

6 Pneumothorax spontané primitif

A. Rabbat – Service de pneumologie et réanimation médicale
CHU Cochin Broca-Hôtel Dieu - Paris

É. Lemarié – Service de pneumologie et explorations fonctionnelles respiratoires
CHRU de Tours, hôpital Bretonneau - Tours

A. Fraticelli – Département des maladies respiratoires
CHU de Marseille, hôpital Sainte Marguerite - Marseille

M. Alifano – Service de chirurgie thoracique
Hôtel Dieu - Paris

Les éléments pour comprendre

1. Définition

Le pneumothorax spontané primitif (PSP) résulte de l'issue de gaz alvéolaire dans la cavité pleurale sans effraction de la plèvre pariétale chez un sujet exempt de pathologie pulmonaire (1, 2, 3). Il peut s'y associer un emphysème sous-cutané, c'est-à-dire la présence d'air (ou de gaz) dans le derme profond et/ou les tissus périsvécéraux (4), et/ou un pneumo-médiastin, c'est-à-dire la présence d'air dans l'espace péricardiaque (ou péri-péricardique) et/ou péricrânien (3, 5) [niveau de preuve 3]. Sont exclus de cette définition les pneumothorax de la femme enceinte, de l'enfant et du nouveau-né, les pneumothorax secondaires à un traumatisme thoraco-pulmonaire ou à une ponction, les hémopneumothorax spontanés (6), les pneumothorax survenant en péri-opératoire ou acquis sous ventilation mécanique et la présence de gaz associée à un foyer de suppuration bactérienne (2, 6). Les pneumothorax spontanés secondaires (PSS), c'est-à-dire ceux associés ou liés à une pathologie pulmonaire, sont exclus de cette définition (tableau 1 ; 5-11).

Tableau 1 – Pathologies associées à des pneumothorax spontanés secondaires

D'après Sahn, 2000 (2) ; Fraser, 1990 (5) et Weissberg, 2000 (6)

Infections	Obstruction bronchique	PIDF	Autres
<i>Pneumocystis jirovecii</i>	Asthme	Fibroses pulmonaires (7)	Emphysème panlobulaire
Tuberculose	Bronchite chronique	Sarcoïdose (8)	Bulles
Mycobactéries atypiques	obstructive	Histiocytose langerhansienne (9)	Atélectasie (<i>ex vacuo</i>) (10)
Pyogènes	centrolobulaire	Lymphangioliéiomyomatose	Traumatisme fermé
(<i>i. e. Staphylococcus sp.</i>)	Mucoviscidose	Connectivites avec atteinte pulmonaire (<i>i. e. polyarthrite rhumatoïde</i>)	Maladies du tissu élastique
<i>Pasteurella sp.</i>)	Corps étranger		Endométriose
Aspergillose			PSS cataméniaux (11)
et autres mycoses			Cancers bronchiques et/ou pleuraux
Abcès pulmonaire			

PIDF : pneumopathie infiltrative diffuse fibrosante ; PSS : pneumothorax spontané secondaire

2. Rappels de physiopathologie

- Principes de constitution d'un PSP

L'espace pleural est virtuel (5, 12). La pression y est négative par rapport à la pression intra-alvéolaire (13). La présence de gaz dans la cavité pleurale est anormale (14, 15) [niveau de preuve 2]. Cette présence d'air provoque une élévation ou une moindre négativité de la pression pleurale (4, 12) vs. La positivation de la pression pleurale explique la gravité potentielle du pneumothorax (2, 13, 16). Le parenchyme pulmonaire se rétracte sous l'effet de son élastance naturelle (collapsus passif). L'accumulation d'air est autoentretenu, s'il existe une continuité entre la lumière bronchique et la plèvre, c'est-à-dire une fistule broncho-pleurale (3, 7, 16). Si à chaque cycle inspiratoire, l'air s'accumule dans la cavité pleurale via un mécanisme de valve unidirectionnelle, à l'expiration, l'air y est piégé et la pression augmente réalisant alors un pneumothorax sous tension. Il s'ensuit 2 mécanismes dramatiques : une diminution de la ventilation par le collapsus complet du parenchyme pulmonaire homolatéral, voire controlatéral, et une chute du débit cardiaque droit puis gauche par compression des cavités auriculaires puis ventriculaires droites. La pression téléstolique ventriculaire droite n'est plus supérieure à la pression intrathoracique téléexpiratoire. Le gradient transmural du ventricule droit n'est plus positif. Si la pression pleurale s'élève au-dessus de la pression auriculaire, le retour veineux cardiaque diminue. Si la pression pleurale augmente encore, le volume télédiastolique du ventricule droit s'effondre par un phénomène de tamponnade pneumatique. À ces phénomènes barométriques s'ajoute le déplacement des structures médiastinales avec une plicature de la veine cave inférieure et des bronches proximales (5).

- Constitution d'un pneumothorax par barotraumatisme

Le PSP peut survenir en l'absence de bulle sous-pleurale (17-19) [niveau de preuve 3]. Le gaz fuit depuis l'alvéole vers l'espace interstitiel péri-alvéolaire, l'espace péri-médiastinal, puis la cavité pleurale, constituant ainsi le pneumothorax. La rupture de la paroi alvéolaire est la conséquence d'un gradient de pression entre l'espace intra-alvéolaire et l'espace péri-alvéolaire (4).

- PSP par rupture de bulles sous-pleurales (blebs)

Le mécanisme présumé de la constitution d'un PSP est la rupture d'une bulle (ou blebs) sous-pleurale sous l'effet d'une élévation de pression en son sein (2, 3) [niveau de preuve 3]. L'air fuit depuis la bulle rompue vers la cavité pleurale virtuelle. Si la présence de blebs est trouvée dans 60 à 90 % des cas de PSP ayant été traités par vidéo-thoracoscopie chirurgicale (VATS), et dans plus de 80 % des PSP ayant bénéficié d'un examen tomodynamométrique (TDM) thoracique (15, 18, 22), ces taux élevés ne démontrent pas de relation de causalité [niveau de preuve 3].

- Mécanisme de résorption de l'air pleural

L'air présent dans la cavité pleurale se dissout dans le liquide interstitiel, le cytoplasme des cellules mésothéliales et le plasma circulant en fonction des gradients locaux de pressions partielles de chaque gaz (21). Les cellules mésothéliales éliminent le gaz par consommation de l'oxygène.

Ampleur du problème

1. Épidémiologie

L'incidence du PSP varie selon les définitions. Elle est de 18 à 28 hommes pour 100 000 habitants et par an, et de 1,2 à 6 femmes pour 100 000 habitantes et par an (24, 25) [niveau de preuve 2]. Les PSP semblent survenir par petites épidémies probablement en rapport avec des variations de conditions météorologiques locales (19) [niveau de preuve 3]. La mortalité du PSP est faible, inférieure à 0,5/million/an chez les sujets de moins de 35 ans (4, 16, 19, 24) [niveau de preuve 2].

2. Circonstances favorisant la survenue d'un PSP

Par définition, il n'y a pas d'étiologie du PSP. Le seul facteur de risque démontré de survenue d'un PSP est le tabagisme, sans que le mécanisme soit connu [niveau de preuve 3]. Le risque de survenue de PSP chez les fumeurs « sains » est de 12 % vs 0.1 % chez les non fumeurs. Il semble exister une relation dose inhalée/risque de pneumothorax [niveau de preuve 3]. Seuls sont définis des associations, des circonstances favorisant, des facteurs de risque ou des risques relatifs associés à la survenue d'un PSP (tableau 2 ; 2-5, 18, 23-36). La recherche d'une maladie pulmonaire associée à un pneumothorax spontané est nécessaire (tableau 1) [niveau de preuve 3]. En revanche, il n'est pas démontré que l'identification d'une maladie pulmonaire change la prise en charge en urgence d'un pneumothorax spontané (1, 4, 35, 36) [niveau de preuve 3].

Les pneumothorax cataméniaux doivent être considérés comme des PSS et ils justifient la recherche d'une endométriase thoraco-diaphragmatique (11) [niveau de preuve 3].

Tableau 2 – Facteurs de risque et circonstances favorisant de survenue d'un pneumothorax spontané

	Risque relatif	Références
Facteurs de risque		
Tabagisme	8 à 20/1	2, 26, 27
Sexe masculin	4 à 8 H/1 F	26, 27
Phénotype longiligne		3
Circonstances favorisantes		
Survenue par bouffées épidémiques		28
Journées suivant un orage		29, 30
Forte musique à basse fréquence (< 500 Hz) et de haute intensité (> 90 dB)		27
Élévation de la pression intrathoracique		
– Efforts à glotte fermée		
– Valsalva et équivalents		2, 3, 24
– Asthme grave		2, 3, 24
– Bronchiolite du fumeur		2, 3
– Accidents de décélération		4, 18, 31
– Accouchement		2, 3
– Intoxication par la marijuana		2, 3, 5
Diminution de la pression intrathoracique		24
– Inspiration contre résistance		2, 23
– Manœuvre de Müller et équivalents		
– Mesure de la PImax		2, 4
– Ascension rapide		2, 4, 32
– Vol aérien		32, 33
– Accident de décompression		34
– Intoxication par la marijuana		26
– Présence de bulles sous-pleurales		35, 36

dB : décibel ; F : femme ; H : homme ; Hz : hertz ; PImax : mesure de la pression inspiratoire statique maximale

Éléments cliniques discriminants et examens à pratiquer

1. Diagnostic

Le diagnostic et le traitement du PSP reposent sur des recommandations d'experts fondées sur la méthode Delphi (38), sur les recommandations des sociétés savantes (3, 38-40) et l'avis d'experts (2, 14, 41-45).

