

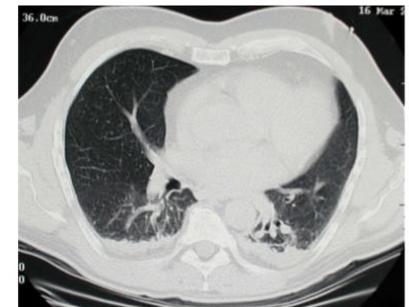


VENTILATION PROTECTRICE au bloc opératoire rôle de l'IADE



Le 2 avril 2016

D. Villate



Généralités

COMPLICATIONS RESPIRATOIRES

- 5 à 10 % de tous patients opérés et 9 à 40 % des patients opérés d'une chirurgie abdominale font au moins une complication respiratoire post-opératoire

Lawrence V.A., Dhanda R., Hilsenbeck S.G. et al. - Risk of pulmonary complications after elective abdominal surgery. Chest, 1996 ; 110 : 744-750.

- Une étude du Massachusetts General Hospital de Boston a montré sur une cohorte de 29 924 patients, que l'apparition d'une complication respiratoire avec nécessité d'une ré-intubation dans les 72 heures post-opératoires était responsable d'une mortalité de 16 %

Brueckmann B., Villa-Urbe J.L., Bateman B.T. et al. - Development and validation of a score for prediction of postoperative respiratory complications. Anesthesiology, 2013 ; 118 : 1276-1285.

Généralités

COMPLICATIONS RESPIRATOIRES: facteurs favorisants

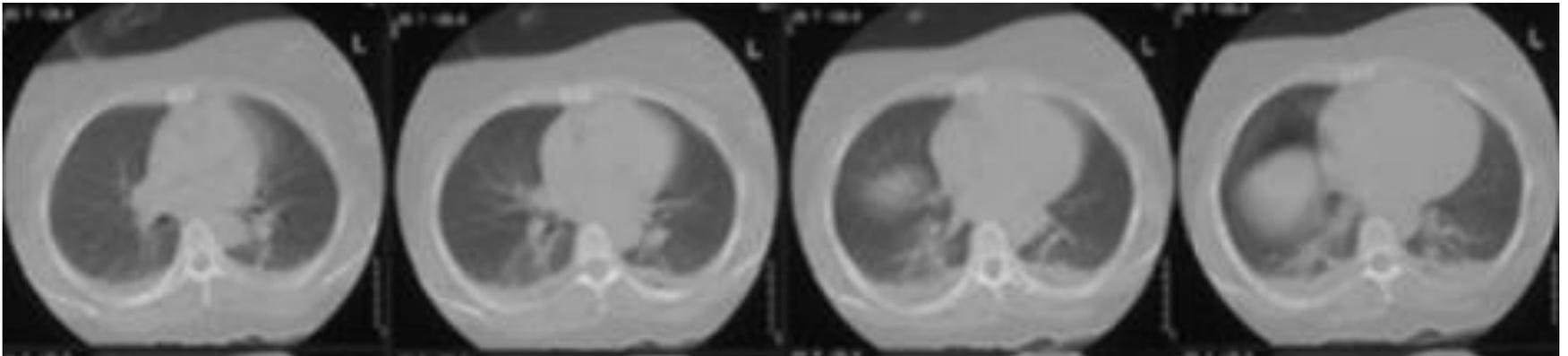
Table 1
Perioperative risk factors for postoperative pulmonary complications.

Risk factors		
Surgical-related factors	Anesthesia-related factors	Patient-related factors
<i>Type of surgery</i>	Excessive fluid loading	Age > 65 years
Vascular	Blood transfusion	ASA score ≥ 3
Intra-thoracic	Neuromuscular blocking agent	Chronic obstructive pulmonary disease
Upper abdominal	Hypothermia	Obstructive sleep apnea
Neurosurgery	Postoperative nasogastric tube	Preoperative SpO ₂ < 96%
Head and neck	Need for postoperative ventilator assist	Cardiac insufficiency
Emergent surgery		Recent respiratory infection (< 1 month)
Reintervention		Dependent functional status
Duration of surgery ≥ 2 hours		Active smoking
Non-laparoscopic > laparoscopic		Chronic alcoholic consumption
		Preoperative denutrition
		Preoperative anemia (Hb value < 10 g/dL)
		BMI > 27 kg/m ²

Adapted from Arozullah et al. [31], Smetana [32] and Canet et al. [33].

ASA: American Society of Anesthesiology; BMI: body mass index; SpO₂: peripheral oxygen saturation.

Physiopathologie



Physiopathologie

Conséquences de la chirurgie

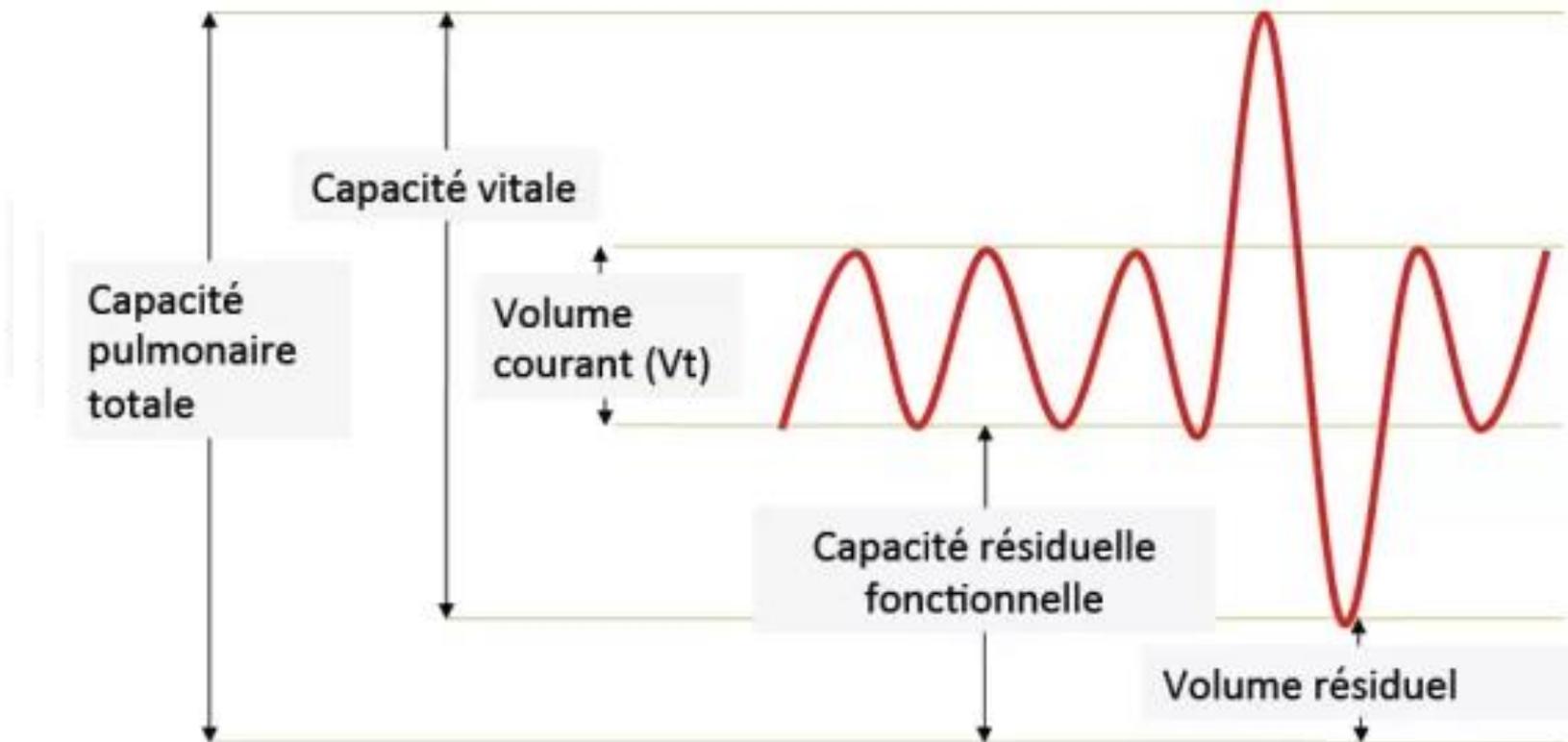
- Sus ombilicale > sous ombilicale
- Compression extrinsèque
- Diminution compliance thoracique
- Syndrome restrictif: diminution CRF et CPT jusqu'à 35% (coelioscopie)
- position du patient (trendelenburg ++)
- Dysfonction diaphragmatique: directe ou indirecte (chirurgie et anesthésie)
- Douleur

Physiopathologie

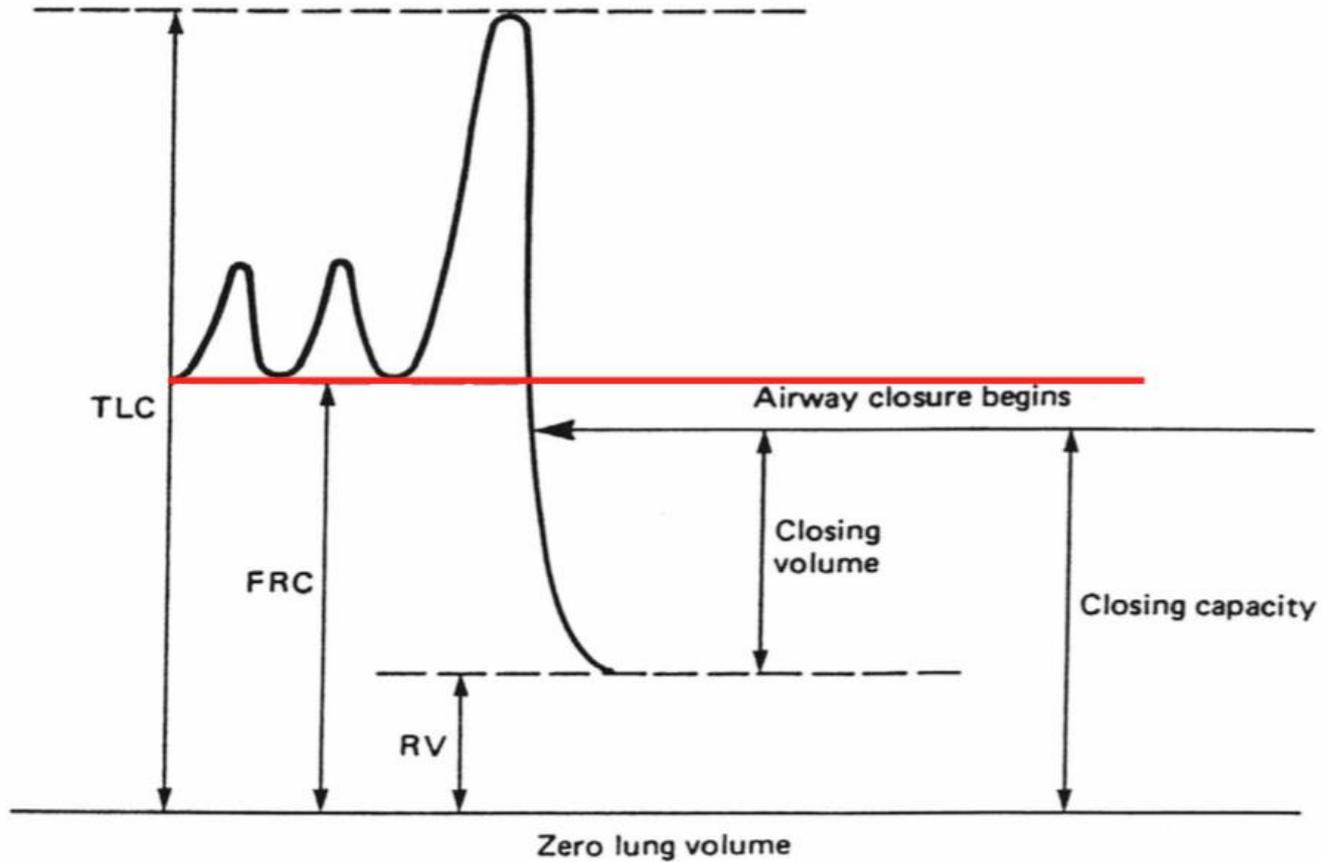
- En fin d'une expiration maximum le volume pulmonaire restant est le **volume résiduel**, fermeture des petites voies aériennes, volume de fermeture.
- En fin d'une expiration normale, les muscles respiratoires au repos, la $P_{aw}=P_{atm}$, le volume pulmonaire est **la capacité résiduelle fonctionnelle**. Le volume de fermeture est inférieur à la CRF mais en ventilation contrôlée lors de la chirurgie, il peut devenir supérieur à la CRF

