



HAL
open science

Traumatismes thoraciques pénétrants : analyse rétrospective de 69 cas civils et militaires pris en charge dans un centre de traumatologie français

Astrée Swiech

► **To cite this version:**

Astrée Swiech. Traumatismes thoraciques pénétrants : analyse rétrospective de 69 cas civils et militaires pris en charge dans un centre de traumatologie français. Médecine humaine et pathologie. 2018. dumas-02299573

HAL Id: dumas-02299573

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02299573>

Submitted on 27 Sep 2019

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'Etat de docteur en médecine. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 335.2-L 335.10

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES
Faculté de Médecine PARIS DESCARTES

Année 2018

N° 272

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE
DOCTEUR EN MÉDECINE

Traumatismes thoraciques pénétrants : analyse rétrospective
de 69 cas civils et militaires pris en charge dans
un centre de traumatologie français

Présentée et soutenue publiquement
le 19 octobre 2018

Par

Astrée SWIECH

Née le 28 avril 1990 à Vénissieux (69)

Dirigée par M. Le Médecin en Chef Mathieu Boutonnet

Jury :

M. Le Professeur Jacques Duranteau, PU-PH Président

M. Le Médecin en Chef Sylvain Ausset, Professeur Agrégé du Val-de-Grâce

M. Le Professeur Mathieu Raux, PU-PH

M. Le Médecin en Chef Guillaume Boddart



A NOTRE PRESIDENT DU JURY

Monsieur le Professeur Jacques DURANTEAU

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Service d'Anesthésie – Réanimation chirurgicale Hôpital Bicêtre
Président du comité médical des Hôpitaux Universitaires Paris-Sud
Président du comité de recherche de l'ESICM

Vous nous faites l'honneur de présider notre jury et nous vous en remercions. Soyez assuré de notre profond respect.

A NOTRE DIRECTEUR DE THESE

Monsieur le Médecin en Chef Mathieu BOUTONNET

Spécialiste des Hôpitaux d'Instruction des Armées
Adjoint au Chef de Service
Service d'Anesthésie-Réanimation de l'Hôpital d'Instruction des
Armées Percy, Clamart

Nous vous remercions pour avoir dirigé ce travail. Votre grande disponibilité, votre confiance et votre soutien permanent ont été précieux. Travailler avec vous a été un honneur et une chance et nous espérons que cette relation perdurera.

A NOTRE ASSESSEUR

**Monsieur le Médecin Chef des Services de Classe Normale
Sylvain AUSSET**

Professeur agrégé du Val-de-Grâce
Professeur titulaire de la chaire d'Anesthésie, Réanimation et
Médecine d'Urgence de l'Ecole du Val-de-Grâce
Chef du Pôle Urgence de l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy,
Clamart

*Vous nous faites l'honneur de siéger à notre thèse. Nous vous exprimons nos sincères
remerciements pour l'intérêt que vous avez porté à notre travail.*

A NOTRE ASSESSEUR

Monsieur le Professeur Mathieu RAUX

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Salle de Surveillance Post Interventionnelle – Accueil des
Polytraumatisés
Hôpital Universitaire Pitié Salpêtrière – Charles Foix
Chercheur à l'INSERM Neurophysiologie Respiratoire Expérimentale
et Clinique
Faculté de médecine Sorbonne Université

*Vous nous faites l'honneur de siéger à notre thèse. Nous vous exprimons nos sincères
remerciements pour l'intérêt que vous avez porté à notre travail*

A NOTRE ASSESSEUR

Monsieur le Médecin en Chef Guillaume BODDAERT

Spécialiste des Hôpitaux d'Instruction des Armées
Chef de Service adjoint
Responsable de la Chirurgie Vasculaire
Service de Chirurgie Thoracique et Vasculaire
Hôpital d'Instruction des Armées Percy, Clamart

Vous nous faites l'honneur de siéger à notre thèse. Nous vous remercions d'avoir participé à ce travail. Votre disponibilité et votre rigueur ont été précieuses.

ECOLE DU VAL-DE-GRACE

A Monsieur le médecin général Humbert BOISSEAUX

Directeur de l'École du Val-de-Grâce

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'honneur

Officier dans l'Ordre National du Mérite

Chevalier de l'Ordre des Palmes académiques

A Madame le médecin-chef des services hors classe Catherine CRÉACH nom d'usage THIOLET

Directrice-adjointe de l'École du Val-de-Grâce

Professeur agrégé du Val-de-Grâce

Chevalier de la Légion d'honneur

Officier dans l'Ordre National du Mérite

REMERCIEMENTS

A tous les médecins anesthésistes réanimateurs et infirmier.e.s des Hôpitaux d'Instruction des Armées parisiens qui ont croisé ma route, m'ont guidée et m'ont permis d'arriver jusqu'ici.

A Mathieu, pour sa sérénité et la confiance qu'il m'a accordée dans ce travail.

A mes co-internes et amis précieux, Nelly, Thibault M., Alexia, et nos moments partagés.

A mes ami.e.s pour leur soutien infailible, les BGB, Anna et Jeanne, Oscar, Marie, Thibault N., Pauline et Delphine.

A Charlotte, qui comme une sœur a su être présente lors des bons et moins bons moments.

A ma famille et jolie-famille.

A Damien, mon homme, pour le soutien et l'amour que tu m'apportes chaque jour un peu plus et à tous les instants qu'il nous restent à vivre.

"La vie ne devrait pas être un voyage jusqu'à la tombe mené dans l'intention d'arriver en bonne santé dans un corps bien conservé, mais plutôt un voyage que l'on finirait en boitant au milieu d'un nuage de fumée, complètement usé et détruit, tout en s'exclamant, et à juste

titre : "Ouf! Quel voyage !"

Hunter S. Thompson

AVERTISSEMENT

Les positions exprimées dans cet article ne sont que les points de vue des auteurs et ne doivent pas être considérées comme le point de vue officiel du Service de Santé des Armées français.

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. »

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|------------------|
| <u>I – INTRODUCTION.....</u> | <u>15</u> |
| <u>II – ETAT DE L’ART.....</u> | <u>16</u> |
| II-1/ EPIDEMIOLOGIE | 16 |
| II-2/ RAPPELS ANATOMIQUES | 17 |
| II-3/ POUVOIR LESIONNEL | 18 |
| II-4/ LESIONS OBSERVEES | 19 |
| II-4-1/ LESIONS PRIMAIRES METTANT EN JEU LE PRONOSTIC VITAL | 19 |
| Pneumothorax compressif..... | 19 |
| Plaie thoracique soufflante..... | 20 |
| Hémothorax massif | 20 |
| Lésions cardiaques | 21 |
| II-4-2/ AUTRES LESIONS PRIMAIRES..... | 21 |
| Lésions pulmonaires | 21 |
| Plaie des gros vaisseaux..... | 22 |
| Lésions trachéo-bronchiques | 22 |
| Lésions de l’œsophage..... | 22 |
| Volet costal | 23 |
| Plaie diaphragmatique..... | 23 |
| Atteinte du rachis | 24 |
| II-4-3/ LESIONS SECONDAIRES | 24 |
| II-5/ PRISE EN CHARGE DES PATIENTS A L’HOPITAL D’INSTRUCTION DES ARMEES PERCY | 25 |
| II-6/ PRISE EN CHARGE DES BLESSES MILITAIRES EN OPERATION EXTERIEURE | 28 |
| II-7/ PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS | 31 |
| <u>III - MATERIEL ET METHODES</u> | <u>32</u> |
| III-1/ TYPE D’ETUDE ET POPULATION | 32 |
| III-2/ MATERIEL | 33 |
| III-3/ DONNEES RECUEILLIES | 33 |
| III-4/ ANALYSE STATISTIQUE..... | 34 |
| III-5/ ASPECT ETHIQUE | 34 |
| <u>IV - RESULTATS.....</u> | <u>35</u> |
| IV-1/ CARACTERISTIQUES DEMOGRAPHIQUES ET CLINIQUES | 35 |
| IV-2/ PRISE EN CHARGE REANIMATOIRE | 38 |

| | |
|---|------------------|
| IV-2-1/ TRANSFUSION..... | 38 |
| IV-2-2/ VASOPRESSEURS | 38 |
| IV-2-3/ VENTILATION MECANIQUE..... | 38 |
| IV-3/ LESIONS THORACIQUES ET EXTRA-THORACIQUES..... | 40 |
| IV-3-1/ LESIONS THORACIQUES | 40 |
| IV-3-2/ LESIONS EXTRA-THORACIQUES | 41 |
| IV-4/ PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE | 43 |
| Particularités des patients militaires en OPEX | 44 |
| IV-5/ MORBI-MORTALITE | 46 |
| <u>V – DISCUSSION</u> | <u>49</u> |
| V-1/ PRISE EN CHARGE REANIMATOIRE..... | 49 |
| V-1-1/ CHOC HEMORRAGIQUE ET VASOPRESSEURS..... | 49 |
| V-1-2/ VENTILATION MECANIQUE | 50 |
| V-1-3/ TRANSFUSION | 51 |
| Ratio transfusionnel | 51 |
| V-2/ PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE..... | 53 |
| V-2-1/ UN TAUX ELEVE D’INTERVENTIONS CHIRURGICALES | 53 |
| V-2-2/ DES INDICATIONS LARGES DE LA THORACOTOMIE DE RESSUSCITATION | 54 |
| V-2-3/ UN RECOURS FREQUENT A LA THORACOSCOPIE..... | 55 |
| V-3/ DIFFERENCES ENTRE LES PATIENTS MILITAIRES ET CIVILS..... | 58 |
| V-3-1/ LE MECANISME LESIONNEL EST DIFFERENT | 58 |
| V-3-2/ LES CONDITIONS OPERATIONNELLES RENDENT LA PRISE EN CHARGE DIFFICILE | 59 |
| V-4/ MORTALITE | 60 |
| V-4-1/ LE TTP COMME LESION LETALE PAR LA PRESENCE DE STRUCTURES NOBLES | 60 |
| V-4-2/ LA PRINCIPALE CAUSE DE MORTALITE RESTE LE CHOC HEMORRAGIQUE | 60 |
| V-4-3/ LA MORTALITE DEPEND DU TYPE DE MECANISME LESIONNEL | 61 |
| V-4-4/ LA MORTALITE INFLUENCEE PAR LA GRAVITE DES LESIONS | 61 |
| V-4-5/ LES LESIONS ASSOCIEES SONT FREQUENTES ET MENACENT LE PRONOSTIC VITAL | 62 |
| V-5/ LIMITES..... | 63 |
| <u>VI – CONCLUSION</u> | <u>65</u> |
| <u>BIBLIOGRAPHIE.....</u> | <u>66</u> |
| <u>ANNEXE : CODES DIAGNOSTIQUES DE LA CIM10.....</u> | <u>77</u> |
| <u>ORIGINAL ARTICLE.....</u> | <u>78</u> |

INDEX DES FIGURES ET TABLEAUX

Figures

| | |
|---|----|
| <i>Figure 1 : Différentes aires anatomiques du thorax</i> | 17 |
| <i>Figure 2 : Protocole de prise en charge au déhocage d'un patient victime de TTP</i> | 26 |
| <i>Figure 3 : Chaîne de soutien médical en OPEX</i> | 29 |
| <i>Figure 4 : Diagramme de flux des patients inclus dans l'étude</i> | 35 |
| <i>Figure 5 : Lésions thoraciques présentées par les patients victimes de TTP</i> | 41 |
| <i>Figure 6 : Lésions extrathoraciques présentées par les patients victimes de TTP</i> | 42 |
| <i>Figure 7 : Détails des interventions chirurgicales thoraciques réalisées chez les patients victimes de TTP</i> | 45 |
| <i>Figure 8 : Nombre des décès et leur cause en fonction du temps</i> | 47 |

Tableaux

| | |
|---|----|
| <i>Tableau 1 : Lésions thoraciques mettant en jeu le pronostic vital</i> | 19 |
| <i>Tableau 2: Caractéristiques démographiques et cliniques des patients victimes de TTP à l'admission</i> | 37 |
| <i>Tableau 3 : Prise en charge réanimatoire initiale des patients victimes de TTP</i> | 39 |
| <i>Tableau 4 : Interventions chirurgicales réalisées chez les patients victimes de TTP</i> | 43 |
| <i>Tableau 5 : Complications, morbi-mortalité et durées moyennes de séjour des patients victimes de TTP</i> | 48 |

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ACR : Arrêt Cardio-Respiratoire

AIS : *Abbreviated Injury Scale*

CGR : Concentrés de Globules Rouges

CIM : Classification Internationale des Maladies

CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

CPA : Concentrés de Plaquettes d'Aphérèse

DMS : Durée Médiane de Séjour

DOW : *Died Of Wounds*

HIA : Hôpital d'Instruction des Armées

IED : *Improvised Explosive Device*

ISS : *Injury Severity Score*

KaIA : *Kaboul International Airport*

KIA : *Killed In Action*

MEDEVAC : *Medical evacuation*

NISS : *New Injury Severity Score*

OPEX : Opération Extérieure

OTAN : Organisation du Traité de l'Atlantique Nord

PLYO : Plasma Lyophilisé

PMSI : Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information

PSL : Produits Sanguins Labiles

SDRA : Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë

SSA : Service de Santé des Armées

TTP : Traumatisme Thoracique Pénétrant

VIH : Virus de l'Immunodéficience Humaine

I – INTRODUCTION

Le traumatisme thoracique, présent chez près de la moitié des patients traumatisés en France, représente une entité particulière dans la traumatologie sévère comme dans la traumatologie bénigne (1). En effet, ses conséquences sur la fonction respiratoire et la fonction circulatoire peuvent mettre en jeu le pronostic vital du patient. Les Traumatismes Thoraciques Pénétrants (TTP) sont associés spécifiquement à une morbi-mortalité supérieure aux traumatismes thoraciques fermés (2,3). Leur incidence en Europe est de 4 à 9% des patients victimes d'un traumatisme et tend à augmenter (3-5). A côté de cette faible incidence, la présence d'un TTP est associée à une mortalité importante, puisqu'elle peut être majorée jusqu'à 2,6 fois par rapport à un traumatisme thoracique fermé (2), avec un risque de décès majeur sur le lieu de l'accident (6). La prise en charge des TTP représente donc un challenge médico-chirurgical pour les équipes préhospitalières et hospitalières de traumatologie (7,8).

II – ETAT DE L'ART

II-1/ Epidémiologie

En France, il existe peu de données sur l'épidémiologie des mécanismes lésionnels traumatiques. Dans la population civile française, on retrouve un taux de lésions pénétrantes de 10% avec une prépondérance des blessures par armes blanches (environ 6%) devant les blessures par armes à feu (environ 4%) (9). En région parisienne, de 1998 à 2002, une atteinte thoracique était présente chez 19% des blessés par arme à feu et 40% des blessés par arme blanche (10). Dans une série américaine comparant une cohorte de 23 000 blessés militaires au registre de traumatologie civile, des lésions pénétrantes étaient retrouvées dans 11% des cas chez les blessés civils alors qu'elles étaient retrouvées dans 68% des cas chez des blessés militaires (11).

Au combat, la topographie des lésions est influencée par les effets de protection individuelle du combattant. Alors que l'incidence des lésions du thorax semblaient avoir nettement diminué durant le conflit en Irak (2001-2005) jusqu'à 6 à 7,5% (12,13), elles représentaient 24% des blessés en Afghanistan (2001-2010) (14), et 44% au Mali (2013) (15).

II-2/ Rappels anatomiques

Le thorax est défini en haut par les clavicules, en bas par le diaphragme, en avant et en arrière par le grill costal. Tous les éléments constitutifs du thorax peuvent être atteints lors d'une lésion pénétrante thoracique. Ainsi il faut rechercher une plaie cardiaque lors d'une atteinte dans la zone parasternale et une plaie des gros vaisseaux lors d'une atteinte dans la zone entre les clavicules et la ligne bi-mammelonnaire. La zone thoraco-abdominale est une zone frontière où le praticien doit rechercher une lésion diaphragmatique voire une atteinte des organes abdominaux. La zone cervico-thoracique est également une zone à risque de lésions frontières, notamment des vaisseaux du cou et sous-claviers. (Figure 1).

Un TTP est défini par une lésion du thorax atteignant l'espace pleural. Le trajet de l'objet au sein de la cage thoracique et les lésions engendrées peuvent ne pas être facilement évaluables lors du premier examen clinique, compliquant alors le diagnostic des lésions.

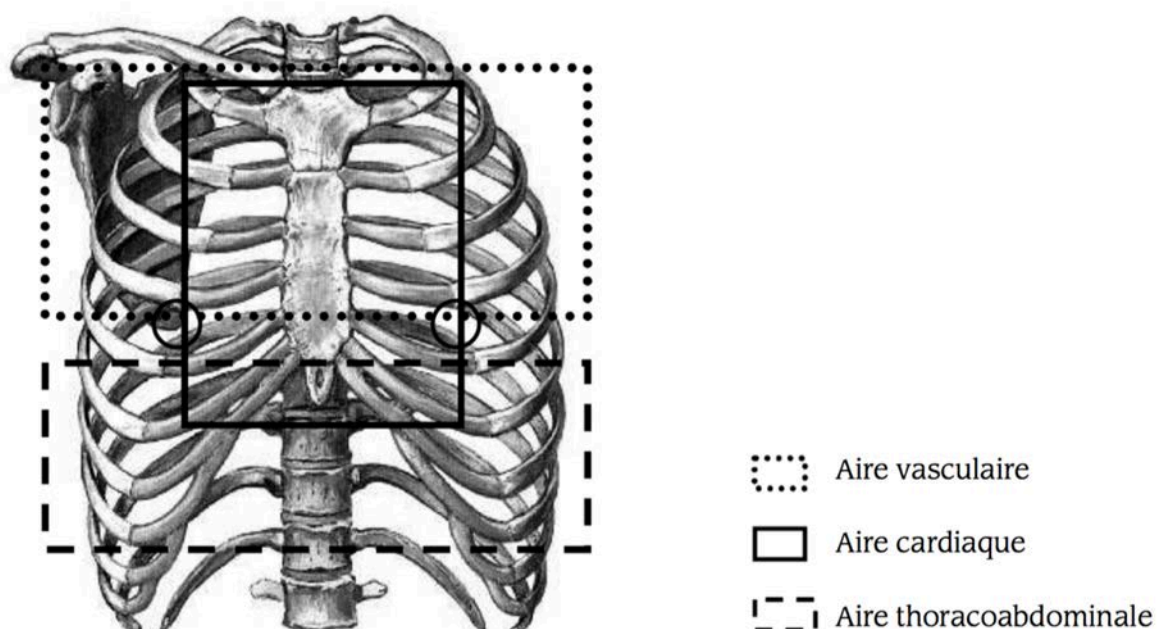


Figure 1 : Différentes aires anatomiques du thorax, selon (10)

II-3/ Pouvoir lésionnel

Lors d'un TTP, les traumatismes par arme blanche, par arme à feu ou par explosion ont des pouvoirs lésionnels différents.

Les lésions par arme blanche sont caractérisées par une cinétique limitée par la main de l'homme et sont liées aux caractéristiques de l'agent pénétrant (taille, capacité de pénétration). Les conséquences relèvent du simple cône d'attrition tissulaire plus ou moins transfixiant. Leur pronostic est relativement bon lorsque le blessé arrive vivant à l'échelon hospitalier (16) .

Les lésions par armes à feu résultent de l'interaction entre le projectile et les tissus traversés. Le projectile, lors de la traversée d'un milieu homogène, va former un tunnel d'attrition appelé cavité temporaire, où les tissus sont étirés et refoulés brutalement. Puis se forme une cavité permanente, résultant du passage du projectile, où les tissus sont broyés et détruits. Les facteurs balistiques comme la vitesse, une bascule et rotation du projectile, augmentant la cavité permanente sont responsables de dégâts supérieurs (17). Lors d'un traumatisme balistique à haute cinétique, le projectile peut, en plus de provoquer des lésions de blast (liées à la surpression locale) et de cavitation dans le tissu pulmonaire, se fragmenter ou créer des fragments osseux et induire des lésions secondaires (18). Il faut souligner alors l'importance de la contusion pulmonaire associée (19).

Les lésions par polycrissage, typiques des militaires blessés par engins explosifs improvisés (*IED*), se distinguent par la multiplication de fragments pénétrants, dont l'énergie cinétique est plus faible que celle d'une balle et provoquent des lésions multiples (20,21).

II-4/ Lésions observées

Lors des TTP, les décès des premières heures résultent de lésions primaires mettant en jeu le pronostic vital et doivent être immédiatement identifiées par le praticien afin de réaliser un geste thérapeutique en urgence (tableau 1).

| Immédiates | Précoces | Tardives |
|---|---|--|
| Rupture de l'aorte Plaie cardiaque majeure Plaie vasculaire majeure | Dissection aortique Pneumothorax compressif Plaie soufflante Hémothorax massif Tamponnade cardiaque Plaie vasculaire | Volet costal Contusion pulmonaire Sepsis |

Tableau 1 : Lésions thoraciques mettant en jeu le pronostic vital, adapté selon (22)

II-4-1/ Lésions primaires mettant en jeu le pronostic vital

Pneumothorax compressif

Le pneumothorax compressif est une entité retrouvée préférentiellement dans les traumatismes thoraciques fermés. Il est présent dans 2 à 3% des traumatismes pénétrants du thorax et serait responsable de 5% des décès dans les traumatismes de guerre (21,23). Il est caractérisé par l'accumulation d'air piégé dans l'espace pleural, comprimant les structures médiastinales et réalisant une tamponnade gazeuse. La prise en charge thérapeutique consiste en l'exsufflation du pneumothorax en urgence, ce qui permet la restauration du retour veineux et du débit cardiaque puis la mise en place d'un drainage thoracique.

Plaie thoracique soufflante

Une plaie soufflante est caractérisée par l'entrée d'air à travers une effraction pariétale, synchronisée avec les mouvements respiratoires. A l'inspiration, la pression négative intra-thoracique attire l'air dans la cavité thoracique à travers la plaie, lorsque les résistances y sont plus faibles que celles des voies aériennes. La plaie soufflante peut être responsable d'un pneumothorax compressif si l'évacuation de l'air est compromise (24).

