



**HAL**  
open science

# Utilisation de l'analgésie locorégionale chez le traumatisé thoracique sous ventilation mécanique : une étude préliminaire

Charlotte Robert

## ► To cite this version:

Charlotte Robert. Utilisation de l'analgésie locorégionale chez le traumatisé thoracique sous ventilation mécanique : une étude préliminaire. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-02498684

**HAL Id: dumas-02498684**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02498684v1>**

Submitted on 4 Mar 2020

**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.

Thèse pour l'obtention du  
**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**  
Spécialité Anesthésie-Réanimation

Présentée et soutenue publiquement  
Le 14 Février 2020

Par **Charlotte ROBERT**

Née le 29 mai 1991 à Saint-Étienne (42)

**UTILISATION DE L'ANALGÉSIE LOCORÉGIONALE CHEZ LE  
TRAUMATISÉ THORACIQUE SOUS VENTILATION  
MÉCANIQUE. UNE ÉTUDE PRÉLIMINAIRE.**

**Directeur de Thèse**  
Monsieur le Docteur Cédric CARRIÉ

**Membres du Jury**

Madame le Professeur Karine NOUETTE-GAULAIN  
Monsieur le Professeur Matthieu BIAIS  
Monsieur le Professeur Xavier COMBES  
Monsieur le Docteur Laurent PETIT  
Monsieur le Docteur Cédric CARRIÉ

Président du jury  
Rapporteur  
Jury  
Jury  
Directeur de Thèse



Thèse pour l'obtention du  
**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**  
Spécialité Anesthésie-Réanimation

Présentée et soutenue publiquement  
Le 14 Février 2020

Par **Charlotte ROBERT**

Née le 29 mai 1991 à Saint-Étienne (42)

**UTILISATION DE L'ANALGÉSIE LOCORÉGIONALE CHEZ LE  
TRAUMATISÉ THORACIQUE SOUS VENTILATION  
MÉCANIQUE. UNE ÉTUDE PRÉLIMINAIRE.**

**Directeur de Thèse**  
Monsieur le Docteur Cédric CARRIÉ

**Membres de Jury**

Madame le Professeur Karine NOUETTE-GAULAIN  
Monsieur le Professeur Matthieu BIAIS  
Monsieur le Professeur Xavier COMBES  
Monsieur le Docteur Laurent PETIT  
Monsieur le Docteur Cédric CARRIÉ

Président du jury  
Rapporteur  
Jury  
Jury  
Directeur de Thèse

## TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations .....	3
Introduction .....	4
Objectif du travail .....	9
Article original .....	10
- Résumé de l'article .....	11
- Introduction .....	12
- Matériel et méthodes .....	13
- Résultats .....	16
- Discussion .....	18
- Conclusion .....	20
- Tableaux et Figures .....	21
- Données complémentaires .....	24
- Références de l'article .....	26
Discussion des résultats .....	29
Conclusion .....	31
Références .....	32
Serment d'Hippocrate .....	38

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

ALR : Anesthésie Locorégionale

APD : Analgésie Péridurale

ASRA : American Society of Regional Anesthesia

CPV : Cathéter Paravertébral

PAVM : Pneumonie Associée à la Ventilation Mécanique

SDRA : Syndrome de Détresse Respiratoire Aigue

SFAR : Société Française d'Anesthésie Réanimation

TTSS : Thoracic Trauma Severity Score

VILI : Ventilator-Induced Lung Injury

VM : Ventilation Mécanique

VNI : Ventilation Non Invasive

## INTRODUCTION

### 1. Particularités du sevrage de la ventilation mécanique chez le patient traumatisé thoracique

Les traumatismes thoraciques sont un motif fréquent d'admission aux urgences et en réanimation. Ils constituent la deuxième cause de mortalité chez les polytraumatisés (1). Le recours à la ventilation mécanique (VM) dans cette population est variable de 22 à 75%, dépendant de la gravité du traumatisme, des lésions associées, des comorbidités pulmonaires et de la nécessité de prise en charge chirurgicale (2-5). La durée moyenne de ventilation rapportée dans la littérature est de 6 à 9 jours, d'autant plus prolongée que le traumatisme est grave et le patient âgé (6,7).

Cependant, le recours à la VM est responsable de complications spécifiques parmi lesquelles figurent les pneumopathies acquises sous ventilation mécanique (PAVM) (8,9), les lésions induites par la ventilation ou Ventilator-Induced Lung Injury (VILI), les complications neuromusculaires (dysfonction diaphragmatique, neuromyopathie de réanimation) (10,11). Ces complications sont responsables d'une augmentation des durées de ventilation, des durées et des coûts de séjour et *in fine*, de la mortalité (9,12,13). La possibilité d'interrompre la VM doit donc être recherchée dès son instauration, indépendamment de la pathologie sous-jacente (14,15). À l'inverse, l'échec d'une extubation programmée trop précoce est également responsable d'une augmentation de morbidité et de mortalité (16).

Or le patient traumatisé thoracique est à haut risque de ventilation prolongée et de sevrage difficile, explicable à la fois par la physiopathologie du traumatisme thoracique et par ses complications spécifiques. D'une part, la présence de fractures costales, souvent multiples, engendre un syndrome restrictif douloureux et une inefficacité des efforts de toux. D'autre part, l'alitement prolongé et les épanchements pleuraux secondaires vont aggraver l'hypoventilation alvéolaire et les atélectasies (17). L'association avec des contusions pulmonaires va encore majorer les troubles de l'hématose secondaires à une réaction inflammatoire locale, dont la décompartmentalisation peut évoluer vers un tableau de syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA). La sévérité du traumatisme (Thoracic Trauma Severity Score TTSS) et l'importance des contusions pulmonaires sont étroitement liées à la survenue de pneumopathies et de SDRA chez les patients traumatisés

thoraciques (3,18–20). D'autres facteurs sont associés à la survenue de pneumopathies tels que l'âge de plus de 65 ans et le nombre de fractures de côtes; pour chaque fracture de côte supplémentaire, le risque de pneumopathie augmentant de 27% (21).

Chez les patients traumatisés thoraciques sans critère de gravité immédiat, toute la stratégie de prise en charge doit permettre de réduire le risque de complications respiratoires secondaires et d'éviter le recours à l'intubation endotrachéale (22). Cette approche multidisciplinaire associe une analgésie locorégionale (ALR) précoce, une ventilation non invasive (VNI) préventive, un drainage pleural réfléchi et éventuellement une ostéosynthèse costale chirurgicale (23–26). Chez les patients pour lesquels le recours à la VM est nécessaire, l'objectif sera de raccourcir au maximum les durées de ventilation et de limiter les lésions induites. Or peu de mesures spécifiques sont proposées dans cette population. Les mesures non spécifiques associent notamment la mise en place de protocoles de sédation et de sevrage respiratoire (14,27). L'intérêt de la VNI préventive a également été suggéré chez les patients à haut risque d'échec d'extubation (28). La VNI curative est cependant à proscrire, associée à une surmortalité en cas d'insuffisance respiratoire aiguë survenant après extubation programmée en réanimation (29).

D'un autre côté, il n'existe pas, à notre connaissance, d'étude s'intéressant spécifiquement au risque d'échec d'extubation chez le patient traumatisé thoracique. Bilello et coll. (30) suggéraient qu'un rapport  $PaO_2/FiO_2 < 290$  et une différence alvéolo-artérielle en oxygène  $\geq 100$  mmHg au moment de l'extubation étaient des facteurs prédictifs d'un échec d'extubation. Brown et coll. (31) identifiaient les fractures vertébrales, l'intubation pour défaillance respiratoire immédiate, le score de Glasgow à l'intubation ainsi que le delirium tremens comme facteurs de risque indépendants d'échec d'extubation chez les patients traumatisés.



## 2. Intérêt de l'analgésie locorégionale lors du sevrage respiratoire chez le traumatisé thoracique

En traumatologie thoracique, l'utilisation de la péridurale thoracique (APD) pourrait être considérée comme la méthode d'analgésie de référence, notamment dans le cadre de lésions complexes multi-étagées ou bilatérales (23,32). Ces recommandations sont issues d'études ayant démontré une réduction significative des scores de douleur (33–35), une amélioration de la mécanique respiratoire (33,36,37) et une réduction des durées de ventilation (5,24,36,38), de séjours en réanimation et à l'hôpital (5,36,38) et des complications infectieuses (36,39) chez les patients traités par APD en comparaison à l'analgésie intraveineuse. Par la suite, plusieurs études rétrospectives uni- ou multicentriques ont suggéré chez ces mêmes patients une diminution significative du risque de décès (5,40–42) et des coûts d'hospitalisation (43).

Cependant, d'autres études et méta-analyses ont remis en question l'efficacité de l'APD pour la prévention des complications pulmonaires, la réduction des durées de ventilation, des durées de séjour ou du taux de mortalité (44–47). Une étude rétrospective utilisant un score de propension a notamment suggéré que l'APD pourrait être en réalité délétère, aggravant les complications pulmonaires et augmentant les durées de séjour à l'hôpital (48). Cette association a également été retrouvée chez les patients âgés, en particulier chez les moins sévèrement traumatisés, indépendamment des comorbidités cardio-pulmonaires (49). Outre les effets secondaires spécifiques et les multiples contre-indications qui compromettent son utilisation chez une grande proportion de patients, l'APD requiert une expertise technique et une structure de soin adaptée afin de prévenir et prendre en charge les complications, augmentant de ce fait la charge de soins et imposant une filière spécifique, à l'origine d'une augmentation des admissions primaires en réanimation (50). Ainsi, force est de constater que les données sur la balance bénéfique – risque de l'APD en traumatologie sont discordantes et qu'il n'existe à ce jour aucune recommandation solide précisant les indications et les modalités de l'APD (type d'anesthésique local, adjuvants morphiniques ou  $\alpha$ -agonistes) au cours de la prise en charge du traumatisme thoracique.

Le cathéter paravertébral (CPV) représente quant à lui une alternative intéressante à la péridurale. En effet, en comparaison à l'analgésie intraveineuse, le CPV permet une réduction significative de la douleur et une amélioration de la mécanique respiratoire (51,52). En comparaison à l'APD, il permet une analgésie

comparable pour un traumatisme thoracique comprenant moins de 6 fractures de côtes unilatérales, sans différence sur la mortalité, les durées d'hospitalisation, les durées de ventilation mécanique ou le taux de pneumopathies (5). De plus, le CPV semble mieux toléré, engendrant un moindre bloc sympathique, et présente moins de contre-indications que l'APD ; sa pose étant possible sous anticoagulation et chez les patients inconscients du fait de la distance avec la moelle épinière (53,54). Certaines données suggèrent même la faisabilité et la bonne tolérance du CPV en ambulatoire (55). Bien que l'échoguidage augmente la facilité et la sécurité du placement du cathéter, les difficultés de pose, le risque de pneumothorax et de propagation dans l'espace péri-dural restent cependant les principales limites de cette technique.