Physiopathologie

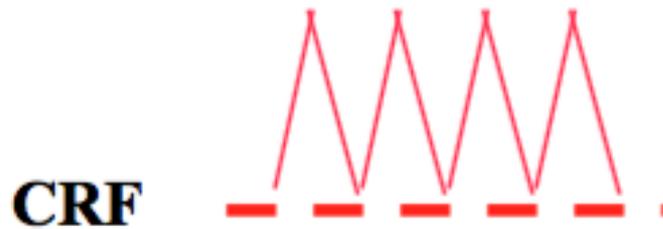
Rappel volumes pulmonaires



Physiopathologie

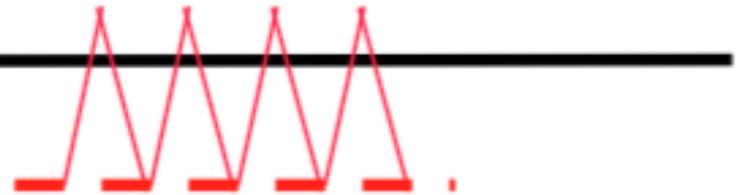


Physiopathologie



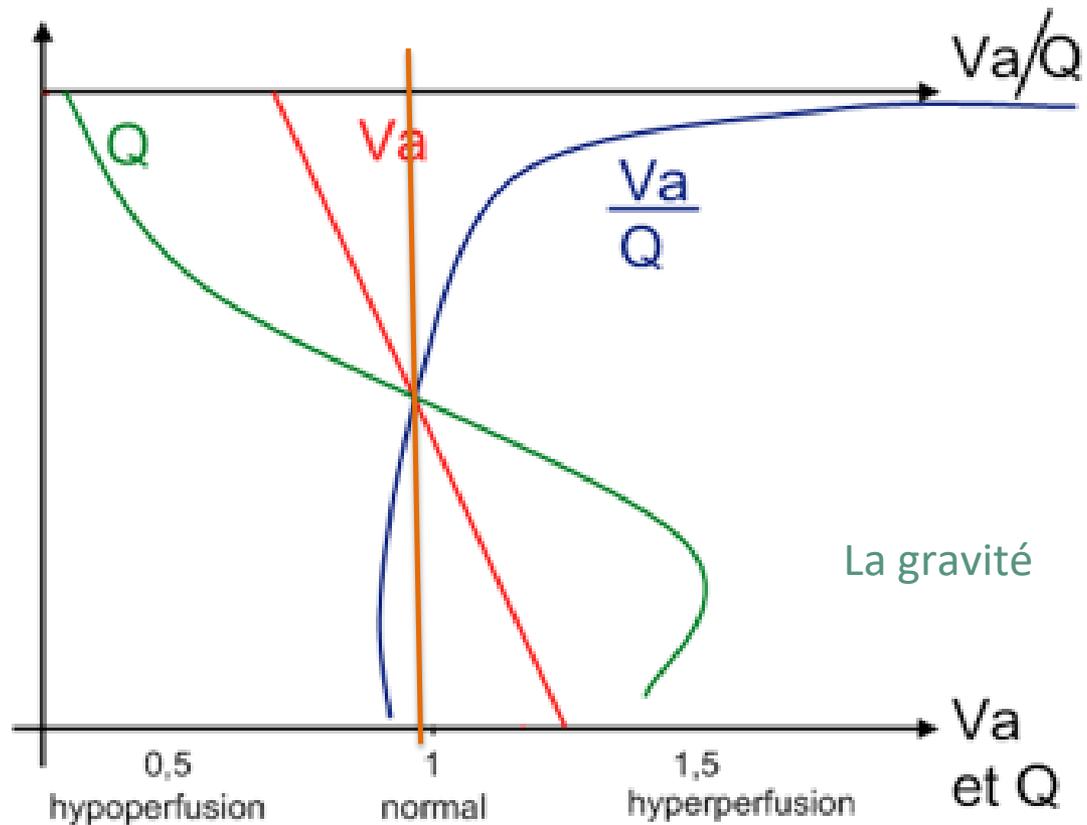
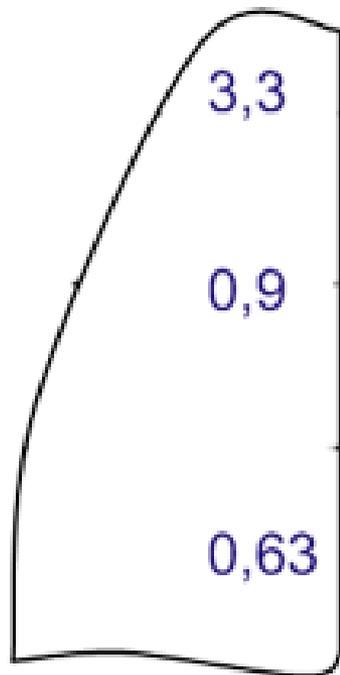
**Diminution de
La CRF**

**Volume de
Fermeture**

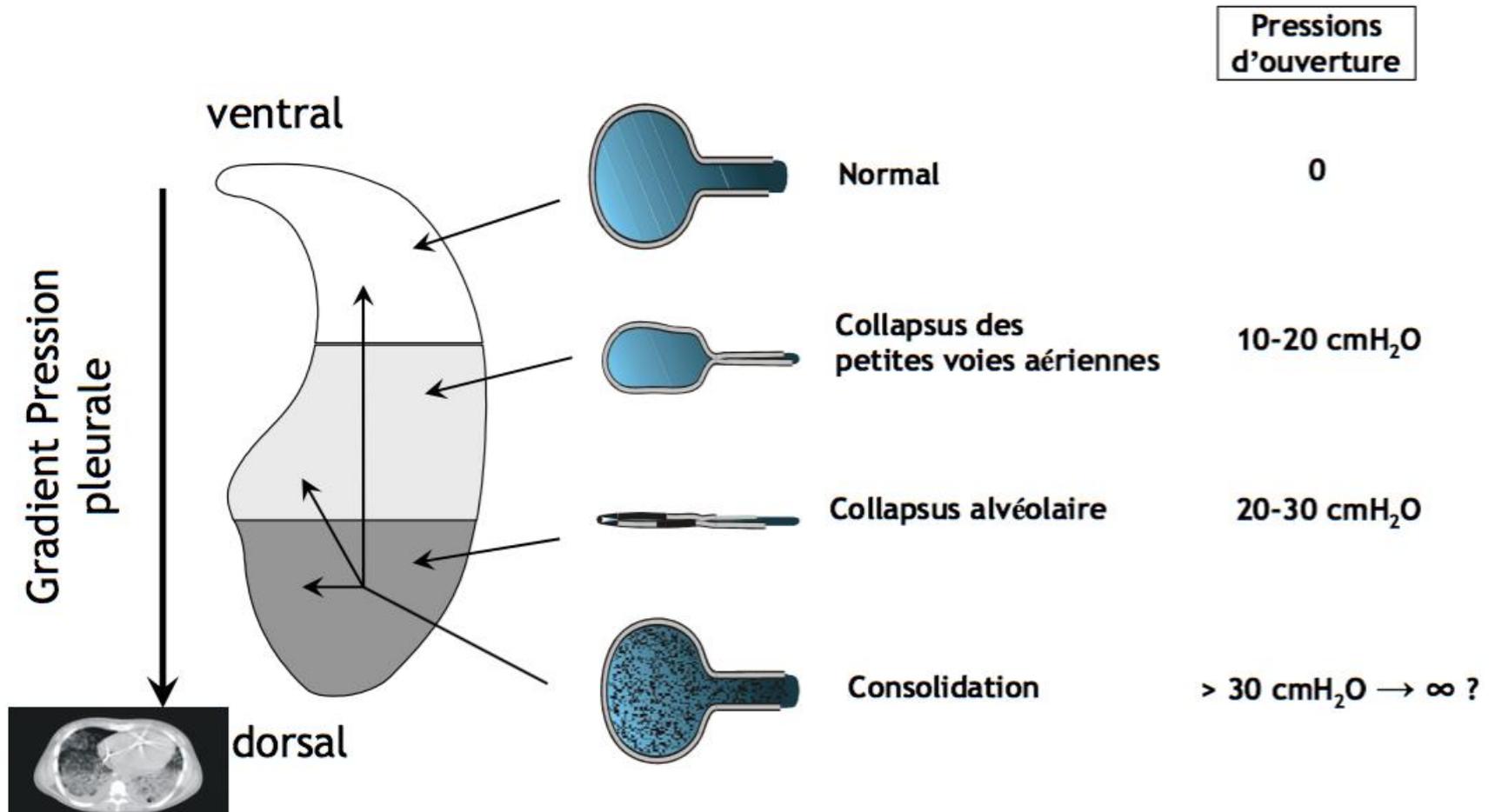


- **Décubitus dorsal**
- **Obésité**
- **Anesthésie générale**
- **Coelio chirurgie +++**

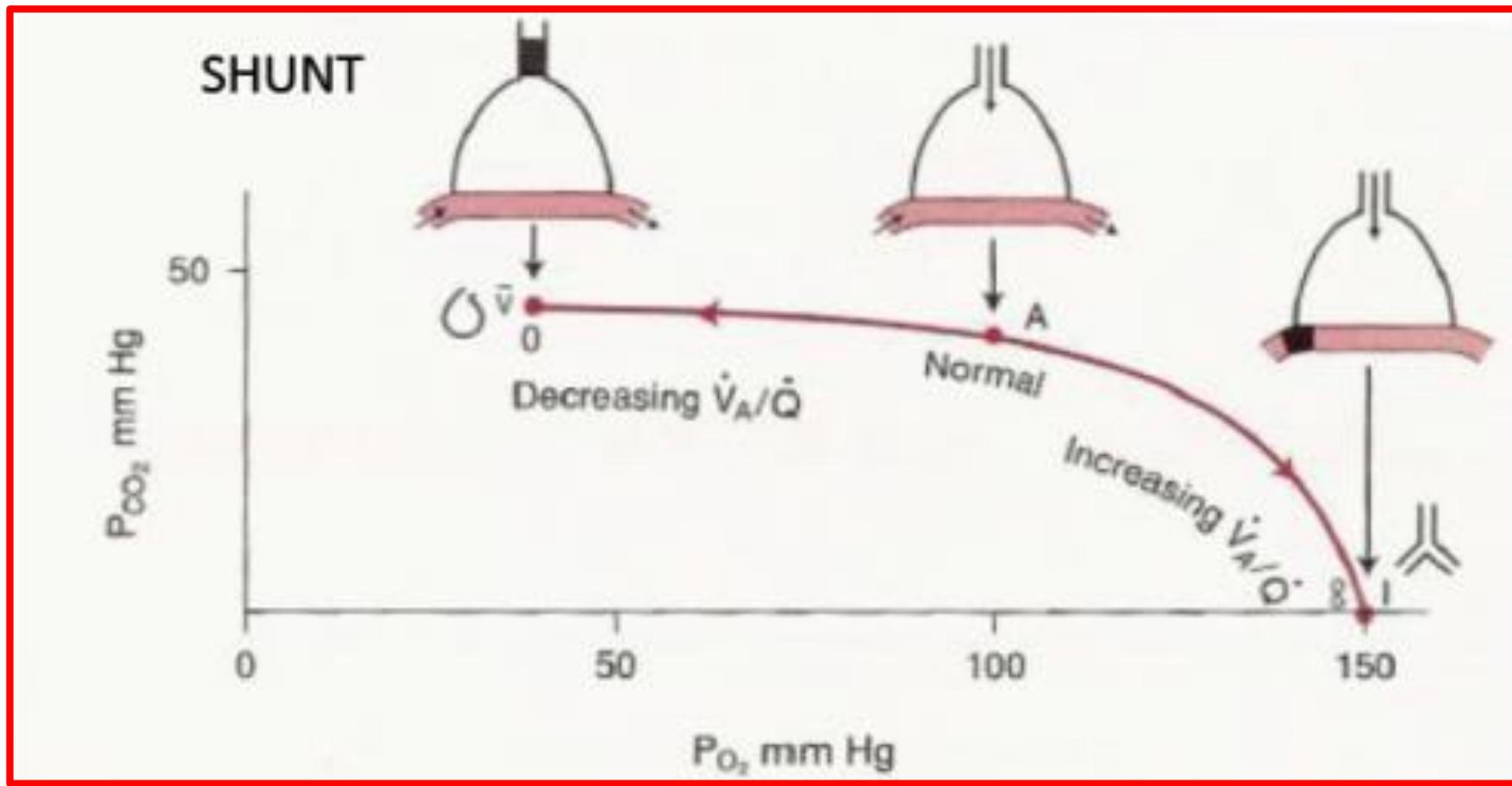
Physiopathologie



Physiopathologie



Physiopathologie: effet shunt



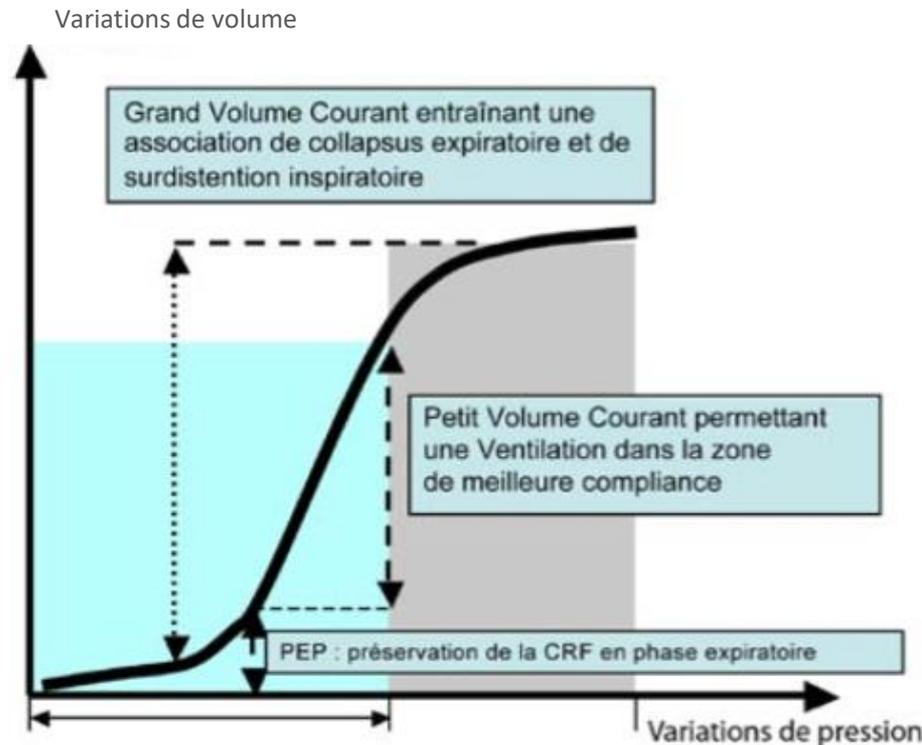
Physiopathologie

Conséquences de l'anesthésie:

- Diminution de la CRF: de 15 à 30%:

- Si CRF < volume de fermeture
- collapsus alvéolaire
- Effet shunt : zone perfusée non ventilée entraînant l'hypoxie
- Intérêt PEP : diminue le collapsus alvéolaire et l'effet shunt ne pas augmenter la FiO₂
- Facteurs de risque: obésité, tabagisme, âge, compressions extrinsèques

- Relation pression-volume et surdistension



Facteurs de risque

Annals of Internal Medicine

CLINICAL GUIDELINES

Risk Assessment for and Strategies To Reduce Perioperative Pulmonary Complications for Patients Undergoing Noncardiothoracic Surgery: A Guideline from the American College of Physicians

Amir Qaseem, MD, PhD, MHA; Vincenza Snow, MD; Nick Fitterman, MD; E. Rodney Hornbake, MD; Valerie A. Lawrence, MD; Gerald W. Smetana, MD; Kevin Weiss, MD, MPH; and Douglas K. Owens, MD, MS, for the Clinical Efficacy Assessment Subcommittee of the American College of Physicians*

Patients

- BPCO
- > 60 ans
- ASA > ou = à 2
- Dépendance fonctionnelle
- Insuffisance cardiaque congestive
- Albuminémie < 35gr/l

Chirurgie

- > 3h
- Abdominale,, thoracique, neurochirurgie, cervico-faciale, vasculaire
- Urgence
- Anesthésie générale

Physiopathologie

Conséquences de l'anesthésie

- **Agents anesthésiques:**
 - Altération réponse à l'hypoxie/hypercapnie/acidose
 - Halogénés: ↓ vasoconstriction pulmonaire hypoxique
 - Curarisation résiduelle
- **Analgesie peridurale**
 - Pas d'atteinte diaphragmatique si < C5
 - Tonus bronchique et réponse ventilatoire à l'hypoxie et l'hypercapnie conservée

*Prospective Effects of Epidural Analgesia on Pulmonary Complications After Abdominal and Thoracic Surgery.
Daniel M. Pöping et al. Arch Surg. 2008;143(10):990-999*

Physiopathologie

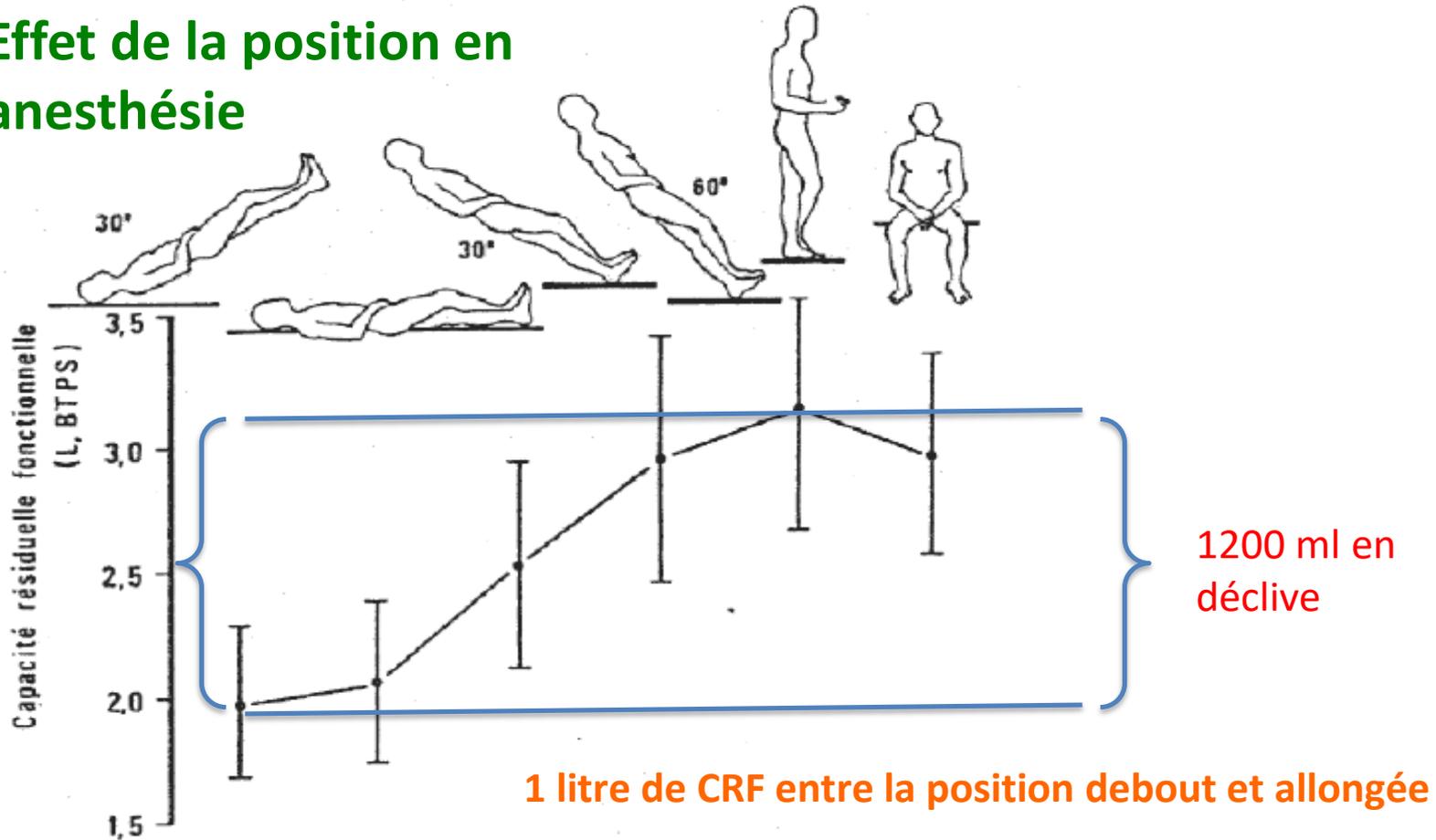
Effet de l'anesthésie

- Décubitus dorsal, Trendelenburg (parfois ventral, latéral)
- Effet de l'anesthésie générale
- Effet du bloc neuromusculaire: curarisation
- Tout cela concourt à:
 - Diminution de la CRF
 - Dérecrutement des zones pulmonaires postéro- inférieures
 - atélectasies

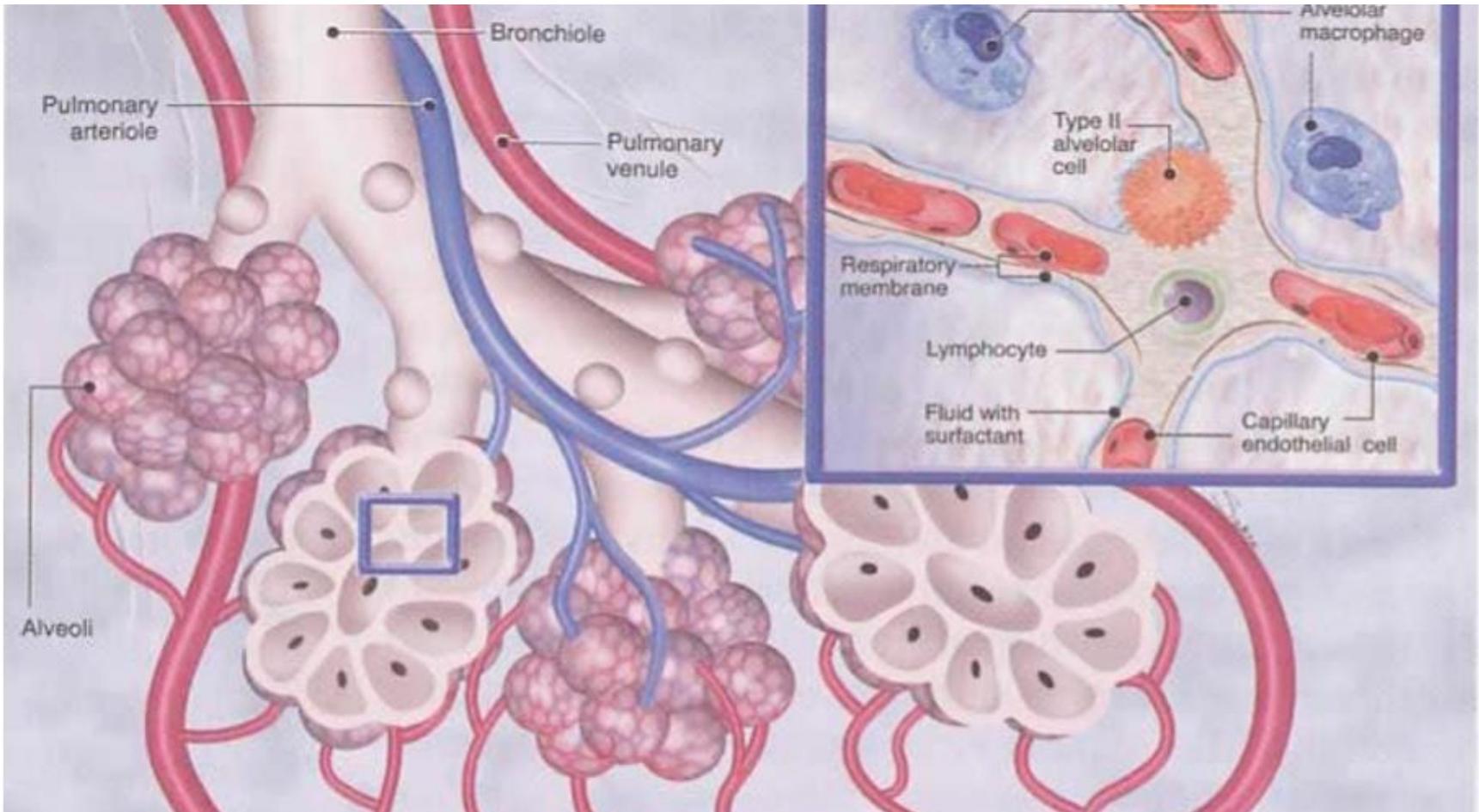


Physiopathologie

Effet de la position en anesthésie

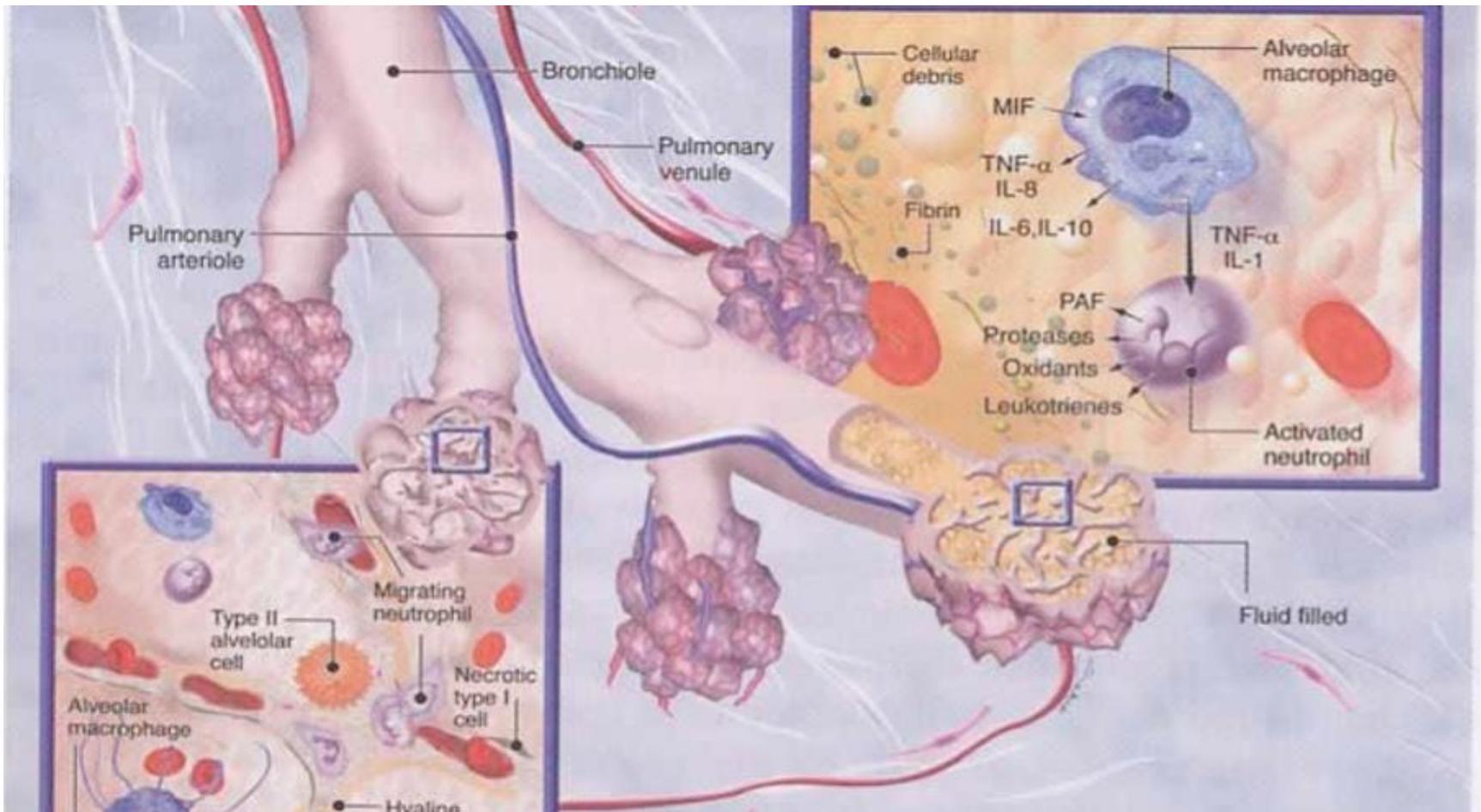


Physiopathologie



Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. Duggan M et al. Anesthesiology 2005;102(4):838-54.