Le traitement initial consiste en la pose d'un pansement occlusif à 3 côtés, empêchant l'entrée d'air à travers la plaie à l'inspiration et permettant son évacuation lors de l'expiration. La suite de la prise en charge consistera en la pose d'un drain thoracique, puis une prise en charge chirurgicale avec parage et réparation chirurgicale par thoracotomie.

Hémothorax massif

Un hémothorax massif est caractérisé par la présence d'un volume de sang accumulé dans l'espace pleural supérieur à 1500 mL. A la présence d'un choc hémorragique puis obstructif, s'associe une insuffisance respiratoire aiguë par compression pulmonaire. La réalisation d'une thoracotomie d'hémostase doit suivre les recommandations actuelles (25).

Les indications sont les suivantes :

- En cas d'instabilité hémodynamique et de saignement intra-thoracique actif dans le drain thoracique, en l'absence d'autre cause de saignement

- En cas de stabilité hémodynamique si le débit du drain thoracique est supérieur à 1500 mL d'emblée avec une poursuite du débit du drainage supérieur à 200 mL/h dès la première heure, ou inférieur à 1500 mL avec poursuite du débit du drainage supérieur à 200 mL/h pendant 3 heures.

Lésions cardiaques

La possibilité d'une lésion cardiaque doit être suspectée dans tous les cas de traumatismes pénétrants et notamment ceux concernant la zone parasternale. Les lésions cardiaques pénétrantes ont un taux de mortalité élevée (26,27). Les tableaux cliniques à l'admission sont variés ; les patients peuvent présenter un tableau de tamponnade, de choc hémorragique, ou un Arrêt Cardio-Respiratoire (ACR) (27,28). Le collapsus cardiovasculaire fait suite à une tamponnade avec compression des cavités cardiaques et notamment les cavités droites gênant le retour veineux et entraînant un effondrement du débit cardiaque. Vingt à 30% des patients peuvent présenter une symptomatologie frustrée. L'utilisation systématique de l'échocardiographie, pour toute suspicion de plaie cardiaque, permet de diminuer le temps nécessaire au diagnostic, d'augmenter la survie et d'améliorer le pronostic neurologique des patients (29). L'exploration chirurgicale en cas d'épanchement péricardique traumatique doit être systématique et réalisée en urgence (25).

II-4-2/ Autres lésions primaires

Lésions pulmonaires

Les atteintes du tissu pulmonaire lors des TTP résultent de mécanismes de lacération, contusion secondaires aux plaies par arme à feu et effet de blast lors d'une explosion. Elles sont responsables d'une hypoxémie par shunt et sont associées à un risque plus élevé de mortalité, par leur surinfection et leur évolution vers un tableau de syndrome de détresse respiratoire aiguë et de syndrome de défaillance multiviscérale (30,31). L'évaluation précoce des patients présentant des contusions pulmonaires permet de cibler les patients à risque de nécessiter la mise en place d'une ventilation mécanique et d'optimiser leur prise en charge par l'introduction de kinésithérapie respiratoire et de ventilation non invasive (25,32).

Plaie des gros vaisseaux

La symptomatologie d'une plaie des gros vaisseaux peut être également variable. L'état du patient peut être stable lorsque les lésions sont contenues par un hématome. Par ordre de fréquence décroissante, les vaisseaux lésés autre que l'aorte ascendante sont l'artère sous-clavière, l'aorte descendante, l'artère pulmonaire, la veine cave et les veines pulmonaires (33). La prise en charge est guidée par l'état hémodynamique du patient. Chez le patient instable, une thoracotomie doit être réalisée en urgence. Chez les patients stables, une endoprothèse peut être mise en place, notamment en cas de plaie de vaisseaux supra-aortiques (34,35).

Lésions trachéo-bronchiques

Ces lésions sont rares. Leur faible prévalence peut être expliquée par un sous-diagnostic de ces lésions, les blessés décédant précocement de lésions cardio-vasculaires associées, responsables d'une mortalité préhospitalière supérieure à 80% (36,37). Chez les patients survivants, outre la présence d'une insuffisance respiratoire aiguë, le tableau est marqué par la présence d'un pneumothorax, d'un pneumomédiastin, ou d'emphysème sous-cutané (38). Une prise en charge chirurgicale n'est pas toujours nécessaire (22).

Lésions de l'œsophage

Les lésions de l'œsophage secondaires aux traumatismes pénétrants sont rares (39). L'attention doit être portée particulièrement en cas de trajectoire transmédiastinale, avec recherche d'emphysème sous-cutané dans le cou, de pneumomédiastin, de présence de sang dans la sonde naso-gastrique ou de pneumopéritoine. Elles peuvent donc être suspectées par l'examen tomodensitométrique et au moindre doute, par l'imagerie avec opacification par

produits hydrosolubles. La présence d'une plaie de l'œsophage thoracique indique formellement une prise en charge chirurgicale (19).

Volet costal

Les lésions pariétales s'étendent des simples fractures costales au volet costal, responsable d'une insuffisance respiratoire aiguë d'origine mécanique. Le volet costal est défini par des fractures d'au moins trois côtes adjacentes sur plus de 2 endroits par arc costal, réalisant un volet de la paroi thoracique. Ce volet présente un mouvement respiratoire paradoxal avec dépression inspiratoire et extrusion expiratoire, conduisant à une hypoventilation. L'ostéosynthèse costale doit être discutée (19).

Plaie diaphragmatique

En cas de plaie dans la zone thoraco-abdominale, une plaie diaphragmatique doit être recherchée. L'incidence d'une plaie diaphragmatique est d'environ 10-15% dans les traumatismes pénétrants (40). Le diagnostic est rendu complexe par son caractère fréquemment asymptomatique et la faible sensibilité des examens complémentaires. En effet la radiographie pulmonaire peut être normale et la sensibilité de l'image scannographique varie de 50 à 78% (41). Des lésions d'organes intra-abdominaux y sont souvent associées et affectent le pronostic. Environ 30% des plaies diaphragmatiques non traitées évoluent vers une hernie diaphragmatique avec une ascension intrathoracique des organes digestifs, à risque d'évolution vers un étranglement du tube digestif et un syndrome occlusif haut (42,43).

Atteinte du rachis

Les traumatismes pénétrants par arme à feu sont aux Etats-Unis la deuxième cause de lésion traumatique rachidienne, avec une prédominance de l'atteinte du rachis dorsal (44). Une atteinte médullaire aggrave alors l'instabilité hémodynamique.

II-4-3/ Lésions secondaires

Enfin, le traumatisme thoracique présente une évolutivité qui doit être anticipée exposant les patients à un risque de syndrome de défaillance multiviscérale, cause tardive de décès. Après stabilisation des lésions menaçant le pronostic vital, un traumatisme thoracique peut être responsable de 50% des décès secondaires chez le polytraumatisé (45). Ces aggravations secondaires résultent de l'évolution des lésions primaires ou systémiques (infection) mais également de processus iatrogènes (polytransfusion, excès de remplissage). Prévenir ces complications fait tout l'enjeu de la prise en charge en réanimation ou unité de surveillance continue et a fait l'objet de recommandations des sociétés savantes (25).

II-5/ Prise en charge des patients à l'Hôpital d'Instruction des Armées Percy

En France et notamment en région parisienne, la chaîne de secours permet au patient polytraumatisé d'être conditionné et stabilisé par une équipe médicalisée préhospitalière, avant l'arrivée au déchocage d'une structure hospitalière experte en traumatologie.

L'Hôpital d'Instruction des Armées (HIA) Percy fait partie des 6 centres experts en traumatologie localisés en région parisienne. Il dispose du plateau technique et des personnels nécessaires à la prise en charge complète du patient polytraumatisé, de la prise en charge initiale au traitement définitif des lésions.

L'équipe soignante en charge d'un accueil de blessé polytraumatisé est composée au minimum d'un anesthésiste-réanimateur en charge de la prise de décision, d'un interne d'anesthésie-réanimation, d'un chirurgien thoracique ou viscéral et son interne et d'un radiologue. Un chirurgien orthopédiste, un neurochirurgien et un chirurgien vasculaire sont disponibles 24h sur 24.

Selon le protocole de l'établissement illustré en figure 2, les patients admis en urgence sont accueillis au déchocage par l'équipe de traumatologie. Le protocole de prise en charge chirurgicale suit les recommandations actuelles (25).

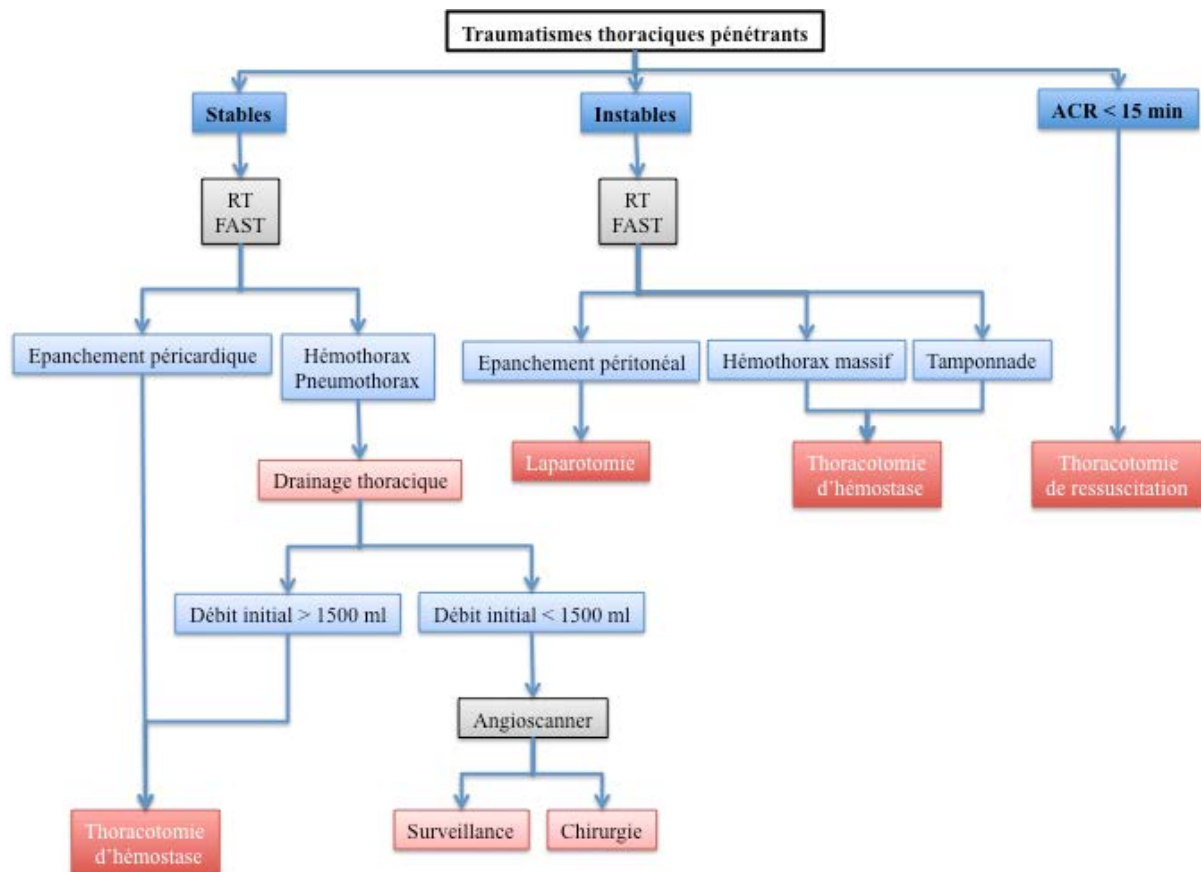


Figure 2 : Protocole de prise en charge au déchochage d'un patient victime de TTP, adapté selon (25).

La thoracotomie de ressuscitation est indiquée en cas d'arrêt cardiaque ou d'instabilité hémodynamique extrême après TTP. La réalisation d'une intervention chirurgicale dans les 12 premières heures suivant le traumatisme est classée comme urgente.

Une thoracotomie d'hémostase doit être réalisée en cas :

- d'instabilité hémodynamique et de saignement intrathoracique actif dans le drain en dehors d'autre cause de saignement
- de stabilité hémodynamique si le volume sanguin drainé est supérieur à 1500 mL d'emblée avec un débit ultérieur supérieur à 200 mL/h dès la première heure ou d'un drainage inférieur

à 1500 mL avec un débit de drainage thoracique supérieur à 200 mL/h pendant les 3 premières heures (25).

L'instabilité hémodynamique est définie par une pression artérielle systolique inférieure à 90 mmHg ou nécessitant l'administration de drogues vasopressives (46). Afin de limiter les effets indésirables d'un remplissage vasculaire excessif, le principe d'hypotension artérielle permissive est appliqué et le recours aux drogues vasopressives est précoce (46,47). La transfusion de Produits Sanguins Labiles (PSL) et l'administration d'acide tranexamique suivent également les recommandations actuelles (46). Une transfusion massive est définie par une transfusion de plus de 4 concentrés érythrocytaires pendant les 6 premières heures.

Les patients présentant une insuffisance respiratoire aiguë sont intubés et assistés par ventilation mécanique avant de poursuivre les examens complémentaires. Une antibioprophylaxie par amoxicilline et acide clavulanique est administrée en cas de TTP. En cas d'allergie aux bêta-lactamines, l'antibioprophylaxie alternative est l'association de clindamycine et gentamicine (25).

II-6/ Prise en charge des blessés militaires en opération extérieure

La mission du Service de Santé des Armées (SSA) est le soutien médical des forces armées en opérations et lors de toute autre forme d'engagements opérationnels. La doctrine du soutien médical en opération extérieure (OPEX) est fondée sur les principes suivants :

- La médicalisation de l'avant qui intègre le sauvetage au combat et le *Damage Control Resuscitation*.
- La réanimation et la chirurgicalisation de l'avant.
- L'évacuation médicale stratégique systématique et précoce.

La chaîne médicale est organisée en 4 niveaux de prise en charge numérotés rôles 1 à 4 comme le montre la figure 3.

- Rôle 1 : soins médicaux de premiers secours et prise en charge initiale, y compris réanimatoire des blessés et malades (*Damage Control Resuscitation*)
- Rôle 2 : réanimation et chirurgicalisation de l'avant, chirurgie initiale dont la chirurgie de sauvetage (*Damage Control Surgery*)
- Rôle 3 : traitement hospitalier spécialisé sur le théâtre.
- Rôle 4 : ensemble des capacités médicales et chirurgicales spécialisées permettant le traitement définitif et les soins de suite du malade ou blessé jusqu'au moment de sa guérison et reprise du service. Ces capacités sont déployées dans les HIA.



Figure 3 : Chaîne de soutien médical en OPEX, selon (48)

L'équipe médicale du rôle 2 est constituée d'un anesthésiste-réanimateur, d'un chirurgien viscéral ou thoracique, d'un chirurgien orthopédiste et d'une équipe paramédicale. Le rôle 2 est équipé d'un module de radiographie et d'un échographe portable. Quelques analyses biologiques sont réalisables telles que le dosage de l'hémoglobine, l'ionogramme, les sérologies VIH et hépatites. La transfusion de PSL y est possible par la présence de culots érythrocytaires et de plasma lyophilisé (PLYO), ainsi que par les collectes de sang total.

Les chirurgiens et anesthésistes réanimateurs déployés sur les théâtres d'opération sont formés aux concepts du *Damage Control* dont le but est de pratiquer une chirurgie courte associée à une réanimation hémodynamique et transfusionnelle protocolisée, afin de stabiliser le patient avant le rapatriement sanitaire vers une structure de soins plus importante (rôle 3), ou vers un HIA en métropole (rôle 4). Le rôle 3 est le niveau de soins qui procure une capacité médicochirurgicale de niveau hospitalier sur les théâtres d'opérations. Sur la période

de l'étude, le seul hôpital de rôle 3 déployé a été le rôle 3 de l'aéroport de Kaboul (*KaIA*) sous commandement français entre 2009 et 2014. Il permet une prise en charge spécialisée des malades et blessés, facilitée par l'existence de lits de réanimation et de chirurgie, ainsi que de chirurgies spécialisées (ophtalmologie, neurochirurgie).

Les délais de référence de la prise en charge des patients traumatisés sont codifiés par l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN) et par la doctrine du SSA. Ils sont de dix minutes pour la prise en charge initiale, une heure pour la prise en charge médicale et de deux heures pour la prise en charge chirurgicale. Ce dernier doit être raccourci à une heure chez les blessés les plus graves pour améliorer leur survie (49).

II-7/ Problématique et objectifs

Certains pays européens tiennent à jour une base de données nationale de traumatologie, mais peu d'études se sont concentrées sur la prise en charge des patients victimes de TTP (8,50,51). Il n'existe à ce jour aucune étude française publiée.

Nous avons donc réalisé une étude rétrospective afin de décrire et d'analyser les critères démographiques, les mécanismes de blessure, la prise en charge médico-chirurgicale et la morbi-mortalité de patients militaires et civils victimes de TTP, pris en charge depuis un rôle 2 ou 3 en OPEX et à l'HIA Percy, sur une période de 12 ans.

III - MATERIEL ET METHODES

III-1/ Type d'étude et population

Une analyse rétrospective des patients victimes de TTP a été réalisée entre le 1er janvier 2004 et le 31 mai 2016.

Tous les patients adultes, présentant un TTP, admis dans le service de réanimation ou dans le service de chirurgie thoracique de l'HIA Percy, à Clamart, ont été inclus. Cela incluait les patients civils de la région parisienne et les blessés militaires en OPEX, rapatriés à l'HIA Percy après prise en charge initiale en rôle 2.

Afin de ne pas induire de biais de survie pour les patients militaires rapatriés à l'HIA Percy, les patients militaires victimes d'un TTP et admis dans un rôle 2 mais décédés de leurs blessures avant rapatriement ont été inclus grâce au fichier « OPEX » v5.0.0. Ce registre de dossiers médicaux des patients pris en charge en rôle 2 a été agrémenté par l'équipe médicale des antennes chirurgicales du 3 novembre 2004 au 9 février 2015. A partir des noms publiés des militaires français morts en OPEX durant la période étudiée (52), les données de ceux présentant un TTP et décédés en rôle 2 ont pu être recueillies. Les patients décédés avant d'avoir rejoint une antenne chirurgicale, *Killed In Action (KIA)*, ont été exclus, à l'égard des patients décédés en pré-hospitalier en métropole.

Les patients ayant une atteinte thoracique iatrogène ou un traumatisme fermé ont été exclus.

III-2/ Matériel

Les patients ont été sélectionnés grâce aux données du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI), à l'aide du logiciel PMSIPilot®. Les codes diagnostiques de la Classification Internationale des Maladies (CIM10), retenus pour la requête étaient : S2701, S2711, S2721, S2731, S2741, S2751, S2761, S2771, S2781, S2791, S2601, S2681, S2691, détaillés en annexe 1.

Les données des militaires français pris en charge sur la même période dans un rôle 2 dans les suites d'un TTP et décédés avant leur rapatriement ont donc été recueillies à partir du fichier « OPEX ».

III-3/ Données recueillies

Les données recueillies incluaient les critères démographiques (âge, sexe, mécanismes lésionnels), ainsi que les paramètres à l'admission : données physiologiques et les scores de gravité suivants : *Abbreviated Injury Scale (AIS)*, *Injury Severity Score (ISS)* (53) et *New Injury Severity Score (NISS)* (54). Les prises en charge médicale (transfusion, vasopresseurs, ventilation mécanique) et chirurgicale ont été analysées. L'évolution des patients était évaluée par la morbidité hospitalière (complications thoraciques et extra thoraciques) et la mortalité hospitalière.

III-4/ Analyse statistique

Les résultats sont décrits en moyenne \pm écart-type et en médiane (1er quartile - 3er quartile) selon la distribution normale ou non de la même variable. Les données ont été recueillies sur le logiciel Excel[®] puis exploitées pour les analyses statistiques à l'aide du logiciel R[®]. L'analyse univariée a été réalisée par un test de chi2 si l'effectif était suffisant dans les deux groupes ou un test exact de Fisher le cas contraire. Quand les effectifs comparés étaient faibles, un test non paramétrique de Mann-Whitney a été réalisé. La valeur seuil de significativité de p a été fixée à 0,05.

III-5/ Aspect éthique

Les données analysées au travers du système informatique de l'hôpital faisaient l'objet d'une déclaration à la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL ; n° 453407v2). Elles ont été traitées de façon anonyme.

Cette étude ne soulevait pas de problème éthique particulier et ne relevait pas du domaine d'application de la réglementation régissant les recherches impliquant la personne humaine, au sens de l'Article L.1121-1-1 et l'Article R.1121-3.

IV - RESULTATS

IV-1/ Caractéristiques démographiques et cliniques

Cent vingt et un patients victimes de TTP ont été identifiés à partir des données PMSI de l'hôpital. Après exclusion des patients ne présentant pas d'effraction pleurale ni de blessures traumatiques, 63 patients ont été inclus dans l'analyse. Parmi les patients décédés en OPEX au rôle 2, 6 présentaient un TTP (Figure 4).