- Signes cliniques

Ils sont variables, inconstants, de fréquence et de valeurs prédictives positives (VPP) inconnues et non spécifiques : douleurs thoraciques, douleurs abdominales, voire pseudo-chirurgicales, dyspnée, emphysème sous-cutané, sensation de mouvement intrathoracique, « splash » intrathoracique, toux, modifications électro-cardiographiques aux changements de position, tympanisme et/ou diminution du murmure vésiculaire homolatéral, déplacement des foyers d'auscultation cardiaque, troubles de la repolarisation électrocardiographique. L'association douleur brutale en coup de poignard-dyspnée-toux-diminution du murmure vésiculaire homolatéral et tympanisme est classique, mais de sensibilité et de spécificité inconnues [niveau de preuve 3]. Le pneumothorax est

rarement asymptomatique et de découverte fortuite (47) [niveau de preuve 3].

- Signes de gravité (tableau 3)

La présence d'une dyspnée importante ou de signes d'intolérance clinique impose l'évacuation du pneumothorax. La gravité d'un PSP est due à la présence d'un pneumothorax sous tension et/ou d'un pneumothorax bilatéral [niveau de preuve 3].

Tableau 3 – Signes cliniques de gravité d'un pneumothorax spontané primitif

D'après Hurewitz, 1986 (16)

Signes d'intolérance clinique	Pneumothorax sous tension
Dyspnée, cyanose, trouble du rythme, malaise vagal, hypoxémie	Signes d'intolérance clinique, hypotension et choc, asphyxie, aphonie, thorax immobile

2. Imagerie

- Radiographie thoracique

Debout, de face, en inspiration et en incidence postéro-antérieure, c'est l'examen nécessaire et suffisant pour prendre en charge un PSP (2, 4, 5, 40) [niveau de preuve 2]. Elle peut être mise en défaut pour pouvoir affirmer un diagnostic positif et alors seulement un/des cliché(s) en expiration et/ou de profil, debout et/ou couché peut(vent) être utile(s) au diagnostic (5, 40, 49, 50) [niveau de preuve 3]. Le traitement initial d'un PSP est guidé par la clinique et le seul cliché de face en inspiration. La fréquence et le délai des radiographies thoraciques pour le contrôle de l'évacuation de l'air, de la récurrence pendant le drainage ne sont pas connus. Un cliché dans les premières 24 heures est proposé (51) [niveau de preuve 3].

- Tomodensitométrie

L'examen diagnostique le plus sensible est la TDM, mais son intérêt thérapeutique n'est pas évalué (2, 4, 14, 15, 39, 41, 42, 44, 45, 51) [niveau de preuve 3]. Il n'existe pas d'étude comparative évaluant la supériorité (ou non) de la TDM thoracique par rapport au cliché thoracique pour une suspicion de PSP (14). Il n'existe pas d'étude évaluant l'intérêt de la TDM thoracique en haute résolution pour la décision thérapeutique (14, 38). La mise en évidence de brides, leurs prévalences, leur incidence sur la prise en charge et les complications liées à ces dernières ne sont pas connues. Cet examen peut différencier une bulle d'un pneumothorax limité. L'identification par la TDM de bulles homo- ou controlatérales lors de la prise en charge diagnostique d'un PSP n'a pas d'intérêt démontré sur le traitement immédiat (3, 18) [niveau de preuve 3].

- Mesure du volume du pneumothorax

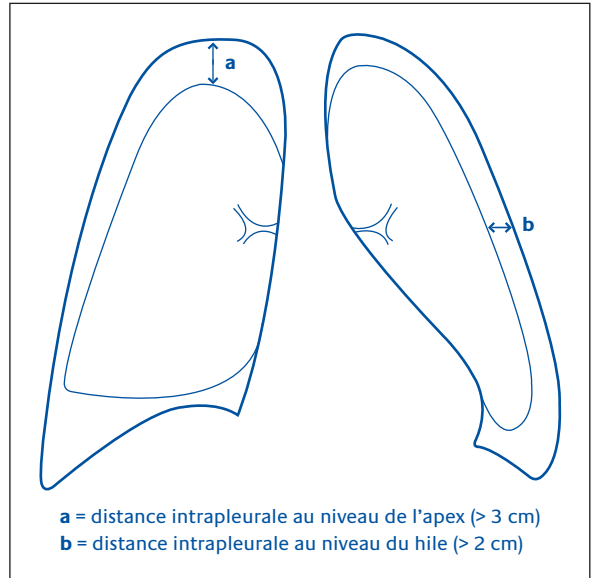
Les formules mathématiques de calcul du pourcentage et du volume de pneumothorax à partir du cliché thoracique ne sont prédictives ni du pronostic immédiat, ni de la récurrence à court ou à moyen terme. L'intérêt de la mesure et des calculs du volume d'un PSP par la TDM n'est pas connu (5, 15).

En pratique, on distingue sur la radiographie de thorax de face en fonction de la distance intrapleurale (entre la lisière pulmonaire et la paroi) les pneumothorax de faible volume :

distance < 2 cm mesurée au niveau du hile pulmonaire et ceux de volume important (> 2 cm) (39) (figure 1). Il convient d'utiliser les outils de mesure du logiciel en cas de clichés numérisés.

Figure 1 - Évaluation de la taille du pneumothorax : seuils définissant un pneumothorax important.

D'après (a) ATS guideline (38) et (b) BTS guidelines (39)



La mesure du volume du pneumothorax est moins importante que l'évaluation de la tolérance clinique pour guider la thérapeutique.

- Échographie thoracopleurale

L'écho(tomo)graphie transthoracique peut reconnaître la présence d'air dans la cavité pleurale. Cette technique aurait une sensibilité de 95 % chez les patients sous ventilation mécanique (49) [niveau de preuve 3]. L'échographie pleurale est plus sensible que le cliché de thorax standard pour détecter un pneumothorax résiduel après drainage (50). En revanche, l'échographie n'est pas évaluée dans le diagnostic positif et la conduite thérapeutique pour un PSP (51).

Traitement d'un premier épisode

La prise en charge d'un premier épisode de PSP est résumée dans la figure 1.

En l'absence de signes d'intolérance clinique, un PSP de petite taille (volume non défini dans la littérature) et récent (ancienneté non définie) peut être traité médicalement (2, 3, 38-41) [niveau de preuve 3]. L'évolution et la fréquence de la résorption spontanée d'un premier PSP ne sont pas connues (54).

Le bénéfice du repos au lit par rapport aux conseils de diminuer ses activités n'est pas

démonstré. Une durée de surveillance en hospitalisation de 3 à 6 heures pour un pneumothorax de petite taille (< 3 cm à l'apex), voire après son exsufflation à l'aiguille est une recommandation d'experts (38) [niveau de preuve 3]. L'utilisation de l'oxygénothérapie normobare à haute concentration discontinuée dans un but de dénitrogénéation du gaz intrapleurale n'a pas d'efficacité démontrée sur la diminution du temps de résorption spontanée d'un PSP : environ 1 % par jour (de 1,25 à 1,8 % du volume/jour) (22, 53) [niveau de preuve 3].

1. Indications de l'évacuation de l'air

- Le pneumothorax sous tension.

Il s'agit d'une urgence vitale. Les signes évocateurs de pneumothorax sous tension sont ceux d'une détresse ventilatoire et du choc cardiogénique (16). La présence de ces signes de détresse impose de mettre immédiatement en relation la cavité pleurale avec l'extérieur pour faire chuter la pression à la pression atmosphérique [niveau de preuve 3]. Une aiguille creuse de gros calibre (< 18 G) ouverte doit être insérée en intercostal, en association avec un remplissage vasculaire (2, 16, 38, 40) [niveau de preuve 3].

- Pneumothorax avec signes cliniques d'intolérance [niveau de preuve 3].
- Pneumothorax bien toléré mais important (> à 2 cm sur la ligne hilare ou > à 3 cm à l'apex) ou pneumothorax ne se résorbant pas spontanément après plusieurs jours (délai non défini) (2, 3, 38-42, 52, 54) [niveau de preuve 3].

2. Techniques d'évacuation de l'air ou des gaz pleuraux

Différentes techniques d'évacuation de l'air sont utilisées et/ou rapportées (1-4, 38, 40, 45, 52, 55-61). L'information et le consentement des patients sont requis pour toute évacuation de l'air quelque soit la technique utilisée.

