

# **DRAINAGE PLEURAL EN TRAUMATOLOGIE : QUOI, QUAND, COMMENT ?**

L. Martin, Département d'Anesthésie-Réanimation de Bicêtre, Hôpital de Bicêtre, 78 rue du Général Leclerc, 94275 Le Kremlin Bicêtre.

## **INTRODUCTION**

Les traumatismes thoraciques sont fréquents (10 % des polytraumatisés) et graves (15 % de mortalité). Ils s'accompagnent d'épanchements pleuraux (aérique, sanglant ou mixte) dans plus d'un cas sur deux [1].

Le drainage pleural est, avec la chirurgie thoracique, l'une des modalités thérapeutiques de ce type de pathologie. L'objectif est de rétablir la vacuité pleurale afin de lever d'éventuelles compressions organiques intra-thoraciques et de rendre à la plèvre sa fonction mécanique. Dans la majorité des cas (85 %), l'épanchement se tarit spontanément et peut être totalement évacué par le drainage pleural seul (traitement définitif) [2]. Dans les autres cas, la surveillance de ce drainage apporte des arguments guidant les indications d'une thoracotomie [3, 4].

Ce geste doit être effectué par des équipes entraînées disposant d'un plateau technique adapté (aire d'accueil, tomographie, bloc opératoire). En effet, la réalisation de cette technique nécessite la connaissance de notions théoriques ainsi qu'un savoir faire afin d'éviter les complications iatrogènes parfois dramatiques.

Nous répondrons successivement dans cet exposé aux questions suivantes :

- Comment réaliser l'insertion d'un drain pleural ?
- Pour quels types d'épanchement ?
- Quel est le moment le plus opportun pour la pose chez le traumatisé ?
- Quand et comment réaliser l'ablation du drain thoracique ?

Enfin, nous nous focaliserons sur les thérapeutiques adjuvantes (l'analgésie et l'éventuelle antibioprofylaxie entourant le geste).

## **1. COMMENT REALISER UN DRAINAGE PLEURAL ?**

Nous évoquerons les caractéristiques des drains pleuraux, la préparation du geste, le site d'insertion, l'insertion proprement dite, la technique de la ponction de sauvetage et enfin les dispositifs d'aspiration.

### **1.1. CARACTERISTIQUES DES DRAINS PLEURAUX**

Ils sont réalisés en matière plastique translucide (silicone ou PVC) de diamètre interne indiqué en French variant de 20 à 40 (5 à 11 mm). La viscosité de l'épanchement

dicte la taille du drain. Celle-ci sera de 20 à 28 French pour un pneumothorax (les plus petites tailles n'ont pas d'indication en traumatologie) et supérieure à 28, voire 32 à 36 French pour un hémithorax [5-7]. Idéalement, ils possèdent :

- Des repères de distances.
- De multiples trous de drainage en plus du distal afin d'éviter les lésions aspiratives sur le parenchyme pulmonaire [8].
- Une extrémité distale émoussée.
- Un orifice proximal facile à connecter au système de drainage.
- Et un repère radio opaque permettant un contrôle de leur position.

L'utilisation de drains pré-troués est préférable. La création extemporanée de trou entraîne un risque de rupture intra pleurale.

## 1.2. PREPARATION DU DRAINAGE

L'ensemble du matériel nécessaire doit être réuni avant le début de l'acte (Protocole de soin). Ce geste, réalisé au lit du malade, requiert une asepsie chirurgicale (lavage des mains, casaque stérile, champs stériles...).

Le patient est informé s'il est conscient, et prémédiqué (analgésie ± anxiolyse) en l'absence de contre-indication. Il est positionné en décubitus dorsal, le bras homolatéral au site d'insertion en abduction, la main sous la tête, en cas d'abord axillaire (attention au risque de déplacement de fracture notamment de la ceinture scapulaire) ou le long du corps en cas d'abord antérieur. La position demi assise pourra être respectée en cas de lésion isolée du thorax (position antalgique et tolérance respiratoire). Les indications d'intubation oro-trachéale et la prise en charge des détresses vitales seront détaillées en 2.4. Les troubles éventuels de l'hémostase devront être corrigés avant le drainage si la situation le permet.

## 1.3. SITE D'INSERTION [5, 9-11]

L'abord peut être (Figure 1) :

- Antérieur, médioclaviculaire au niveau du deuxième espace intercostal (quadrant supéro-externe du thorax). Il s'agit d'un espace large évitant la glande mammaire et les vaisseaux ou organes intra-thoraciques(notamment l'artère mammaire interne qui chemine à 2 cm du bord du sternum).

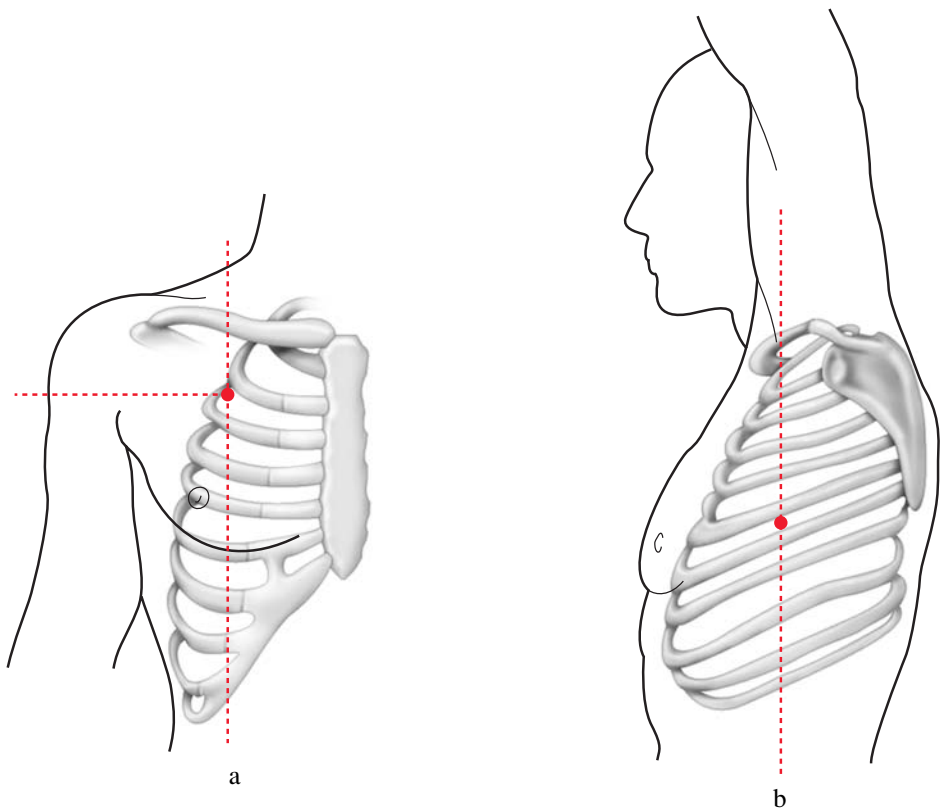
Ce site s'expose aux séquelles esthétiques et peut gêner la mise en décubitus ventral thérapeutique.

- Latéral au niveau de la ligne axillaire moyenne ou antérieure, juste en arrière du muscle grand pectoral, du troisième au cinquième espace intercostal mais jamais en dessous (risque de lésion diaphragmatique et/ou intra-abdominale) [12].

