Admission	Fin de l'hospitalisation aux urgences	p
Fréquence respiratoire	16 [15 – 20]	14 [13 – 18]	0,05
Score de douleur :			
- Au repos	4 [3 – 5]	2 [0 – 3]	< 0,0001
- Toux	8 [7 – 9]	6 [4 – 7]	< 0,0001
- Inspiration maximale	8 [6 – 8]	4 [3 – 6]	< 0,0001
Hématose:			
- PaO ₂ / FiO ₂	300 [230 – 365]	292 [250 – 316]	0,58
- pH	7,39 [7,35 – 7,43]	7,39 [7,37 – 7,42]	0,99
- PaCO ₂ (kPa)	5,3 [4,8 – 5,8]	5,3 [4,9 – 5,8]	0,98
Capacité vitale forcée (%)	46 ± 20	60 ± 20	0,006
DEP (L/min)	151 ± 60	184 ± 74	0,05
EDE_{max} (mm)	43 ± 22	49 ± 19	0,23

Tableau 9. Evolution des paramètres respiratoires lors de la prise en charge aux urgences

Résultats exprimés en médiane [interquartile 25 – 75 %] et moyenne ± écart-type

3.3. Valeur prédictive de la capacité vitale au cours de la prise en charge initiale des traumatismes thoraciques

En analyse univariée, les facteurs significativement associés à la survenue de complications secondaires sont résumés **Tableau 10**.

Population N = 33	Absence de complication N = 26	Complications respiratoires N = 7	<i>p</i>
Age (ans)	58 ± 12	72 ± 13	0,01
IGS2	22 ± 6	29 ± 8	0,008
Score de Battle	24 ± 8	33 ± 5	0,01
Nombre de cotes	6 ± 2	8 ± 3	0,04
AINS	19 (73)	2 (29)	0,03
VNI	10 (38)	6 (86)	0,03
CVF finale	63 ± 19	46 ± 19	0,04
ΔCVF	17 ± 21	0 ± 10	0,03

Tableau 10. Analyse univariée des facteurs de risque liés aux complications secondaires
Résultats exprimés en moyenne ± écart-type et effectif (pourcentages)

La CVF mesurée à l'admission n'était pas significativement différente entre les 2 groupes (46 ± 21 vs. 46 ± 18 ; $p = 0,9$). Seule la CVF mesurée à la fin de la prise en charge était significativement plus basse chez les patients développant des complications secondaires (46 ± 19 vs 63 ± 19 % ; $p = 0,04$). L'amélioration de la CVF au cours de la prise en charge aux urgences était significativement plus importante chez les patients ne développant pas de complications secondaires (Δ FCV = 17 ± 21 % vs 0 ± 10 % ; $p=0,03$).

Ainsi, la CVF mesurée à la fin de prise en charge aux urgences ressortait comme prédictive de complications secondaires avec une AUC = 0,78 [0,61 – 0,91], $p = 0,03$. Un seuil < 43 % était prédictif de complications secondaires avec une sensibilité (Se) à 71 % [29 – 96%], une spécificité (Sp) à 92 % [75 – 99%] et un LHR+ à 9.29 [2.3 - 38.1] (**Figure 12**).

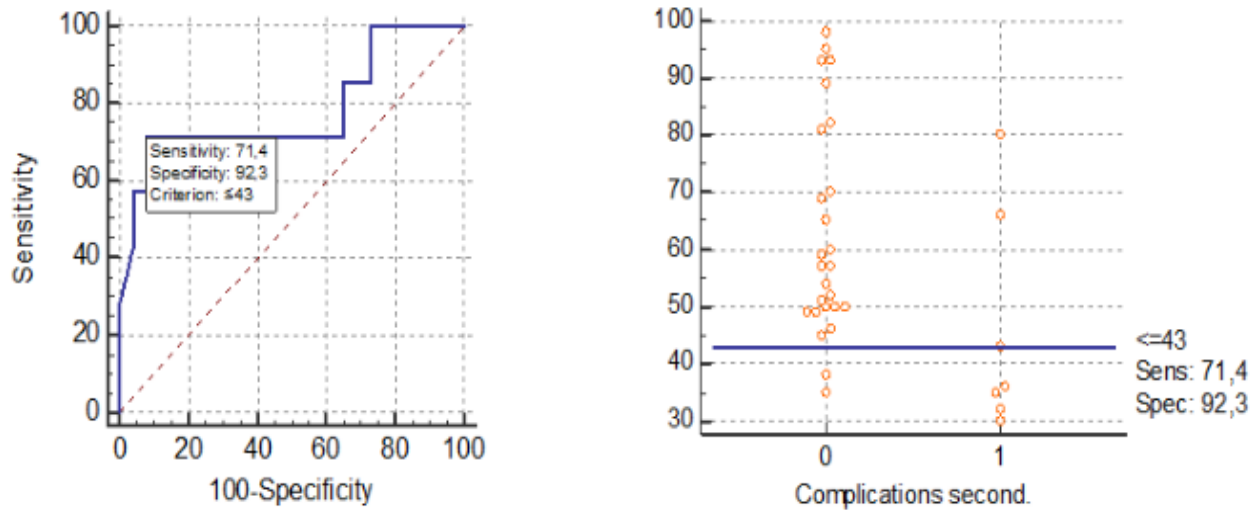


Figure 12. Capacité de la CVF mesurée à la fin de la prise en charge aux urgences à prédire la survenue de complications secondaires

Il n’existait pas de différence significative entre les capacités diagnostiques de la CVF mesurée en fin de prise en charge et du score de Battle pour prédire la survenue de complications secondaires(90) : 0,78 [0,61 – 0,91] vs 0.83 [0.67 - 0.94], $p = 0,63$ (**Figure 13**).