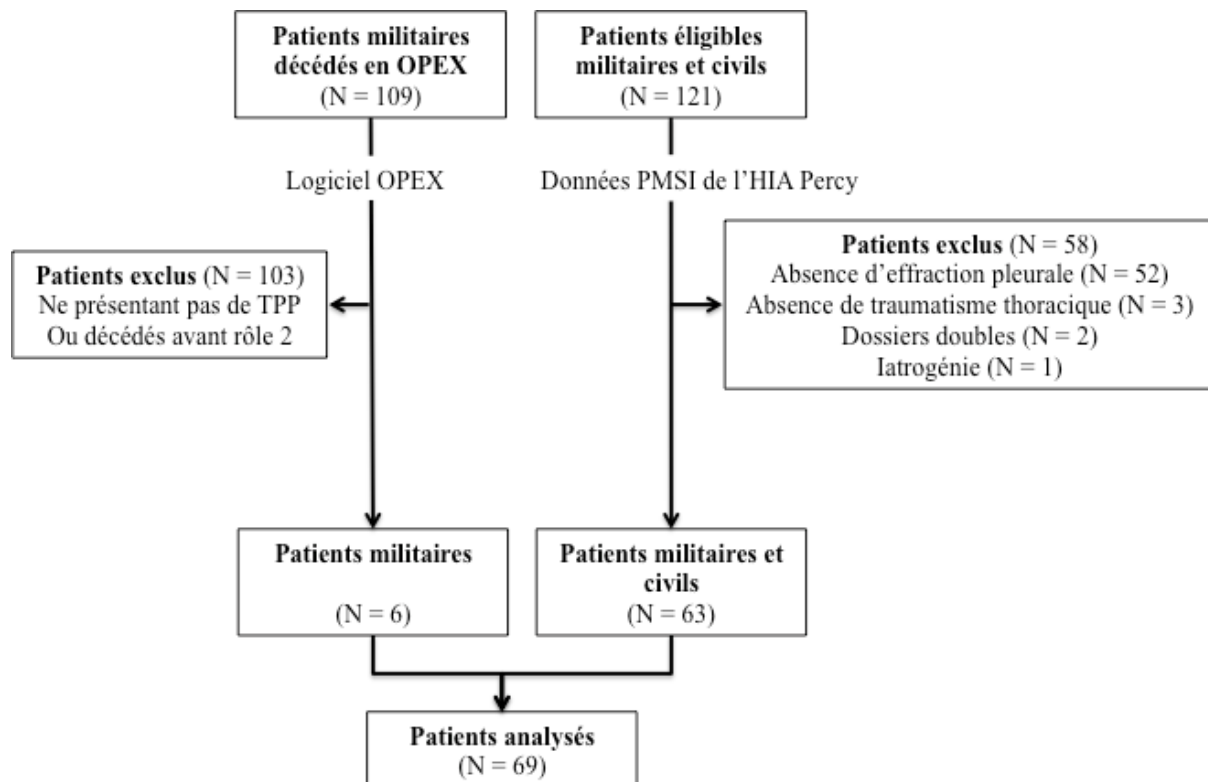


Figure 4 : Diagramme de flux des patients inclus dans l'étude

Sur les 69 patients inclus dans l'étude, 17 patients étaient des militaires français blessés en OPEX et pris en charge dans un rôle 2 ou 3. Cinquante-deux patients inclus ont été pris en charge depuis l'arrivée au déchoquage de l'HIA Percy. Soixante-six (96%) patients étaient des hommes. L'âge moyen était de 35 (\pm 14,2) ans. Parmi les patients civils, 2

présentaient des antécédents pulmonaires et un patient présentait un antécédent cardiovasculaire, associée à une coagulopathie. Aucun patient militaire n'avait d'antécédent médical notable. Il n'y avait pas de différence significative de comorbidités cardiovasculaires, pulmonaires ou d'anomalies de la coagulation sanguine entre les deux groupes.

Les patients civils étaient majoritairement victimes de plaies par arme blanche, alors que les patients blessés en OPEX étaient principalement victimes de plaies par arme à feu et de polycrissage par explosion d'*IED*. Concernant les causes de blessures (agression, accident, autolyse), il n'y avait pas de différence significative entre patients civils et militaires.

Le score *ISS* moyen de la cohorte était de $21,8 \pm 14,8$ et le score *NISS* moyen de $24,8 \pm 13,9$. L'*AIS* thorax moyen était de $3,6 \pm 0,8$. Les patients militaires ont un score de gravité *ISS* et *NISS* significativement plus élevé que les patients civils ($p < 0,001$) de même que l'*AIS* thorax ($p < 0,01$). Le score d'évaluation neurologique de l'échelle de Glasgow était significativement plus bas chez les patients militaires ($p < 0,001$).

Les patients militaires présentaient plus de lésions extrathoraciques associées que les patients civils ($p = 0,014$).

Parmi les 69 patients étudiés, 9 présentaient un arrêt cardiaque à l'admission dans une structure hospitalière. Ils présentaient un *ISS* moyen de $30,3 \pm 19,1$ et un *NISS* moyen de $29,2 \pm 9,9$.

Quatorze autres patients présentaient une instabilité hémodynamique, et secondaire à un traumatisme thoracique isolé dans 8 cas. L'instabilité hémodynamique et la présence d'un arrêt cardiaque à la prise en charge étaient retrouvées plus fréquemment chez les patients militaires ($p = 0,032$ et $p < 0,01$).

Les données démographiques et cliniques à l'admission sont représentées dans le tableau 2.

| | Patients civils (n = 52) | | Patients militaires (n = 17) | | P |
|---|-----------------------------|-----|---------------------------------|------|--------------|
| Age ^c (années) | 36,7 ± 15,6 | | 30,0 ± 6,2 | | 0,19 |
| Sexe masculin ^b | 49 | 94% | 17 | 100% | 0,57 |
| Mécanismes des lésions | | | | | |
| Arme blanche ^a | 33 | 63% | 0 | 0% | < 0,001 |
| Arme à feu ^a | 15 | 29% | 10 | 59% | 0,052 |
| Polycrissage ^b | 4 | 8% | 7 | 41% | < 0,01 |
| Causes | | | | | |
| Agression ^b | 41 | 79% | 16 | 94% | 0,27 |
| Tentative de suicide ^b | 8 | 15% | 0 | 0% | 0,19 |
| Accident ^b | 3 | 6% | 1 | 6% | 1 |
| Lésions extrathoraciques^a | 23 | 44% | 14 | 82% | 0,014 |
| Scores de sévérité | | | | | |
| AIS thorax ^c | 3,4 ± 0,7 | | 4,1 ± 0,9 | | < 0,01 |
| AIS abdomen ^c | 1,1 ± 1,5 | | 3,2 ± 1,5 | | < 0,001 |
| ISS ^c | 17,7 ± 11,7 | | 34,4 ± 16,2 | | < 0,001 |
| NISS ^c | 21,2 ± 12,2 | | 35,6 ± 13,5 | | < 0,001 |
| Glasgow Coma Scale score ^c | 14,2 ± 2,9 | | 10,0 ± 5,3 | | < 0,001 |
| Hémodynamique | | | | | |
| Stable ^a | 42 | 81% | 4 | 24% | < 0,001 |
| Instable ^b | 7 | 13% | 7 | 41% | 0,032 |
| Arrêt cardiaque ^b | 3 | 6% | 6 | 35% | < 0,01 |

Tableau 2: Caractéristiques démographiques et cliniques des patients victimes de TTP à l'admission.

AIS = Abbreviated Injury Scale, ISS = Injury Severity Score, NISS = New Injury Severity Score

Résultats exprimés en nombre n et % ou moyenne ± écart-type. Analyse univariée réalisée avec le test du chi²^a et test exact de Fisher^b, test de Mann-Whitney^c.

IV-2/ Prise en charge réanimatoire

Le tableau 3 détaille la prise en charge réanimatoire.

IV-2-1/ Transfusion

Trente (43%) patients ont bénéficié d'une transfusion de PSL, qui était massive dans 15 (22%) cas. Les patients militaires ont été plus transfusés que les patients civils ($p < 0,01$). Parmi les patients transfusés, le nombre moyen de Culots de Globules Rouges (CGR) était de $3,60 \pm 3,77$, de Concentrés de Plaquettes d'Aphérèse (CPA) de $0,38 \pm 1,32$ et de Plasma Frais Congelé ou lyophilisé de $2,77 \pm 4,38$ unités. Quatre patients militaires ont bénéficié d'une transfusion de sang total. Dix-huit poches de sang total ont été transfusées au total. En cas de protocole de transfusion de sang total déclenché, le nombre moyen de poches de sang transfusé était de $4,5 \pm 1,8$ par patient.

Chez les patients militaires, en considérant qu'une poche de sang total équivaut à un ratio plasma : CGR à 1 : 1 et plaquettes : CGR à 1 : 1 ; le ratio plasma : CGR était de 1 : 0,9 et le ratio plaquettes : CGR était de 1 : 1,9.

Chez les patients civils, le ratio plasma : CGR était de 1 : 1,2 et le ratio plaquettes : CGR de 1 : 9,3.

IV-2-2/ Vasopresseurs

Vingt-deux patients (32%) ont bénéficié de l'administration de vasopresseurs, avec un recours significativement plus important chez les patients militaires ($p < 0,001$).

IV-2-3/ Ventilation mécanique

Quarante patients (58%) ont bénéficié d'une intubation oro-trachéale avec mise sous ventilation mécanique dès la prise en charge initiale. La mise en place d'une ventilation artificielle était significativement plus élevée chez les patients militaires ($p < 0,01$).

| | Patients civils (n =52) | | Patients militaires (n = 17) | | p |
|--|----------------------------|-----|---------------------------------|-----|-------------------|
| Vasopresseurs^b | 9 | 17% | 13 | 76% | < 0,001 |
| Durée vasopresseurs, jours ^c | 1,5 (1,0 – 4,0) | | 1,0 (1,0 – 2,25) | | 0,38 |
| Transfusion de PSL | | | | | |
| Transfusion ^a | 18 | 35% | 12 | 86% | < 0,01 |
| Transfusion massive ^b | 5 | 10% | 10 | 59% | < 0,001 |
| CGR par patient, moyenne ^c | 3,33 ± 3,88 | | 4,00 ± 3,72 | | 0,29 |
| CPA par patient, moyenne ^c | 0,22 ± 0,43 | | 0,64 ± 2,11 | | 0,47 |
| Plasma par patient, moyenne ^c | 1,94 ± 3,42 | | 4,00 ± 5,44 | | 0,19 |
| Sang total par patient, moyenne ^c | 0 | | 1,50 ± 2,47 | | 0,11 |
| Ventilation mécanique^a | 24 | 46% | 16 | 94% | < 0,01 |

Tableau 3 : Prise en charge réanimatoire initiale des patients victimes de TTP.

CGR = Concentrés de Globules Rouges, CPA = Concentrés de Plaquettes d'Aphérèse

Résultats exprimés en nombre n et % ou moyenne ± écart-type. Analyse univariée réalisée avec le test du Chi²^a, le test exact de Fisher^b ou le test de Mann-Whitney^c.

IV-3/ Lésions thoraciques et extra-thoraciques

IV-3-1/ Lésions thoraciques

Les lésions thoraciques sont détaillées dans la figure 5. Les principales lésions retrouvées étaient l'hémothorax chez 51 (74%) patients, le pneumothorax chez 47 (68%) patients et les atteintes du parenchyme pulmonaire chez 47 (68%) patients. Aucune différence significative n'a été retrouvée pour ces lésions entre les patients militaires et civils ($p=0,53$, $p=1$ et $p=1$, respectivement). Vingt-quatre patients présentaient une lésion thoraco-abdominale avec atteinte diaphragmatique, sans différence significative entre les deux groupes.

Il n'y avait pas de différence significative de plaie cardiaque ($p=0,057$), mais un taux plus élevé d'hémopéricarde était présent chez les patients militaires ($p=0,035$). Il n'y avait pas de différence significative entre les groupes de fractures costales isolées ni de volets costaux, ($p=0,31$ et $p=1$) respectivement. Aucune différence significative n'a été retrouvée concernant les atteintes vasculaires entre les 2 groupes. Aucune lésion trachéo-bronchique ou œsophagienne n'a été diagnostiquée.

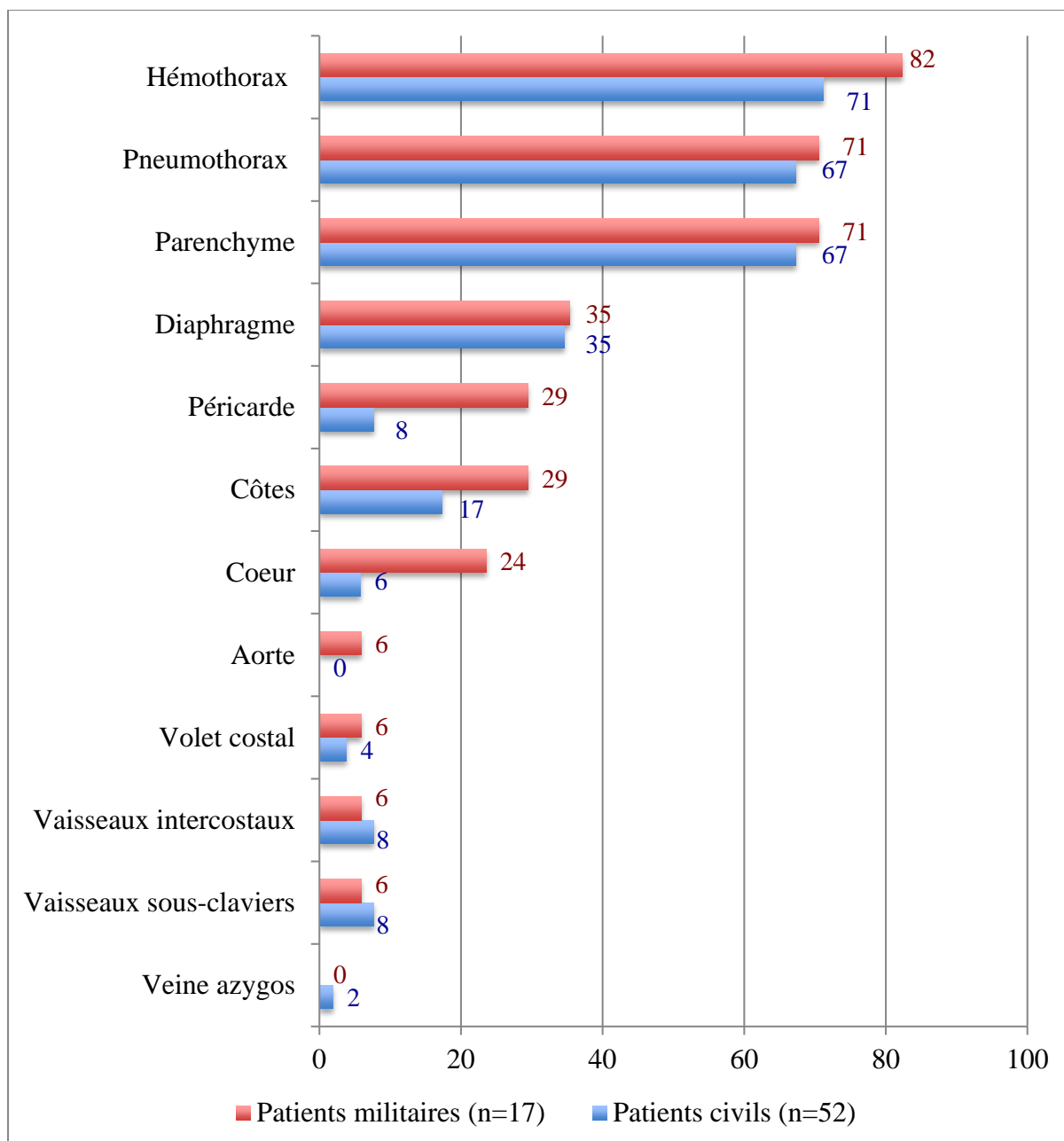


Figure 5 : Lésions thoraciques présentées par les patients victimes de TTP, en %*.

*La somme des pourcentages peut être supérieure à 100 car un même patient peut présenter plusieurs lésions.

IV-3-2/ Lésions extra-thoraciques

Trente-sept (54 %) patients présentaient des lésions extra-thoraciques ; dont 29 (42 %) des lésions abdominales. Elles sont présentées dans la figure 6. La majorité des lésions sous-diaphragmatiques était représentée par des lésions hépatiques (15 cas). Il n'y avait pas de

différence significative de lésions des organes pleins ($p=0,62$), ni des organes creux ($p=0,45$) entre les patients militaires et civils.

Il n'y avait pas de différence significative de lésions des membres supérieurs ($p=0,057$) et membres inférieurs ($p=0,4$).

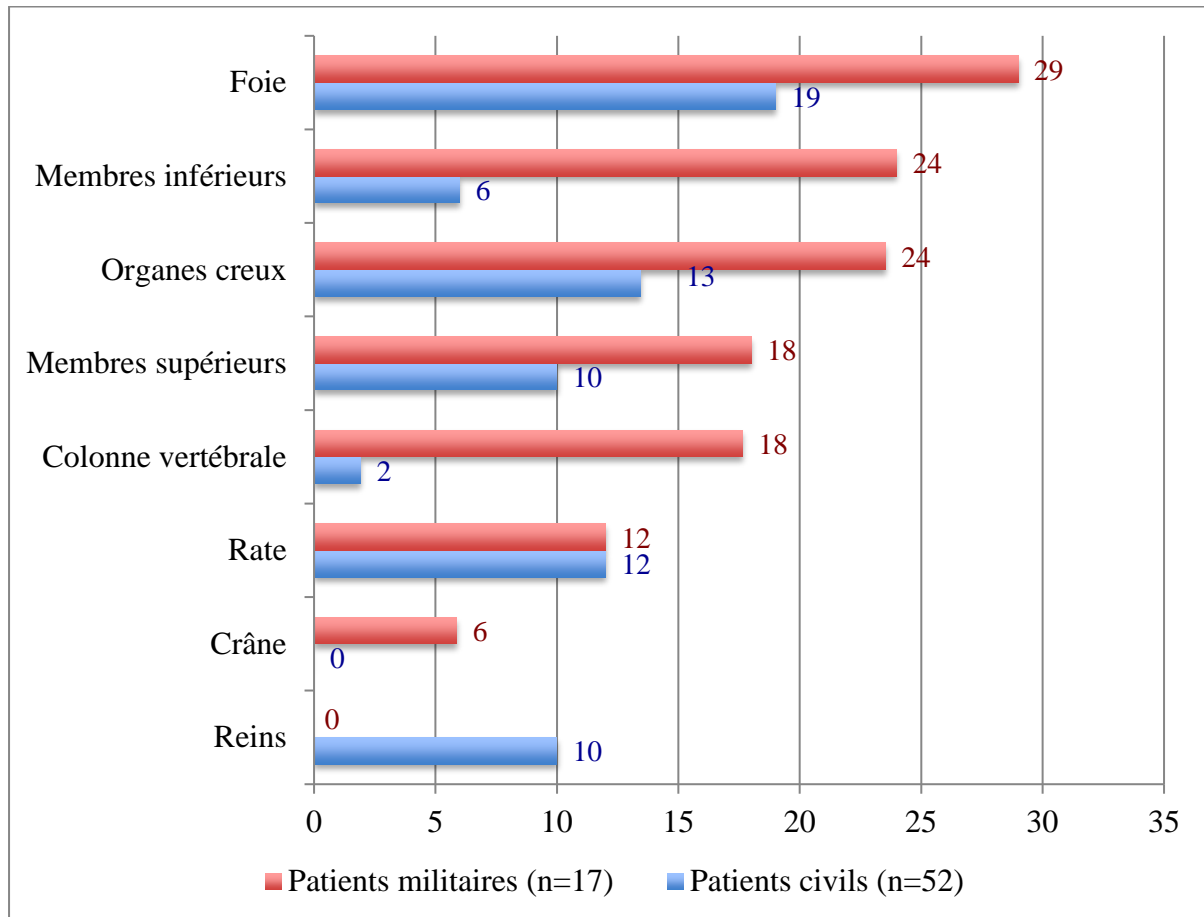


Figure 6 : Lésions extrathoraciques présentées par les patients victimes de TTP, en %*.

*La somme des pourcentages peut être supérieure à 100 car un même patient peut présenter plusieurs lésions.

IV-4/ Prise en charge chirurgicale

Le type d'interventions chirurgicales réalisées figure dans le tableau 4.

Trente-huit (55%) patients ont bénéficié d'une chirurgie thoracique, dont 13 (19%) patients d'une chirurgie abdominale associée. Un total de 27 (39%) patients a eu une chirurgie abdominale, incluant 26 laparotomies et 2 coelioscopies.

| | Patients civils (n =52) | | Patients militaires (n = 17) | | p |
|---|----------------------------|-----|---------------------------------|-----|--------------|
| Chirurgie thoracique^a | 25 | 48% | 13 | 76% | 0,078 |
| Thoracotomie^a | 14 | 27% | 11 | 65% | 0,012 |
| T. de ressuscitation ^b | 4 | 8% | 6 | 35% | 0,011 |
| T. d'hémostase ^b | 1 | 2% | 1 | 6% | 0,43 |
| Thoracoscopie^b | 11 | 21% | 2 | 12% | 0,5 |
| Drainage thoracique seul^a | 20 | 38% | 4 | 24% | 0,41 |
| Surveillance^b | 6 | 12% | 0 | 0% | 0,32 |
| Chirurgie abdominale^a | 18 | 35% | 9 | 53% | 0,32 |

Tableau 4 : Interventions chirurgicales réalisées chez les patients victimes de TTP. Résultats exprimés en nombre n et % ou moyenne ± écart-type. Analyse univariée réalisée avec le test du chi²^a et test exact de Fisher^b.

Il n'y avait pas de différence significative sur l'indication de chirurgie thoracique entre les deux groupes (p=0,078). Les patients militaires ont subi plus de thoracotomies et notamment de thoracotomie de ressuscitation que les patients civils (p=0,012 et p=0,011).

Treize (19%) patients, tous hémodynamiquement stables, ont bénéficié d'une thoracoscopie. Les thoracoscopies réalisées chez les patients militaires ont été réalisées secondairement, après évacuation sanitaire. Seulement 2 interventions ont dû être converties en thoracotomies suite à des difficultés techniques.

Il n'y avait pas de différence significative sur la réalisation de thoracoscopie, de drainage thoracique seul ou l'absence d'intervention thoracique entre les deux groupes.

Le détail des procédures chirurgicales thoraciques réalisées est représenté dans la figure 7.

Aucune intervention chirurgicale n'était blanche.

Chez deux patients qui présentaient un saignement non contrôlé après une première intervention chirurgicale, une seconde thoracotomie a été réalisée. Un patient présentait une plaie d'artère intercostale passée inaperçue à la première intervention, le deuxième présentait un tableau de suffusion hémorragique secondaire à un délabrement pulmonaire et une coagulopathie post-traumatique.