Enfin, deux nouvelles techniques d'ALR ont récemment été décrites au cours de la prise en charge du traumatisme thoracique : les blocs de la paroi latéro-thoracique et les blocs de la paroi thoracique postérieure. Techniquement plus faciles, sans effets indésirables spécifiques et possibles sous anticoagulation, elles pourraient constituer une alternative aux techniques précédemment décrites. Bien que prometteuses, il n'existe à ce jour pas de preuve solide permettant de préciser les indications de ces nouvelles techniques en comparaison avec l'APD ou le CPV au cours de la prise en charge du traumatisme thoracique. Le caractère transitoire du bloc limite leur intérêt pour une analgésie plus prolongée, bien que l'utilisation de cathéters et/ou d'adjuvants (dexaméthasone, dexmédétomidine) ait été décrite (56,57). Des études ultérieures permettront de clarifier les questions relatives aux indications préférentielles et aux modalités d'analgésie (emplacement optimal, volume et concentration d'anesthésique local, intérêts des adjuvants et des cathéters).

Dans ce contexte, la réalisation d'une ALR chez un patient sous VM est soumise à controverse. Devant le risque de lésion médullaire, les recommandations de la Société Française d'Anesthésie-Réanimation (SFAR) sur les blocs périmédullaires chez l'adulte (58) préconisent que l'APD doit être réalisée chez un sujet éveillé, éventuellement sous sédation légère. Or l'ALR sous anesthésie générale est associée à une sécurité acceptable chez l'enfant et est considérée comme la norme de soins. Le risque global de complications est de 0.66% (IC95% 0.6% – 0.7%), tandis que le risque de paralysie est estimé à 0% (IC95% 0% – 0.004%) (59). En outre, un patient sous sédation ne peut plus rapporter de signe d'alarme en cas de contact de l'aiguille avec un nerf. D'un autre côté, seulement un tiers des patients éveillés rapportent des paresthésies en cas de contact de l'aiguille avec un nerf, faisant du patient un mauvais moniteur de lésion nerveuse (60). Il faut cependant éviter

tout contact nerveux, qui peut engendrer des lésions. En l'absence de preuve justifiée par la littérature, l'American Society of Regional Anesthesia (ASRA) ajoute que la réalisation de l'ALR sous anesthésie générale chez des patients avec des conditions spécifiques, dont les patients polytraumatisés, pourrait représenter une indication appropriée après balance du rapport bénéfice – risque (61).

### **3. Problématique et hypothèse**

D'une part, une VM prolongée expose les patients à des complications spécifiques et une morbidité accrue. D'autre part, les complications respiratoires spécifiques du traumatisme thoracique augmentent le risque de VM prolongée.

A notre connaissance, une seule étude s'est intéressée spécifiquement au bénéfice de l'ALR sur la durée de ventilation dans une population de traumatisés thoraciques exclusivement sous VM. Cette étude randomisée contrôlée indienne d'Ahmed et coll. (36) retrouvait une diminution significative de la durée de la VM chez les patients traumatisés thoraciques avec au moins 3 fractures de côtes avec volet costal dans le groupe péridurale comparativement au groupe analgésie intraveineuse ( $6 \pm 2$  jours vs.  $9 \pm 3$  jours ;  $p = 0,02$ ). Les résultats sur les critères de jugement secondaires retrouvaient une augmentation significative du volume courant dans les premières 24 heures dans le groupe péridurale ( $\Delta V_t$   $156 \pm 24$  mL vs.  $78 \pm 13$  mL ;  $p < 0,001$ ) ainsi qu'une diminution significative de la durée de séjour en réanimation ( $9.5 \pm 1.6$  jours vs.  $12.8 \pm 2.8$  jours ;  $p = 0,004$ ). Il n'y avait pas de différence significative entre les 2 groupes concernant l'incidence des pneumopathies, de SDRA et la mortalité. La principale limite de cette étude réside dans son faible effectif avec 10 patients inclus dans chaque groupe. Le faible niveau de gravité (faible nombre de fractures de côtes dans une population jeune) limitait également la portée de cette étude. Aucune précision n'est donnée concernant les lésions associées ni l'indication du recours à la VM.

## **OBJECTIF DU TRAVAIL**

L'hypothèse de ce travail était que l'utilisation de l'ALR (toute technique confondue) permettait de réduire les durées de ventilation sans augmenter les taux d'échec d'extubation chez le patient traumatisé thoracique. Son utilisation sous ventilation mécanique pourrait cependant être techniquement plus difficile.

L'objectif principal de l'étude était de déterminer le rapport bénéfice – risque de l'ALR lors du sevrage respiratoire chez les patients traumatisés thoraciques sous ventilation mécanique.

**Use of locoregional analgesia in mechanically ventilated chest trauma patients. A preliminary study.**

**Authors:** Cédric Carrié, M.D.<sup>1</sup>, Charlotte Robert<sup>1</sup>, Hugues de Courson, M.D.<sup>1</sup>, Laurent Petit, M.D.<sup>1</sup>, Karine Nouette-Gaulain, M.D Ph.D.<sup>1,3</sup>, Bruno PEREIRA, Ph.D.<sup>2</sup>, Matthieu Biais, M.D Ph.D.<sup>1,3</sup>

**ADDRESS AND AFFILIATION**

1. Anesthesiology and Critical Care Department, CHU Bordeaux, 33000 Bordeaux, [France](#)
2. Biostatistics Unit, Délégation Recherche Clinique & Innovation, CHU de Clermont-Ferrand, Clermont-Ferrand, France
3. Univ. Bordeaux Segalen, 33000 Bordeaux, [France](#)

**CORRESPONDING AUTHOR**

Dr Cédric CARRIE,

Surgical and Trauma Intensive Care Unit, Anesthesiology and Critical Care Department

Hôpital Pellegrin, CHU Bordeaux,

Place Amélie Raba Léon, 33076 Bordeaux Cedex, France

[cedric.carrie@chu-bordeaux.fr](mailto:cedric.carrie@chu-bordeaux.fr)

**Competing interests:** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding:** Only departmental funds were used for this study. No external funds were obtained.

**Word count**

- **Abstract : 332 words**
- **Text : 2675 words**

**Key words:** chest trauma; rib fracture; locoregional procedure; epidural analgesia; mechanical ventilation

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The benefit-risk ratio of locoregional procedures during the weaning process has been poorly investigated in blunt chest trauma patients. The main objective of this study was to determine whether the use of locoregional analgesia in mechanically ventilated chest trauma patients was associated with an increased ventilator-free days and a better clinical outcome.

**METHODS:** Over a 5-year period, every adult patient with multiple rib fractures who required mechanical ventilation during their ICU stay were retrospectively included. Non-inclusion criteria were patients with less than 3 ribs fractures, traumatic cardiac arrest, severe traumatic brain injury or traumatic spinal cord injury. Two groups of patients were compared according to the use or not of locoregional analgesia at the time of the first extubation (treatment group vs. control group). A propensity score analysis was performed to adjust for potential baseline differences between the treatment and control groups. Multivariable regression models were used to test the association between locoregional analgesia at the time of the first extubation and 28-day ventilator-free days, ICU or hospital ventilator-free days and extubation failure, adjusting for covariates associated with clinical outcome.

**RESULTS:** During the study period, 218 patients were included. In the propensity-matched population, the use of locoregional analgesia at the time of the first extubation was associated with 3.72 [2.33 – 5.11] more days alive without mechanical ventilation. There was a significant association between locoregional analgesia at the time of the first extubation and ICU or hospital ventilator-free days (adjusted effect = 1.34 [1.01 – 1.80] and adjusted effect = 1.49 [1.11 – 1.99] respectively). The use of locoregional analgesia at the time of extubation was not associated with a lower rate of extubation failure (adjusted OR = 0.33 [0.08 – 1.40]). The overall rate of complication was not higher when locoregional analgesia was performed under mechanical ventilation (37% vs. 37%,  $p = 0.835$ ).

**CONCLUSION:** In mechanically ventilated blunt chest trauma patients, the use of locoregional procedure during the weaning process was associated with lower durations under mechanical ventilation without increased risk of extubation failure.

## INTRODUCTION

Blunt chest trauma often leads to mechanical ventilation requirement, with a reported incidence of more than 40% in high-risk patients (1). After resolution of the acute respiratory failure, reducing duration under mechanical ventilation is of paramount importance given the prolonged hospital stay, increased costs and higher mortality associated with delayed weaning (2–4). Conversely, failure of planned extubation is associated with similar adverse outcomes including high mortality rate, either by selecting for high-risk patients or by inducing deleterious effects (5,6). In blunt chest trauma patients, the decision to extubate is further complicated by the painful limitation of thoracic amplitude, alveolar consolidation and reduction of coughing (7).

In this context, locoregional procedures have been shown to provide superior pain relief (8–10) and improvement in pulmonary function tests (8,11,12) when compared to intravenous analgesia. On the other hand, recent meta-analysis failed to demonstrate significant benefits related to mortality, lengths of stay or duration of mechanical ventilation (13–15). However, the benefit-risk ratio of locoregional procedures during the weaning process has been poorly investigated in blunt chest trauma patients under mechanical ventilation and it remains unknown whether potential benefit on analgesia and respiratory function may overcome the inherent side effects and technical difficulties (11).

We thus aimed to determine whether the use of locoregional analgesia in mechanically ventilated chest trauma patients was associated with an increased ventilator-free days and a better clinical outcome.

## **METHODS**

### **1. Study design, population and settings**

This retrospective cohort study was conducted in a 25-bed Surgical and Trauma Intensive Care Unit (ICU) of a University Hospital (CHU Pellegrin, Bordeaux, France). Over a 5-year period (from January 2014 to December 2018), were eligible every adult patient with multiple rib fractures who required mechanical ventilation during their ICU stay. Non-inclusion criteria were patients with less than 3 ribs fractures, traumatic cardiac arrest, severe traumatic brain injury (i.e. requiring neurosurgical procedure) or traumatic spinal cord injury. Patients who died before the first extubation were excluded from the analysis. During the study period, there were not known significant changes to our ICU protocols, including sedation/analgesia or weaning procedures, all in accordance with national and international guidelines (16–21).

Two groups of patients were compared according to the use or not of locoregional analgesia at the time of the first extubation (treatment group vs. control group). Locoregional analgesia was performed according to a local protocol after information of the patient or his next of kin. Indication and technique (Epidural Analgesia [EA] or Thoracic Paravertebral infusion [TPI], Erector Spinae Plane Block [ESPB] or Serratus Plane Block [SPB]) were left to the discretion of the attending physician unless specific contra-indication.

Ethical approval was obtained from the Institutional Review Board (GP-CE2020-03). The patients and/or next of kin were informed about the inclusion of their anonymized data in the database, and none declined participation.

### **2. Data collection and outcomes**

For each patient, the following variables were retrospectively collected in the ICU medical record: Demographic data and medical history (age, sex, previous cardiopulmonary comorbidities and need for anticoagulant or antiplatelet treatments), chest injuries, associated injuries, prognostic scores at ICU admission (Thoracic Trauma Severity [TTS] score, Injury Severity Score [ISS] and Simplified Acute Physiology Score II [SAPS



II]). Reason for first intubation was noticed as follows: life-threatening condition before ICU admission, secondary intubation for delayed respiratory failure or intubation for emergency surgery without life-threatening condition. Before the first extubation, were collected the type of surgical management, the need for chest tube insertion, the occurrence of Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) (22) or Ventilator-Acquired Pneumonia (VAP) (23), the modalities of respiratory management (duration of mechanical ventilation before pressure support ventilation, duration of mechanical ventilation, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio before extubation) and the use of locoregional analgesia (type, date and duration of the procedure related to the first extubation). The use of non-invasive ventilation (NIV) after the first extubation was also recorded.

