

Impact du poids idéal, du poids réel, de la température et du type de patient pour les réglages initiaux

Pour déterminer le volume courant, il faut commencer par calculer le poids idéal théorique puisque la taille des poumons ne dépend pas du poids réel, mais bien de la taille et du sexe¹. Il est recommandé d'utiliser des volumes courants physiologiques entre 6 et 10 mL/kg _{PIT} au cours de la chirurgie ^{2,3} et chez les patients de soins intensif sans SDRA^{4,5} et entre 4 et 8 mL/kg _{PIT} au cours du SDRA^{6,7}. Pour estimer la ventilation minute, donc la fréquence respiratoire pour un V_T donné, nous avons utilisé le poids idéal théorique. La ventilation minute initiale est déterminée d'abord par le **type de patient** (100 mL/kg _{PIT} pour les patients avec une chirurgie programmée et au moins 150 mL/kg _{PIT} pour les patients de soins intensifs), avec un ajustement sur l'**IMC** et sur la **température**.

Poids réel

Le poids réel permet de calculer l'indice de masse corporelle en kg/m². L'IMC peut aider à ajuster légèrement la ventilation initiale et à régler le niveau de PEP.

Ventilation initiale

Lorsque le normogramme de Radford a été publié dans les années 1950⁸, le taux d'obésité était proche de 10%⁹, il est maintenant autour de 30 à 40% en fonction des régions <https://www.cdc.gov/obesity/data/adult.html>. Le métabolisme de base peut être légèrement augmenté en cas d'obésité et le calcul de la ventilation minute nécessaire devrait être légèrement ajusté en fonction du poids réel¹⁰. Le poids réel ne semble pas meilleur que le poids idéal théorique pour prédire le métabolisme de base chez les patients obèses¹¹.

Chez les patients obèses, les dernières études démontrent que les besoins ventilatoires sont très légèrement augmentés par rapport aux patients non obèses au cours de la chirurgie^{10,12}.

Dans l'étude PROBESE¹² qui a évalué deux niveaux de PEP au cours de la chirurgie chez des patients avec un IMC > 35 kg/m², la ventilation minute moyenne initiale (101 mL/kg _{PIT}) était comparable à celle chez des patients opérés non obèses (voir figure ci-dessous). En fin de chirurgie, la ventilation minute moyenne était de 124 mL/kg _{PIT}.

Dans une étude observationnelle ayant évalué les réglages ventilatoires chez plus de 2000 patients obèses, la ventilation minute moyenne était aussi de cet ordre (106 mL/kg _{PIT})¹⁰. Cependant, la ventilation minute moyenne augmentait avec l'IMC. Chez les patients avec un IMC entre 30 et 35, entre 35 et 40 et > 40, la ventilation minute moyenne était respectivement de 103, 107 et de 118 mL/kg _{PIT}.

Nous avons donc choisi de garder le poids idéal théorique pour estimer la ventilation minute initiale avec un léger ajustement en fonction de l'IMC, en sachant qu'une évaluation des gaz artériels est nécessaire 15 à 30 minutes après l'initiation de la ventilation mécanique et après chaque changement de réglages ventilatoires.

Réglage de la PEP

En cas d'obésité morbide (IMC > 40), le risque d'atélectasies est plus important¹³ et les complications respiratoires sont plus fréquentes¹⁰. La PEP peut améliorer la mécanique respiratoire des patients obèses¹⁴. L'utilisation de niveaux de PEP plus élevés en péri-opératoire peut réduire l'hypoxémie en post-extubation chez des patients avec une obésité morbide¹².

Température

La température permet d'ajuster la ventilation minute initiale. Il est recommandé de viser une ventilation minute de 100 mL/kg _{PIT} ^{8,15,16} et d'augmenter de 10% pour chaque degré Celsius au-dessus de 37 et de diminuer de 10% pour chaque degré en dessous de 37°C. Il s'agit d'une estimation ancienne^{8,16}. En cas d'hypothermie, le métabolisme de base est réduit et la production de CO₂ diminuée, en cas d'hyperthermie, c'est le contraire¹⁷. Il est aussi recommandé d'augmenter de 20% en cas de présence ou suspicion d'acidose, ce qui est pris en compte dans nos équations avec l'hypothèse que la majorité des patients de soins intensifs ont initialement une acidose, une inflammation systémique et/ou un métabolisme augmenté.

