



HAL
open science

Comparaison de deux stratégies de prise en charge des volets thoraciques en région Rhône-Alpes : ostéosynthèse costale ou traitement médical standard ?

Caroline Sergent

► To cite this version:

Caroline Sergent. Comparaison de deux stratégies de prise en charge des volets thoraciques en région Rhône-Alpes : ostéosynthèse costale ou traitement médical standard ?. Médecine humaine et pathologie. 2015. dumas-01148005

HAL Id: dumas-01148005

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01148005>

Submitted on 4 May 2015

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.

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

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 une poursuite pénale.

Contact au SICD1 de Grenoble : **thesebum@ujf-grenoble.fr**

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER
FACULTE DE MEDECINE DE GRENOBLE

Année : 2015

N°

COMPARAISON DE DEUX STRATEGIES
DE PRISE EN CHARGE
DES VOLETS THORACIQUES
EN REGION RHONE-ALPES :

OSTEOSYNTHESE COSTALE OU
TRAITEMENT MEDICAL STANDARD ?

THESE
PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE
DIPLOME D'ETAT

Caroline SERGENT

Né(e) le 07/05/1986

A Montpellier

THESE SOUTENUE PUBLIQUEMENT A LA FACULTE DE MEDECINE DE GRENOBLE* le
24 avril 2015

DEVANT LE JURY COMPOSE DE

Président du jury :
Mme le Pr CARPENTIER Françoise

Membres
Mr le Pr PISON Christophe
Mr le Dr BOUZAT Pierre
Mme le Dr DUCOS Caroline
Mr le Dr LEVRAT Albrice, directeur de thèse

**La Faculté de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.*

Doyen de la Faculté : **M. le Pr. Jean Paul ROMANET**

Année 2014-2015

ENSEIGNANTS A L'UFR DE MEDECINE

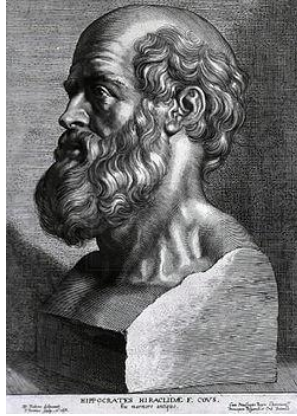
CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	ALBALADEJO Pierre	Anesthésiologie réanimation
PU-PH	APTEL Florent	Ophthalmologie
PU-PH	ARVIEUX-BARTHELEMY Catherine	chirurgie générale
PU-PH	BALOSSO Jacques	Radiothérapie
PU-PH	BARRET Luc	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	BENHAMOU Pierre Yves	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BERGER François	Biologie cellulaire
PU-PH	BETTEGA Georges	Chirurgie maxillo-faciale, stomatologie
MCU-PH	BIDART-COUTTON Marie	Biologie cellulaire
MCU-PH	BOISSET Sandrine	Agents infectieux
PU-PH	BONAZ Bruno	Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie
MCU-PH	BONNETERRE Vincent	Médecine et santé au travail
PU-PH	BOSSON Jean-Luc	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	BOTTARI Serge	Biologie cellulaire
PU-PH	BOUGEROL Thierry	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	BOUILLET Laurence	Médecine interne
MCU-PH	BOUZAT Pierre	Réanimation
PU-PH	BRAMBILLA Christian	Pneumologie
PU-PH	BRAMBILLA Elisabeth	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	BRENIER-PINCHART Marie Pierre	Parasitologie et mycologie
PU-PH	BRICAULT Ivan	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	BRICHON Pierre-Yves	Chirurgie thoracique et cardio- vasculaire
MCU-PH	BRIOT Raphaël	Thérapeutique, médecine d'urgence
PU-PH	CAHN Jean-Yves	Hématologie
MCU-PH	CALLANAN-WILSON Mary	Hématologie, transfusion
PU-PH	CARPENTIER Françoise	Thérapeutique, médecine d'urgence
PU-PH	CARPENTIER Patrick	Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire

PU-PH	CESBRON Jean-Yves	Immunologie
PU-PH	CHABARDES Stephan	Neurochirurgie
PU-PH	CHABRE Olivier	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	CHAFFANJON Philippe	Anatomie
PU-PH	CHAVANON Olivier	Chirurgie thoracique et cardio- vasculaire
PU-PH	CHIQUET Christophe	Ophthalmologie
PU-PH	CINQUIN Philippe	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	COHEN Olivier	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	COUTURIER Pascal	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	CRACOWSKI Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PU-PH	DE GAUDEMARIS Régis	Médecine et santé au travail
PU-PH	DEBILLON Thierry	Pédiatrie
MCU-PH	DECAENS Thomas	Gastro-entérologie, Hépatologie
PU-PH	DEMATTEIS Maurice	Addictologie
PU-PH	DEMONGEOT Jacques	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	DERANSART Colin	Physiologie
PU-PH	DESCOTES Jean-Luc	Urologie
MCU-PH	DETANTE Olivier	Neurologie
MCU-PH	DIETERICH Klaus	Génétique et procréation
MCU-PH	DOUTRELEAU Stéphane	Physiologie
MCU-PH	DUMESTRE-PERARD Chantal	Immunologie
PU-PH	EPAULARD Olivier	Maladies Infectieuses et Tropicales
PU-PH	ESTEVE François	Biophysique et médecine nucléaire
MCU-PH	EYSSERIC Hélène	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	FAGRET Daniel	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	FAUCHERON Jean-Luc	chirurgie générale
MCU-PH	FAURE Julien	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	FERRETTI Gilbert	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	FEUERSTEIN Claude	Physiologie
PU-PH	FONTAINE Éric	Nutrition
PU-PH	FRANCOIS Patrice	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	GARBAN Frédéric	Hématologie, transfusion
PU-PH	GAUDIN Philippe	Rhumatologie
PU-PH	GAVAZZI Gaétan	Gériatrie et biologie du vieillissement
PU-PH	GAY Emmanuel	Neurochirurgie
MCU-PH	GILLOIS Pierre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	GODFRAIND Catherine	Anatomie et cytologie pathologiques (type clinique)

MCU-PH	GRAND Sylvie	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	GRIFFET Jacques	Chirurgie infantile
MCU-PH	GUZUN Rita	Endocrinologie, diabétologie, nutrition, éducation thérapeutique
PU-PH	HALIMI Serge	Nutrition
PU-PH	HENNEBICQ Sylviane	Génétique et procréation
PU-PH	HOFFMANN Pascale	Gynécologie obstétrique
PU-PH	HOMMEL Marc	Neurologie
PU-PH	JOUK Pierre-Simon	Génétique
PU-PH	JUVIN Robert	Rhumatologie
PU-PH	KAHANE Philippe	Physiologie
PU-PH	KRACK Paul	Neurologie
PU-PH	KRAINIK Alexandre	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	LABARERE José	Epidémiologie ; Eco. de la Santé
PU-PH	LANTUEJOL Sylvie	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	LAPORTE François	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH	LARDY Bernard	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH	LARRAT Sylvie	Bactériologie, virologie
MCU-PH	LAUNOIS-ROLLINAT Sandrine	Physiologie
PU-PH	LECCIA Marie-Thérèse	Dermato-vénéréologie
PU-PH	LEROUX Dominique	Génétique
PU-PH	LEROY Vincent	Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie
PU-PH	LETOUBLON Christian	chirurgie générale
PU-PH	LEVY Patrick	Physiologie
MCU-PH	LONG Jean-Alexandre	Urologie
PU-PH	MACHECOURT Jacques	Cardiologie
PU-PH	MAGNE Jean-Luc	Chirurgie vasculaire
MCU-PH	MAIGNAN Maxime	Thérapeutique, médecine d'urgence
PU-PH	MAITRE Anne	Médecine et santé au travail
MCU-PH	MALLARET Marie-Reine	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-PH	MARLU Raphaël	Hématologie, transfusion
MCU-PH	MAUBON Danièle	Parasitologie et mycologie
PU-PH	MAURIN Max	Bactériologie - virologie
MCU-PH	MCLEER Anne	Cytologie et histologie
PU-PH	MERLOZ Philippe	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	MORAND Patrice	Bactériologie - virologie
PU-PH	MOREAU-GAUDRY Alexandre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	MORO Elena	Neurologie
PU-PH	MORO-SIBILOT Denis	Pneumologie

MCU-PH	MOUCHET Patrick	Physiologie
PU-PH	MOUSSEAU Mireille	Cancérologie
PU-PH	MOUTET François	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brûlogie
MCU-PH	PACLET Marie-Hélène	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	PALOMBI Olivier	Anatomie
PU-PH	PARK Sophie	Hémato - transfusion
PU-PH	PASSAGGIA Jean-Guy	Anatomie
PU-PH	PAYEN DE LA GARANDERIE Jean-François	Anesthésiologie réanimation
MCU-PH	PAYSANT François	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	PELLETIER Laurent	Biologie cellulaire
PU-PH	PELLOUX Hervé	Parasitologie et mycologie
PU-PH	PEPIN Jean-Louis	Physiologie
PU-PH	PERENNOU Dominique	Médecine physique et de réadaptation
PU-PH	PERNOD Gilles	Médecine vasculaire
PU-PH	PIOLAT Christian	Chirurgie infantile
PU-PH	PISON Christophe	Pneumologie
PU-PH	PLANTAZ Dominique	Pédiatrie
PU-PH	POLACK Benoît	Hématologie
PU-PH	POLOSAN Mircea	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	PONS Jean-Claude	Gynécologie obstétrique
PU-PH	RAMBEAUD Jacques	Urologie
MCU-PH	RAY Pierre	Génétique
PU-PH	REYT Émile	Oto-rhino-laryngologie
MCU-PH	RIALLE Vincent	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	RIGHINI Christian	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	ROMANET J. Paul	Ophthalmologie
MCU-PH	ROUSTIT Matthieu	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique, addictologie
MCU-PH	ROUX-BUISSON Nathalie	Biochimie, toxicologie et pharmacologie
PU-PH	SARAGAGLIA Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologie
MCU-PH	SATRE Véronique	Génétique
PU-PH	SAUDOU Frédéric	Biologie Cellulaire
PU-PH	SCHMERBER Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	SCHWEBEL-CANALI Carole	Réanimation médicale
PU-PH	SCOLAN Virginie	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	SEIGNEURIN Arnaud	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	STAHL Jean-Paul	Maladies infectieuses, maladies tropicales
PU-PH	STANKE Françoise	Pharmacologie fondamentale
MCU-PH	STASIA Marie-José	Biochimie et biologie moléculaire

PU-PH	TAMISIER Renaud	Physiologie
PU-PH	TONETTI Jérôme	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	TOUSSAINT Bertrand	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	VANZETTO Gérald	Cardiologie
PU-PH	VUILLEZ Jean-Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	WEIL Georges	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	ZAOUI Philippe	Néphrologie
PU-PH	ZARSKI Jean-Pierre	Gastro-entérologie, hépatologie, addictologie



SERMEN D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'HIPPOCRATE, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuitement à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intimité des maisons, mes yeux n'y verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.*

REMERCIEMENTS

A Madame le Pr Françoise CARPENTIER,

Merci d'avoir accepté la présidence de ce jury de thèse. Merci de m'avoir permise d'accéder à l'exercice de la médecine d'urgence.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.

A Monsieur le Pr Christophe PISON,

Vous me faites l'honneur d'avoir accepté de juger ce travail. Je vous en remercie grandement. Votre expérience de pneumologue apportera un éclairage indispensable sur le devenir de ces patients traumatisés thoraciques.

A Monsieur le Dr Pierre BOUZAT,

Je suis honorée que vous ayez accepté de juger ce travail. Soyez assuré de mes plus sincères remerciements.

A Madame le Dr Caroline DUCOS,

Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail. Votre opinion de chirurgien était importante à mes yeux sur cette étude. Soyez assurée de ma gratitude.

A mon directeur de thèse, Monsieur le Dr Albrice LEVRAT,

Je te remercie de la confiance que tu m'as portée en me confiant ce sujet de thèse. Ta disponibilité et ton aide ont été très précieuses et ont fait de ce travail une belle expérience. Tes qualités, tant humaines que professionnelles, sont pour moi des exemples.

Aux Dr Jean-Michel MAURY, Jean-Stéphane DAVID, Guillaume MARCOTTE :

Merci pour votre implication dans ce travail.

Au Dr François-Xavier AGERON

Merci pour le temps que vous avez patiemment consacré aux analyses statistiques.

A Valérie Descombe

Merci pour ton aide « bibliographique ».

A mes relecteurs : mes parents, Aurélie, Amandine et Diane.

Je dédie ce travail...

A mes parents, Elisabeth et Philippe :

Vous avez toujours su comment m'accompagner et me soutenir pendant ces longues années d'étude. Merci Maman pour ta patience. Merci Papa pour ta sagesse. Merci à vous deux d'avoir éclairé mon chemin de votre expérience et d'avoir cru en moi.

A mes frères et sœurs, Christophe, Cécile, Emeric et Aurélie : Merci d'être toujours vous-mêmes, merci du bonheur qu'apportent à chaque fois les occasions de nous voir, merci d'avoir toujours été là dans les bons moments comme dans les plus délicats. Merci frerot pour ton franc-parler que j'adore et ta ténacité que j'admire ; merci soeurette, ma petite moitié, pour ta spontanéité et pour tout ce que l'on partage au quotidien, malgré les 500km qui nous séparent.

A Fabienne, Peggy, Guillaume, Azeddine : merci de rendre heureux mes frères et sœurs.

A ma grande famille : Simone, ma Mamie que j'adore, mes cousin(e)s et mes oncles et tantes (vous êtes trop nombreux pour vous citer mais je pense bien à chacun d'entre vous !) : merci pour le soutien dont vous avez fait preuve tout au long de ces études, tant par les moments de détente passés ensemble que par les mots réconfortants dans les moments de doute.

A mes ami(e)s « qui me connaissent et m'aiment quand même » :

Carole, les 2 petites 6^{ème} que nous étions ont bien changé, ensemble, et je suis heureuse de partager mon baluchon avec toi depuis ces 18 ans.

Coco, on en aura passé des heures pendues au téléphone jusqu'à la veille de ces maudits concours ! Je suis heureuse d'avoir passé ces épreuves avec toi. Merci pour nos discussions interminables sur tout et rien, merci d'être toujours bon public à mon humour, merci d'être toujours à la bourre.

Patou, merci pour ton entrain permanent, merci de nous rappeler que la volonté est le premier ingrédient des plus belles recettes.

Silène, merci pour ta bonne humeur, merci pour le mondor après la descente en barquette !

Marianne, merci pour l'authenticité et la sérénité qui te caractérisent.

Thibault, Christelle, Stéphanie, « mes bretons », merci pour les tranches de rires et les vacances passés tous ensemble.