La voie latérale s'expose à une plus grande fréquence de malposition du drain (33 %) que la voie antérieure (9 %) [13]

## 1.4. L'INSERTION PROPREMENT DITE

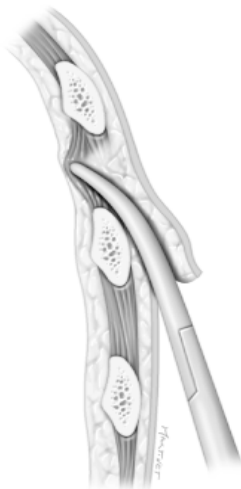
Après désinfection cutanée (Chlorexidine ou dérivés iodés), l'opérateur installe le champ stérile et réalise une anesthésie locale à l'aiguille fine (18 gauges) de l'ensemble des plans (en insistant sur la peau, le périoste et la plèvre pariétale) par de la xylocaïne 1 ou 2 %. Une ponction exploratrice préalable (seringue en aspiration), confirme la bonne position et la nature de l'épanchement évitant, pour certains, les malpositions sous diaphragmatique, intra-splénique ou intra-hépatique [2]. Après attente de l'installation de l'anesthésie, une incision cutanée adaptée à la taille du drain est réalisée au bistouri à lame droite parallèlement à la côte inférieure de l'espace intercostal choisi. Les différents plans sont ensuite disséqués à la pince (type Kelly) jusqu'à l'espace



**Figure 1 :** Site d'insertion du drain pleural.

*a = abord antérieur, médioclaviculaire, au niveau du 2<sup>e</sup> espace intercostal.*

*b = abord latéral au niveau de la ligne axillaire antérieure, juste en arrière du muscle grand pectoral.*



**Figure 2 :** Dissection des différents plans de l'espace intercostal avec une pince de type Kelly

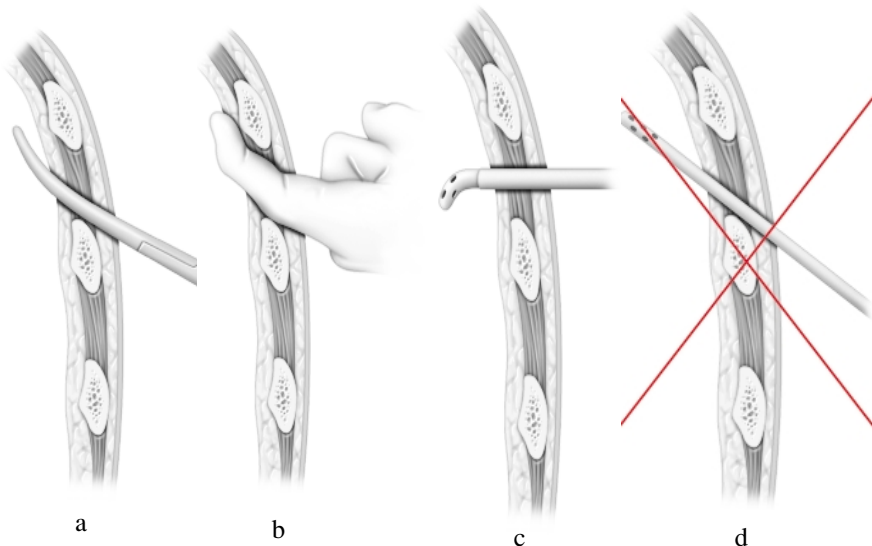
intercostal, qui est abordé au ras de la côte inférieure (évite les lésions du paquet vasculo-nerveux localisé sous l'abri costal : Figure 2) [9, 10].

L'ensemble des auteurs confirme que l'ouverture de la plèvre pariétale ne doit plus être réalisée à l'aide du mandrin trocart métallique (type Joly). Ce geste, n'ayant aucun moyen de contrôle et de retenue, augmente les risques de lacération du poumon et/ou d'autres structures intra-thoraciques voire intra-abdominales [9-11, 14-15]. Plus récemment, Waksman et al [16] propose une technique rapide d'insertion du drain avec un trocart de laparoscopie dont la pointe est auto-retractable. Il rapporte cependant un cas de drain intra-parenchymateux secondaire à la présence d'adhérences pleurales (1/112 patients). Cette technique ne permet pas de contrôler la liberté pleurale et ne paraît pas pouvoir être conseillée.

En effet, l'ouverture pleurale doit être réalisée à la pince (Figure 3). Une exploration pleurale peut alors être entreprise au doigt permettant un toucher pulmonaire et la vérification de l'absence d'adhérence (éventuellement levée avec soin et sans force) [2]. La technique de dissection à la pince est la plus prudente, elle nécessite plus de temps et présente un risque de fuite autour du drain occasionné par une dissection trop large (inadéquation entre la taille de l'ouverture et le drain). De plus, URSCHEL et al [15] décrit une complication anecdotique (bris d'une pince de Kelly dans l'espace pleural) et rappelle la nécessité d'une incision limitée en cas de drainage d'un empyème (risque de fasciites nécrosantes infectieuses).

La direction du drain dans l'espace pleural est donnée par [10] :

- Le mandrin métallique (type Joly) sans que celui-ci ne pénètre le thorax au delà de la plèvre pariétale.
- Les griffes de la pince de Kelly ouverte dans l'espace pleural.
- Et enfin l'utilisation de la canule d'introduction du trocart de Monod®.



**Figure 3 :** Insertion du drain pleural

*a = ouverture de la plèvre pariétale à la pince de type Kelly.*

*b = exploration de l'espace pleural au doigt.*

*c = direction du drain dans l'espace pleural donnée par la canule d'introduction de Monod®.*

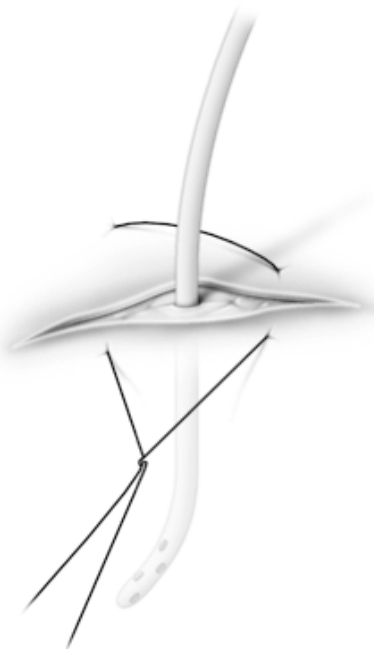
*d = l'ouverture de la plèvre pariétale ne doit plus être réalisée à l'aide d'un mandrin trocart métallique.*

Cette dernière technique nous paraît la plus adaptée pour diriger le drain.

Le drainage se poursuit avec la mise en place du drain dans l'espace pleural de 2 à 3 cm au minimum après le dernier orifice latéral. La présence de condensation d'air ou l'oscillation de fluide confirme la bonne position dans l'espace pleural. Le drain est clampé à son extrémité proximale jusqu'à la fixation à la peau, réalisée par une «spartiate» entourant le drain (fil à peau 2.0), évitant les mobilisations accidentelles. La connection au système de drainage est alors réalisée. La zone d'incision est couverte par une compresse stérile sèche et un pansement adhésif.

Un point de suture en U, autour du tube de part et d'autres des berges de l'incision cutanée, peut être réalisé assurant lors de l'ablation du drain l'étanchéité et l'affrontement des bords de la cicatrice (Figure 4) [9].

