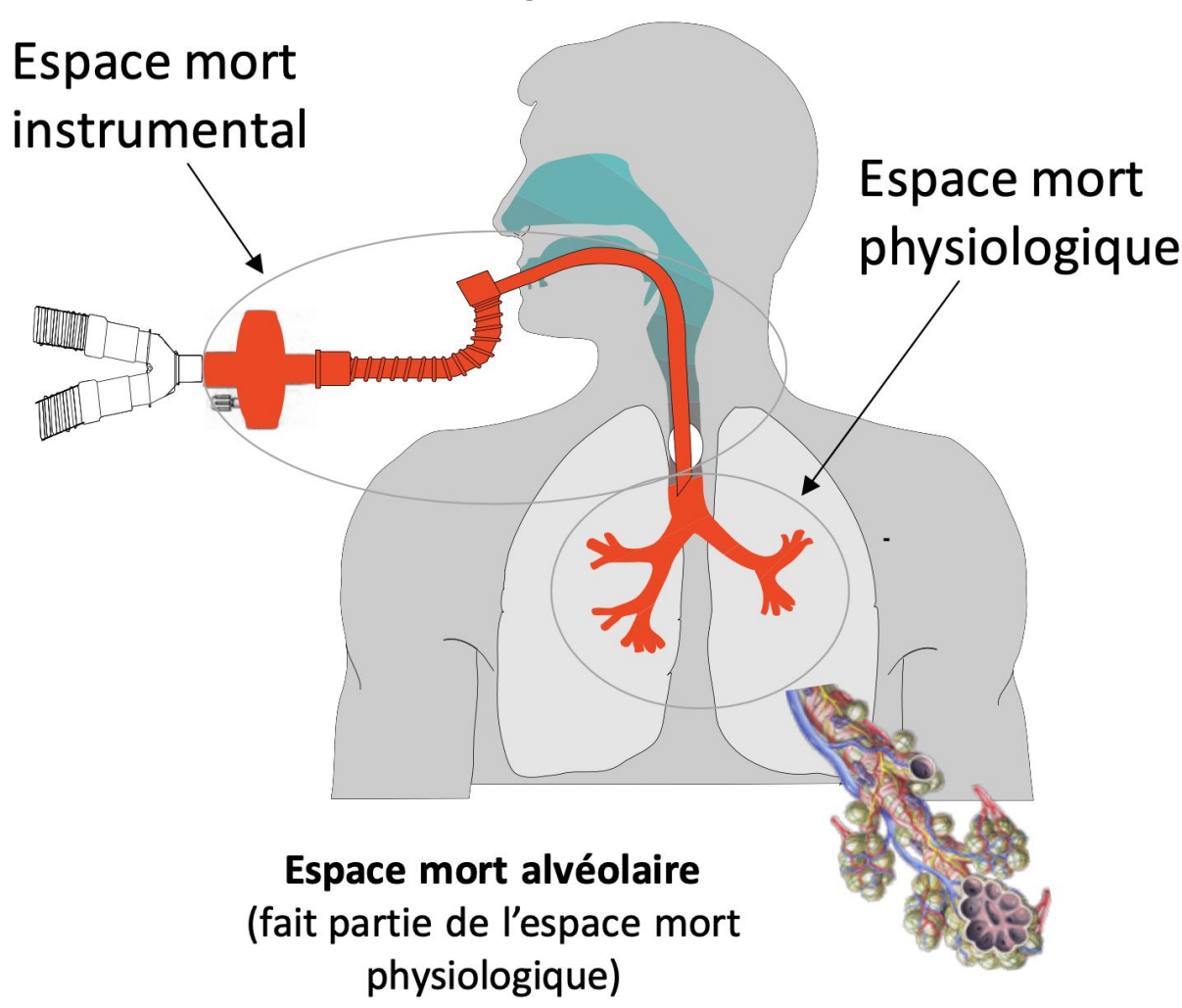


Qu'est-ce que l'espace mort au cours de la ventilation mécanique invasive?

○ L'espace mort physiologique est différent au cours de la ventilation spontanée, de la ventilation non invasive, de la ventilation invasive et du haut débit nasal.

○ Au cours de la ventilation spontanée, l'espace mort comprend les voies aériennes supérieures (naso-pharynx, cavité buccale, larynx), les voies aériennes inférieures (trachée et arbre bronchique) et l'espace mort alvéolaire.

Par définition, l'espace mort (V_D) au cours de la ventilation mécanique correspond au volume après la pièce en Y (du côté du patient), jusqu'aux bronchioles terminales. Ce volume est ventilé et non ou mal perfusé et les gaz qui y passent ne participent donc pas aux échanges gazeux¹. A la fin de l'expiration, ce volume (espace mort) est riche en CO_2 et pauvre en oxygène. A l'inspiration suivante, ce volume de gaz est ré-inhalé.