Particularités des patients militaires en OPEX

Parmi les 17 blessés militaires en OPEX, tous ont été opérés avant évacuation en métropole : 11 thoracotomies et 9 laparotomies ont été réalisées. Les 6 patients en ACR à l'arrivée au rôle 2 ont tous subi une thoracotomie de ressuscitation. Cinq patients ont bénéficié d'une thoracotomie en rôle 2 ou 3 avant évacuation sanitaire. Quatre patients ont bénéficié d'une reprise chirurgicale thoracique au retour en métropole : une thoracotomie pour exérèse d'éclats pré-aortiques, deux thoracoscopies pour exploration lavage, retrait de corps étranger et décaillotage d'un hémothorax cloisonné et un patient a bénéficié de la mise en place d'une endoprothèse aortique.

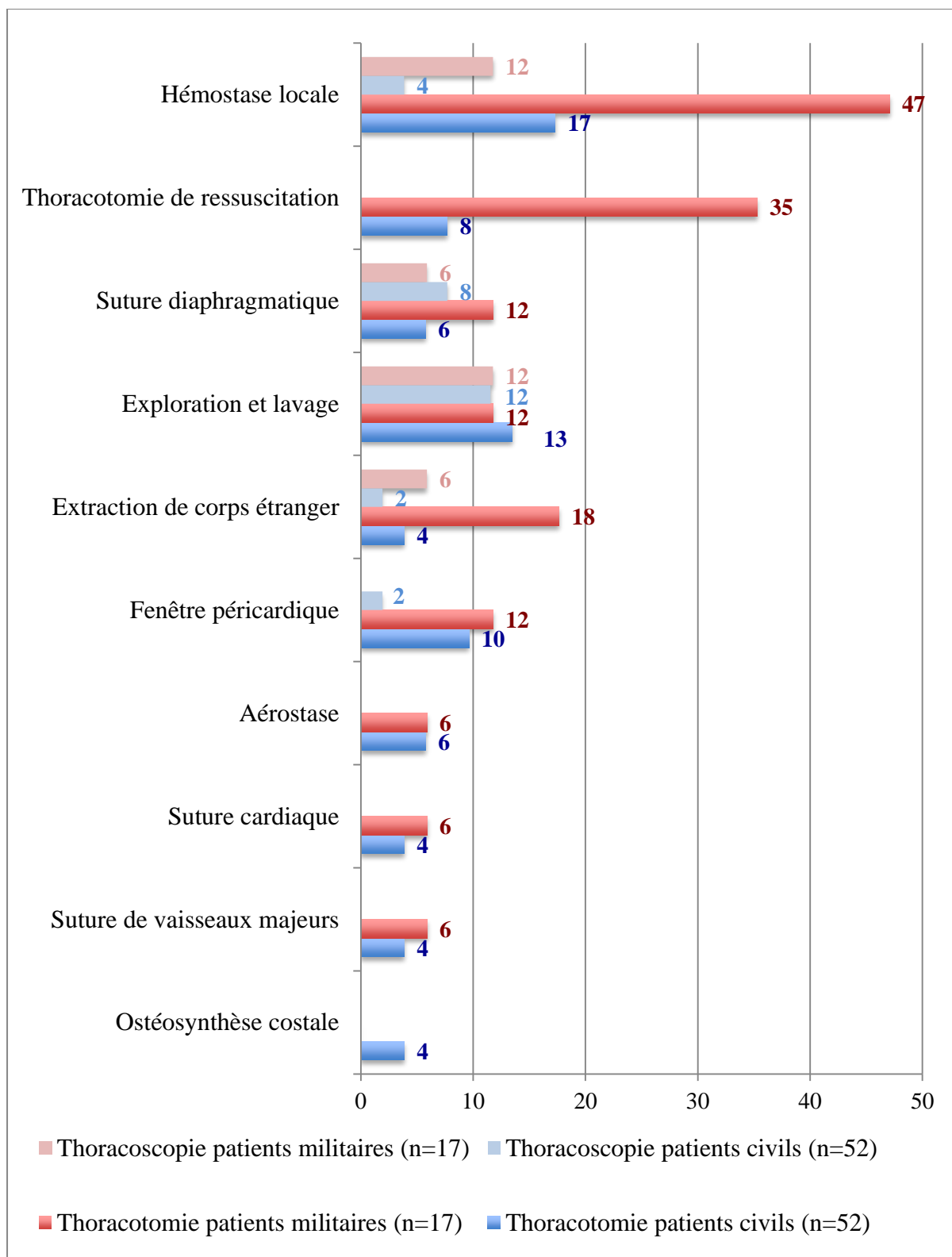


Figure 7 : Détails des interventions chirurgicales thoraciques réalisées chez les patients victimes de TTP, en %*

*La somme des pourcentages peut être supérieure à 100 car un même patient peut présenter plusieurs lésions.

IV-5/ Morbi-mortalité

Parmi les patients pris en charge dès le déchochage de l'HIA Percy, 7 (13%) sont décédés en intra-hospitalier, dont 3 présentaient un arrêt cardiaque à l'admission. Cinq sont décédés dans les suites d'un choc hémorragique, un patient dans les suites d'une brûlure étendue et un patient des suites d'un choc septique après une hospitalisation prolongée.

Cinq des 7 patients décédés présentaient une lésion thoracique isolée.

Parmi les patients militaires blessés en OPEX, 6 (35%) sont décédés. Ils étaient tous en ACR à l'admission au rôle 2 et aucun n'a survécu malgré la réalisation d'une thoracotomie de ressuscitation associée à une réanimation intensive. Aucun ne présentait de traumatisme crânien ou de plaie cranio-cérébrale, ni de lésions associées d'*AIS* supérieur à 5 ou directement liées à leur état gravissime. Il n'y avait pas de différence significative de mortalité entre les patients militaires et civils ($p=0,071$). Les décès en fonction du temps sont présentés dans la figure 8.

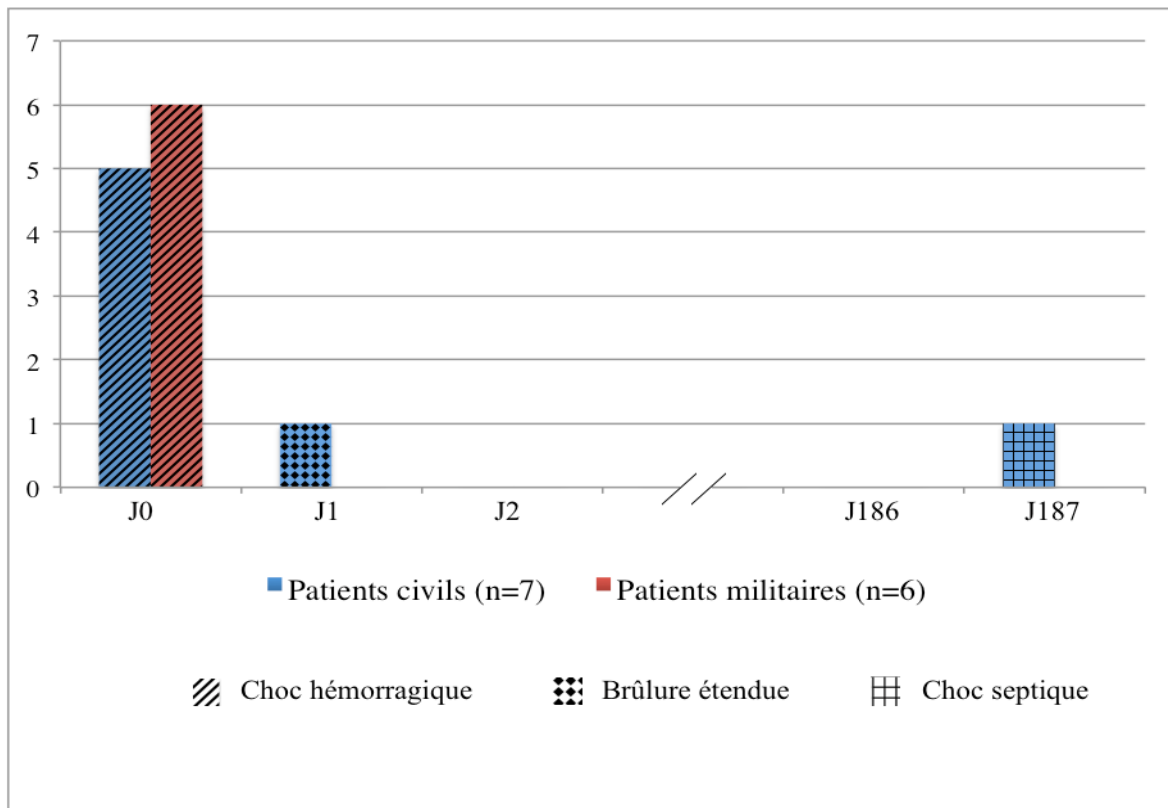


Figure 8 : Nombre des décès et leur cause en fonction du temps, en jours

Parmi les survivants, 18 patients ont présenté des complications thoraciques. Les principales étaient les suivantes : infection pulmonaire (n=6), Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë (SDRA) (n=3), embolie pulmonaire (n=2). Des 6 patients ayant développé une infection pulmonaire post opératoire, tous ont reçu une antibiothérapie, en posologie adaptée et durée adaptée. Les complications thoraciques étaient significativement plus élevées chez les patients militaires que chez les patients civils ($p < 0,01$). Quatorze (20%) patients ont nécessité la poursuite d'une ventilation mécanique pendant plus de 24 heures, d'une durée médiane de 5 (3,5 – 14,0) jours.

Cinq patients ont présenté des complications extra-thoraciques : infection d'origine abdominale (n=4), syndrome de défaillance multi-viscérale (n=3), choc septique (n=2), insuffisance rénale aiguë (n=1) et accident vasculaire cérébral ischémique (n=1).

Il n'y avait pas de différence significative de complications extra-thoraciques entre les patients civils et militaires.

La Durée Médiane de Séjour (DMS) en réanimation était de 3,0 (1,3 – 6,8) jours et la DMS à l'hôpital de 7,0 (4,0 – 17,5) jours, sans différence significative entre les groupes.

Les résultats cliniques sont présentés dans le tableau 5.

| | Patients civils (n=52) | | Patients militaires (n=17) | | P |
|---|---------------------------|-----|-------------------------------|------|---------------|
| Mortalité^b | 7 | 13% | 6 | 35% | 0,071 |
| Morbidité | | | | | |
| Complications thoraciques ^b | 9 | 17% | 9 | 53% | < 0,01 |
| Pneumopathie ^b | 4 | 8% | 2 | 12% | 0,63 |
| SDRA ^b | 2 | 4% | 1 | 6% | 0,44 |
| Ventilation mécanique > 24h ^b | 7 | 13% | 7 | 41% | 0,032 |
| Durée (médiane, jours) ^c | 5,0 (3,0 – 13,0) | | 5,0 (4,0 – 7,8) | | 0,31 |
| Complications extra-thoraciques ^b | 4 | 8% | 3 | 18% | 0,35 |
| Admission en réanimation | 43 | 83% | 17 | 100% | 0,1 |
| DMS en réanimation (jours)^c | 3,0 (1,0 – 6,0) | | 6,0 (1,0 – 7,0) | | 0,31 |
| DMS à l'hôpital (jours)^c | 6,5 (3,0 – 11,3) | | 17,0 (1,0 – 33,0) | | 0,36 |

Tableau 5 : Complications, morbi-mortalité et durées moyennes de séjour des patients victimes de TTP.

SDRA = Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë, DMS = Durée Médiane de Séjour

Résultats exprimés en nombre n et % ou moyenne ± écart-type. Analyse univariée réalisée avec le test du chi²^a et test exact de Fisher^b ou le test de Mann-Whitney^c.

V – DISCUSSION

Cette analyse détaille les caractéristiques cliniques, la prise en charge médico-chirurgicale et la morbi-mortalité de 69 patients civils et militaires victimes de TTP graves sur une période de 12 ans. Il existe peu d'études européennes se concentrant sur le challenge médico-chirurgical que représentent les TTP et cette analyse en fait partie (3,50).

V-1/ Prise en charge réanimatoire

V-1-1/ Choc hémorragique et vasopresseurs

Dans notre série, 32% des patients présentaient à l'admission une hypotension artérielle nécessitant l'administration de vasopresseurs, soit 17% des patients civils et 76% des patients militaires.

Dans une série allemande de 194 patients civils, 20% des patients présentaient un état hémodynamique instable lors d'un traumatisme pénétrant (3). Plus précisément, 16% des patients présentant un TTP dans une série hollandaise présentaient une pression artérielle systolique inférieure à 90 mmHg (50). L'état hémodynamique des patients peut être sévèrement influencé par la localisation des lésions et leur pouvoir hémorragique ; 35% des patients présentant une lésion médiastinale ou une atteinte cardiaque étaient en état de choc dans une série américaine (55) et sud-africaine (27), et plus de 50% des patients présentant une lésion pénétrante des gros vaisseaux dans une autre série américaine (56).

Peu d'études militaires détaillent l'état hémodynamique des patients traumatisés, se concentrant sur la prise en charge chirurgicale. Le taux de patients militaires français victimes de TTP présentant un état de choc au rôle 2 est donc difficile à comparer à la littérature étrangère. Le taux élevé de 76% des patients militaires blessés à l'admission au

rôle 2 ou 3 peut s'expliquer par la sévérité des lésions reflétée par un score *ISS* supérieur à 16 pour 90% de l'échantillon. Il est à noter qu'aucun patient militaire présentant des signes de vie à l'admission n'est décédé après la première prise en charge médico-chirurgicale.

Dans la série de *Poon et al.*, en 2013 portant sur 826 militaires victimes de traumatismes thoraciques de 2003 à 2011 en Irak et en Afghanistan, parmi les patients survivants 8% présentaient une tension artérielle systolique inférieure à 90 mmHg, contre 40% des patients qui n'avaient pas survécu (57). Derrière l'apparente logique de cette observation, se cache le fait que 60% des patients décédés au rôle 3 après un traumatisme thoracique, ne présentaient pas de défaillance hémodynamique ou un état de choc compensé à l'admission.

V-1-2/ Ventilation mécanique

Dans notre série, 58% des patients ont bénéficié d'une assistance ventilatoire par ventilation invasive, soit 46% des patients civils et 94% des patients militaires.

En comparaison, dans une série allemande incluant plus de 18 000 patients civils traumatisés, le taux d'intubation oro-trachéale variait de 86,8% en 2000 à 60% en 2011 (58). Ce taux de recours à l'intubation supérieur à celui que nous observons peut s'expliquer par une proportion élevée de patients présentant un traumatisme crânien sévère (environ 50% des patients avaient un *AIS* crâne > 3). Dans la série de *Heus et al.*, 13% des patients sont intubés (50). Ce faible taux peut être expliqué en partie par une moindre sévérité des lésions (*ISS* médian = 12).

De plus, dans notre série, les patients militaires bénéficient d'une mise sous ventilation mécanique plus fréquente et plus longue, imposée d'une part par leur sévérité et d'autre par la nécessaire évacuation médicale (*MEDEVAC*) vers la France, qui se fait sous ventilation mécanique pour sécuriser cette phase de soins à risque (59–61).

V-1-3/ Transfusion

Dans notre série, 43% des patients ont bénéficié d'une transfusion sanguine, qui était massive dans 22% des cas. Trente-cinq pourcents des patients civils ont été transfusés, contre 86% des patients militaires. Le taux moyen de transfusion de PSL était de 3,6 CGR, 2,8 plasmas et 0,4 CPA.

Le taux de transfusion observé dans notre cohorte semble élevé en comparaison avec la littérature civile et militaire (11,62–64), mais s'inscrit dans une démarche volontaire de *Damage Control Resuscitation* avec une transfusion de PSL précoce (65,66).

Ratio transfusionnel

Chez les patients civils, le ratio plasma : CGR était de 1 : 1,2 et le ratio plaquettes : CGR de 1 : 9,3. Chez les patients militaires, le ratio plasma : CGR était de 1 : 0,9 et le ratio plaquettes : CGR de 1 : 1,9.

Chez les 5 patients civils ayant reçu une transfusion massive, le ratio plaquettes : CGR était de 1 : 9,3. Ce ratio est plus faible qu'attendu selon les recommandations actuellement en vigueur qui préconisent la transfusion plaquettaire lors de la deuxième prescription transfusionnelle, pour se rapprocher d'un ratio d'un CPA pour 4 CGR (46,67) et d'un seuil plaquettaire supérieur à 50 G/L (68), permettant ainsi de réduire la mortalité des patients traumatisés (69). Deux de ces patients sont décédés, après la réalisation d'une thoracotomie de ressuscitation dans le service d'accueil des urgences. Une des explications de ce ratio, dont l'interprétation est limitée par l'effectif réduit, est que ces patients sont décédés avant de bénéficier d'une transfusion plaquettaire. Le ratio plasma : CGR était lui conforme aux recommandations actuelles (46).

Chez les patients militaires, le ratio plasma : CGR de 1 : 0,9 se rapprochant fortement du ratio 1 : 1 recommandé est possible grâce à la disponibilité de PLYO dès le rôle 2, voire dès la *MEDEVAC* tactique (70). Le ratio plaquettes : CGR de 1 : 1,9 est quant à lui rendu possible

grâce à la transfusion de sang total. Le recours au sang total en OPEX permet de surmonter les contraintes logistiques, notamment pour la transfusion plaquettaire. Il a fait ses preuves sur les théâtres d'opérations militaires, permettant d'améliorer le pronostic des blessés traumatisés (71,72). Les recommandations de 2015 sur la transfusion plaquettaire évoquent le recours à une telle procédure « en cas de pénurie de produits plaquettaires, lors de catastrophes civiles équivalentes aux situations militaires » sur décision institutionnelle (67). Les données manquantes sur l'administration d'acide tranexamique et de concentrés de fibrinogène ne permettent pas leur interprétation.

V-2/ Prise en charge chirurgicale

V-2-1/ Un taux élevé d'interventions chirurgicales

Dans notre série, 35% des patients ont bénéficié d'un drainage thoracique seul. Ce taux est inférieur à celui retrouvé dans la littérature qui est de 50 à 70% (50,73–75). A la différence de notre série de patients, les patients inclus étaient peu graves, majoritairement victimes de plaies par arme blanche et de lésions thoraciques isolées (50,75). Le taux d'intervention chirurgicale est ainsi lié à la gravité du patient (50) mais également au mécanisme de lésion. Ainsi, *Clarke et al.* décrit un taux d'abstention chirurgicale de 85% chez des victimes de plaies par arme blanche mais de 11% chez les victimes de plaies par arme à feu (76).

Dans notre cohorte, un taux global de thoracotomie de 36% est relevé, soit 65% chez les patients militaires et 27% chez les patients civils. Ce résultat est à confronter à d'autres études civiles décrivant un taux de 10 à 24% de thoracotomies en cas de TTP isolé. Parmi les quelques études militaires publiées, la thoracotomie est décrite comme la principale technique chirurgicale, jusqu'à 53,6% des cas (77–79). Le taux de thoracotomies dans notre cohorte est à pondérer par le mécanisme des blessures ; 76% des patients bénéficiant de cette technique ont été blessés par armes à feu ou par polycrissage. La prise en charge chirurgicale en OPEX répond au principe de *Damage Control Surgery* dont le principe est une chirurgie initiale écourtée centrée sur le contrôle des hémorragies (80,81). Les structures médicochirurgicales déployées sur le terrain (rôle 2 et 3) sont soumises à des contraintes logistiques militaires spécifiques, modulant l'indication opératoire (82,83). La thoracotomie réalisée sur le théâtre de guerre permet ainsi une réalisation rapide de l'aérostase et de l'hémostase, ainsi que l'extraction de corps étranger, afin de sécuriser l'évacuation sanitaire

vers la métropole (84,85). Une chirurgie secondaire pourra alors être réalisée, pour le traitement définitif des lésions.

La prise en charge de certains blessés civils peut être comparée à celle des blessés de guerre en cas de situation exceptionnelle, comme en situation d'attentats par exemple.

Lors des évènements du 13 novembre 2015 à Paris, 59% des 41 patients (dont 18% présentaient des plaies thoraciques) admis à l'Hôpital Européen Georges Pompidou ont subi une intervention chirurgicale (86). Sur l'ensemble des hôpitaux parisiens, 25 patients étaient victimes de TTP, 32% des patients ont bénéficié d'un drainage thoracique seul et 64% des patients ont bénéficié d'une thoracotomie ou sternotomie (87).

V-2-2/ Des indications larges de la thoracotomie de ressuscitation

Dix thoracotomies de ressuscitation ont été réalisées en métropole et en OPEX chez des patients en ACR ou en instabilité extrême à l'admission. L'arrêt cardiaque chez les patients traumatisés thoraciques a été retrouvé comme facteur de mortalité indépendant (57).

Les recommandations en vigueur sur la réalisation d'une thoracotomie de ressuscitation en cas de TTP suggèrent de ne pas réaliser de thoracotomie de ressuscitation en cas d'arrêt cardiaque après TTP, si la durée de réanimation cardiopulmonaire dépasse 15 min sans signe de vie et lors d'une asystolie initiale en l'absence de tamponnade (25).

Pour les 6 patients militaires opérés d'une thoracotomie de ressuscitation, le délai d'évacuation du site de la blessure vers le rôle 2 n'est pas connu. L'interprétation des résultats en est fortement limitée car environ 90% des décès liés au combat se produisent avant l'arrivée du patient dans une structure médicalisée (88). La durée réelle de l'ACR préalable à l'admission en rôle 2 n'étant pas connue, la précision de l'heure du décès est complexe (89).

La présence ou l'absence de signes de vie à l'admission n'a pas été retrouvée dans les

dossiers. Durant les opérations d'Irak et Afghanistan, sur les 30 blessés thoraciques admis dans un rôle 3 anglais ayant subi une thoracotomie de ressuscitation, deux patients ont survécu, dont un seul présentait un TTP (57).