Une radiographie de thorax de face vérifie la ré-expansion pulmonaire, la position du drain et la présence de l'orifice latéral le plus proximal dans l'espace pleural. Lors de l'insertion du drain, chez un patient ventilé en pression positive, certains auteurs proposent de déconnecter le patient du respirateur ou mieux de réaliser une pause expiratoire (surtout en cas de PEEP élevé, de FiO<sub>2</sub> élevée ou d'utilisation de NO) [17, 6]. En respectant ces consignes, les complications techniques sont rares (1 %) [14].



**Figure 4 :** Points de suture de fixation en U autour du drain pleural

#### 1.5. PONCTION A L'AIGUILLE D'UN PNEUMOTHORAX SUFFOCANT

Cette ponction est réalisée, au niveau du deuxième espace intercostal sur la ligne médio-claviculaire, avec une aiguille de 14 gauges montée sur une seringue. Lors de la pénétration de l'espace pleural, le reflux d'air est franc. L'aiguille est alors déconnectée de la seringue. La décompression thoracique est audible et l'état clinique du patient s'améliore. Il s'agit d'une mesure temporaire nécessitant la mise en place d'un drain pleural secondairement.

Britten et al [18] souligne, sur une étude échographique, l'échec potentiel de ce geste avec une aiguille trop courte et recommande une aiguille d'au moins 4,5 cm de long voire 6 cm surtout en cas d'emphysème sous cutané massif.

## 1.6. DISPOSITIF DE DRAINAGE THORACIQUE ET SURVEILLANCE [9-11]

### 1.6.1. DESCRIPTION

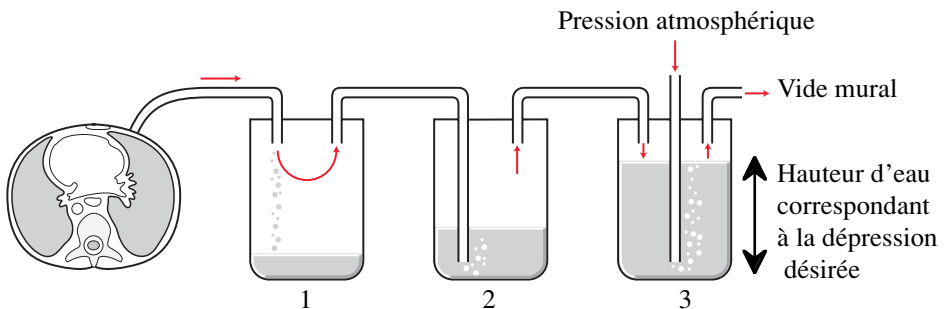
Le système de drainage doit former, avec l'espace pleural et le drain thoracique, un système clos sans risque de déconnection et d'ouverture vers l'extérieur. Il doit être préparé avant la mise en place du drain.

Les tuyaux de raccord doivent être en matière plastique clair, flexible et résistant à la fois. Les connecteurs ne doivent pas être de taille inférieure à un demi french par rapport au drain (augmentation des résistances à l'aspiration).

Ce système remplit trois fonctions [19] :

- Verrou hydraulique créant une valve anti-retour pour les substances venant de l'espace pleural.
- Création d'une dépression intra-pleurale (habituellement comprise entre  $-15$  et  $-25$  cm d'eau). Il convient de vérifier (visualisation des oscillations) que le niveau de dépression est plus grand que les pics de pression positive pleurale à l'expiration en ventilation spontanée ou à l'inspiration en ventilation mécanique, voire aux deux temps en cas de pression télé-expiratoire positive (PEEP). Par ailleurs, il faudra se méfier d'un niveau trop élevé pouvant perpétuer, voire augmenter, le volume d'une fuite d'air persistante.
- Maintien constant de cette dépression par une aspiration tout au long du cycle respiratoire (maintien de l'inflation pulmonaire). Le réglage du débit aspiratif d'air doit être optimal de façon à supprimer les fluctuations respiratoires dans le verrou hydraulique et plus important que le débit d'une éventuelle fuite d'air (réduit les risques d'atélectasies, d'accumulation de fluide, et de pneumothorax sous tension). Celle-ci permet l'évacuation rapide, totale et permanente de la plèvre, avec ré-expansion pulmonaire et apposition des surfaces pleurales (principal facteur de symphyse pleurale).

Pour cela, un procédé composé de trois bocal est utilisé (Figure 5) :



**Figure 5 :** Système des trois bocaux

1 = Bocal relié au patient collecteur des fluides pleuraux.

2 = Verrou hydraulique.

3 = Manomètre, le tube plongeant dans le liquide règle la dépression souhaitée dans le système.

Le caractère oscillant et les fuites d'air (bullage) s'observent au niveau du 2<sup>e</sup> bocal.

- 1-Un premier bocal relié au patient sert de collecteur des fluides pleuraux.
- 2-Un deuxième bocal, contenant un niveau liquide (2 cm d'eau) dans lequel plonge le tube de connection avec le premier bocal, créant le verrou hydraulique.
- 3-Un troisième bocal relié au vide mural (- 600 cm d'eau), au deuxième bocal et à la pression atmosphérique par un tube plongeant dans une hauteur d'eau correspondant à la dépression générée quand l'aspiration murale est appliquée (manomètre).

Nous disposons actuellement de nombreux kits commerciaux prêts à l'emploi regroupant les trois bocaux (Pleurevac® Deknatel-snowden-pencer ; Atrium® Atrium-médical-corp ; thoraseal® sherwood medical).

Le verrou hydraulique peut être suffisant pour un pneumothorax seul en l'absence de fuite d'air (brèche). Le bocal de recueil est indispensable en cas d'épanchement non aérique (permet le marquage pour la surveillance quotidienne). Le système des trois bocaux en aspiration est le plus souvent utilisé en traumatologie [5-7, 10, 11].

L'utilisation d'une valve de Heimlich (valve anti-retour sans système aspiratif) doit être réservée, en traumatologie, au transport en urgence des patients afin d'éviter une tamponnade gazeuse en l'absence de système de drainage.

#### 1.6.2. SURVEILLANCE DU DRAINAGE PLEURAL

En dehors de la surveillance clinique de réanimation (notamment la quantification du drainage par 4 heures) et radiologique (quotidienne au début), une attention particulière doit être portée sur certains points :