The primary outcome was the number of ventilator free days at 28-day. Secondary outcomes of interest were the occurrence of extubation failure, in-hospital mortality and ICU or hospital length of stay (LOS). Extubation failure was defined by a secondary respiratory failure requiring reintubation within 7 days after the first extubation. Complications of locoregional analgesia were also recorded, defined as follows: technical complications (procedural failure or secondary loss of efficacy) or specific complications (hematoma, pneumothorax, infection).

### **3. Statistical analysis**

Results are expressed as mean  $\pm$  standard deviation or median (25% to 75% interquartile range) for continuous variables and as absolute or relative frequencies for categorical variables. The data distribution was analyzed by a Shapiro-Wilk test. Comparisons between continuous variables were performed using the Student t test or the Mann–Whitney test and categorical variables were compared using the chi-square test or Fisher's exact test as appropriate.

To adjust for potential baseline differences between the treatment and control groups, a propensity score analysis was also performed to predict the conditional probability for an individual patient to receive locoregional analgesia at the time of the first extubation (24). The covariates included in the propensity score model were: TTS score, number of rib fractures, spine fracture or abdominal injury, coagulation disorders, need for chest tube insertion, reason for intubation (i.e. intubation for life-threatening condition vs. intubation for

emergency surgery) and duration of mechanical ventilation before pressure support ventilation. Propensity score matching was performed with a calliper width of 0.2. As previously described, bootstrapping simulations (5000 simulations) were used to develop propensity score-matched pairs without replacement (1:1 match) (25,26).

Multiple linear regression (with logarithmic transformation) and multivariable Poisson regression were used to test the association between locoregional analgesia at the time of the first extubation and 28-day ventilator-free days, ICU or hospital ventilator-free days, adjusting for covariates selected on an a priori basis: TTS score, SAPS 2, previous cardiopulmonary disease, reason for intubation, need for thoracic, spine or abdominal surgery, respiratory complications under mechanical ventilation (ARDS or VAP), time before pressure support ventilation, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio before extubation, unscheduled self-extubation and use of NIV after extubation. The covariates included in the model were known to be associated with clinical outcome and particular attention was paid to interactions and multicollinearity (27). A zero-inflated model was used for over-dispersed count data. Multivariable logistic regression was used to assess the covariate-adjusted odds of extubation failure in patients receiving locoregional analgesia at the time of extubation.

Finally, complications of locoregional analgesia were compared in patients who received locoregional analgesia during spontaneous breathing or under mechanical ventilation. Comparisons between continuous variables were performed using the Student t test or the Mann–Whitney test and categorical variables were compared using the chi-square test or Fisher’s exact test as appropriate.

A p value < 0.05 was considered statistically significant. Statistical analyses were performed using XLSTAT 2015 for Windows (Addinsoft Paris, France) and Stata software (StataCorp, College Station, US).

## RESULTS

### 1. Characteristics of the population

During the study period, 218 patients were included in the present study. Among these patients, 48 (22%) received locoregional analgesia at the time of the first extubation (EA,  $n = 33$ ; TPI,  $n = 13$  and ESPB,  $n = 2$ ). Locoregional analgesia was maintained 3 [2 – 4] days after extubation. The study flow chart is depicted **Figure 1**. The main characteristics of the population are shown in **Table 1**. No patient died during the study period.

The rate of extubation failure was 14% (30/218), with a median time of occurrence of 1 [0 – 3] days after extubation. The characteristics of patients who underwent or not extubation failure are depicted in **Supplementary data**. Patients who failed extubation had higher rates of hospital-acquired pneumonia (90% vs. 44%,  $p < 0.0001$ ), higher durations under mechanical ventilation (12 [7 – 19] vs. 5 [1 – 11],  $p = 0.0002$ ) and higher ICU and hospital LOS (20 [18 – 29] vs. 12 [7 – 21],  $p < 0.0001$  and 33 [24 – 53] vs. 24 [16 – 40],  $p = 0.012$ ).

### 2. Clinical outcome according to the use of locoregional analgesia

In the propensity-matched population, the use of locoregional analgesia at the time of the first extubation was associated with 3.72 [95%CI: 2.33 – 5.11] more days alive without mechanical ventilation at 28 days (**Figure 2**). Other covariates statistically associated with the 28-day ventilator-free days were time before pressure-support ventilation (additional days = -4.31 [95%CI: -5.78 – -2.85],  $p < 0.0001$ ), SAPS 2 (additional days = -0.11 [95%CI: -0.19 – -0.03],  $p = 0.005$ ), ARDS (additional days = -3.10 [95%CI: -5.4 – -0.79],  $p = 0.009$ ) and need for abdominal surgery (additional days = -4.20 [95%CI: -7.44 – -0.97],  $p = 0.011$ ). In the adjusted Poisson regression model, there was a significant association between locoregional analgesia at the time of the first extubation and ICU or hospital ventilator-free days (adjusted effect = 1.34 [95%CI: 1.01 – 1.80],  $p = 0.044$  and adjusted effect = 1.49 [95%CI: 1.11 – 1.99],  $p = 0.007$  respectively).

The use of locoregional analgesia at the time of extubation was not associated with a lower rate of extubation failure (adjusted OR = 0.33 [95%CI: 0.08 – 1.40],  $p = 0.135$ ). Other covariates statistically associated

with extubation failure in the multivariate regression model were unscheduled self-extubation (adjusted OR = 21.43 [95%CI: 2.53 – 181.96],  $p = 0.005$ ), ISS (adjusted OR = 1.06 [95%CI: 1.01 – 1.11],  $p = 0.017$ ), need for spinal surgery (adjusted OR = 2.88 [95%CI: 1.01 – 8.20],  $p = 0.048$ ), need for chest tube insertion during the ICU stay (adjusted OR = 4.82 [95%CI: 1.22 – 19.03],  $p = 0.025$ ) and use of NIV after extubation (adjusted OR = 4.36 [95%CI: 1.60 – 15.68],  $p = 0.006$ ).

### 3. Complications of locoregional analgesia

In the overall population, 77 patients (35%) received locoregional analgesia during the ICU stay, for a median duration of 4 [3 – 6 days]. Locoregional analgesia was performed under mechanical ventilation in 41 patients (53%). Median duration under locoregional analgesia was 4 [3 – 6] days, without statistical difference between groups ( $p = 0.665$ ). The distribution of the procedures (EA, TPI or ESPB) according to the study groups is depicted in **Supplementary data**.

The overall rate of complications was not higher when locoregional analgesia was performed under mechanical ventilation (37% vs. 37%,  $p = 0.835$ ). The reported complications were mainly procedural failure (21/77), without difference between EA and other locoregional procedures (27 vs. 28%,  $p = 0.928$ ). Only 3 major complications (4%) were noticed: unintentional intrathecal or subdural insertion (N = 2) and catheter-related infection (N = 1). Two of them occurred when locoregional procedure was performed under mechanical ventilation. All major complications occurred with epidural analgesia.

## DISCUSSION

In mechanically ventilated blunt chest trauma patients, the use of locoregional procedure during the weaning process was associated with lower durations under mechanical ventilation and decreased ICU and hospital length of stay.

Overall, six studies in English (4 randomized controlled trials and 2 retrospective trials) have previously reported on the duration of mechanical ventilation in blunt chest trauma patients (9,11,28–31), although pooled meta-analysis showed no statistically significant reduction of duration of mechanical ventilation in patients treated by locoregional procedures (13–15). Those studies were however impaired by a significant heterogeneity regarding the severity of injuries, the indication, timing and modalities of locoregional procedures. In this regard, only few of the previous studies have mentioned about the use of locoregional procedure during the weaning process of blunt chest trauma patients and to our knowledge, only one RCT of moderate quality assessed the use of epidural analgesia in a selected population of blunt chest trauma patients under mechanical ventilation (11). The authors reported a significant reduction in the duration of mechanical ventilation ( $6 \pm 2$  vs.  $9 \pm 3$  days,  $p = 0.02$ ), improvement in tidal volume in the first 24 hours ( $156 \pm 24$  mL vs  $78 \pm 13$  mL,  $p < 0.001$ ) as well as a reduction in ICU length of stay ( $9.5 \pm 1.6$  days vs.  $12.8 \pm 2.8$  days,  $p = 0.004$ ) in the epidural group compared to the intravenous analgesia group. However, the external validity of this study is limited by a small sample size and a low severity of patients. This is nevertheless in agreement with our results, finding an association between the use of locoregional analgesia at the time of the first extubation and the increase of 3.72 days (95% CI: 2.33-5.11) alive without mechanical ventilation at 28 day. This association is clinically relevant, the prolongation of the duration of mechanical ventilation being associated with poor outcomes in intensive care patients (2,3).

Second, the use of locoregional analgesia was not associated with a lower rate of extubation failure. Patients who failed extubation were patients with more severe trauma, spinal trauma or delayed pleural effusion. Spinal trauma has been previously considered as an independent risk factor of extubation failure in trauma patients (32), probably due to mobilization restrictions or swallowing disorders. The rate of extubation failure was also similar to that reported by Bilello et al. (33) who suggested that an alveolo-arterial difference in

oxygen  $\geq 100$  mmHg and a PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio  $< 290$  should be considered as risk factors of extubation failure in mechanically ventilated patients with pulmonary contusion. Surprisingly, our results didn't corroborate those findings, without statistical association between the PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio and extubation failure. One hypothesis is the increasing use of NIV and high-flow oxygen therapy after extubation. On the other hand, the use of NIV was associated with a higher rate of extubation failure, but this could be explained by selection of the most severe patients to receive NIV. Prospective study of this association is thus warranted.

Third, our results suggested the absence of difference regarding the rate of procedure-related complications in mechanically ventilated chest trauma (37% vs. 37%,  $p = 0.835$ ). In a meta-analysis of randomized controlled trials, hypotension was more frequent in the epidural group when local anesthetics were used (three studies, 99 patients, OR = 13.76 [2.89, 65.51],) but no serious adverse effect has been reported with the use of epidural analgesia (13), (14). In our retrospective cohort of patients, 3 serious adverse effects were recorded in the ICU medical record (2 unintentional intrathecal or subdural insertions and one catheter-related infection), two of them occurring in patients under mechanical ventilation. Our results thus may suggest that epidural analgesia is feasible in patients under mechanical ventilation, even under light sedation, in the absence of contraindication. However, alternative techniques should be preferred given the side effects and procedure-related complications. In this context, a recent propensity-matched retrospective study using a National Database reported no significant difference between epidural analgesia and other locoregional procedures regarding the clinical outcome of rib fractures (30). The authors also suggested a statistical association between locoregional procedure (both epidural analgesia and paravertebral block) and improved survival, decreased hospital length of stay and a trend toward a lower duration under mechanical ventilation compared to intravenous analgesia (OR = 0.82 [0.63 – 1.07],  $p = 0.059$ ). More studies are needed to better determine the indications of these new regional analgesia techniques in this specific population.