Concernant les 4 patients civils, 3 patients ont bénéficié d'une thoracotomie de ressuscitation alors que le délai depuis l'arrêt circulatoire était supérieur à 15 minutes. Seule la thoracotomie de ressuscitation réalisée selon les indications actuellement retenues a permis le retour à une activité cardio-circulatoire efficace. Le taux de survie immédiat associé aux thoracotomies de ressuscitation dans notre série est de 10% et nul à 24h.

Dans la littérature, le taux de survie après une thoracotomie de ressuscitation s'étend de 2,4 à 21,5% (90) ; 8,8% dans la plus grande cohorte de patients traumatisés civils (91) et 6,7% dans une cohorte de patients militaires (57). Plus précisément, dans une série américaine civile, le taux de survie des patients victimes de traumatismes pénétrants arrivés en ACR à l'hôpital était de 3,9% (92).

Même si la réalisation d'une thoracotomie de ressuscitation peut sembler futile chez des patients en ACR à l'admission dont la durée est hors délai, la volonté de sauver le patient prévaut, surtout en OPEX où les structures médico-chirurgicales sont au plus près des combattants. La pratique des équipes soignantes a permis de réaliser avec succès deux thoracotomies d'hémostases (une en métropole permettant l'hémostase d'une plaie artérielle intercostale et une en OPEX permettant la suture d'une plaie cardiaque) assurant la survie des blessés.

V-2-3/ Un recours fréquent à la thoracoscopie

Treize thoracosopies ont été réalisées, soit 19% de la cohorte. Peu d'études à l'heure actuelle préconisent le recours à la thoracoscopie en première intention (93–95).

Pourtant, dans une étude chinoise analysant 42 patients victimes de traumatismes thoraciques fermés ou pénétrants par arme blanche, la thoracoscopie était réalisée dans 45% des cas chez des patients traumatisés peu sévères et stables sur le plan hémodynamique. Les patients étaient exclus s'ils présentaient un état d'instabilité hémodynamique, signes de lésions cardiaques ou vasculaires, lésions trachéobronchiques ou intolérance à la ventilation unipulmonaire (96).

Le taux d'interventions chirurgicales de notre cohorte s'explique par une stratégie d'indications larges de la thoracoscopie chez les patients stables. La thoracoscopie est une alternative chirurgicale (93,97), décrite comme une procédure diagnostique et thérapeutique fiable, sûre, précise et économique, dans la prise en charge des TTP et des traumatismes thoraco-abdominaux (96–99).

Les indications retenues sont les suivantes : évacuation d'un hémothorax persistant (100), évacuation des collections résiduelles pleurales post-traumatiques (101,102), pneumothorax persistant ou fistule broncho-pulmonaire (103) et extraction de corps étranger. Certains auteurs préconisent également le recours à la thoracoscopie pour le drainage péricardique (104). Enfin, il existe des recommandations américaines qui replacent la thoracoscopie au cœur de la traumatologie thoracique (95).

De plus, la thoracoscopie est une technique efficace pour le diagnostic de lésions diaphragmatiques chez les patients stables victimes de traumatismes thoraco-abdominaux (98), souvent non diagnostiquées même sur des images scannographiques les plus performantes (105–108). La capacité diagnostique de la thoracoscopie atteint 100% pour *Bagheri et al.* (109). Dans notre série, la moitié des lésions diaphragmatiques a été diagnostiquée par thoracoscopie, permettant de réparer 12 lésions qui ne l'auraient pas été en l'absence d'intervention.

La thoracoscopie n'est pas réalisable en OPEX à l'heure actuelle. Sa mise en place est limitée par les contraintes logistiques et opérationnelles. Deux patients militaires ont bénéficié d'une thoracoscopie à leur retour en métropole, qui a permis l'exploration, le retrait de corps étranger et le décaillotage d'un hémithorax cloisonné.

V-3/ Différences entre les patients militaires et civils

V-3-1/ Le mécanisme lésionnel est différent

Dans notre cohorte de 2004 à 2016, les mécanismes lésionnels chez les blessés militaires étaient dans 59% des cas des blessures par armes à feu et de 41% par polycrissage secondaire à l'explosion d'*IED*.

Les mécanismes des lésions pénétrantes au combat varient en fonction des phases de conflit. Il est classique de retenir que les lésions observées chez les combattants sont dues à des armes à feu lors des premières phases de conflits, dynamiques. Les lésions liées à des explosions (fragments de munitions explosives, engins explosifs improvisés), se rencontrent préférentiellement lors des phases de conflits stabilisées, le plus souvent par des actes de terrorisme. Dans les conflits plus récents les lésions par polycrissage prédominent. Ainsi sur une période de 10 ans en Irak, environ 75% des lésions létales faisaient suite à une explosion et environ 20% suite à une plaie par arme à feu (12,88).

La période d'observation de cette étude analyse les militaires évoluant durant les opérations Pamir en Afghanistan, jusqu'au début de l'opération Barkhane dans la bande sahélo-saharienne, expliquant ainsi le profil lésionnel mixte des militaires blessés.

Chez les patients civils, le profil est inversé, avec 63% des patients victimes de plaies par arme blanche, 29% de plaies par armes à feu et 8% par polycrissage.

Les mécanismes de blessures étaient comparables à ceux retrouvés dans la littérature civile européenne où la majorité des plaies fait suite à une blessure par arme blanche (3,110). Dans la série hollandaise de *Heus et al.* s'intéressant particulièrement aux TTP, 73% des plaies étaient par armes blanches et 21% par armes à feu (50).

Les lésions par armes de guerre se rencontrent également en milieu civil. En effet, la population civile est exposée aux risques d'attentats par explosion ou par armes à feu, comme nous le rappellent les événements français que nous gardons en mémoire depuis 2015 à Paris. La typologie et la gravité des lésions dans ce cas diffèrent de celles des blessés au combat par l'absence de port d'effets protecteurs, ce qui est un élément aggravant et ce qui place le thorax comme une zone particulièrement exposée au traumatisme pénétrant (87).

V-3-2/ Les conditions opérationnelles rendent la prise en charge difficile

La complexité de la prise en charge médico-chirurgicale des blessés militaires réside dans un premier temps dans le délai qui peut s'avérer être très long avant l'accès à des soins chirurgicaux (111). Le raccourcissement du temps de transport est un défi de la prise en charge des blessés au combat (112,113). Lors du conflit en Afghanistan, le maillage du soutien sanitaire permettait un délai d'évacuation vers un rôle 2 d'environ 60 à 90 min (114,115). Plus récemment, pour une surface deux fois plus grande et des moyens quasi identiques, le délai d'évacuation médian dans la bande sahélo-saharienne se situait entre 120 minutes et 390 minutes pour les patients les plus graves (111,116). Après un premier pic de mortalité dans les 30 premières minutes suivant l'accident, le risque de décès avant l'admission dans une structure médico-chirurgicale augmente avec le délai d'évacuation (11,117). Cette prise en charge est rendue particulièrement complexe par un contexte de faible empreinte au sol et de moyens logistiques restreints, définissant le concept de *Prolonged Field Care* (118–120). C'est ici que l'application du sauvetage au combat prend toute sa place afin de maintenir le blessé en vie jusqu'à une structure médicalisée (113,115,116). Il est à noter qu'après la mise en place des recommandations américaines qui ont permis de réduire le taux de décès préhospitalier (*KIA*) de 16 à 10%, le taux de mortalité

des patients décédés après admission dans une structure médicalisée (*Died of Wounds DOW*), est resté stable à 4% (113,115).

V-4/ Mortalité

La différence de mortalité entre les patients civils et militaires n'était pas significative dans notre cohorte, avec une majorité de décès faisant suite au choc hémorragique, comme retrouvée dans la littérature civile et militaire (27,88,121).

V-4-1/ Le TTP comme lésion létale par la présence de structures nobles

Si la protection individuelle du combattant a permis de limiter les zones exposées, le thorax est une zone lésée dans un tiers des cas et est liée à la mortalité dans 14 à 24% des cas (21,57,122,123). La mortalité des patients victimes de traumatismes thoraciques est 3 fois plus importante que chez ceux qui n'en présentent pas (57).

V-4-2/ La principale cause de mortalité reste le choc hémorragique

Dans notre cohorte 11 des 13 des patients sont décédés d'un choc hémorragique. Dans la littérature civile et militaire, les lésions hémorragiques non contrôlables du tronc restent la principale cause de mortalité (20,88,112,124,125).

Les lésions vasculaires majeures induisent particulièrement un risque de mortalité jusqu'à 3,38 fois plus élevé, suivies par les lésions pulmonaires (126,127). Elles sont responsables de près de 20% de la mortalité des TTP (127).

Les plaies cardiaques sont elles aussi particulièrement létales, avec un taux de mortalité s'étalant de 13% à 76 % (76,127,128). Dans une série sud-africaine de 1200 patients, le taux de mortalité de lésions cardiaques pénétrantes en pré-hospitalier atteignait jusqu'à 94% (26).

En intra-hospitalier dans le même pays, on note un taux de mortalité de 20% des plaies par arme blanche et de 80% des plaies par arme à feu (27).

V-4-3/ La mortalité dépend du type de mécanisme lésionnel

Les blessures par armes de guerre sont particulièrement létales et notamment lors d'explosions d'*IED* où s'associent lésions pénétrantes et lésions de blast pulmonaire (21,122). Dans une série militaire de blessés américains sur 10 ans de 2001 à 2011 analysant 4500 combattants, 73% des décès étaient liés à une explosion. La quasi-totalité de ces décès a été déclarée avant l'admission dans une structure hospitalière (88,124). Dans une autre série américaine de 2001 à 2010 en Irak et Afghanistan, parmi les blessés décédés suite aux blessures d'*IED*, 90% présentaient des blessures sévères du tronc (129).

Dans le milieu civil chez les patients présentant un TTP et nécessitant une intervention chirurgicale urgente, la mortalité par arme à feu reste supérieure à celle par arme blanche (76,130,131).

V-4-4/ La mortalité influencée par la gravité des lésions

Au cours des conflits, l'amélioration de la prise en charge des blessés de guerre a conduit à la survie de blessés de plus en plus graves arrivant en vie au rôle 2, auxquels doivent faire face l'équipe médico-chirurgicale (20,64).

Dans notre série, le taux de mortalité globale intra-hospitalière est de 18,8%, le taux de mortalité des militaires de 35% et celui des patients civils de 13%.

En excluant tous les patients en arrêt cardiaque à l'admission, probablement hors de toute ressource thérapeutique, le taux de mortalité globale est de 5%. *Ivey et al.* décrivait un taux de mortalité globale de 8% de militaires victimes de traumatismes thoraciques (dont 66% étaient pénétrants), après exclusion des patients *KIA* et ceux décédés à l'admission (64).

Un taux similaire de mortalité intra-hospitalière est retrouvé dans une cohorte de plus de 23 000 patients militaires américains blessés de 2003 à 2008 et est comparable à celui retrouvé dans la population américaine civile sur la même période (11).

D'autres études civiles rapportent un taux de mortalité chez les patients victimes de TTP variant de 2,1 à 52% (50,46,73,76,127,62,132). En Europe, dans une série hollandaise civile, *Heus et al.* décrit un taux de mortalité à 30 jours de 7,5%, avec un score *ISS* moyen de 12 (50). Une autre étude hollandaise décrit un taux de mortalité de 36% des patients victimes de TTP qui ont subi une thoracotomie en urgence (133).

Notre taux de mortalité supérieur s'explique donc en partie par la gravité initiale des patients. Dans notre série, le score *ISS* moyen était de $21,8 \pm 14,8$, le score *NISS* moyen de $24,8 \pm 13,9$ et l'*AIS* thorax moyen était de $3,6 \pm 0,8$, ce qui correspond à des patients traumatisés sévères. Il faut noter que 90% des patients militaires décédés et 71% des patients civils décédés présentaient un score *ISS* supérieur à 15 soit le reflet de lésions sévères à critiques. Le risque de décès prédit par le score *TRISS* des patients décédés dans notre cohorte était en moyenne de 98,5% (98,6% des patients militaires et 98,3% des patients civils). Aucun des patients militaires en état de choc sans ACR à l'admission n'est décédé. Sur les 7 patients civils en état de choc, 3 sont décédés dont un dans les suites de brûlures étendues.

Le risque de décès est lié à l'état hémodynamique du patient et le volume de sang perdu (21,134). Plus précisément, en cas d'activation d'un protocole de transfusion massive, le taux de mortalité intra-hospitalière peut atteindre 50% chez des patients victimes de plaies par arme à feu (135).

V-4-5/ Les lésions associées sont fréquentes et menacent le pronostic vital

Dans notre cohorte, 54% (44% des patients civils et 82% des patients militaires) des patients présentaient des lésions associées. Les lésions associées sont fréquemment

retrouvées comme facteur aggravant chez les patients victimes des traumatismes pénétrants, dans la littérature civile, comme dans la littérature militaire (21,73,130,136).

La présence de traumatismes crâniens ou abdominaux associés est un facteur indépendant de mortalité (57). Enfin, la présence d'un traumatisme thoraco-abdominal multiplie jusqu'à presque 5 fois le risque de mortalité par rapport à un traumatisme thoracique isolé (131).

V-5/ Limites

Cette série présente les limites suivantes.

Son caractère rétrospectif explique que des données aient été manquantes à la fois pour les blessés civils et militaires, puisque leur recueil n'a pas été systématisé.

Son caractère unicentrique explique la relative petite taille de l'effectif. Seuls deux HIA disposent d'un service de chirurgie thoracique, l'HIA Percy et l'HIA Saint Anne. Mais seul l'HIA Percy reçoit directement les militaires blessés rapatriés en provenance des territoires de guerre du fait de sa proximité avec la base aérienne de Villacoublay, piste d'atterrissage des *MEDEVAC* stratégiques. Le risque est donc négligeable que des militaires victimes d'un TTP en OPEX aient été adressés ailleurs qu'à Percy et l'inclusion des militaires victimes de TTP en OPEX est donc probablement exhaustive.

Compte tenu du faible effectif, nous avons limité l'analyse statistique à une présentation descriptive des patients et une analyse univariée sans réaliser d'analyse multivariée.

Enfin, l'analyse de la prise en charge des blessés militaires s'est confrontée à la difficulté du recueil de données sur les théâtres d'opérations extérieures. Nous ne disposons actuellement pas de registre de traumatologie de guerre français, qui puisse permettre de recueillir les données de la prise en charge tactique, au rôle 2 et au cours de la *MEDEVAC*.

Malgré tout, un certain nombre de ces limites pourraient être dépassées par les travaux ultérieurs qu'appelle notre travail. En milieu civil notamment, le même type d'étude descriptive pourrait être réalisé en s'appuyant sur l'analyse de registres de traumatologie dont nous disposons aujourd'hui, tel que celui de la Traumabase (137,138).

VI – CONCLUSION

La prise en charge des victimes de TTP est un challenge médico-chirurgical pour les équipes de traumatologie. La morbi-mortalité de ces traumatismes reste élevée, malgré l'entraînement des équipes et l'utilisation de protocoles de prise en charge établis sur la base des recommandations les plus récentes. La mortalité est précoce et l'hémorragie en est la cause principale des décès précoces.

Les lésions extra-thoraciques sont fréquentes et grèvent le pronostic à plus long terme. La prise en charge chirurgicale est déterminée par deux facteurs : la stabilité hémodynamique et le mécanisme lésionnel. Les patients victimes de traumatisme pénétrant par arme à feu ou polycrissage requièrent une prise en charge chirurgicale, par thoracotomie en cas d'instabilité hémodynamique. La thoroscopie est à réserver aux patients stables sur le plan hémodynamique.

BIBLIOGRAPHIE

1. Yeguiayan J-M, Garrigue D, Binquet C, Jacquot C, Duranteau J, Martin C, et al. Prise en charge actuelle du traumatisé grave en France : premier bilan de l'étude FIRST (French Intensive care Recorded in Severe Trauma). *Annales françaises de médecine d'urgence*. 2012 May 1;2(3):156–63.
2. Ottochian M, Salim A, DuBose J, Teixeira PGR, Chan LS, Margulies DR. Does age matter? The relationship between age and mortality in penetrating trauma. *Injury*. 2009 Apr;40(4):354–7.
3. Stormann P, Gartner K, Wyen H, Lustenberger T, Marzi I, Wutzler S. Epidemiology and outcome of penetrating injuries in a Western European urban region. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2016 Dec;42(6):663–9.
4. Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie, Sektion NIS, Akademie der Unfallchirurgie. TraumaRegister DGU® – Annual Report 2016. http://www.traumaregister.de/images/stories/downloads/englisch/TR-DGU_annual_report_2016.pdf [Consulté 30 mars 2018].
5. Crewdson K, Lockey D, Weaver A, Davies GE. Is the prevalence of deliberate penetrating trauma increasing in London? Experiences of an urban pre-hospital trauma service. *Injury*. 2009 May 1;40(5):560–3.
6. 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.
7. Bieler D, Franke AF, Hentsch S, Paffrath T, Willms A, Lefering R, et al. [Gunshot and stab wounds in Germany--epidemiology and outcome: analysis from the TraumaRegister DGU(R)]. *Unfallchirurg*. 2014 Nov;117(11):995–1004.
8. 20 years of trauma documentation in Germany--actual trends and developments. *Injury*. 2014 Oct;45 Suppl 3:S14–9.
9. Boutonnet M, Abback P, Le Sache F, Harrois A, Follin A, Imbert N, et al. Tranexamic acid in severe trauma patients managed in a mature trauma care system. *J Trauma Acute Care Surg*. 2018 Mar 12;
10. Debien B, Lenoir B. Traumatismes balistiques du thorax. In: Sfar, editor. *Conférences d'actualisation. Congrès national d'anesthésie et de réanimation*. Paris: Elsevier; 2004. p. 515-32.
11. Eastridge BJ, Costanzo G, Jenkins D, Spott MA, Wade C, Greydanus D, et al. Impact of joint theater trauma system initiatives on battlefield injury outcomes. *Am J Surg*. 2009 Dec;198(6):852–7.
12. Owens BD, Kragh JFJ, Wenke JC, Macaitis J, Wade CE, Holcomb JB. Combat

wounds in operation Iraqi Freedom and operation Enduring Freedom. *J Trauma*. 2008 Feb;64(2):295–9.

13. Belmont PJJ, Goodman GP, Zacchilli M, Posner M, Evans C, Owens BD. Incidence and epidemiology of combat injuries sustained during “the surge” portion of operation Iraqi Freedom by a U.S. Army brigade combat team. *J Trauma*. 2010 Jan;68(1):204–10.

14. Poyat C, Boutonnet M, Pelée de Saint Maurice G, Ausset S, Daban J-L, Blot R-M. Profil des blessés de guerre Français en Afghanistan : expérience du service de santé des armées sur la période 2001–2010. *Anesthésie & Réanimation*. 2017 Sep 1;3(5):403–12.

15. Giraud NYA, Dubost C, Pasquier P, Merat S, Villeveille T. Profil lésionnel des soldats français blessés graves pendant la mission SERVAL de janvier à novembre 2013. *Anesthésie & Réanimation*. 2015 Sep 1;1:A256–7.

16. Azorin J, Lamour A, Hoang Ph, Destable MD, De Saint Florent G. Traumatismes graves du thorax. *Encycl Med Chir. Urgences*, 24-117-D-10. Paris: Editions scientifiques et Médicales Elsevier SAS; 1987 20p.

17. Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE. Ballistics: a primer for the surgeon. *Injury*. 2005 Mar;36(3):373–9.

18. Fackler ML, Surinchak JS, Malinowski JA. Bullet fragmentation: a major cause of tissue disruption. *J Trauma* 1984;24(1):35-9.

19. Pons F, Arigon J, Boddaert G. Traitement chirurgical des traumatismes pénétrants du thorax. *EMC Techniques chirurgicales-thorax*. Elsevier. 2011;1–26.

20. Kelly JF, Ritenour AE, McLaughlin DF, Bagg KA, Apodaca AN, Mallak CT, et al. Injury severity and causes of death from Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2003-2004 versus 2006. *J Trauma*. 2008 Feb;64(2 Suppl):S21–6; discussion S26–7.

21. Champion HR, Bellamy RF, Roberts CP, Leppaniemi A. A profile of combat injury. *J Trauma*. 2003 May;54(5 Suppl):S13–9.

22. Roodenburg B, Roodenburg O. Chest trauma. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*. 2014 Sep;15(9):411–4.

23. Adkins RBJ, Whiteneck JM, Woltering EA. Penetrating chest wall and thoracic injuries. *Am Surg*. 1985 Mar;51(3):140–8.

24. Kuhajda I, Zarogoulidis K, Kougioumtzi I, Huang H, Li Q, Dryllis G, et al. Penetrating trauma. *J Thorac Dis*. 2014 Oct;6(Suppl 4):S461–5.

25. Bouzat P, Raux M, David JS, Tazarourte K, Galinski M, Desmettre T, et al. Chest trauma: First 48hours management. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2017 Apr;36(2):135–45.

26. Campbell NC, Thomson SR, Muckart DJ, Meumann CM, Van Middelkoop I, Botha JB. Review of 1198 cases of penetrating cardiac trauma. *Br J Surg*. 1997 Dec;84(12):1737–

40.

27. Degiannis E, Loogna P, Doll D, Bonanno F, Bowley DM, Smith MD. Penetrating cardiac injuries: recent experience in South Africa. *World J Surg*. 2006 Jul;30(7):1258–64.

28. Buckman RFJ, Badellino MM, Mauro LH, Asensio JA, Caputo C, Gass J, et al. Penetrating cardiac wounds: prospective study of factors influencing initial resuscitation. *J Trauma*. 1993 May;34(5):717–25; discussion 725–7.

29. Plummer D, Brunette D, Asinger R, et al. Emergency department echocardiography improves outcome in penetrating cardiac injury. *Ann Emerg Med* 1992;21:709-12.

30. Wu J, Sheng L, Ma Y, Gu J, Zhang M, Gan J, et al. The analysis of risk factors of impacting mortality rate in severe multiple trauma patients with posttraumatic acute respiratory distress syndrome. *Am J Emerg Med*. 2008 May;26(4):419–24.