- La position du tube de connexion reliant le patient au système de drainage retentit significativement sur le volume et le maintien de la dépression pleurale. En effet, ces tubes doivent être droits ou roulés horizontalement sans faire de boucle verticale (créant un siphon) [20]. La longueur de ces tubes peut également être réduite lors de la mise en place.
- Les oscillations du fluide au niveau du verrou hydraulique (quand suppression de l'aspiration) synchrones des cycles ventilatoires du patient confirment la transmission de la pression pleurale au système [10]. En cas de disparition, soit la vacuité du système est interrompue (caillot, coude), soit le poumon est ré-épanché. Si l'amplitude des oscillations est augmentée, cela indique un large espace pleural (résection pulmonaire, atelectasie ou ré-expansion pulmonaire incomplète pour d'autres raisons).
- En cas de fuite d'air, mise en évidence au niveau du verrou hydraulique en l'absence d'aspiration, il est nécessaire de vérifier l'ensemble du circuit en réalisant des clampages successifs notamment au plus distal afin d'éliminer une fuite d'origine extra pleurale. Quand l'origine pleurale est confirmée sous ventilation mécanique, il convient d'éviter les grands volumes courants, les niveaux de PEEP et d'obtenir rapidement l'autonomisation ventilatoire du patient sans pression positive [11]. En ventilation spontanée, le niveau de dépression et le débit aspiratif seront optimisés en espérant une fermeture spontanée de la brèche. Seules les fuites massives d'air persistantes posent un réel problème de débit aspiratif et doivent bénéficier d'une prise en charge médico-chirurgicale spécifique [10].
- Il faut éviter les instillations intra-pleurales par le drain ainsi que les déconnexions majorant les risques infectieux.
- La «traite» du drain entraîne une dépression importante (-400 cm d'eau) et doit être réservée au caillotage du drain [10].
- En cas d'épanchement important, avec «chronicité» du collapsus pulmonaire sous-jacent (+ de 24 h), il faut se méfier de l'œdème pulmonaire de re-expansion favorisé par un retour rapide du poumon à la paroi [21]. Il faudra éviter initialement une aspi-

ration et utiliser le verrou hydraulique seul. Il s'agit, sur le plan physiopathologique, d'un œdème mixte (hydrostatique et par troubles de la perméabilité capillaire).

## **2. QUELS TYPES D'ÉPANCHEMENT PLEURAUX NECESSITENT UN DRAINAGE EN TRAUMATOLOGIE ?**

Les indications dépendent de la nature de l'épanchement [5, 9-11]

### **2.1. PNEUMOTHORAX**

Il s'agit d'une lésion fréquente (19 % dans les traumatismes thoraciques) dont 57 % sont unilatéraux, 16 % bilatéraux, et 9 % sous tension [1].

Les épanchements aériques siègent le plus souvent dans la partie antérieure (proclive) de la cage thoracique en décubitus dorsal et en l'absence d'épanchement cloisonné ou localisé. Le site d'insertion sera donc antérieur le plus souvent ou latéral selon les habitudes et le drain dirigé vers l'apex [6, 7].

#### **2.1.1. CAS DU PNEUMOTHORAX SOUS TENSION**

Il faut suspecter, chez un traumatisé thoracique, un pneumothorax suffocant devant un tableau clinique comprenant :

- Une détresse respiratoire majeure avec absence de mouvement respiratoire d'un hémithorax distendu.
- Une déviation trachéale dans le creux sus sternal du côté controlatéral.
- Fréquemment associée à un état de choc avec hypotension et distension jugulaire.
- Voir un arrêt circulatoire en dissociation électromécanique à QRS fins.

Chez le malade ventilé, une désadaptation du respirateur et/ou une augmentation des pressions d'insufflation doivent faire évoquer le diagnostic. Cette situation clinique est souvent rencontrée lors de l'instauration de la ventilation mécanique en pression positive.

La ponction à l'aiguille doit alors être réalisé en urgence avant tout examen radiologique (geste de sauvetage). Le but est la levée de la compression des organes intra-thoraciques permettant l'attente de la mise en place systématique d'un drain thoracique.

#### **2.1.2. INDICATION DE DRAINAGE**

En cas de tableau moins alarmant, la mise en place d'un drain s'impose lorsque le bilan clinique et iconographique met en évidence [2, 9, 22] :

- Un pneumothorax complet de la grande cavité avec collapsus pulmonaire et/ou bilatéral et/ou symptomatique (douloureux, détresse respiratoire, fuite d'air évidente...) quelle que soit sa taille.
- Une pathologie respiratoire préexistante entraînant une mauvaise tolérance respiratoire avec une précaution particulière en cas d'adhérences pleurales.

Plus spécifiquement chez le polytraumatisé devant un pneumothorax sur la radiographie standard voire, pour certains, devant un emphysème sous-cutané sans décollement pleural visible en cas de :

- Nécessité de transport intra et surtout extrahospitalier secondaire où les conditions de sécurité requises pour un drainage de qualité ne sont pas réunies (asepsie, contrôle radiologique...).
- Lésions vitales associées pouvant créer une ambiguïté de diagnostic en cas de décompensation, notamment en cas d'instabilité hémodynamique [12].
- Lésions associées nécessitant une ventilation mécanique et/ou une anesthésie générale, ce d'autant que la position peropératoire rend difficile l'accès au thorax (décubitus ventral ou latéral).



Cette dernière indication pose le problème du pneumothorax de petite taille ou découvert à la tomodensitométrie thoracique (occulte).

### 2.1.3. INDICATION DE L'ABSTENTION DE DRAINAGE

Le pneumothorax «occulte» est découvert sur la tomodensitométrie thoracique dans 40 % d'une série de traumatisés thoraciques [23]. Il s'agit d'une situation fréquente pour laquelle quatre études cliniques (une seule est prospective randomisée) essaient de dégager les indications de traitement conservateur en traumatologie [22-25].

1-Johnson et al [25] concluent à la possibilité d'une surveillance clinico-radiologique - rapprochée en cas de petite taille (< 20 % de l'hémithorax). Il observe 93 % de succès de l'abstention de drainage (n = 54).

2-Hill et al [23] retrouvent un taux de succès du traitement conservateur de 84 % en cas de petite taille, en l'absence d'antécédent cardiovasculaire, de lésion associée, et de nécessité de ventilation mécanique en dehors d'une anesthésie générale courte en décubitus dorsal avec accès au thorax (n = 172).

Les critères de l'appréciation de la taille ne sont pas précisés dans les deux précédentes études.

3-Garramone et al [24] recherchent rétrospectivement les facteurs prédictifs de mise en place d'un drain thoracique sur 31 pneumothorax «occultes». La taille tomodensitométrique (< 5 mm de décollement sur maximum 8 coupes verticales de 10 mm) est le seul facteur significatif. Il décrit alors 18 % d'échec de l'abstention selon ses critères. La présence de 2 fractures de côtes ou plus et le recours à la ventilation mécanique ne sont pas statistiquement significatifs.

4-Anderson et al [22], dans la seule étude prospective randomisée chez 40 traumatisés comparant la surveillance versus le drainage de pneumothorax occultes, retrouvent 38 % de pneumothorax nécessitant le drainage dont 37 % en urgence pour épanchement compressif. Ces échecs s'observent, dans tous les cas, lors de la ventilation des patients en pression positive. L'auteur conclut à l'indication du drainage de tout pneumothorax découvert à la tomodensitométrie avant la réalisation de la ventilation mécanique quelle que soit la taille (pneumothorax suffocant chez un patient avec les critères de taille de Garramone après mise en ventilation mécanique).

Au total, il est possible de dégager les recommandations suivantes :

- En cas de nécessité de ventilation mécanique, un pneumothorax doit être drainé indépendamment de ses dimensions. Une durée de ventilation mécanique préalable ne semble pas être un facteur mettant à l'abri d'une décompensation aiguë. Une alternative, si l'indication de ventilation est une anesthésie générale, peut consister à réaliser une anesthésie locorégionale (en l'absence de contre-indication).
- En l'absence de ventilation mécanique requise, les pneumothorax de petite taille inférieur à 5 x 80 mm, pauci symptomatique et en l'absence d'indications décrites en 2.1.2. peuvent être surveillés de manière rapprochée sans drainage. Cette surveillance sera continue clinique (fréquence cardiaque, pression artérielle, oxymétrie de pouls) et radiologique (cliché thoracique de face) avec l'ensemble du matériel de drainage thoracique disponible au lit du patient.