En dehors du cliché de thorax de face, les examens préalables à l'évacuation à l'aiguille et à la pose d'un drain intercostal pour le PSP n'ont fait l'objet de recommandations spécifiques.

- Exsufflation et évacuation à l'aiguille

L'évacuation de l'air pleural par exsufflation à l'aiguille doit être proposée en première intention en l'absence de critères de gravité (55-64) [niveau de preuve 1]. Il n'existe pas de délai maximal entre le début de la symptomatologie et le diagnostic au-delà duquel l'exsufflation à l'aiguille est impossible. Toutes les techniques et montages sont trouvés dans la littérature sans comparaisons ni supériorité : robinets à 3 voies, seringues, cathéters courts, cathéters pour voies veineuses (mono- ou multivoies), vide mural, Pleur-evac, systèmes clos, artisanaux, etc. Le calibre de l'aiguille n'est pas défini et il va de 14-G à 18-G (62, 63). Plus le volume d'air exsufflé est important (> 900 ml), plus le risque d'échec est élevé (8).

L'exsufflation à l'aiguille dans le PSP a un taux de succès primaire de 80 % avec une meilleure tolérance immédiate que le drainage intercostal (55).

L'échec d'une première procédure d'exsufflation a été associée à un risque supérieur de récurrence : 100 % dans les 6 mois (56). Il n'existe pas de différence significative entre l'exsufflation à l'aiguille et le drainage thoracique en termes de taux de succès immédiat, de taux de récurrences précoces, de taux de succès à 1 an et le nombre de patients nécessitant

une symphyse pleurale à 1 an. En revanche, l'exsufflation à l'aiguille comparativement au drainage thoracique est associée à une réduction du nombre de patients hospitalisés (64) [niveau de preuve 2]. L'exsufflation par la mise en place d'un petit cathéter de Fuhrman de 8,5 F (Cook? critical care, Bloomington, IN, USA), par la technique de Seldinger, a été proposée. Son avantage réside dans la possibilité en cas d'échec de l'exsufflation initiale, de réaliser un drainage pleural avec mise en aspiration ou connexion à une valve de Heimlich pendant 24 heures au minimum et 96 heures au maximum, avec retour précoce au domicile (73).

- Drainage médical intercostal

L'information et le consentement des patients sont requis pour tout drainage.

Choix de la technique

Il est recommandé d'utiliser en première intention des drains pleuraux de petite taille (diamètre < 24F) (38-39, 73-76) [niveau de preuve 1]. La structure ou le matériau optimal du drain ne sont pas connus (75-76). Une fois la réexpansion obtenue, le maintien d'une dépression pleurale par l'aspiration n'a pas d'intérêt démontré par rapport à l'absence d'aspiration (70, 77) [niveau de preuve 2]. Il est possible de proposer l'évacuation de l'air par un drainage transthoracique puis l'utilisation d'une valve unidirectionnelle de type Heimlich, puis le suivi à domicile (38-39, 52, 72-75) [niveau de preuve 3]. La mise en place d'un petit cathéter de Fuhrman de 8,5 F (Cook® critical care, Bloomington, IN, USA), par la technique de Seldinger, connecté à une valve de Heimlich (Cook? critical care, Bloomington, IN, USA), pendant 24 h au minimum et 96 h au maximum, semble une technique efficace et très bien tolérée [niveau de preuve 3]. Le taux de récurrence à 1 an est de 24 % (73).

Aucun système d'aspiration unidirectionnel n'a démontré sa supériorité (70).

Le drainage chirurgical est conseillé s'il existe un hémithorax, une bride pleuro-pariétale, des troubles de l'hémostase, une déformation thoracique (2, 51) [niveau de preuve 3].

Anesthésie

La mise en place d'un drain thoracique intercostal est douloureuse et elle justifie une anesthésie locale (lidocaïne injectée localement) (51, 78). L'antibioprophylaxie avant la pose d'un drain thoracique pour un PSP n'est pas recommandée (51).

Site d'insertion et positionnement

Le site d'insertion préférentiel entre la voie antérieure et la voie latérale, ou d'autres voies n'est pas déterminé (51). Ni l'intérêt d'un ciblage par échographie ou par TDM de l'introduction et du positionnement du drain, ni l'intérêt d'un positionnement supérieur (céphalique, culmine) de l'extrémité du drain dans un PSP ne sont démontrés.

Principe des dispositifs d'aspiration

L'aspiration au travers du drain thoracique suit la loi de Poiseuille et n'est fonction que du diamètre du tube et de la dépression appliquée au système (79).

Le débit de bullage n'influe pas sur la dépression générée. Un vase d'expansion permet de recueillir par déclivité les liquides pleuraux. Si aucune dépression n'est appliquée au système et si le drain n'est pas occlus, clampé ou coudé, à chaque expiration, l'air s'évacue par le drain et le pneumothorax se résorbe. Dans le cas du Pleur-evac (Genzyme Surgical Products, Fall River, MA, USA), si le drain n'est pas occlus, une soupape de

sécurité s'ouvrant au-dessus de 1 cmH₂O met à l'abri d'un pneumothorax sous tension. A l'inverse, une valve de haute négativité s'ouvre si la dépression pleurale devient trop négative (– 13 cmH₂O environ), évitant l'augmentation du gradient transalvéolaire (79).

Complications

La fréquence des complications est faible de l'ordre de 5 % chez les opérateurs expérimentés. Les malaises vagues et des hypotensions, des plaies vasculaires et viscérales ont été rapportés, sans fréquence connue [niveau de preuve 3]. La fréquence de survenue et les conséquences d'un emphysème sous-cutané adjacent au point d'entrée ne sont pas connues. Les infections superficielles (orifice) ou profondes (pyothorax) sont possibles, mais leur fréquence est inconnue.

La mortalité en rapport direct avec la pose d'un drain pour PSP n'est pas connue.

Des infections nosocomiales au site du drain, des ruptures traumatiques d'un anévrisme de l'aorte thoracique, des œdèmes lésionnels pulmonaires (46, 51), des œdèmes lésionnels pulmonaires après une symphyse au travers du tube de drainage, lorsque la quantité insufflée de talc est supérieure à 5 g, des œdèmes pulmonaires de réexpansion, notamment en cas de délai de traitement important (68) [niveau de preuve 3].

L'œdème de réexpansion au moment du drainage a une fréquence inconnue. Il est associé à une morbidité et à une mortalité sévères de l'ordre de 10 à 20 % contre moins de 1 par million pour le PSP. Sa prévention par la non-aspiration, et/ou l'aspiration douce, et/ou l'aspiration différée n'est pas démontrée (68). Son traitement, en plus du drainage, n'est pas codifié. Il s'agit d'un œdème pulmonaire lésionnel inflammatoire avec une hyperperméabilité vasculaire dans des modèles animaux.

La persistance du bullage après le septième jour peut se rencontrer dans 19 à 25 % des cas de pneumothorax et dans 16 % des cas au dixième jour (6) [niveau de preuve 3]. Elle ne constitue pas une indication chirurgicale. La fermeture de la brèche bronchopleurale peut survenir dans les quinze jours (7) [niveau de preuve 3].

Dangers du clampage d'un drain thoracique

Un drain en place qui bulle témoigne d'une brèche broncho-pleurale et il ne doit pas être clampé. Un drain clampé est équivalent à l'absence de drain et expose au risque de pneumothorax sous tension, si une récédive survient et qu'il existe une brèche broncho-pleurale (16, 79) [niveau de preuve 3].

Ablation du drain thoracique

La technique d'ablation d'un drain thoracique n'est pas codifiée, mais l'expiration active du patient (manœuvre de Valsalva) et la mise en aspiration du drain afin d'éviter l'entrée d'air du dehors en dedans ainsi que l'aspiration de caillots et de fibrine pendant l'extraction sont rapportées et de bon sens.

3. Symphyse pleurale lors d'un premier épisode de PSP

Différentes techniques de symphyse pleurales, médicale ou chirurgicales ont été rapportées

- Symphyse chimique

La tétracycline et ses dérivés (minocycline et doxycycline), le nitrate d'argent sont les agents le plus souvent utilisés pour réaliser une symphyse chimique médicale par le tube de drainage. Les doses de talc recommandées pour l'obtention d'une symphyse pleurale pour

un pneumothorax sont de deux grammes (80). Les doses nécessaires de cyclines et de nitrate d'argent ne sont pas connues (87). Les taux de récurrences sont moindres après une symphyse chimique au talc qu'après un simple drainage thoracique : 5 % à 5 ans vs 47 % (83) [niveau de preuve 2]. En revanche, la prévention de la récurrence à 5 ans du PSP par symphyse par tétracyclines par l'intermédiaire du drain n'est pas démontrée (83, 84). Le talc semble toutefois plus efficace que les tétracyclines (80-82) [niveau de preuve 3]. Les patients traités par talcage pleural gardent une fonction pulmonaire normale, dans la mesure où ils ne sont pas fumeurs [niveau de preuve 3] (89, 90). Enfin, concernant l'innocuité du talc, la compilation de plusieurs études européennes rétrospectives pour la plupart, n'a retrouvé aucun épisode de syndrome de détresse respiratoire [niveau de preuve 3] (88, 89, 91).

