

Indications de la ventilation protectrice et principaux réglages

- La ventilation protectrice devrait être appliquée potentiellement chez tous les patients en ventilation invasive et contrôlée, le plus rapidement après l'intubation ¹⁻⁷.
- La ventilation protectrice, ce n'est pas juste une réduction du volume courant, mais un ensemble de réglages du ventilateur et de mesures associées ^{6,8-11}.
- Plusieurs des réglages du ventilateur peuvent avoir un impact sur la MORTALITÉ des patients, c'est donc une grande responsabilité que de régler le ventilateur de manière adéquate¹¹⁻¹³.

Ventilation mécanique au bloc opératoire (chirurgie programmée)

Volume courant (V_T):

V_T = 6-10 mL/kg de Poids Idéal Théorique (PIT) ^{1,4,5,8,14} – Débuter à 8 mL/kg P_{IT} et ajuster éventuellement après stabilisation.

Fréquence respiratoire (FR):

Pour $PaCO_2$ entre 35 et 45 mmHg (ou un $EtCO_2$ de 30 à 40, ou selon le gradient entre la $PaCO_2$ et l' $EtCO_2$ lorsque disponible) et absence d'autoPEP (débit inspiratoire d'au moins 40 L/min pour limiter le Ti (viser un I/E à 1/3), surtout en cas d'autoPEP* ou chez les patients à risque). L'objectif initial est de viser une ventilation minute autour de 100 mL/kg P_{IT} .

Pression expiratoire positive (PEP):

5-10 cmH₂O selon le type de chirurgie, la stabilité hémodynamique et l'Indice de Masse Corporelle (IMC) ¹⁵⁻¹⁸.

Manœuvres de recrutement:

Peuvent être nécessaires dans certaines situations après dérecrutement et chez les patients à risque d'atélectasie (IMC >40 kg/m²)¹⁹.

Plusieurs méthodes sont possibles, par exemple une augmentation progressive du niveau de PEP jusqu'à 20 cmH₂O pour quelques cycles et selon la tolérance hémodynamique ^{20,21}. Une autre méthode est d'appliquer une pression positive continue de 30 cmH₂O pendant 30 secondes ⁷.

Minimiser la FiO_2 pour garder une SpO_2 à 90-94% si la FiO_2 < 60%, (viser une SpO_2 88-92% si la FiO_2 >60%) ^{22,23}. Les objectifs sont d'éviter l'hypoxémie et l'hyperoxémie (SpO_2 <94%) ²² ainsi que l'hyperoxie (FiO_2 >60%)^{23,24}.

Ventilation mécanique aux urgences ou soins intensifs (patient sans SDRA-ARDS)

Volume courant (V_T):

V_T = 6-10 mL/kg P_{IT} ^{1,4,5,8} – Débuter à 8 mL/kg P_{IT} et ajuster éventuellement après stabilisation.

Fréquence respiratoire (FR):

Ajuster pour une $PaCO_2$ entre 35 et 45 mmHg et absence d'autoPEP (débit inspiratoire d'au moins 40 L/min pour limiter le Ti , surtout en cas d'autoPEP* ou chez les patients à risque). L'objectif initial est de maintenir une ventilation minute autour de 150 mL/kg P_{IT} .

Pression expiratoire positive (PEP)

5-12 cmH₂O selon l'IMC ¹⁵⁻¹⁷.

Minimiser la FiO_2 pour garder une SpO_2 à 90-94% si la FiO_2 <60%, (viser une SpO_2 88-92% si la FiO_2 ≥60%) ^{22,23}. Les objectifs sont d'éviter l'hypoxémie et l'hyperoxémie (SpO_2 >94%)²² et l'hyperoxie (FiO_2 >60%)²³.

