

Pression de plateau élevée

Auteur(s) : Jennifer BRUNET ; Nicolas TERZI

Définition / Présentation

Définition Pression de Plateau :

P_{plat} est la pression mesurée dans les voies aériennes au cours d'une pause télé-inspiratoire chez un patient totalement relaxé ventilé mécaniquement en pression positive. Cette pression est mesurée dans le circuit du ventilateur par un capteur de pression embarqué. Elle reflète la pression alvéolaire moyennée au sein de l'ensemble du système respiratoire (SR) (poumon et paroi thoracique, cette dernière étant elle-même l'addition de la cage thoracique et de l'abdomen).

En mode volume contrôlé, la pression est la variable dépendante et informe sur les propriétés mécaniques du système respiratoire. Celles-ci peuvent être représentées de façon simplifiée à l'aide de l'équation de mouvement du système respiratoire qui est modélisé selon un compartiment à deux paramètres, la résistance et l'élastance (inverse de la compliance). Par ailleurs, la composante pulmonaire et la composante pariétale thoracique, considérées en série, s'additionnent.

L'équation du mouvement exprime qu'à tout instant t au cours de l'insufflation, la pression mesurée dans les voies aériennes (P_{aw} , Pression à l'entrée du système respiratoire) est la somme de 3 pressions fondamentales:

$$P_{aw}(t) = PEP \text{ totale} + Pres + Pel$$

$$P_{aw}(t) = PEP \text{ totale} + V' \times R + VT \times 1/C$$

où :

- PEP totale est la pression alvéolaire télé-expiratoire (elle-même somme de la PEP externe réglée sur le respirateur et de la PEP intrinsèque ou auto-PEP),
- $Pres$ la pression résistive,
- Pel la pression de recul élastique du système respiratoire ($= P_{plat,SR}$),
- V' le débit inspiratoire instantané,
- R la résistance du système thoraco-pulmonaire et du circuit du ventilateur (si la pression est mesurée dans le circuit),
- VT le volume courant délivré au-dessus du volume pulmonaire télé-expiratoire et
- C la compliance du système thoraco-pulmonaire (inverse de l'élastance E).

Au cours de l'occlusion télé-inspiratoire réalisée en pressant un bouton spécifique sur le respirateur, le système respiratoire, le circuit du ventilateur et le capteur de pression constituent un ensemble isolé. On a alors créé des conditions statiques dans lesquelles aucun débit gazeux n'entre ni ne sort (en l'absence de fuite) dans le système. L'analyse de l'évolution de P_{aw} en fonction du temps est illustrée sur la Figure 1. P_{plat} est la pression élastique en fin d'inspiration et inclut PEP totale (Figure 1).