Indications de la symphyse pleurale médicale:

Il n'existe aucune étude randomisée comparative entre la prise en charge médicale par talcage par le drain ou sous thoracoscopie médicale et la prise en charge chirurgicale par VATS. Toutefois, l'efficacité de la symphyse médicale par le drain ou sous thoracoscopie médicale semble inférieure à la symphyse chirurgicale sous VATS [niveau de preuve 3]. La symphyse pleurale ne doit pas être proposée lors de la prise en charge initiale d'un premier épisode de PSP, mais uniquement en cas de PSP persistant (délai non défini) ou de PSP récidivant [niveau de preuve 2]. Toutefois, environ 10% des patients traités par talcage médical demandent au décours immédiat de cette procédure, des techniques additionnelles de symphyse, incluant l'instillation de tetracyclines, le talcage médical itératif, la pose de drains supplémentaires voire une prise en charge chirurgicale [niveau de preuve 2]. Ces résultats, ainsi que les avis d'expert (BTS, ACCP) font que les techniques non chirurgicales de symphyse pleurale en cas de PSP doivent être proposées seulement chez les patients refusant la chirurgie ou en cas de contre-indication à un traitement chirurgical [niveau de preuve 3].

- Indication chirurgicale

Aucune n'a démontré de supériorité concernant la stratégie chirurgicale première lors d'un premier PSP par rapport au drainage intercostal (88, 98, 99) [niveau de preuve 2].

Il n'y a pas d'indication chirurgicale pour un premier épisode de PSP résolutif spontanément ou après exsufflation ou après drainage pleural intercostal [niveau de preuve 3].

Toujours en ce qui concerne le premier épisode, le pneumothorax bilatéral simultané ou non résolutif malgré le drainage (bullage persistant) sous 4 (ACCP) à 7 jours (BTS) sont des indications possibles de symphyse chirurgicale [niveau de preuve 3]. La chirurgie première est proposée pour les pilotes d'avions militaires et de ligne, les militaires, les plongeurs professionnels, etc. (32, 33, 87) [niveau de preuve 3].

Les récurrences homolatérales, et les pneumothorax controlatéraux constituent des indications chirurgicales raisonnables compte tenu du risque élevé de récurrence ultérieures et de pneumothorax bilatéral [niveau de preuve 3].

La VATS avec résection de bulle et symphyse par pleurectomie, abrasion ou instillation d'agent chimique est la technique chirurgicale de référence (38, 39). Les comparaisons historiques entre la symphyse par VATS et par thoracotomie limitée ne peuvent être retenues en raison des nombreuses incertitudes : techniques de pleurodèse différentes, durée

de suivi variable, évaluation incomplète des complications (2, 3, 67, 92, 93 ; tableau 4). Une étude randomisée a montré l'absence de différence en terme de pertes sanguines per opératoire, douleur post opératoire, doses supplémentaires d'analgésiques, complications post opératoires, durée de séjour et délai de reprise de l'activité professionnelle entre prise en charge chirurgicale par VATS ou thoracotomie (94) [niveau de preuve 2]. Cependant, une récente méta-analyse a comparé le taux de récurrence de pneumothorax après une prise en charge chirurgicale soit par VATS, soit par thoracotomie (95). Le risque de récurrence est significativement augmenté d'un facteur 4 fois par VATS vs thoracotomie avec un risque relatif de 4,7 (2, 80-8, 29) [niveau de preuve 1]. En revanche, aucune information pertinente ne pouvait être obtenue dans cette étude concernant la douleur post-opératoire et la durée d'hospitalisation, selon la technique chirurgicale employée. Si les pourcentages de récurrence par VATS (5,4%) sont légèrement supérieurs et assez proches de ceux obtenus par la symphyse chirurgicale par thoracotomie (1,1%) les taux de morbidité et mortalité sont inférieurs pour la majorité des auteurs (38, 39, 88, 95) [niveau de preuve 3]. L'incidence des complications de la VATS est inférieure à 4% (38, 39, 88, 95). Sont rapportés avec des fréquences variables des fuites prolongées, des infections du site opératoire et/ou systémiques, des hématomes extrapleuraux, des atelectasies, des pleurésies, des hémithorax, notamment en cas d'ablation extensive des blebs. La récurrence homolatérale à 5 ans est inférieure à 5 % (96). Dans cette méta-analyse, il est suggéré que la symphyse par VATS diminuerait la durée de séjour et l'usage d'antalgique, avec un peu plus de récurrence en cas de VATS que de chirurgie par thoracotomie. La douleur postopératoire d'une VATS est supérieure à celle entraînée par un drainage intercostal (88) [niveau de preuve 3].

Les études coût/bénéfice réalisées nord américaines ou même européennes suggèrent un bénéfice en faveur de la VATS mais ne sont pas transposables en France (98, 99) [niveau de preuve 3].

Les différentes techniques de traitement du parenchyme pulmonaire utilisées lors de la VATS ou d'une thoracotomie (ligatures des bulles, capitonnage au fil, excision au laser ou au bistouri électrique, résection agrafage) n'ont pas fait l'objet d'études comparatives randomisées. Actuellement seule la résection par agrafage est recommandée [niveau de preuve 3].

Une technique de symphyse doit être associée à la résection des bulles ou de la zone de dystrophie : pleurectomie, abrasion ou insufflation de talc. Une étude montre que l'association de l'abrasion pleurale avec une symphyse chimique (tétracycline) diminue significativement le risque de récurrence à long terme par rapport à la simple abrasion (97). Lors de la VATS chez les femmes une exploration soigneuse des plèvres et du diaphragme doit être réalisée de manière à exclure ou affirmer une endométriose thoracique (98) L'intérêt de réaliser d'emblée, et en un ou deux temps, une VATS avec une symphyse bilatérale n'est pas démontré en termes de prévention de la récurrence contralatérale, quelles que soient les anomalies morphologiques identifiées à la TDM ou pendant la VATS.

Tableau 4 – Récidives après un premier épisode de PSP

Période	Type	Traitement	PSP analysés (total de PSP)	Récidive (%)	Suivi	Références
A. Études non randomisées						
Rétrospective 1974-1993	Monocentrique	Thorascopies multiples	120	7,5 (3 % mortalité)	84 mois	Korner, 1996 (104)
Rétrospective	Monocentrique	Multiples	153	54	54 mois	Sadikot, 1997 (8)
Rétrospective	Monocentrique	VATS	30 (65)	5	29 mois	Passlick, 1998 (105)
Prospective	Monocentrique	VATS	45 (48)	2,1	5 semaines	Kim, 1998 (14)
Rétrospective	Monocentrique	VATS	118	10 (2 % mortalité)		Waller, 1999 (92)
Rétrospective	Monocentrique	VATS	62 (95)	5	53 mois	Hatz, 2000 (106)
Rétrospective	Monocentrique	VATS	23 (72)	6	42 mois	Ayed, 2000 (20)
Rétrospective	Monocentrique	VATS	12 (12)	8	50 mois	Lang-Lazdunski, 2000 (66)
Rétrospective	Monocentrique	VATS	93 (432)	2	38 mois	Cardillo, 2000 (65)
Rétrospective 1992/1998	Monocentrique	Pleurodèse-VATS	101	6	44 mois	Chan, 2001 (96)
Rétrospective	Monocentrique	Drainage (47,2 %), aspiration (17,6 %), repos (35,2 %)	159			Ong, 2004 (46)
Rétrospective	Monocentrique	Thorascopie-bullectomie	240 = 114 vs 126	6,2		Sakamoto, 2004 (99)
		vs idem + couverture filet	12 vs 2,2			
Rétrospective	Monocentrique	Cautérisation + Talcage	156	0	62 mois	Margolis, 2003 (110)
Rétrospective	Monocentrique	Abrasion pleurale	111	3,6	36,5 mois	Gossot, 2004 (111)
Rétrospective	Monocentrique	Abrasion pleurale	167	3	84 mois	Lang-Lazdunski 2003 (109)
Rétrospective	Monocentrique	Talcage pleural sous thoroscopie	805	1,73	52,5 mois	Cardillo, 2006 (91)

ThoracoMed : thoroscopie médicale ; VATS : thoroscopie chirurgicale vidéo-assistée ; Versus : vs