Ventilation mécanique aux soins intensifs (patient avec SDRA-ARDS²⁵)

Volume courant (V_T)

V_T = 4-8 mL/kg P_{IT} (objectif de garder la P_{plat} < 30 cmH₂O, la pression motrice « *driving pressure* » ≤ 15 cmH₂O**) ^{1,2,9-11,26,27} – En l'absence d'acidose sévère ou en l'absence d'hyperkaliémie, la ventilation peut être débutée à 6 mL/kg P_{IT} . Sinon, débuter à 8 mL/kg P_{IT} puis diminuer rapidement à 6 mL/kg P_{IT} après stabilisation hémodynamique et métabolique.

Fréquence respiratoire (FR)

Ajuster la FR pour

- $PaCO_2$ 40-75 mmHg (avec pH >7.25) selon la situation clinique, souvent débuter avec FR >25/minute surtout si la fréquence respiratoire était élevée avant intubation, en cas de fièvre, en cas d'acidose métabolique ou situation à risque d'acidose métabolique (oligo-anurie, état de choc...),
- limiter le risque d'autoPEP (débit inspiratoire d'au moins 40 L/min pour limiter le Ti , surtout en cas d'autoPEP*). L'objectif initial est de maintenir une ventilation minute autour de 150 mL/kg P_{IT} ou plus selon la situation clinique.

Pression expiratoire positive (PEP) ^{9,13,28-31}

Si PaO_2/FiO_2 >200 (ou SpO_2/FiO_2 >235³²), alors régler une PEP 6 à 12 cmH₂O en fonction de l'IMC et de l'hémodynamique.

Si PaO_2/FiO_2 ≤200 (ou SpO_2/FiO_2 ≤235³²), alors régler une PEP selon la stratégie EXPRESS³⁰ (régler V_t 4-8 mL/kg P_{IT} , puis augmenter la PEP jusqu'à ce que P_{plat} = 28 cmH₂O) ou selon échelle PEP/ FiO_2 ³¹ ***. Cette stratégie de PEP élevée est à poursuivre en cas d'effet positifs sur l'oxygénation, en l'absence de perturbation hémodynamique et si la pression de plateau reste < 30 cmH₂O.

Minimiser la FiO_2 pour garder la SpO_2 à 88-92% tant que la FiO_2 est ≥ 60%.

Mesures associées dans le SDRA-ARDS

Les mesures répétées de la mécanique respiratoire, en particulier de la **pression de plateau** avec une pause télé-inspiratoire (à maintenir en dessous de 30 cmH₂O), de l'**autoPEP** avec une pause télé-expiratoire ^{2,6,9,33}. La pression motrice peut aussi être mesurée régulièrement et devrait être maintenue en dessous de 15 cmH₂O²⁶, mais son utilité reste discutée^{9,34,35}.

Les **curares** peuvent être utilisés pendant 24-48 heures pour les SDRA modérés à sévères (PaO_2/FiO_2 <150), en particulier en cas d'asynchronies patient/ventilateur, comme les doubles déclenchements³⁶, mais les données récentes démontrent une efficacité incertaine^{6,9,37,38}.

Décubitus ventral pour les ARDS modérés à sévères (PaO_2/FiO_2 <150), plus de 16h par jour^{2,6,9,39,40}.

La **réduction maximale de l'espace mort** fait partie de la prise en charge du SDRA (humidificateur chauffant, retrait des raccords inutiles) pour améliorer la ventilation alvéolaire (en particulier l'élimination du CO_2) et pour permettre une réduction maximale des volumes courants^{9,27,41-45}. En l'absence de SDRA, dans certains cas de ventilation protectrice avec des volumes courants diminués et des FR supérieures à 25, la réduction de l'espace mort peut aussi être pertinente.

Les **manœuvres de recrutement** systématiques ne sont pas recommandées^{2,6,9,46}. À utiliser prudemment en cas de désaturation après dérecrutement (ex : déconnexion ou aspirations endotrachéales), avec une prudence particulière chez les patients hypovolémiques ou hémodynamiquement instables.

Un **circuit d’aspiration clos** fait partie de la prise en charge du SDRA pour éviter les dérecrutements répétés au cours des aspirations endotrachéales^{9,47,48}.