P_{aw}

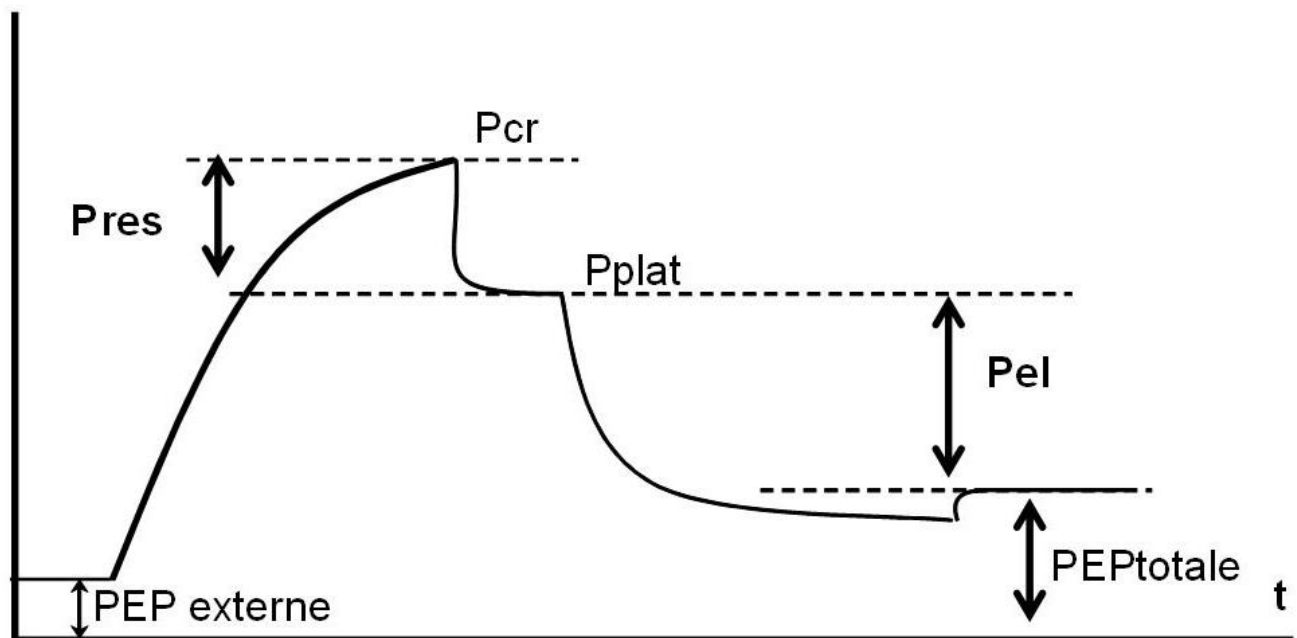


Figure 1. Courbe de pression en fonction du temps en mode volume contrôlé à débit constant d'insufflation

$P_{plat,SR}$ est le reflet le plus accessible pour le clinicien de la pression alvéolaire moyenne générée par l'ensemble des territoires ventilés communiquant avec le capteur de pression, à ceci près que les propriétés élastiques de la paroi thoracique peuvent également contribuer de façon significative à sa valeur dans certaines situations.

Elevation de la Pression de Plateau :

La valeur maximale habituellement admise de $P_{plat,SR}$ est de 30 cmH₂O. Avec des valeurs de P_{plat} plus élevées, plusieurs études ont démontré l'apparition de lésions induites.

L'interprétation de la valeur doit tenir compte de plusieurs éléments. $P_{plat,SR}$ est égale à $P_{plat,P} + P_{plat,PT}$, où P est le poumon et PT la paroi thoracique. La pression affichée par le ventilateur décrit à la fois la déformation pulmonaire mais aussi celle de la paroi thoracique. En cas de baisse de

la compliance pariétale (C,PT) comme chez l'obèse, ou en cas de syndrome du compartiment abdominal par exemple, $P_{plat,SR}$ affichée peut s'élever sans pour autant traduire une augmentation de $P_{plat,P}$. Pour séparer les deux composantes pulmonaire et pariétale thoracique de $P_{plat,SR}$ il faut mesurer $P_{plat,PT}$. Celle-ci est déduite de l'estimation de la pression pleurale par la mesure de la Pression oesophagienne. On mesure ainsi la Pression Trans-Pulmonaire ($PTP = P_{alvéolaire} - P_{pleurale}$).

Ensuite, P_{plat} est une pression globale qui masque les différences régionales de mécanique ventilatoire et de distribution de l'air inspiré. Lors de pathologies pulmonaires réparties de façon inhomogène dans le parenchyme pulmonaire, les constantes de temps ($= C \times R$) sont différentes entre les régions. Ainsi, certaines alvéoles peuvent être surdistendues quand d'autres restent vides en fin d'insufflation. Cette inhomogénéité se traduit par un retard à l'équilibration des pressions lors de l'occlusion télé-inspiratoire. La pression mesurée tend à diminuer au fur et à mesure que les alvéoles les plus compliantes se vident dans les zones plus résistantes (phénomène d'air pendulaire ou *Pendelluft*). De fait, le temps estimé nécessaire à l'équilibration des pressions dans la plupart des situations est de 3 à 5 secondes. P_{plat} mesurée en début d'occlusion concerne les alvéoles les plus distendues, celle mesurée en fin d'occlusion, la P_{plat} moyenne.

Dans le cadre de la ventilation protectrice, la pression à monitorer serait donc celle la plus proche de l'occlusion. Les propriétés visco-élastiques des tissus pulmonaires et thoraciques contribuent également à la décroissance lente entre le premier débit nul après l'occlusion télé-inspiratoire et le plateau.