Aurélie G., merci d'être toujours présente, malgré la vie qui éloigne un peu nos chemins.

Cindy et Redouane, mes boxeurs préférés, merci ma tortue pour nos fous rires en plein entraînement, merci Red pour tes points de vue différents.

Julie G, merci pour ta spontanéité et ces sorties improvisées qui changent les idées en pleine préparation de thèse.

Popo, merci pour les souvenirs d'enfance que l'on partage.

Séverine, merci pour nos papotages et tes bons conseils.

Jo, notre « maman du ranch », merci pour toute ta bienveillance, merci pour tout ce que tu as nous apporté dans nos relations aux chevaux, à la nature, et aux hommes.

Robert, merci pour les aventures en chariot et pour tes gueulantes, merci pour les canards au whisky quand il faisait froid.

Les Galopines : merci pour les rigolades, les rodéos non contrôlés, et tout ce qui faisait qu'une journée avec vous était un dépaysement complet.

Gaétanne, merci pour ton énergie décoiffante et ton franc parler rafraichissant, je suis heureuse que notre route, à mon poilu et moi, ait croisé la tienne !

A Arnaud, Jérôme, Emeric, Bruno, Ricardo, Julie, Anne-Claire (Akita, Ruby, Hydromel, et les poissons rouges !) : mes coloc d'hier et d'aujourd'hui : merci pour votre simplicité et tous ces moments partagés ensemble. La vie est douce à vos côtés !

A mes co-internes Mehdi, Thibaud, Lara, Amandine, Diane, Sandrine, Thomas, Emilie, Louise, Damien, Pauline, Claire-Lise, Laure, Camille, Gilles (et ceux que j'oublie) : tant de souvenirs avec vous et de choses partagées, merci. Merci Emilie pour ces derniers mois d'internat que nous avons passés ensemble, à papoter de nos inter et de nos thèses.

A mes maitres de stage qui m'ont « appris à voler » de mes propres ailes, notamment David Sebag, Antoine Marty, Gilles Lambert, Jean-Baptiste Delay, Patrick Joubert, Manuella Barthes, Pierre Minier, Laurence Reggiori, Camille Nay : merci pour tout ce que vous m'avez enseigné et transmis, bien au-delà de la médecine...

A la (d)REA(m)-team d'Annecy : merci pour ces 6 mois inoubliables parmi vous, ça a été un vrai bonheur de vous rencontrer et d'apprendre à vos côtés.

Aux équipes des services de pédiatrie d'Annecy et de cardiologie de Chambéry : merci pour tout ce que vous m'avez enseigné.

Aux équipes des urgences et SAMU-SMUR de Grenoble (médecins, infirmiers, ARM, aides-soignantes, secrétaires, ambulanciers, pilotes) : merci pour tout ce que vous m'avez appris, en prenant le temps même à 2h du matin au milieu de 30 patients ! Merci de m'avoir donné la motivation de faire le DESC.

A mes collègues militaires

- **de la DRSSA de Toulon** : merci pour tout ce que nous avons partagé ensemble et l'expérience que vous m'avez apportée. Un merci tout particulier au Major Loubatié pour son esprit de cohésion (et ses ampoules de vitamine, bonne mine !) ainsi qu'aux Lieutenants-Colonels Hély et Gervais.

- **du CMA du 27^{ème} BCA d'Annecy** : on se connaît depuis peu mais travailler avec vous est un réel plaisir, en espérant de belles expériences à venir sur le terrain à vos côtés.

Aux infirmier(e)s et aide-soignant(e)s de tous les services où je suis passée : merci pour votre sympathie et vos conseils expérimentés.

A Jocelyne, Christine, Isabelle, Alexandra, Anaïs, les secrétaires des cabinets médicaux de La Mure, La Motte d'Aveillans, Flaine et les Carroz d'Arâches. Merci pour vos sourires et votre efficacité.

Au SAMU 34 et ses équipes sympathiques qui ont guidé mes premiers pas de « bébé docteur » en médecine d'urgence lorsque j'étais en D3.

A ceux qui nous ont quittés, que j'aurais tant aimé voir parmi nous aujourd'hui et dont les souvenirs rayonnent encore dans ma vie :

Astrid, ma Didou, partie bien trop tôt, qui était une de ces perles que la vie met parfois sur votre route...sa joie de vivre et sa force de caractère restent pour moi des exemples.

Bernard, mon oncle, dont je retiendrai l'humilité et le dévouement pour ses proches,

Odile et Jacques, mes grands-parents, qui avaient à cœur de nous transmettre les valeurs essentielles que sont l'unité et la solidarité.

A mes patients, passés et futurs, sans lesquels tout cela n'aurait aucun sens.

TABLE DES MATIERES

Serment d'Hippocrate	7
Remerciements	8
Table des matières	12
Résumé	13
Abstract.....	14
Abréviations	15
Introduction	16
Matériel et méthodes	20
Résultats	23
A. Analyses comparatives des deux groupes.....	25
B. Descriptif et analyses complémentaires de la population opérée.....	30
Discussion.....	38
Conclusion.....	45
Bibliographie	48
Annexe 1 : historique de la prise en charge des volets thoraciques	52

RESUME

Introduction : Le volet costal, atteinte pariétale la plus sévère des traumatismes thoraciques, est à l'origine d'une mortalité élevée, précoce mais aussi tardive, par les complications secondaires. La prise en charge thérapeutique des volets costaux repose principalement sur la ventilation mécanique et la place de la fixation costale est encore mal définie bien que des études récentes en suggèrent les bénéfices.

Méthodes : Nous avons comparé 2 stratégies de traitement des volets costaux : la chirurgie de fixation à Lyon et Annecy, et le traitement médical standard à Grenoble. Cette analyse s'est basée sur les données de 2 registres rhônalpins de traumatologie entre 2010 et 2015. Les patients inclus étaient majeurs, présentant un volet costal associé ou non à d'autres lésions, hormis le traumatisme crânien grave. Le critère de jugement principal était la durée de ventilation mécanique.

Résultats : Cinquante-trois patients ont été inclus dans le groupe fixation et 45 patients dans le groupe traitement médical standard, comparables en termes de données cliniques. Il existait une tendance à la réduction de durée de ventilation mécanique grâce à la fixation (3,9 jours vs 6.3 jours, $p=0.166$). Après sélection des traumatisés thoraciques isolés, il restait 26 patients dans le groupe fixation et 27 patients dans le groupe standard, la réduction de durée de ventilation mécanique devenait alors statistiquement significative (1,7 jour vs 6,7 jours, $p=0,0496$). Les complications de l'ostéosynthèse étaient rares, sans répercussions significatives sur le devenir des patients.

Conclusion : L'ostéosynthèse costale réduit la durée de ventilation mécanique, avec une faible morbidité.

Mots-clefs : volet thoracique, fractures de côtes, fixation costale

ABSTRACT

Aim : Flail chest injury, which is the most serious parietal thoracic damage after trauma, can lead to a high rate of mortality, early but also delayed due to secondary complications. The treatment of flail chest is based on mechanical ventilation and the place of the surgical stabilization is not clearly established, but recent studies suggest some benefits with surgical treatment.

Methods : We compared two strategies of management of flail chest : the surgical stabilization in Lyon and Annecy, and the standard medical management in Grenoble. This trial is based on data from two registers of trauma from Rhône-Alpes region, between 2010 and 2015. The included patients were adults and suffered from a flail chest, with or without any other injuries, except a serious head trauma. The primary endpoint was the length of mechanical ventilation.

Results : Fifty three patients were included in the surgical stabilization group and 45 patients in the standard medical management group, these two groups were comparable in clinical data. There was a trend to a lowered length of mechanical ventilation with the surgical stabilization (3,9 days vs 6.3 days, $p=0.166$). When only isolated thoracic traumas were considered, 26 were in the surgical stabilization group and 27 patients were in the standard medical management group, the lowered length of mechanical ventilation became statistically significant (1,7 day versus 6,7 days, $p=0,0496$). The complications were rare, and without detriment to the outcome of patients.

Conclusion : Surgical stabilization reduce the length of mechanical ventilation with a low morbidity.

Key words : flail chest, rib fractures, surgical stabilization

ABREVIATIONS

AIS : abbreviated injury scale

AVP : accident de la voie publique

BPCO : broncho-pneumopathie chronique obstructive

BPM : battements par minute

CHU : centre hospitalier universitaire

DDS : durée de séjour

EER : épuration extra-rénale

EFR : explorations fonctionnelles respiratoires

EIQ : espace inter-quartile

EP : embolie pulmonaire

Fc : fréquence cardiaque, exprimée en battements par minute (bpm)

IMC : index de masse corporelle

IOT : intubation oro-trachéale

ISS : injury severity score

MGAP : score : « mécanisme, glasgow, âge, pression »

NA : noradrénaline

PAD : pression artérielle diastolique, exprimée en mmHg

PAS : pression artérielle systolique, exprimée en mmHg

PCA : patient control analgesia

RESUVAL : RESeau d'Urgence de la VALlée du Rhône.

RFE ; recommandations formalisées d'experts

SDRA : syndrome de détresse respiratoire aiguë

SMUR : service médical d'urgences et de réanimation

SpO2 : saturation périphérique en oxygène

STRACOS : Strasbourg Costal Osteosynthesis System

TRENAU : Trauma system du REseau Nord Alpin des Urgences

USC : unité de soins continus

VM : ventilation mécanique

VNI : ventilation non invasive

VS : ventilation spontanée

Introduction

Les traumatismes thoraciques fermés sont une problématique fréquente avec une morbidité et une mortalité importantes. Ils sont impliqués dans presque 25% de la mortalité des patients traumatisés graves (1). Lors d'accident de la voie publique (AVP), 30% des victimes traumatisées graves présentent un traumatisme thoracique sévère. Au niveau du registre du TRENAU (Trauma system du registre nord alpin des urgences), 40% des patients ont une atteinte thoracique, sévère dans 80% des cas, avec un Abbreviated Injury Scale (AIS) d'au moins 3 ; ces patients ont une lésion associée dans 2/3 des situations.

Sur le plan lésionnel topographique thoracique, le traumatisme va être à l'origine de lésions souvent mixtes : fractures de la paroi (côtes, sternum, rachis dorsal) et lésions internes (plèvres et parenchyme pulmonaire).

La lésion pariétale la plus sévère est représentée par le volet thoracique. Il se retrouve chez les patients jeunes lors de traumatismes à haute cinétique, s'inscrivant alors souvent dans un polytraumatisme ; chez le sujet plus âgé il peut survenir pour des traumatismes de cinétique bien moindre, pouvant être ainsi isolé.

Les complications aiguës des volets thoraciques sont majoritairement les épanchements pleuraux traumatiques : hémithorax ou pneumothorax ; une contusion pulmonaire est en général associée ; la détresse respiratoire aiguë pouvant en découler en fait toute sa gravité en phase aiguë.

Secondairement, l'altération de la mécanique ventilatoire (s'aggravant avec le degré de mobilité du volet) et la douleur sont à l'origine d'une hypoventilation alvéolaire. Cette hypoventilation engendre une hypercapnie et une hypoxie, favorisée par la présence de contusion pulmonaire (rupture de la barrière alvéolo-capillaire altérant l'hématose).

L'hypoventilation contribue également à la survenue d'un encombrement respiratoire qui va être à l'origine d'une détresse respiratoire souvent différée avec pneumopathie (2). Les autres complications secondaires intriquées sont essentiellement l'hyperalgie et les difficultés de mobilisation du patient qui en découlent.

Sur le long terme, les séquelles fonctionnelles des volets thoraciques sont responsables de douleurs chroniques et parfois d'une déformation définitive de la cage thoracique pouvant entraîner une altération de la fonction respiratoire (3).

La prise en charge thérapeutique des volets thoraciques a connu beaucoup d'évolution ces dernières années, et s'articule sur deux principes : le support externe, qui a fait l'objet sur le XXème siècle de nombreuses innovations (de la traction percutanée à l'ostéosynthèse costale, Annexe 1) (4-7); et d'autre part le support interne avec l'avènement de la ventilation mécanique (invasive ou non) qui a supplanté les techniques chirurgicales, représentant ainsi une véritable technique de stabilisation pneumatique interne. Enfin l'oxygénothérapie, la kinésithérapie (mobilisation précoce et techniques de spirométrie incitative) et l'analgésie (classique et loco-régionale) sont des éléments incontournables de la prise en charge optimale des volets thoraciques.

Le traitement médical par support interne ventilatoire expose à plusieurs types de complications : aiguës (pneumopathie acquise sous ventilation, barotraumatisme lié à la pression positive, syndrome de détresse respiratoire aiguë et troubles liés au décubitus) ; plus tardivement l'absence de réduction d'une déformation importante du thorax peut entraîner des séquelles fonctionnelles respiratoires.

Le traitement chirurgical n'a jusqu'à maintenant jamais été étendu à une pratique de routine ; en effet, malgré les différents types de matériels développés, les études cliniques se sont souvent limitées à leur description sans suivi des résultats sur le long terme, laissant penser que les complications étaient trop importantes. L'apport de la ventilation non

invasive dans l'insuffisance respiratoire aiguë, notamment d'origine traumatique, a également donné un coup de frein au développement du traitement chirurgical, grâce à un niveau de preuve plus élevé (8–10). De plus le cadre de l'indication de l'ostéosynthèse costale n'a jamais été clairement défini, et ce n'est que depuis février 2015 que les recommandations françaises formalisées d'experts (RFE) retiennent l'indication de fixation des volets chez le traumatisé thoracique : patient ventilé mécaniquement et en échec de sevrage ventilatoire à 36 heures de l'admission ; il est spécifié, concernant les patients non ventilés, que les volets costaux douloureux ou invalidants, les déformations majeures de la paroi thoracique, les défauts pariétaux, les menaces de plaies parenchymateuses, la pseudarthrose symptomatique, l'ostéosynthèse de rencontre et les fractures ouvertes, sont des indications de fixation costale (11). Il est à noter que dans les recommandations internationales, la chirurgie ne fait pas partie intégrante de la stratégie thérapeutique des volets thoraciques.

Récemment des matériels ont été spécifiquement développés pour la fixation costale, avec sur le plan clinique des résultats significatifs chez des patients sélectionnés ou avec une tendance significative en faveur de la technique chirurgicale (12,13) ; ainsi il semble exister un bénéfice en terme de mortalité mais aussi de morbidité : diminution des pneumopathies, de la douleur permettant ainsi une mobilisation précoce du patient et baisse des complications secondaires des volets thoraciques (risque hémithorax, diminution des conséquences fonctionnelles respiratoires.) (14–16). En outre, la chirurgie semble réduire la durée de séjour hospitalier et permet un retour plus rapide à la vie active (17,18). Néanmoins il n'existe actuellement pas d'étude randomisée d'ampleur suffisante publiée comparant la technique chirurgicale à la stratégie de prise en charge médicale ; trois essais randomisés sont en cours (clinicaltrials.gov).