Période	Type	Traitement	PSP analysés (total de PSP)	Récidive (%)	Suivi	Références
B. Études randomisées						
Rétrospective 1978-1985	Monocentrique	Thoroscopies drainage vs tétracyclines vs drainage-talc	96 34 vs 33 vs 29	36 vs 13 vs 8	4,6 ans	Almind, 1989 (82)
Prospective	Multicentrique	Drainage vs drainage tétracyclines	229 116 vs 113	41 vs 25	5 ans	Light, 1990 (83)
Prospective	Monocentrique	Echec médical, puis pleurectomie- VATS vs pleurectomie- thoracotomie	60 30 vs 30	0,7 vs 1		Waller, 1994 (107)
Prospective	Monocentrique	Aspiration à l'aiguille vs drainage	63 35 vs 38	23 (65) 17 vs 28	12 mois	Harvey, 1994 (55)
Rétrospective 1985/1989 vs 1992/1996	Monocentrique	Drainage ou repos vs VATS ± talcage	219 112 vs 97	60/112 21 vs 4	Historique	Schramel, 1996 (100)
Prospective		Aspiration à l'aiguille vs drainage	61 33 vs 28	50 14 vs 29	3 mois	Andrivet, 1995 (56)
Rétrospective 1993/1995	Monocentrique	VATS vs mini- thoracotomie	66 36 vs 30	17 11 vs 0	24 mois	Kim, 1996 (86)
Rétrospective		VATS vs thoracoscopie	80	2,5 vs 4	2 ans	Leo, 2000 (103)
Prospective 1992/1995	Monocentrique	VATS vs thoracoscopie	38 20 vs 18			Sekine, 1999 (67)
Prospective 1996/1999		Drainage vs VATS	70 35 vs 35	23 vs 3		Torresini, 2001 (108)
Prospective	Multicentrique	Aspiration à l'aiguille vs drainage	60 27 vs 33	26 vs 27	1 an	Noppen, 2002 (57)
Prospective 1995/1999		Pleurectomie- VATS puis aspiration vs « bocal »	100	2	48 mois	Ayed, 2003 (93)
Prospective	Multicentrique	Drainage vs thoracoMed + talcage	108 47 vs 61	19 34 vs 5	5 ans	Tschopp, 2002 (88)

ThoracoMed : thoracoscopie médicale ; VATS : thoracoscopie chirurgicale vidéo-assistée ; Versus : vs

Évolution, pronostic et prévention

1. Récidive

- Fréquence

De la moitié à deux tiers des patients ayant présenté un premier PSP ne récidiveront pas (3) [niveau de preuve 3]. Le taux de récurrence globale après un premier PSP sans traitement chirurgical est en moyenne de 20 à 35 % (extrêmes de 16 à 52 %), selon les études (2, 8, 14, 20, 41, 46, 55-67, 88-90, 66, 91-92, 96, 99-100, 105-111 ; tableau 4) [niveau de preuve 3]. La récurrence homolatérale après un deuxième pneumothorax est de 40 % et elle est de 80 % après un troisième pneumothorax (8) [niveau de preuve 3]. Le taux de survenue d'un pneumothorax controlatéral à un premier pneumothorax est de 20 %. Le PSP bilatéral représente moins de 5 à 15 % des cas et il est le plus souvent métachrone [niveau de preuve 3]. La récurrence après un premier épisode de pneumothorax atteint 54 % chez 153 patients analysés rétrospectivement sur 4 ans (26) [niveau de preuve 4] et 34 % chez 47 patients traités par un drainage intercostal analysés prospectivement sur 5 ans (88) [niveau de preuve 2]. La récurrence est 2 fois plus fréquente chez les hommes dans la première étude. L'influence de l'âge, du sexe, du morphotype, de l'indice de masse corporelle (IMC) sur le risque de récurrence n'est pas connue.

- Facteurs de récurrence

En dehors d'une maladie pulmonaire préexistante, seul le tabagisme préexistant, sa poursuite et son intensité sont des facteurs retrouvés en analyse multivariée comme associés à un risque relatif accru de récurrence (112-114) [niveau de preuve 3]. La poursuite du tabagisme est un facteur de risque de récurrence démontré (8, 113, 114) [niveau de preuve 3]. Une étude a montré que, après un premier épisode de pneumothorax chez 145 patients, dont 112 avaient une intoxication par le tabac, 86 % des hommes et 80 % des femmes continuaient de fumer et cela malgré une explication de la relation de cause à effet entre le tabac et le pneumothorax. Plus encore, 73 % de ces patients ayant présenté une première récurrence continuaient de fumer au décours du deuxième épisode (101). Après un premier pneumothorax, la récurrence n'est pas influencée par l'IMC (8, 57, 65) [niveau de preuve 3].

La prise en charge initiale par VATS-symphyse chimique diminue le risque de récurrence à 5 ans pour les PSP ayant été traités par drainage. Il n'existe pas de donnée comparant l'exsufflation première aux symphyses chirurgicales ou médicales. La récurrence de PSP après une pleurectomie par VATS (0,4 %) est inférieure à celle observée après abrasion par VATS (2,6 %). L'efficacité des pleurodèses chirurgicales semble moindre chez les pilotes d'avions militaires : 20 à 30 % de récurrences (87).

2. Intérêt de la TDM thoracique après un premier épisode

L'intérêt de la TDM thoracique après évacuation de l'air n'est pas connu, quelles que soient les séquences envisagées pour affirmer la guérison. La méthode radiologique pour affirmer le recollement n'est pas connue (105).

L'intérêt de la TDM après un premier épisode de PSP a fait l'objet de nombreuses études (18, 19, 35). La TDM n'a pas démontré son intérêt pour aider à la décision d'effectuer

ou non une thoracoscopie chirurgicale (quelle que soit la technique) si des bulles sous-pleurales, non visualisées sur le cliché thoracique standard, étaient identifiées (14) [niveau de preuve 4]. Chez les patients ayant présenté un PSP, ces études ont démontré une plus grande fréquence des micronodules, des lésions compatibles avec une bronchiolite associée ou non à des phénomènes de séquestration expiratoire, des bulles sous-pleurales et des lésions d'emphysème centrolobulaire [niveau de preuve 3]. La diminution de la densité tomodynamométrique (inférieure à 900 unités Hounsfield) est en faveur d'un phénomène de séquestration, mais la baisse de densité des poumons de patients ayant présenté un PSP n'est pas pronostique de récurrence (112) [niveau de preuve 3].

- Bronchiolites

Les lésions anatomopathologiques de bronchiolite respiratoire sont présentes chez 88 % des patients tabagiques qui ont présenté des pneumothorax récidivants (31) [niveau de preuve 3]. La fréquence des bronchiolites anatomiques n'est pas connue lors du premier épisode de PSP, il n'est donc pas possible d'établir un risque relatif à leur présence pour une première récurrence. Ces bronchiolites sont présentes chez 20 % des sujets fumeurs sans pneumothorax (18). Leur fréquence n'est pas connue chez le sujet non tabagique. Ces données ne permettent pas de définir un risque relatif accru de récurrence pour un patient donné.

- Bulles sous pleurales

Une étude a montré que la présence de bulles sous-pleurales identifiées en TDM était associée à un risque accru de pneumothorax controlatéral dans les 4 ans qui suivent un premier pneumothorax ayant été traité par VATS (14) [niveau de preuve 3]. Il n'est pas démontré que l'ablation chirurgicale préventive de ces bulles lors d'une première chirurgie diminue le risque de récurrence et elle est même dangereuse (87, 90).

Les études visant à montrer que les bulles sous-pleurales, identifiées en TDM après un premier épisode de PSP, sont associées à un risque relatif accru de récurrence sont contradictoires. La présence en TDM thoracique, en coupes fines, de bulles sous-pleurales controlatérales à un premier pneumothorax spontané soit primitif soit secondaire n'est pas prédictive de récurrence homolatérale, sauf si leur taille est supérieure à 1,5 cm (19) [niveau de preuve 3] ou si le suivi longitudinal est supérieur à 5 ans (14) [niveau de preuve 3]. La visualisation à la thoracoscopie première de bulles n'est pas non plus prédictive de récurrence. L'influence de la présence, du site, de la taille, ou du caractère homolatéral ou controlatéral des bulles sous-pleurales sur la récurrence d'un premier PSP n'est pas connue.

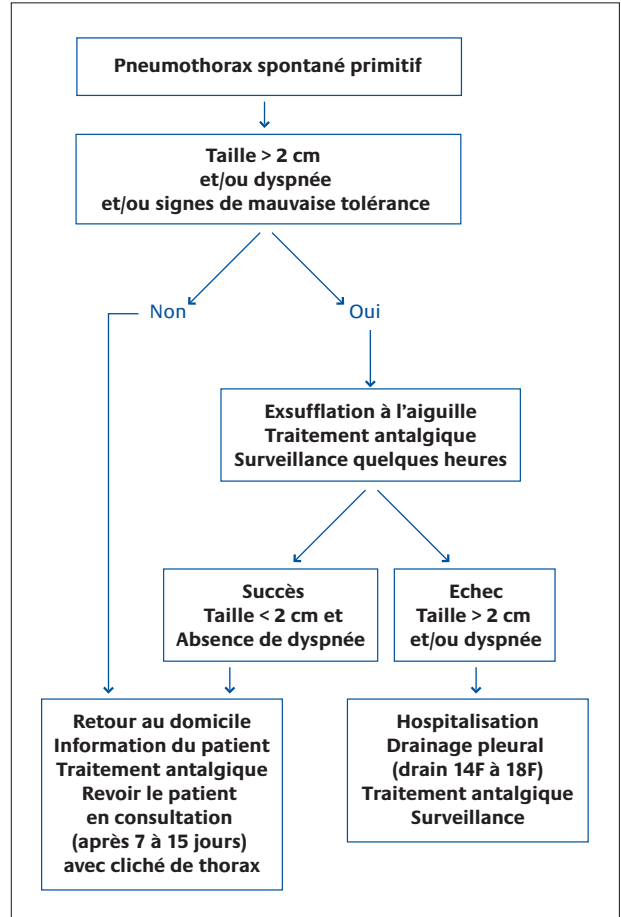
3. Contre-indications et conseils après un pneumothorax spontané

L'arrêt de toute intoxication tabagique est recommandé [niveau de preuve 3]. La poursuite du tabagisme est un facteur de risque de récurrence (114, 115). [niveau de preuve 3].