Physiopathologie



Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. Duggan M et al. Anesthesiology 2005;102(4):838-54.

Physiopathologie: biotrauma

Formation des atélectasies

- Par **compression**: diminution du tonus pariétal et chirurgie
- Par **résorption**: FiO₂ élevée et faible rapport ventilation/ perfusion (les bases et en post)
- Par **altération** du surfactant et phénomènes inflammatoires locaux
- **Hypothèse du biotraumatisme** →

Futier et al. anesthesiology 2014; 121:400-8

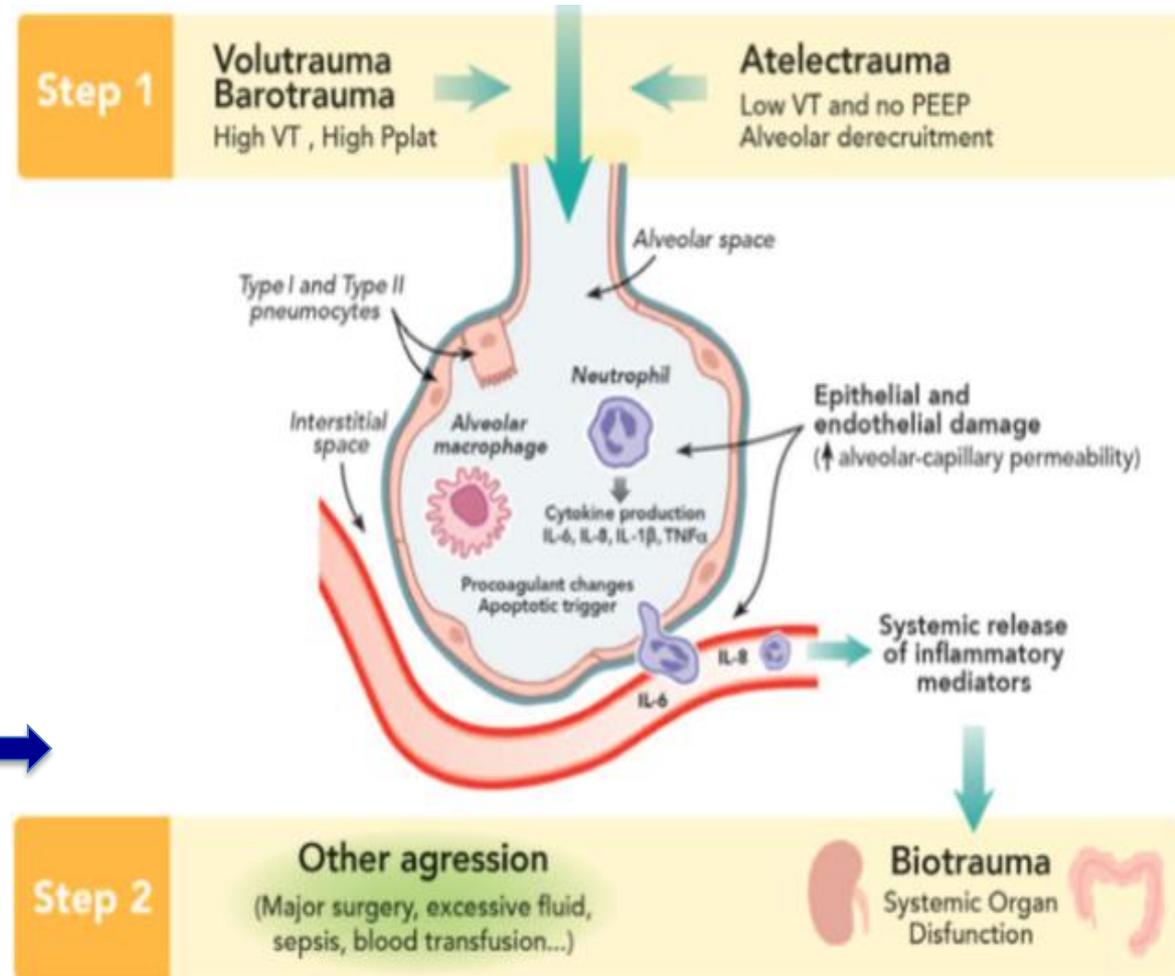
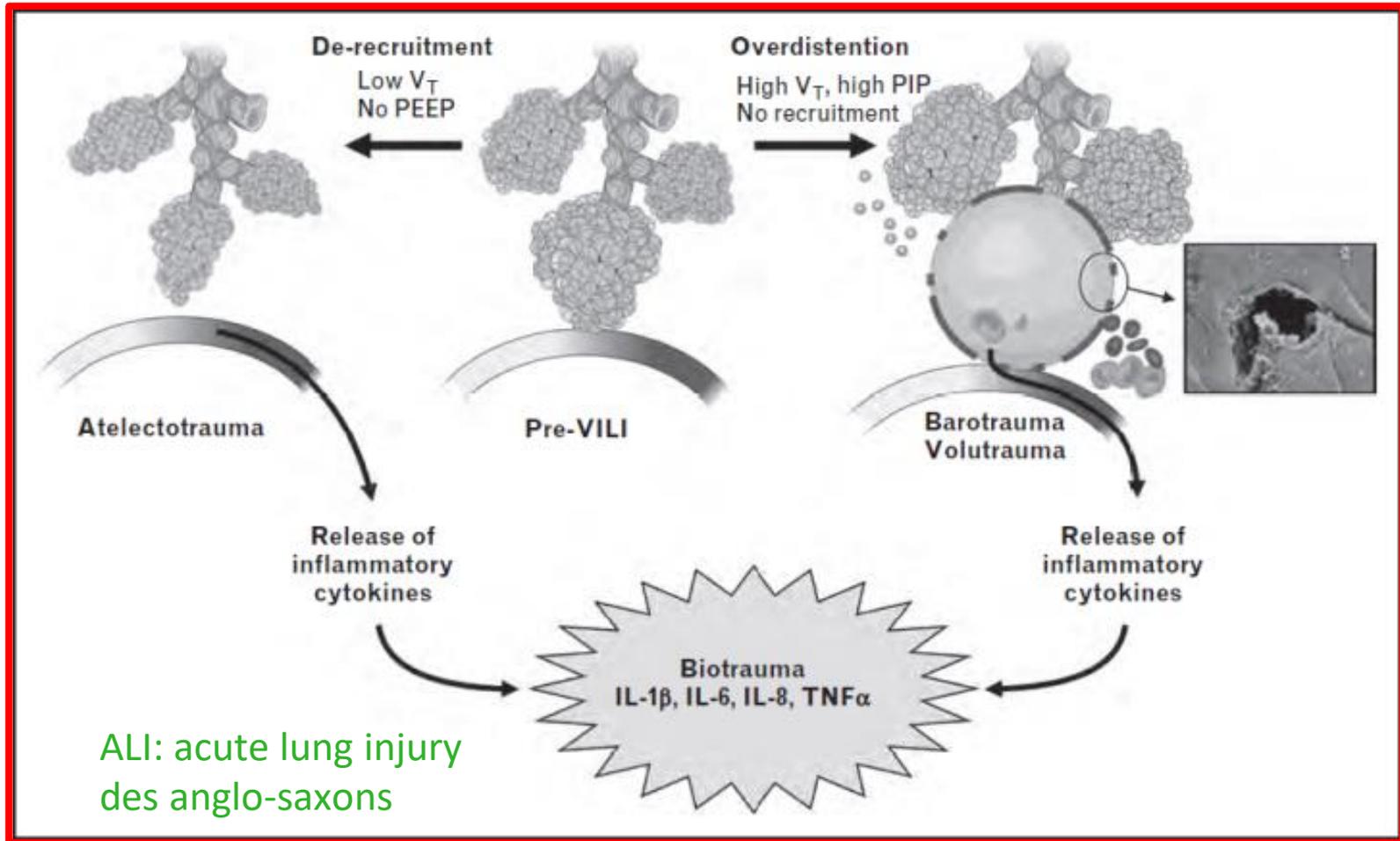
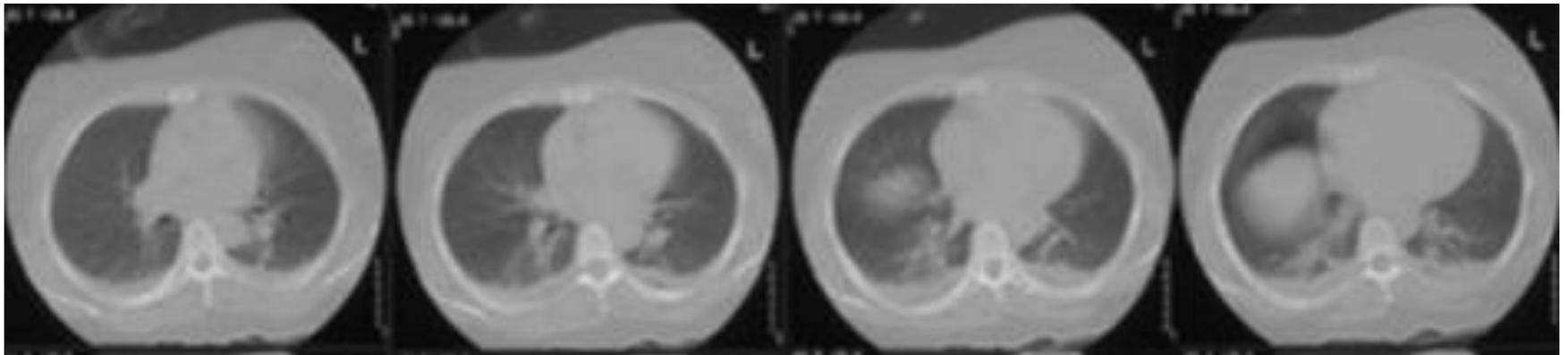


Fig. 1. The biotrauma hypothesis of ventilator-induced lung injury. IL = interleukin; PEEP = positive end-expiratory pressure; Pplat = plateau pressure; TNF = tumor necrosis factor; VT = tidal volume.