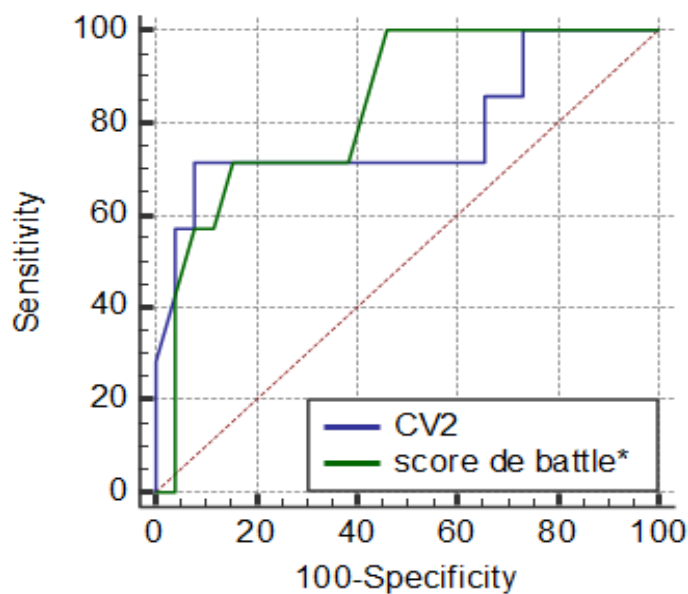


Figure 13. Comparaison des capacités diagnostiques de la CVF mesurée en fin de prise en charge et du score de Battle pour prédire le risque de complications secondaires

La valeur de la CVF à l'admission n'était pas corrélée de manière significative à la durée d'hospitalisation totale ou en réanimation. Par contre, on note une corrélation significative entre la CVF mesurée à la sortie des urgences et la durée d'hospitalisation totale et en réanimation (**Figure 14**).

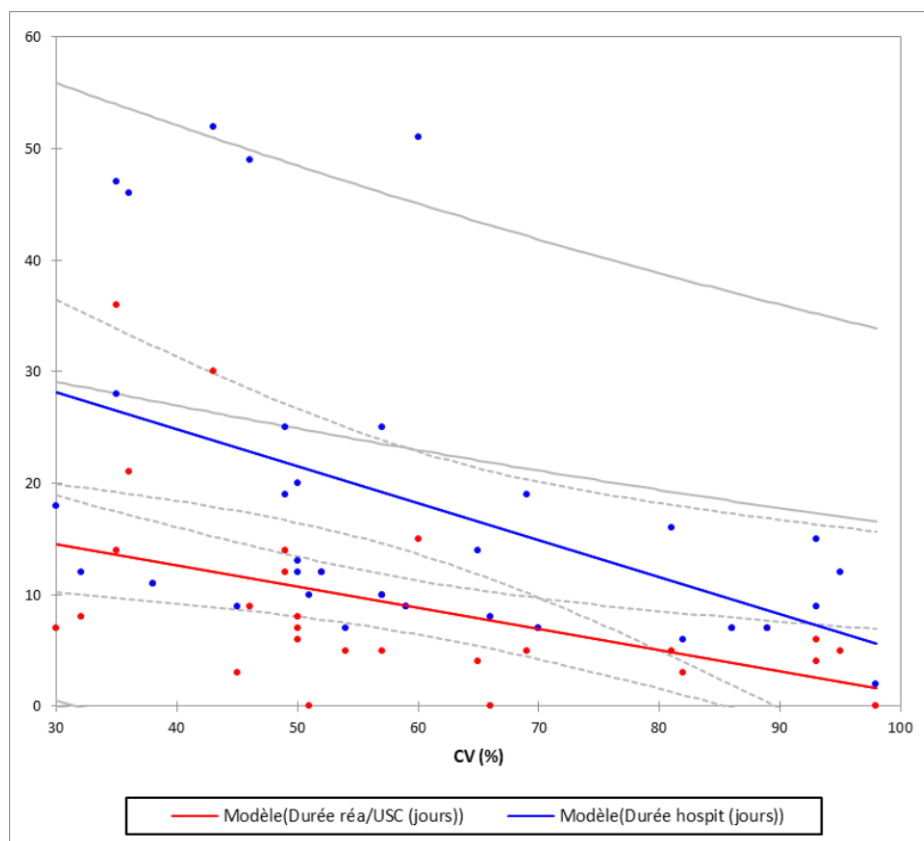


Figure 14. Corrélation entre la CVF mesurée en fin de prise en charge aux urgences et la durée d'hospitalisation en réanimation (points rouges : $R^2 = 0,24$; $p = 0,003$) et la durée totale d'hospitalisation (points bleus : $R^2 = 0,21$; $p = 0,007$).

Ainsi, les patients ayant une CVF ≤ 50 % à la fin de la prise en charge aux urgences avaient une augmentation de la durée d'hospitalisation (OR pour une durée ≥ 15 jours = 5 [1,3 – 21], $p = 0,03$), ou de la durée d'hospitalisation en réanimation (OR pour une durée ≥ 7 jours = 10 [2 – 53], $p = 0,005$).

A 3 mois, 3 des 4 patients restant hospitalisés en centre de rééducation avaient une CVF à la sortie des urgences < 50 %.

3.4. Corrélation entre la CVF et l'excursion diaphragmatique chez les patients traumatisés thoraciques.

Chez 33 patients analysés, 66 mesures permettaient de retrouver une corrélation modérée mais significative entre l'EDE_{max} et la CVF ($R^2 = 0,15$; $p = 0,001$).

En revanche, il n'y avait pas de corrélation significative entre Δ EDE_{max} et Δ FCV ($R^2 = 0,04$; $p = 0,28$).

Les régressions linéaires sont illustrées **Figure 15**.

Il n'y avait pas de relation significative entre les différentes valeurs des EDE_{max} et la durée d'hospitalisation ni la survenue de complications secondaires.