La plongée sous-marine avec détendeur doit être contre indiquée (34). [niveau de preuve 3]. Un délai de 4 à 6 semaine entre la survenue d'un pneumothorax et un voyage en avion est recommandé [niveau de preuve 3]. Les personnels aériens civils doivent bénéficier d'une symphyse chirurgicale (87). Le pneumothorax est disqualifiant pour intégrer les programmes de vols militaires de l'US Navy, de l'US Air Force, de l'US Army et les programmes spatiaux de la NASA. La requalification est possible pour l'US Air Force

après validation des tests en chambre hypobare et après traitement chirurgical. Chez les athlètes, la reprise de l'activité sportive semble possible après 3 à 4 semaines de repos en cas de PSP traité médicalement sans symphyse [niveau de preuve 3].

Figure 2 – Prise en charge du pneumothorax spontané primitif



Les grandes questions

1. Questions résolues

- Le diagnostic du PSP repose sur la réalisation d'un cliché de thorax simple, de face, en inspiration.
- La réalisation d'un cliché en expiration forcée n'est pas indiquée, voir dangereuse, en cas de pneumothorax visible sur le cliché de thorax de face.
- La réalisation systématique d'une TDM thoracique ne modifie pas la prise en charge initiale et elle n'est donc pas indiquée.
- Le rôle du phénotype comme facteur de risque de PSP n'est pas démontré.

- Le tabagisme est un facteur de risque de survenue d'un PSP.
- Le repos et la surveillance simple avec retour au domicile sont possibles en cas de premier épisode de PSP bien supporté et de petite taille (< 2 cm).
- Un pneumothorax important ou persistant après quelques jours doit être évacué.
- En première intention, un PSP doit être exsufflé à l'aiguille après la réalisation d'une radiographie de thorax, de face, debout, en inspiration.
- S'il existe des signes d'intolérance clinique, le PSP doit être évacué en urgence.
- Le drainage pleural est recommandé en cas d'échec d'une exsufflation première.
- Si un drain intercostal médical est proposé pour un PSP, un drain de petit calibre < 14F est suffisant.
- L'intérêt d'appliquer systématiquement une aspiration continue en cas de drainage n'est pas démontré.
- Seuls des systèmes d'aspiration à faible pression contrôlée et à large volume doivent être utilisés pour l'aspiration continue.
- Il n'y a pas d'indication à réaliser une symphyse pleurale médicale ou par VATS lors d'un premier épisode de PSP résolutif spontanément ou après exsufflation ou drainage pleural.
- En cas d'indication chirurgicale, la VATS avec résection de bulle et symphyse par pleurectomie, abrasion ou instillation d'agent chimique est la technique chirurgicale de référence.
- La symphyse pleurale par thoracotomie et pleurectomie est la technique chirurgicale qui s'accompagne du plus faible taux de récurrence.
- La poursuite du tabagisme constitue un facteur de risque de récurrence.

2. Questions non résolues

- La physiopathologie exacte des PSP n'est pas totalement connue.
- Les indications et les contre-indications précises au traitement médical par le repos ne sont pas connues (volume du pneumothorax, délai de survenue).
- Le traitement antalgique optimal en cas de drainage n'est pas connu.
- La durée d'hospitalisation nécessaire après exsufflation ou drainage pleural n'est pas connue.
- Le bénéfice à réaliser une symphyse pleurale médicale ou chirurgicale systématique en cas de récurrence ou de PSP controlatéral
- Le délai exact à respecter avant d'effectuer un voyage en avion sans risque après un PSP n'est pas connu.
- Les contre-indications à la pratique de certaines activités en fonction du traitement appliqué au PSP ne sont pas connues.

Bibliographie

1. Laennec RTH. *Traité du diagnostic des maladies des poumons et du cœur*. Tome second, Paris : Brosson et Chaudé, éd. 1819.
2. Sahn SA, Heffner JE. Spontaneous pneumothorax. *N Engl J Med* 2000 ; 342 : 868-74.
3. Henry M, Arnold T, Harvey J. Pleural Diseases Group, Standards of Care Committee, British Thoracic Society. BTS guidelines for the management of spontaneous pneumothorax. *Thorax* 2003 ; 58, suppl. 2 : S39-52.
4. Maunder RJ, Pierson DJ, Hudson LD. Subcutaneous and mediastinal emphysema. Pathophysiology, diagnosis and management. *Arch Intern Med* 1984 ; 144 : 1447-53.
5. Fraser RG, Paré JA. *Diagnosis of diseases of the chest*, 3rd ed. Philadelphia : WB Saunders, 1990 : 683-7 et 2741-9.
6. Weissberg D, Refaely Y. Pneumothorax : experience with 1 199 patients. *Chest* 2000 ; 117 : 1279-85.
7. Chee CB, Abisheganaden J, Yeo JK, *et al*. Persistent air-leak in spontaneous pneumothorax. Clinical course and outcome. *Respir Med* 1998 ; 92 : 757-61.
8. Sadikot RT, Greene T, Meadows K, *et al*. Recurrence of primary spontaneous pneumothorax. *Thorax* 1997 ; 52 : 805-9.
9. Mendez JL, Nadrous HF, Vassallo R, *et al*. Pneumothorax in pulmonary Langerhans cell histiocytosis. *Chest* 2004 ; 125 : 1028-32.
10. Woodring JH, Baker MD, Stark P. Pneumothorax ex vacuo. *Chest* 1996 ; 110 : 1102-5.
11. Alifano M, Roth T, Camilleri Broët S, *et al*. Catamenial pneumothorax. A prospective study. *Chest* 2003 ; 124 : 1004-8.
12. Gilmartin JJ, Wright AJ, Gibson GJ. Effects of pneumothorax or pleural effusion on pulmonary function. *Thorax* 1985 ; 40 : 60-5.
13. Celli BR. Clinical and physiologic evaluation of respiratory muscles function. *Clin Chest Med* 1989 ; 10 : 199-214.
14. Kim J, Kim K, Shim YM, *et al*. Video-assisted thoracic surgery as a primary therapy for primary spontaneous pneumothorax : decision making by the guideline of high-resolution computed tomography. *Surg Endosc* 1998 ; 12 : 1290-3.
15. Collins CD, Lopez A, Mathie A, *et al*. Quantification of pneumothorax size on chest radiographs using interpleural distances : regression analysis based on volume measurements from helical CT. *Am J Roentgenol* 1995 ; 165 : 1127-30.
16. Hurewitz AN, Sidhu U, Bergofsky EH, *et al*. Cardiovascular and respiratory consequences of tension pneumothorax. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1986 ; 22 : 545-9.
17. Ohata M, Suzuki H. Pathogenesis of spontaneous pneumothorax. With special reference to the ultrastructure of emphysematous bullae. *Chest* 1980 ; 77 : 771-6.
18. Lesur O, Delorme N, Fromaget JM, *et al*. Computed tomography in the etiologic assessment of idiopathic spontaneous pneumothorax. *Chest* 1990 ; 98 : 341-7.
19. Sihoe AD, Yim AP, Lee TW, *et al*. Can CT scanning be used to select patients with unilateral primary spontaneous pneumothorax for bilateral surgery ? *Chest* 2000 ; 118 : 380-3.
20. Ayed AK, Al-Din HJ. The results of thoracoscopic surgery for primary spontaneous pneumothorax. *Chest* 2000 ; 118 : 235-8.
21. Shapiro BA, Harrison RA, Cane RD, *et al*. *Les gaz du sang*. Applications cliniques, 4e édition. Paris : Frison-Roche, 1992 : 395.
22. Northfield TC. Oxygen therapy for spontaneous pneumothorax. *Br Med J* 1971 ; 4 : 86-8.
23. Macklin MT, Macklin CC. Malignant interstitial emphysema of the lungs and mediastinum as an important occult complication in many respiratory diseases and other conditions : an interpretation of the clinical literature in the light of laboratory experiment. *Medicine* 1944 ; 23 : 281-352.
24. Gupta D, Hansell A, Nichols T, *et al*. Epidemiology of pneumothorax in England. *Thorax* 2000 ; 55 : 666-71.
25. Melton LJ 3rd, Hepper NG, Offord KP. Incidence of spontaneous pneumothorax in Olmsted County, Minnesota : 1950 to 1974. *Am Rev Respir Dis* 1979 ; 120 : 1379-82.