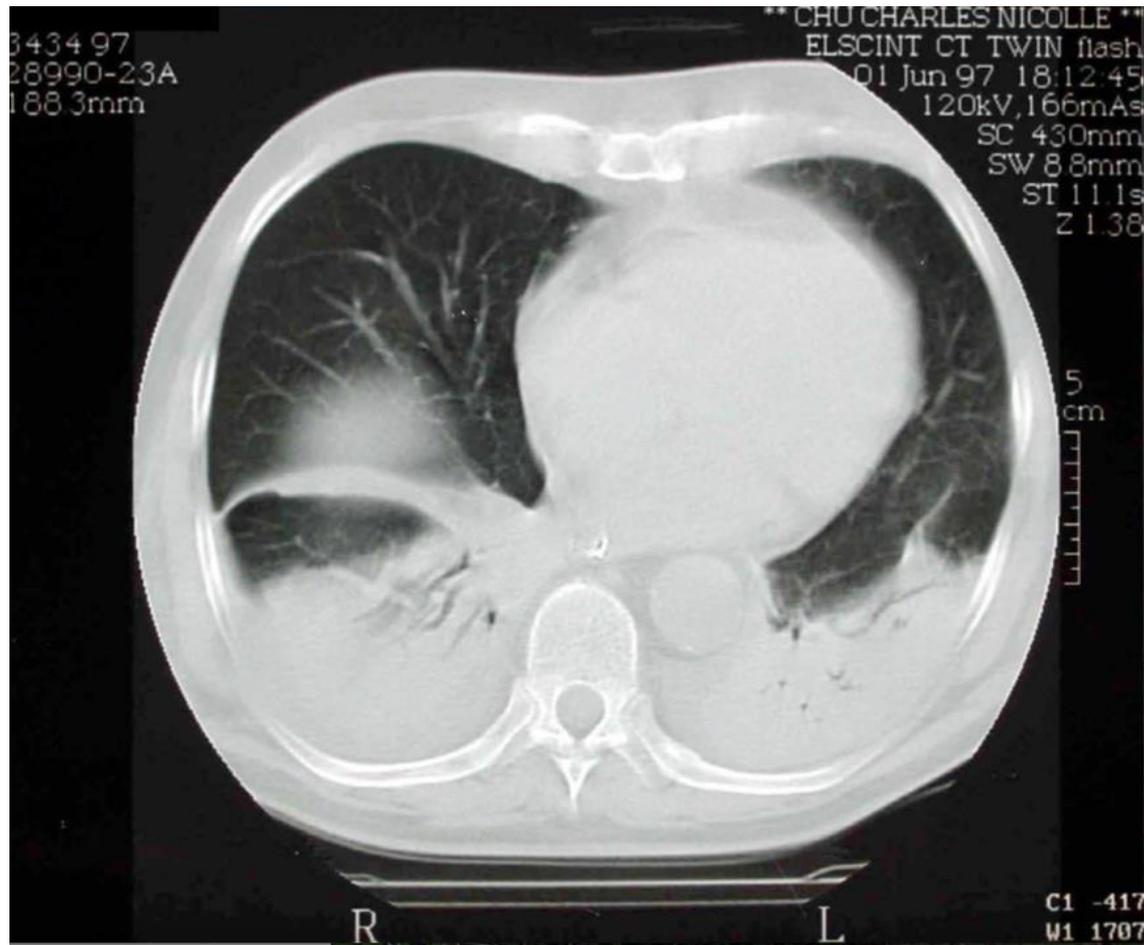
Physiopathologie: biotrauma



Atélectasies

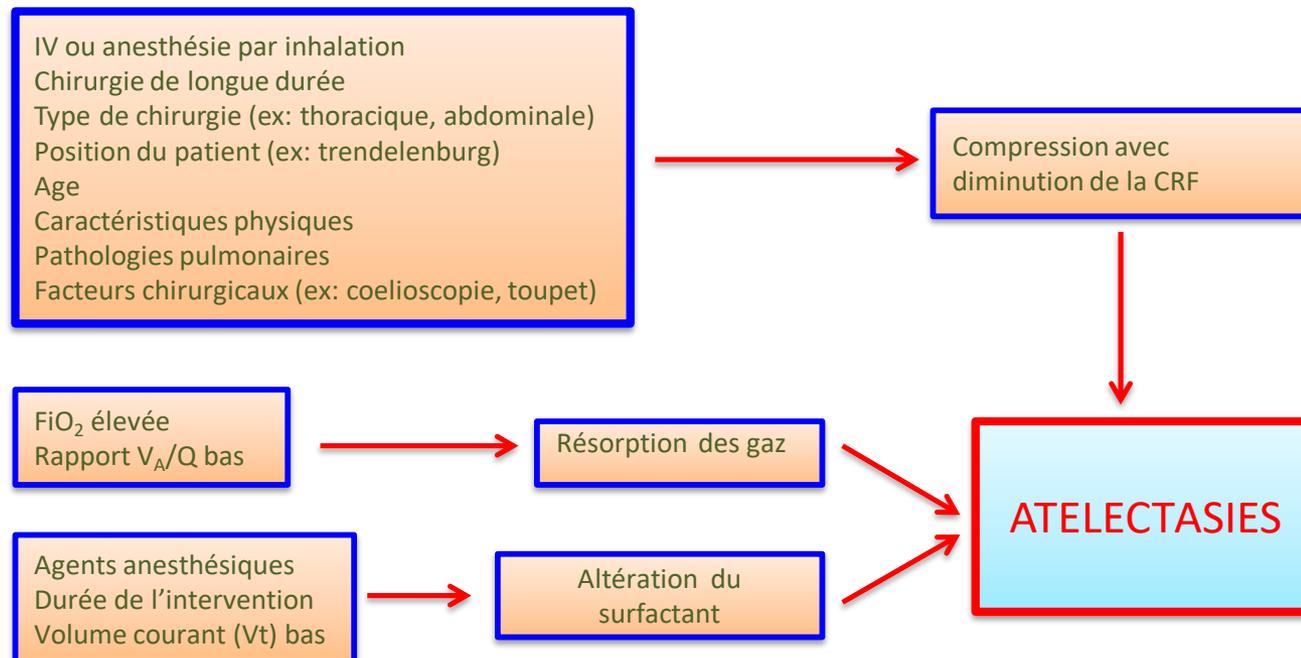


Atélectasies



Atélectasies

- Atélectasies de résorption
- Atélectasies de compression
- Atélectasies par altération du surfactant



Formation des atélectasies

INLUENCES THERAPEUTIQUES NEFASTES

- Petits Vt
- ☒ Hautes FiO₂ (> 0,8)
- Déconnexion du circuit du ventilateur (aérosol, changement de ventilateur (transport), aspiration trachéale) dérecrutement +++
- ☒ Immobilité totale du patient (avec absence de ventilation spontanée et de contraction diaphragmatique) par la sédation - curarisation
- ☒ Posture en décubitus dorsal prolongé
- Hyperhydratation peut augmenter l'infiltration interstitielle, le poids du poumon, et le passage de liquide transmembranaire

AUTRES FACTEURS ☒

- Obésité
- ☒ Augmentation pression abdominale
- Réduction compliance paroi thoracique 
(coelioscopie, décubitus latéral et ventral ...)

Formation des atélectasies

Au total

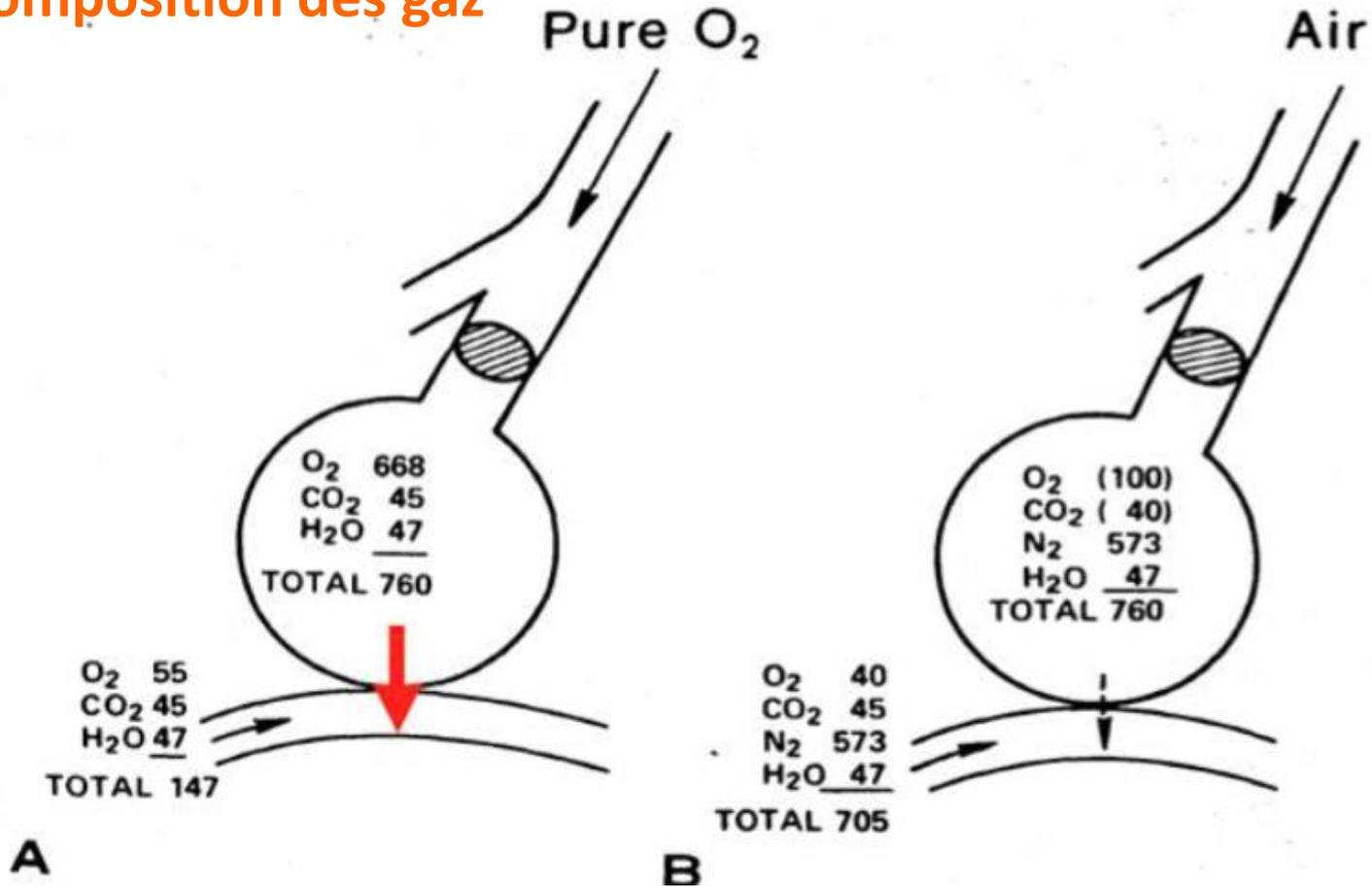
- Position en DD, DL, DV, Trendelenburg
- Chirurgie par coelioscopie, écarteurs
- Obésité et surcharge pondérale
- $FiO_2 > 50\%$
- $V_t > 10\text{ml/Kg}$ ou $< 6\text{ml/kg}$
- Aspirations trachéales (dérecrutement)

Atélectasies

par résorption

Atélectasies par résorption

Composition des gaz



↗ FiO₂ → atélectasies

↗ Paw → surdistension

Atélectasies par résorption

Deux mécanismes expliquent la survenue d'atélectasies par résorption

- **Le premier mécanisme:** lorsque la FiO_2 est de 100% l'augmentation de la PAO_2 s'accompagne d'une diminution de la PAN_2 , ce qui va entraîner une diffusion rapide de l' O_2 à travers la barrière avec une perte de la pression intra alvéolaire ayant pour conséquence l'apparition d'atélectasie.
- **Le deuxième mécanisme:** il existe une obstruction complète des voies aériennes de l'unité alvéolaire efférente. Une poche de gaz est ainsi isolée dans cette unité et la diffusion de l' O_2 dans la circulation va engendrer un collapsus complet des alvéoles. Une fois collabé, l'alvéole n'est pas vide mais contient du liquide : probablement du surfactant désactivé.
- Ces deux mécanismes associés à l'augmentation de la FiO_2 favorisent la survenue d'atélectasies.

Atélectasies à l'induction par résorption:

Cette relation a été étudiée dans un travail ayant porté sur 36 femmes ventilant pendant l'induction anesthésique un mélange à FiO₂ 1, 0,8 ou 0,6. Après induction de l'anesthésie, la surface atélectasiée est mesurée. Il existe bien une relation entre atélectasie, temps d'apnée et FiO₂.

FiO ₂	1	0,8	0,6
Surface atélectasiée	9,8±5,2 cm ² *	1,3±1,2 cm ² *	0,3±0,3 cm ² *
Temps pour SatO ₂ de 90%	213±69 s ± 4 mn	303±59 s ± 5mn	411±84 s ± 7mn
* P<0,01			

Edmark L, Kostova-Aherdan K, Enlund M, Hedenstierna G. *Optimal oxygen concentration during induction of general anesthesia. Anesthesiology* 2003;98:28-33

FiO₂ et Formation des atélectasies

- Lors de **l'induction et de l'entretien** de l'anesthésie, la rapidité de survenue des atélectasies étant en rapport avec le niveau de FiO₂ utilisée, est significative dès 80%.
- **Une limitation de la FiO₂ à 40% maximum** est recommandée car elle retarde d'au moins 30 à 40 mn cette occurrence en l'adaptant à la saturation capillaire du patient avec maintien de la Sat O₂ > 92% sans vouloir obtenir à tout prix une Sat O₂ à 100%

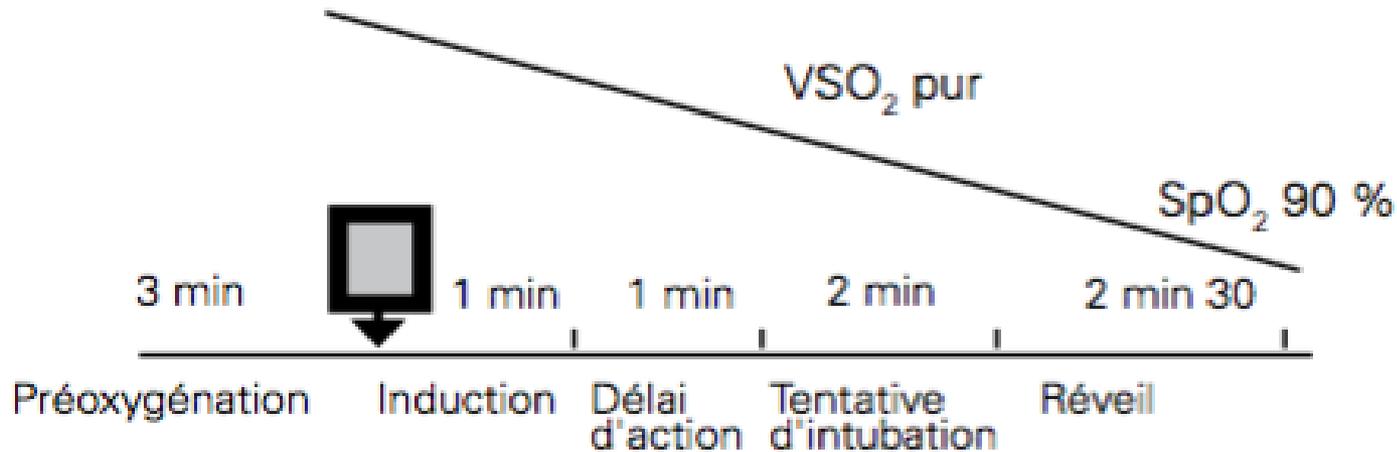
Préoxygénation

- Chez les patients préoxygénés avec:
 - $FeO_2 < 90\%$ après 3 mn de préO₂ bien conduite, un épisode de désaturation à l'induction avec $SatO_2 < 95\%$ survient dans 5,6 % des cas
 - $FeO_2 > 90\%$ après 3 mn de préO₂ bien conduite, un épisode de désaturation à l'induction avec $SatO_2 < 95\%$ (p = 0,008) survient dans 3,4 % des cas.
- Ces données rappellent l'intérêt d'une préoxygénation bien conduite chez une population non sélectionnée afin de limiter les épisodes d'hypoxémies à l'induction.

- *Baillard C., Depret F., Levy V., Moubaya M., Beloucif S. - Incidence and prédiction of inadequate preoxygenation before induction of anaesthesia. Ann. Fr. Anesth. Réanim., 2014; 33: 55-58.*

La préoxygénation

Durée d'apnée après une préoxygénation avec une $\text{FeO}_2 \geq 90\%$ et une induction en séquence rapide



Durée d'apnée = 6 minutes

La préoxygénation: rappel

- **L'interface patient/circuit recommandée est un masque facial bucco-nasal** appliqué de manière **étanche** pour obtenir une fraction inspirée en oxygène (FiO_2) proche de 100 % pour obtenir une $FeO_2 \geq 90\%$.
- **Le décollement du masque de quelques centimètres ou une fuite** sous le masque conduisent à pré-oxygéner avec une FiO_2 inférieure à 70 % par effet de dilution avec l'azote contenu dans l'air ambiant. Cette dilution est de l'ordre de 20 % lorsque le masque est juste posé sur le visage et de 40 % lorsqu'il est tenu proche de la face.
- **L'impossibilité** d'obtenir **une FeO_2 supérieure à 90 % après trois minutes de préoxygénation est de 49 %**.