Par ailleurs, l'oxygénothérapie à haute concentration accélère la résorption des pneumothorax non drainés [26]. La supplémentation en oxygène, diminuant la pression partielle de l'azote dans le capillaire, augmente son gradient d'absorption [27].

## 2.2. HEMOTHORAX ISOLE

Il s'agit d'une lésion retrouvée chez 16 % des traumatismes thoraciques fermés (n = 515) dont 65 % unilatéraux, et 21 % bilatéraux [1].

Ces épanchements liquidiens s'observent le plus souvent dans les parties déclives en l'absence d'épanchement cloisonné ou localisé. La plupart des auteurs préconise le site d'insertion latéral et la direction du drain postéro-inférieure (jusque dans l'angle costo-diaphragmatique).

La réalisation d'une échographie trans-pariétale au lit du malade en cas d'épanchement liquidien est une procédure rapide, qui confirme le diagnostic et repère avec plus de sûreté le site d'insertion. Les critères sont les suivants : repérage des structures anatomiques adjacentes (diaphragme, rate, foie, poumon), confirmation de l'épanchement (anéchoïque ou hypoéchoïque), de sa taille (nombre d'espace intercostaux, distance interpleurale supérieure à 15 mm), et surtout de la variation de la distance interpleurale synchrone du cycle respiratoire [28].

### 2.2.1. EN PRESENCE D'UN HEMOTHORAX MASSIF

Devant un hémithorax massif avec instabilité hémodynamique majeure, le drainage pleural est discuté. L'urgence est à la thoracotomie d'hémostase et diagnostique. Le risque est une exsanguination du patient. Celle-ci peut être contre-balancée par une autotransfusion du sang drainé en alternance avec le clampage du drain, soit par un système non spécifique (recueil du sang dans une poche à urine stérile) [29], soit par un système prêt à l'emploi (inclut dans le kit de drainage ou cell-saver® ; Haemonetics) dans l'attente de la thoracotomie. Malgré des volumes majeurs d'autotransfusion pré-hospitalier (4,1 L en moyenne en 60 min ± 15 min) de sang incoagulable pauvre en plaquettes et en fibrinogène, Barriou et al [29] rapportent 13 succès sur 18 patients.

De plus, le drainage peut lever une tamponnade pleuro-péricardique, notamment secondaire à une lésion intrapéricardique, responsable en partie de l'instabilité hémodynamique du sujet [3].

Une étude expérimentale sur un modèle porcin avec lésion de l'aorte descendante et hémithorax massif rapporte une inefficacité du clampage du drain thoracique sur la mortalité, le volume hémorragique et l'hémodynamique (pas de mise en évidence de signe hémodynamique d'épanchement compressif) [30]. Des études complémentaires sont nécessaires (autres causes d'hémithorax massif) avant de recommander l'absence de clampage du drain dans ces situations [30].

En cas d'arrêt circulatoire en cours de la prise en charge avec une étiologie intrathoracique prédominante (radiographie, échographie), une thoracotomie de sauvetage peut être tentée en salle de déchoquage avant tout drainage, après avoir éliminé un pneumothorax suffocant, en connaissant le pronostic extrêmement sombre de cette situation (il s'agit le plus souvent de lésions cardiaque ou aortique) [1].

### 2.2.2. DANS UNE SITUATION MOINS DRAMATIQUE, LES BUTS DU DRAINAGE D'UN HEMOTHORAX SONT TRIPLE

#### 2.2.2.1. *Monitoring du débit hémorragique associé à la surveillance hémodynamique permettant de poser les indications de thoracotomie [2, 3].*

Un saignement actif entraînant l'une des situations suivantes indique une chirurgie thoracique d'hémostase [2, 4] :

- Une instabilité hémodynamique .
- Un drainage > 1 500 mL d'emblée.
- Un débit de drainage > 400 mL pendant 2 à 4 heures.
- Un drainage journalier > 1 500 mL.

En cas de tarissement du drainage et de persistance d'un état hémodynamique instable, il faudra toujours vérifier la perméabilité du drain (bouché, coudé ou mal placé).

En dehors des situations d'instabilité hémodynamique avec hémothorax massif, l'utilisation des systèmes d'autotransfusion n'est pas décrite dans la littérature, mais semble pouvoir être utilisé en cas de thoracotomie avec les systèmes spécifiques.

2.2.2.2. *Lever les éventuelles compressions intra-thoraciques permettant une ré-expansion pulmonaire complète évitant également un syndrome restrictif secondaire à la création d'adhérences pleurales et à l'organisation du caillot [4, 31].*

2.2.2.3. *Evacuation complète de la plèvre afin de réduire l'incidence de l'empyème post-traumatique*

En effet, Eddy, sur 170 hémothorax traumatiques, retrouve 5 % d'empyème avec, comme seul facteur de risque significatif, la présence d'un hémothorax résiduel ( $p < 0,01$ ) [31]. L'évacuation incomplète de la plèvre impose la mise en place d'un nouveau drain de calibre supérieur éventuellement associée à une irrigation pleurale [32].

Devant l'échec du drainage avec persistance d'un épanchement caillotté supérieur à 500 mL ou à un tiers de l'hémithorax, et au mieux avant 10 jours d'évolution, il faut discuter l'indication de décaillotage chirurgical [2-4]. Il s'agit d'une éventualité rare (sur 216 traumatisés, 18 % présente un hémothorax caillotté dont seulement 17 % requièrent la chirurgie) [32]

En résumé, les indications de drainage des hémothorax initialement sont larges :

- Hémothorax massif sans retarder la thoracotomie.
- Mauvaise tolérance respiratoire et/ou hémodynamique.
- Retentissement sur le poumon sous jacent.
- Volume > 200 mL évalué sur la tomodensitométrie.

L'abstention du drainage initial est envisageable en cas d'hémothorax isolé minime (lame postérieure). Si celui-ci se majore, avec ou sans retentissement respiratoire, il faudra procéder secondairement à son évacuation [12].

### 2.3. HEMO-PNEUMOTHORAX

Cette lésion est fréquemment retrouvée en traumatologie (21 %) [1]. L'indication de drainage est formelle [2, 9-11]. La taille du drain, la direction du drain, et l'abord sont identiques à ceux qui sont utilisés pour les hémothorax isolés [2, 6]. Pour certains auteurs, deux drains différents, antérieur et postérieur, sont nécessaires [5, 7].

### 2.4. QUAND FAUT-IL REALISER LE DRAINAGE PLEURAL ?

Il s'agit d'intégrer le drainage pleural dans la stratégie thérapeutique et diagnostique d'un patient souvent polytraumatisé et de choisir le moment le plus opportun sans retarder la poursuite de la prise en charge et sans faire courir de risque inutile au patient [12].

L'intubation oro-trachéale et la ventilation mécanique seront systématiques en cas d'indications extra-thoraciques urgentes (état de choc, traumatisme cranio-facial,...) avant le drainage. Si la situation ou les détresses le permettent, le drainage devient prioritaire avant l'assistance respiratoire (le risque étant de majorer et de rendre compressif un pneumothorax).

De même, en cas de traumatisme thoracique isolé avec détresse respiratoire et/ou hémodynamique modérée, l'évacuation pleurale première permet parfois d'éviter un désamorçage cardiaque sur plèvre compressive ou le recours à la ventilation en pression positive. Ce choix reste souvent affaire de cas particulier et d'expérience.