31. Wang S-H, Wei T-S, Chen C-P. Prognostic analysis of patients with blunt chest trauma admitted to an intensive care unit. *J Formos Med Assoc*. 2007 Jun;106(6):444–51.

32. 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.

33. Mattox KL. Approaches to trauma involving the major vessels of the thorax. *Surg Clin North Am*. 1989 Feb;69(1):77–91.

34. Schonholz CJ, Uflacker R, De Gregorio MA, Parodi JC. Stent-graft treatment of trauma to the supra-aortic arteries. A review. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 2007;48:537-49.

35. du Toit DF, Odendaal W, Lambrechts A, Warren BL. Surgical and endovascular management of penetrating innominate artery injuries. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008;36:56-62.

36. Barmada H, Gibbons JR. Tracheobronchial injury in blunt and penetrating chest trauma. *Chest* 1994 ; 106 : 74-78.

37. Schultz SC, Hammon JW, Turner CS, et al. Surgical management and follow-up of a complex tracheobronchial injury. *Ann Thorac Surg* 1999;67:834-6.

38. Rodriguez A, Thomas MD, Shillinglaw WRC. Lung and tracheobronchus. In Ivatury RR, Cayten CG. *The textbook of penetrating trauma*. Baltimore, Williams and Wilkins 1996 : 531-554.

39. Grillo HC. Esophageal perforation. *Surg Rounds* 1983 ; 6 : 60.

40. Scharff JR, Naunheim KS. Traumatic diaphragmatic injuries. *Thorac Surg Clin*. 2007 Feb;17(1):81–5.

41. Kileen K, Mirvis S, Shanmuganathan K. Helical CT of diaphragmatic rupture

caused by blunt trauma. *AJR Am J Roentgenol* 1999;173(6):1611–6.

42. Petrone P, Asensio JA, Marini CP. Diaphragmatic injuries and post-traumatic diaphragmatic hernias. *Curr Probl Surg*. 2017 Jan;54(1):11–32.
43. Yucel M, Bas G, Kulali F, Unal E, Ozpek A, Basak F, et al. Evaluation of diaphragm in penetrating left thoracoabdominal stab injuries: The role of multislice computed tomography. *Injury*. 2015 Sep;46(9):1734–7.
44. Waters RL, Adkins RM, Yakura J et al. Profiles of spinal cord injury and recovery after gunshot injury. *Clin Orthop* 1991 ; 267 : 14-21.
45. Ciesla DJ, Moore EE, Johnson JL, Burch JM, Cothren CC, Sauaia A. The role of the lung in postinjury multiple organ failure. *Surgery*. 2005 Oct;138(4):749–57; discussion 757–8.
46. Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, Coats TJ, Duranteau J, Fernandez-Mondejar E, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition. *Crit Care*. 2016 Apr 12;20:100.
47. Bougle A, Harrois A, Duranteau J. Resuscitative strategies in traumatic hemorrhagic shock. *Ann Intensive Care*. 2013 Jan 12;3(1):1.
48. Soutien médical opérationnel [Internet]. [cited 2018 Sep 5]. Available from: <https://www.defense.gouv.fr/sante/operations-exterieures/chaine-de-soutien-medical/soutien-medical-operationnel>
49. Parker PJ. Casualty evacuation timelines: an evidence-based review. *J R Army Med Corps*. 2007 Dec;153(4):274–7.
50. Heus C, Mellema JJ, Giannakopoulos GF, Zuidema WP. Outcome of penetrating chest injuries in an urban level I trauma center in the Netherlands. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2015 Apr 25;
51. Khorsandi M, Skouras C, Prasad S, Shah R. Major cardiothoracic trauma: Eleven-year review of outcomes in the North West of England. *Ann R Coll Surg Engl*. 2015 May;97(4):298–303.
52. In memoriam [Internet]. [cited 2018 May 27]. Available from: <https://www.defense.gouv.fr/terre/base/in-memoriam>
53. Baker SP, O’Neill B, Haddon WJ, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974 Mar;14(3):187–96.
54. Osler T, Baker SP, Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J Trauma*. 1997 Dec;43(6):922–5; discussion 925–6.

55. Burack JH, Kandil E, Sawas A, O'Neill PA, Sclafani SJA, Lowery RC, et al. Triage and Outcome of Patients with Mediastinal Penetrating Trauma. *The Annals of Thoracic Surgery*. 2007 Feb;83(2):377–82.
56. O'Connor JV, Scalea TM. Penetrating thoracic great vessel injury: impact of admission hemodynamics and preoperative imaging. *J Trauma*. 2010 Apr;68(4):834–7.
57. Poon H, Morrison JJ, Apodaca AN, Khan MA, Garner JP. The UK military experience of thoracic injury in the wars in Iraq and Afghanistan. *Injury*. 2013 Sep;44(9):1165–70.
58. Bohmer AB, Poels M, Kleinbrahm K, Lefering R, Paffrath T, Bouillon B, et al. Change of initial and ICU treatment over time in trauma patients. An analysis from the TraumaRegister DGU(R). *Langenbecks Arch Surg*. 2016 Jun;401(4):531–40.
59. Coste S, Franchin M, Madec S, Morgand E, Viaggi M, Grasser L, Tourtier JP. Épidémiologie des évacuations sanitaires aériennes militaires de 2000 à 2010: évolution des missions. *Revue de médecine aéronautique et spatiale* 2011;52 :196.
60. Andruszkow H, Hildebrand F, Lefering R, Pape H-C, Hoffmann R, Schweigkofler U. Ten years of helicopter emergency medical services in Germany: Do we still need the helicopter rescue in multiple traumatised patients? *Injury*. 2014 Oct 1;45:S53–8.
61. Andruszkow H, Lefering R, Frink M, Mommsen P, Zeckey C, Rahe K, et al. Survival benefit of helicopter emergency medical services compared to ground emergency medical services in traumatized patients. *Crit Care*. 2013 Jun 21;17(3):R124.
62. Wafaisade A, Paffrath T, Lefering R, Ludwig C, Frohlich M, Mutschler M, et al. Patterns of early resuscitation associated with mortality after penetrating injuries. *Br J Surg*. 2015 Sep;102(10):1220–8; discussion 1228.
63. Bayer J, Lefering R, Reinhardt S, Kühle J, Südkamp NP, Hammer T, et al. Severity-dependent differences in early management of thoracic trauma in severely injured patients - Analysis based on the TraumaRegister DGU®. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2017;25:10.
64. Ivey KM, White CE, Wallum TE, Aden JK, Cannon JW, Chung KK, et al. Thoracic injuries in US combat casualties: a 10-year review of Operation Enduring Freedom and Iraqi Freedom. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012 Dec;73(6 Suppl 5):S514–9.
65. Haider AH, Piper LC, Zogg CK, Schneider EB, Orman JA, Butler FK, et al. Military-to-civilian translation of battlefield innovations in operative trauma care. *Surgery*. 2015 Dec;158(6):1686–95.
66. Ausset S. Quelles sont les leçons récentes et quel est l'avenir de la médecine opérationnelle ? *Anesthésie & Réanimation*. 2017 Sep 1;3(5):476–84.
67. Décision n° 2015.0228/DC/SBPP du 14 octobre 2015 du collège de la Haute Autorité de santé portant adoption de la recommandation de bonne pratique « Transfusion de

plaquettes : produits, indications ». Disponible sur : https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2015-11/recommandations_-_transfusion_de_plaquettes.pdf.

68. Jacques Duranteau, Karim Asehnoune, Sébastien Pierre, Yves Ozier, Marc Leone, Jean-Yves Lefrant, et al. Recommandations sur la réanimation du choc hémorragique. *Anesthésie & Réanimation*. 2015 Feb;4725(1):1.
69. Swiech A, Ausset S: Les produits sanguins labiles en 2016. *Réanimation* 2016; 25:475.
70. Vitalis V, Carfantan C, Montcriol A, Peyrefitte S, Luft A, Pouget T, et al. Early transfusion on battlefield before admission to role 2: A preliminary observational study during “Barkhane” operation in Sahel. *Injury*. 2018 May;49(5):903–10.
71. Spinella PC, Perkins JG, Grathwohl KW, Beekley AC, Holcomb JB. Warm fresh whole blood is independently associated with improved survival for patients with combat-related traumatic injuries. *J Trauma*. 2009 Apr;66(4 Suppl):S69–76.
72. Spinella PC, Reddy HL, Jaffe JS, Cap AP, Goodrich RP. Fresh whole blood use for hemorrhagic shock: preserving benefit while avoiding complications. *Anesth Analg*. 2012 Oct;115(4):751–8.
73. Vasquez JC, Castaneda E, Bazan N. Management of 240 cases of penetrating thoracic injuries. *Injury*. 1997 Jan;28(1):45–9.
74. Mandal AK, Sanusi M. Penetrating chest wounds: 24 years experience. *World J Surg*. 2001 Sep;25(9):1145–9.
75. Scapolan MB, Vieira NLP, Nitrini SS, Saad Junior R, Goncalves R, Perlingeiro JAG, et al. Thoracic trauma: analysis of 100 consecutive cases. *Einstein (Sao Paulo)*. 2010 Sep;8(3):339–42.
76. Clarke DL, Quazi MA, Reddy K, Thomson SR. Emergency operation for penetrating thoracic trauma in a metropolitan surgical service in South Africa. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011 Sep;142(3):563–8.
77. McNamara JJ, Messersmith JK, Dunn RA, Molot MD, Stremple JF. Thoracic injuries in combat casualties in Vietnam. *Ann Thorac Surg*. 1970 Nov;10(5):389–401.
78. Zakharia AT. Thoracic battle injuries in the Lebanon War: review of the early operative approach in 1,992 patients. *Ann Thorac Surg*. 1985 Sep;40(3):209–13.
79. Placak B. Radical approach to pulmonary gunshot injuries. *Int Surg*. 1967 Dec;48(6):536–9.
80. Emmanuel Hornez, Guillaume Boddart, Tristan Monchal, Xavier Durand, Olivier Barbier, Arnaud Dagain, et al. Le damage control chirurgical : principes, indications et déclinaisons. *Anesthésie & Réanimation*. 2017 Sep;5268(5):399.

81. Vico S, Boutonnet M, Martinez T, Raux M, Daban J-L. Damage control, réanimation. *Anesthésie & Réanimation*. 2017 Sep 1;3(5):458–66.
82. Donat N, Schaal J-V, Masson Y, Hoffmann C, Cirodde A, Nau A, et al. Anesthésie en opérations extérieures. *Anesthésie & Réanimation*. 2017 Sep 1;3(5):440–9.
83. Ünlü, A., Cetinkaya, R.A., Ege, T. et al. *Eur J Trauma Emerg Surg* (2015) 41: 149.
84. Biocina B, Sutlic Z, Husedzinovic I, Rudez I, Ugljen R, Letica D, et al. Penetrating cardiothoracic war wounds. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1997 Mar;11(3):399–405.
85. von Oppell UO, Bautz P, De Groot M. Penetrating thoracic injuries: what we have learnt. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2000 Feb;48(1):55–61.
86. Gregory TM, Bihel T, Guigui P, Pierrart J, Bouyer B, Magrino B, et al. Terrorist attacks in Paris: Surgical trauma experience in a referral center. *Injury*. 2016 Oct;47(10):2122–6.
87. Boddaert G, Mordant P, Le Pimpec-Barthes F, Martinod E, Aguir S, Leprince P, et al. Surgical management of penetrating thoracic injuries during the Paris attacks on 13 November 2015. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2017 Jun 1;51(6):1195–202.
88. Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, Cantrell J, Tops T, Uribe P, et al. Death on the battlefield (2001-2011): implications for the future of combat casualty care. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012 Dec;73(6 Suppl 5):S431–7.
89. Holcomb JB, Stansbury LG, Champion HR, Wade C, Bellamy RF. Understanding combat casualty care statistics. *J Trauma*. 2006 Feb;60(2):397–401.
90. Practice management guidelines for emergency department thoracotomy. Working Group, Ad Hoc Subcommittee on Outcomes, American College of Surgeons-Committee on Trauma. *J Am Coll Surg*. 2001 Sep;193(3):303–9.
91. Rhee PM, Acosta J, Bridgeman A, Wang D, Jordan M, Rich N. Survival after emergency department thoracotomy: review of published data from the past 25 years. *J Am Coll Surg*. 2000 Mar;190(3):288–98.
92. Alarhayem AQ, Cohn SM, Muir MT, Myers JG, Fuqua J, Eastridge BJ. Organ Donation, an Unexpected Benefit of Aggressive Resuscitation of Trauma Patients Presenting Dead on Arrival. *J Am Coll Surg*. 2017 May;224(5):926–32.
93. Fabbrucci P, Nocentini L, Secci S, Manzoli D, Brusino A, Fedi M, et al. Video-assisted thoracoscopy in the early diagnosis and management of post-traumatic pneumothorax and hemothorax. *Surg Endosc*. 2008 May;22(5):1227–31.
94. Billeter AT, Druen D, Franklin GA, Smith JW, Wrightson W, Richardson JD. Video-assisted thoracoscopy as an important tool for trauma surgeons: a systematic review. *Langenbecks Arch Surg*. 2013 Apr;398(4):515–23.

95. Mowery NT, Gunter OL, Collier BR, Diaz JJJ, Haut E, Hildreth A, et al. Practice management guidelines for management of hemothorax and occult pneumothorax. *J Trauma*. 2011 Feb;70(2):510–8.
96. Manlulu AV, Lee TW, Thung KH, Wong R, Yim APC. Current indications and results of VATS in the evaluation and management of hemodynamically stable thoracic injuries. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2004 Jun;25(6):1048–53.
97. Ochsner MG, Rozycki GS, Lucente F, Wherry DC, Champion HR. Prospective evaluation of thoracoscopy for diagnosing diaphragmatic injury in thoracoabdominal trauma: a preliminary report. *J Trauma*. 1993 May;34(5):704–9; discussion 709–10.
98. Petrone P, Asensio JA. Surgical management of penetrating pulmonary injuries. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2009 Feb 23;17:8.
99. Spann JC, Nwariaku FE, Wait M. Evaluation of video-assisted thoracoscopic surgery in the diagnosis of diaphragmatic injuries. *Am J Surg*. 1995 Dec;170(6):628–30; discussion 630–1.
100. DuBose J, Inaba K, Demetriades D, Scalea TM, O'Connor J, Menaker J, et al. Management of post-traumatic retained hemothorax: a prospective, observational, multicenter AAST study. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012 Jan;72(1):11–22; discussion 22–4; quiz 316.
101. Oosthuizen GV, Clarke DL, Laing GL, Bruce J, Kong VY, Van Staden N, et al. Introducing video-assisted thoracoscopy for trauma into a South African township hospital. *World J Surg*. 2013 Jul;37(7):1652–5.
102. Navsaria PH, Vogel RJ, Nicol AJ. Thoracoscopic evacuation of retained posttraumatic hemothorax. *Ann Thorac Surg*. 2004 Jul;78(1):282–5; discussion 285–6.
103. Schermer CR, Matteson BD, Demarest GB 3rd, Albrecht RM, Davis VH. A prospective evaluation of video-assisted thoracic surgery for persistent air leak due to trauma. *Am J Surg*. 1999 Jun;177(6):480–4.
104. Pons F, Lang-Lazdunski L, de Kerangal X, Chapuis O, Bonnet PM, Jancovici R. The role of videothoracoscopy in management of precordial thoracic penetrating injuries. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2002 Jul;22(1):7–12.
105. Gelman R, Mirvis SE, Gens D. Diaphragmatic rupture due to blunt trauma: sensitivity of plain chest radiographs. *AJR Am J Roentgenol*. 1991 Jan;156(1):51–7.
106. Chen JC, Wilson SE. Diaphragmatic injuries: recognition and management in sixty-two patients. *Am Surg*. 1991 Dec;57(12):810–5.
107. Dreizin D, Bergquist PJ, Taner AT, Bodanapally UK, Tirada N, Munera F. Evolving concepts in MDCT diagnosis of penetrating diaphragmatic injury. *Emerg Radiol*. 2015 Apr;22(2):149–56.

108. Ilhan M, Bulakci M, Bademler S, Gok AFK, Azamat IF, Ertekin C. The diagnostic efficacy of computed tomography in detecting diaphragmatic injury secondary to thoracoabdominal penetrating traumas: a comparison with diagnostic laparoscopy. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2015 Dec;21(6):484–90.
109. Bagheri R, Tavassoli A, Sadrizadeh A, Mashhadi MR, Shahri F, Shojaeian R. The role of thoracoscopy for the diagnosis of hidden diaphragmatic injuries in penetrating thoracoabdominal trauma. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009 Aug;9(2):195–7; discussion 197–8.
110. Inkinen J, Kirjasuo K, Gunn J, Kuttala K. Penetrating trauma; experience from Southwest Finland between 1997 and 2011, a retrospective descriptive study. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2015 Aug;41(4):429–33.
111. Carfantan C, Goudard Y, Butin C, Duron-Martinaud S, Even J-P, Anselme A, et al. Forward medevac during Serval and Barkhane operations in Sahel: A registry study. *Injury.* 2017 Jan;48(1):58–63.
112. Holcomb JB, McMullin NR, Pearse L, Caruso J, Wade CE, Oetjen-Gerdes L, et al. Causes of death in U.S. Special Operations Forces in the global war on terrorism: *Ann Surg.* 2007 Jun;245(6):986–91.
113. Kotwal RS, Howard JT, Orman JA, Tarpey BW, Bailey JA, Champion HR, et al. The Effect of a Golden Hour Policy on the Morbidity and Mortality of Combat Casualties. *JAMA Surg.* 2016 Jan;151(1):15–24.
114. Shah K, Pirie S, Compton L, McAlister V, Church B, Kao R. Utilization profile of the trauma intensive care unit at the Role 3 Multinational Medical Unit at Kandahar Airfield between May 1 and Oct. 15, 2009. *Can J Surg.* 2011 Dec;54(6):S130–4.
115. Howard JT, Kotwal RS, Santos-Lazada AR, Martin MJ, Stockinger ZT. Reexamination of a Battlefield Trauma Golden Hour Policy. *J Trauma Acute Care Surg.* 2018 Jan;84(1):11–8.
116. Dubost C, Goudard Y, Soucanye de Land- evoisin E, Contargyris C, Evans D, Pauleau G, et al. Combat casualties from two current conflicts with the Seventh French Forward Surgical Team in Mali and Central African Republic in 2014. *J R Army Med Corps* 2016;62:450–5.
117. Alarhayem AQ, Myers JG, Dent D, Liao L, Muir M, Mueller D, et al. Time is the enemy: Mortality in trauma patients with hemorrhage from torso injury occurs long before the “golden hour”. *Am J Surg.* 2016 Dec;212(6):1101–5.
118. Singh JM, MacDonald RD, Bronskill SE, Schull MJ. Incidence and predictors of critical events during urgent air-medical transport. *CMAJ: Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne.* 2009 Oct;181(9):579—584.
119. Rice DH, Kotti G, Beninati W. Clinical review: Critical care transport and austere

critical care. *Crit Care*. 2008;12(2):207.

120. Keenan S, Riesberg JC. Prolonged Field Care: Beyond the “Golden Hour”. *Wilderness Environ Med*. 2017 Jun;28(2S):S135–9.

121. Stewart RM, Myers JG, Dent DL, Ermis P, Gray GA, Villarreal R, et al. Seven hundred fifty-three consecutive deaths in a level I trauma center: the argument for injury prevention. *J Trauma*. 2003 Jan;54(1):66–70; discussion 70–1.

122. Singleton JAG, Gibb IE, Bull AMJ, Mahoney PF, Clasper JC. Primary blast lung injury prevalence and fatal injuries from explosions: insights from postmortem computed tomographic analysis of 121 improvised explosive device fatalities. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013 Aug;75(2 Suppl 2):S269–74.

123. Penn-Barwell JG, Sargeant ID. Gun-shot injuries in UK military casualties - Features associated with wound severity. *Injury*. 2016 May;47(5):1067–71.

124. Morrison JJ, Stannard A, Rasmussen TE, Jansen JO, Tai NRM, Midwinter MJ. Injury pattern and mortality of noncompressible torso hemorrhage in UK combat casualties. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013 Aug;75(2 Suppl 2):S263–8.

125. Demetriades D, Murray J, Charalambides K, Alo K, Velmahos G, Rhee P, et al. Trauma fatalities: time and location of hospital deaths. *J Am Coll Surg*. 2004 Jan;198(1):20–6.

126. Stannard A, Morrison JJ, Scott DJ, Ivatury RA, Ross JD, Rasmussen TE. The epidemiology of noncompressible torso hemorrhage in the wars in Iraq and Afghanistan. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013 Mar;74(3):830–4.

127. Keneally R, Szpisjak D. Thoracic trauma in Iraq and Afghanistan. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013 May;74(5):1292–7.

128. Avaro J-P, Grisoli D, Gariboldi V, Piccardo A, Riberi A, Kerbaul F, et al. [Surgical management of cardiac wounds: cardiac or general surgical service?]. *J Chir (Paris)*. 2008 Feb;145(1):42–5.

129. Kotwal RS, Montgomery HR, Kotwal BM, Champion HR, Butler FKJ, Mabry RL, et al. Eliminating preventable death on the battlefield. *Arch Surg*. 2011 Dec;146(12):1350–8.

130. Onat S, Ulku R, Avci A, Ates G, Ozcelik C. Urgent thoracotomy for penetrating chest trauma: Analysis of 158 patients of a single center. *Injury*. 2011 Sep;42(9):900–4.

131. Loogna P, Bonanno F, Bowley DM, Doll D, Girgensohn R, Smith MD, et al. Emergency thoracic surgery for penetrating, non-mediastinal trauma. *ANZ J Surg*. 2007 Mar;77(3):142–5.

132. Van Waes OJF, Halm JA, Van Imhoff DI, Navsaria PH, Nicol AJ, Verhofstad MHJ, et al. Selective nonoperative management of penetrating thoracic injury. *Eur J Emerg Med*. 2018 Feb;25(1):32–8.