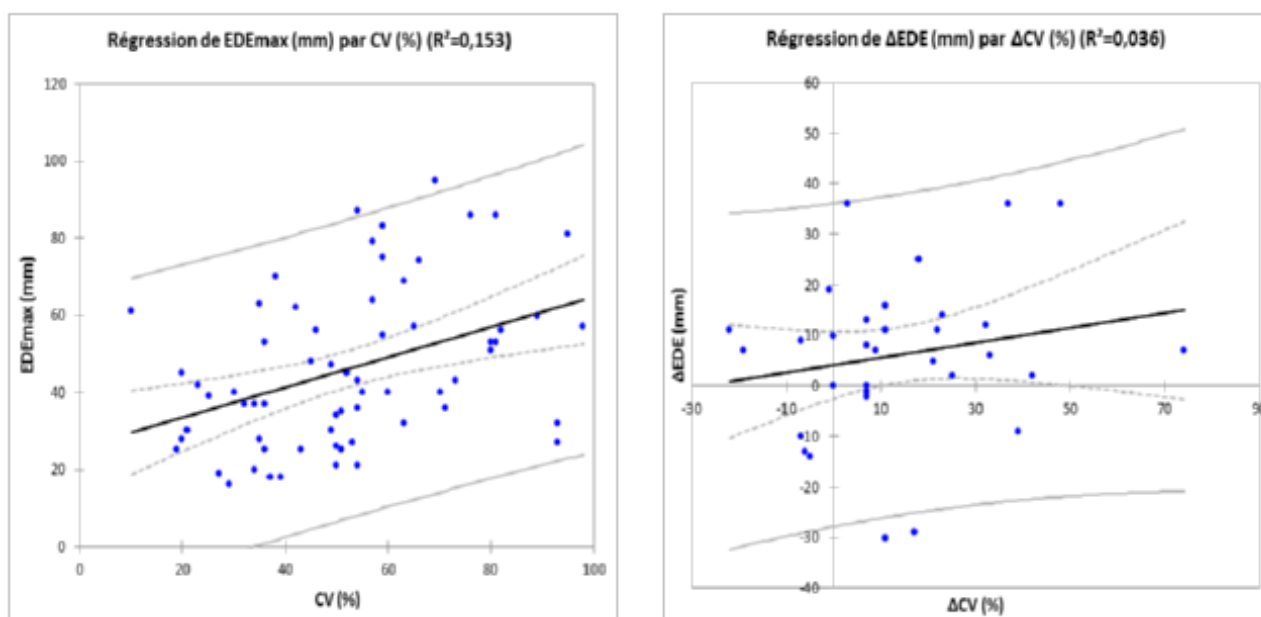


Figure 15. Corrélation entre les différentes valeurs de EDE_{max} et CVF ($n = 66$; $R^2 = 0,15$; $p = 0,001$) et entre Δ EDE_{max} et Δ CVF ($n = 33$; $R^2 = 0,04$; $p = 0,28$)

4. Discussion

- Rappel des résultats et comparaison aux données de la littérature

A notre connaissance il s'agit de la première étude prospective évaluant la valeur pronostique de la CVF chez les traumatisés thoraciques. Notre étude vient confirmer et compléter les résultats de 2 études précédentes rétrospectives. En effet, l'étude de Bakhos et coll (74) suggérait qu'une CVF < 55 % pouvait prédire la durée d'hospitalisation chez les sujets âgés. Dans une étude récente menée par Carver et coll (75), une CVF < 30 % était associée significativement à la survenue de complications respiratoires secondaires.

Cependant, la principale limite de ces 2 études rétrospectives concernait l'absence de standardisation des mesures aux urgences. En effet, la CVF est une mesure évolutive en fonction de l'efficacité de la prise en charge instaurée aux urgences (50). Dans notre étude, 75 % des patients bénéficiaient d'une analgésie multimodale associée à une ALR (KTPV ou APDT) permettant une amélioration de la fonction respiratoire à la fin de la prise en charge aux urgences. Ainsi, seule la CVF à la fin de la prise en charge aux urgences était significativement associée à une augmentation du taux de complications secondaires et à une augmentation des durées d'hospitalisation.

Les scores pronostiques devraient permettre de dépister les patients à risque devant imposer un avis spécialisé pour juger du rapport bénéfice risque à l'ALR. L'obtention d'une CVF > 50 % à la fin de la prise en charge aux urgences pourrait donc constituer un objectif thérapeutique permettant de titrer la charge de soins des patients traumatisés thoraciques. La CVF pourrait compléter les scores existants en incluant la mécanique ventilatoire aux facteurs de risque de complications secondaires décrits.

L'objectif secondaire de l'étude était d'évaluer la corrélation entre l'EDE_{max} mesurée en échographie diaphragmatique et la CVF pour les services non équipés de spiromètres portables. Malgré la mise en évidence d'une faible corrélation entre l'excursion diaphragmatique mesurée et la capacité vitale forcée, nous remarquons une absence de corrélation significative sur la variation des mesures dans le temps.

Plusieurs éléments physiologiques peuvent expliquer le manque de corrélation entre l'ampliation diaphragmatique maximale et les volumes pulmonaires en respiration forcée. En effet, les volumes pulmonaires dépendent non seulement de la fonction diaphragmatique mais également de la compliance thoraco – pulmonaire (91). Ainsi, une échographie diaphragmatique normale n'est pas toujours associée à une capacité vitale ou une capacité pulmonaire normale chez les patients à la compliance altérée.

De plus, la position de la sonde échographique réalise une compression abdominale qui peut être à l'origine d'une augmentation des pressions intra-abdominales entraînant ainsi une diminution des volumes pulmonaires. Enfin, une des principales limites de cette approche est la difficulté de visualiser la coupole diaphragmatique gauche. Chaque hémidiaphragme étant indépendant l'un de l'autre, il est difficile d'extrapoler nos résultats chez des patients traumatisés thoraciques avec une atteinte diaphragmatique (85).