L'espace mort a une valeur prédictive de mortalité dans le SDRA². Il peut être mesuré en utilisant la capnographie volumétrique surtout utilisée en recherche et dont l'interprétation est parfois complexe, cette technique est peu utilisée en routine clinique¹.

Il est aussi possible, comme nous l'avons fait dans cette application, d'estimer l'espace mort à partir de l'équation suivante :

$$V_D \text{ total} = V_D \text{ physiologique } (V_{D\text{phys}}) + V_D \text{ instrumental } (V_{D\text{instr}})$$

Il faut distinguer **l'espace mort instrumental** et **l'espace mort physiologique** (appelé aussi anatomique). L'espace mort alvéolaire qui est une partie de l'espace mort physiologique peut aussi être considéré : ce volume correspond aux alvéoles bien ventilées et peu vascularisées pour différentes raisons (emphysème, capillaires thrombosés ou comprimés en particulier lorsqu'il y a de la surdistension comme dans les SDRA sévères, embolies....). Cet espace mort alvéolaire n'est pas pris en compte dans les calculs utilisés dans cette application, ce qui pourrait dans certains cas sous-estimer l'espace mort physiologique total.

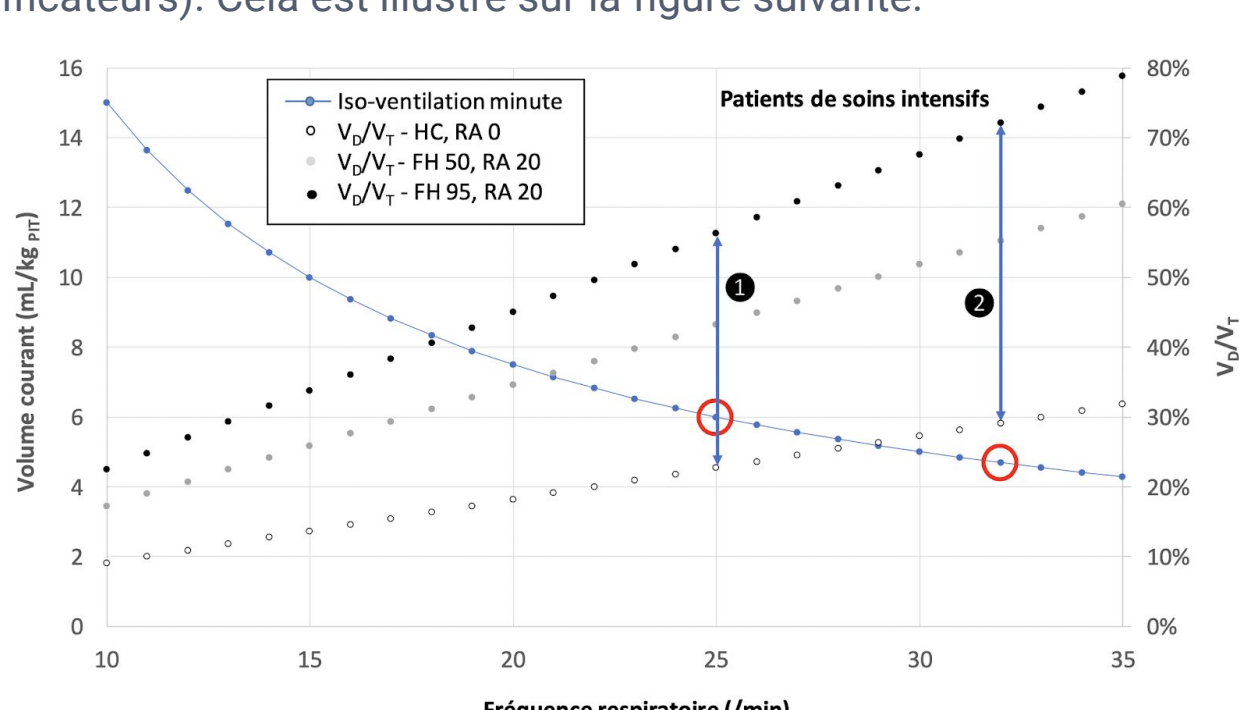
Radford en 1955 rapportait «a remarkable, but approximate, rule that the respiratory dead space in milliliters equals the body weight in pounds»³. L'espace mort physiologique ou anatomique peut donc être estimé à 1 mL/livre de PIT soit 2,2 mL/kg de PIT. Plusieurs auteurs ont ajusté ces estimations^{4,5} pour la ventilation mécanique et même si Radford lui-même a reconnu que cette estimation de l'espace mort anatomique avait ses limites, cette estimation qui permet d'évaluer la ventilation minute initiale a été validée par le temps et reste utilisée^{6,7}.