26. Hazouard E, Koninck JC, Attucci S, *et al.* Pneumothorax and pneumomediastinum caused by repeated Muller's maneuvers : complications of marijuana smoking. *Ann Emerg Med* 2001 ; 38 : 694-7.
27. Noppen M, Verbanck S, Harvey J, *et al.* Music : a new cause of primary spontaneous pneumothorax. *Thorax*. 2004 ; 59 : 722-4.
28. Smit HJ, Deville WL, Schramel FM, *et al.* Spontaneous pneumothorax : predictable mini-epidemics ? *Lancet* 1997 ; 350 : 1450.
29. Smit HJ, Deville WL, Schramel FM, *et al.* Atmospheric pressure changes and outdoor temperature changes in relation to spontaneous pneumothorax. *Chest* 1999 ; 116 : 676-81.
30. Suarez-Varel MM, Martinez-Selva MI, Llopis-Gonzalez A, *et al.* Spontaneous pneumothorax related with climatic characteristics in the Valencia area (Spain). *Eur J Epidemiol* 2000 ; 16 : 193-8.
31. Cottin V, Streichenberger N, Gamondes JP, *et al.* Respiratory bronchiolitis in smokers with spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J* 1998 ; 12 : 702-4.
32. North JH Jr. Thoracoscopic management of spontaneous pneumothorax allows prompt re turn to aviation duties. *Aviat Space Environ Med* 1994 ; 65 : 1128-9.
33. Voge VM, Anthracite R. Spontaneous pneumothorax in the USAF aircrew population : a retrospective study. *Aviat Space Environ Med* 1986 ; 57 : 939-49.
34. Brims FJ. Primary spontaneous tension pneumothorax in a submariner at sea. *Emerg Med J* 2004 ; 21 : 394-5.
35. Smit HJ, Wienk MA, Schreurs AJ, *et al.* Do bullae indicate a predisposition to recurrent pneumothorax ? *Br J Radiol* 2000 ; 73 : 356-9.
36. Sok M, Mikulecky M, Erzen J. Onset of spontaneous pneumothorax and the synodic lunar cycle. *Med Hypotheses* 2001 ; 57 : 638-41.
37. Mitlehner W, Friedrich M, Dissmann W. Value of computer tomography in the detection of bullae and blebs in patients with primary spontaneous pneumothorax. *Respiration* 1992 ; 59 : 221-7.
38. Baumann MH, Strange C, Heffner JE, *et al.* Management of spontaneous pneumothorax : an American College of Chest Physicians Delphi consensus statement. *Chest* 2001 ; 119 : 590-602.
39. MacDuff A, Arnold A, Harvey JE. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society pleural disease guideline 2010. *Thorax* 2010 ; 65 (suppl2) : ii186-ii31.
40. Schramel FM, Postmus PE, Vanderschueren RG. Current aspects of spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J* 1997 ; 10 : 1372-9.
41. Chan SS. Current opinions and practices in the treatment of spontaneous pneumothorax. *J Accid Emerg Med* 2000 ; 17 : 165-9.
42. Baumann MH. Treatment of spontaneous pneumothorax. *Curr Opin Pulm Med* 2000 ; 6 : 275-80.
43. Cunningham J. Spontaneous pneumothorax. In : *Clinical evidence*. BMJ Publishing Group, Eds, 2000 ; 4 : 874-9.
44. Heffner JE, Huggins JT. Management of secondary spontaneous pneumothorax : there's confusion in the air. *Chest* 2004 ; 125 : 1190-2.
45. Light RW. Manual aspiration. The preferred method for managing primary spontaneous pneumothorax ? *Am J Respir Crit Care Med* 2002 ; 165 : 1202-3.
46. Ong ME, Chan YH, Kee TY, *et al.* Spontaneous pneumothorax outcome study (SPOT phase I) : a 2-year review. *Eur J Emerg Med* 2004 ; 11 : 89-94.
47. Maeda A, Ishioka S, Yoshihara M, *et al.* Primary spontaneous pneumothorax detected during a medical check up. *Chest* 1999 ; 116 : 847-8.
48. Norris RM, Jones JG, Bishop JM. Respiratory gas exchange in patients with spontaneous pneumothorax. *Thorax* 1968 ; 23 : 427-33.
49. Lichstein DA, Meziere G, Lascols N, *et al.* Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med* 2005 ; 33 : 1231-1238.
50. Galbois, Ait-Oufella H, Baudel JL, *et al.* Pleural ultrasound compared with chest radiographic detection of pneumothorax resolution after drainage. *Chest* 2010 ; 138 : 648-55.
51. Dulchavsky SA, Schwarz KL, Kirkpatrick AW, *et al.* Prospective evaluation of thoracic ultrasound in the detection of pneumothorax. *J Trauma* 2001 ; 50 : 201-5.

52. Laws D, Neville E, Duffy J. Pleural Diseases Group, Standards of Care Committee, British Thoracic Society. BTS guidelines for the insertion of a chest drain. *Thorax* 2003 ; 58, suppl. 2 : S53-9.
53. Stradling P, Poole G. Conservative management of spontaneous pneumothorax. *Thorax* 1966 ; 21 : 145-9.
54. Ponn RB, Silverman HJ, Federico JA. Outpatient chest tube management. *Ann Thorac Surg* 1997 ; 64 : 1437-40.
55. Harvey J, Prescott RJ. Simple aspiration vs intercostal tube drainage for spontaneous pneumothorax in patients with normal lung. British Thoracic Society Research Committee. *BMJ* 1994 ; 309 : 1338-9.
56. Andrivet P, Djedaini K, Teboul JL, *et al.* Spontaneous pneumothorax. Comparison of thoracic drainage vs immediate or delayed needle aspiration. *Chest* 1995 ; 108 : 335-9.
57. Noppen M, Alexander P, Driesen P, *et al.* Manual aspiration vs chest tube drainage in first episodes of primary spontaneous pneumothorax : a multicenter, prospective, randomized pilot study. *Am J Respir Crit Care Med* 2002 ; 165 : 1240-4.
58. Ayed AK, Chandrasekaran C, Sukumar M, *et al.* Aspiration vs tube drainage in primary spontaneous pneumothorax: a randomised study. *Eur Respir J* 2006 ; 27 : 477-82.
59. Masood I, Ahmad Z, Pandey DK, *et al.* Role of simple needle aspiration in the management of spontaneous pneumothorax. *J Assoc Phys Ind* 2007 ; 55 : 628-9.
60. Camuset J, Laganier J, Brugiére O, *et al.* Needle aspiration as first-line management of primary spontaneous pneumothorax. *Presse Med* 2006 ; 35 : 765-8.
61. Chan SSW, Lam PKW. Simple aspiration as initial treatment for primary spontaneous pneumothorax : results of 91 consecutive cases. *J Emerg Med* 2005 ; 28 : 133-8.
62. Devanand A, Koh MS, Ong TH, *et al.* Simple aspiration vs chest-tube insertion in the management of primary spontaneous pneumothorax: a systematic review. *Respir Med* 2004 ; 98 : 579-90.
63. Zehtabchi S, Rios CL. Management of emergency department patients with primary spontaneous pneumothorax: needle aspiration or tube thoracostomy ? *Ann Emerg Med* 2008 ; 51 : 91-100.
64. Wakai A, O'Sullivan RG, McCabe G. Simple aspiration vs intercostal tube drainage for primary spontaneous pneumothorax in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2007 ; (1) : CD 004479.
65. Cardillo G, Facciolo F, Giunti R, *et al.* Videothoracoscopic treatment of primary spontaneous pneumothorax : a 6-year experience. *Ann Thorac Surg* 2000 ; 69 : 357-61.
66. Lang-Lazdunski L, de Kerangal X, Pons F, Jancovici R. Primary spontaneous pneumothorax : one-stage treatment by bilateral videothoracoscopy. *Ann Thorac Surg* 2000 ; 70 : 412-7.
67. Sekine Y, Miyata Y, Yamada K, *et al.* Video-assisted thoracoscopic surgery does not deteriorate post-operative pulmonary gas exchange in spontaneous pneumothorax patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999 ; 16 : 48-53.
68. Sherman SC. Reexpansion pulmonary edema : a case report and review of the current literature. *J Emerg Med* 2003 ; 24 : 23-7.
69. Vedam H, Barnes DJ. Comparison of large and small-bore intercostal catheters in the management of spontaneous pneumothorax. *Intern Med J* 2003 ; 33 : 495-9.
70. Graham AN, Cosgrove AP, Gibbons JR, *et al.* Randomised clinical trial of chest drainage systems. *Thorax* 1992 ; 47 : 461-2.
71. Wakai A, O'Sullivan RG, McCabe G. Simple aspiration vs intercostal tube drainage for primary spontaneous pneumothorax in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2007 ; 1 : CD004479.
72. Campisi P, Voitk AJ. Outpatient treatment of spontaneous pneumothorax in a community hospital using a Heimlich flutter valve : a case series. *J Emerg Med* 1997 ; 15 : 115-9.
73. Marquette CH, Marx A, Leroy S, *et al.* Simplified stepwise management of primary spontaneous pneumothorax : a pilot study. *Eur Respir J* 2006 ; 27 : 470-6.
74. Dernevik L, Roberts D, Hamraz B, *et al.* Management of pneumothorax with a mini-drain in ambulatory and hospitalized patients. *Scand Cardiovasc J* 2003 ; 37 : 172-6.
74. Horsley A, Jones L, White J, *et al.* Efficacy and complications of small-bore, wireguided chest drains. *Chest* 2006 ; 130 : 1857-63.