- Limites de l'étude

Notre étude possède toutefois plusieurs limites. Tout d'abord, il s'agissait d'une étude préliminaire de faible effectif, dont l'objectif initial était d'évaluer deux nouveaux critères pronostiques chez le traumatisé thoracique. Nos résultats suggèrent le faible intérêt de l'échographie diaphragmatique dans ce contexte.

Cette étude préliminaire permet de calculer le nombre de sujets à inclure pour démontrer formellement l'intérêt de la capacité vitale forcée mesurée à la fin de la prise en charge aux urgences. En considérant qu'un test diagnostique est discriminant lorsque son AUC est supérieure à 0,75 (92), un effectif de 65 patients serait nécessaire en supposant une prévalence de complications secondaires $\geq 20\%$, un risque $\alpha \leq 5\%$ et une puissance de 80 %.

Deuxièmement, nous n'avons pas retrouvé d'effet significatif de l'analgésie locorégionale sur l'évolution de capacité vitale ou la survenue de complications secondaires, potentiellement explicable par la forte utilisation de l'ALR dans cette population. La faible incidence des complications secondaires ne permet donc pas de démontrer que le monitoring de la CVF et de sa variation aux urgences pourrait guider l'indication d'une ALR chez ces patients traumatisés thoraciques.

Enfin, plus de 90 % des patients dans notre étude ont été admis directement en réanimation, ce qui suggère un potentiel sur-triage par rapport aux études publiées précédentes. Cette orientation était cependant nécessaire chez les patients traumatisés à haut risque de complications secondaires, présentant des lésions traumatiques associées et nécessitant un niveau élevé de soins.

Ainsi, nous ne pouvons pas conclure formellement sur l'intérêt de la CVF pour guider l'orientation initiale de patients victimes de traumatismes thoraciques isolés admis communément aux urgences.

En outre, nous ne pouvons pas indiquer l'incidence des admissions secondaires en réanimation ou USC, associée à un risque plus élevé de complications respiratoires et des durées de séjours prolongées (5).

5. Conclusion

La CVF mesurée à la fin de la prise en charge aux urgences est significativement associée à la survenue de complications secondaires et aux durées d'hospitalisation. L'obtention d'une CVF > 50 % à la fin de la prise en charge aux urgences pourrait constituer un objectif thérapeutique permettant de titrer la charge de soins des patients traumatisés thoraciques.

L'excursion diaphragmatique mesurée par échographie ne peut remplacer la CVF mesurée par spirométrie portable aux urgences. L'intérêt de la mesure de la CVF pour hiérarchiser la charge de soins et / ou choisir l'orientation la plus appropriée chez les patients traumatisés thoraciques reste à confirmer par d'autres études prospectives de plus grands effectifs.

Cathéter paravertébral :

1. Indications : Lésions thoraciques unilatérales et peu étagées

2. Contre-indications :

- Refus du patient, défaut de compréhension ou de coopération
- Troubles de l'hémostase (plaquettes < 80000, INR > 1,5)
- Fracture vertébrale ou pelvienne instable rendant impossible la mobilisation du patient
- Infection au point de ponction
- Allergie aux anesthésiques locaux

3. Modalités :

Patient perfusé sous monitoring électrocardiographique et tensionnel toutes les minutes, sous oxygénothérapie à 15 L/min, positionné en décubitus latéral opposé au traumatisme. Repérage de l'espace paravertébral par échographie équipée d'une sonde linéaire. Technique réalisée dans des conditions d'asepsie chirurgicale sous anesthésie locale (xylocaïne 1 %). Prémédication par midazolam (0,5 à 1 mg) et atropine (0,5 mg) et remplissage vasculaire par 500 ml de cristalloïdes. Ponction échoguidée réalisée dans le plan à l'aiguille de Tuohy jusqu'à perte de résistance (passage du ligament costo-transverse) puis dilatation de l'espace et introduction du cathéter entre 2 et 4 cm dans l'espace paravertébral. Tunnelisation et sécurisation du cathéter. Après test d'aspiration négatif, bolus de 0,3 ml/kg de ropivacaine 0,2 %. Relai par ropivacaine 0,2 % en débit continu à 0,1 ml/kg/h après vérification de l'efficacité et de la tolérance.

4. Surveillance :

Surveillance neurologique et monitoring cardiorespiratoire poursuivis au moins deux heures après la pose. Radiographie de thorax de contrôle systématique. Toute complication liée à la procédure devait être consignée sur le dossier médical. La distribution des dermatomes anesthésiés était recueillie après test au froid toutes les 6 heures. Le cathéter était laissé en place pour une durée maximale de 4 jours. Ablation devant tout syndrome septique et/ou inflammation du point de ponction à distance de toute prise d'anticoagulants.

Analgésie péridurale thoracique :

1. Indication : Lésions thoraciques bilatérales et complexes

2. Contre-indications :

- Refus du patient, défaut de compréhension ou de coopération
- Troubles de l'hémostase (plaquettes < 100000, INR > 1,5, anticoagulants ou clopidogrel)
- Traumatisme crânien associé avec GSC < 14
- Traumatisme médullaire
- Fracture vertébrale ou pelvienne instable rendant impossible la mobilisation du patient
- Traumatisme médiastinal ou abdominal nécessitant une surveillance clinique rapprochée
- Cyphoscoliose, déformation rachidienne
- Infection au point de ponction
- Allergie aux anesthésiques locaux

3. Modalités :

Patient perfusé sous monitoring électrocardiographique et tensionnel toutes les minutes, sous oxygénothérapie à 15 L/min, positionné en décubitus latéral ou en position assise selon la tolérance et les lésions associées. Risque de bradycardie : seringue d'atropine préparée (0.5 mg/ml). Risque d'hypotension : remplissage systématique et seringue d'éphédrine (3 mg/ml) préparée. Technique réalisée dans des conditions d'asepsie chirurgicale sous anesthésie locale (xylocaïne 1 %). Ponction à l'aiguille de Tuohy entre T4 et T6. Recherche de perte de résistance à l'aide du mandrin liquide puis insertion du cathéter entre 2 et 4 cm en l'absence de reflux sanguin ni de LCR. Dose test à la xylocaïne adrénalinée 2 % (3 à 5ml) puis bolus de 0,1 ml/kg de ropivacaine 0,2 % en l'absence de signe de passage intravasculaire (gout métallique dans la bouche, modification ECG) ou intracanalair (rachianesthésie). Relai par ropivacaine 2mg/ml avec un débit continu adapté à la taille du patient (0,1 ml/kg/h) après vérification de l'efficacité et de la tolérance.