Several limitations should be reported. The main limitation relied on the retrospective design that could lead to selection and interpretation bias. Although the propensity score matching allowed reducing the effects of confounding covariates between treatment groups, it remains possible that the observed association between having no procedure and higher duration under mechanical ventilation is due to unrecorded or unobserved confounders. For instance, we didn't record the reason for performing or not the locoregional

procedure, such as pain scores or vital capacity impairment. Moreover, data were retrospectively collected from computer medical record, potentially responsible for imprecision and missing data. In this concern, we could not state about the occurrence of hemodynamic effects, urinary retention or motor block under epidural analgesia, making the conclusion difficult to reach on the perfect safety of performing regional analgesia under mechanical ventilation.

## **CONCLUSION**

In blunt chest trauma patients, the use of locoregional procedure during the weaning process was associated with lower durations under mechanical ventilation without increased risk of extubation failure. Although no statistical difference regarding the rate of procedural complications were observed in patients who received locoregional analgesia during spontaneous breathing or under mechanical ventilation, the use of epidural analgesia should be reserved for patients who cannot benefit from safer and equally effective alternatives.

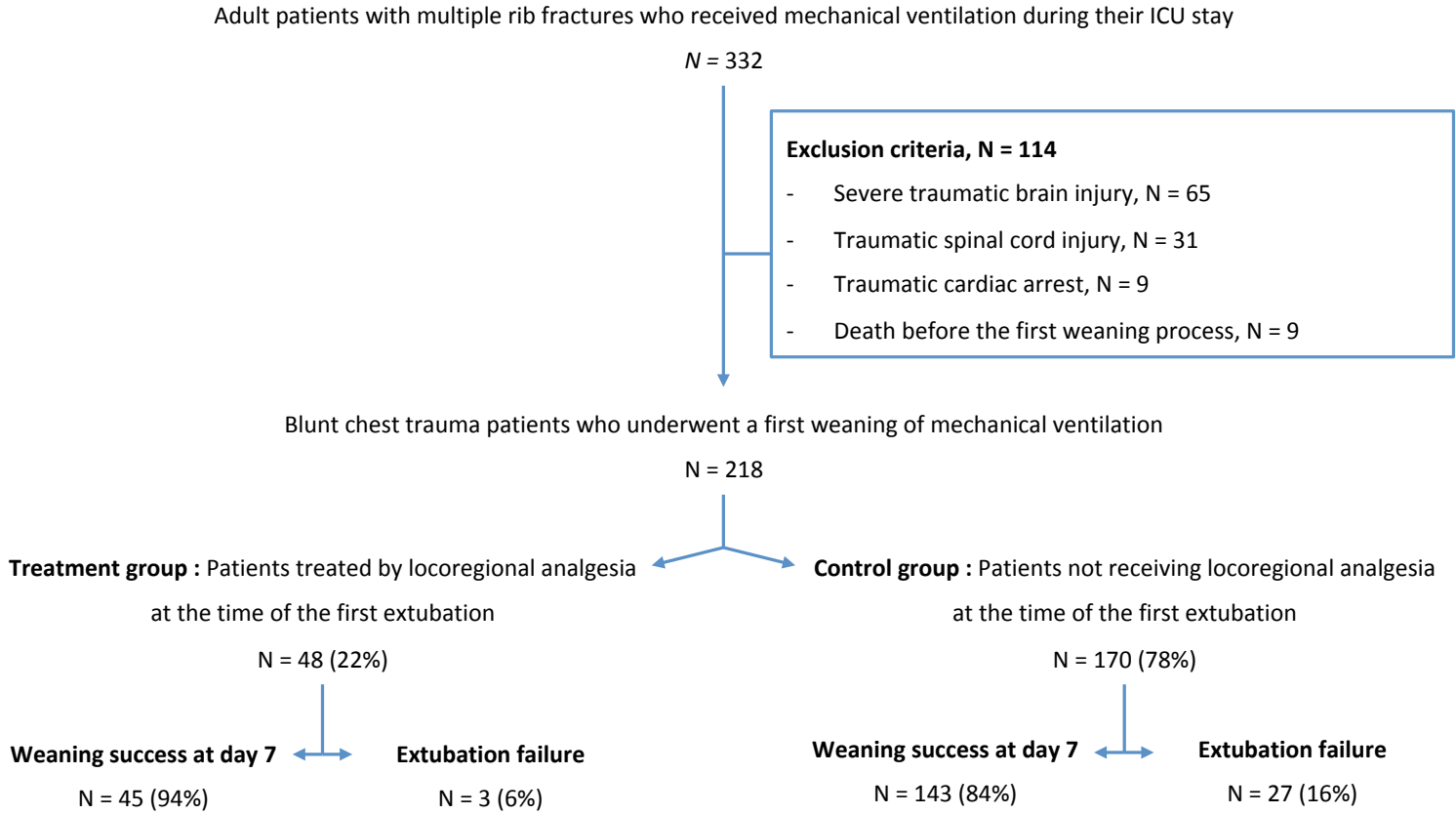
**Table 1.** Characteristics of the population

	Overall population N = 218 (100)	Treatment group N = 48 (22)	Control group N = 170 (78)	p
<b>Demographic data and medical history</b>				
- Age	56 [41 – 67]	54 [40 – 66]	59 [46 – 71]	0.168
- Male sex	171 (78)	36 (75)	135 (79)	0.512
- Coagulation disorders	35 (16)	6 (13)	29 (17)	0.447
- Cardiopulmonary comorbidities	27 (12)	7 (15)	20 (12)	0.601
<b>Chest injuries at ICU admission</b>				
- Number of rib fractures	7 [5 – 9]	8 [6 – 10]	7 [5 – 9]	0.015
- Flail chest	53 (24)	15 (31)	38 (22)	0.204
- Pulmonary contusion	120 (55)	28 (58)	92 (54)	0.604
- Pneumothorax	143 (65)	32 (67)	111 (65)	0.860
- Hemothorax	117 (53)	32 (67)	85 (50)	0.041
<b>Co-existing injuries</b>				
- None (isolated chest trauma)	8 (4)	3 (6)	5 (3)	0.282
- Multiple trauma				
o Limb fracture	143 (65)	31 (65)	112 (66)	0.867
o Spine fracture	134 (61)	21 (44)	103 (61)	0.038
o Craniofacial trauma	117 (53)	22 (46)	95 (56)	0.218
o Abdominal trauma	86 (39)	9 (19)	77 (45)	0.001
o Pelvic fracture	47 (21)	7 (15)	40 (24)	0.183
<b>Severity scores at ICU admission</b>				
- SAPS II	30 [23 – 39]	30 [22 – 35]	31 [23 – 40]	0.308
- ISS	41 [34 – 50]	34 [25 – 42]	43 [34 – 50]	< 0.0001
- TTSS	10 [8 – 13]	11 [9 – 14]	10 [8 – 13]	0.019
<b>Use of locoregional analgesia during the ICU stay</b>				
- Performed under mechanical ventilation	41 (19)	34 (71)	7 (4)	< 0.0001
- Performed in spontaneous breathing patients				
o Before intubation	21 (11)	14 (29)	7 (4)	< 0.0001
o After extubation	15 (7)	0 (0)	15 (9)	0.033
<b>Surgical management during the ICU stay</b>				
- Surgical fixation of rib fracture	20 (9)	13 (28)	6 (4)	< 0.0001
- Spine surgery	39 (18)	4 (9)	35 (21)	0.056
- Abdominal surgery	28 (13)	2 (4)	24 (15)	0.046
<b>Chest tube management during the ICU stay</b>				
- Need for chest tube insertion	159 (73)	38 (83)	119 (70)	0.077
o Chest tube at ICU admission	102 (47)	17 (36)	84 (49)	0.107
o Secondary chest tube insertion	91 (42)	27 (57)	64 (38)	0.015
<b>Respiratory management before the first extubation</b>				
- Indication for the first intubation				
o Life-threatening condition before ICU admission	126 (58)	18 (38)	108 (64)	0.001
o Emergency surgery without life-threatening condition	66 (30)	24 (50)	42 (25)	0.001
o Secondary intubation for delayed respiratory failure	26 (12)	6 (13)	20 (12)	0.890
- Median duration before pressure support ventilation	2 [1 – 4]	1 [0 – 2]	2 [1 – 5]	< 0.0001
- PaO <sub>2</sub> / FiO <sub>2</sub> ratio before the first extubation	256 [193 – 351]	236 [183 – 301]	265 [197 – 364]	0.108
- Median duration under MV before the first extubation	4 [1 – 10]	2 [1 – 5]	6 [2 – 12]	< 0.0001
- Unscheduled self-extubation	6 (3)	1 (3)	5 (3)	0.748
- Post-extubation respiratory support				
o Need for non-invasive ventilation	114 (52)	32 (67)	82 (48)	0.024
o Need for high flow nasal cannula oxygen therapy	114 (52)	21 (44)	40 (24)	0.006
<b>Clinical outcome after the first extubation</b>				
- 28-days mechanical ventilation free days	23 [15 – 26]	26 [23 – 27]	20 [12 – 26]	< 0.0001
- Extubation failure	30 (14)	3 (6)	27 (16)	0.087
<b>Other complications during the ICU stay</b>				
- Respiratory complications before the first extubation				
o Ventilator-acquired pneumonia	75 (34)	9 (19)	66 (39)	0.012
o ARDS	44 (20)	7 (15)	37 (22)	0.300
- Overall rate of infectious complications				
o Any Infection	119 (55)	20 (43)	99 (58)	0.056
o Pulmonary infection	109 (50)	19 (40)	90 (53)	0.129
<b>Length of stay</b>				
- ICU length of stay	14 [7 – 22]	9 [7 – 14]	15 [8 – 24]	0.001
- Hospital length of stay	26 [16 – 44]	17 [14 – 28]	29 [18 – 48]	< 0.0001