Compte tenu des bénéfices potentiels, des équipes de certains centres de traumatologie Rhône-Alpin proposent la fixation chirurgicale précoce des volets thoraciques depuis 2010.

Ce travail vise à étudier la série de patients traumatisés thoraciques graves fixés à Annecy et Lyon depuis 2010 et à la comparer à une série de patients de même gravité, non fixés.

Matériel et méthodes

Cette étude multicentrique observationnelle rétrospective s'est basée sur des données recueillies de façon prospective, concernant des patients avec volets thoraciques pris en charge entre septembre 2010 et janvier 2015 sur 3 centres hospitaliers de la région Rhône-Alpes.

Deux groupes de patients ont été constitués : un groupe de patients consécutifs traités chirurgicalement par ostéosynthèse costale issus des hôpitaux d'Annecy et du CHU de Lyon ; et un groupe contrôle de patients traités médicalement au CHU de Grenoble. Ce groupe contrôle a été constitué en incluant tous les patients admis entre 2010 et 2013 au CHU de Grenoble.

Les données pour les deux groupes étaient issues des registres du TRENAU pour Annecy et Grenoble et du Réseau d'Urgence de la Vallée du Rhône RESUVAL pour Lyon.

Tous les patients inclus dans l'étude étaient des patients majeurs, traumatisés sévères avec un Injury Severity Score (ISS) >16 et victimes d'un traumatisme thoracique fermé isolé ou non. Le traumatisme thoracique correspondait à un volet thoracique ou à un enfoncement du thorax avec déformation majeure. Un volet thoracique était défini par la présence d'au moins 3 côtes contiguës fracturées chacune en au moins 2 localisations (fractures bifocales).

Les critères d'exclusion étaient la présence d'un traumatisme crânien grave (AIS crâne ≥ 4), un traumatisme thoracique pénétrant et les décès précoces (inférieurs à 24H).

L'ostéosynthèse costale était pratiquée par des chirurgiens thoraciques, à l'aide de plaques et /ou d'attelles type Matrix-rib[®] (Synthes CMF, West Chester, PA). L'indication chirurgicale était portée après concertation pluridisciplinaire réanimateurs/chirurgiens. Le délai de la chirurgie était décidé au cas par cas sans consensus d'équipe ou de protocole.

Pour chaque patient, les données suivantes étaient recueillies : données démographiques, données clinico-biologiques d'admission, bilan lésionnel topographique décrit à l'aide des scores AIS avec détermination de l'ISS, la durée de ventilation mécanique invasive, la durée de séjour (DDS) en unités de soins critiques (réanimation et/ou unités de soins continus) et hospitalière, et enfin la mortalité hospitalière.

Les autres données, recueillies pour le groupe « traitement chirurgical », comportaient les comorbidités spécifiques (bronchopneumopathie chronique obstructive, asthme, tabagisme), la description précise du traumatisme thoracique, les modalités de l'analgésie et de la chirurgie, les durées de ventilation non invasive, et les complications médicales (pneumopathies précoces ou tardives, syndrome de détresse respiratoire aiguë, embolie pulmonaire, complications spécifiques à l'ostéosynthèse).

Le critère de jugement principal était la durée totale de ventilation mécanique invasive.

Les critères de jugement secondaires étaient la DDS en unité de soins critiques, la DDS hospitalière, la mortalité hospitalière et les modalités de sortie.

Une première analyse a comparé les caractéristiques générales de notre population d'étude en fonction du traitement effectué (fixation chirurgicale versus traitement médical). Les données qualitatives ont été décrites par la fréquence exprimée en pourcentage avec l'intervalle de confiance à 95%. Le test du Chi² ou l'exact test de Fisher ont été utilisés pour comparer les deux groupes en fonction des conditions d'application. Les données

continues sont décrites par la moyenne avec l'écart-type, ou la médiane en fonction de la distribution de variables. Le test de Student a été utilisé pour comparer les différents groupes.

Afin de contrôler les potentiels facteurs confondants dus à l'absence de randomisation, nous avons procédé à l'appariement des observations avec une analyse d'appariement par le score de propension. Nous avons utilisé la macro du logiciel STATA "psmatch2" pour appairer chaque observation de patient traité par fixation chirurgicale avec un unique patient traité par traitement médical avec la méthode des plus proches voisins. Afin de déterminer le score de propension, nous avons réalisé un modèle de régression logistique non-parcimonieux utilisant la variable traitement chirurgical versus traitement médical comme variable dépendante et les variables indépendantes suivantes : sexe, âge, ISS, mode de ventilation (spontanée ou mécanique), pression artérielle systolique, score de Glasgow, traumatisme thoracique isolé. Le score de propension a été estimé à partir de l'équation de régression logistique pour chaque patient et reflète la probabilité d'un patient d'être assigné au traitement chirurgical ou médical.

Une troisième analyse, restreinte aux seuls traumatismes thoraciques isolés (définis par des AIS extra-thoraciques inférieurs ou égaux à 2), a également été conduite afin de minimiser des facteurs confondants potentiels.

Un seuil de significativité de 5% bilatéral a été retenu pour l'ensemble des analyses statistiques. Les analyses ont été réalisées à partir du logiciel Stata Se version 13 (StataCorp, College Station, TX, USA).

Résultats

Au total, 98 patients ont été inclus et analysés dans notre étude (Figure 1).

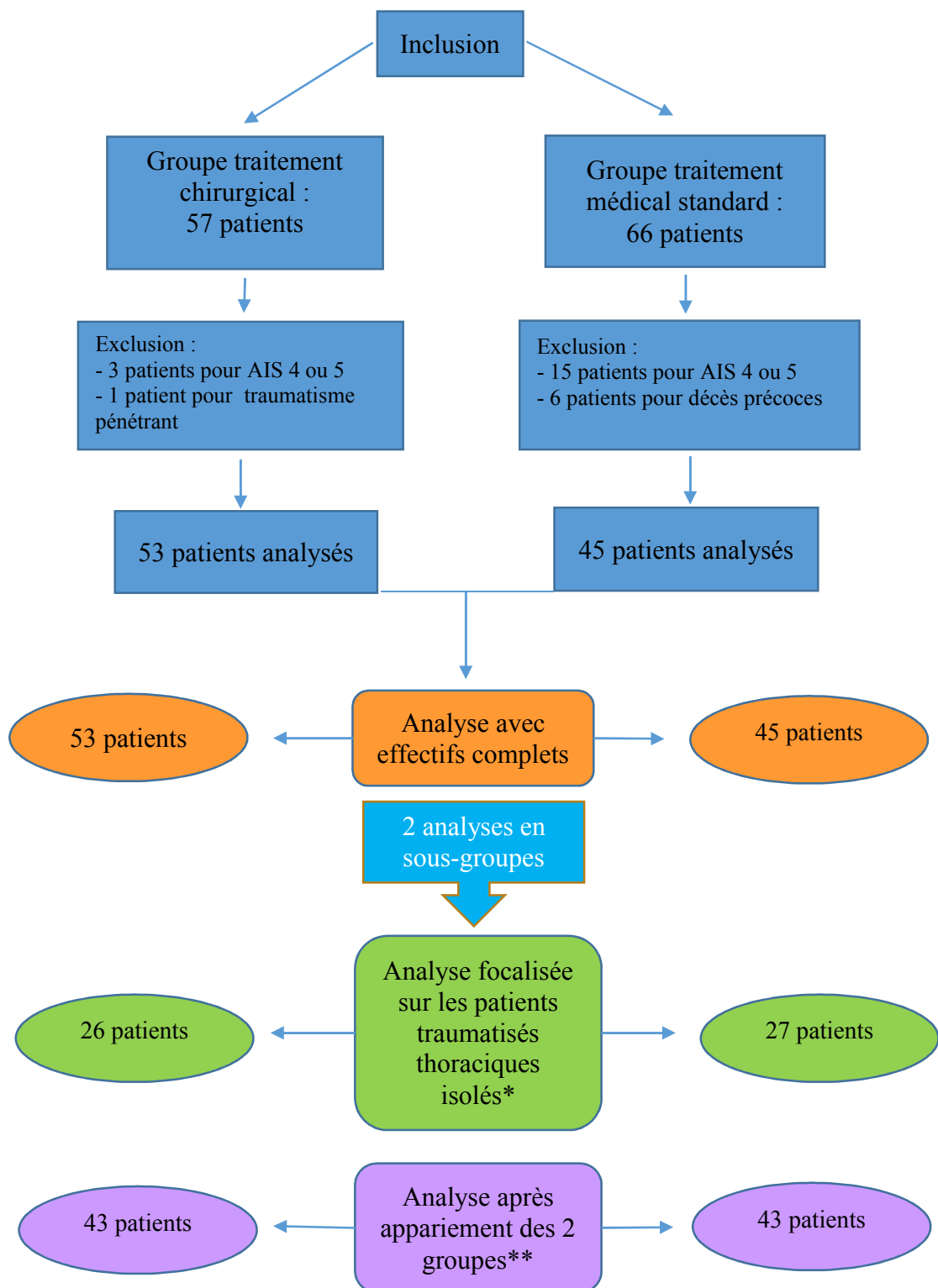
Entre septembre 2010 et janvier 2015, 57 patients ont bénéficié d'une fixation costale à Lyon et Annecy. Trois ont été exclus de notre étude devant un traumatisme crânien grave (AIS 4 ou 5), un a été exclu en raison d'un traumatisme pénétrant (plaie par balle). Cinquante-trois patients ont donc été analysés dans le groupe « traitement chirurgical ».

Soixante-six patients ont été pris en charge au CHU de Grenoble de 2010 à 2013 pour un traumatisme thoracique avec volet costal. Quinze patients ont été exclus en raison d'un traumatisme crânien grave (AIS 4 ou 5) et six patients ont été exclus en raison d'un décès précoce (dans les 24 premières heures suivant l'admission). Ces 45 patients constituaient le groupe « traitement médical standard ».

Concernant l'analyse comparant les traumatisés thoraciques isolés, 26 patients ont été retenus dans le groupe « traitement chirurgical » et 27 patients dans le groupe « traitement médical standard ».

Pour l'analyse après appariement, il y avait 43 patients par groupe.

Figure 1 : Flow chart



* traumatismes thoraciques isolés : absence de lésions extra-thoraciques avec AIS>3

** appariement fait sur l'âge, le sexe, l'ISS, le score de Glasgow, la pression artérielle systolique, le mode de ventilation à l'admission (spontané ou mécanique).

A. Analyses comparatives des deux groupes

Les données démographiques et cliniques d'admission des deux populations sont décrites dans le tableau 1. Les groupes « traitement chirurgical » et « traitement médical standard » n'étaient pas statistiquement différents en termes d'âge (moyenne respective à 54,4 ans \pm 15,5 vs 52.8 ans \pm 15.2 ; $p=0,604$), de sexe (respectivement 79,3% et 73,3% d'hommes, $p=0,491$), d'ISS (respectivement 27,5 \pm 7,7 vs 27,6 \pm 9,7 ; $p=0,978$) et de mode de ventilation à l'admission (respectivement 36 patients en ventilation spontanée (67,9%) vs 23 patients (51,1%) $p=0,090$). Le traumatisme thoracique pariétal était associé à des contusions pulmonaires sans différence statistiquement significative entre les deux groupes (contusions présentes chez 46 patients du groupe « traitement chirurgical (86,8%) vs 36 patients du groupe « traitement médical standard (80%), $p=0,365$). Les constantes hémodynamiques d'entrée n'étaient pas statistiquement différentes entre les deux groupes, hormis la saturation périphérique en oxygène.

Tableau 1 : Caractéristiques démographiques et cliniques d'admission des patients des groupes « traitement chirurgical » et « traitement médical standard»

	Groupe traitement chirurgical	Groupe traitement médical standard	P-value
Hommes	42 (79,3%)	33 (73,3%)	0,491
Age moyen en années	54,4 \pm 15,5 (50,2 ; 58,7)	52.8 \pm 15.2 (48,2 ; 57,4)	0,604
ISS moyen	27,5 \pm 7,7 (25,4 ; 29,7)	27,6 \pm 9,7 (24,7 ; 30,5)	0,978
PAS moyenne en mmHg	123 \pm 26 (116 ; 131)	119 \pm 28 (111 ; 128)	
Fc moyenne en bpm	93 \pm 21 (87 ; 99)	89 \pm 28 (78 ; 101)	0,529
SpO2 moyenne en air ambiant en %	90 \pm 6 (88 ; 92)	94 \pm 7 (92 ; 96)	0,031
Glasgow moyen	14 \pm 2 (14 ; 15)	14 \pm 3 (13; 15)	0,362
Taux de patients en ventilation spontanée à l'admission	36 (67,9%)	23 (51,1%)	0,090
Association à des contusions pulmonaires	46 (86,79%)	36 (80%)	0,365

Le bilan lésionnel des patients est représenté par les scores AIS, résumés dans le tableau 2. Les 2 groupes ne présentaient pas de différence statistiquement significative sur ces données, hormis pour l'AIS peau qui restait cependant compris entre 1 et 3 pour tous les patients des 2 groupes. Vingt-six patients (49,1%) et 27 patients (60%), respectivement des groupes « traitement chirurgical » et « traitement médical standard », présentaient un traumatisme thoracique isolé (autres AIS inférieurs ou égaux à 2).