L’utilisation de l’**ECMO veino-veineuse** peut se discuter dans les centres ayant l’expertise, chez des patients sélectionnés avec un SDRA sévère persistant (PaO₂/FiO₂ < 80 mmHg malgré l’optimisation des réglages)^{9,49-51}.

Le **NO inhalé** pourrait être conseillé en cas d’échec de la position ventrale et des curares, avant l’utilisation de l’ECMO⁹.

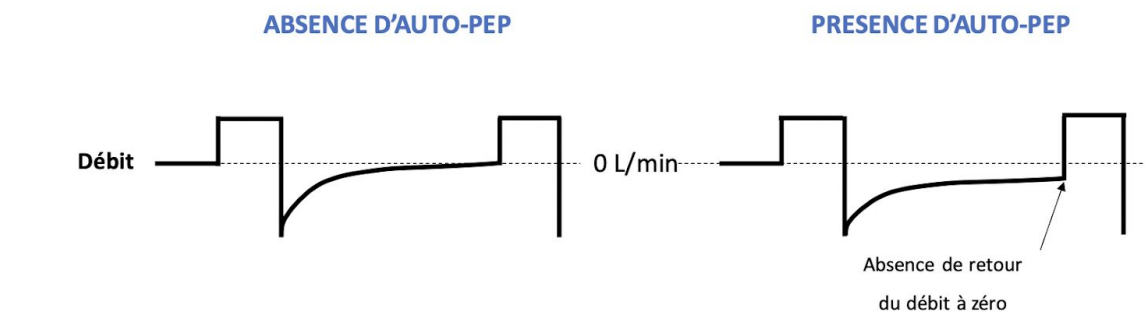
L’utilisation systématique du monitoring de la **pression œsophagienne** pour les réglages de la PEP ou le monitoring de la pression transpulmonaire n’est pas requise⁵².

Il n’y a pas de donnée suffisante pour recommander l'utilisation de corticostéroïdes et de l'ECCO₂R^{9,10}.

L’utilisation de l’**oscillation à haute fréquence (HFO)** est fortement déconseillée, sauf éventuellement en dernier recours chez les patients avec une hypoxémie réfractaire (PaO₂/FiO₂ < 60 mmHg plusieurs heures), sans qu’il existe de preuve^{2,6,9,10,53}.