4. Surveillance :

- Toute complication liée à la procédure doit être consignée sur le dossier médical.
- Surveillance neurologique : Distribution des dermatomes anesthésiés était recueillie après test au froid relevée toutes les 6 heures. Recherche de bloc moteur ou de globe vésical toutes les 6 heures.
- Surveillance hémodynamique : Monitoring électrocardiographique et tensionnel toutes les 5 minutes poursuivi au moins deux heures après la pose, secondairement espacé en l'absence d'effets indésirables.

- Surveillance respiratoire : Monitoring SpO₂ et fréquence respiratoire horaire. Radiographie de thorax de contrôle systématique.
- Surveillance du point de ponction : Le cathéter était laissé en place pour une durée maximale de 4 jours. Ablation devant tout syndrome septique et/ou inflammation du point de ponction à distance de toute prise d'anticoagulants.

Annexe 2 : Protocole de ventilation non-invasive

- 1- **Indication** : hypoxémie définie par un rapport $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 200\text{mmHg}$
- 2- **Prérequis** : Après scanner thoracique et drainage d'un pneumothorax s'il est indiqué. Patient correctement analgésié, coopérant et ne présentant pas d'autres défaillances que respiratoire, absence d'hypoxémie menaçant le pronostic vital.
- 3- **Contre-indications** :
 - Épuisement respiratoire, intubation imminente (sauf VNI en pré-oxygénation)
 - Instabilité hémodynamique, état de choc
 - Traumatisme crânien $< \text{GSC } 15$, autres causes de troubles de vigilance
 - Traumatisme de la face, obstruction des voies aériennes supérieures
 - Pneumothorax non drainé, plaie thoracique soufflante
 - Syndrome occlusif, vomissements incoercibles
 - Tétraplégie traumatique aiguë à la phase initiale
 - Sepsis, pneumopathie hypoxémiante
 - Refus ou non coopération du patient
- 4- **Mise en place** :
 - Adaptation de la meilleure interface en fonction du confort du patient en limitant les fuites par le maintien manuel du masque durant les 5 premières minutes avant l'ajustement des sangles de fixation. Humidificateur chauffant réglé en mode non-invasif.
 - Réglages initiaux : mode VS-PEP ou la VS-AI-PEP. Niveau d'aide inspiratoire réglée QSP $V_{te} > 6 - 8 \text{ ml/kg}$. Niveaux de PEP modérés lors de la mise en place (PEP 4 à 5 cmH_2O) secondairement augmentés par paliers de 2 cmH_2O afin d'obtenir les objectifs. Trigger inspiratoire et expiratoire réglés afin de faciliter le déclenchement et l'expiration du patient.
- 5- **Surveillance** : mesure répétée de la fréquence respiratoire, de la pression artérielle, de la fréquence cardiaque et de l'oxymétrie. Surveillance des gaz du sang à H+1. En mode assisté, monitoring du volume courant expiré, détection des fuites et des asynchronies.
- 6- **Objectifs** : gain attendu en terme d'oxygénation de 20 % en 1 heure et baisse de 1 à 2 kPa de PaCO_2 si hypercapnie initiale. Optimisation des réglages et de la durée des séquences selon la clinique et la tolérance du patient.
- 7- **Limitations** : ne jamais poursuivre une VNI qui n'apporte aucun bénéfice.

Références

1. LoCicero J, Mattox KL. Epidemiology of chest trauma. *Surg Clin North Am.* févr 1989;69(1):15-9.
2. Gaillard M, Hervé C, Mandin L et al. Mortality prognostic factors in chest injury. *J Trauma.* janv 1990;30(1):93-6.
3. Ottochian M, Salim A, DuBose J et al. Does age matter? The relationship between age and mortality in penetrating trauma. *Injury.* avr 2009;40(4):354-7.
4. Kleber C, Giesecke MT, Lindner T et al. Requirement for a structured algorithm in cardiac arrest following major trauma: epidemiology, management errors, and preventability of traumatic deaths in Berlin. *Resuscitation.* mars 2014;85(3):405-10.
5. Blecher GE, Mitra B, Cameron PA et al. Failed Emergency Department disposition to the ward of patients with thoracic injury. *Injury.* mai 2008;39(5):586-91.
6. Cohn SM. Pulmonary contusion: review of the clinical entity. *J Trauma.* mai 1997;42(5):973-9.
7. Raghavendran K, Notter RH, Davidson BA et al. Lung Contusion: Inflammatory Mechanisms and Interaction with Other Injuries. *Shock.* août 2009;32(2):122-30.
8. Obertacke U, Neudeck F, Majetschak M et al. Local and systemic reactions after lung contusion: an experimental study in the pig. *Shock.* juill 1998;10(1):7-12.
9. Aufmkolk M, Fischer R, Voggenreiter G, Kleinschmidt C, et al. Local effect of lung contusion on lung surfactant composition in multiple trauma patients. *Crit Care Med.* août 1999;27(8):1441-6.
10. Nelson LD. Ventilatory support of the trauma patient with pulmonary contusion. *Respir Care Clin N Am.* sept 1996;2(3):425-47.
11. Holcomb JB, McMullin NR, Kozar RA, et al. Morbidity from rib fractures increases after age 45. *J Am Coll Surg.* avr 2003;196(4):549-55.
12. Bergeron E, Lavoie A, Clas D, et al. Elderly trauma patients with rib fractures are at greater risk of death and pneumonia. *J Trauma.* mars 2003;54(3):478-85.
13. Battle CE, Hutchings H, Evans PA et al. Risk factors that predict mortality in patients with blunt chest wall trauma: a systematic review and meta-analysis. *Injury.* janv 2012;43(1):8-17.
14. Bradley M, Okoye O, DuBose J, et al. Risk factors for post-traumatic pneumonia in patients with retained haemothorax: results of a prospective, observational AAST study. *Injury.* sept 2013;44(9):1159-64.
15. Kollmorgen DR, Murray KA, Sullivan JJ, et al. Predictors of mortality in pulmonary contusion. *Am J Surg.* déc 1994;168(6):659-63; discussion 663-4.