FiO₂ hautes peropératoires: danger

- **Atélectasie**
- Expérimentalement: fragmentation des mitochondries suivie d'une **apoptose**.
- **Entraîne une vasoconstriction (VC):**
 - coronarienne avec pour corollaire une diminution du débit coronarien
 - cérébrale avec diminution du débit sanguin cérébral, une apoptose des oligodendrocytes
- **L'hypercapnie** corrige la VC de l'hyperoxie mais l'hypocapnie l'aggrave.

Atélectasies

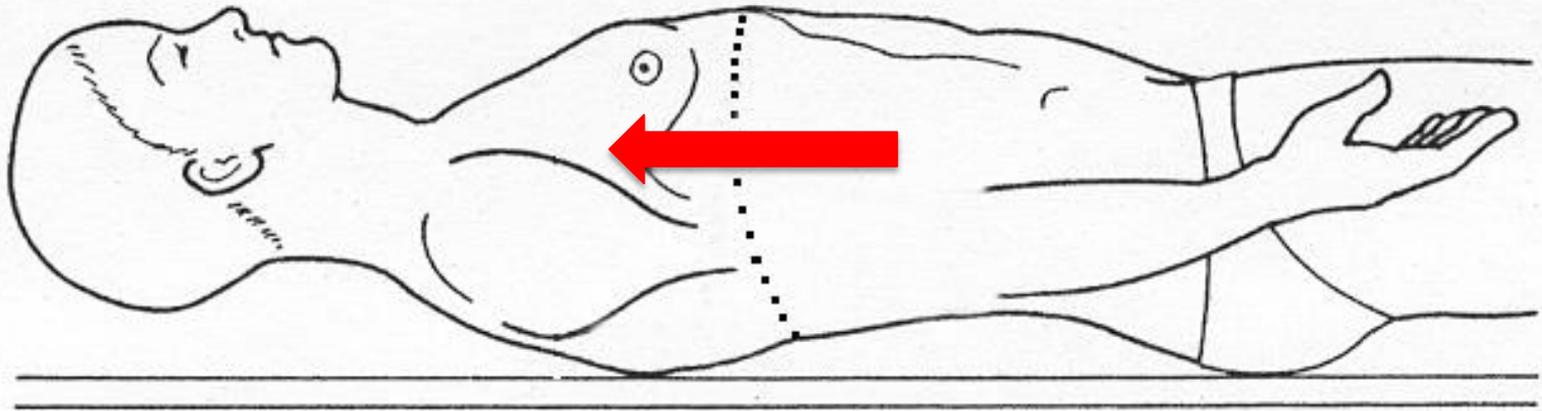
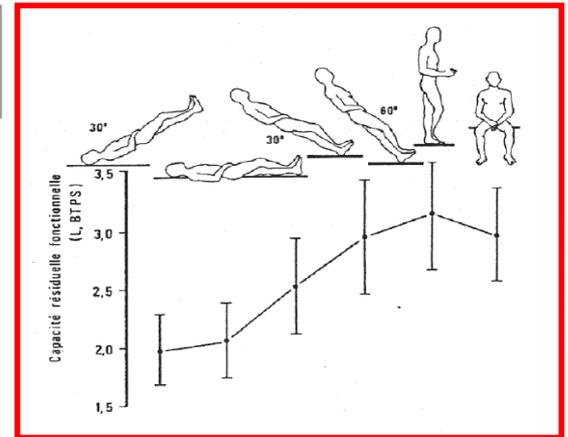
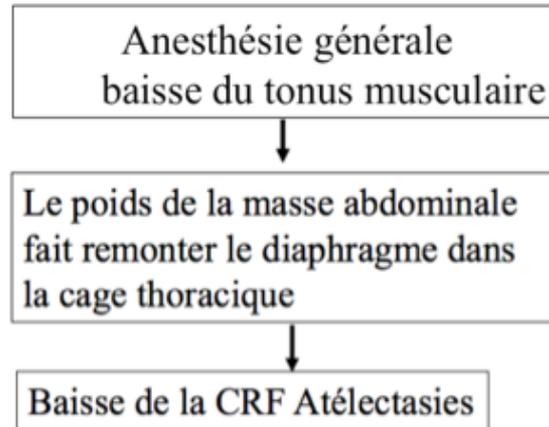
par compression

Atélectasie par compression

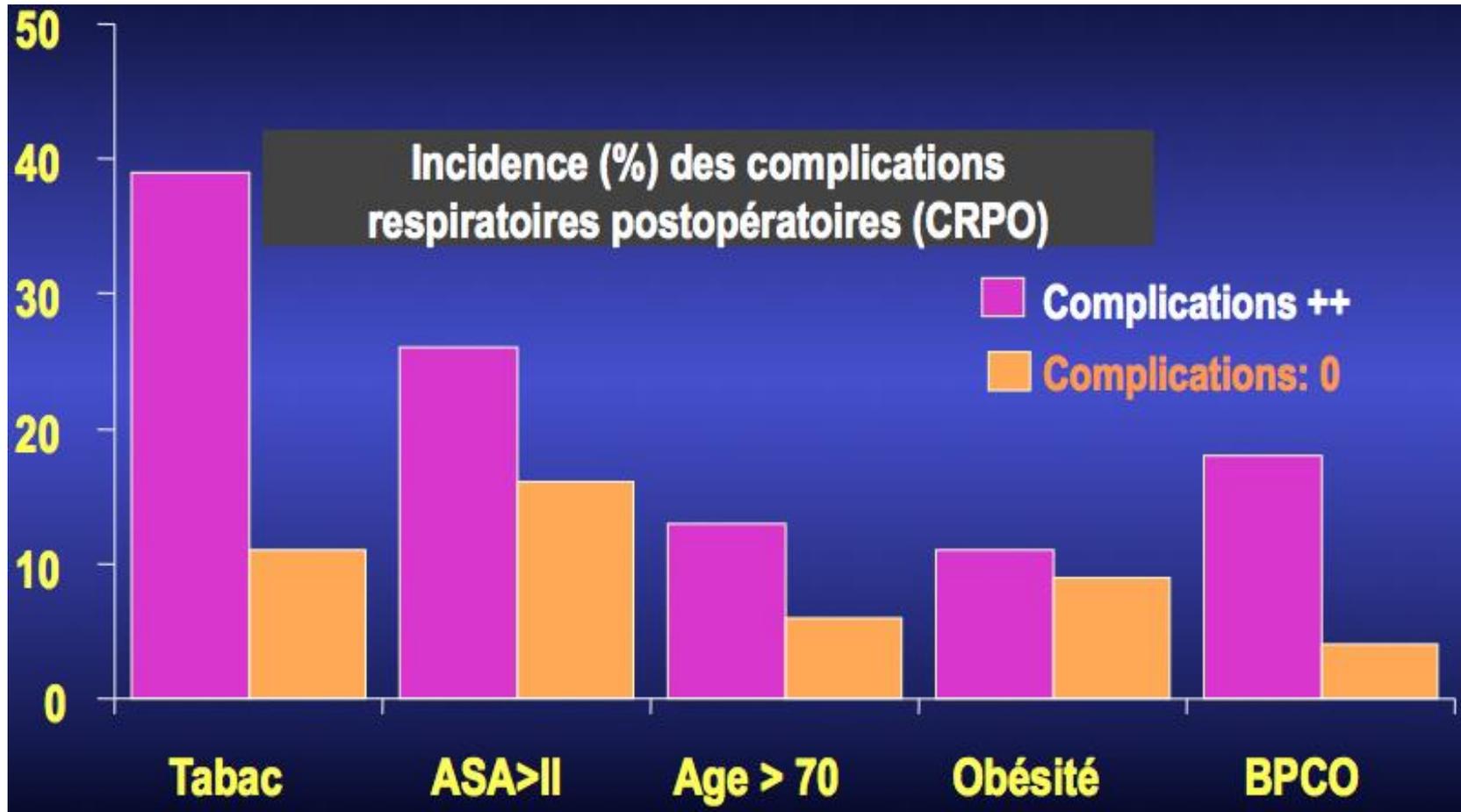
- Effet des agents anesthésiques.
- Effets des curares.
- Position du patient.
- Type de chirurgie (ex chirurgie thoracique, chirurgie abdominale, laparoscopie...).
- Age, obésité, ASA, SAOS, tabac
- Antécédents respiratoires.
- Durée de la chirurgie.

Atélectasie par compression

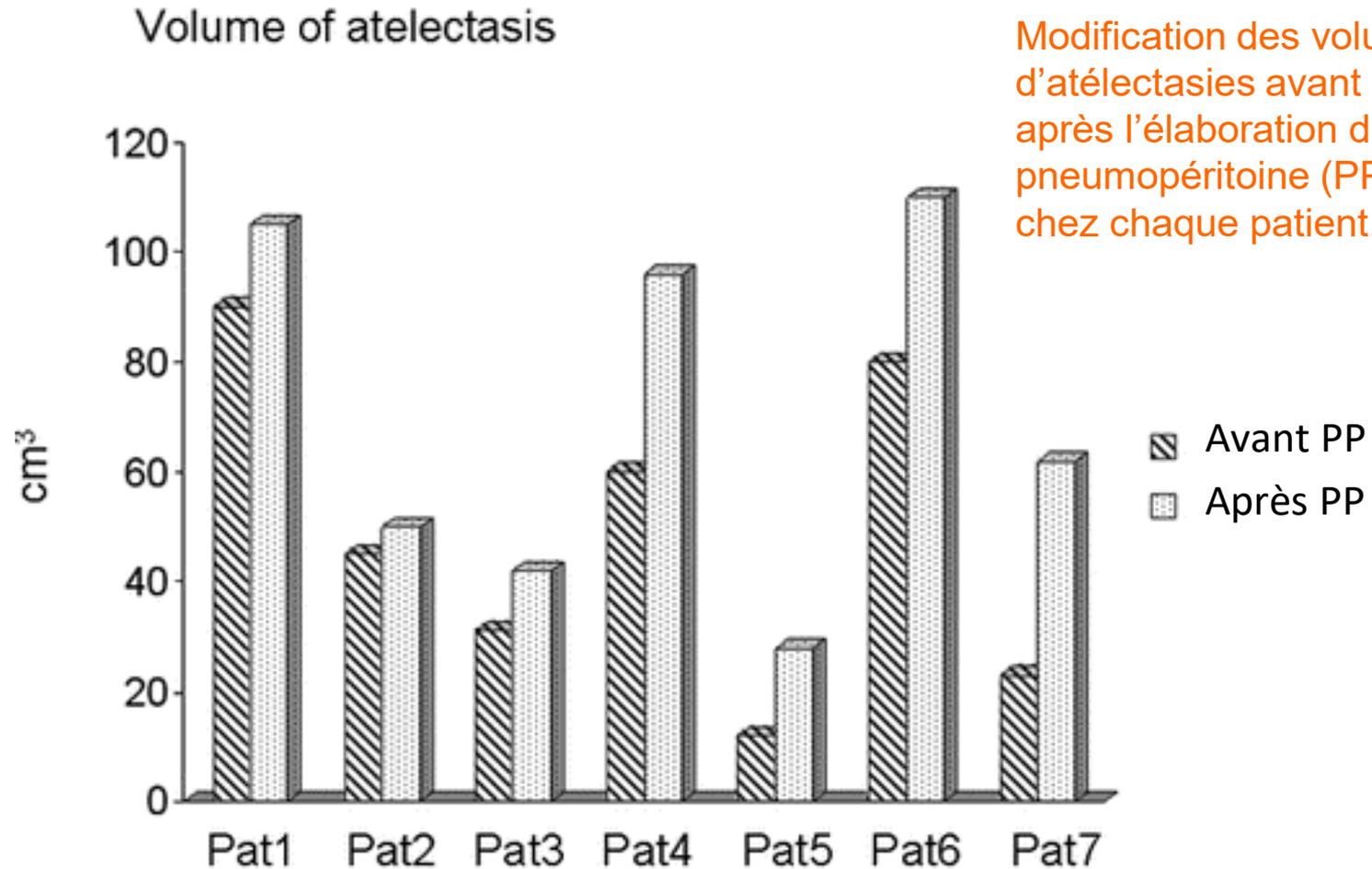
Tout concourt à une diminution de la CRF avec augmentation du volume de fermeture