Type de patient

Les réglages du ventilateur en milieu chirurgical et en milieu de soins intensifs visent des patients différents avec une production de CO₂ différentes (du fait du métabolisme, de la température, de la présence de sepsis, d'amines etc...). Nos recommandations s'appuient sur la littérature récente qui différencie nettement les patients chirurgicaux (chirurgies programmées) et les patients de soins intensifs chez qui une ventilation protectrice est de plus en plus souvent utilisée avec des volumes courant souvent proches de 6 mL/kg _{PIT} et avec des fréquences respiratoires souvent supérieures à 25/min, parfois au-dessus de 30/min. Chez les patients sous ventilation mécanique pour une chirurgie programmée, le volume courant est souvent entre 8 et 10 mL/kg _{PIT} et la fréquence respiratoire souvent en dessous de 15/minutes.

La ventilation-minute de **100 mL/kg _{PIT}** recommandée il y a plus de 60 ans par Radford semble être encore utilisée chez les patients « chirurgicaux » ^{10,12,18-25}. Pour les patients ayant une chirurgie urgente, la ventilation minute recommandée sera de **125 mL/kg _{PIT}**.

En revanche, pour les patients de soins intensifs, une ventilation d'au moins **150 mL/kg _{PIT}** est plus souvent utilisée, qu'il existe ou non un SDRA ^{4,26-44}.