Significations

Une augmentation de $P_{plat,SR}$ peut résulter de plusieurs mécanismes :

- Hyperinflation pulmonaire dynamique. Dans ce cas, la compliance est quasi inchangée mais la PEP totale est augmentée.
- Baisse de la compliance du poumon et/ou de la paroi thoracique. Dans ce cas il peut s'agir d'un phénomène aigu comme une atélectasie ou un pneumothorax. Sinon cela peut traduire le développement d'une pathologie plus durable altérant la compliance : un syndrome de détresse respiratoire aiguë d'origine pulmonaire ou extra-pulmonaire.

Mise en œuvre pratique

Comment mesurer $P_{plat,SR}$?

Afin de mesurer $P_{plat,SR}$ de façon fiable, c'est-à-dire pour disposer d'une estimation de la pression alvéolaire, il faut établir des conditions statiques : tout d'abord le patient doit être complètement relâché et adapté au respirateur, et une pause télé-inspiratoire doit être réalisée. Cette mesure est réalisable aussi bien en pression qu'en volume contrôlé.

La pause télé-inspiratoire peut être exécutée de 2 façons : soit automatique en programmant une occlusion ou temps de plateau sur le respirateur, soit manuelle en déclenchant l'occlusion à la demande grâce à une touche dédiée.

Le réglage automatique permet un monitoring continu de la pression de plateau, cycle à cycle. Cependant le risque est de réduire le temps réservé à l'expiration et donc de majorer la PEP totale via une augmentation de la PEP intrinsèque. La conséquence est une élévation parallèle de $P_{plat,SR}$.

La méthode manuelle est la plus simple et la plus fiable. Sur certains respirateurs cette pause se synchronise automatiquement sur les cycles réglés. Sur d'autres cependant, la pause déclenche un cycle supplémentaire. Il faut donc faire bien attention à ne pas déclencher ce cycle avant la fin de l'expiration réglée, sinon, la pression sera surestimée. Il est plus logique de réaliser d'abord la pause expiratoire puis la pause inspiratoire car d'une part on évite cet écueil et d'autre part on mesure toutes les composantes de P_{aw} .

Variables mesurées, valeurs normales

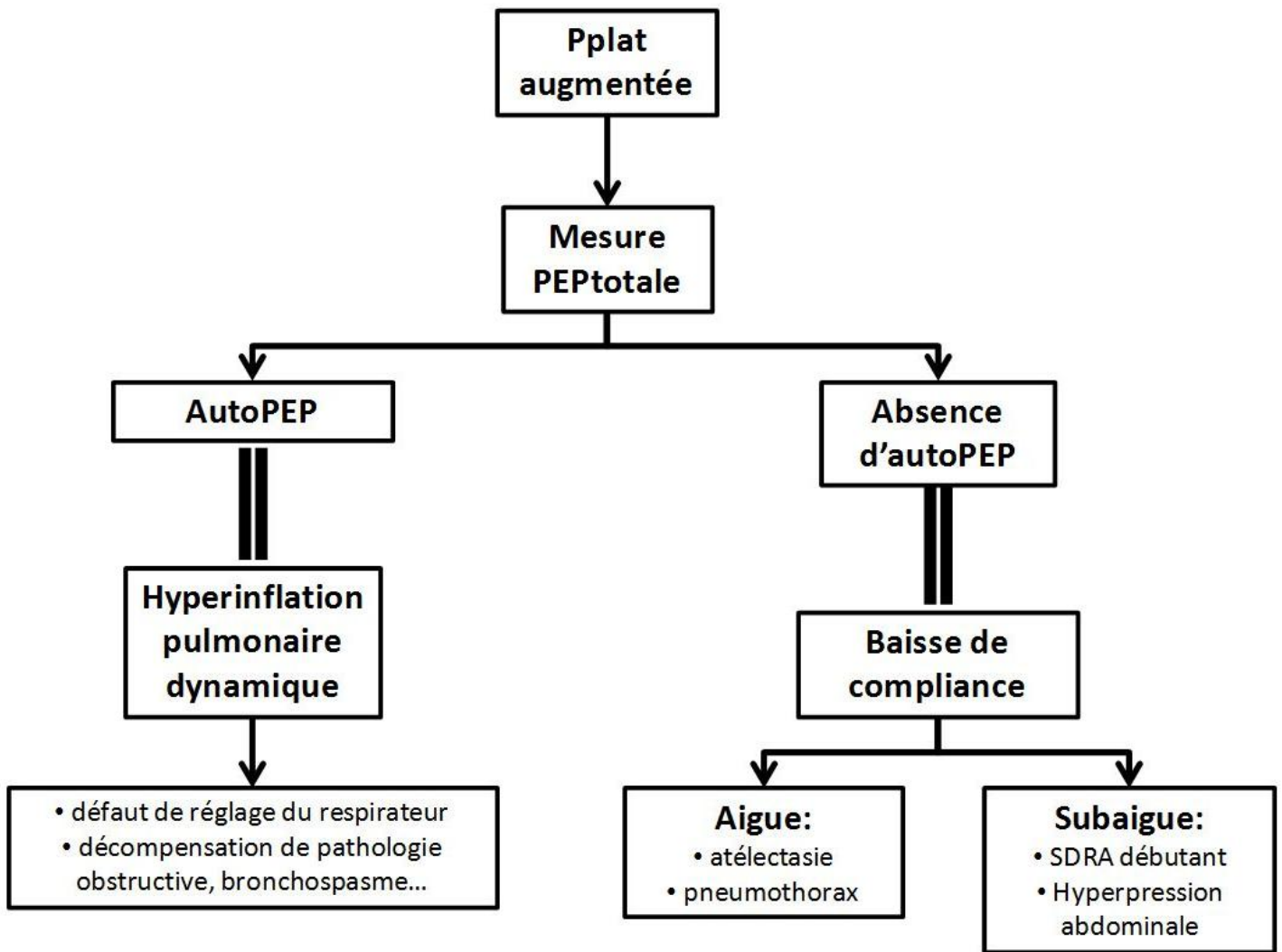
Les conséquences d'une $P_{plat,SR}$ élevée :