Atélectasie par compression

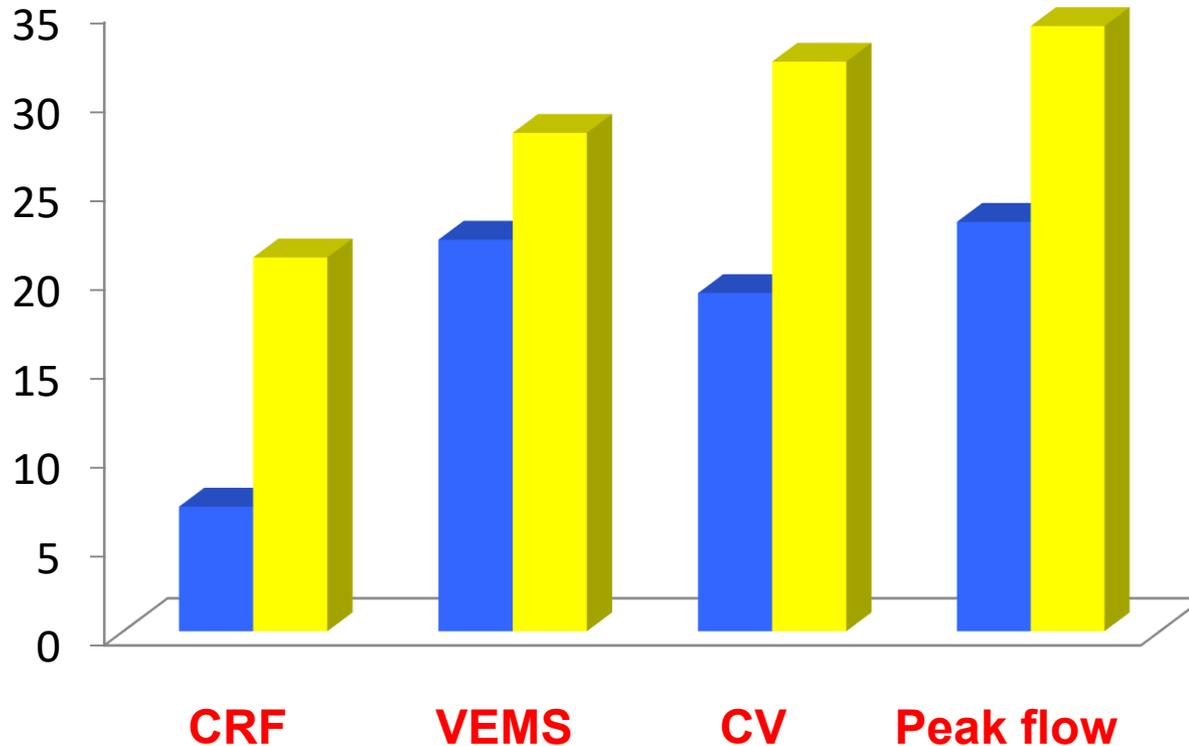


Atélectasie par compression



Atélectasie par compression

% de diminution



Atélectasies postopératoires

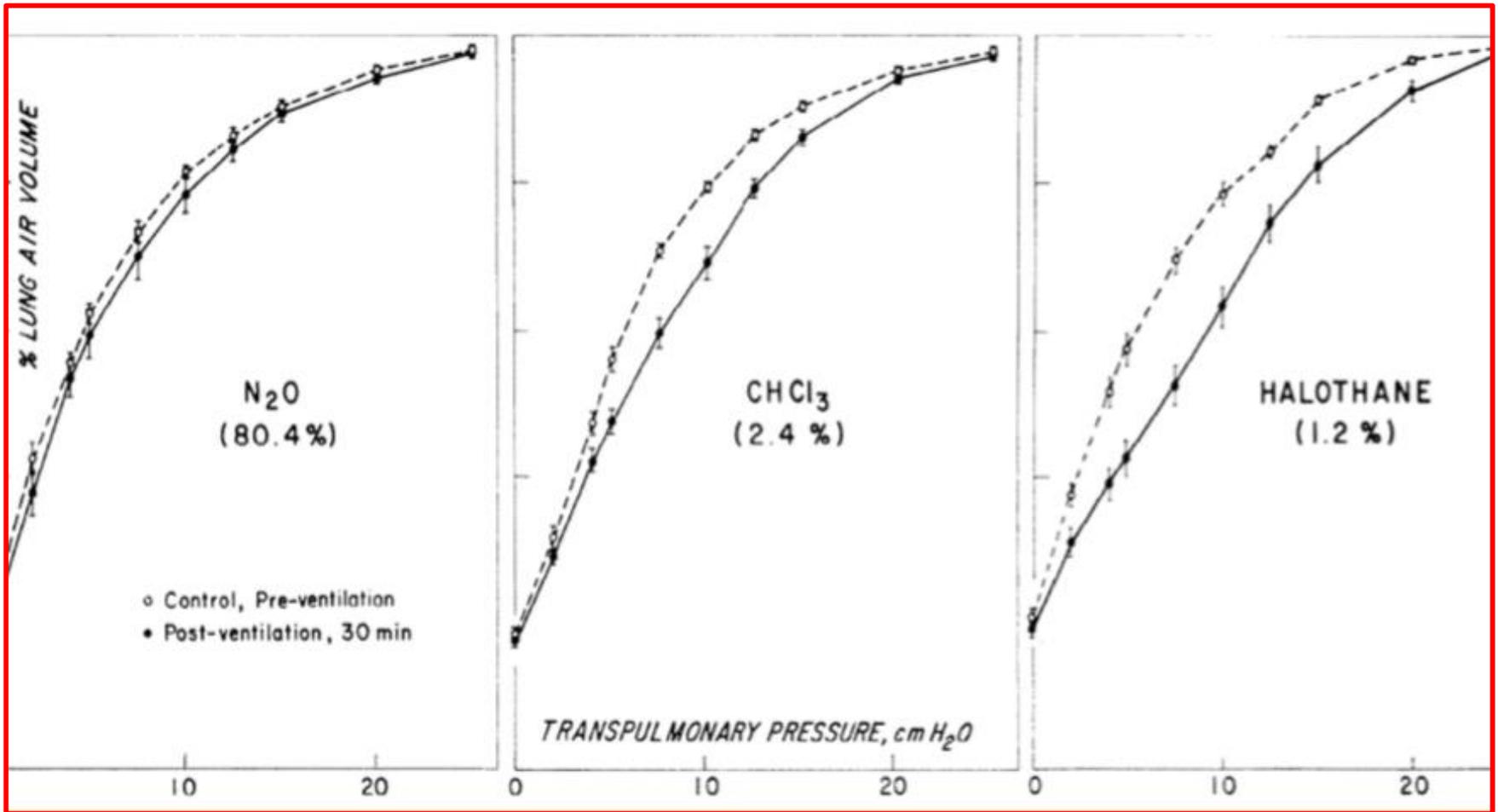
	coelio	laparo
Micro atélectasies	7	14
focale	3	7
segmentaires	2	3
lobaires	0	0
rien	30	15*

Coelioscopie
Laparotomie

Atélectasies

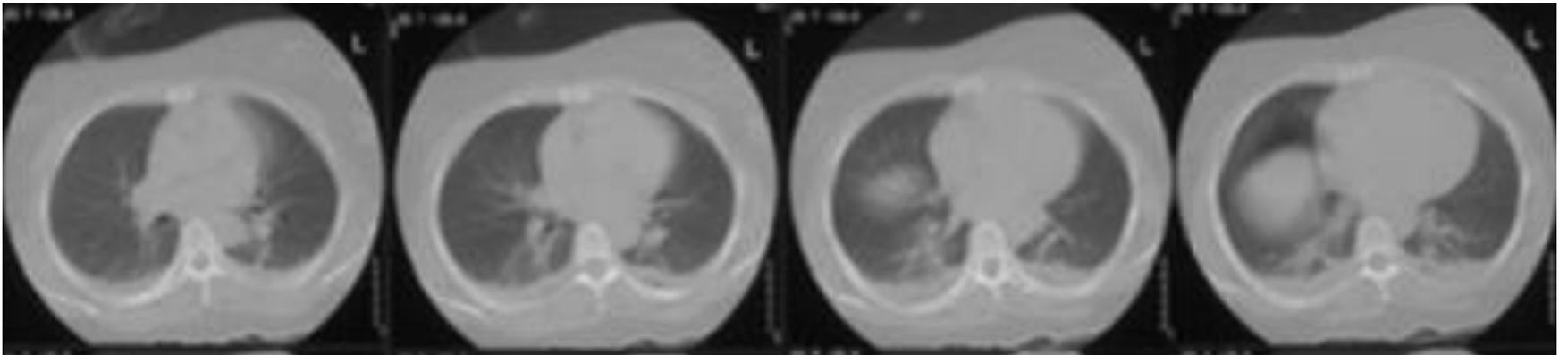
Par altération du surfactant

Atélectasies par altération du surfactant

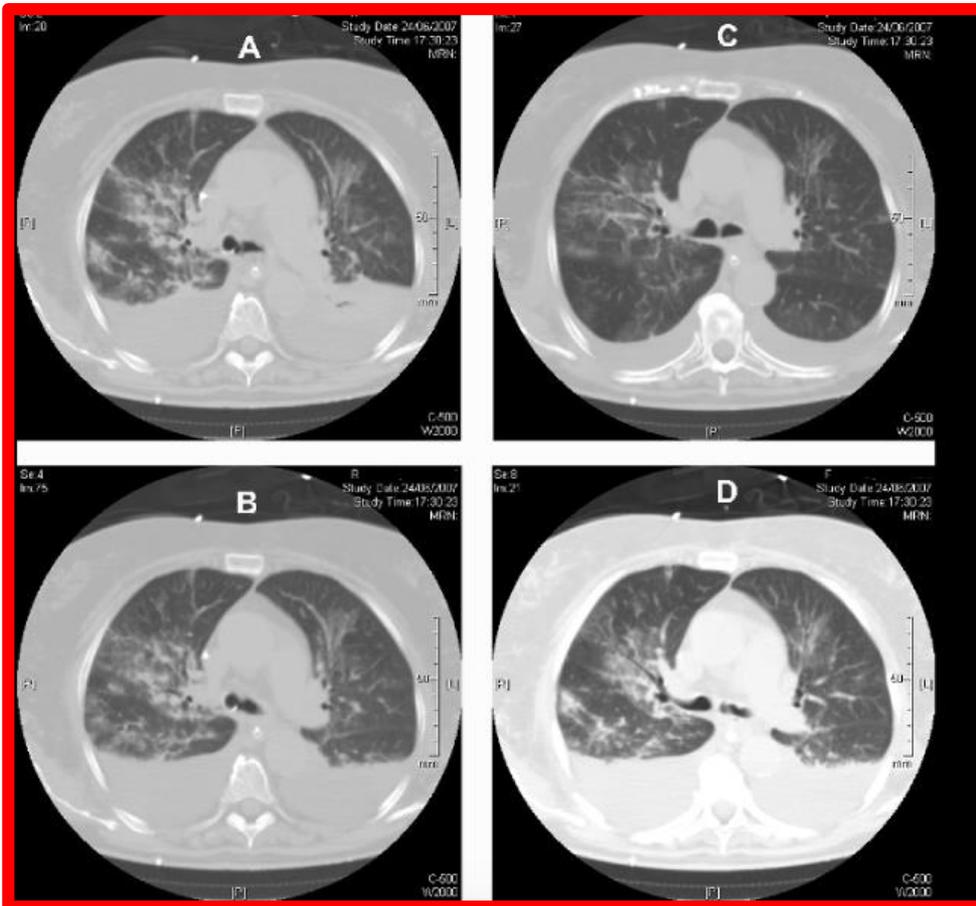


Surfactant function and anesthetic agents. Sybil W. et al. JAP 1969; 26(5):571-77

Ventilation protectrice



Atélectasies: pep + recrutement



Influence de la PEP et des manœuvres de recrutement sur la morphologie pulmonaire et le volume recruté. Sur le scanner: **A**, on peut voir la perte d'aération lors de la ventilation sans PEP.

B, Après application d'une PEP de 10 cmH₂O on observe un ré-aération partielle du parenchyme pulmonaire

C, qui devient totale en fin de manœuvre de recrutement

L'analyse des densités pulmonaires met en évidence une part de surdistension mêlée au recrutement alvéolaire.

D, Après retour au niveau de PEP initial = 0 réapparition des atélectasies.

la conservation du volume recruté par la MRA dépend du niveau de PEP associé .

Atélectasies: pep + recrutement

Anesthesiology 2009; 111:979-87

Copyright © 2009, the American Society of Anesthesiologists, Inc. Lippincott Williams & Wilkins, Inc.

Prevention of Atelectasis in Morbidly Obese Patients during General Anesthesia and Paralysis

A Computerized Tomography Study

Henrik Reinius, M.D.,* Lennart Jonsson, M.D.,* Sven Gustafsson, M.D., Ph.D.,† Magnus Sundbom, M.D., Ph.D.,† Olov Duvernoy, M.D., Ph.D.,|| Paolo Pelosi, M.D., Ph.D.,‡ Göran Hedenstierna, M.D., Ph.D.,§ Filip Fredén, M.D., Ph.D.*

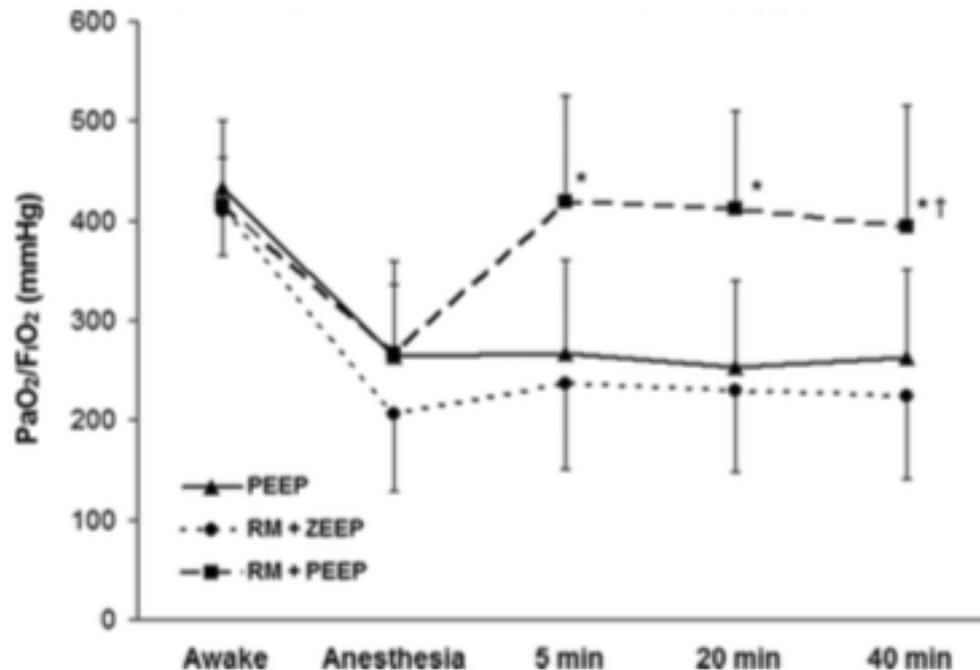


Fig. 2. P_{aO_2}/F_{iO_2} in the three groups studied. Induction of anesthesia caused a reduction of P_{aO_2}/F_{iO_2} . In the RM + PEEP group ($n = 10$), oxygenation returned to the same level as before induction of anesthesia. In the groups with RM + ZEEP ($n = 10$) or PEEP ($n = 10$), there was no significant effect on oxygenation.* $P < 0.05$ versus anesthesia; † $P < 0.05$ versus PEEP and RM + ZEEP. F_{iO_2} = fraction of inspired oxygen; P_{aO_2} = arterial partial pressure of oxygen; PEEP = positive end expiratory pressure; RM = recruitment maneuver; ZEEP = zero end expiratory pressure.