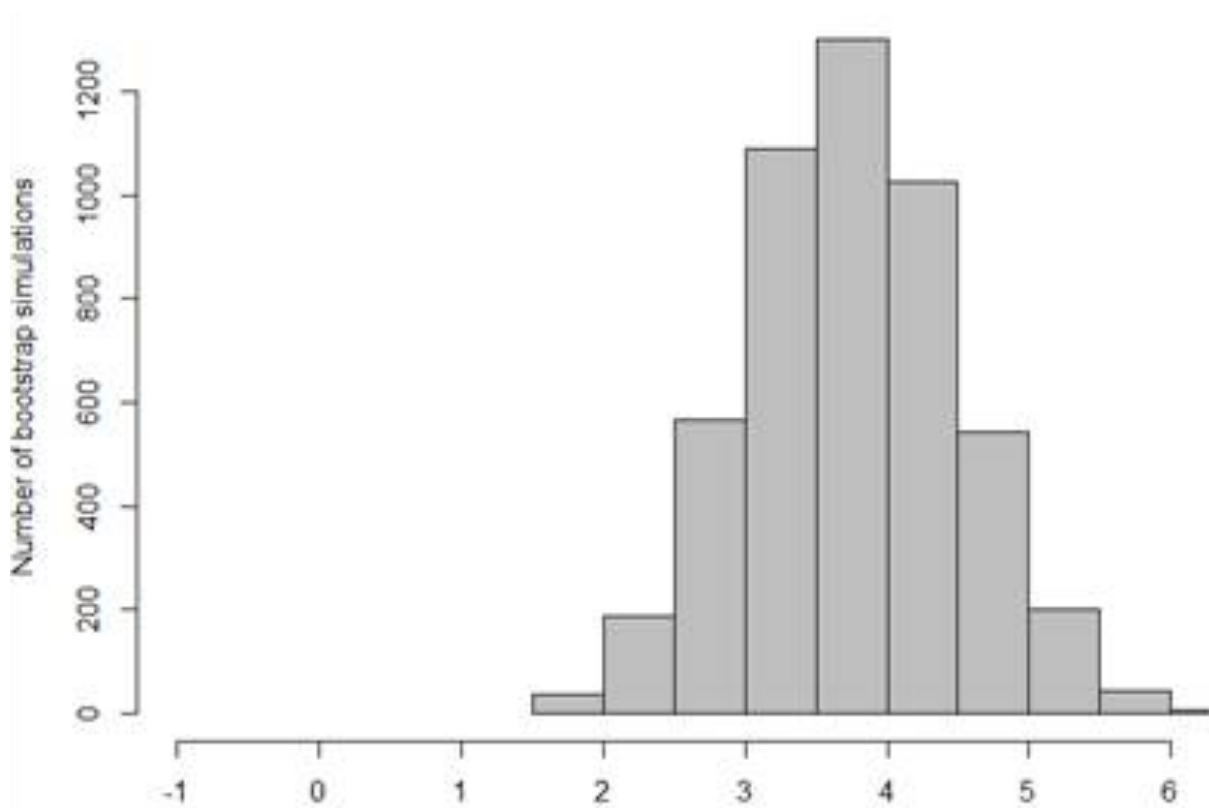
Results expressed as numbers (percentage) or median [25 – 75 interquartile]. ARDS: Acute Respiratory Distress Syndrome; HFNC: High Flow Nasal Cannula oxygen therapy; ICU: Intensive Care Unit; ISS: Injury Severity Score; MV: Mechanical Ventilation; NIV: Non-Invasive Ventilation; SAPS: Simplified Acute Physiology Score; TTSS: Thoracic Trauma Severity Score



**Figure 1. Study Flow Chart**



**Figure 2.** Association between locoregional analgesia at the time of the first extubation and 28-day ventilator-free days in the propensity-matched population. Results are presented as additional days with 95% confidence intervals [CIs], adjusted for SAPS 2, cardiopulmonary disease, reason for intubation, need for thoracic, spine or abdominal surgery, respiratory complications under mechanical ventilation (ARDS or VAP), time before pressure support ventilation, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio before extubation, unscheduled self-extubation and use of NIV after extubation.

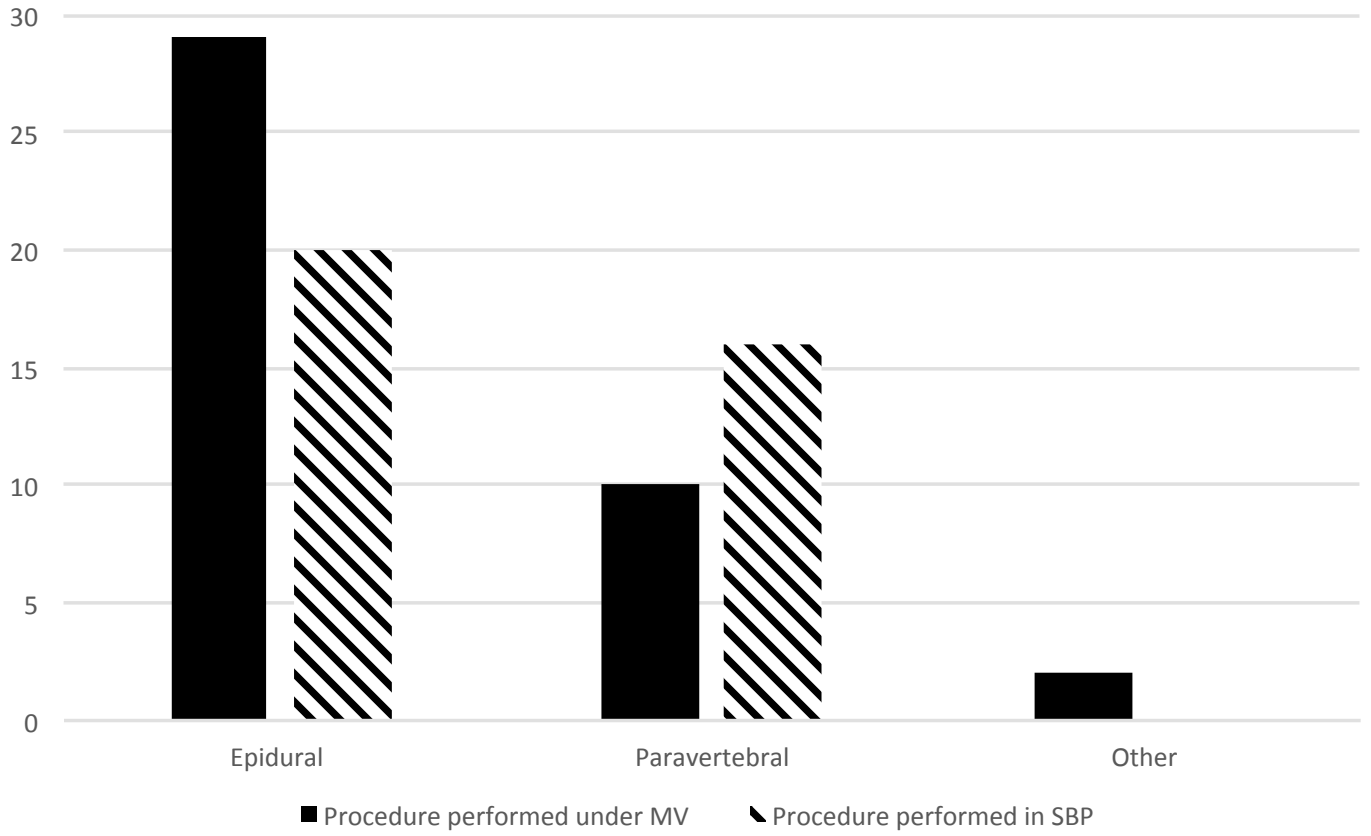


**Supplementary data 1.** Comparison between patients who failed vs. who succeeded extubation

	Overall population N = 218 (100)	Extubation failure N = 30 (14)	Control group N = 188 (86)	p
<b>Demographic data and medical history</b>				
- Age	56 [41 – 67]	58 [47 – 71]	55 [41 – 66]	0.288
- Male sex	171 (78)	23 (77)	148 (79)	0.799
- Coagulation disorders	35 (16)	4 (13)	31 (16)	0.662
- Cardiopulmonary comorbidities	27 (12)	5 (17)	22 (12)	0.443
<b>Chest injuries at ICU admission</b>				
- Number of rib fractures	7 [5 – 9]	7 [5 – 9]	7 [5 – 9]	0.780
- Flail chest	53 (24)	7 (23)	46 (24)	0.893
- Pulmonary contusion	120 (55)	18 (60)	102 (54)	0.557
- Pneumothorax	143 (65)	19 (63)	124 (66)	0.779
- Hemothorax	117 (53)	21 (70)	96 (51)	0.053
<b>Co-existing injuries</b>				
- None (isolated chest trauma)	8 (4)	0 (0)	8 (4)	0.250
- Multiple trauma				
o Limb fracture	143 (65)	19 (63)	124 (66)	0.779
o Spine fracture	134 (61)	27 (90)	97 (52)	< 0.0001
o Craniofacial trauma	117 (53)	19 (63)	98 (52)	0.253
o Abdominal trauma	86 (39)	15 (50)	71 (38)	0.203
o Pelvic fracture	47 (21)	9 (30)	38 (20)	0.226
<b>Severity scores at ICU admission</b>				
- SAPS II	30 [23 – 39]	35 [30 – 40]	30 [22 – 39]	0.031
- ISS	41 [34 – 50]	48 [41 – 57]	41 [33 – 50]	0.018
- TTSS	10 [8 – 13]	12 [9 – 14]	10 [8 – 13]	0.181
<b>Analgesic management during the ICU stay</b>				
- Use of locoregional analgesia during the ICU stay	77 (35)	6 (20)	71 (38)	0.059
- Use of locoregional analgesia at the day of first extubation	48 (22)	3 (10)	45 (24)	0.087
<b>Surgical management during the ICU stay</b>				
- Surgical fixation of rib fracture	20 (9)	2 (7)	26 (14)	0.276
- Spine surgery	39 (18)	11 (37)	28 (15)	0.004
- Abdominal surgery	28 (13)	4 (13)	24 (13)	0.931
<b>Chest tube management during the ICU stay</b>				
- Need for chest tube insertion	159 (73)	27 (90)	132 (70)	0.023
o Chest tube at ICU admission	102 (47)	15 (50)	87 (46)	0.704
o Secondary chest tube insertion	91 (42)	20 (67)	71 (38)	0.003
<b>Respiratory management before the first extubation</b>				
- Indication for the first intubation				
o Life-threatening condition before ICU admission	126 (58)	18 (60)	18 (57)	0.793
o Emergency surgery without life-threatening condition	66 (30)	8 (27)	58 (31)	0.643
o Secondary intubation for delayed respiratory failure	26 (12)	4 (13)	22 (12)	0.798
- Median duration before pressure support ventilation	2 [1 – 4]	2 [1 – 4]	2 [1 – 4]	0.762
- PaO <sub>2</sub> / FiO <sub>2</sub> ratio before the first extubation	256 [193 – 351]	244 [207 – 287]	260 [190 – 365]	0.252
- Median duration under MV before the first extubation	4 [1 – 10]	4 [1 – 9]	5 [1 – 11]	0.534
- Unscheduled self-extubation	6 (3)	4 (13)	2 (1)	0.0001
- Post-extubation respiratory support				
o Need for non-invasive ventilation	114 (52)	24 (80)	90 (48)	0.001
o Need for high flow nasal cannula oxygen therapy	114 (52)	18 (60)	43 (23)	< 0.0001
<b>Other complications during the ICU stay</b>				
- Respiratory complications before the first extubation				
o Ventilator-acquired pneumonia	75 (34)	11 (37)	64 (34)	0.794
o ARDS	44 (20)	11 (37)	33 (18)	0.015
- Overall rate of infectious complications				
o Any Infection	119 (55)	28 (93)	91 (49)	< 0.0001
o Pulmonary infection	109 (50)	27 (90)	82 (44)	< 0.0001
<b>Length of stay</b>				
- Cumulated duration under mechanical ventilation	6 [2 – 13]	12 [7 – 19]	5 [1 – 11]	0.0002
- ICU length of stay	14 [7 – 22]	20 [18 – 29]	12 [7 – 21]	< 0.0001
- Hospital length of stay	26 [16 – 44]	33 [24 – 53]	24 [16 – 40]	0.012

Results expressed as numbers (percentage) or median [25 – 75 interquartile]. ARDS: Acute Respiratory Distress Syndrome; HFNC: High Flow Nasal Cannula oxygen therapy; ICU: Intensive Care Unit; ISS: Injury Severity Score; NIV: Non-Invasive Ventilation; SAPS: Simplified Acute Physiology Score; TTSS: Thoracic Trauma Severity Score