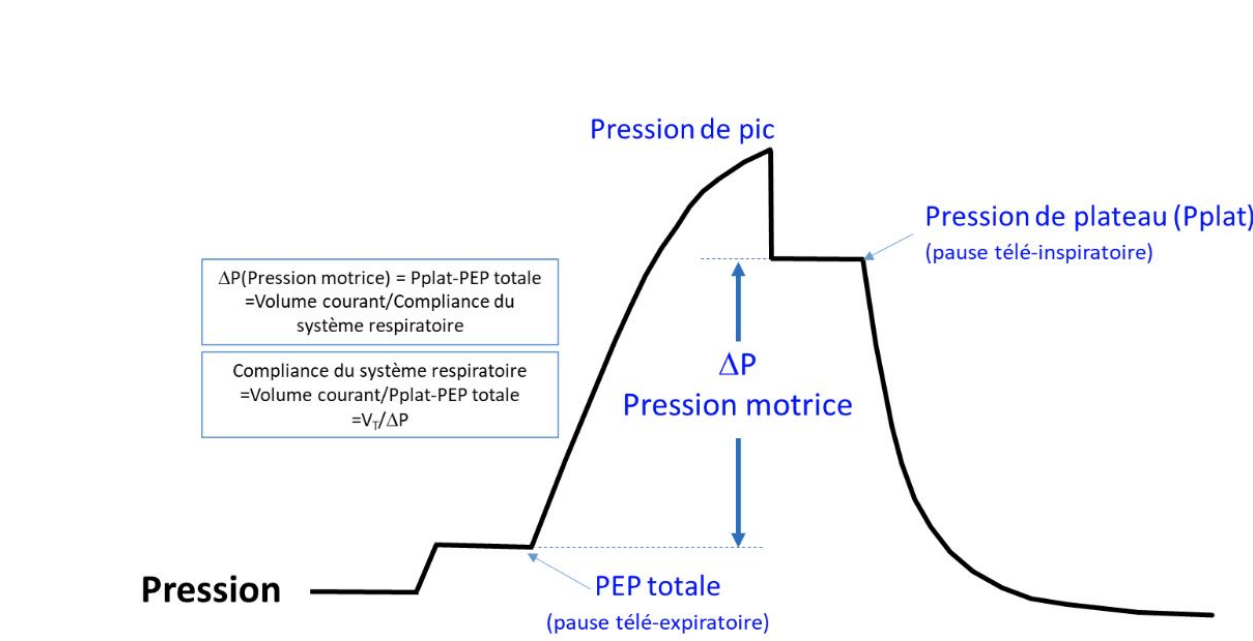
Notes

* Repérer l’auto-PEP (ou PEP intrinsèque) sur la courbe de débit. En cas de suspicion d’auto-PEP ou en cas de doute, il faut la mesurer par une pause télé-expiratoire. La mesure de l’autoPEP fait partie des paramètres à monitorer systématiquement et régulièrement³³.



*** Pression motrice

$\Delta P = P_{plat} - PEP_{tot}$ = Pression pause télé-inspiratoire – Pression pause télé-expiratoire = V_T / C_{stat}



*** Échelle de PEP/FiO₂^{31,52}

Échelle de PEP/FiO₂ élevée

PEP, cmH ₂ O	5	8	10	10	12	14	16	18	18	20	20	20	20	22	22	22	24
FiO ₂ , %	30	30	30	40	40	40	40	40	50	50	60	70	80	80	90	100	100

À utiliser dans les SDRA modérés à sévères avec un potentiel de recrutement. Cette stratégie de PEP élevée est à poursuivre en cas d’effet positifs sur l’oxygénation, en l’absence de perturbation hémodynamique et si la pression de plateau reste < 30 cmH₂O. Objectif de maintenir la SpO₂ entre 88 et 92%.