Tableau 2 : Bilan lésionnel et scores AIS par zone

AIS	0	1	2	3	4	5	GROUPE	P-value
Crâne	31 (68,9%)	2 (4,4%)	7 (15,6%)	5 (11,1%)	0	0	Traitement médical	0,840
	38 (71,6%)	4 (7,6%)	7 (13,2%)	4 (7,6%)	0	0	Traitement chirurgical	
face	36 (80,0%)	5 (11,1%)	3 (6,7%)	1 (2,2%)	0	0	Traitement médical	0,648
	45 (84,9%)	6 (11,3%)	2 (3,8%)	0	0	0	Traitement chirurgical	
abdomen	37 (82,2%)	1 (2,2%)	2 (4,4%)	1 (2,2%)	4 (8,9%)	0	Traitement médical	0,089
	34 (64,2%)	0	12 (22,6%)	1 (1,9%)	6 (11,3%)	0	Traitement chirurgical	
os	24 (53,3%)	1 (2,2%)	13 (28,9%)	4 (8,9%)	2 (4,4%)	1 (2,2%)	Traitement médical	0,168
	20 (37,7%)	1 (1,9%)	13 (24,5%)	15 (28,3%)	4 (7,6%)	0	Traitement chirurgical	
peau	43 (95,56%)	1 (2,22%)	1 (2,22%)	0	0	0	Traitement médical	0,019
	39 (73,58%)	12 (22,64%)	1 (1,89%)	1 (1,89%)	0	0	Traitement chirurgical	
Dont traumatisme thoracique isolé (autres AIS <= 2) : 26 patients (49,1%) pour le groupe traitement chirurgical et 27 patients (60%) pour le groupe traitement médical								

Les durées moyennes de ventilation mécanique invasive (Figure 2) n'étaient pas significativement différentes entre les 2 groupes à effectifs complets : respectivement pour les groupes « traitement chirurgical » et « traitement médical standard », 3,9 jours \pm 5,7 (2,3 ; 5,4) vs 6,3 jrs \pm 11,0 (3,0 ; 9,6), $p=0,166$. Le nombre de patients n'ayant pas nécessité de ventilation mécanique n'est pas significativement différent entre les 2 groupes : 29 patients (54,7%) pour le groupe « traitement chirurgical » vs 19 patients (43,2%) pour le groupe « traitement médical standard » ($p=0,258$). Les durées moyennes

de ventilation mécanique étaient réduites de façon statistiquement significative dans le groupe « traitement chirurgical » lorsque seuls les patients avec traumatisme thoracique isolé étaient pris en compte : $1,7 \text{ jours} \pm 3,4$ (0,4 ; 3,1) vs $6,7 \pm 12,1$ (1,9 ; 11,4) ($p = 0,0496$), la différence était alors de 4.9 jours (0,01 ; 9,9). (Tableau 3).

Figure 2 : Durée de ventilation mécanique (en jours) des groupes « traitement chirurgical » et « traitement médical standard » sur les 3 analyses avec effectifs complets, traumatisés thoraciques isolés, et après appariement

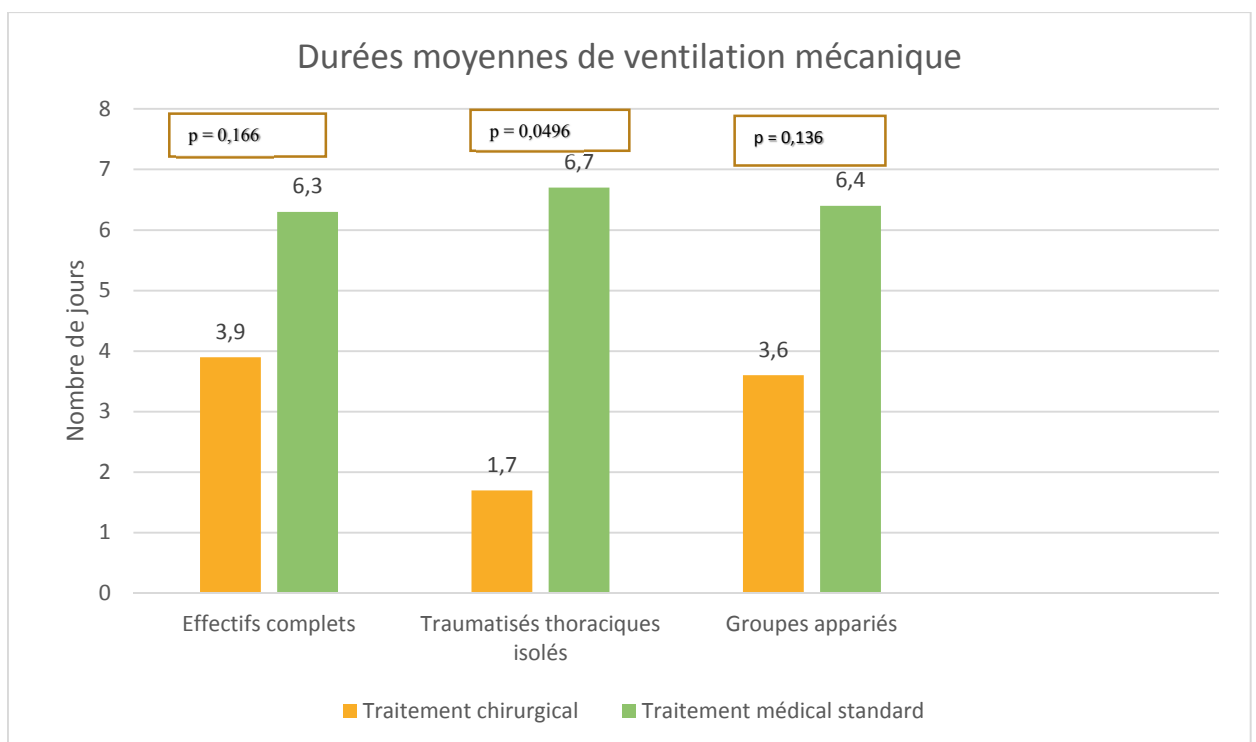


Tableau 3 : Durées moyennes de ventilation mécanique invasive, DDS moyennes en soins critiques et hospitalière, décès, et modalités de sortie.

	Groupe traitement chirurgical	Groupe traitement médical standard	p-value	
Durées moyennes de ventilation mécanique invasive				
Effectifs complets	3,9 jrs ± 5,7 (2,3 ; 5,4)	6,3 jrs ± 11,0 (3,0 ; 9,6)	0,166	
- Dont patients intubés 0 jour	29 patients (54,7%)	19 patients (43,2%)	0,258	
Traumatisés thoraciques isolés	1,7 jrs ± 3,4 (0,4 ; 3,1)	6,7 jrs ± 12,1 (1,9 ; 11,4)	0,0496	
Groupes appariés	3,6 jrs	6,4 jrs	0,136	
DDS moyennes				
- Soins critiques	Effectifs complets	14,7 jrs ± 11,1 (11,6 ; 17,7)	12,4 jrs ± 13,5 (8,2 ; 16,5)	0,364
	Traumatisés thoraciques isolés	9,5 jrs ± 5,6 (7,2 ; 11,7)	13,7 jrs ± 14,4 (8,0 ; 19,4)	0,170
	Groupes appariés	15,4 jrs	11,7 jrs	0,171
- Hôpital	Effectifs complets	24,7 jrs ± 17,3 (20,0 ; 29,5)	20,5 jrs ± 17,0 (15,3 ; 25,7)	0,227
	Traumatisés thoraciques isolés	17,9 jrs ± 7,2 (15,0 ; 20,8)	20,2 ± 14,9 (14,2 ; 26,1)	0,488
	Groupes appariés	26,9 jrs	20,1 jrs	0,081
Décès				
Effectifs complets	1 (1,9%)	2 (4,6%)	0,451	
Traumatisés thoraciques isolés	0	2 (7,4%)	0,157	
Sortie à domicile	19 (38%)	18 (43,9%)	0,673	

Les durées de séjour (DDS) moyennes en soins critiques et hospitalière n'étaient pas significativement différentes entre les deux groupes étudiés à effectifs complets, avec respectivement pour le groupe « traitement chirurgical » et pour le groupe « traitement médical standard » 14,7 jours ± 11,1 et 12,4 jours ± 13,5 (p=0,364) en soins critiques, et 24,7 jours ± 17,3 et 20,5 ± 17,0 (p=0,227) à l'hôpital. (Tableau 3).

Elles n'étaient pas non plus significativement différentes entre les 2 groupes lorsque l'on considérait uniquement les traumatismes thoraciques isolés, avec respectivement pour le groupe « traitement chirurgical » et pour le groupe « traitement médical standard » une moyenne à 9,5 jours ± 5,6 et 13,7 jours ± 14,4 (p=0,170) pour la DDS en soins critiques, et une moyenne à 17,9 jours ± 7,2 et 20,2 jours ± 14,9 (p=0,488) pour la DDS hospitalière.

Cependant, on observait que la tendance à avoir des DDS plus longues dans le groupe « traitement chirurgical » à effectifs complets, s'inversait lorsque seuls les traumatismes thoraciques isolés étaient pris en compte.

La mortalité était de 1,9% dans le groupe « traitement chirurgical » et 4,6% dans le groupe « traitement médical standard » sans différence statistiquement significative ($p=0,451$) (Tableau 3). Elle n'était pas non plus significativement différente lors de la comparaison des traumatisés thoraciques isolés (0% dans le groupe « traitement chirurgical » vs 7,4% dans le groupe « traitement médical standard », $p=0,157$).

Dans le groupe « traitement chirurgical » un seul patient était décédé au cours de son hospitalisation, à J21. Il s'agissait d'un homme de 77 ans, qui avait présenté suite à un AVP un polytraumatisme avec choc hémorragique secondaire à un hématome rétropéritonéal, traumatisme crânien (hémorragie sous-arachnoïdienne) et traumatisme thoracique sévère. Ce décès pouvait être considéré comme attribuable aux deux traumatismes, crânien et thoracique, et ne paraissait pas évitable.

Dans le groupe « traitement médical standard », 2 patientes étaient décédées. La première, âgée de 86 ans, victime d'un AVP, présentait un traumatisme thoracique isolé avec fractures multiples de côtes bilatérales et avec volet costal clinique gauche. Une hémorragie intra-pleurale avait provoqué un collapsus tensionnel et le décès de la patiente au 2^{ème} jour d'hospitalisation. Ce décès était attribuable au traumatisme thoracique et posait la question du caractère peut être évitable avec une fixation costale. La 2^{ème} patiente décédée était âgée de 91 ans, avec de lourdes comorbidités cardiaques, admise suite à une chute dans les escaliers. Elle présentait un traumatisme crânien avec des lésions non chirurgicales, un traumatisme facial, un traumatisme thoracique bilatéral avec un pneumothorax droit, et un traumatisme du bassin, non chirurgical. Ce décès semblait lié à l'ensemble du tableau de polytraumatisme chez une personne déjà fragile et paraissait a priori peu évitable avec une fixation costale.

Concernant les modalités de sorties, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes, avec un taux de retour à domicile de 38% dans le groupe

« traitement chirurgical », et 43,9% dans le groupe « traitement médical standard » (p=0,673) (Tableau 3).

B. Descriptif et analyses complémentaires de la population opérée

Les données démographiques et clinico-biologiques d'admission des patients opérés ont été recueillies de façon plus précise (Tableau 6).

La population opérée était de corpulence standard (IMC moyen 25,80 +/- 2,85) avec un tabagisme fréquent (41,51%, soit 22 patients).

Le mécanisme lésionnel était, par ordre décroissant de fréquence, les accidents de la voie publique (49,06%), les chutes (28,30%), les piétons ou cyclistes victimes d'accidents (13,21%), ou autre (9,43%).

En se basant sur les recommandations formalisées d'experts de février 2015, les critères de gravité du traumatisme thoracique que nous avons pu rechercher étaient l'âge supérieur à 65 ans (4,53% des patients), l'existence d'une BPCO (3,77% des patients), une saturation périphérique en air ambiant inférieure à 90% (35% des patients) et une tension artérielle systolique inférieure à 110 mmHg (24,49% des patients).

Concernant les données biologiques d'admission, le base excess moyen était à -4,7 mmol/l ± 3,6 mmol/l. Les lactates moyens étaient à 2,2 mmol/l ± 1 mmol/l.

Tableau 6 : Caractéristiques démographiques et clinico-biologiques à l'entrée (prise en charge SMUR ou déchocage). En orangé, les critères de gravité retenus dans les recommandations formalisées d'experts de février 2015.

Age (en années)			
Moyenne	18 à 44 ans	45 à 64 ans	65 ans et +
54,4 +/- 15,5	12 (22,64%)	28 (52,83%)	13 (24,53%)
IMC			
Moyenne	Moins de 25	25 à 30	30 et plus
25,8 +/- 2,9	15 (40,5%)	17 (50%)	5 (13,5%)
Comorbidités			
Tabagisme	Asthme	BPCO	
22 (41,5%)	0	2 (3,8%)	
Mécanisme			
AVP	Chute	Piéton ou vélo	Autre
26 (49,1%)	15 (28,3%)	7 (13,2%)	5 (9,4%)
Fc (en bpm)			
Moyenne	< 100	≥ 100	
93 ± 21 (87 ; 99)	32 (66,7%)	16 (33,3%)	
PAS (en mmHg)			
Moyenne	> 90	≤ 90	< 110
123 ± 26 (116 ; 131)	43 (87,8%)	6 (12,2%)	12 (24,5%)
SpO2 (en % et en air ambiant)			
Moyenne	≥ 90	< 90	
90 ± 6 (88 ; 92)	26 (65,0%)	14 (35,0%)	
Glasgow			
Moyenne	≥ 14	8 < G < 14	≤ 8
14 ± 2 (14 ; 15)	45 (91,8%)	3 (6,1%)	1 (2%)
Lactates (en mmol/l)			
Moyenne	< 2	≥ 2	
2,2 ± 1,0	9 (33,3%)	18 (66,7%)	
Base-excess (en mmol/l)			
Moyenne	≥ -3	-3 à -6	-6 à -10
-4,7 ± 3,6	11 (36,7%)	7 (23,3%)	10 (33,3%)
			< -10
			2 (6,7%)

Le nombre médian de côtes fracturées était à 9 (EIQ 25%-75% : 6-10 côtes). L'inclusion pour volet thoracique concernait 86,8% des patients, alors que 13,2% des patients avaient été inclus pour des fractures de côtes très déplacées. Environ deux tiers des volets touchaient 3 à 6 côtes (67,4%). La localisation du volet était, par ordre de fréquence, latérale (69,6%), antérieure (26,1%), postérieure (13,0%). Le volet était unilatéral dans la majorité des cas (93,5%). Une ou plusieurs contusions pulmonaires étaient présentes dans 86,8% des cas. Elles étaient bilatérales dans 30,4% des cas. Les contusions ne touchaient qu'un seul lobe dans 47,8% des cas. Des épanchements pleuraux traumatiques (hémithorax et/ou pneumothorax) étaient associés dans 90,6% des cas, la majorité nécessitant un drainage (87,5%). (Tableau 7)

Tableau 7 : Caractéristiques du traumatisme thoracique

Nombre total de côtes fracturées	Médiane = 9 côtes (6 ; 10)
- < 6 côtes	10 patients (18,9%)
- 6 à 11 côtes	33 (62,3%)
- >= 12 côtes	10 (18,9%)
Volet thoracique	46 (86,8%)
- Volet 3-6 côtes	31 (67,4%)
- Volet > 6 côtes	15 (32,6%)
- Volet antérieur	12 (26,1%)
- Volet latéral	32 (69,6%)
- Volet postérieur	6 (13,0%)
- Volet associé ant/lat/post	4 (8,7%)
- Volet unilatéral	43 (93,5%)
- Volet bilatéral	3 (6,5%)
- Volet sternal	2 (4,4%)
Absence de volet thoracique	7 (13,2%)
Contusion pulmonaire	46 (86,8%)
- Unilatéral	32 (69,6%)
- Bilatérales	14 (30,4%)
- Un seul lobe contus	22 (47,8%)
- Plus d'un lobe contus	24 (52,2%)
Absence de contusion pulmonaire	7 (13,2%)
Hémothorax et /ou pneumothorax	48 (90,6%)
- dont drainés	42 (87,5%)
Aucune atteinte pleurale	5 (9,4%)

Les indications de l'ostéosynthèse pouvaient être une détresse respiratoire aiguë (58,5%), un volet mobile (34,0%), une déformation importante (75,5%), une hyperalgie (58,5%), un échec d'extubation (3,8%), une synthèse de rencontre (3,8%) (Tableau 8.A.). Concernant plus spécifiquement les 7 patients opérés hors volet thoracique, les indications étaient la déformation (71,4%), la douleur (57,1%) et l'insuffisance respiratoire aiguë (28,6%). La décision chirurgicale était très souvent prise devant une association d'arguments (73,6% des patients ayant 2 indications associées ou plus) (Tableau 8.B.).