Une $P_{plat,SR}$ élevée (>30 mmHg) participe aux lésions pulmonaires induites par la ventilation mécanique.

Du point de vue hémodynamique, une $P_{plat,SR}$ élevée peut causer une insuffisance circulatoire par une gêne au retour veineux et par augmentation de la post-charge du ventricule droit (augmentation des résistances vasculaires pulmonaires et diminution du flux sanguin pulmonaire). Au maximum, elle peut entraîner un cœur pulmonaire aigu.

Surveillance

- Devant une $P_{plat,SR}$ élevée, il convient dans un premier temps de s'assurer que les conditions de mesure sont respectées.
- L'aspect des courbes de débit, le non-retour à 0 du débit expiratoire, permet de suspecter la présence d'une PEP intrinsèque. Il conviendra de mesurer la PEP totale par l'occlusion télé-expiratoire.
- Le contexte du patient et un examen clinique rapide permettront de déceler un pneumothorax ou une atélectasie (au besoin, confirmé par une imagerie thoracique) ou une origine abdominale.
- Il conviendra d'engager un traitement étiologique, de revoir les réglages du ventilateur.



Conduite à tenir devant une Pplat augmentée

Références

1. [Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome.](#) The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. N Engl J Med. 4 mai 2000;342(18):1301-1308.
2. Mercat A, Richard J-CM, Vieille B, Jaber S, Osman D, Diehl J-L, et al. [Positive end-expiratory pressure setting in adults with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial.](#) JAMA J Am Med Assoc. 13 févr 2008;299(6):646-655.
3. Barberis L, Manno E, Guérin C. [Effect of end-inspiratory pause duration on plateau pressure in mechanically ventilated patients.](#) Intensive Care Med. janv 2003;29(1):130-134.
4. Tremblay LN, Slutsky AS. [Ventilator-induced lung injury: from the bench to the bedside.](#) Intensive Care Med. janv 2006;32(1):24-33.
5. Gattinoni L, Protti A, Caironi P, Carlesso E. [Ventilator-induced lung injury: the anatomical and physiological framework.](#) Crit Care Med. oct 2010;38(10 Suppl):S539-548.
6. Jardin F, Vieillard-Baron A. [Is there a safe plateau pressure in ARDS? The right heart only knows.](#) Intensive Care Med. mars 2007;33(3):444-447.