16. Mangram AJ, Sohn J, Zhou N, et al. Trauma-associated pneumonia: time to redefine ventilator-associated pneumonia in trauma patients. *Am J Surg.* déc 2015;210(6):1056-62.
17. Antonelli M, Moro ML, Capelli O, et al. Risk factors for early onset pneumonia in trauma patients. *Chest.* janv 1994;105(1):224-8.
18. Alisha C, Gajanan G, Jyothi H. Risk Factors Affecting the Prognosis in Patients with Pulmonary Contusion Following Chest Trauma. *J Clin Diagn Res.* août 2015;9(8):OC17-9.
19. Brasel KJ, Guse CE, Layde P, et al. Rib fractures: relationship with pneumonia and mortality. *Crit Care Med.* juin 2006;34(6):1642-6.
20. Perl M, Gebhard F, Brückner UB, et al. Pulmonary contusion causes impairment of macrophage and lymphocyte immune functions and increases mortality associated with a subsequent septic challenge. *Crit Care Med.* juin 2005;33(6):1351-8.
21. Guitard P-G, Abriou-Guérin C, Royon V, et al. Does pulmonary contusion expose to the risk of *Streptococcus pneumoniae* infections? Results of an experimental study. *Ann Fr Anesth Reanim.* août 2011;30(7-8):546-52.
22. Michelet P, Couret D, Brégeon F, et al. Early onset pneumonia in severe chest trauma: a risk factor analysis. *J Trauma.* févr 2010;68(2):395-400.
23. Eren S, Esme H, Sehitogullari A, et al. The risk factors and management of posttraumatic empyema in trauma patients. *Injury.* janv 2008;39(1):44-9.
24. Mandal AK, Thadepalli H, Mandal AK, et al. Posttraumatic empyema thoracis: a 24-year experience at a major trauma center. *J Trauma.* nov 1997;43(5):764-71.
25. Watkins JA, Spain DA, Richardson JD, et al. Empyema and restrictive pleural processes after blunt trauma: an under-recognized cause of respiratory failure. *Am Surg.* févr 2000;66(2):210-4.
26. Bosman A, de Jong MB, Debeij J, et al. Systematic review and meta-analysis of antibiotic prophylaxis to prevent infections from chest drains in blunt and penetrating thoracic injuries. *Br J Surg.* avr 2012;99(4):506-13.
27. Traumatisme thoracique : prise en charge des 48 premières heures. *Anesthésie & Réanimation.* juin 2015;1(3):272-87.
28. Hudson LD, Milberg JA, Anardi D, et al. Clinical risks for development of the acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* févr 1995;151(2 Pt 1):293-301.
29. Rubenfeld GD, Caldwell E, Peabody E, et al. Incidence and outcomes of acute lung injury. *N Engl J Med.* 20 oct 2005;353(16):1685-93.
30. Treggiari MM, Hudson LD, Martin DP, et al. Effect of acute lung injury and acute respiratory distress syndrome on outcome in critically ill trauma patients. *Crit Care Med.* févr 2004;32(2):327-31.

31. Daurat A, Millet I, Roustan J-P, et al. Thoracic Trauma Severity score on admission allows to determine the risk of delayed ARDS in trauma patients with pulmonary contusion. *Injury*. janv 2016;47(1):147-53.
32. Watkins TR, Nathens AB, Cooke CR, et al. Acute respiratory distress syndrome after trauma: development and validation of a predictive model. *Crit Care Med*. août 2012;40(8):2295-303.
33. Miller PR, Croce MA, Bee TK, et al. ARDS after pulmonary contusion: accurate measurement of contusion volume identifies high-risk patients. *J Trauma*. août 2001;51(2):223-8; discussion 229-30.
34. Miller PR, Croce MA, Kilgo PD, et al. Acute respiratory distress syndrome in blunt trauma: identification of independent risk factors. *Am Surg*. oct 2002;68(10):845-50; discussion 850-1.
35. Amital A, Shitrit D, Fox BD, et al. Long-term pulmonary function after recovery from pulmonary contusion due to blunt chest trauma. *Isr Med Assoc J*. nov 2009;11(11):673-6.
36. Gordy S, Fabricant L, Ham B, et al. The contribution of rib fractures to chronic pain and disability. *Am J Surg*. mai 2014;207(5):659-62; discussion 662-3.
37. Marasco S, Lee G, Summerhayes R, et al. Quality of life after major trauma with multiple rib fractures. *Injury*. janv 2015;46(1):61-5.
38. Carstensen M, Møller AM. Adding ketamine to morphine for intravenous patient-controlled analgesia for acute postoperative pain: a qualitative review of randomized trials. *Br J Anaesth*. avr 2010;104(4):401-6.
39. Laskowski K, Stirling A, McKay WP, et al. A systematic review of intravenous ketamine for postoperative analgesia. *Can J Anaesth*. oct 2011;58(10):911-23.
40. Power I, Bowler GM, Pugh GC, et al. Ketorolac as a component of balanced analgesia after thoracotomy. *Br J Anaesth*. févr 1994;72(2):224-6.
41. Yang Y, Young JB, Schermer CR, et al. Use of ketorolac is associated with decreased pneumonia following rib fractures. *Am J Surg*. avr 2014;207(4):566-72.
42. Hunt I, Teh E, Southon R, et al. Using non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) following pleurodesis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. févr 2007;6(1):102-4.
43. Rahman NM, Pepperell J, Rehal S, et al. Effect of Opioids vs NSAIDs and Larger vs Smaller Chest Tube Size on Pain Control and Pleurodesis Efficacy Among Patients With Malignant Pleural Effusion: The TIME1 Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 22 déc 2015;314(24):2641-53.
44. Kavanagh BP, Katz J, Sandler AN et al. Pain control after thoracic surgery. A review of current techniques. *Anesthesiology*. sept 1994;81(3):737-59.
45. Mathews TJ, Churchhouse AMD, Housden T, et al. Does adding ketamine to morphine patient-controlled analgesia safely improve post-thoracotomy pain? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. févr 2012;14(2):194-9.