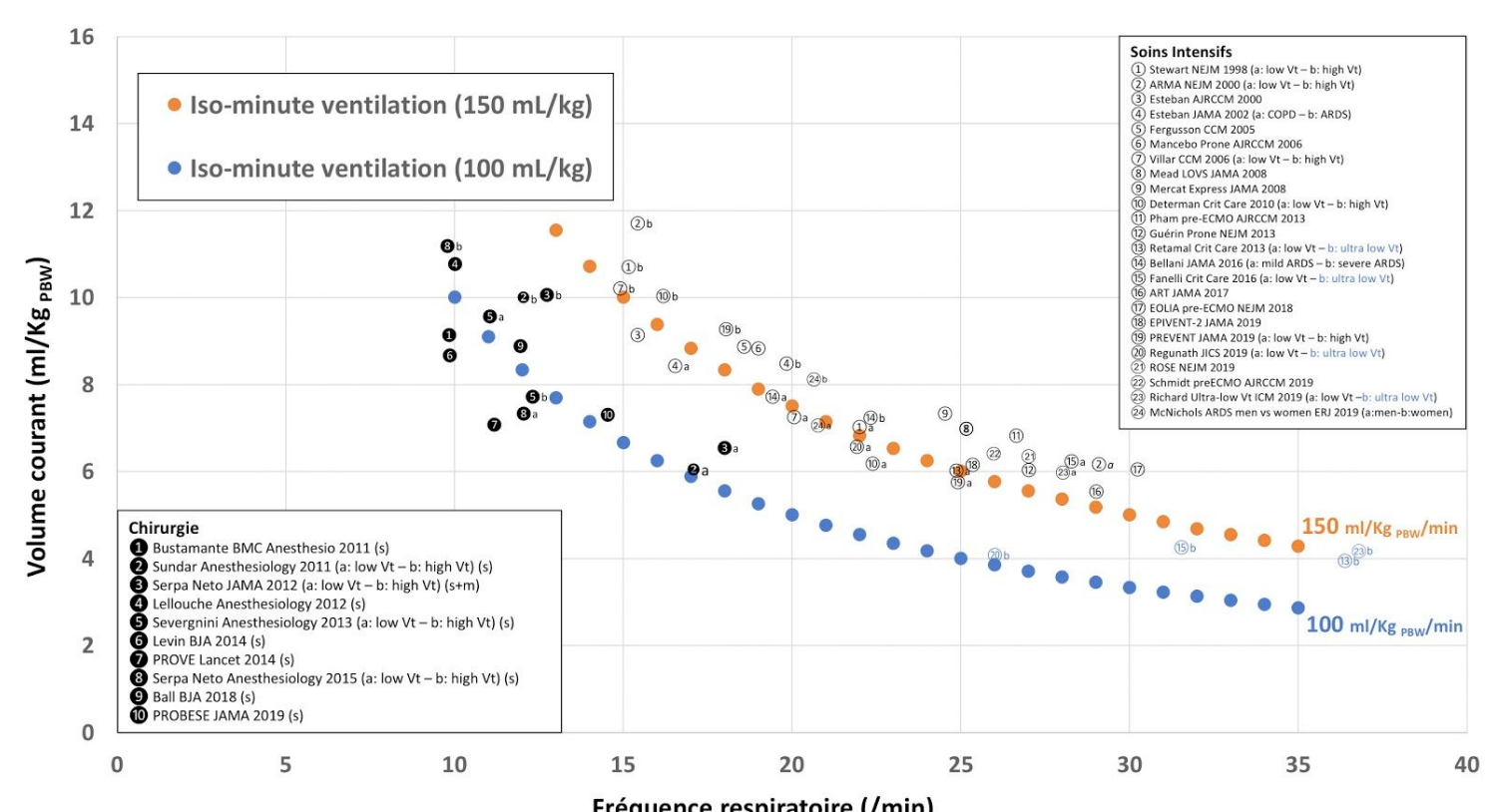


Figure : les données ventilatoires (volume courant en mL/kg _{PIT} et fréquence respiratoire) utilisées dans les études chirurgicales menées au bloc opératoire (cercles noirs) et aux soins intensifs (cercles blancs) dans un ordre chronologique sont représentées. Les lignes iso-ventilation minute pour 100 mL/kg _{PIT} et 150 mL/kg _{PIT} sont représentées respectivement en bleu et en orange. Le principal cas particulier est la méta-analyse de Serpa Neta (3a et 3b noirs) qui combine des études chirurgicales et des études de soins intensifs²⁰. Certaines études, pour lesquelles l'ensemble des données ventilatoires n'étaient pas disponibles, n'ont pu être représentées sur ce graphique⁴⁵⁻⁵⁰. La ventilation minute peut même aller à 180 mL/kg _{PIT} ou plus ^{27,33,34,36,41,51}.

Avec l'utilisation large de la ventilation protectrice actuellement, avec des volumes courants plus faibles et des fréquences respiratoires souvent supérieures à 25/minute dans les dernières années⁵², la question de l'espace mort est d'autant plus pertinente. En effet, avec un espace mort (V_D) constant, si le V_T diminue, le V_D/V_T augmente. Par ailleurs, au lieu d'être présent 10 ou 15 fois par minute (en cas de fréquence respiratoire basse), le gaz de l'espace mort est ré-«inhalé» 25 à 30 fois par minute!

Références

- Hepper NG, Fowler WS, Helmholtz HF, Jr. Relationship of height to lung volume in healthy men. Dis Chest 1960;37:314-20.
- Imber DA, Pirrone M, Zhang C, Fisher DF, Kacmarek RM, Berra L. Respiratory Management of Perioperative Obese Patients. Respiratory care 2016;61:1681-92.