75. Funaki B. Pneumothorax treated by small-bore chest tube. *Semin Intervent Radiol* 2007 ; 24 : 272-6.
76. Vedam H, Barnes DJ. Comparison of large- and small-bore intercostal catheters in the management of spontaneous pneumothorax. *Int Med J* 2003 ; 33 : 495-9.
77. So SY, Yu DY. Catheter drainage of spontaneous pneumothorax: suction or no suction, early or late removal ? *Thorax* 1982 ; 37 : 46-8.
78. Sherman S, Ravikrishnan KP, Patel AS, *et al.* Optimum anesthesia with intra-pleural lidocaine during chemical pleurodesis with tetracycline. *Chest* 1988 ; 93 : 533-6.
79. Rothberg AD, Marks KH, Maisels MJ. Understanding the Pleur-evac. *Pediatrics* 1981 ; 67 : 482-4.
80. Alfageme I, Moreno L, Huertas C, *et al.* Spontaneous pneumothorax : long-term results with tetracycline pleurodesis. *Chest* 1994 ; 106 : 347-50.
81. Tschopp JM, Boutin C, Astoul P, *et al.*, ESMEVAT team (European Study on Medical Video-Assisted Thoracoscopy). Talcage by medical thoracoscopy for primary spontaneous pneumothorax is more cost-effective than drainage : a randomised study. *Eur Respir J* 2002 ; 20 : 1003-9.
82. Almind M, Lange P, Viskum K. Spontaneous pneumothorax : comparison of simple drainage, talc pleurodesis and tetracycline pleurodesis. *Thorax* 1989 ; 44 : 627-30.
83. Light RW, O'Hara VS, Moritz TE, *et al.* Intra-pleural tetracycline for the prevention of recurrent spontaneous pneumothorax. Results of a department of Veterans Affairs cooperative study. *JAMA* 1990 ; 264 : 2224-30.
84. van den Brande P, Staelens I. Chemical pleurodesis in primary spontaneous pneumothorax. *Thorac Cardiovasc Surg* 1989 ; 37 : 180-2.
85. Lardinois D, Vogt P, Yang L, *et al.* Non-steroidal anti-inflammatory drugs decrease the quality of pleurodesis after mechanical pleural abrasion. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004 ; 25 : 865-71.
86. Kim KH, Kim HK, Han JY, *et al.* Trans- axillary minithoracotomy vs video- assisted thoracic surgery for spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 1996 ; 61 : 1510-2.
87. Hopkirk JA, Pullen MJ, Fraser JR. Pleurodesis : the results of treatment for spontaneous pneumothorax in the Royal Air Force. *Aviat Space Environ Med* 1983 ; 54 : 158-60.
88. Tschopp JM, Rami-Porta R, Noppen M, *et al.* Management of spontaneous pneumothorax : state of the art. *Eur Respir J* 2006 ; 28 : 637-650.
89. Cardillo G, Carleo F, Carbone L, *et al.* Long-term lung function following videothoroscopic talc poudrage for primary spontaneous recurrent pneumothorax. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007 ; 31 : 802-5.
90. Gyorik S, Erni S, Studler U, *et al.* Long-term follow-up of thoroscopic talc pleurodesis for primary spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J* 2007 ; 29 : 757-60.
91. Cardillo G, Carleo F, Giunti R, *et al.* Videothoroscopic talc poudrage in primary spontaneous pneumothorax : a single-institution experience in 861 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006 ; 131 : 322-8.
92. Waller DA. Video-assisted thoracoscopic surgery for spontaneous pneumothorax : a 7-year learning experience. *Ann R Coll Surg Engl* 1999 ; 81 : 387-92.
93. Ayed AK. Suction vs water seal after thoracoscopy for primary spontaneous pneumothorax : prospective randomised study. *Ann Thorac Surg* 2003 ; 75 : 1593-6.
94. Freixinet JL, Canalis E, Julià G, *et al.* Axillary thoracotomy vs videothoracoscopy for the treatment of primary spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg.* 2004 ; 78 : 417-20.
95. Barker A, Maratos EC, Edmonds L, *et al.* Recurrence rates of video-assisted thoracoscopic vs open surgery in the prevention of recurrent pneumothoraces : a systematic review of randomised and non randomised trials. *Lancet* 2007 ; 370 : 329-35.
96. Chan P, Clarke P, Daniel FJ, *et al.* Efficacy study of video-assisted thoracoscopic surgery pleurodesis for spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 2001 ; 71 : 452-4.
97. Chen JS, Hsu HH, Chen RJ, *et al.* Additional Minocycline Pleurodesis after Thoracoscopic Surgery for Primary Spontaneous Pneumothorax. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2006 ; 173 : 548-54.
98. Alifano M, Jablonski C, Kadiri H, *et al.* Catamenial and Noncatamenial, Endometriosis-related or Nonendometriosis-related Pneumothorax Referred for Surgery. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2007 ;

- 176: 1048-1053.
99. Sakamoto K, Takei H, Nishii T, *et al.* Staple line coverage with absorbable mesh after thoracoscopic bullectomy for spontaneous pneumothorax. *Surg Endosc* 2004 ; 18 : 478-81.
 100. Schramel FM, Sutedja TG, Braber JC, *van Mourik JC, Postmus PE.* Cost-effectiveness of video-assisted thoracoscopic surgery vs conservative treatment for first time or recurrent spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J* 1996 ; 9 : 1821-5.
 101. Morimoto T, Shimbo T, Noguchi Y, *et al.* Effects of timing of thoracoscopic surgery for primary spontaneous pneumothorax on prognosis and costs. *Am J Surg* 2004 ; 187 : 767-74.
 102. Ferguson LJ, Imrie CW, Hutchison J. Excision of bullae without pleurectomy in patients with spontaneous pneumothorax *Brit J Surg* 1981; 68 : 214-6.
 103. Leo F, Pastorino U, Goldstraw P. Pleurectomy in primary pneumothorax : is extensive pleurectomy necessary ? *J Cardiovasc Surg* 2000 ; 41 : 633-6.
 104. Korner H, Andersen KS, Stangeland L, *et al.* Surgical treatment of spontaneous pneumothorax by wedge resection without pleurodesis or pleurectomy. *Eur J Cardiothorac Surg* 1996 ; 10 : 656-9.
 105. Passlick B, Born C, Haussinger K, *et al.* Efficiency of video-assisted thoracic surgery for primary and secondary spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 1998 ; 65 : 324-7.
 106. Hatz RA, Kaps MF, Meimarakis G, *et al.* Long-term results after video-assisted thoracoscopic surgery for first-time and recurrent spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 2000 ; 70 : 253-7.
 107. Waller DA, Forty J, Morritt GN. Video-assisted thoracoscopic surgery vs thoracotomy for spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 1994 ; 58 : 372-6.
 108. Torresini G, Vaccarili M, Divisi D, *et al.* Is video-assisted thoracic surgery justified at first spontaneous pneumothorax ? *Eur J Cardiothorac Surg* 2001 ; 20 : 42-5.
 109. Lang-Lazdunski L, Chapuis O, Bonnet PM, *et al.* Videothoracoscopic bleb excision and pleural abrasion for the treatment of primary spontaneous pneumothorax : long-term results. *Ann Thorac Surg* 2003 ; 75 : 960-5.
 110. Margolis M, Gharagozloo F, Tempesta B, *et al.* Video-assisted thoracic surgical treatment of initial spontaneous pneumothorax in young patients. *Ann Thorac Surg* 2003 ; 76 : 1661-3.
 111. Gossot D, Galetta D, Stern JB, *et al.* Results of thoracoscopic pleural abrasion for primary spontaneous pneumothorax. *Surg Endosc* 2004 ; 18 : 466-71.
 112. Smit HJ, Golding RP, Schramel FM, *et al.* Lung density measurements in spontaneous pneumothorax demonstrate air trapping. *Chest* 2004 ; 125 : 2083-90.
 113. Lippert HL, Lund O, Blegvad S, *et al.* Independent risk factors for cumulative recurrence rate after first spontaneous pneumothorax. *Eur Respir J* 1991 ; 4 : 324-31.
 114. Bense L, Eklund G, Wiman LG. Smoking and the increased risk of contracting spontaneous pneumothorax. *Chest* 1987 ; 92 : 1009-12.
 115. Smith HJ, Chatrou M, Postmus PE. The impact of spontaneous pneumothorax and its treatment on the smoking behaviour of young adult smokers. *Respir Med* 1998 ; 92 : 1132-6.
-