46. Moon MR, Luchette FA, Gibson SW, et al. Prospective, randomized comparison of epidural versus parenteral opioid analgesia in thoracic trauma. *Ann Surg.* mai 1999;229(5):684-91; discussion 691-2.
47. Bulger EM, Edwards T, Klotz P, et al. Epidural analgesia improves outcome after multiple rib fractures. *Surgery.* août 2004;136(2):426-30.
48. Kieninger AN, Bair HA, Bendick PJ, et al. Epidural versus intravenous pain control in elderly patients with rib fractures. *Am J Surg.* mars 2005;189(3):327-30.
49. Carrier FM, Turgeon AF, Nicole PC, et al. Effect of epidural analgesia in patients with traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Can J Anaesth.* mars 2009;56(3):230-42.
50. Karmakar MK, Chui PT, Joynt GM, et al. Thoracic paravertebral block for management of pain associated with multiple fractured ribs in patients with concomitant lumbar spinal trauma. *Reg Anesth Pain Med.* avr 2001;26(2):169-73.
51. Mohta M, Verma P, Saxena AK, et al. Prospective, randomized comparison of continuous thoracic epidural and thoracic paravertebral infusion in patients with unilateral multiple fractured ribs--a pilot study. *J Trauma.* avr 2009;66(4):1096-101.
52. Ding X, Jin S, Niu X, et al. A comparison of the analgesia efficacy and side effects of paravertebral compared with epidural blockade for thoracotomy: an updated meta-analysis. *PLoS ONE.* 2014;9(5):e96233.
53. Pérez Herrero MA, López Álvarez S, Fadrique Fuentes A, et al. Quality of postoperative recovery after breast surgery. General anaesthesia combined with paravertebral versus serratus-intercostal block. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* Avril 2016;S0034-9356(16)30004-4
54. Font MC, Navarro-Martinez J, Nadal SB, et al. Continuous Analgesia Using a Multi-Holed Catheter in Serratus Plane for Thoracic Surgery. *Pain Physician.* mai 2016;19(4):E684-6.
55. Madabushi R, Tewari S, Gautam SK, et al. Serratus anterior plane block: a new analgesic technique for post-thoracotomy pain. *Pain Physician.* juin 2015;18(3):E421-4.
56. Kunhabdulla NP, Agarwal A, Gaur A, et al. Serratus anterior plane block for multiple rib fractures. *Pain Physician.* août 2014;17(4):E553-5.
57. Bolliger CT, Van Eeden SF. Treatment of multiple rib fractures. Randomized controlled trial comparing ventilatory with nonventilatory management. *Chest.* avr 1990;97(4):943-8.
58. Hernandez G, Fernandez R, Lopez-Reina P, et al. Noninvasive ventilation reduces intubation in chest trauma-related hypoxemia: a randomized clinical trial. *Chest.* janv 2010;137(1):74-80.
59. Chiumello D, Coppola S, Froio S, et al. Noninvasive ventilation in chest trauma: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* juill 2013;39(7):1171-80.
60. Carrié C, Morel N, Delaunay F, et al. Noninvasive ventilation in blunt chest trauma: beware of missed esophageal injuries! *Intensive Care Med.* juill 2014;40(7):1055-6.

61. Antonelli M, Conti G, Bello G. New niches for NIV: ahead with caution! *Intensive Care Med.* juill 2013;39(7):1325-7.
62. Huber-Wagner S, Körner M, Ehrt A, et al. Emergency chest tube placement in trauma care - which approach is preferable? *Resuscitation.* févr 2007;72(2):226-33.
63. Karmy-Jones R, Jurkovich GJ, Nathens AB, et al. Timing of urgent thoracotomy for hemorrhage after trauma: a multicenter study. *Arch Surg.* mai 2001;136(5):513-8.
64. Meredith JW, Hoth JJ. Thoracic trauma: when and how to intervene. *Surg Clin North Am.* févr 2007;87(1):95-118, vii.
65. Contou D, Razazi K, Katsahian S, et al. Small-bore catheter versus chest tube drainage for pneumothorax. *Am J Emerg Med.* oct 2012;30(8):1407-13.
66. Slobogean GP, MacPherson CA, Sun T, et al. Surgical fixation vs nonoperative management of flail chest: a meta-analysis. *J Am Coll Surg.* févr 2013;216(2):302-11.e1.
67. Marasco SF, Davies AR, Cooper J, et al. Prospective randomized controlled trial of operative rib fixation in traumatic flail chest. *J Am Coll Surg.* mai 2013;216(5):924-32.
68. Granetzny A, Abd El-Aal M, Emam E, et al. Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary status. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* déc 2005;4(6):583-7.
69. Tanaka H, Yukioka T, Yamaguti Y, et al. Surgical stabilization of internal pneumatic stabilization? A prospective randomized study of management of severe flail chest patients. *J Trauma.* avr 2002;52(4):727-32.
70. Pieracci FM, Rodil M, Stovall RT, et al. Surgical stabilization of severe rib fractures. *J Trauma Acute Care Surg.* avr 2015;78(4):883-7.
71. Bergeron E, Lavoie A, Clas D, et al. Elderly trauma patients with rib fractures are at greater risk of death and pneumonia. *J Trauma.* mars 2003;54(3):478-85.
72. Flagel BT, Luchette FA, Reed RL et al. Half-a-dozen ribs: the breakpoint for mortality. *Surgery.* oct 2005;138(4):717-23; discussion 723-5.
73. Battle C, Hutchings H, Lovett S, et al. Predicting outcomes after blunt chest wall trauma: development and external validation of a new prognostic model. *Crit Care.* 2014;18(3):R98.
74. Bakhos C, O'Connor J, Kyriakides T, et al. Vital capacity as a predictor of outcome in elderly patients with rib fractures. *J Trauma.* juill 2006;61(1):131-4.
75. Carver TW, Milia DJ, Somberg C, et al. Vital capacity helps predict pulmonary complications after rib fractures. *J Trauma Acute Care Surg.* sept 2015;79(3):413-6.
76. Lerolle N, Guérot E, Dimassi S, et al. Ultrasonographic diagnostic criterion for severe diaphragmatic dysfunction after cardiac surgery. *Chest.* févr 2009;135(2):401-7
77. Mariani LF, Bedel J, Gros A, et al. Ultrasonography for Screening and Follow-Up of Diaphragmatic Dysfunction in the ICU: A Pilot Study. *J Intensive Care Med.* jun 2016;31(5):338-43.