**Supplementary data 2.** Type of regional analgesia according to the study group



## REFERENCES

1. Daurat A, Millet I, Roustan J-P, Maury C, Taourel P, Jaber S, et al. Thoracic Trauma Severity score on admission allows to determine the risk of delayed ARDS in trauma patients with pulmonary contusion. *Injury*. 2016 Jan;47(1):147–53.
2. Liang J, Li Z, Dong H, Xu C. Prognostic factors associated with mortality in mechanically ventilated patients in the intensive care unit. *Medicine (Baltimore)*. 2019 Oct;98(42):e17592.
3. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, Alía I, Brochard L, Stewart TE, et al. Characteristics and Outcomes in Adult Patients Receiving Mechanical Ventilation: A 28-Day International Study. *JAMA*. 2002 Jan;287(3):345–55.
4. Dres M, Goligher EC, Heunks LMA, Brochard LJ. Critical illness-associated diaphragm weakness. *Intensive Care Med*. 2017 Oct;43(10):1441–52.
5. Torres A, Gatell JM, Aznar E, el-Ebiary M, Puig de la Bellacasa J, González J, et al. Re-intubation increases the risk of nosocomial pneumonia in patients needing mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995 Jul;152(1):137–41.
6. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest*. 1997 Jul;112(1):186–92.
7. Michelet P, Boussen S. Case scenario – thoracic trauma. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2013 Jul–Aug;32(7–8):504–9.
8. Moon MR, Luchette FA, Gibson SW, Crews J, Sudarshan G, Hurst JM, et al. Prospective, randomized comparison of epidural versus parenteral opioid analgesia in thoracic trauma. *Ann Surg*. 1999 May;229(5):684–91; discussion 691-692.
9. Mackersie RC, Karagianes TG, Hoyt DB, Davis JW. Prospective evaluation of epidural and intravenous administration of fentanyl for pain control and restoration of ventilatory function following multiple rib fractures. *J Trauma*. 1991 Apr;31(4):443–9; discussion 449-451.
10. Wu CL, Jani ND, Perkins FM, Barquist E. Thoracic epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia for the treatment of rib fracture pain after motor vehicle crash. *J Trauma*. 1999 Sep;47(3):564–7.

11. Ahmed SM, Athar M, Ali S, Doley K, Siddiqi OA, Usmani H. Acute pain services in flail chest-a prospective randomized trial of epidural versus parenteral analgesia in mechanically ventilated ICU patients. *Egypt J Anaesth.* 2015 Oct;31(4):327–30.
12. Govindarajan R, Bakalova T, Michael R, Abadir AR. Epidural buprenorphine in management of pain in multiple rib fractures. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2002 Jul;46(6):660–5.
13. Carrier FM, Turgeon AF, Nicole PC, Trépanier CA, Fergusson DA, Thauvette D, 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.* 2009 Mar;56(3):230–42.
14. Duch P, Møller MH. Epidural analgesia in patients with traumatic rib fractures: a systematic review of randomised controlled trials. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2015 Jul;59(6):698–709.
15. Peek J, Smeeing DPJ, Hietbrink F, Houwert RM, Marsman M, de Jong MB. Comparison of analgesic interventions for traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2019 Aug;45(4):597–622.
16. Sauder P, Andreoletti M, Cambonie G, Capellier G, Feissel M, Gall O, et al. [Sedation and analgesia in intensive care (with the exception of new-born babies). French Society of Anesthesia and Resuscitation. French-speaking Resuscitation Society]. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2008 Aug;27(7–8):541–51.
17. Quintard H, l’Her E, Pottecher J, Adnet F, Constantin J-M, De Jong A, et al. Experts’ guidelines of intubation and extubation of the ICU patient of French Society of Anaesthesia and Intensive Care Medicine (SFAR) and French-speaking Intensive Care Society (SRLF) : In collaboration with the pediatric Association of French-speaking Anaesthetists and Intensivists (ADARPEF), French-speaking Group of Intensive Care and Paediatric emergencies (GFRUP) and Intensive Care physiotherapy society (SKR). *Ann Intensive Care.* 2019 Jan;9(1):13.
18. Boles J-M, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J.* 2007 May;29(5):1033–56.
19. Les blocs périmédullaires chez l’adulte. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2007 Jul;26(7–8):720–52.
20. Carrie C, Stecken L, Cayrol E, Cottenneau V, Petit L, Revel P, et al. Bundle of care for blunt chest trauma patients improves analgesia but increases rates of intensive care unit admission: A retrospective case-control study. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2018 Jun;37(3):211–5.

21. Carrie C, Guemmar Y, Cottenceau V, de Molliens L, Petit L, Sztark F, et al. Long-term disability after blunt chest trauma: Don't miss chronic neuropathic pain! *Injury*. 2019 Jan;50(1):113–8.
22. ARDS Definition Task Force, Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA*. 2012 Jun;307(23):2526–33.
23. Leone M, Bouadma L, Bouhemad B, Brissaud O, Dauter S, Gibot S, et al. Hospital-acquired pneumonia in ICU. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2018 Feb;37(1):83–98.
24. Austin PC. An Introduction to Propensity Score Methods for Reducing the Effects of Confounding in Observational Studies. *Multivariate Behav Res*. 2011 May;46(3):399–424.
25. Austin PC. The relative ability of different propensity score methods to balance measured covariates between treated and untreated subjects in observational studies. *Med Decis Making*. 2009 Dec;29(6):661–77.
26. Austin PC, Small DS. The use of bootstrapping when using propensity-score matching without replacement: a simulation study. *Stat Med*. 2014 Oct;33(24):4306–19.
27. Babyak MA. What you see may not be what you get: a brief, nontechnical introduction to overfitting in regression-type models. *Psychosom Med*. 2004 Jun;66(3):411–21.
28. Bulger EM, Edwards T, Klotz P, Jurkovich GJ. Epidural analgesia improves outcome after multiple rib fractures. *Surgery*. 2004 Aug;136(2):426–30.
29. Ullman DA, Fortune JB, Greenhouse BB, Wimpy RE, Kennedy TM. The treatment of patients with multiple rib fractures using continuous thoracic epidural narcotic infusion. *Reg Anesth*. 1989 Feb;14(1):43–7.
30. Malekpour M, Hashmi A, Dove J, Torres D, Wild J. Analgesic Choice in Management of Rib Fractures: Paravertebral Block or Epidural Analgesia? *Anesth Analg*. 2017 Jun;124(6):1906–11.
31. Jensen CD, Stark JT, Jacobson LL, Powers JM, Joseph MF, Kinsella-Shaw JM, et al. Improved Outcomes Associated with the Liberal Use of Thoracic Epidural Analgesia in Patients with Rib Fractures. *Pain Med*. 2017 Sep;18(9):1787–94.
32. Brown CVR, Daigle JB, Foulkrod KH, Brouillette B, Clark A, Cysz C, et al. Risk factors associated with early reintubation in trauma patients: a prospective observational study. *J Trauma*. 2011 Jul;71(1):37–41; discussion 41-42.
33. Bilello JF, Davis JW, Cagle KM, Kaups KL. Predicting extubation failure in blunt trauma patients with pulmonary contusion. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013 Aug;75(2):229–33.

## DISCUSSION DES RESULTATS

Chez les patients traumatisés thoraciques sous ventilation mécanique, l'utilisation de l'analgésie locorégionale dans le sevrage respiratoire était associée à une diminution de la durée de la ventilation mécanique et des durées de séjour en réanimation et à l'hôpital.

La durée de ventilation mécanique chez les patients traumatisés thoraciques a été rapportée dans la littérature au cours de 6 études en anglais (4 essais randomisés contrôlés, 2 études rétrospectives) (5,24,34,36,38,41), sans réel consensus sur l'effet de l'analgésie locorégionale sur la diminution de la durée de ventilation mécanique dans les méta-analyses (45–47). Ceci est certainement dû à une importante hétérogénéité entre ces études pour certaines rétrospectives et au faible effectif, notamment concernant la gravité des traumatismes analysés, l'indication, le délai et les modalités des procédures d'analgésie locorégionale. De plus, une seule étude a spécifiquement étudié l'effet de l'analgésie péridurale thoracique lors du sevrage respiratoire des traumatisés thoraciques sous ventilation mécanique (36). Bien que retrouvant des résultats positifs sur la durée de la ventilation mécanique et l'amélioration des paramètres respiratoires en faveur de l'analgésie péridurale, la validité externe de ce travail est limitée par son faible effectif et la faible gravité des traumatismes inclus. Ceci est cependant en accord avec nos résultats, retrouvant une association entre l'utilisation de l'analgésie locorégionale lors de la première extubation et l'augmentation de 3.72 jours (IC95% : 2.33 – 5.11) sans ventilation mécanique à J28. Cette association est cliniquement très pertinente ; la prolongation de la durée de la ventilation mécanique étant associée à un mauvais devenir chez les patients de réanimation (12,13).

Secondairement, l'utilisation de l'analgésie locorégionale n'était pas associée à une diminution du taux d'échec d'extubation. Les patients en échec d'extubation étaient des patients plus sévèrement traumatisés, nécessitant une chirurgie du rachis ou drainés pour un épanchement pleural secondaire. Ceci est en accord avec la littérature, retrouvant le traumatisme vertébral comme facteur de risque indépendant d'échec d'extubation chez les patients traumatisés (31), probablement dû aux restrictions de mobilisation ou aux troubles de déglutition secondaires. Le taux d'extubation rapporté dans notre étude était comparable à celui de Bilello et coll. (30) qui trouvaient également une association entre un rapport PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> diminué et



l'échec d'extubation. Ces données ne sont pas confirmées dans notre étude. Une hypothèse pouvant expliquer cette absence d'association réside dans l'augmentation de l'indication de la VNI et de l'oxygène nasal à haut débit en post-extubation chez les patients traumatisés thoraciques pouvant être considérés comme à haut risque d'échec d'extubation. D'un autre côté, l'utilisation de la VNI était associée à un plus fort taux d'échec d'extubation, mais ceci peut être interprété par une sélection des patients plus sévères, en échec de VNI, et nécessitant de ce fait réintubation. Une étude prospective s'intéressant à cette association est donc justifiée.