133. Van Waes OJF, Van Riet PA, Van Lieshout EMM, Hartog DD. Immediate thoracotomy for penetrating injuries: ten years' experience at a Dutch level I trauma center. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2012 Oct;38(5):543–51.
134. Buehner MF, Eastridge BJ, Aden JK, DuBose JJ, Blackburne LH, Cestero RF. Combat Casualties and Severe Shock: Risk Factors for Death at Role 3 Military Facilities. *Mil Med*. 2017 Sep;182(9):e1922–8.
135. Dente CJ, Shaz BH, Nicholas JM, Harris RS, Wyrzykowski AD, Ficke BW, et al. Early predictors of massive transfusion in patients sustaining torso gunshot wounds in a civilian level I trauma center. *J Trauma*. 2010 Feb;68(2):298–304.
136. Morrison JJ, Mellor A, Midwinter M, Mahoney PF, Clasper JC. Is pre-hospital thoracotomy necessary in the military environment? *Injury*. 2011 May;42(5):469–73.
137. Raux M, Harrois A, Gauss T, Hamada S. De la nécessité de registres français en traumatologie. *Annales françaises de médecine d'urgence*. 2012 May 1;2(3):153–5.
138. Traumabase. Paris terrorist attack: early lessons from the intensivists. *Crit Care*. 2016 Apr 8;20:88.

ANNEXE : CODES DIAGNOSTIQUES DE LA CIM10

| | |
|-------|--|
| S2701 | Pneumothorax traumatique avec plaie intrathoracique |
| S2711 | Hémothorax traumatique avec plaie intrathoracique |
| S2721 | Hemopneumothorax traumatique avec plaie intrathoracique |
| S2731 | Autres lésions traumatiques du poumon avec plaie intrathoracique |
| S2741 | Lésion traumatique des bronches avec plaie intrathoracique |
| S2751 | Lésion traumatique de la trachée thoracique avec plaie intrathoracique |
| S2761 | Lésion traumatique de la plèvre avec plaie intrathoracique |
| S2771 | Lésions traumatiques multiples des organes intrathoraciques avec plaie intrathoracique |
| S2781 | Lésion traumatique d'autres organes intrathoraciques précisés avec plaie intrathoracique |
| S2791 | Lésion traumatique d'organes intrathoraciques non précisés avec plaie intrathoracique |
| S2601 | Lésion traumatique du cœur avec hémopéricarde et plaie intrathoracique |
| S2681 | Autres lésions traumatiques du cœur avec plaie intrathoracique |
| S2691 | Lésion traumatique du cœur sans précision avec plaie intrathoracique |

ORIGINAL ARTICLE

Introduction :

Thoracic Injuries represent almost half of traumatized patients in France (1). Penetrating thoracic injuries (PTIs) are associated with higher severity scores and mortality than blunt trauma (2,3). Their incidence in Europe is 4 to 9% of trauma patients and tends to increase. However, few studies analyse specifically PTIs (4–6).

This study, therefore, aimed to describe and compare the demographics, injury patterns, surgical management and clinical outcomes of both military casualties and civilian patients who were admitted with PTIs to a Role-2 facility on the battlefield or to a French Military Level I Trauma Centre during a 12-year period between 2004 and 2016.

Materials and Methods :

A retrospective review was conducted of all PTI cases admitted to the Intensive Care Unit (ICU) or to the Thoracic Surgery Department of the Percy Military Teaching Hospital in Clamart, France, and to Role-2 or Role-3 facilities in war theatres between January 1st, 2004 and May 31th, 2016. Patients' medical charts were extracted from the PMSI (Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information), the hospital's discharge database, using PMSIPilot® software (PMSIPilot Inc., Lyon, France). The data were classified according to the following International Classification of Diseases ICD10 codes: S2701, S2711, S2721, S2731, S2741, S2751, S2761, S2771, S2781, S2791, S2601, S2681, S2691.

The French Military Health Service (FMHS) manage casualties on battlefield upon two main axes: damage control surgery and resuscitation performed by Forward Surgical Teams (FSTs) in Role-2 facilities, and early strategic aero-medical evacuation to France for definitive

treatment (7,8). Combat casualties' clinical data and their management on the battlefield were analysed from Role-2 medical charts. Patients Died Of Wounds (DOW) after first surgical care in Role-2 were included but not those who were Killed In Action (KIA).

Patients' medical charts collection are declared to the French Data Protection Authority (CNIL: declaration n° 453407v2). Patient demographics (age, gender, mechanism of injury), treatment, physiological parameters, Abbreviated Injury Scale (AIS), Injury Severity Score (ISS) (9), New Injury Severity Score (NISS) (10) and clinical outcomes were extracted.

PTI was defined as a traumatic injury with pleural space violation. This study did not include patients who had sustained a blunt thoracic trauma or iatrogenic injuries.

The Military Teaching Hospital in Percy is one of six Level I Trauma Centres located in the Paris area. The hospital manages military casualties evacuated from war theatres who had already received primary surgical care, but also civilian patients issued from the Paris area, France. The Trauma Team includes a Critical Care Leader, a Critical Care Fellow, a General Trauma Surgeon and Fellow and a Radiologist. A Neurosurgeon and an Orthopaedic Surgeon are on duty every day, and a Vascular & Thoracic Surgeon is on call 24-hours a day.

Patients admitted in the Emergency Department were all managed by the Trauma Team according to the protocol displayed in Figure 1, and current guidelines (11). Resuscitative thoracotomy was undertaken in cases of cardiac arrest or extreme haemodynamic instability after PTI. Surgical management during the 12-hours after initial medical care was defined as urgent surgical procedures.

Haemodynamic instability was defined as a systolic blood pressure lower than 90 mmHg or the necessity for vasopressive drugs (12). To avoid the adverse effects of early aggressive fluids resuscitation, permissive hypotension was tolerated and vasopressive drugs were administrated in accordance with a strategy of restricted volume replacement (12,13). Blood

products and tranexamic acid were also used in accordance with current recommendations (12). Massive transfusion was defined as a transfusion of more than four units of packed red blood cells (pRBC) during the first six hours (14–16).

Patients with acute respiratory distress were intubated before further investigation. A prophylactic antibiotic treatment was given in case of PTIs, which was composed of amoxicillin / clavulanic acid or, in case of known beta-lactam allergy, clindamycin/gentallin (11).

Results are reported as mean \pm standard deviation (SD), median (interquartile range) and numbers are presented as number of the total patient population (n=69) for categorical variables, unless otherwise stated. Statistical analysis was performed using R Statistical Software (Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, version 3.5.1). The univariate analysis was performed by a chi2 test whether the number was sufficient in both groups or an exact Fisher test if not. When the numbers compared were low, a non-parametric Mann-Whitney test was performed. For all comparisons, P-value less than 0.05 was considered significant.

Results :

Table 1 summarizes the demographic data and clinical features of the patients.

Initially, 127 patients with PTI from the PMSI hospital database and 109 casualties from military charts were identified as potential study subjects. After excluding patients without penetrating wounds and KIA, a total of 69 civilian and military patients were included in the final analysis. Seventeen patients were French soldiers first treated in a Role-2 hospital where they had received primary and emergency surgical care. Eleven of them survived and were repatriated to the Percy Military Teaching Hospital.

Sixty-six were males; the mean age was 35 ± 14 years. Fifty-seven had been victims of an assault.

Of the 69 patients, 9 presented with cardiac arrest upon hospital admission and 14 were haemodynamically unstable. Isolated PTI was the cause of haemodynamic instability in 8 patients. Sixty patients were admitted in the ICU. Blood products were given in 30 cases, which included 15 cases of massive transfusion. Table 2 represents initial resuscitative management.

The injuries sustained by the 69 patients included in the current study are listed in table 3 for thoracic injuries and table 4 for non-thoracic injuries. Thirty-seven patients had associated injuries, including abdominal lesions (mostly liver injuries, $n=15$). Twenty-four patients had sustained a thoraco-abdominal injury with Diaphragmatic Injury (DI).

Table 5 summarizes the management strategies and table 6 displays thoracic surgical procedures. Tube thoracostomy was performed alone in 24 of the 69 cases following stab wounds (SW) in 13 patients. A total of 53 out of 69 patients underwent a surgical procedure. Twenty-five thoracotomies were performed in 9 victims of gunshot wounds (GSW), 10 SW and 6 blast wounds. Ten of the 25 thoracotomies were resuscitative thoracotomies. Amongst the casualties who required urgent surgery, a combined procedure of a thoracotomy associated with laparotomy was required in 9 individuals.

Indications for thoracotomy included cardiac arrest or extreme haemodynamic instability management ($n=10$), haemostasis ($n=6$), foreign body removal ($n=4$), pericardial effusion management ($n=3$), pulmonary aerostasis ($n=1$), aortic injury management ($n=1$) and osteosynthesis of rib fractures ($n=1$). In 2 cases of ongoing bleeding, a second thoracotomy was performed. One patient had a missed intercostal artery injury and the other an haemorrhagic pulmonary suffusion with severe traumatic coagulopathy.

Thirteen of the 69 patients underwent video-assisted thoracoscopic surgery (VATS). All were haemodynamically stable. Only 2 required a conversion to thoracotomy due to technical difficulties. The indications included search and repair of a DI (n=8), the evacuation of persistent haemothorax (n=5), removal of a foreign body (n=2), management of pericardial effusion (n=1), and evacuation of a bony sequestrum (n=1). None of the surgical procedures was un-necessary performed.

Among the 17 French soldiers injured on the battlefield, six presented cardiac arrest on admission at Role-2 hospital. None survived after initial resuscitation and surgery. Their mean ISS was $30,3 \pm 19,1$ and their mean NISS was $29,2 \pm 9,9$. Eleven patients survived to the initial resuscitation, including 7 with haemodynamic instability at admission.

Twelve received a blood transfusion. Ten of them received massive transfusion.

Eleven of the 17 patients presented with multiple wounds and 6 presented with a thoracoabdominal injury. All soldiers were operated at a Role 2 surgical facility. Eleven thoracotomies and 9 laparotomies were performed.

The clinical outcomes for the 69 patients are summarized in Table 7.

Morbidity due to thoracic complications was recorded in 18 cases as a result of pneumonia despite appropriate antibiotic therapy (n=6), acute respiratory distress syndrome (n=3) and pulmonary embolism (n=2). Seven of them had non-thoracic complications, *i.e.* abdominal infection (n=4), multiple organ failure (n=3), sepsis (n=2), acute renal failure (n=1), and ischemic stroke (n=1).

Six military casualties died before their repatriation. Seven patients died after their admission at the Percy Military Teaching Hospital: five died of haemorrhagic shock, one of severe burn complications and the last from septic shock. None of the patients who underwent a

resuscitative thoracotomy survived at 24 hours, including the military casualties on the battlefield. Five patients died from isolated thoracic injuries.

Discussion :

The present study provides an insight into the clinical features, medico-surgical management and outcomes of 69 patients with PTIs over a 12-year period from 2004. To our knowledge, the present study is the largest review to-date of French PTI cases and is one of few European studies reporting the medical challenge presented by these patterns of injury (3,5).

Differences between civilian and military patients

In combat casualties injury mechanisms were firearm (59%) and shrapnel secondary to improvised explosive devices (IED) (41%). Our observation period analyses the soldiers serving during Operation Pamir in Afghanistan, up to the beginning of Operation Barkhane in the Sahelo-Saharan band, thus explaining the mixed injury profile of injured soldiers. Over a 10-year period in Iraq, about 75% of fatal injuries were caused by an explosion and about 20% by a GSW (12,87). In civilian patients, the profile is reversed, with 63% of patients suffering from SW, 29% from GSW and 8% from shrapnel.

The injury mechanisms were comparable to the European civil literature where the majority of wounds follow a stab wound (3,109). In the Dutch series by *Heus and al.* focusing on PTIs, 73% were stab wounds and 21% were gunshot wounds (50).

Injuries caused by war weapons are encountered in civilian environments during criminal or terrorist attacks.

Thus, the medical and surgical teams have to deal with severe injuries aggravated by the lack of military protective equipment (86).

Mortality

The difference of mortality between civilian and military patients was not significant. Haemorrhagic shock was the leading cause of death. The complexity of medical and surgical care for the casualties is initially due to the delay that can be very long before access to surgical care (110). The median evacuation time in the Sahelo-Saharan band was between 120 minutes and 390 minutes for the most severe patients (110,115). The concept of « Prolonged Field Care » displays the prolonged management of severe combat casualties in an austere setting with limited resources (117–119). Despite the implementation of American guidelines that reduced the KIA rate from 16 to 10%, the DOW rate remains stable at 4% (112,114).

We have to notice that the 6 military casualties who died before repatriation were in cardiac arrest at admission in Role-2. A resuscitative thoracotomy was performed on all of them. Time to evacuate from the battlefield to the Role-2 hospital is not known. This has a strong impact on the interpretation of the results because approximately 90% of combat-related deaths occur prior to the patient's arrival in a Medical Treatment Facility (17). Excluding all of the casualties who were in cardiac arrest at admission, probably out of any therapeutic resource, the mortality rate was 5%. Other studies report a mortality rate of 2.1 to 24,4% (5,12,18–21).

Surgical management

Furthermore, this study also found that out of 69 surgical procedures undertaken, 25 (36%) were thoracotomies (65% in combat casualties and 27% in civilian patients). For isolated PTIs, surgical management usually represents 10% to 24% of interventions in civilian hospitals (5,22–25). Of the few military reports published, however, thoracotomy is described as the primary method of surgical treatment and accounts for up to 53.6% of cases

(26), suggesting a more aggressive approach than in non-military institutions (27–29). The relative important number of thoracotomies in the present study may have been due to the mixed case. GSW and explosions represented the major penetrating mechanisms of injury in the patients who later required a thoracotomy. Moreover VATS is not disponible in French Role 2 on the battlefield. These facts explain the high rate of thoracotomy in the population.

In stable patients, most thoracic injuries were managed with tube thoracostomy (18). Tube thoracostomy is the only surgical procedure to manage PTIs in 50% to 70% cases (5,18,25,30). In our study, tube thoracostomy, as the only thoracic surgical procedure, in 35% of cases. We reported a higher rate of thoracic surgery and this may have been because of a broad hospital policy of surgical management by VATS but also by the mechanisms of injury, with a low rate of SW relative to a higher rate of GSW and schrapnel.

This work has demonstrated an increased number of positive indications to support the use of VATS in selected, stable patients. VATS has been previously described as representing an alternative surgical approach (31,32) ; it has been described as a safe, reliable, accurate, cost-effective diagnostic and therapeutic procedure for evaluating penetrating thoracic and thoracoabdominal trauma (31,33–35). The best indications for VATS are reported to be in the following procedures: evacuation of persistent haemothorax and/or post-traumatic collections (36,37), persistent pneumothorax or air leak (38) and removal of foreign bodies. Some authors have even advocated VATS for pericardial assessment (39).

Furthermore, VATS has been reported as an effective technique for the detection of DIs in haemodynamically stable victims of thoracoabdominal trauma (33). These injuries are often missed by high-performance Computed Tomography (CT) scans (40–43). Not only has the diagnostic accuracy of VATS been found to be 100% by *Bagheri* (44), but also half of the DIs in the present paper had been initially mis-diagnosed by CT-scans. Thus, based on our

results, we would argue for a broader use of VATS in suspected DI following PTI to improve the diagnosis and treatment.

Although the present study is one of the few currently available French studies analysing the management and outcomes of PTIs to date (39,45,46) there were inherent and unavoidable limitations within its design. These included its retrospective nature, the low number of cases, which limited statistical analysis, and a sample collection duration of 12 years during which time medical practices had evolved (47), especially with regards to the increased use of VATS.

Finally, it is recognised that since this study was carried out in only one medical centre as such it may not reflect practice patterns in other institutions.

Conclusion :

Mortality of PTIs remains high even when managed by a trained medical and surgical team in a Level I Trauma Centre or in a Role-2 on the battlefield. Direct life-threatening injuries and a high rate of haemodynamic instability make PTIs' management both a medical and surgical challenge. Associated extra-thoracic injuries with PTIs are frequent. PTIs following GSW and explosions require urgent surgical management. Our results indicated that VATS is a reliable diagnostic and therapeutic technique, for haemodynamically stable patients.

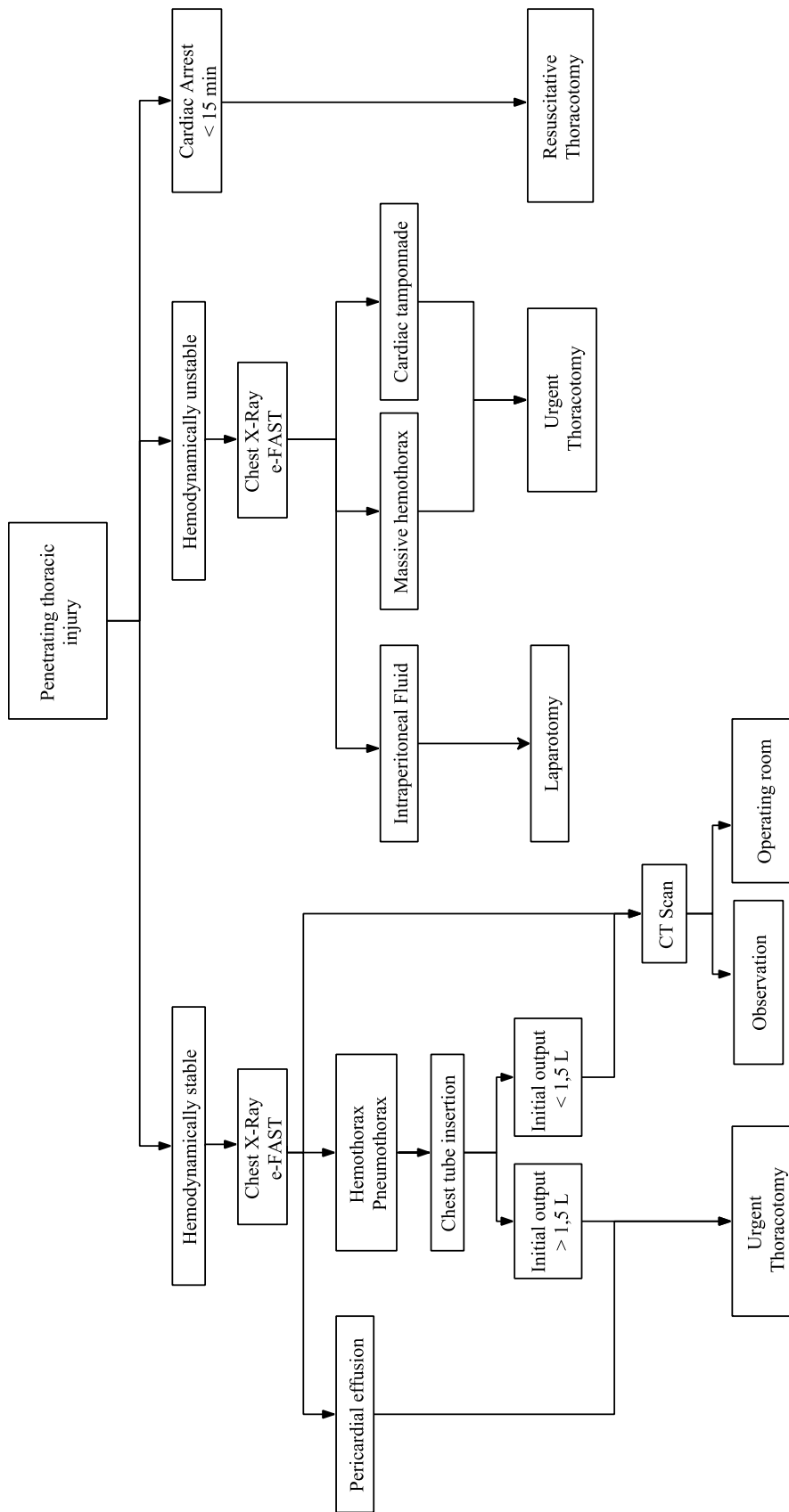


Figure 1: Surgical management protocol

Table 1. Patient demographics and clinical features data.

| | Civilian patients (n =52) | | Military patients (n = 17) | | p |
|--|------------------------------|-----|-------------------------------|------|--------------|
| Age ^c (years) | 36,7 ± 15,6 | | 30,0 ± 6,2 | | 0,19 |
| Male ^b | 49 | 94% | 17 | 100% | 0,57 |
| Mecanism of injury | | | | | |
| Stab wounds ^a | 33 | 63% | 0 | 0% | < 0,001 |
| Gunshot wounds ^a | 15 | 29% | 10 | 59% | 0,052 |
| Shrapnel ^b | 4 | 8% | 7 | 41% | < 0,01 |
| Cause of Injury | | | | | |
| Assault ^b | 41 | 79% | 16 | 94% | 0,27 |
| Suicide attempts ^b | 8 | 15% | 0 | 0% | 0,19 |
| Accident ^b | 3 | 6% | 1 | 6% | 1 |
| Non-thoracic injuries^a | 23 | 44% | 14 | 82% | 0,014 |
| Injury Pattern and Severity | | | | | |
| AIS thorax ^c | 3,4 ± 0,7 | | 4,1 ± 0,9 | | < 0,01 |
| AIS abdomen ^c | 1,1 ± 1,5 | | 3,2 ± 1,5 | | < 0,001 |
| ISS ^c | 17,7 ± 11,7 | | 34,4 ± 16,2 | | < 0,001 |
| NISS ^c | 21,2 ± 12,2 | | 35,6 ± 13,5 | | < 0,001 |
| Glasgow Coma Scale score ^c | 14,2 ± 2,9 | | 10,0 ± 5,3 | | < 0,001 |
| Haemodynamics on Arrival | | | | | |
| Stable ^a | 42 | 81% | 4 | 24% | < 0,001 |
| Unstable ^b | 7 | 13% | 7 | 41% | 0,032 |
| Cardiac arrest on admission ^b | 3 | 6% | 6 | 35% | < 0,01 |

AIS = Abbreviated Injury Score; ISS = Injury Severity Score. NISS = New Injury Severity Score.

The data are expressed as n and % or as mean ± SD. Univariate analysis performed with ^aχ² test, ^bFisher exact test, or ^cMann–Whitney U test.