78. Boussuges A, Gole Y, Blanc P et al. Diaphragmatic motion studied by m-mode ultrasonography: methods, reproducibility, and normal values. *Chest*. févr 2009;135(2):391-400.
79. Matamis D, Soilemezi E, Tsagourias M, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. *Intensive Care Med*. mai 2013;39(5):801-10.
80. Testa A, Soldati G, Giannuzzi R, et al. Ultrasound M-mode assessment of diaphragmatic kinetics by anterior transverse scanning in healthy subjects. *Ultrasound Med Biol*. janv 2011;37(1):44-52.
81. Houston JG, Angus RM, Cowan MD, et al. Ultrasound assessment of normal hemidiaphragmatic movement: relation to inspiratory volume. *Thorax*. mai 1994;49(5):500-3.
82. Carrié C, Bonnardel E, Vally R, et al. Vital Capacity Impairment due to Neuromuscular Disease and its Correlation with Diaphragmatic Ultrasound: A Preliminary Study. *Ultrasound Med Biol*. 2016 Jan;42(1):143-9.
83. Scott S, Fuld JP, Carter R, et al. Diaphragm ultrasonography as an alternative to whole-body plethysmography in pulmonary function testing. *J Ultrasound Med*. févr 2006;25(2):225-32.
84. Kim WY, Suh HJ, Hong S-B, et al. Diaphragm dysfunction assessed by ultrasonography: influence on weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med*. déc 2011;39(12):2627-30.
85. Gastinne H, Venot J, Dupuy JP, et al. Unilateral diaphragmatic dysfunction in blunt chest trauma. *Chest*. mars 1988;93(3):518-21.
86. Fletcher D, Jayr C. Indications for postoperative epidural analgesia. *Ann Fr Anesth Reanim*. mars 2009;28(3):e95-124.
87. Zaw AA, Murry J, Hoang D, et al. Epidural Analgesia after Rib Fractures. *Am Surg*. oct 2015;81(10):950-4.
88. Harrington DT, Phillips B, Machan J, et al. Factors associated with survival following blunt chest trauma in older patients: results from a large regional trauma cooperative. *Arch Surg*. mai 2010;145(5):432-7.
89. Carrié C, Bonnardel E, Vally R, et al. Vital Capacity Impairment due to Neuromuscular Disease and its Correlation with Diaphragmatic Ultrasound: A Preliminary Study. *Ultrasound Med Biol*. 2016 Jan;42(1):143-9.
90. McNeil BJ, Hanley JA. Statistical approaches to the analysis of receiver operating characteristic (ROC) curves. *Med Decis Making*. 1984;4(2):137-50.
91. McCool FD, Tzelepis GE. Dysfunction of the diaphragm. *N Engl J Med*. 8 mars 2012;366(10):932-42.
92. Ray P, Le Manach Y, Riou B, et al. Statistical evaluation of a biomarker. *Anesthesiology*. avr 2010;112(4):1023-40.

COMITÉ DE PROTECTION DES PERSONNES SUD-OUEST ET OUTRE MER III

Président : Docteur Driss BERDAÏ

Docteur Cédric CARRIE
Pôle des Urgences
SAMU-SMUR
Hôpital Pellegrin
Place Amélie Raba Léon
33076 Bordeaux cedex

Bordeaux, le 9 septembre 2015.

Réf. CPP : DC 2015/114

Vos réf. : demande d'avis cadre réglementaire.

En date du 26 AOUT 2015, conformément aux dispositions du Code de la Santé Publique, le CPP Sud-Ouest et Outre Mer III a examiné la **demande de cadre réglementaire** d'un projet de recherche intitulé :

**" PRISE EN CHARGE DES TRAUMATISMES THORACIQUES EN REANIMATION DES URGENCES
DANS LES 48 PREMIERES HEURES : EVALUATION DES PRATIQUES PROFESSIONNELLES. "**

Ce projet a pour but l'évaluation des pratiques professionnelles à partir du protocole RFE SFAR 2015.

L'étude est observationnelle, sans interférence sur la prise en charge des patients. Elle est hors du champ des dispositions du code de la santé publique régissant la recherche biomédicale et les soins courants.

Pour le Comité et le Président

Le Secrétaire général



Dr Roland-Igor GALPERINE

1/2

Serment d'Hippocrate

« Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire. Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément. Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission.

Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque. »