Chez le sujet en ventilation spontanée, une oxygénothérapie par masque facial sera systématique. Le monitoring continu (incluant pression artérielle, cardioscope, oxymétrie de pouls) ainsi que la présence de deux voies veineuses ( $\geq 18$  gauges) sont de rigueur.

L'indication du monitoring de la pression artérielle sanglante et de la mise en place d'un cathéter veineux de remplissage (désilet court 8 French) par voie fémorale sera large sans retarder le drainage.

#### 2.4.1. DRAINAGE PLEURAL EN L'ABSENCE D'ICONOGRAPHIE

Le premier geste de sauvetage est la décompression à l'aiguille d'un pneumothorax suffocant permettant de retarder le drainage.

Le drainage pleural en pré-hospitalier ou à tout moment en cours de prise en charge est un geste risqué, et reste réservé aux situations d'extrême gravité respiratoires et/ou hémodynamiques (jusqu'à la dissociation électro-mécanique) évoquant un épanchement compressif (après échec de la ponction en cas d'épanchement aérique). En cas d'hémothorax massif compressif, l'utilisation d'un système d'autotransfusion sera systématique [29].

Deux études illustrent la difficulté de la mise en place d'un drain, sans examens complémentaires, en urgence, elles soulignent le fait qu'il faut réserver ce geste aux situations ne souffrant d'aucun retard.

Schmidt et al [33] évaluent prospectivement la pose pré-hospitalière d'un drain thoracique et retrouvent 24 % de drains inutiles ou inefficaces.

Baldt et al [13] colligent 77 drains thoraciques posés en urgence. Ils retrouvent 26 % de drains mal positionnés en tomodynamométrie avec persistance de l'épanchement à évacuer dans 4 cas sur 5.

#### 2.4.2. DRAINAGE IMMEDIAT APRÈS LA RADIOGRAPHIE DE THORAX

La radiographie de thorax de face couché (sonde gastrique en place) fait partie, avec l'échographie abdominale et la radiographie du bassin de face, des premiers examens d'imageries réalisés à l'arrivée de tout polytraumatisé.

Devant un épanchement visible, avec menace sur l'état hémodynamique et/ou respiratoire, le drainage sera réalisé de façon contemporaine aux autres manœuvres de réanimation.

Le patient ne quitte l'aire d'accueil pour les examens complémentaires qu'après avoir été stabilisé, toute lésion susceptible de se décompenser ayant été traitée (notamment les pneumothorax).

En cas d'instabilité persistante, le patient ne quittera l'aire d'urgence que pour un geste d'hémostase (chirurgical ou radio-interventionnelle).

L'échographie transpariétale et l'échographie trans-œsophagienne trouvent leur place avant la mobilisation du patient (examen réalisé au lit du malade). Elles mettent en évidence entre autres les hémothorax, les lésions de l'aorte, les lésions du péricarde et les pneumothorax (gène à l'obtention des images) [28].

#### 2.4.3. TOMODENSITOMETRIE THORACIQUE AVEC INJECTION

Devant une bonne tolérance ou une stabilité clinique retrouvée, une tomodynamométrie thoracique avec injection sera réalisée avant le drainage.

Les indications de tomodynamométrie doivent être larges [34] :

- Traumatisme fermé de haute énergie.
- Mécanisme accidentel évocateur (décélération).
- Lésions associées graves (traumatisme crânien, abdominal, rachidien, pelvien).
- Pathologie pulmonaire préexistante.

- Après drainage pleural réalisé sans iconographie [13].
- Et bien sûr au moindre signe d'appel thoracique.

Le drainage pleural est alors réalisé en fin de bilan d'imagerie en fonction des constatations iconographiques [34].

#### 2.4.4. DRAINAGE TARDIF

La fréquence des épanchements de révélation tardive après la 24<sup>e</sup> heure est importante (18 % des pneumothorax et 14 % des hémithorax) [1]. Ces hémithorax surviennent le plus souvent dans les suites de fractures de côtes multiples avec un délai moyen de 3 jours (18 heures à 6 jours) [35]. Il est donc nécessaire de répéter les examens iconographiques (notamment radiographie de thorax, échographie pleurale et tomodensitométrie thoracique). Devant l'apparition ou la majoration d'un épanchement, un drainage secondaire sera réalisé en fonction des indications déjà citées.

### 2.5. ABLATION DU DRAIN THORACIQUE

#### 2.5.1. QUAND PEUT-ON RETIRER UN DRAIN THORACIQUE ?

En dehors des drains non fonctionnels d'emblée ou malpositionnés, qu'il faut retirer (après les avoir éventuellement retirés de quelques centimètres), les critères classiques d'ablation d'un drain thoracique sont : [9-11, 36].

- Une ré-expansion pulmonaire complète.
  - L'absence d'épanchement résiduel radiologique.
  - L'absence de fuite d'air à l'inspiration profonde, à la toux ou lors de la manœuvre de Valsalva.
  - Une production quotidienne < 100 à 150 mL en cas d'épanchement liquidien.
- Ces critères doivent être observés sur une période de 24 heures.

Les opinions diffèrent quant à la nécessité de clampage préalable du drain avant l'ablation [9] :

- 75 % des chirurgiens nord-américains sont favorables au clampage afin d'identifier une fuite d'air minime persistante ou une réaccumulation de liquide [5].
- Une série de 205 traumatisés compare l'ablation immédiate du drain au clampage préalable pendant 6 à 8 heures après avoir obtenu les critères classiques d'ablation [36]. L'auteur met en évidence une augmentation significative de pneumothorax récidivants dans le groupe clampé (14 % versus 8 %) avec une diminution significative de réinsertion d'un drain pour pneumothorax large dans le même groupe (7,6 % versus 77 %). Il s'agit de la seule étude prospective randomisée en faveur du clampage préalable du drain avant ablation malgré les problèmes méthodologiques (quatre pneumothorax récidivant au cours du clampage sont exclus de l'étude), l'absence de critères prédéfinis pour le redrainage et la non compréhension de la sur-incidence de pneumothorax récidivant dans le groupe clampé.
- Helling et al [31] rapporte 24 % de récurrence du pneumothorax post-traumatique dont 20 % nécessitent un nouveau drainage malgré l'obtention des critères classiques. Ces constatations suggèrent une diminution de la compliance pulmonaire induite par les contusions et les atélectasies. L'auteur propose un clampage systématique avant ablation chez les traumatisés thoraciques.

Au total, il paraît nécessaire chez les traumatisés d'effectuer une épreuve de clampage du drain thoracique pendant 6 à 8 heures en vérifiant la persistance des critères classiques [27].

#### 2.5.2. COMMENT EFFECTUER LE RETRAIT DU DRAIN ?

L'ablation, en elle-même, nécessite [2, 9, 11, 36] :

- Le nettoyage du site.

- La mise en place d'Emla® crème trois heures avant.
- Le retrait rapide lorsque le patient est en inspiration profonde avec Valsalva.
- La suture de l'incision cutanée.

Une radiographie de thorax de face est réalisée dans les 12 à 24 heures. Les points de suture cutanée sont retirés 7 jours après.

### 3. THERAPEUTIQUES ADJUVANTES

#### 3.1. FAUT-IL REALISER UNE ANTIBIOPROPHYLAXIE ENCADRANT LE GESTE ?

Le risque évolutif infectieux des traumatismes thoraciques est la survenue d'un empyème à cocci gram positif (staphylocoque aureus, streptocoque) [31, 32, 37, 38].