Troisièmement, nos résultats suggèrent l'absence de différence concernant le taux de complications secondaires à la réalisation de l'analgésie locorégionale chez des patients traumatisés thoraciques sous ventilation mécanique (37% vs. 37%,  $p = 0.835$ ). Or dans une méta-analyse d'essais randomisés contrôlés portant sur l'analgésie péridurale chez les patients adultes traumatisés thoraciques, l'hypotension artérielle était significativement associée avec l'utilisation de l'analgésie péridurale avec des anesthésiques locaux, comparativement aux autres modalités d'analgésie (3 études, 99 patients, OR = 13.76, IC 95% [2.89 – 65.51],  $I^2 = 0\%$  [ $P < 0.01$ ]) (46). Aucune étude de cette méta-analyse ne rapportait d'effets secondaires graves avec l'utilisation de l'analgésie péridurale, comme des hématomes ou des abcès épидuraux, des lésions de moelle épinière ou tout déficit neurologique permanent. Ceci a été confirmé dans une méta-analyse plus récente incluant d'autres essais randomisés contrôlés malgré un haut risque de biais (45). Cependant, les effets secondaires, principalement en rapport avec le bloc sympathique induit par l'analgésie péridurale incluant hypotension artérielle, bradycardie et rétention urinaire, et ceux en rapport avec les opioïdes tels que les nausées, vomissements et prurit, ne sont pas toujours mentionnés dans chaque étude. C'est le cas de notre étude, pour laquelle nous avons rapporté les complications majeures, au nombre de 3 (deux mauvais positionnements, sous dural et intrathécal, et une infection de cathéter), dont 2 faisant suite à la réalisation d'analgésie péridurale sous ventilation mécanique, ainsi que les difficultés liées à la procédure (échec de pose, inefficacité). D'un autre côté, une étude rétrospective récente avec appariement avec score de propension utilisant une base de données nationale ne relevait pas de différence significative entre analgésie péridurale et autres modalités analgésiques locorégionales sur le critère de jugement principal, la mortalité (5). Les auteurs suggéraient également une association statistiquement significative entre le fait d'être traité par analgésie locorégionale, incluant analgésie péridurale et cathéter paravertébral, et l'amélioration de la survie, la diminution de la durée de séjour à l'hôpital et une tendance à la diminution de la durée de la ventilation

mécanique, comparativement à l'analgésie intraveineuse (OR = 0.82 [0.63 – 1.07],  $p = 0.059$ ). Le bénéfice à la présence de l'analgésie locorégionale semble donc réel et cette technique doit faire partie de la stratégie de prise en charge multimodale du patient traumatisé thoracique. Cependant, il semble préférable de privilégier les techniques alternatives à l'analgésie péridurale chez le patient inconscient, devant le risque neurologique. L'analgésie péridurale reste tout de même réalisable sous ventilation mécanique, même sous sédation légère, en l'absence de contre-indication. Plus d'études sont nécessaires afin de confirmer nos résultats ainsi que de déterminer la place des nouvelles techniques d'analgésie locorégionale dans le sevrage respiratoire et le risque d'échec d'extubation.

Notre étude comporte plusieurs limites. La principale limite réside dans son design rétrospectif pouvant engendrer des biais de sélection et d'interprétation. Bien que l'appariement avec score de propension ait permis de réduire les effets de covariables confondantes entre les groupes, il est possible que l'association observée entre le fait de ne pas être traité par analgésie locorégionale et la durée de ventilation mécanique plus importante soit due à des facteurs de confusion non observés ou non rapportés. Par exemple, nous n'avons pas rapporté l'indication à la réalisation ou non de l'analgésie locorégionale, ni les scores de douleur ou encore la diminution de capacité vitale. De plus, les données ont été collectées de manière rétrospective à partir de dossiers médicaux informatisés, ceci étant potentiellement responsable d'imprécisions et de données manquantes. De ce fait, nous n'avons pas pu rapporter la survenue d'effets hémodynamiques, de rétention urinaire ou de bloc moteur sous analgésie péridurale, rendant difficile toute conclusion sur la parfaite sécurité de la réalisation d'une analgésie régionale sous ventilation mécanique.

## **CONCLUSION**

Chez les patients traumatisés thoraciques, l'utilisation de l'analgésie locorégionale lors du sevrage respiratoire était associée à des durées plus courtes de ventilation mécanique sans risque accru d'échec d'extubation. Bien qu'aucune différence statistique concernant le taux de complications procédurales n'ait été observée chez les patients ayant reçu une analgésie locorégionale en respiration spontanée ou sous ventilation mécanique, l'utilisation de l'analgésie péridurale doit être réservée aux patients qui ne peuvent pas bénéficier d'alternatives analgésiques plus sûres et tout aussi efficaces.

## REFERENCES

1. Sauaia A, Moore FA, Moore EE, Moser KS, Brennan R, Read RA, et al. Epidemiology of Trauma Deaths: A Reassessment. *J Trauma*. 1995 Feb;38(2):185–93.
2. Tyburski JG, Collinge JD, Wilson RF, Eachempati SR. Pulmonary contusions: quantifying the lesions on chest X-ray films and the factors affecting prognosis. *J Trauma*. 1999 May;46(5):833–8.
3. Daurat A, Millet I, Roustan J-P, Maury C, Taourel P, Jaber S, et al. Thoracic Trauma Severity score on admission allows to determine the risk of delayed ARDS in trauma patients with pulmonary contusion. *Injury*. 2016 Jan;47(1):147–53.
4. Horst K, Andruszkow H, Weber CD, Pishnamaz M, Herren C, Zhi Q, et al. Thoracic trauma now and then: A 10 year experience from 16,773 severely injured patients. *PLoS One*. 2017 Oct;12(10)e0186712.
5. Malekpour M, Hashmi A, Dove J, Torres D, Wild J. Analgesic Choice in Management of Rib Fractures: Paravertebral Block or Epidural Analgesia? *Anesth Analg*. 2017 Jun;124(6):1906–11.
6. Okabe Y. Risk factors for prolonged mechanical ventilation in patients with severe multiple injuries and blunt chest trauma: a single center retrospective case-control study. *Acute Med Surg*. 2018;5(2):166–72.
7. Dimopoulou I, Anthi A, Lignos M, Boukouvalas E, Evangelou E, Routsis C, et al. Prediction of prolonged ventilatory support in blunt thoracic trauma patients. *Intensive Care Med*. 2003 Jul;29(7):1101–5.
8. Leone M, Bouadma L, Bouhemad B, Brissaud O, Dauterive S, Gibot S, et al. Hospital-acquired pneumonia in ICU. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2018 Feb;37(1):83–98.
9. Koulenti D, Tsigou E, Rello J. Nosocomial pneumonia in 27 ICUs in Europe: perspectives from the EU-VAP/CAP study. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2017 Nov;36(11):1999–2006.
10. Holets SR, Hubmayr RD. Setting the ventilator. In: Tobin MJ, editors. *Principles and practice of mechanical ventilation*, 3rd ed. New York, NY: McGraw-Hill; 2012. p. 139–158.
11. Jaber S, Petrof BJ, Jung B, Chanques G, Berthet J-P, Rabuel C, et al. Rapidly progressive diaphragmatic weakness and injury during mechanical ventilation in humans. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011 Feb;183(3):364–71.
12. Liang J, Li Z, Dong H, Xu C. Prognostic factors associated with mortality in mechanically ventilated patients in the intensive care unit. *Medicine (Baltimore)*. 2019 Oct;98(42)e17592.

13. Lone NI, Walsh TS. Prolonged mechanical ventilation in critically ill patients: epidemiology, outcomes and modelling the potential cost consequences of establishing a regional weaning unit. *Crit Care*. 2011;15(2):R102.
14. Quintard H, l'Her E, Pottecher J, Adnet F, Constantin J-M, De Jong A, et al. Experts' guidelines of intubation and extubation of the ICU patient of French Society of Anaesthesia and Intensive Care Medicine (SFAR) and French-speaking Intensive Care Society (SRLF) : In collaboration with the pediatric Association of French-speaking Anaesthetists and Intensivists (ADARPEF), French-speaking Group of Intensive Care and Paediatric emergencies (GFRUP) and Intensive Care physiotherapy society (SKR). *Ann Intensive Care*. 2019 Jan;9(1):13.
15. Boles J-M, Bion J, Connors A, Herridge M, Marsh B, Melot C, et al. Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J*. 2007 May;29(5):1033–56.
16. Thille AW, Richard J-CM, Brochard L. The Decision to Extubate in the Intensive Care Unit. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013 May;187(12):1294–302.
17. Watkins JA, Spain DA, Richardson JD, Polk HC. Empyema and restrictive pleural processes after blunt trauma: an under-recognized cause of respiratory failure. *Am Surg*. 2000 Feb;66(2):210–4.
18. Pape HC, Remmers D, Rice J, Ebisch M, Krettek C, Tschernie H. Appraisal of early evaluation of blunt chest trauma: development of a standardized scoring system for initial clinical decision making. *J Trauma*. 2000 Sep;49(3):496–504.
19. Miller PR, Croce MA, Bee TK, Qaisi WG, Smith CP, Collins GL, et al. ARDS after pulmonary contusion: accurate measurement of contusion volume identifies high-risk patients. *J Trauma*. 2001 Aug;51(2):223–8; discussion 229-230.
20. Park HO, Kang DH, Moon SH, Yang JH, Kim SH, Byun JH. Risk Factors for Pneumonia in Ventilated Trauma Patients with Multiple Rib Fractures. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017 Oct;50(5):346–54.
21. Bulger EM, Arneson MA, Mock CN, Jurkovich GJ. Rib fractures in the elderly. *J Trauma*. 2000 Jun;48(6):1040–6; discussion 1046-1047.
22. Blecher GE, Mitra B, Cameron PA, Fitzgerald M. Failed Emergency Department disposition to the ward of patients with thoracic injury. *Injury*. 2008 May;39(5):586–91.
23. Bouzat P, Raux M, David JS, Tazarourte K, Galinski M, Desmettre T, et al. Chest trauma: First 48 hours management. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2017 Apr;36(2):135–45.

24. Bulger EM, Edwards T, Klotz P, Jurkovich GJ. Epidural analgesia improves outcome after multiple rib fractures. *Surgery*. 2004 Aug;136(2):426–30.
25. Chiumello D, Coppola S, Froio S, Gregoretti C, Consonni D. Noninvasive ventilation in chest trauma: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med*. 2013 Jul;39(7):1171–80.
26. Marasco SF, Davies AR, Cooper J, Varma D, Bennett V, Nevill R, et al. Prospective randomized controlled trial of operative rib fixation in traumatic flail chest. *J Am Coll Surg*. 2013 May;216(5):924–32.
27. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD, Thomason JW, Schweickert WD, Pun BT, et al. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): a randomised controlled trial. *The Lancet*. 2008 Jan;371(9607):126–34.
28. Rochweg B, Brochard L, Elliott MW, Hess D, Hill NS, Nava S, et al. Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 2017 Aug;50(2).
29. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Arabi Y, Apezteguía C, González M, et al. Noninvasive Positive-Pressure Ventilation for Respiratory Failure after Extubation. *N Engl J Med*. 2004 Jun;350(24):2452–60.
30. Bilello JF, Davis JW, Cagle KM, Kaups KL. Predicting extubation failure in blunt trauma patients with pulmonary contusion. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013 Aug;75(2):229–33.
31. Brown CVR, Daigle JB, Foulkrod KH, Brouillette B, Clark A, Cysz C, et al. Risk factors associated with early reintubation in trauma patients: a prospective observational study. *J Trauma*. 2011 Jul;71(1):37–41; discussion 41-42.
32. Galvagno SM, Smith CE, Varon AJ, Hasenboehler EA, Sultan S, Shaefer G, et al. Pain management for blunt thoracic trauma: A joint practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma and Trauma Anesthesiology Society. *J Trauma Acute Care Surg*. 2016 Nov;81(5):936–51.
33. Moon MR, Luchette FA, Gibson SW, Crews J, Sudarshan G, Hurst JM, et al. Prospective, randomized comparison of epidural versus parenteral opioid analgesia in thoracic trauma. *Ann Surg*. 1999 May;229(5):684–91; discussion 691-692.
34. Mackersie RC, Karagianes TG, Hoyt DB, Davis JW. Prospective evaluation of epidural and intravenous administration of fentanyl for pain control and restoration of ventilatory function following multiple rib fractures. *J Trauma*. 1991 Apr;31(4):443–9; discussion 449-451.