Tableau 8 : Indications de l'ostéosynthèse

A. Nature des indications et fréquence :

Détresse respiratoire	31 (58,5%)
- associée à un volet mobile	14 (45,2%)
- associée à une déformation	22 (71,0%)
- associée à une hyperalgie	22 (71,0%)
Volet mobile	18 (34,0%)
Déformation	40 (75,5%)
Douleur	31 (58,5%)
Echec d'extubation	2 (3,8%)
Synthèse de rencontre	2(3,8%)

B. Fréquence des indications mixtes :

1/6 indications	14 (26,4%)
2/6 indications	17 patients (32,1%)
3/6 indications	14 patients (26,4%)
>= 4/6 indications	8 patients (15,1%)

Le délai médian entre le traumatisme et l'ostéosynthèse costale était à 3 jours (EIQ 25%-75% 2 à 5 jours). Dix-neuf patients (35,9%) ont été opérés dans les 48 heures, 31 patients (58,5%) l'ont été entre le 3^{ème} et le 7^{ème} jour, 3 patients (5,7%) ont été opérés au-delà du 7^{ème} jour post-traumatisme.

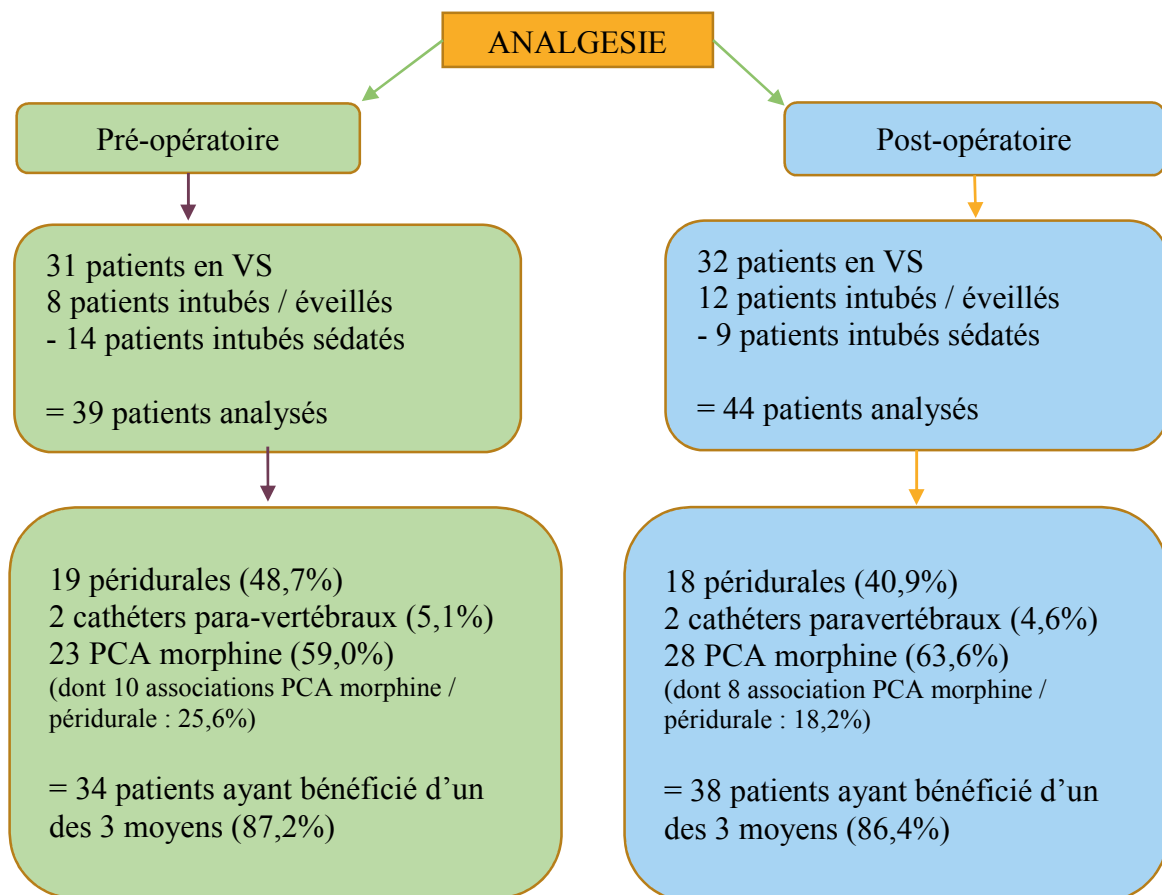
Le ratio médian de côtes fixées sur le nombre de côtes fracturées était de 44% (EIQ 25%-75% 33 à 60%). La majorité des patients (30 patients, 56,60%) ont eu une ostéosynthèse d'au moins de 50% de leurs côtes fracturées.

Concernant la gestion de la douleur, en pré-opératoire, 31 patients étaient en ventilation spontanée, 8 patients étaient intubés mais éveillés, 14 patients étaient intubés et sous sédation. Donc 39 patients étaient susceptibles d'avoir besoin d'une analgésie en pré-opératoire (Figure 3).

En post-opératoire, 32 patients étaient en ventilation spontanée, 12 patients étaient intubés mais éveillés, 9 patients étaient intubés et sous sédation. Donc 44 patients étaient donc susceptibles d'avoir besoin d'une analgésie en post-opératoire.

Les moyens d'analgésie qui ont été étudiés étaient l'anesthésie péridurale, le cathéter paravertébral et la PCA morphine. Trente-quatre patients (87,2%) et 38 patients (86,4%) ont bénéficié d'au moins un de ces 3 moyens d'analgésie respectivement en pré-opératoire et post-opératoire (Tableau 9). L'association péridurale/PCA morphine a été mise en place pour 10 patients (25,6%) en pré-opératoire et 8 patients (18,2%) en post-opératoire.

Figure 3 : Analgésie pré et post-opératoire

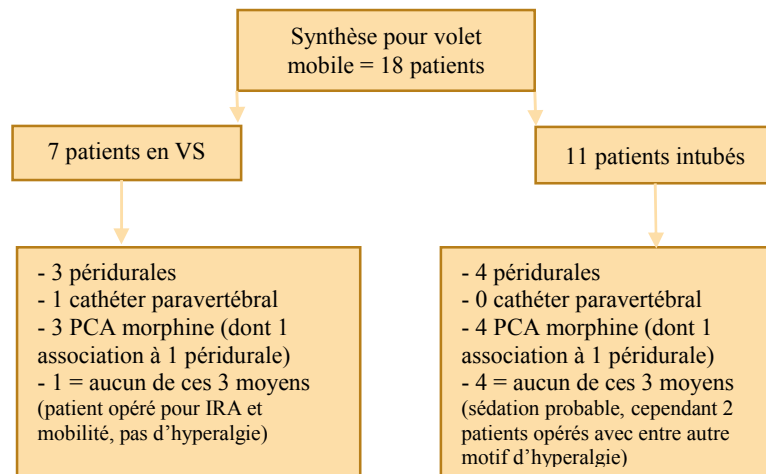


Parmi les patients ostéosynthésés pour hyperalgie (31 patients), 13 patients (41,94%) ont eu une péridurale avant chirurgie, dont 8 (25,81% des 31 patients) en association avec une PCA morphine, 10 patients (32,26%) ont eu une PCA morphine seule en pré-opératoire, un

patient (3,22%) a eu un cathéter para-vertébral. Pour 7 patients (22,58%) il n’y avait pas de moyens d’analgésie recueillis dans le dossier, 4 étaient intubés. Pour ces 7 patients, la douleur n’était jamais la seule indication mais était associée à une insuffisance respiratoire aiguë, une déformation, un volet mobile ou un échec d’extubation.

Parmi les patients ostéosynthésés pour volet mobile (18 patients) (Figure 4), 7 patients (38,9%) ont eu une péridurale avant chirurgie, dont 2 (11,1%) en association avec une PCA morphine, 5 patients (27,8%) ont eu une PCA morphine seule en pré-opératoire, un patient (5,6%) a eu un cathéter para-vertébral. Pour 5 patients (27,8%) il n’y avait pas de moyens d’analgésie recueillis dans le dossier, 4 étaient intubés. Ces 5 patients ont été opérés pour une insuffisance respiratoire aiguë associée à une déformation, une hyperalgie ou un volet mobile.

Figure 4 : Analgésie pré-opératoire des patients fixés pour volet mobile



Concernant la ventilation non invasive (Tableau 9), 33 patients (66%) n’en ont pas reçu en pré-opératoire, 20 d’entre eux étaient intubés. La durée médiane de VNI pré-opératoire pour les patients en ayant bénéficié est à 4 jours (EIQ 25%-75% 2-5 jours).

Dix-huit patients (36%) n'ont pas reçu de VNI en post-opératoire. La durée médiane de VNI post-opératoire pour les patients en ayant bénéficié est à 5 jours (EIQ 25%-75% 3-7,5 jours).

Tableau 9 : Durées de ventilation non invasive pré et post-opératoires, et totales.

	Moyenne en jours *
Durée VNI avant synthèse	4,6 jours +- 4 ,3
- pas de VNI pré-opératoire	33 patients (66%), dont 20 intubés.
Durée VNI après synthèse	5,8 jours +-4,1
- pas de VNI post-opératoire	18 patients (36%)
Durée VNI totale	7,4 jours +- 4,8

* moyennes établies sur le nombre de patients ayant bénéficié de la VNI (exclusion des patients sans VNI)

Les complications septiques de l'ostéosynthèse ont concerné 2 patients (3,8%). Pour le premier il s'agissait d'un sepsis de paroi à J2 post-opératoire, sans nécessité de dépose de matériel, associé à une pleurésie purulente traitée par antibiothérapie prolongée. Le patient ne garde pas de séquelle de cette complication. Pour le 2^{ème} patient, il s'agissait également d'un sepsis de paroi, survenu vers J15 post-opératoire, ayant nécessité une dépose de matériel avec ablation d'une côte. Le patient ne garde pas de séquelle de cet épisode. Ces 2 patients étaient âgés de 48 et 55 ans, n'avaient pas de comorbidités, notamment pas de tabagisme, avaient eu tous les deux un drain thoracique en pré-opératoire, et avaient été opérés au 2^{ème} et au 5^{ème} jour après le traumatisme. Pour ces 2 patients, le matériel utilisé était uniquement des plaques, sans association à des attelles intra-médullaires.

Un 3^{ème} patient a eu une désunion de cicatrice à un mois, sans sepsis associé, pour laquelle la prise en charge a été simple et sans séquelle pour le patient.

Dans notre série, aucun patient n'a été trachéotomisé.

Vingt-trois patients (43,4%) ont présenté une pneumopathie, précoce pour 14 d'entre eux (26,4%) et tardive pour 10 patients (18,9%) (un même patient ayant eu une pneumopathie

précoce puis tardive) (Tableau 10). 92,9% des pneumopathies précoces et 50% des pneumopathies tardives sont survenues sous ventilation invasive. Trois de ces patients (5,7%) ont fait un choc septique nécessitant des amines, tous étaient associés à un SDRA. Au total 5 patients (9,4%) ont développé un SDRA, et un (1,9%) a nécessité une épuration extra-rénale. Trois patients (5,7%) ont eu une embolie pulmonaire, sans thrombose veineuse profonde retrouvée.

Tableau 10 : Complications respiratoires, infectieuses, et thrombo-emboliques.

Trachéotomie	0
Pneumopathies précoces (<=5 jours)	14 (26,4%)
- dont associées à échec extubation	3 (21,4%)
- dont sous IOT	13 (92,9%)
Pneumopathies tardives (>5 jours)	10 (18,9%)
- dont associées à échec extubation	1 (10%)
- dont sous IOT	5 (50%)
Pneumopathies tout délai	23 (43,4%)
Evènements thrombo-emboliques veineux	4 (7,6%)
Choc septique	3 (5,7%) (tous associés à pneumopathie et SDRA)
SDRA	5 (9,4%)
Recours à l'EER	1 (1,9%)

Discussion

Notre étude montre une réduction statistiquement significative de la durée de ventilation mécanique de 5 jours chez les patients traumatisés thoraciques isolés ayant bénéficié d'une ostéosynthèse costale. Cette réduction n'est pas significative lorsque tous les patients inclus sont pris en compte. Ce gain est cliniquement très impactant, car la durée de ventilation mécanique est directement liée aux complications, telles que les pneumopathies par exemple, qui grèvent le pronostic des volets thoraciques. Très récemment, l'équipe de Poitiers a également mis en évidence une réduction significative de durée de ventilation mécanique avec 73,5 heures \pm 124,7 chez les patients opérés (matériel testé = STRACOS, Strasbourg costal osteosynthesis system) versus 141,6 heures \pm 224,4 chez les patients traités médicalement ($p = 0,026$), après appariement sur les scores pronostiques (19). Leur gain sur la durée de ventilation est proche de 3 jours, ce qui est comparable à ce que nous avons mis en évidence (réduction de 2,4 jours sur l'ensemble de nos patients). Tanaka et al ont réalisé une étude prospective randomisée sur des patients avec volet thoracique : ces patients recevaient initialement tous la même prise en charge et étaient randomisés au 5^{ème} jour post-traumatisme dans le groupe chirurgical ou le groupe non-chirurgical (18). La technique chirurgicale reposait sur l'utilisation d'agrafe de Judet. Les durées de ventilation mécanique et de séjour en soins critiques étaient significativement plus faibles (respectivement 10,8 jours vs 18,3 jours ($p < 0,05$) et 16,5 jours vs 26,8 jours ($p < 0,05$)). Granetzny et al ont comparé, dans une étude randomisée prospective, deux groupes de 20 patients avec volet thoracique, ayant reçu soit un traitement médical avec bandage thoracique adhésif soit une fixation chirurgicale par broche de Kirschner (17). Leurs résultats étaient là encore clairement en faveur du traitement chirurgical, avec une baisse significative de la durée de ventilation mécanique (2 jours vs 12 jours, $p < 0,001$), ainsi

qu'une diminution des DDS hospitalière et en soins critiques (respectivement 11,7 vs 23,1 ($p < 0,001$) et 9,6 vs 14,6 ($p < 0,001$)). L'équipe de Poitiers avait trouvé une DDS hospitalière significativement plus basse dans leur groupe de patients opérés (21,7 jours \pm 7,8 vs 32,3 jours \pm 19,3 ; $p = 0,024$) (19). Enfin, un essai randomisé australien de 2013 ne retrouvait pas de différence significative sur la durée de ventilation mécanique mais sur la DDS en soins critiques (317 heures (257 à 390) vs 456 heures (371 to 562), $p = 0.02$) (20). D'autres études rétrospectives trouvent elles-aussi des baisses significatives de toutes ou partie de ces durées (21–23). Une méta-analyse confirme ces résultats, mais le niveau de preuve reste faible à cause des effectifs limités des séries (24).