La méta-analyse de Fallon et al [38] reprend les six études randomisées contrôlées de 1977 à 1990 évaluant l'efficacité d'une antibiothérapie versus placebo dans la réduction des complications infectieuses.

L'auteur rappelle les faibles collectifs de chaque étude (48 à 111 patients), l'utilisation d'antibiotiques différents dans chaque étude (tous actifs contre les cocci gram positif), et la durée d'antibiothérapie équivalente à celle du drain (5 à 6 jours). En incluant, en plus de l'empyème, les pneumopathies développées en cours, cette méta-analyse est en faveur d'une antibiothérapie (il ne s'agit plus d'une antibioprofylaxie) chez les traumatismes thoraciques isolés requerrant un drainage pleural.

Plus récemment, deux études randomisées, double-aveugle, comparent une céphalosporine de première génération à un placebo sur des populations de traumatisés et ceci pendant toute la durée du drainage[37, 39]. Ces deux études retrouvent une réduction significative de l'incidence des empyèmes et des pneumopathies par l'antibiothérapie.

Tableau I  
Réduction de l'empyème

Empyème	% total	% sous ABT	% sans ABT	% avec TT fermé	% avec TT ouvert
Gonzalez [39] n = 139	1,4	0	2,9	ND	ND
Nichols [37] n = 119	2,5	0	5,4	0	5,8
Millikan [14] n = 1249	2,4	ND	ND	2,4	3,6
Helling [32] n = 216	2,6	3	2	3,1	2,4
Eddy [31] n = 170	5,1	4,7	5,2	5,7	4,2
ND = non déterminé ; TT = traumatisme thoracique ; ABT = antibiotique					

Aucune de ces études ne met en évidence une réduction significative de l'empyème seul dont l'incidence oscille entre 1,4 % à 5,1 % des patients.(Tableau I).

Cet auteur pose la question de l'utilité d'une antibioprofylaxie (durée < 48 h) sans pouvoir y répondre. Les traumatismes pénétrants ne semblent pas être un facteur de risque d'empyème pour les auteurs [14, 31, 32] sauf Nichols qui retrouve 5,8 % d'empyème dans les traumatismes pénétrants contre 0 % dans les traumatismes fermés (mais ceux-ci représentent 8 % du collectif total de cette étude).

En conclusion, ces données confirment l'absence d'argument pour proposer une antibioprophylaxie entourant le drainage thoracique, position adoptée lors de la conférence de consensus de la SFAR sur le sujet [40].

Par ailleurs, nombreux auteurs soulignent l'association entre l'empyème et les hémithorax incomplètement drainés [31, 37] et recommandent, comme méthode la plus efficace de prévention de l'empyème, une technique de pose du drain méticuleuse et aseptique, une évacuation la plus complète de la plèvre associée à une durée de drainage la plus courte possible.

### 3.2. QUELLE ANALGESIE PROPOSER LORS DU DRAINAGE THORACIQUE ?

#### 3.2.1. POUR L'INSERTION

Une seule étude récente [41] évalue la douleur à l'insertion dans une population présentant des épanchements pleuraux malins (n = 52). L'auteur teste l'efficacité de la mise en place d'un protocole d'analgésie incluant la formation du personnel, l'information du patient, une prémédication de 0,5 à 1 cg de morphine sous-cutanée, et une anesthésie locale à la xylocaïne 2 % avec une posologie adaptée au poids (5 mg.kg<sup>-1</sup>).

L'auteur observe une diminution significative de la douleur évaluée par une échelle visuelle analogique (EVA), des douleurs majeures (EVA 9 à 10) et des scores d'anxiété après mise en route du protocole.

Ce protocole paraît être efficace et applicable chez les traumatisés conscients en dehors de l'extrême urgence.

#### 3.2.2. PENDANT L'HOSPITALISATION

La meilleure méthode d'analgésie des traumatisés semble être l'anesthésie péridurale thoracique [42]. Elle permet une prise en charge optimum de l'analgésie indispensable en cas de traumatisme thoracique.

Il existe parfois des douleurs d'irritation, notamment diaphragmatique, liées au drain lui-même. Le retrait de quelques centimètres peut permettre une disparition de cette symptomatologie.

#### 3.2.3. LORS DE L'ABLATION DU DRAIN

En dehors du cadre de la péridurale thoracique ou en cas de contre-indication de celle-ci, la sensation, lors de l'ablation du drain qu'il soit médiastinal ou pleural, est décrite comme des brûlures associées à des douleurs dont l'intensité moyenne est supérieure à 6 d'EVA [43].

Cette sensation, bien que fugace, est souvent largement non prise en charge (16 % de prescription anti-douleur spécifique lors de l'ablation avec 90 % des patients algiques) [44].

Deux techniques d'analgésie ont été évaluées dans des études randomisées en double aveugle.

Celle de Puntillo évalue la bupivacaïne intra pleurale versus placebo chez 42 patients chirurgicaux. Les douleurs (EVA 4,7) ne sont pas modifiées par l'anesthésique local (incapacité de blocage de l'émergence des nerfs intercostaux malgré les modifications de position du patient) [45].

En revanche, Valenzuela rapporte très récemment une diminution significative de l'EVA par efficacité de l'EMLA® crème comparés à la morphine chez 52 patients [46].

Il est donc raisonnable de proposer une analgésie lors de l'ablation d'un drain thoracique par l'EMLA® crème à appliquer 3 heures avant.

## CONCLUSION

Un certain nombre d'idées fortes se dégagent concernant la mise en place d'un drain thoracique en traumatologie :

- Ne plus utiliser de trocart pour la pénétration de la plèvre pariétale.
- Drainer tout pneumothorax en ventilation mécanique quelle que soit sa taille.
- Le drainage pleural sans iconographie n'a pas d'indication.
- Réaliser une autotransfusion en cas d'hémithorax massif.
- Ne pas faire d'antibioprophylaxie du geste.
- Prendre en compte l'analgésie à la pose et au retrait du drain.
- Réaliser un clamage du drain quelques heures avant son ablation...

Le drainage thoracique reste un geste fondamental, pierre angulaire, de la prise en charge des traumatisés thoraciques nécessitant une technique rigoureuse et une expérience clinique. Il paraît important, à l'avenir, de former les médecins «traumatologues», notamment aux techniques échographiques (transpariétale et trans-oesophagienne), pour obtenir une diminution des complications iatrogènes du drainage pleural.