Références

- Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury. N Engl J Med 2014;370:980.
- Fan E, Del Sorbo L, Goligher EC, et al. An Official American Thoracic Society/European Society of Intensive Care Medicine/Society of Critical Care Medicine Clinical Practice Guideline: Mechanical Ventilation in Adult Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. American journal of respiratory and critical care medicine 2017;195:1253-63.
- Rubenfeld GD, Shankar-Hari M. Lessons From ARDS for Non-ARDS Research: Remembrance of Trials Past. JAMA 2018;320:1863-5.
- Writing Group for the PI, Simonis FD, Serpa Neto A, et al. Effect of a Low vs Intermediate Tidal Volume Strategy on Ventilator-Free Days in Intensive Care Unit Patients Without ARDS: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2018;320:1872-80.
- Serpa Neto A, Cardoso SO, Manetta JA, et al. Association between use of lung-protective ventilation with lower tidal volumes and clinical outcomes among patients without acute respiratory distress syndrome: a meta-analysis. JAMA 2012;308:1651-9
- Fan E, Brodie D, Slutsky AS. Acute Respiratory Distress Syndrome: Advances in Diagnosis and Treatment. JAMA 2018;319:698-710.
- Futier E, Constantin JM, Paugam-Burtz C, et al. A trial of intraoperative low-tidal-volume ventilation in abdominal surgery. N Engl J Med 2013;369:428-37.
- Lellouche F, Lipes J. Prophylactic protective ventilation: lower tidal volumes for all critically ill patients? Intensive Care Med 2013;39:6-15.
- Papazian L, Aubron C, Brochard L, et al. Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome. Annals of intensive care 2019;9:69.
- Griffiths MJD, McAuley DF, Perkins GD, et al. Guidelines on the management of acute respiratory distress syndrome. BMJ Open Respir Res 2019;6:e000420.
- 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 2000;342:1301-8.
- Chu DK, Kim H-YL, Young PJ, et al. Mortality and morbidity in acutely ill adults treated with liberal versus conservative oxygen therapy (IOTA): a systematic review and meta-analysis. Lancet 2018;391:1693–705.
- Briel M, Meade M, Mercat A, et al. Higher vs lower positive end-expiratory pressure in patients with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: systematic review and meta-analysis. JAMA 2010;303:865-73.
- O'Garra B, Talmor D. Perioperative lung protective ventilation. BMJ 2018;362:k3030.
- Eichenberger A, Proietti S, Wicky S, et al. Morbid obesity and postoperative pulmonary atelectasis: an underestimated problem. Anesth Analg 2002;95:1788-92, table of contents.
- Writing Committee for the PCGotPVNftCTNotESoA, Bluth T, Serpa Neto A, Schultz MJ, Pelosi P, Gama de Abreu M. Effect of Intraoperative High Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) With Recruitment Maneuvers vs Low PEEP on Postoperative Pulmonary Complications in Obese Patients: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2019.
- Pelosi P, Ravagnan I, Giurati G, et al. Positive end-expiratory pressure improves respiratory function in obese but not in normal subjects during anesthesia and paralysis. Anesthesiology 1999;91:1221-31.
- Serpa Neto A, Hemmes SN, Barbas CS, et al. Protective versus Conventional Ventilation for Surgery: A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis. Anesthesiology 2015;123:66-78.
- Hartland BL, Newell TJ, Damico N. Alveolar recruitment maneuvers under general anesthesia: a systematic review of the literature. Respiratory care 2015;60:609-20.
- Sprung J, Whalen FX, Comfere T, et al. Alveolar recruitment and arterial desflurane concentration during bariatric surgery. Anesth Analg 2009;108:120-7.
- Weingarten TN, Whalen FX, Warner DO, et al. Comparison of two ventilatory strategies in elderly patients undergoing major abdominal surgery. British journal of anaesthesia 2010;104:16-2.
- Siemieniuk RAC, Chu DK, Kim LH, et al. Oxygen therapy for acutely ill medical patients: a clinical practice guideline. BMJ 2018;363:k4169.
- Kallet RH, Matthay MA. Hyperoxic acute lung injury. Respiratory care 2013;58:123-41.
- Dery R, Pelletier J, Jacques A, Clavet M, Houde J. Alveolar collapse induced by denitrogenation. Canadian Anaesthetists' Society journal 1965;12:531-57.
- Force ADT, Ranieri VM, Rubenfeld GD, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. JAMA 2012;307:2526-33.
- Amato MB, Meade MO, Slutsky AS, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2015;372:747-55.
- Sahetya SK, Mancebo J, Brower RG. Fifty Years of Research in ARDS. Vt Selection in Acute Respiratory Distress Syndrome. American journal of respiratory and critical care medicine 2017;196:1519-25.
- Walkey AJ, Del Sorbo L, Hodgson CL, et al. Higher PEEP versus Lower PEEP Strategies for Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. A Systematic Review and Meta-Analysis. Ann Am Thorac Soc 2017;14:S297-S303.