3. Pelosi P, Gregoret C. Perioperative management of obese patients. Best practice & research Clinical anaesthesiology 2010;24:211-25.
4. 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.
5. Rubenfeld GD, Shankar-Hari M. Lessons From ARDS for Non-ARDS Research: Remembrance of Trials Past. JAMA 2018;320:1863-5.
6. 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.
7. Papazian L, Aubron C, Brochard L, et al. Formal guidelines: management of acute respiratory distress syndrome. Annals of intensive care 2019;9:69.
8. Radford EP, Jr., Ferris BG, Jr., Kriete BC. Clinical use of a nomogram to estimate proper ventilation during artificial respiration. N Engl J Med 1954;251:877-84.
9. Ogden CL, Fryar CD, Carroll MD, Flegal KM. Mean body weight, height, and body mass index, United States 1960-2002. Adv Data 2004;1-17.
10. Ball L, Hemmes SNT, Serpa Neto A, et al. Intraoperative ventilation settings and their associations with postoperative pulmonary complications in obese patients. British journal of anaesthesia 2018;121:899-908.
11. Frankenfield DC, Ashcraft CM, Galvan DA. Prediction of resting metabolic rate in critically ill patients at the extremes of body mass index. JPEN Journal of parenteral and enteral nutrition 2013;37:361-7.
12. Writing Committee for the PCGotPVNftCTNNotESoA, 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.
13. 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.
14. 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.
15. Nunn JF, Campbell EJ, Peckett BW. Anatomical subdivisions of the volume of respiratory dead space and effect of position of the jaw. J Appl Physiol 1959;14:174-6.
16. Kenny S. The Adelaide ventilation guide. British journal of anaesthesia 1967;39:21-3.
17. Prakash O, Jonson B, Bos E, Meij S, Hugenholtz PG, Hekman W. Cardiorespiratory and metabolic effects of profound hypothermia. Critical care medicine 1978;6:340-6.
18. Fernandez-Bustamante A, Wood CL, Tran ZV, Moine P. Intraoperative ventilation: incidence and risk factors for receiving large tidal volumes during general anesthesia. BMC Anesthesiol 2011;11:22.
19. Sundar S, Novack V, Jervis K, et al. Influence of low tidal volume ventilation on time to extubation in cardiac surgical patients. Anesthesiology 2011;114:1102-10.
20. 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.
21. Lellouche F, Dionne S, Simard S, Bussieres J, Dagenais F. High tidal volumes in mechanically ventilated patients increase organ dysfunction after cardiac surgery. Anesthesiology 2012;116:1072-82.
22. Severgnini P, Selmo G, Lanza C, et al. Protective mechanical ventilation during general anesthesia for open abdominal surgery improves postoperative pulmonary function. Anesthesiology 2013;118:1307-21.
23. Levin MA, McCormick PJ, Lin HM, Hosseinian L, Fischer GW. Low intraoperative tidal volume ventilation with minimal PEEP is associated with increased mortality. British journal of anaesthesia 2014;113:97-108.
24. Anaesthesiology PNiftCTNNotESo, Hemmes SN, Gama de Abreu M, Pelosi P, Schultz MJ. High versus low positive end-expiratory pressure during general anaesthesia for open abdominal surgery (PROVHILO trial): a multicentre randomised controlled trial. Lancet 2014;384:495-503.
25. 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.
26. Stewart TE, Meade MO, Cook DJ, et al. Evaluation of a ventilation strategy to prevent barotrauma in patients at high risk for acute respiratory distress syndrome. Pressure- and Volume-Limited Ventilation Strategy Group. N Engl J Med 1998;338:355-61.
27. 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.
28. Esteban A, Anzueto A, Alia I, et al. How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. American journal of respiratory and critical care medicine 2000;161:1450-8.
29. Esteban A, Anzueto A, Frutos F, et al. Characteristics and outcomes in adult patients receiving mechanical ventilation: a 28-day international study. JAMA 2002;287:345-55.
30. Ferguson ND, Frutos-Vivar F, Esteban A, et al. Airway pressures, tidal volumes, and mortality in patients with acute respiratory distress syndrome. Critical care medicine 2005;33:21-30.
31. Mancebo J, Fernandez R, Blanch L, et al. A multicenter trial of prolonged prone ventilation in severe acute respiratory distress syndrome. American journal of respiratory and critical care medicine 2006;173:1233-9.
32. Villar J, Kacmarek RM, Perez-Mendez L, Aguirre-Jaime A. A high positive end-expiratory pressure, low tidal volume ventilatory strategy improves outcome in persistent acute respiratory distress syndrome: a randomized, controlled trial. Critical care medicine 2006;34:1311-8.
33. 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.
34. 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.
35. Determann RM, Royakkers A, Wolthuis EK, et al. Ventilation with lower tidal volumes as compared with conventional tidal volumes for patients without acute lung injury: a preventive randomized controlled trial. Critical care 2010;14:R1.
36. Pham T, Combes A, Roze H, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for pandemic influenza A(H1N1)-induced acute respiratory distress syndrome: a cohort study and propensity-matched analysis. American journal of respiratory and critical care medicine 2013;187:276-85.
37. Guerin C, Reignier J, Richard JC, et al. Prone positioning in severe acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2013;368:2159-68.
38. Bellani G, Laffey JG, Pham T, et al. Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries. JAMA 2016;315:788-800.
39. Fanelli V, Ranieri MV, Mancebo J, et al. Feasibility and safety of low-flow extracorporeal carbon dioxide removal to facilitate ultra-protective ventilation in patients with moderate acute respiratory distress syndrome. Critical care 2016;20:36.
40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. Regunath H, Moulton N, Woolery D, Alnijoumi M, Whitacre T, Collins J. Ultra-protective mechanical ventilation without extra-corporeal carbon dioxide removal for acute respiratory distress syndrome. J Intensive Care Soc 2019;20:40-5.
44. 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.
45. 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.
46. Papazian L, Forel JM, Gacouin A, et al. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2010;363:1107-16.
47. Brochard L, Roudot-Thoraval F, Roupie E, et al. Tidal volume reduction for prevention of ventilator-induced lung injury in acute respiratory distress syndrome. The Multicenter Trail Group on Tidal Volume reduction in ARDS. American journal of respiratory and critical care medicine 1998;158:1831-8.
48. Ferguson ND, Cook DJ, Guyatt GH, et al. High-frequency oscillation in early acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2013;368:795-805.
49. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. Lancet 2009;374:1351-63.
50. Taccone P, Pesenti A, Latini R, et al. Prone positioning in patients with moderate and severe acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. JAMA 2009;302:1977-84.
51. 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.
52. Schaefer MS, Serpa Neto A, Pelosi P, et al. Temporal Changes in Ventilator Settings in Patients With Uninjured Lungs: A Systematic Review. Anesth Analg 2019;129:129-40.