35. Wu CL, Jani ND, Perkins FM, Barquist E. Thoracic epidural analgesia versus intravenous patient-controlled analgesia for the treatment of rib fracture pain after motor vehicle crash. *J Trauma*. 1999 Sep;47(3):564–7.
36. Ahmed SM, Athar M, Ali S, Doley K, Siddiqi OA, Usmani H. Acute pain services in flail chest-a prospective randomized trial of epidural versus parenteral analgesia in mechanically ventilated ICU patients. *Egypt J Anaesth*. 2015 Oct;31(4):327–30.
37. Govindarajan R, Bakalova T, Michael R, Abadir AR. Epidural buprenorphine in management of pain in multiple rib fractures. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2002 Jul;46(6):660–5.
38. Ullman DA, Fortune JB, Greenhouse BB, Wimpy RE, Kennedy TM. The treatment of patients with multiple rib fractures using continuous thoracic epidural narcotic infusion. *Reg Anesth*. 1989 Feb;14(1):43–7.
39. Wisner DH. A stepwise logistic regression analysis of factors affecting morbidity and mortality after thoracic trauma: effect of epidural analgesia. *J Trauma*. 1990 Jul;30(7):799–804; discussion 804-805.
40. Gage A, Rivara F, Wang J, Jurkovich GJ, Arbabi S. The effect of epidural placement in patients after blunt thoracic trauma. *J Trauma Acute Care Surg*. 2014 Jan;76(1):39–45; discussion 45-46.
41. Jensen CD, Stark JT, Jacobson LL, Powers JM, Joseph MF, Kinsella-Shaw JM, et al. Improved Outcomes Associated with the Liberal Use of Thoracic Epidural Analgesia in Patients with Rib Fractures. *Pain Med*. 2017 Sep;18(9):1787–94.
42. Zaw AA, Murry J, Hoang D, Chen K, Louy C, Bloom MB, et al. Epidural Analgesia after Rib Fractures. *Am Surg*. 2015 Oct;81(10):950–4.
43. Jensen CD, Stark JT, Jacobson LE, Powers JM, Leslie KL, Kinsella-Shaw JM, et al. Implications of Thoracic Epidural Analgesia on Hospital Charges in Rib Fracture Patients. *Pain Med*. 2018 Jan;19(1):160–8.
44. Yeh DD, Kutcher ME, Knudson MM, Tang JF. Epidural analgesia for blunt thoracic injury--which patients benefit most? *Injury*. 2012 Oct;43(10):1667–71.
45. Duch P, Møller MH. Epidural analgesia in patients with traumatic rib fractures: a systematic review of randomised controlled trials. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2015 Jul;59(6):698–709.
46. Carrier FM, Turgeon AF, Nicole PC, Trépanier CA, Fergusson DA, Thauvette D, 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*. 2009 Mar;56(3):230–42.

47. Peek J, Smeeing DPJ, Hietbrink F, Houwert RM, Marsman M, de Jong MB. Comparison of analgesic interventions for traumatic rib fractures: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2019 Aug;45(4):597–622.
48. McKendy KM, Lee LF, Boulva K, Deckelbaum DL, Mulder DS, Razek TS, et al. Epidural analgesia for traumatic rib fractures is associated with worse outcomes: a matched analysis. *J Surg Res.* 2017 Jun;214:117–123.
49. Kieninger AN, Bair HA, Bendick PJ, Howells GA. Epidural versus intravenous pain control in elderly patients with rib fractures. *Am J Surg.* 2005 Mar;189(3):327–30.
50. Carrie C, Stecken L, Cayrol E, Cottenceau V, Petit L, Revel P, et al. Bundle of care for blunt chest trauma patients improves analgesia but increases rates of intensive care unit admission: A retrospective case-control study. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2018 Jun;37(3):211–215.
51. Yeying G, Liyong Y, Yuebo C, Yu Z, Guangao Y, Wei hu M, et al. Thoracic paravertebral block versus intravenous patient-controlled analgesia for pain treatment in patients with multiple rib fractures. *J Int Med Res.* 2017 Dec;45(6):2085–91.
52. Karmakar MK, Critchley LAH, Ho AM-H, Gin T, Lee TW, Yim APC. Continuous thoracic paravertebral infusion of bupivacaine for pain management in patients with multiple fractured ribs. *Chest.* 2003 Feb;123(2):424–31.
53. Thiruvankatarajan V, Cruz Eng H, Adhikary SD. An update on regional analgesia for rib fractures. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2018 Oct;31(5):601–7.
54. Wardhan R. Assessment and management of rib fracture pain in geriatric population: an ode to old age. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2013 Oct;26(5):626–31.
55. Murata H, Salviz EA, Chen S, Vandepitte C, Hadzic A. Case report: ultrasound-guided continuous thoracic paravertebral block for outpatient acute pain management of multilevel unilateral rib fractures. *Anesth Analg.* 2013 Jan;116(1):255–7.
56. Fu P, Weyker PD, Webb CAJ. Case Report of Serratus Plane Catheter for Pain Management in a Patient With Multiple Rib Fractures and an Inferior Scapular Fracture. *A A Case Rep.* 2017 Mar;8(6):132–5.
57. Kunhabdulla NP, Agarwal A, Gaur A, Gautam SK, Gupta R, Agarwal A. Serratus anterior plane block for multiple rib fractures. *Pain Physician.* 2014 Aug;17(4):E553–555.
58. Les blocs périmédullaires chez l'adulte. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2007 Jul–Aug;26(7–8):720–52.

59. Ivani G, Suresh S, Ecoffey C, Bosenberg A, Lonnqvist P-A, Krane E, et al. The European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy and the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Joint Committee Practice Advisory on Controversial Topics in Pediatric Regional Anesthesia. *Reg Anesth Pain Med*. 2015 Oct;40(5):526–32.
60. Marhofer P. Regional blocks carried out during general anesthesia or deep sedation: myths and facts. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2017 Oct;30(5):621–6.
61. Neal JM, Barrington MJ, Brull R, Hadzic A, Hebl JR, Horlocker TT, et al. The Second ASRA Practice Advisory on Neurologic Complications Associated With Regional Anesthesia and Pain Medicine: Executive Summary 2015. *Reg Anesth and Med*. 2015 Sep–Oct;40(5):401–30.



## SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admis 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. Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu 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 déshonoré et méprisé si j'y manque.



---

## Utilisation de l'analgésie locorégionale chez le traumatisé thoracique sous ventilation mécanique. Une étude préliminaire.

**CONTEXTE:** Le rapport bénéfice-risque de l'analgésie locorégionale lors du processus de sevrage respiratoire a mal été étudié chez les patients traumatisés thoraciques. L'objectif principal de cette étude était de déterminer si l'utilisation de l'analgésie locorégionale chez les patients traumatisés thoraciques sous ventilation mécanique était associée à une augmentation du nombre de jours sans ventilation et à de meilleurs résultats cliniques.

**MÉTHODES:** Sur une période de 5 ans, tous les patients adultes avec fractures multiples des côtes et ayant nécessité ventilation mécanique durant leur séjour en réanimation ont été rétrospectivement inclus. Les critères d'exclusion étaient les patients présentant moins de 3 fractures de côtes, un arrêt cardiaque traumatique, un traumatisme crânien grave ou un traumatisme médullaire. Deux groupes de patients ont été comparés selon l'utilisation ou non de l'analgésie locorégionale lors de la première extubation (groupe de traitement vs. groupe contrôle). Un appariement avec score de propension a été effectué afin d'ajuster les potentielles différences intergroupes. Des modèles de régression multivariable ont été utilisés pour tester l'association entre l'analgésie locorégionale lors de la première extubation et le nombre de jours sans ventilation à J28, le nombre de jours sans ventilation en réanimation ou à l'hôpital et l'échec d'extubation, en ajustant les covariables associées au résultat clinique.

**RESULTATS:** Au cours de la période étudiée, 218 patients ont été inclus. Dans la population appariée avec score de propension, l'utilisation de l'analgésie locorégionale lors de la première extubation était associée à 3,72 jours [2,33 - 5,11] vivants de plus sans ventilation mécanique à J28 ainsi qu'au nombre de jours hors réanimation ou à l'hôpital (effet ajusté = 1,34 [1,01 - 1,80] et effet ajusté = 1,49 [1,11 - 1,99] respectivement). L'utilisation de l'analgésie locorégionale au moment de l'extubation n'était pas associée à un taux d'échec d'extubation plus faible (OR ajusté = 0,33 [0,08 - 1,40]). Le taux global de complications n'était pas plus élevé lorsque l'analgésie locorégionale était réalisée sous ventilation mécanique (37% vs 37%,  $p = 0,835$ ).

**CONCLUSION:** Chez les patients traumatisés thoraciques sous ventilation mécanique, l'utilisation d'une analgésie locorégionale lors du sevrage respiratoire était associée à des durées plus courtes de ventilation mécanique sans risque accru d'échec d'extubation.

---

## Use of locoregional analgesia in mechanically ventilated chest trauma patients. A preliminary study.

**BACKGROUND:** The benefit-risk ratio of locoregional procedures during the weaning process has been poorly investigated in blunt chest trauma patients. The main objective of this study was to determine whether the use of locoregional analgesia in mechanically ventilated chest trauma patients was associated with an increased ventilator-free days and a better clinical outcome.

**METHODS:** Over a 5-year period, every adult patient with multiple rib fractures who required mechanical ventilation during their ICU stay were retrospectively included. Non-inclusion criteria were patients with less than 3 ribs fractures, traumatic cardiac arrest, severe traumatic brain injury or traumatic spinal cord injury. Two groups of patients were compared according to the use or not of locoregional analgesia at the time of the first extubation (treatment group vs. control group). A propensity score analysis was performed to adjust for potential baseline differences between the treatment and control groups. Multivariable regression models were used to test the association between locoregional analgesia at the time of the first extubation and 28-day ventilator-free days, ICU or hospital ventilator-free days and extubation failure, adjusting for covariates associated with clinical outcome.

**RESULTS:** During the study period, 218 patients were included. In the propensity-matched population, the use of locoregional analgesia at the time of the first extubation was associated with 3.72 [2.33 – 5.11] more days alive without mechanical ventilation. There was a significant association between locoregional analgesia at the time of the first extubation and ICU or hospital ventilator-free days (adjusted effect = 1.34 [1.01 – 1.80] and adjusted effect = 1.49 [1.11 – 1.99] respectively). The use of locoregional analgesia at the time of extubation was not associated with a lower rate of extubation failure (adjusted OR = 0.33 [0.08 – 1.40]). The overall rate of complications was not higher when locoregional analgesia was performed under mechanical ventilation (37% vs. 37%,  $p = 0.835$ ).

**CONCLUSION:** In mechanically ventilated blunt chest trauma patients, the use of locoregional procedure during the weaning process was associated with lower durations under mechanical ventilation without increased risk of extubation failure.

---

## Thèse de doctorat en médecine

Spécialité : ANESTHESIE REANIMATION

Mots clés : traumatisme thoracique ; fracture costale ; analgésie locorégionale ; analgesie péridurale ; ventilation mécanique

Keywords : chest trauma ; rib fracture ; locoregional analgesia ; epidural analgesia ; mechanical ventilation

---

UFR des SCIENCES MEDICALES, Université de Bordeaux

146 rue Léo Saignat, 33076 Bordeaux Cedex