Table 2 : Initial resuscitative management of patients with PTIs

| | Civilian patients (n =52) | | Military patients (n = 17) | | P |
|--|------------------------------|-----|-------------------------------|-----|-------------------|
| Vasopressors^b | 9 | 17% | 13 | 76% | < 0,001 |
| Time of vasopressors, days | 1,5 (1,0 – 4,0) | | 1,0 (1,0 – 2,25) | | 0,38 |
| Transfusion | | | | | |
| Transfusion ^a | 18 | 35% | 12 | 86% | < 0,01 |
| Massive transfusion ^b | 5 | 10% | 10 | 59% | < 0,001 |
| pRBCs per patient, mean ^c | 3,33 ± 3,88 | | 4,00 ± 3,72 | | 0,29 |
| Platelets per patient, mean ^c | 0,22 ± 0,43 | | 0,64 ± 2,11 | | 0,47 |
| Plasma per patient, mean ^c | 1,94 ± 3,42 | | 4,00 ± 5,44 | | 0,19 |
| Whole Blood per patient, mean ^c | 0 | | 1,50 ± 2,47 | | 0,11 |
| Mechanical ventilation^a | 24 | 46% | 16 | 94% | < 0,01 |

pRBCs = packed red blood cells.

The data are expressed as n and % or as mean ± SD. Univariate analysis performed with ^a χ^2 test, ^bFisher exact test, or ^cMann–Whitney U test.

Table 3 : Thoracic Injuries sustained by patients admitted with PTIs

| | Civilian patients (n =52) | | Military patients (n = 17) | | p |
|-----------------------------------|------------------------------|-----|-------------------------------|-----|--------------|
| Hemothorax ^b | 37 | 71% | 14 | 82% | 0,53 |
| Pneumothorax ^a | 35 | 67% | 12 | 71% | 1 |
| Lung Injury ^a | 35 | 67% | 12 | 71% | 1 |
| Diaphragm ^a | 18 | 35% | 6 | 35% | 1 |
| Pericardial Effusion ^b | 4 | 8% | 5 | 29% | 0,035 |
| Rib Fractures ^b | 9 | 17% | 5 | 29% | 0,31 |
| Heart Laceration ^b | 3 | 6% | 4 | 24% | 0,057 |
| Aorta ^b | 0 | 0% | 1 | 6% | 0,25 |
| Flail chest ^b | 2 | 4% | 1 | 6% | 1 |
| Intercostal Vessels ^b | 4 | 8% | 1 | 6% | 0,63 |
| Subclavian Vessels ^b | 4 | 8% | 1 | 6% | 1 |
| Azygos Vein ^b | 1 | 2% | 0 | 0% | 1 |

The data are expressed as n and %. Univariate analysis performed with ^a χ^2 test, ^bFisher exact test, or ^cMann–Whitney U test.

The sum of the percentages may be greater than 100 because the same patient may have several lesions.

Table 4 : Non-thoracic injuries sustained by patients admitted with PTIs

| | Civilian patients (n =52) | | Military patients (n = 17) | | p |
|--------------------------------|------------------------------|-----|-------------------------------|-----|--------------|
| Solid Organ* ^a | 16 | 31% | 7 | 41% | 0,62 |
| Lower Extremities ^b | 3 | 6% | 4 | 24% | 0,057 |
| Hollow Viscus** ^b | 7 | 13% | 4 | 24% | 0,45 |
| Upper Extremities ^b | 5 | 10% | 3 | 18% | 0,4 |
| Spinal Fracture ^b | 1 | 2% | 3 | 18% | 0,044 |
| Head Injury ^b | 0 | 0% | 1 | 6% | 0,25 |

**Solid organ: liver, spleen or kidney **Hollow viscus: stomach, small bowel or colon.*

The data are expressed as n and %. Univariate analysis performed with ^a χ^2 test, ^bFisher exact test, or ^cMann–Whitney U test.

The sum of the percentages may be greater than 100 because the same patient may have several lesions.

Table 5 : Management of PTIs

| | Civilian patients (n =52) | | Military patients (n = 17) | | p |
|--------------------------------------|------------------------------|-----|-------------------------------|-----|--------------|
| Thoracic surgery^a | 25 | 48% | 13 | 76% | 0,078 |
| Thoracotomy^a | 14 | 27% | 11 | 65% | 0,012 |
| Resuscitative T. ^b | 4 | 8% | 6 | 35% | 0,011 |
| Urgent T. ^b | 1 | 2% | 1 | 6% | 0,43 |
| VATS^b | 11 | 21% | 2 | 12% | 0,5 |
| Chest tube only^a | 20 | 38% | 4 | 24% | 0,41 |
| Observation^b | 6 | 12% | 0 | 0% | 0,32 |
| Abdominal surgery^a | 18 | 35% | 9 | 53% | 0,32 |

VATS = Video-Assisted Thoracoscopic Surgery.

The data are expressed as n and %. Univariate analysis performed with ^a χ^2 test, ^bFisher exact test, or ^cMann–Whitney U test.

Table 6 : Thoracic procedures performed in patients with PTIs

| | Civilian patients (n =52) | | Military patients (n = 17) | |
|---------------------------|------------------------------|----------------|-------------------------------|---------------|
| | Thoracotomy (n=14) | VATS (n=11) | Thoracotomy (n=11) | VATS (n=2) |
| Chest Wall Haemostasis | 9 | 2 | 8 | 2 |
| Exploration and Lavage | 7 | 6 | 2 | 2 |
| Pericardial Window | 5 | 1 | 2 | 0 |
| Resuscitative Thoracotomy | 4 | 0 | 6 | 0 |
| Diaphragmatic Repair | 3 | 4 | 2 | 1 |
| Lung Suture | 3 | 0 | 1 | 0 |
| Large Blood Vessel Suture | 2 | 0 | 1 | 0 |
| Foreign Body Removal | 2 | 1 | 3 | 1 |
| Cardiac repair | 2 | 0 | 1 | 0 |
| Rib Osteosynthesis | 2 | 0 | 0 | 0 |

The data are expressed as n.

Table 7 : Patient outcome, complications and discharge details

| | Civilian patients (n =52) | | Military patients (n = 17) | | p |
|---------------------------------|------------------------------|-----|-------------------------------|------|------------------|
| Mortality | 7 | 13% | 6 | 35% | 0,071 |
| Morbidity | | | | | |
| Thoracic Complications | 9 | 17% | 9 | 53% | < 0,01 |
| Pneumonia | 4 | 8% | 2 | 12% | 0,63 |
| ARDS | 2 | 4% | 1 | 6% | 0,44 |
| Mechanical Ventilation > 24 h | 7 | 13% | 7 | 41% | 0,032 |
| Median time (days) | 5,0 (3,0 – 13,0) | | 5,0 (4,0 – 7,8) | | 0,31 |
| Non-Thoracic Complications | 4 | 8% | 3 | 18% | 0,35 |
| ICU on Initial Admission | 43 | 83% | 17 | 100% | 0,1 |
| ICU LOS (days) | 3,0 (1,0 – 6,0) | | 6,0 (1,0 – 7,0) | | 0,31 |
| Hospital LOS (days) | 6,5 (3,0 – 11,3) | | 17,0 (1,0 – 33,0) | | 0,36 |

ARDS = Acute Respiratory Distress Syndrome; ICU = Intensive Care Unit; LOS = Length of Stay.

The data are expressed as n and % or as mean \pm SD. Univariate analysis performed with ^a χ^2 test, ^bFisher exact test, or ^cMann–Whitney U test.

The sum of the percentages may be greater than 100 because the same patient may have several lesions.

Abbreviations

AIS - Abbreviated Injury Scale

ARDS - Acute Respiratory Distress Syndrome

CNIL – Commission Nationale de l’Informatique et des Libertés (French Data Protection Authority)

CT - Computed Tomography

DI – Diaphragmatic Injury

DOW – Died Of Wounds

FMMS - French Military Medical Service

FST – Forward Surgical Team

GSW - Gunshot Wound

ICD – International Classification of Disease

ICU - Intensive Care Unit

IED – Improvised Explosive Device

ISS - Injury Severity Score

KIA – Killed In Action

LOS – Length of Stay

NISS – New Injury Severity Score

PMSI - Programme de Médicalisation des Systèmes d’Information (French Hospital Records System)

pRBC - Packed Red Blood Cells

PTI - Penetrating Thoracic Injury

SW – Stab Wound

SD - \pm Standard Deviation of the Mean

VATS - Video-Assisted Thoracoscopic Surgery

Conflict of interest

None declared.

References

1. Yeguiayan J-M, Garrigue D, Binquet C, Jacquot C, Duranteau J, Martin C, et al. Prise en charge actuelle du traumatisé grave en France : premier bilan de l'étude FIRST (French Intensive care Recorded in Severe Trauma). *Annales françaises de médecine d'urgence*. 2012 May 1;2(3):156–63.
2. Ottochian M, Salim A, DuBose J, Teixeira PGR, Chan LS, Margulies DR. Does age matter? The relationship between age and mortality in penetrating trauma. *Injury*. 2009 Apr;40(4):354–7.
3. Stormann P, Gartner K, Wyen H, Lustenberger T, Marzi I, Wutzler S. Epidemiology and outcome of penetrating injuries in a Western European urban region. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2016 Dec;42(6):663–9.
4. 20 years of trauma documentation in Germany--actual trends and developments. *Injury*. 2014 Oct;45 Suppl 3:S14–9.
5. Heus C, Mellema JJ, Giannakopoulos GF, Zuidema WP. Outcome of penetrating chest injuries in an urban level I trauma center in the Netherlands. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2015 Apr 25;
6. Khorsandi M, Skouras C, Prasad S, Shah R. Major cardiothoracic trauma: Eleven-year review of outcomes in the North West of England. *Ann R Coll Surg Engl*. 2015 May;97(4):298–303.
7. Pasquier P, Dubost C, Boutonnet M, Chrisment A, Villevieille T, Batjom E, et al. Predeployment training for forward medicalisation in a combat zone: the specific policy of the French Military Health Service. *Injury*. 2014 Sep;45(9):1307–11.
8. de Lesquen H, Beranger F, Berbis J, Boddaert G, Poichotte A, Pons F, et al. Challenges in war-related thoracic injury faced by French military surgeons in Afghanistan (2009-2013). *Injury*. 2016 Sep;47(9):1939–44.
9. Baker SP, O'Neill B, Haddon WJ, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974 Mar;14(3):187–96.
10. Osler T, Baker SP, Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J Trauma*. 1997 Dec;43(6):922–5; discussion 925–6.
11. Bouzat P, Raux M, David JS, Tazarourte K, Galinski M, Desmettre T, et al. Chest trauma: First 48hours management. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2017 Apr;36(2):135–45.
12. Rossaint R, Bouillon B, Cerny V, Coats TJ, Duranteau J, Fernandez-Mondejar E, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fourth edition. *Crit Care*. 2016 Apr 12;20:100.

13. Bougle A, Harrois A, Duranteau J. Resuscitative strategies in traumatic hemorrhagic shock. *Ann Intensive Care*. 2013 Jan 12;3(1):1.
14. Moore FA, Nelson T, McKinley BA, Moore EE, Nathens AB, Rhee P, et al. Massive transfusion in trauma patients: tissue hemoglobin oxygen saturation predicts poor outcome. *J Trauma*. 2008 Apr;64(4):1010–23.
15. Brasel KJ, Vercruyse G, Spinella PC, Wade CE, Blackburn LH, Borgman MA, et al. The association of blood component use ratios with the survival of massively transfused trauma patients with and without severe brain injury. *J Trauma*. 2011 Aug;71(2 Suppl 3):S343–52.
16. Niles SE, McLaughlin DF, Perkins JG, Wade CE, Li Y, Spinella PC, et al. Increased mortality associated with the early coagulopathy of trauma in combat casualties. *J Trauma*. 2008 Jun;64(6):1459–63; discussion 1463–5.
17. Eastridge BJ, Mabry RL, Seguin P, Cantrell J, Tops T, Uribe P, et al. Death on the battlefield (2001-2011): implications for the future of combat casualty care. *J Trauma Acute Care Surg*. 2012 Dec;73(6 Suppl 5):S431–7.
18. Vasquez JC, Castaneda E, Bazan N. Management of 240 cases of penetrating thoracic injuries. *Injury*. 1997 Jan;28(1):45–9.
19. Clarke DL, Quazi MA, Reddy K, Thomson SR. Emergency operation for penetrating thoracic trauma in a metropolitan surgical service in South Africa. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011 Sep;142(3):563–8.
20. Keneally R, Szpisjak D. Thoracic trauma in Iraq and Afghanistan. *J Trauma Acute Care Surg*. 2013 May;74(5):1292–7.
21. Wafaisade A, Paffrath T, Lefering R, Ludwig C, Frohlich M, Mutschler M, et al. Patterns of early resuscitation associated with mortality after penetrating injuries. *Br J Surg*. 2015 Sep;102(10):1220–8; discussion 1228.
22. Hunt PA, Greaves I, Owens WA. Emergency thoracotomy in thoracic trauma—a review. *Injury*. 2006 Jan;37(1):1–19.
23. Loogna P, Bonanno F, Bowley DM, Doll D, Girgensohn R, Smith MD, et al. Emergency thoracic surgery for penetrating, non-mediastinal trauma. *ANZ J Surg*. 2007 Mar;77(3):142–5.
24. Demetriades D, Rabinowitz B, Markides N. Indications for thoracotomy in stab injuries of the chest: a prospective study of 543 patients. *Br J Surg*. 1986 Nov;73(11):888–90.
25. Mandal AK, Sanusi M. Penetrating chest wounds: 24 years experience. *World J Surg*. 2001 Sep;25(9):1145–9.
26. Biocina B, Sutlic Z, Husedzinovic I, Rudez I, Ugljen R, Letica D, et al. Penetrating cardiothoracic war wounds. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1997 Mar;11(3):399–405.

27. McNamara JJ, Messersmith JK, Dunn RA, Molot MD, Stremple JF. Thoracic injuries in combat casualties in Vietnam. *Ann Thorac Surg.* 1970 Nov;10(5):389–401.
28. Zakharia AT. Thoracic battle injuries in the Lebanon War: review of the early operative approach in 1,992 patients. *Ann Thorac Surg.* 1985 Sep;40(3):209–13.
29. Placak B. Radical approach to pulmonary gunshot injuries. *Int Surg.* 1967 Dec;48(6):536–9.
30. Scapolan MB, Vieira NLP, Nitrini SS, Saad Junior R, Goncalves R, Perlingeiro JAG, et al. Thoracic trauma: analysis of 100 consecutive cases. *Einstein (Sao Paulo).* 2010 Sep;8(3):339–42.
31. Ochsner MG, Rozycki GS, Lucente F, Wherry DC, Champion HR. Prospective evaluation of thoracoscopy for diagnosing diaphragmatic injury in thoracoabdominal trauma: a preliminary report. *J Trauma.* 1993 May;34(5):704–9; discussion 709–10.
32. Fabbrucci P, Nocentini L, Secci S, Manzoli D, Brusino A, Fedi M, et al. Video-assisted thoracoscopy in the early diagnosis and management of post-traumatic pneumothorax and hemothorax. *Surg Endosc.* 2008 May;22(5):1227–31.
33. Petrone P, Asensio JA. Surgical management of penetrating pulmonary injuries. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2009 Feb 23;17:8.
34. Spann JC, Nwariaku FE, Wait M. Evaluation of video-assisted thoracoscopic surgery in the diagnosis of diaphragmatic injuries. *Am J Surg.* 1995 Dec;170(6):628–30; discussion 630–1.
35. Manlulu AV, Lee TW, Thung KH, Wong R, Yim APC. Current indications and results of VATS in the evaluation and management of hemodynamically stable thoracic injuries. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2004 Jun;25(6):1048–53.
36. Oosthuizen GV, Clarke DL, Laing GL, Bruce J, Kong VY, Van Staden N, et al. Introducing video-assisted thoracoscopy for trauma into a South African township hospital. *World J Surg.* 2013 Jul;37(7):1652–5.
37. Navsaria PH, Vogel RJ, Nicol AJ. Thoracoscopic evacuation of retained posttraumatic hemothorax. *Ann Thorac Surg.* 2004 Jul;78(1):282–5; discussion 285–6.
38. Schermer CR, Matteson BD, Demarest GB 3rd, Albrecht RM, Davis VH. A prospective evaluation of video-assisted thoracic surgery for persistent air leak due to trauma. *Am J Surg.* 1999 Jun;177(6):480–4.
39. Pons F, Lang-Lazdunski L, de Kerangal X, Chapuis O, Bonnet PM, Jancovici R. The role of videothoracoscopy in management of precordial thoracic penetrating injuries. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002 Jul;22(1):7–12.
40. Gelman R, Mirvis SE, Gens D. Diaphragmatic rupture due to blunt trauma: sensitivity

of plain chest radiographs. *AJR Am J Roentgenol.* 1991 Jan;156(1):51–7.

41. Chen JC, Wilson SE. Diaphragmatic injuries: recognition and management in sixty-two patients. *Am Surg.* 1991 Dec;57(12):810–5.

42. Dreizin D, Bergquist PJ, Taner AT, Bodanapally UK, Tirada N, Munera F. Evolving concepts in MDCT diagnosis of penetrating diaphragmatic injury. *Emerg Radiol.* 2015 Apr;22(2):149–56.

43. Ilhan M, Bulakci M, Bademler S, Gok AFK, Azamat IF, Ertekin C. The diagnostic efficacy of computed tomography in detecting diaphragmatic injury secondary to thoracoabdominal penetrating traumas: a comparison with diagnostic laparoscopy. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2015 Dec;21(6):484–90.

44. Bagheri R, Tavassoli A, Sadrizadeh A, Mashhadi MR, Shahri F, Shojaeian R. The role of thoracoscopy for the diagnosis of hidden diaphragmatic injuries in penetrating thoracoabdominal trauma. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009 Aug;9(2):195–7; discussion 197–8.

45. Avaro J-P, Grisoli D, Gariboldi V, Piccardo A, Riberi A, Kerbaul F, et al. [Surgical management of cardiac wounds: cardiac or general surgical service?]. *J Chir (Paris).* 2008 Feb;145(1):42–5.

46. Barbois S, Abba J, Guigard S, Quesada JL, Pirvu A, Waroquet PA, et al. Management of penetrating abdominal and thoraco-abdominal wounds: A retrospective study of 186 patients. *J Visc Surg.* 2016 Jun 15;

47. Bohmer AB, Poels M, Kleinbrahm K, Lefering R, Paffrath T, Bouillon B, et al. Change of initial and ICU treatment over time in trauma patients. An analysis from the TraumaRegister DGU(R). *Langenbecks Arch Surg.* 2016 Jun;401(4):531–40.

Traumatismes thoraciques pénétrants : Analyse rétrospective de 69 cas civils et militaires pris en charge dans un centre de traumatologie français

Introduction :

Les Traumatismes Thoraciques Pénétrants (TTP) sont un challenge médico-chirurgical pour les équipes de traumatologie. Il existe peu de données européennes publiées s'y intéressant. Le but de l'étude était d'analyser les critères démographiques, les mécanismes lésionnels, la prise en charge médico-chirurgicale et la morbi-mortalité de patients militaires et civils, pris en charge dans un Hôpital d'Instruction des Armées (HIA) sur une période de 12 ans.

Patients et méthodes :

Tous les patients présentant un TTP admis à l'HIA Percy et en rôle 2 en opération extérieure entre le 1^{er} janvier 2004 et le 31 mai 2016 ont été inclus.

Résultats :

Soixante-neuf patients ont été inclus, dont 17 patients militaires. Les mécanismes lésionnels étaient majoritairement par arme blanche chez les patients civils (63%), par arme à feu (59%) et polycrissage (41%) chez les patients militaires. Le *NISS* était de $35,6 \pm 13,5$ chez les militaires et de $21,2 \pm 12,2$ chez les civils. Vingt-neuf (33%) patients étaient instables ou en arrêt cardio-respiratoires à l'admission, 30 (43%) ont été transfusés.

Trente-huit (55%) patients ont bénéficié de chirurgie thoracique, 25 thoracotomies ont été réalisées. Treize thoroscopies ont été réalisées chez des patients stables. La mortalité intra-hospitalière était de 18,8%.

Conclusion :

Une approche médico-chirurgicale anticipée et protocolisée doit permettre une prise en charge efficace de patients graves, hémorragiques et nécessitant un recours fréquent à la chirurgie.

Traumatisme thoracique pénétrant ; Arme blanche ; Arme à feu ; Médecine militaire ; Thoroscopie ; Polycrissage

Penetrating Thoracic Injuries: A Retrospective Analysis from a French Military Trauma Centre

Introduction :

Penetrating Thoracic Injuries (PTIs) are a medico-surgical challenge for trauma teams.

Few european studies focus on the specificity of PTIs.

The aim of this study was to analyse the demographics, injury patterns, surgical management and clinical outcomes of civilian and military patients who were admitted to a French Military Teaching Hospital with PTIs over a twelve-year period.

Patients and methods :

All patients with PTIs admitted to a Level I Trauma Centre and to Role-2 facilities in war theatres between January 1, 2004 and May 31, 2016 were included.

Results :

A total of 69 patients were included, of whom 17 were military casualties.

Mechanisms of injury were first stabwounds for civilian patients (63%), gunshotwounds (59%) and shrapnel (41%) for military casualties. *NISS* was $35,6 \pm 13,5$ for military casualties, $21,2 \pm 12,2$ for civilians. 29 (33%) patients were unstable or in cardiac arrest on admission. 30 (43%) were transfused. 38 (55%) patients had thoracic surgery, 25 thoracotomy were performed. 13 thoroscopies were performed in stable patients.

Intra-hospital mortality was 18,8%.

Conclusion :

An anticipated medico-surgical and protocol approach must allow the effective management of severe and hemorrhagic patients, who require frequent recourse to surgery.

Penetrating thoracic injury ; Stab wound ; Gunshot wound ; Military medicine ; Video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) ; Shrapnel

Université Paris Descartes
Faculté de Médecine Paris Descartes
15, rue de l'Ecole de Médecine
75270 Paris cedex 06