L'espace mort physiologique se divise à parts égales entre l'espace mort extrathoracique et l'espace mort intrathoracique⁸. L'espace mort physiologique au cours de la ventilation invasive correspond à l'espace mort intrathoracique, soit environ 1,1 mL/kg_{PIT}^{9,10}. Ces valeurs ne sont que des estimations et peuvent varier en fonction de l'anatomie propre à chaque sujet, au sexe, à la position, à l'âge et à la pathologie (en particulier au cours du SDRA, en cas de surdistension importante, ce qui devrait être réduit avec une ventilation protectrice). Les calculs utilisés dans cette application Ventilo permettent d'estimer l'impact de l'espace mort au cours de la ventilation mécanique sur les échanges gazeux et l'impact de la réduction de l'espace mort sur la ventilation alvéolaire, donc sur l'efficacité de ces échanges.

La ventilation alvéolaire (Valv) correspond à la ventilation efficace pour les échanges gazeux, c'est-à-dire la ventilation minute moins la ventilation de l'espace mort :

$$Valv = (V_T - V_{D\text{Total}}) \times FR$$

Dans le cas de la ventilation protectrice, avec des volumes courants diminués (de 4 à 8 mL/kg_{PIT}) et des fréquences respiratoires élevées (souvent supérieures à 20-25/min chez les patients de soins intensifs), la ventilation alvéolaire est très diminuée si l'espace mort instrumental est important (utilisation de raccords annelés ou d'autres connexions et de filtres humidificateurs). Cela est illustré sur la figure suivante.



La figure représente l'impact de l'espace mort par rapport au volume courant (V_D/V_T) pour différents réglages qui permettent d'obtenir la même ventilation minute (ligne iso-ventilation minute en bleu, correspondant à 150 mL/kg_{PIT}) sur l'axe principal. Les courbes de l'espace mort (V_D/V_T) sont représentées sur l'axe secondaire pour les situations avec un humidificateur chauffant (HC, cercles blancs), des filtres humidificateurs de 50 et 95 ml (FH 50, FH 95, cercles gris et noirs) et sans ou avec raccord annelé (RA 0 et RA 20 ml). Chez des patients de soins intensifs avec une ventilation protectrice, l'impact de l'espace mort peut être significatif. Pour un volume courant de 6 mL/kg_{PIT} avec une fréquence respiratoire de 25/minute (cas ❶), le V_D/V_T passe de 56% à 23% en réduisant au maximum l'espace mort. Pour un volume courant de 5 mL/kg de PIT avec une fréquence respiratoire de 32/minute (cas ❷), le V_D/V_T passe de 72% à 29% en réduisant au maximum l'espace mort. (Calculs pour une patiente de 165 cm).

Abréviations :

V_D : espace mort; V_T : volume courant; HC : humidificateur chauffant ; FH : filtre humidificateur; RA : raccord annelé.

Références

1. Ferluga M, Lucangelo U, Blanch L. Dead space in acute respiratory distress syndrome. Ann Transl Med 2018;6:388.
2. Nuckton TJ, Alonso JA, Kallet RH, et al. Pulmonary dead-space fraction as a risk factor for death in the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med 2002;346:1281-6.
3. Radford EP, Jr. Ventilation standards for use in artificial respiration. J Appl Physiol 1955;7:451-60.
4. Nunn JF, Hill DW. Respiratory dead space and arterial to end-tidal carbon dioxide tension difference in anesthetized man. J Appl Physiol 1960;15:383-9.
5. Suwa K, Bendixen HH. Change in PaCO2 with mechanical dead space during artificial ventilation. J Appl Physiol 1968;24:556-62.
6. Petter AH, Chiolerio RL, Cassina T, Chassot PG, Muller XM, Revelly JP. Automatic "respirator/weaning" with adaptive support ventilation: the effect on duration of endotracheal intubation and patient management. Anesth Analg 2003;97:1743-50.
7. Sulzer CF, Chiolerio R, Chassot PG, Mueller XM, Revelly JP. Adaptive support ventilation for fast tracheal extubation after cardiac surgery: a randomized controlled study. Anesthesiology 2001;95:1339-45.
8. 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.
9. Brewer LM, Orr JA, Pace NL. Anatomic dead space cannot be predicted by body weight. Respiratory care 2008;53:885-91.
10. Casati A, Fanelli G, Torri G. Physiological dead space/tidal volume ratio during face mask, laryngeal mask, and cuffed oropharyngeal airway