Dans notre étude, les différences de DDS et de mortalité ne sont pas statistiquement significatives entre les patients opérés et ceux traités médicalement. Cette absence de significativité peut être due à plusieurs facteurs. Le premier est le manque certain de puissance de notre étude, qui est estimée à 19%. Le nombre de sujets nécessaires pour une puissance à 80% et un seuil de significativité à 0,05 serait de 327 patients dans chaque groupe. De plus, notre étude n'est pas randomisée.

Concernant les DDS, les autres facteurs potentiellement confondants sont la nouveauté de la technique chirurgicale, pouvant pousser les équipes à garder plus longtemps les patients en hospitalisation pour surveiller la survenue d'éventuelles complications, et les habitudes de parcours de soin de chaque centre hospitalier, ce qui explique aussi leur variabilité d'une étude à l'autre. La DDS peut aussi être modifiée par le délai de chirurgie : plus le délai entre le traumatisme et la chirurgie est long moins le bénéfice sur la DDS sera perceptible.

La mortalité n'est pas significativement différente dans les autres études également (17,20). Dans notre étude, un décès dans le groupe « traitement médical standard »

pourrait avoir été évitable par la chirurgie : une stabilisation du volet aurait peut-être évité la survenue d'un hémithorax massif, mais il s'agit seulement d'une supposition.

Les complications médicales du volet thoracique sont, selon les études, significativement moins importantes chez les patients opérés (21). Ainsi Granetzny et al retrouvent significativement moins d'infections pulmonaires, moins de déformation thoracique et moins de scoliose après chirurgie (17). Dans l'étude de Tanaka il y avait significativement moins de pneumopathies tardives dans le groupe chirurgical (22% vs 90%, $p < 0,05$) et moins de trachéotomies (17% vs 79%, $p < 0,05$) (18); Marasco trouvait pour ces mêmes éléments des tendances statistiques vers une baisse dans le groupe opéré, sans significativité statistique (20).

Par ailleurs, la technique chirurgicale en elle-même semble associée à une faible morbidité, avec dans notre série de rares complications (3,8%) qui sont restées sans séquelle pour les patients, ce qui est également retrouvé dans d'autres études (21,22,25–27). Certaines études rapportent un inconfort lié aux plaques chez 5 à 15% des patients (28). Une étude américaine a analysé en 2009 toutes les complications présentes dans la littérature : sur 650 chirurgies répertoriées depuis 1975, il y avait 8 infections superficielles (1,2%), 4 drains de Redon infectés (0,6%), 2 empyèmes pleuraux (0,3%), 1 hématome de plaie, 1 épanchement pleural persistant, 8 problèmes de matériels (1,2%), 9 patients avec raideur ou douleur nécessitant le retrait du matériel (1,4%), 1 patient ayant présenté une ostéomyélite de côte (4).

L'utilisation de matériel dédié à la fixation costale permet un geste chirurgical plus simple et plus rapide (6). Une analyse biomécanique sur côtes de cadavres a comparé les plaques et attelles intra-médullaires Matrix-rib aux broches de Kirschner : il n'y avait pas de différence d'efficacité, mais les broches de Kirschner avaient une moins bonne stabilité rotatoire et étaient plus sujettes aux complications (moins résistantes, migration) (29). Une

étude observationnelle a récemment décrit l'utilisation de matériel Matrix-rib chez 20 patients et a relaté 2 complications per-opératoires minimales (un dérapage lors du vissage, sans conséquence, et une attelle intra-médullaire qui avait traversé la corticale postérieure, sans dommage également), et une complication post-opératoire septique ayant nécessité la dépose du matériel 30 jours après la chirurgie initiale (30). Il n'y avait pas de défaillance du matériel à 6 mois de suivi, tous les volets étaient consolidés dans leur position initiale de réduction, malgré la migration sans conséquence de 9 implants. Un seul patient a rapporté une gêne liée au matériel.

Les indications de la chirurgie sont majoritairement la détresse respiratoire aiguë, la douleur, la mobilité du volet, la déformation importante. Dans les récentes RFE, les experts recommandent une fixation chirurgicale chez le patient présentant un volet thoracique et ventilé mécaniquement, si l'état respiratoire ne permet pas un sevrage de la ventilation mécanique dans les 36 heures suivant leur admission ; Les experts proposent que tout fracas costal déplacé ou complexe bénéficie d'un avis spécialisé ; chez les patients en ventilation spontanée, les indications d'ostéosynthèse costale retenues sont les volets costaux douloureux ou invalidants, les déformations majeures de la paroi thoracique, les défauts pariétaux, les menaces de plaies parenchymateuses, la pseudarthrose symptomatique, l'ostéosynthèse de rencontre et les fractures ouvertes (11). Il semble évident que la chirurgie apporte une plus-value seulement à la prise en charge des patients dont la durée prévisible de ventilation mécanique est faible. Par conséquent, il ne paraît pas pertinent de retenir les patients traumatisés crâniens graves. De même, les patients porteurs de lésions médullaires sont exclus par certaines équipes. L'existence de contusions pulmonaires importantes est un facteur d'évolution défavorable nécessitant de façon prévisible une ventilation mécanique prolongée, diminuant ainsi pour ces patients le bénéfice d'une fixation costale (31,32). La décision chirurgicale garde une part de

subjectivité propre à chaque équipe chirurgicale et de réanimation. Ainsi d'autres équipes étendent, comme dans notre étude, l'indication aux fractures de côtes très déplacées en dehors du tableau de volet thoracique (33). Par ailleurs, nous n'avons pas exclu les patients selon leur âge, contrairement à certaines équipes qui ont préféré exclure de leurs analyses les patients de plus de 80 ans (20,30) : il est admis que les patients âgés traumatisés thoraciques ont un taux de morbi-mortalité plus élevé à bilan lésionnel égal (34,35) et c'est plus souvent chez eux que l'on retrouve des traumatismes thoraciques graves relativement isolés dus à des accidents à faible cinétique. Il paraît donc légitime de supposer un réel bénéfice de l'ostéosynthèse costale chez ces patients déjà fragiles, pour lesquels un alitement prolongé ne sera que plus délétère.

Le traitement chirurgical reste sous utilisé d'après les chirurgiens qui se sont familiarisés avec les techniques d'ostéosynthèse costale (14,36–38). Dans un travail nord-américain, beaucoup de chirurgiens ignoraient les indications et les modalités de réalisation de l'ostéosynthèse costale (27,39).

Le délai entre le traumatisme et la chirurgie est débattu. Plusieurs études évoquent l'intérêt d'une chirurgie précoce dans les 48-72 heures, justifiée par un risque, en cas de geste tardif, d'engrènement des foyers de fracture pouvant compliquer la réduction et d'une inflammation tissulaire pouvant être à l'origine d'hémorragie per-opératoire (40). Certaines équipes évoquent plutôt un délai moyen de 5 jours (27,30). Tanaka et al ont pris le parti d'opérer leurs patients après le 5^{ème} jour et dans un délai pouvant atteindre 2 semaines. Dans notre étude le délai moyen était entre 3 et 5 jours, mais certains patients ont été opérés plus tardivement, notamment jusqu'à plus d'une semaine après le traumatisme sans que cela compromette le succès du geste.

La proportion de côtes fixées fait aussi l'objet de désaccords. Certaines équipes favorisent la fixation du maximum de foyers de fracture accessibles (notamment toutes les fractures

latérales des côtes 4 à 8 et toutes les fractures antérieures des côtes 4 à 7, (12,33,41)). D'autres équipes fixent une côte sur deux (27). La fixation des foyers postérieurs est moins importante car cette localisation est rarement source d'instabilité. Certaines équipes choisissent également de ne pas fixer les premières côtes (n° 1 à 3) et les dernières côtes (n° 11 et 12) pour des raisons de faible instabilité liée à ces foyers de fractures, et d'accessibilité anatomique (18,33).

Concernant la prise en charge de la douleur, elle semble adaptée dans une grande majorité de cas de notre série. Selon les récentes RFE, le cathéter paravertébral est à favoriser en 1^{ère} intention par rapport à l'anesthésie péridurale, sauf en cas de fractures multi-étagées et/ou bilatérales, ce qui était en fait le cas de la plupart de nos patients. Une étude s'est attachée à comparer la consommation d'opiacés entre une population de patients fixés et une population de patients non fixés de même gravité (42). Au sein du groupe de patients opérés, la consommation d'opiacés étaient significativement diminuée en post-opératoire (110 mg \pm 98mg en pré-opératoire vs 63 mg \pm 57 mg en post-opératoire, p = 0.01) et il était observé une tendance à une consommation en opiacés plus faible sans significativité statistique entre la période post-opératoire des patients fixés et la consommation globale des patients non opérés (76.4 mg \pm 55 vs. 63.1 mg \pm 57, p = 0.45). Ces résultats encouragent à considérer la douleur comme une indication à part entière d'ostéosynthèse costale.

Dans notre étude, nous n'avons pas pu étudier de façon comparative les durées de ventilation non invasive. Marasco et al ont mis en évidence une durée moyenne de VNI post-extubation significativement plus faible après chirurgie (22 heures (11 à 45) vs 67 heures (37 à 121), p = 0.03) (20).

Concernant le devenir des patients bénéficiant d'ostéosynthèse costale, Granetzny et al ont montré que les EFR à 2 mois post-opératoire sont significativement améliorés chez les

patients opérés, sur la capacité pulmonaire totale, la capacité vitale forcée et le débit expiratoire maximal à 75% (17). Tanaka et al ont également retrouvés de tels bénéfices sur les EFR et ont constaté, à 1 an, significativement moins de plainte de raideur thoracique, de dyspnée d'effort ou de douleur chronique chez les patients opérés (18). D'autres études vont dans ce sens (14).

Un aspect important du devenir des patients que nous n'avons à ce jour pas évalué est le retour complet aux activités professionnelles et personnelles antérieures au traumatisme : certaines études montrent qu'il est significativement plus fréquent chez les patients opérés (18,43).

Pour la suite de ce travail, les données recueillies pour les patients opérés vont également être colligées pour les patients traités médicalement à Grenoble, afin de comparer ces 2 populations sur les complications (pneumopathies, complications de décubitus...), le recours à la trachéotomie, les échecs de sevrage ventilatoire, la prise en charge de la douleur, et la durée de VNI.

Il serait très intéressant de faire un suivi sur le long terme de nos patients pour dépister d'éventuelles complications liées au matériel, et évaluer la fonction respiratoire par des EFR.

Afin de conforter tous ces résultats, il serait primordial de réaliser une étude prospective randomisée, comparant le traitement chirurgical et le traitement médical optimal seul tel que recommandé dans les dernières RFE.

Conclusion

Notre étude montre une réduction significative de la durée de ventilation mécanique liée à l'ostéosynthèse costale, chez des patients traumatisés thoraciques isolés sélectionnés.

La suite de ce travail s'attachera à comparer les deux groupes de patients en termes de complications médicales, de douleur et durée de ventilation non invasive.

Des études randomisées sont nécessaires pour conforter et préciser la place de la chirurgie dans la prise en charge des volets thoraciques.

TITRE : Comparaison de deux stratégies de prise en charge des volets thoraciques en région Rhône-Alpes : ostéosynthèse costale ou traitement médical standard ?

CONCLUSION

Dans le cadre du polytraumatisme, l'atteinte thoracique est fréquente avec une morbi-mortalité élevée. Parmi les différentes lésions du thorax, le volet thoracique représente l'atteinte pariétale la plus sévère ; il va être à l'origine d'une mortalité élevée en phase aiguë mais aussi plus tardivement suite aux complications secondaires. La stratégie de prise en charge thérapeutique des volets costaux est peu codifiée dans les recommandations internationales, reposant essentiellement sur la ventilation mécanique ; la place de l'ostéosynthèse costale, réservée classiquement aux échecs de sevrage respiratoire, n'est pas encore totalement définie. Cependant, des travaux récents suggèrent des bénéfices à la fixation chirurgicale dès la phase précoce. Sur ces arguments, certaines équipes de traumatologie proposent la chirurgie de fixation chez des patients sélectionnés sur des critères respiratoires (déformation thoracique, détresse respiratoire aiguë, hyperalgie thoracique) en l'absence de traumatisme crânien grave. Nous avons comparé deux approches différentes de la prise en charge des volets thoraciques: d'une part une technique chirurgicale de fixation précoce à Lyon et Annecy, et d'autre part un traitement médical standard à Grenoble. Cette analyse s'est basée sur des données issues des 2 registres de traumatologie de la région Rhône-Alpes entre 2010 et 2015. Les patients inclus étaient majeurs, présentant un volet thoracique associé ou non à d'autres lésions, hormis le traumatisme crânien grave.

Le critère de jugement principal était la durée de ventilation mécanique dans chacun des groupes définis (groupe fixation précoce et groupe standard) et les critères secondaires concernaient des données de morbi-mortalité.

Cinquante-trois patients ont été inclus dans le groupe fixation précoce et 45 patients ont été inclus dans le groupe standard. Après appariement chaque groupe se

composait de 43 patients, comparables en terme de données cliniques. Il existait une tendance à la réduction de ventilation mécanique grâce à la technique chirurgicale (3.6 jours groupe fixation précoce versus 6.4 jours groupe standard, $p=0.06$). En cas de traumatisme thoracique isolé cette durée de ventilation était significativement diminuée dans le groupe fixation précoce. Par ailleurs, les complications de l'ostéosynthèse restaient rares dans cette série, sans répercussions significatives sur le devenir des patients.

En conclusion, l'ostéosynthèse costale permet de réduire la durée de ventilation mécanique et donc les complications liées à la ventilation artificielle. Cette technique est associée à une faible morbidité et des essais randomisés apparaissent nécessaires pour conforter ces résultats.