---

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Shorr RM, Crittenden M, Indeck M, Hartunian SL, Rodriguez A. Blunt thoracic trauma. *Ann Surg* 1987;206(2):200-205
- [2] Lang-Lazdunski L, Laurent A, Accart V, and Jancovici R. Traumatismes pleuraux. In: Carli P, Gandjbakhch I, Jancovici R, Ollivier JP, eds. Plaies et traumatismes du thorax. Paris:Arnette,1997:81-89
- [3] Kish G, Kozloff L, Joseph WL, Adkins PC. Indications for early thoracotomy in the management of chest trauma. *Ann Thorac Surg* 1976;22(1):23-28
- [4] Lang-Lazdunski L, Mouroux J, Pons F, Grosdidier G, Martinod E, Elkaïm D, Azorin J. Role of videothoracoscopy in chest trauma. *Ann Thorac Surg* 1997;63:327-333
- [5] Munnell ER. Current concepts in thoracic drainage system. *Ann Thorac Surg* 1975;19:261-268
- [6] Hyde J, Sykes T, Graham T. Reducing morbidity from chest drains *BMJ* 1997;314:914-5
- [7] Fry WA and Adams WE. Thoracic emergencies. *Arch Surg* 1967;94:532-538
- [8] Stahly TI, Tench WD. Lung entrapment and infarction by chest tube suction. *Radiology* 1977;122:307-309
- [9] Miller KS and Sahn SA. Chest Tubes: indications, technique, management and complications. *Chest* 1987;91(2):258-264
- [10] Munnell ER. Thoracic Drainage. *Ann Thorac Surg* 1997;63:1497-502
- [11] Iberti TJ and Stren PM. Chest tube thoracostomy. *Critical Care Clinics* 1992;8(4):879-895
- [12] Riou B, Goarin JP. Traumatismes thoraciques. In : Samii K Anesthésie Réanimation Chirurgicale 2<sup>e</sup> ed. 1995;161:1606-1614
- [13] Baldt MM, Bankier AA, Germann PS, Pöschl GP, Skrbensky GT, Herold CJ. Complications after emergency tube thoracostomy: assessment with CT. *Radiology* 1995;195:539-543
- [14] Millikan JS. Complications of tube thoracostomy in acute trauma. *Am J Surg* 1980;140:738-41
- [15] Urschel JD. Intracardiac chest tube placement. *J Trauma* 1999;46(3):529-30
- [16] Waksman I, Bickel A, Szabo A, Weiss M, Eitan A. Use of endoscopic trocar-cannula for chest drain insertion in trauma patients and others. *J Trauma* 1999;46(5):941-3
- [17] Peek GJ, Firmin RK, Arsiwala S. Chest tube insertion in the ventilated patient. *Injury* 1995;26(6):425-6
- [18] Britten S, Palmer SH. Chest wall thickness may limit adequate drainage of tension pneumothorax by needle thoracocentesis. *Journal of Accident & Emergency Medicine* 1996;13(6):426-7
- [19] Roe BB. Physiologic principles of drainage of the pleural space. *Am J Surg* 1958;96:246-53
- [20] Schmelz JO, Johnson D, Norton JM, Andrews M, Gordon PA. Effects of position of chest drainage tube on volume drained and pressure. *American Journal of Critical Care*. 1999;8(5):319-23



- [21] Timby J, Reed C, Zeilender S, Glauser FL. «Mechanical» causes of pulmonary edema. *Chest* 1990;98(4):973-979
- [22] Enderson BL, Abdalla R, Frame SB, Casey MT, Gould H, Maull KI. Tube thoracostomy for occult pneumothorax: a prospective randomized study of its use. *J Trauma* 1993;35(5):726-730
- [23] Hill SL, Edmisten T, Holtzman G, Wright A. The occult pneumothorax: an increasing diagnostic entity in trauma. *Am Surg* 1999;65:254-258
- [24] Garramone RR, Jacobs LM, Sahdev P. An objective method to measure and manage occult pneumothorax. *Surgery Gynecology and Obstetrics* 1991;173(4):257-261
- [25] Johnson G. Traumatic pneumothorax: is a chest drain always necessary? *J Accid Emerg Med* 1996;13:173-174
- [26] Northfield TC. Oxygen therapy for spontaneous pneumothorax *BMJ* 1971;4:86-88
- [27] Light RW. Management of spontaneous pneumothorax. *Am Rev Respir Dis* 1993;148:245-248
- [28] Lichtenstein D, Hulot JS, Rabiller A, Tostivint I, Mezière G. Feasibility and safety of ultrasound-aided thoracocentesis in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med* 1999;25:955-958
- [29] Barriot P, Riou B, Viars P. Prehospital autotransfusion in life-threatening hemothorax. *Chest* 1988;93(3):522-526
- [30] Jameel A, Ed MM, Wan Q. Effectiveness of chest tube clamping in massive hemothorax. *J Trauma* 1995;38(1):59-63
- [31] Eddy AC, luna GK, Copass M. Empyema thoracis in patients undergoing emergent closed tube thoracostomy for thoracic trauma. *Am J Surg* 1989;157:494-497
- [32] Helling TS, Gyles NR, Eisenstein CL, Soracco CA. Complications following blunt and penetrating injuries in 216 victims of chest trauma requiring tube thoracostomy. *J Trauma* 1989;29(10):1367-1370
- [33] Schmidt U, Stalp M, Gerich T, Blauth M, Maull KI, Tscherne H. Chest tube decompression of blunt chest injuries by physicians in the field: effectiveness and complications. *J Trauma* 1998;44(1):98-101
- [34] Mc Gonigal MD, Schwab CW, Kauder DR, Miller WT, grumbach K. Supplemental emergent chest computed tomography in the management of blunt torso trauma. *J Trauma* 1990;30(5):1431-1435
- [35] Simon BJ, Chu Q, Emhoff TA, Fiallo VM, Lee KF. Delayed hemothorax after blunt thoracic trauma: an uncommon entity with significant morbidity. *J Trauma* 1998;45(4):673-676
- [36] Martino K, Merrit , Boyakye K, Sernas T, Koller C, Hauser CJ, Lavery R, Livingston DH. Prospective randomized trial of thoracostomy removal algorithms. *J Trauma* 1999;46(3):369-373
- [37] Nichols RL, Smith JW, Muzik AC, Love EJ, McSwain NE, Timberlake G, Flint LM. Preventive antibiotic usage in traumatic thoracic injuries requiring closed tube thoracostomy. *Chest* 1994;106(5):1493-1498
- [38] Fallon WF, Wears RL. Prophylactics for the prevention of infectious complications including empyema following tube thoracostomy for trauma: results of meta-analysis. *J Trauma* 1992;33(1):110-117
- [39] Gonzalez RP, Holevar MR. Role of prophylactic antibiotics for tube thoracostomy chest trauma. *Am Surg* 1998;64(7):617-620
- [40] Antibioprophylaxie en milieu chirurgical. Conférence de consensus. La lettre de l'infectiologue 1997;12(3):113-117
- [41] Luketich JD, Kiss M, Hershey J, Urso GK, Wilson J, Bookbinder M, Ginsberg R. Chest tube insertion: a prospective evaluation of pain management. *Clinical Journal of Pain* 1998;14(2):152-154
- [42] Moon Mr, Luchette FA, Gibson SW, Crews J, Sudarshan G, Hurst JM, Davis K, Johannigman JA, Frame SB, Fischer JE. Prospective randomized comparison of epidural versus parenteral opioid analgesia in thoracic trauma. *Ann Surg* 1999;229:684-692
- [43] Gift AG, Bolgiano Cs, Cunningham J. Sensations during chest tube removal. *Heart and Lung* 1991;20:131-137
- [44] Kinney MR, Kirchoff KT, Puntillo KA. Chest tube removal practices in critical care units in the United States. *American Journal of Critical Care* 1995;4(6):419-24
- [45] Puntillo KA. Effects of interpleural bupivacaine on pleural chest tube removal pain: a randomized controlled trial. *American Journal of Critical Care* 1996;5(2):102-108
- [46] Valenzuela RC, Rosen DA. Topical lidocaine-prilocaine cream (EMLA) for thoracostomy tube removal. *Anesthesia & Analgesia* 1999;88(5):1107-1108