- Meade MO, Cook DJ, Guyatt GH, et al. Ventilation strategy using low tidal volumes, recruitment maneuvers, and high positive end-expiratory pressure for acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. Jama 2008;299:637-45.
- Mercat A, Richard JC, Vielle B, et al. Positive end-expiratory pressure setting in adults with acute lung injury and acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. Jama 2008;299:646-55.
- Brower RG, Lanken PN, MacIntyre N, et al. Higher versus lower positive end-expiratory pressures in patients with the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2004;351:327-36.
- Rice TW, Wheeler AP, Bernard GR, Hayden DL, Schoenfeld DA, Ware LB. Comparison of the SpO2/FiO2 ratio and the PaO2/FiO2 ratio in patients with acute lung injury or ARDS. Chest 2007;132:410-7.
- Brochard L. Intrinsic (or auto-) PEEP during controlled mechanical ventilation. Intensive Care Med 2002;28:1376-8.
- Barbas CSV, Palazzo RF. Should we titrate mechanical ventilation based on driving pressure?-yes. Ann Transl Med 2018;6:393.
- Pelosi P, Ball L. Should we titrate ventilation based on driving pressure? Maybe not in the way we would expect. Ann Transl Med 2018;6:389.
- Pohlman MC, McCallister KE, Schweickert WD, et al. Excessive tidal volume from breath stacking during lung-protective ventilation for acute lung injury. Critical care medicine 2008;36:3019-23.
- Papazian L, Forel JM, Gacouin A, et al. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2010;363:1107-16.
- National Heart L, Blood Institute PCTN, Moss M, et al. Early Neuromuscular Blockade in the Acute Respiratory Distress Syndrome. N Engl J Med 2019;380:1997-2008.
- Guerin C, Reignier J, Richard JC, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2013;368:2159-68.
- Munshi L, Del Sorbo L, Adhikari NKJ, et al. Prone Position for Acute Respiratory Distress Syndrome. A Systematic Review and Meta-Analysis. Ann Am Thorac Soc 2017;14:S280-S8.
- Campbell RS, Davis K, Jr., Johannigman JA, Branson RD. The effects of passive humidifier dead space on respiratory variables in paralyzed and spontaneously breathing patients. Respiratory care 2000;45:306-12.
- Moran I, Bellapart J, Vari A, Mancebo J. Heat and moisture exchangers and heated humidifiers in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome patients. Effects on respiratory mechanics and gas exchange. Intensive Care Med 2006;32:524-31.
- Prat G, Renault A, Tonnelier JM, et al. Influence of the humidification device during acute respiratory distress syndrome. Intensive Care Med 2003;29:2211-5.
- Prin S, Chergui K, Augarde R, Page B, Jardin F, Veillard-Baron A. Ability and safety of a heated humidifier to control hypercapnic acidosis in severe ARDS. Intensive Care Med 2002;28:1756-60.
- Hinkson CR, Benson MS, Stephens LM, Deem S. The effects of apparatus dead space on P(aCO2) in patients receiving lung-protective ventilation. Respiratory care 2006;51:1140-4.
- Writing Group for the Alveolar Recruitment for Acute Respiratory Distress Syndrome Trial I, Cavalcanti AB, Suzumura EA, et al. Effect of Lung Recruitment and Titrated Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) vs Low PEEP on Mortality in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2017;318:1335-45.
- Maggiore SM, Lellouche F, Pigeot J, et al. Prevention of endotracheal suctioning-induced alveolar derecruitment in acute lung injury. American journal of respiratory and critical care medicine 2003;167:1215-24.
- Cereda M, Villa F, Colombo E, Greco G, Nacoti M, Pesenti A. Closed system endotracheal suctioning maintains lung volume during volume-controlled mechanical ventilation. Intensive Care Med 2001;27:648-54.
- Goligher EC, Tomlinson G, Hajage D, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome and Posterior Probability of Mortality Benefit in a Post Hoc Bayesian Analysis of a Randomized Clinical Trial. JAMA 2018;320:2251-9.
- Combes A, Hajage D, Capellier G, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Severe Acute Respiratory Distress Syndrome. N Engl J Med 2018;378:1965-75.
- Munshi L, Walkey A, Goligher E, Pham T, Uleriyk EM, Fan E. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. Lancet Respir Med 2019;7:163-72.
- Beitler JR, Sarge T, Banner-Goodspeed VM, et al. Effect of Titrating Positive End-Expiratory Pressure (PEEP) With an Esophageal Pressure-Guided Strategy vs an Empirical High PEEP-Fio2 Strategy on Death and Days Free From Mechanical Ventilation Among Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Clinical Trial. JAMA 2019.
- Bein T, Grasso S, Moerer O, et al. The standard of care of patients with ARDS: ventilatory settings and rescue therapies for refractory hypoxemia. Intensive Care Med 2016;42:699-711.