(*) VU ET PERMIS D'IMPRIMER

(*) Grenoble, le 8 avril 2015

(*) LE DOYEN



(*) J.P. ROMANET

(*) LE PRESIDENT DE LA THESE

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a vertical stroke.

(*) PROFESSEUR

F. Corpenche

BIBLIOGRAPHIE

1. Cannon RM, Smith JW, Franklin GA, Harbrecht BG, Miller FB, Richardson JD. Flail chest injury: are we making any progress? *Am Surg.* apr 2012;78(4):398-402.
2. Landercasper J, Cogbill TH, Lindesmith LA. Long-term disability after flail chest injury. *J Trauma.* may 1984;24(5):410-4.
3. Charvet A, Ban LH, Jammes Y, Albanese J, Martin C. Long-term Outcome in Chest Trauma. *Anesthesiology.* 2008;109(5):864-71.
4. Nirula R, Diaz JJ, Trunkey DD, Mayberry JC. Rib Fracture Repair: Indications, Technical Issues, and Future Directions. *World J Surg.* jan 2009;33(1):14-22.
5. Fitzpatrick DC, Denard PJ, Phelan D, Long WB, Madey SM, Bottlang M. Operative stabilization of flail chest injuries: review of literature and fixation options. *Eur J Trauma Emerg Surg.* oct 2010;36(5):427-33.
6. Bottlang M, Helzel I, Long WB, Madey S. Anatomically Contoured Plates for Fixation of Rib Fractures: *J Trauma Inj Infect Crit Care.* march 2010;68(3):611-5.
7. Campbell N, Conaglen P, Martin K, Antippa P. Surgical Stabilization of Rib Fractures Using Inion OTPS Wraps—Techniques and Quality of Life Follow-Up: *J Trauma Inj Infect Crit Care.* sept 2009;67(3):596-601.
8. Chiumello D, Coppola S, Froio S, Gregoretti C, Consonni D. Noninvasive ventilation in chest trauma: systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* july 2013;39(7):1171-80.
9. Bolliger CT, Van Eeden SF. Treatment of multiple rib fractures. Randomized controlled trial comparing ventilatory with nonventilatory management. *CHEST J.* 1990;97(4):943-8.
10. Duggal A, Perez P, Golan E, Tremblay L, Sinuff T. Safety and efficacy of noninvasive ventilation in patients with blunt chest trauma: a systematic review. *Crit Care.* 2013;17(4):R142.
11. Recommandations Formalisées d'Experts : Traumatisme thoracique : prise en charge des 48 premières heures. SFAR - SFMU. Fév 2015.
12. Marcheix B, Brouchet L, Renaud C, Berjaud J, Dahan M. Technique de l'ostéosynthèse costale. *EMC - Tech Chir - Thorax.* janv 2006;1(1):1-11.
13. Grosdidier G, Charpentier C, Boulanger G. Fractures de côtes et traumatismes thoraciques. *EMC* 2010
14. Lardinois D, Krueger T, Dusmet M, Ghisletta N, Gugger M, Ris HB. Pulmonary function testing after operative stabilisation of the chest wall for flail chest. *Eur J Cardio-Thorac Surg Off J Eur Assoc Cardio-Thorac Surg.* sept 2001;20(3):496-501.

15. Nirula R, Allen B, Layman R, Falimirski ME, Somberg LB. Rib fracture stabilization in patients sustaining blunt chest injury. *Am Surg.* apr 2006;72(4):307-9.
16. Mayberry JC, Kroeker AD, Ham LB, Mullins RJ, Trunkey DD. Long-term morbidity, pain, and disability after repair of severe chest wall injuries. *Am Surg.* may 2009;75(5):389-94.
17. Granetzny A. Surgical versus conservative treatment of flail chest. Evaluation of the pulmonary status. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 6 sept 2005;4(6):583-7.
18. Tanaka H, Yukioka T, Yamaguti Y, Shimizu S, Goto H, Matsuda H, et al. Surgical stabilization of internal pneumatic stabilization? A prospective randomized study of management of severe flail chest patients. *J Trauma Acute Care Surg.* 2002;52(4):727-32.
19. Jayle CPM, Allain G, Ingrand P, Laksiri L, Bonnin E, Hajj-Chahine J, et al. Flail Chest in Polytraumatized Patients: Surgical Fixation Using Stracos Reduces Ventilator Time and Hospital Stay. *BioMed Res Int.* 2015
20. Marasco SF, Davies AR, Cooper J, Varma D, Bennett V, Nevill R, et al. Prospective Randomized Controlled Trial of Operative Rib Fixation in Traumatic Flail Chest. *J Am Coll Surg.* may 2013;216(5):924-32.
21. Althausen PL, Shannon S, Watts C, Thomas K, Bain MA, Coll D, et al. Early surgical stabilization of flail chest with locked plate fixation. *J Orthop Trauma.* 2011;25(11):641-7.
22. Granhed HP, Pazooki D. A feasibility study of 60 consecutive patients operated for unstable thoracic cage. *J Trauma Manag Outcomes.* dec 2014 ;8(1).
23. Doben AR, Eriksson EA, Denlinger CE, Leon SM, Couillard DJ, Fakhry SM, et al. Surgical rib fixation for flail chest deformity improves liberation from mechanical ventilation. *J Crit Care.* feb 2014;29(1):139-43.
24. Slobogean GP, MacPherson CA, Sun T, Pelletier M-E, Hameed SM. Surgical Fixation vs Nonoperative Management of Flail Chest: A Meta-Analysis. *J Am Coll Surg.* feb 2013;216(2):302-11.e1.
25. Muhm M, Härter J, Weiss C, Winkler H. Severe trauma of the chest wall: surgical rib stabilisation versus non-operative treatment. *Eur J Trauma Emerg Surg.* june 2013;39(3):257-65.
26. Mayberry JC, Terhes JT, Ellis TJ, Wanek S, Mullins RJ. Absorbable Plates for Rib Fracture Repair: Preliminary Experience: *J Trauma Inj Infect Crit Care.* nov 2003;55(5):835-9.
27. Richardson JD, Franklin GA, Heffley S, Seligson D. Operative fixation of chest wall fractures: an underused procedure? *Am Surg.* june 2007;73(6):591-6; discussion 596-7.

28. Mouton W, Lardinois D, Furrer M, Regli B, Ris HB. Long-term follow-up of patients with operative stabilisation of a flail chest. *Thorac Cardiovasc Surg.* oct 1997;45(5):242-4.
29. Bottlang M, Helzel I, Long W, Fitzpatrick D, Madey S. Less-Invasive Stabilization of Rib Fractures by Intramedullary Fixation: A Biomechanical Evaluation: *J Trauma Inj Infect Crit Care.* jan 2010;1.
30. Bottlang M, Long WB, Phelan D, Fielder D, Madey SM. Surgical stabilization of flail chest injuries with MatrixRIB implants: A prospective observational study. *Injury.* feb 2013;44(2):232-8.
31. Voggenreiter G, Neudeck F, Aufmkolk M, Obertacke U, Schmit-Neuerburg K-P. Operative chest wall stabilization in flail chest—outcomes of patients with or without pulmonary contusion. *J Am Coll Surg.* 1998;187(2):130-8.
32. Simon B, Ebert J, Bokhari F, Capella J, Emhoff T, Hayward T, et al. Management of pulmonary contusion and flail chest: An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. *J Trauma Acute Care Surg.* nov 2012;73:S351-61.
33. Pieracci FM, Rodil M, Stovall RT, Johnson JL, Biffi WL, Mauffrey C, et al. Surgical stabilization of severe rib fractures. *J Trauma Acute Care Surg.* apr 2015;78(4):883-7.
34. Bergeron E, Lavoie A, Clas D, Moore L, Ratte S, Tetreault S, et al. Elderly Trauma Patients with Rib Fractures Are at Greater Risk of Death and Pneumonia: *J Trauma Inj Infect Crit Care.* march 2003;54(3):478-85.
35. Bulger EM, Arneson MA, Mock CN, Jurkovich GJ. Rib fractures in the elderly. *J Trauma Acute Care Surg.* 2000;48(6):1040-7.
36. Bhatnagar A, Mayberry J, Nirula R. Rib Fracture Fixation for Flail Chest: What Is the Benefit? *J Am Coll Surg.* aug 2012;215(2):201-5.
37. Dehghan N, de Mestral C, McKee MD, Schemitsch EH, Nathens A. Flail chest injuries: A review of outcomes and treatment practices from the National Trauma Data Bank. *J Trauma Acute Care Surg.* feb 2014;76(2):462-8.
38. Gasparri MG, Tisol WB, Haasler GB. Rib stabilization: lessons learned. *Eur J Trauma Emerg Surg.* oct 2010;36(5):435-40.
39. Mayberry JC, Ham LB, Schipper PH, Ellis TJ, Mullins RJ. Surveyed Opinion of American Trauma, Orthopedic, and Thoracic Surgeons On Rib and Sternal Fracture Repair: *J Trauma Inj Infect Crit Care.* march 2009;66(3):875-9.
40. Oyarzun JR, Bush AP, McCormick JR, Bolanowski PJ. Use of 3.5-mm acetabular reconstruction plates for internal fixation of flail chest injuries. *Ann Thorac Surg.* 1998;65(5):1471-4.
41. Marasco S, Liew S, Edwards E, Varma D, Summerhayes R. Analysis of bone healing in flail chest injury: do we need to fix both fractures per rib? *J Trauma Acute Care Surg.* sept 2014;77(3):452-8.

42. De Moya M, Bramos T, Agarwal S, Fikry K, Janjua S, King DR, et al. Pain as an Indication for Rib Fixation: A Bi-Institutional Pilot Study: *J Trauma Inj Infect Crit Care*. dec 2011;71(6):1750-4.
43. Majercik S, Cannon Q, Granger SR, VanBoerum DH, White TW. Long-term patient outcomes after surgical stabilization of rib fractures. *Am J Surg*. july 2014;208(1):88-92.
44. Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. *Eur J Trauma Emerg Surg*. oct 2010;36(5):407-15.
45. Bastos R, Calhoun JH, Baisden CE. Flail Chest and Pulmonary Contusion. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. march 2008;20(1):39-45.
46. Kaplan T, Gulbahar G, Gundogdu AG, Han S. An Unexpected Complication of Titanium Rib Clips. *Ann Thorac Surg*. dec 2014;98(6):2206-9.
47. Sales JR, Ellis TJ, Gillard J, Liu Q, Chen JC, Ham B, et al. Biomechanical Testing of a Novel, Minimally Invasive Rib Fracture Plating System: *J Trauma Inj Infect Crit Care*. may 2008;64(5):1270-4.
48. Ivančić A, Saftić I, Cicvarić T, Španjol J, Štalekar H, Marinović M, et al. Initial Experience with External Thoracic Stabilization by the «Figure of Eight» Osteosynthesis in Polytraumatized Patients with Flail Chest Injury. *Coll Antropol*. 2009;33(1):51-6.
49. Maury J-M, Roquet G, Marcotte G, David J-S. Surgical fixation of rib fractures in chest wall trauma. *Intensive Care Med*. feb 2015.

ANNEXE 1 : **Historique de la prise en charge des volets thoraciques**

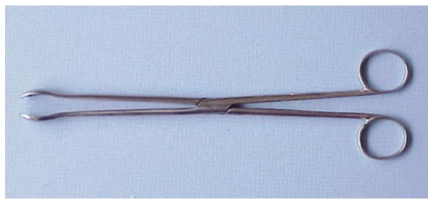
Historiquement la prise en charge des volets thoraciques reposent sur 2 grands axes :

→ **Le support « interne »** : la ventilation mécanique, dont la 1^{ère} description date de 1902 mais dont la pratique s'est développée dans les années 50 : trachéotomie avec ventilation mécanique en pression positive, intermittente, puis avec ventilation continue.

Progressivement les techniques de ventilation mécanique évoluent jusqu'à l'apparition de la ventilation mécanique non invasive, qui est aujourd'hui incontournable dans la prise en charge des volets thoraciques.

→ **Le support « externe »** :

1^{ère} description en 1926 : **technique percutanée** avec mise en traction des côtes par une pince de traction

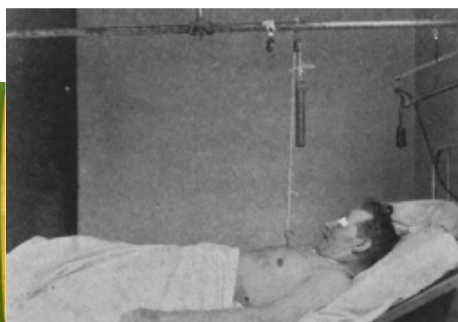


Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):407-15. (44)

Dans les années 50 :

- traitement des volets costaux unilatéraux par **bandage et application de sac de sable** contre la paroi thoracique

- traitement des volets bilatéraux par mise en traction au niveau du sternum par le crochet de Hook



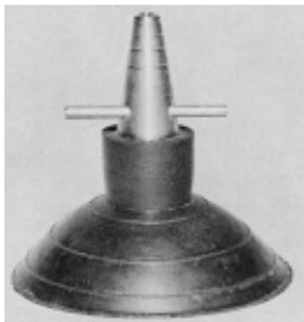
Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):407-15.

Toujours dans les années 50, des études ont décrit l'utilisation du **respirateur Drinker** (« poumon d'acier »), notamment pour le traitement des volets postérieurs. Les patients étaient traités pendant 10 jours au minimum (Hagen).



Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):407-15.

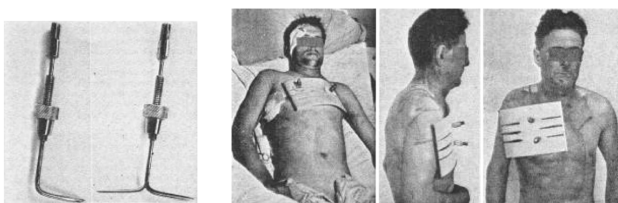
Une autre étude a décrit l'utilisation de **ventouse** (« Cape town limpet »), appliquée au niveau du volet thoracique puis mise en traction.



Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):407-15.

D'autres modes de mise en traction percutanée ont été créés :

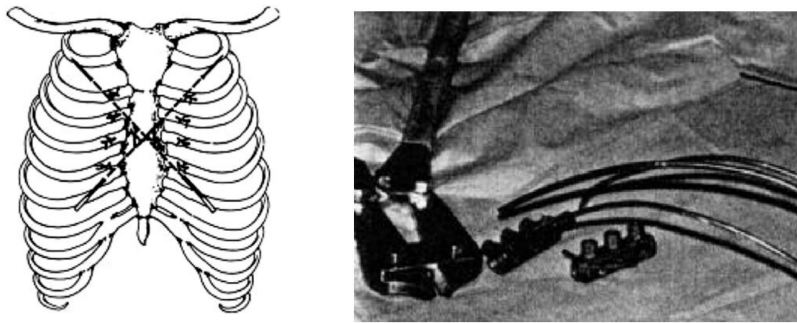
- vis de Schanz : vis en alliage insérée dans le sternum puis mise en traction maintenue pendant 24h avec un relai par pince de réduction dans les 2 trous de vis avec traction 17 jours (Heroy)
- crochet à 90°, en forme de T, avec mise en traction (étude hongroise, 1965).



Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):407-15.

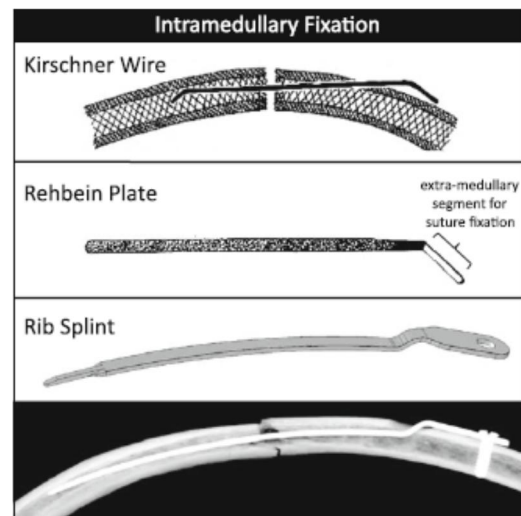
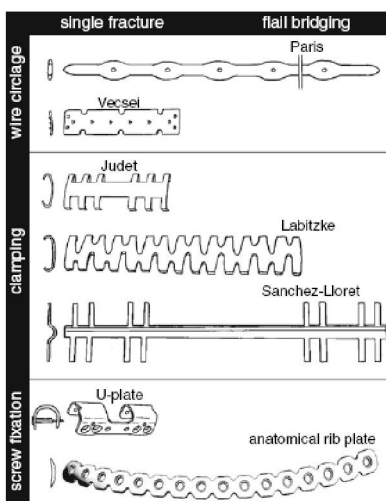
Progressivement les méthodes de réduction se sont orientées vers une **réduction ouverte** avec maintien par un fil suture ou un fil métallique, ou des méthodes de réduction ouverte avec fixation et suspension invasive (ORIF) : K wires (suture par fil)

En 91, Landreneau décrit l'utilisation de **fixateur externe (type lunque)** mises en place durant thoracotomie / technique nussbar



Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):407-15.

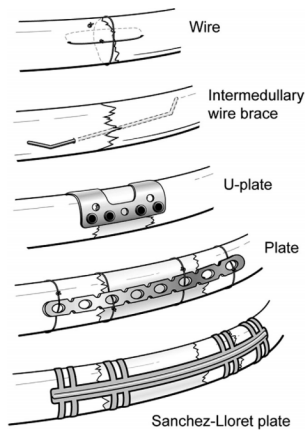
Puis la chirurgie se développe avec 2 méthodes : **les plaques à visser d'une part et les broches intra-médullaires d'autre part.**



A gauche et en haut à droite : Fitzpatrick DC, Denard PJ, Phelan D, Long WB, Madey SM, Bottlang M. Operative stabilization of flail chest injuries: review of literature and fixation options. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):427-33. (5)

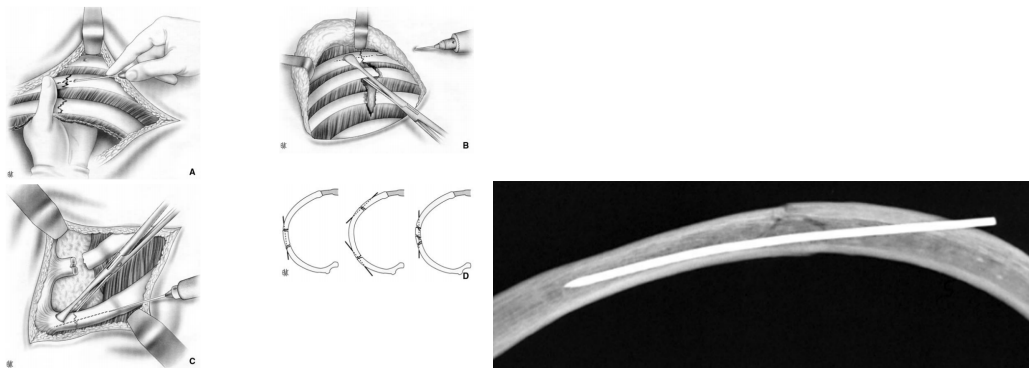
En bas à droite : Bottlang M, Helzel I, Long W, Fitzpatrick D, Madey S. Less-Invasive Stabilization of Rib Fractures by Intramedullary Fixation: A Biomechanical Evaluation. J Trauma Inj Infect Crit Care. january 2010;1. (29)

Ci-dessus : schéma de gauche : les différents types de plaques ; à droite : les différents type de broches intra-médullaires. Ci-dessous : les mêmes dispositifs, représentés en position fonctionnelle



Bastos R, Calhoon JH, Baisden CE. Flail Chest and Pulmonary Contusion. Semin Thorac Cardiovasc Surg. march 2008;20(1):39-45. (45)

Broche de Kirschner = enclouage centro-médullaire

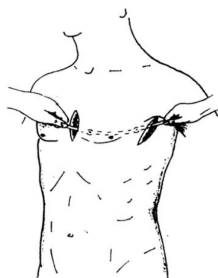


A gauche : Marcheix B, Brouchet L, Renaud C, Berjaud J, Dahan M. Technique de l'ostéosynthèse costale. EMC - Tech Chir - Thorax. janvier 2006;1(1):1-11. (12)

A droite : Bottlang M, Helzel I, Long W, Fitzpatrick D, Madey S. Less-Invasive Stabilization of Rib Fractures by Intramedullary Fixation: A Biomechanical Evaluation: J Trauma Inj Infect Crit Care. janvier 2010;1.

- Avantages : possibilité d'utilisation percutanée → réduction voie d'abord
- Inconvénients : faible stabilité rotatoire, migration de matériel (risque vasculaire et cutané)

MIPO : minimal invasive plate osteosynthesis



Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):407-15.

Plaque de drittelrhor

Agrafe de Judet (1972)

- Avantages : technique simple, réduction anatomique des foyers de fracture
- Inconvénients :
 - nécessité d'abord direct de tous les foyers de fracture → voies d'abord larges
 - nécessité d'ablation du matériel devant risque d'infection et de douleur à long terme
 - risque de lésions vasculo-nerveuses inter-costales

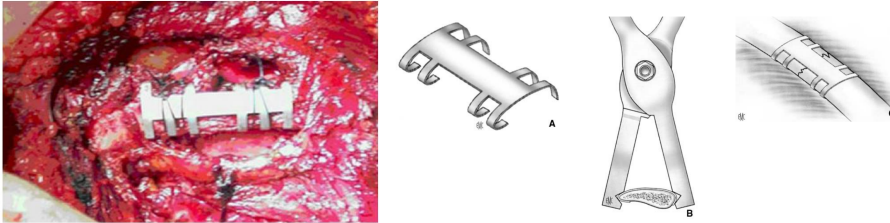
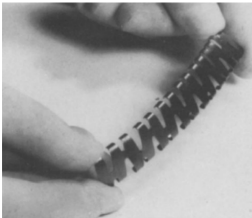


Figure de gauche : Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):407-15.

Figure de droite : Marcheix B, Brouchet L, Renaud C, Berjaud J, Dahan M. Technique de l'ostéosynthèse costale. EMC - Tech Chir - Thorax. janvier 2006;1(1):1-11.

Plaque de labitzke (années 80)

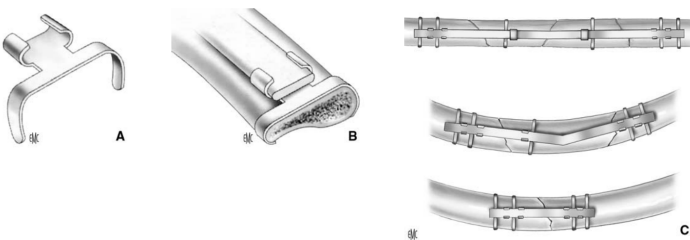
Nécessité de courbure bidimensionnelle : joints asymétriques pour pouvoir courber la plaque



Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):407-15.

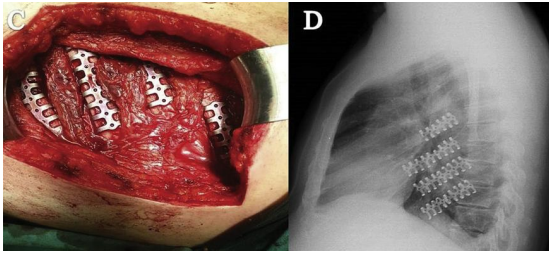
Attelles-agrafes à glissières de Borrely (1983)

- Avantages : polyvalence du matériel
- Inconvénients : mise en place plus complexe, moins de solidité



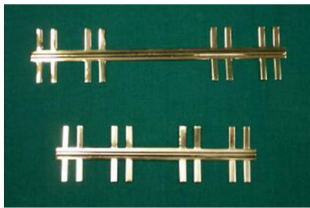
Marcheix B, Brouchet L, Renaud C, Berjaud J, Dahan M. Technique de l'ostéosynthèse costale. EMC - Tech Chir - Thorax. janvier 2006;1(1):1-11.

→ variante moderne = STRACOS Strasbourg costal osteosynthesis system (ou STRATOS) : développé spécifiquement pour les côtes, depuis 2008.



Kaplan T, Gulbahar G, Gundogdu AG, Han S. An Unexpected Complication of Titanium Rib Clips. Ann Thorac Surg. déc 2014;98(6):2206-9. (46)

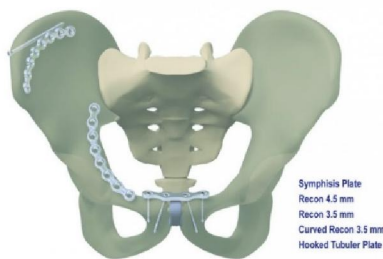
Plaque de Sanchez



Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):407-15.

Toutes ces plaques reposent sur le principe de grippage, avec le risque de lésion vasculo-nerveuse intercostale.

En 1998 : utilisation pour la fixation costale de plaque vissée destinée à l'acétabulum



Plaques associant le principe d'agrippage et de vissage : Ribloc (plaque en U)

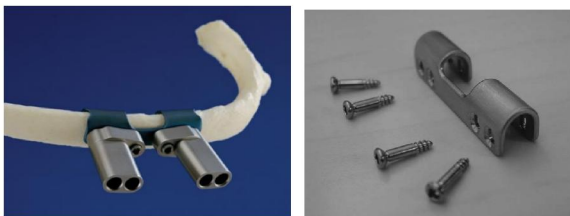
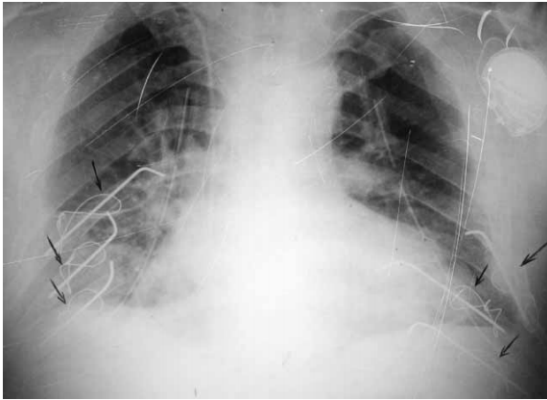


Figure de gauche : Bemelman M, Poeze M, Blokhuis TJ, Leenen LPH. Historic overview of treatment techniques for rib fractures and flail chest. Eur J Trauma Emerg Surg. oct 2010;36(5):407-15.

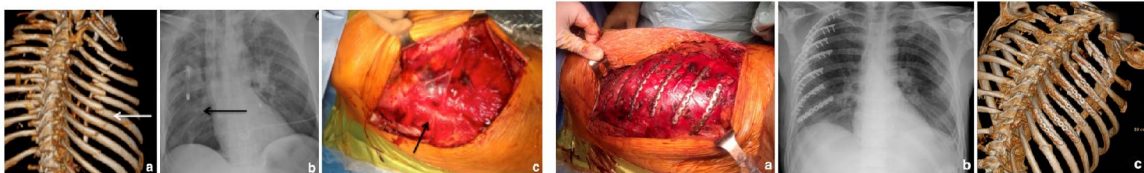
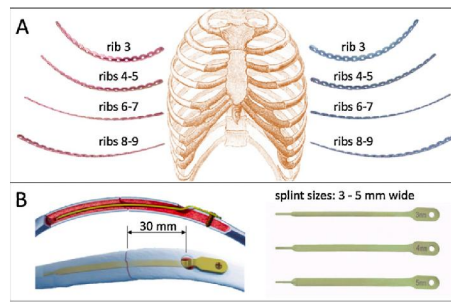
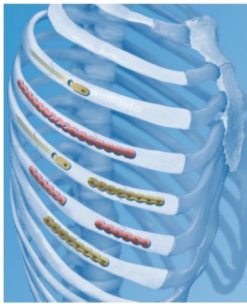
Figure de droite : Sales JR, Ellis TJ, Gillard J, Liu Q, Chen JC, Ham B, et al. Biomechanical Testing of a Novel, Minimally Invasive Rib Fracture Plating System: J Trauma Inj Infect Crit Care. mai 2008;64(5):1270-4. (47)

2009 : K Wire + cerclage en 8



Ivančić A, Saftić I, Cicvarić T, Španjol J, Štalekar H, Marinović M, et al. Initial Experience with External Thoracic Stabilization by the»
Figure of Eight «Osteosynthesis in Polytraumatized Patients with Flail Chest Injury. Coll Antropol. 2009;33(1):51-6. (48)

Matrix Rib (2009) : plaque à visser, qui permet une grande stabilité, et broche intra-médullaire, stabilisée par une vis qui évite la migration. Matériels en titane qui miment les caractéristiques biomécaniques des côtes.



En haut à gauche : <http://sites.synthes.com/matrixrib/Pages/default.aspx>

En haut à droite : Bottlang M, Long WB, Phelan D, Fielder D, Madey SM. Surgical stabilization of flail chest injuries with MatrixRIB implants: A prospective observational study. Injury. feb 2013;44(2):232-8. (30)

En bas : Maury J-M, Roquet G, Marcotte G, David J-S. Surgical fixation of rib fractures in chest wall trauma. Intensive Care Med. feb 2015 (49)

Pour résumer, le matériel idéal est celui qui nécessite un abord le moins invasif possible, apportant la meilleure stabilité et la meilleure résistance tout en mimant les capacités de souplesse des côtes (pas d'enraidissement du thorax).