Atélectasie: traitement

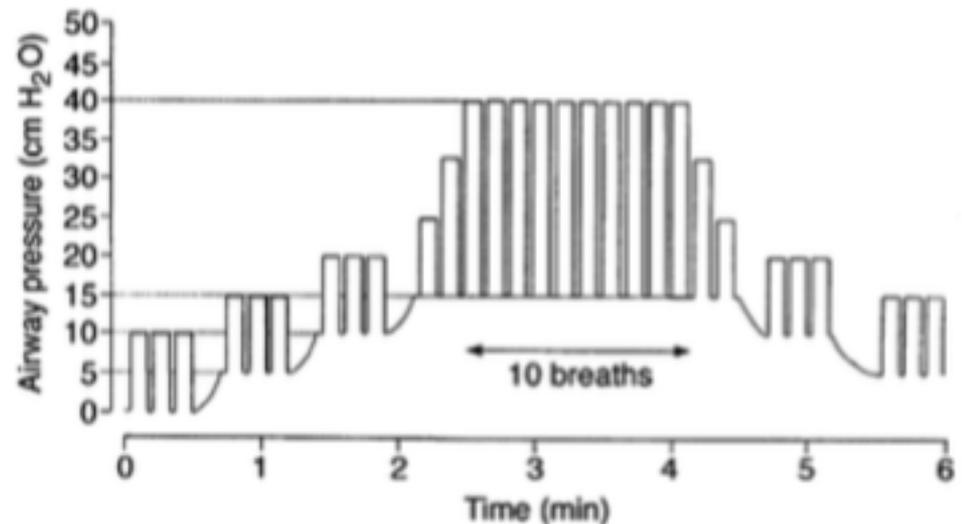
RECRUTEMENT ALVEOLAIRE

Variable	Time	ZEEP	PEEP	Recruitment
P_{aO_2} (kPa)	Basal	18.7 (12.8–26.3)	13.0 (10.2–20.6)	20.4 (10.4–25.3)
	40 min	18.5 (15.0–29.1)	16.2 (12.2–21.4)*	24.4 (13.3–35.2)*
	80 min	18.9 (14.6–27.6)	19.3 (10.5–23.9)	25.5 (18.0–31.1)
	120 min	17.1 (14.9–26.2)	20.3 (11.4–24.5)	25.4 (18.0–36.8)
Compliance (cm H ₂ O)	Basal	46.5 (34–76)	47.0 (35–68)	47.5 (28–55)
	40 min	44.5 (26–70)	48.0 (37–66)	50.5 (29–74)*
	80 min	44.0 (33–64)	47.0 (31–67)	57.0 (38–75)
	120 min	43.0 (34–72)	45.5 (36–68)	62.0 (29–68)

Les valeurs de P_{aO_2} et de Compliance sont mesurés à 40, 80, 120 min chez 30 patients randomisés en 3 groupes de 10 patients sous anesthésie générale (F_{iO_2} : 40%, N_2O/O_2) ZEEP = zéro de PEP, PEP = 5cm H₂O, recrutement seul.

Représentation schématique du recrutement alvéolaire:

La PEP est augmentée par incréments de 5 cm H₂O. La PEP initiale est de 10 cm H₂O. Les rectangles représentent un volume courant (V_t) de 7ml/kg de poids corporel et une fréquence de 8 cycles/mn. Lorsque la PEP atteint 15 cm H₂O le V_t augmente jusqu'à un maximum de 18 ml/kg avec un pic de pression de 40 cm H₂O. Ce réglage est maintenu sur 10 cycles. Puis le V_t diminue pour atteindre sa valeur initiale de 5 cm H₂O sur deux paliers.



British Journal of Anaesthesia 82 (1): 8–13 (1999)

BJA

Clinical Investigations

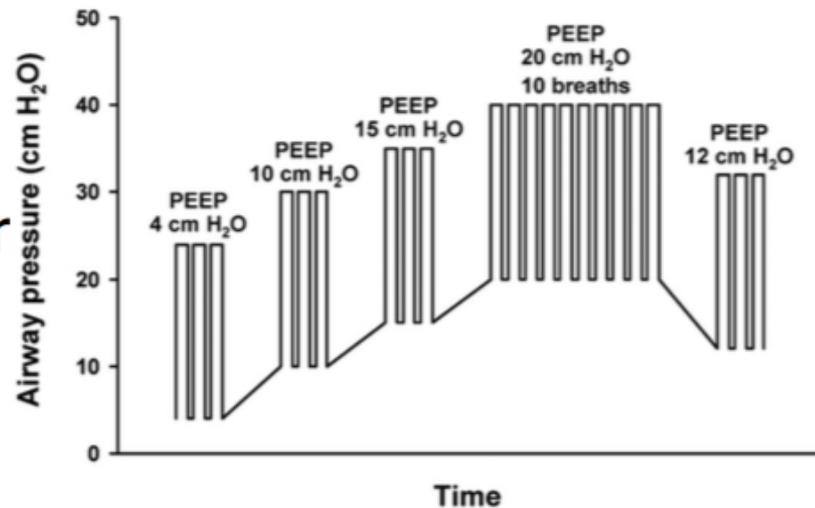
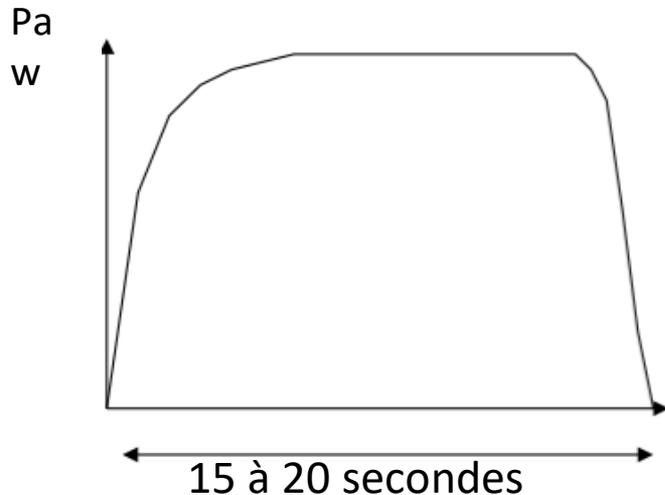
'Alveolar recruitment strategy' improves arterial oxygenation during general anaesthesia

G. Tusman^{1*}, S. H. Böhm, G. F. Vazquez de Anda², J. L. do Campo³ and B. Lachmann^{2*}

Manœuvre de recrutement

(Attention à l'impact hémodynamique)

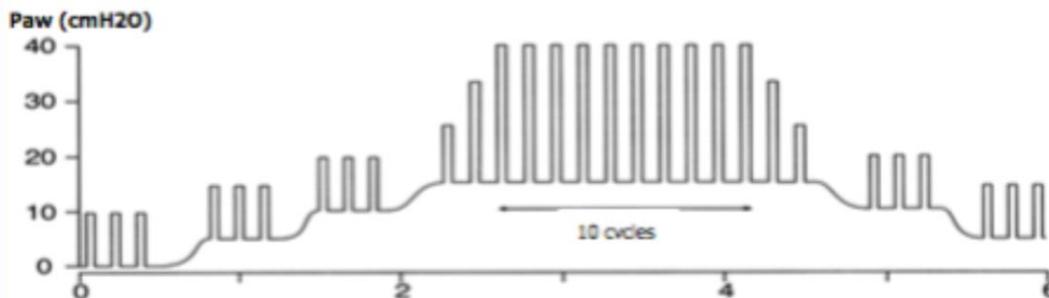
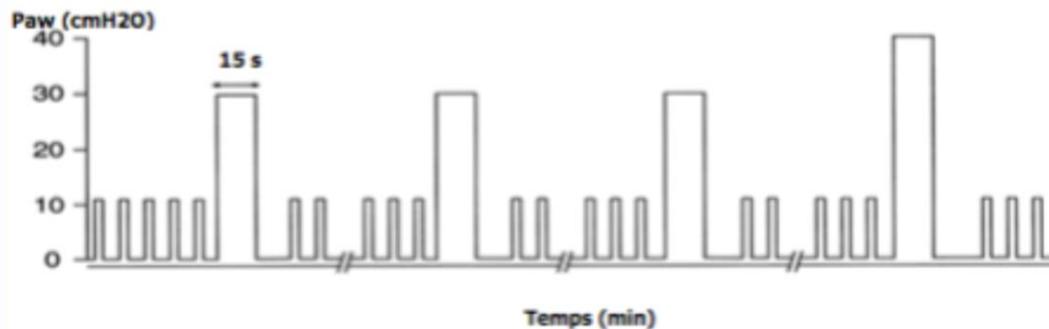
- Circuit en mode manuel
- Valve APL 30 à 40 cm H₂O
- Pression sur le ballon
- Surveillance sur le moniteur



Whalen: Anesth Analg, Volume 102(1). 2006.298-305

Manœuvres de recrutement

exemples:



Méthodes de recrutement alvéolaire

En haut : Méthode de ROTHEN et coll.

En bas : méthode de TUSMAN et coll.

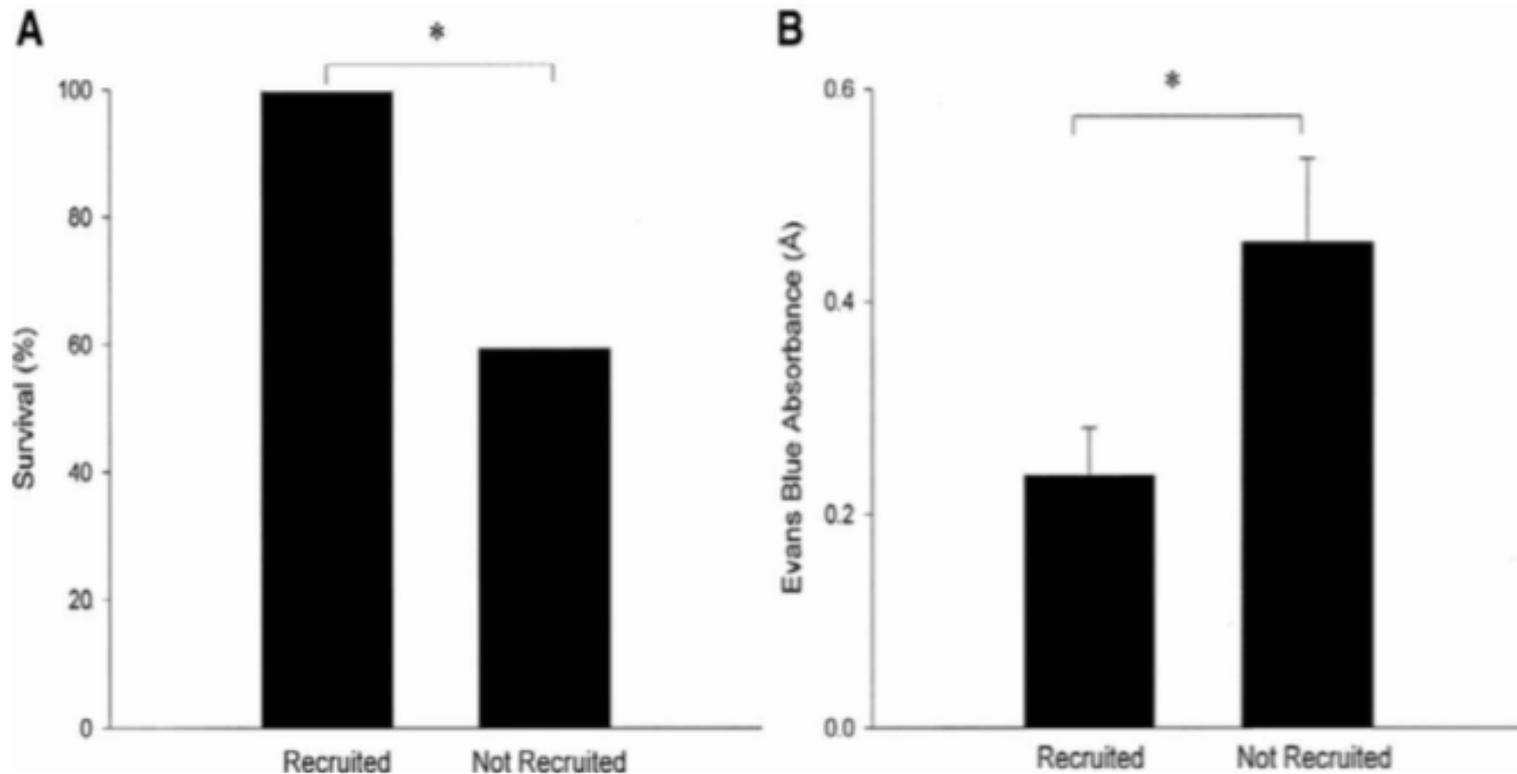
Les intervalles entre les grands volumes (en haut) représentent 3 à 5 min. En bas, la ventilation avec pression d'insufflation à 40 cmH2O (ou VT = 18 ml/kg) dure 10 cycles

La méthode de ROTHEN et coll[®] : « consiste à générer trois volumes courants assez larges pour amener la pression d'insufflation à 30 cmH2O et la maintenir pendant 15 secondes, puis une dernière insufflation amenant une pression d'insufflation de 40 cmH2O pendant 15 secondes. »

La méthode TUSMAN et coll : « augmente progressivement la PEP jusqu'à 15 cmH2O puis augmente le volume courant pour maintenir la pression d'insufflation à 40 cmH2O pendant 10 cycles. »

Manœuvre de recrutement

Le recrutement alvéolaire expérimentalement diminue la mortalité.

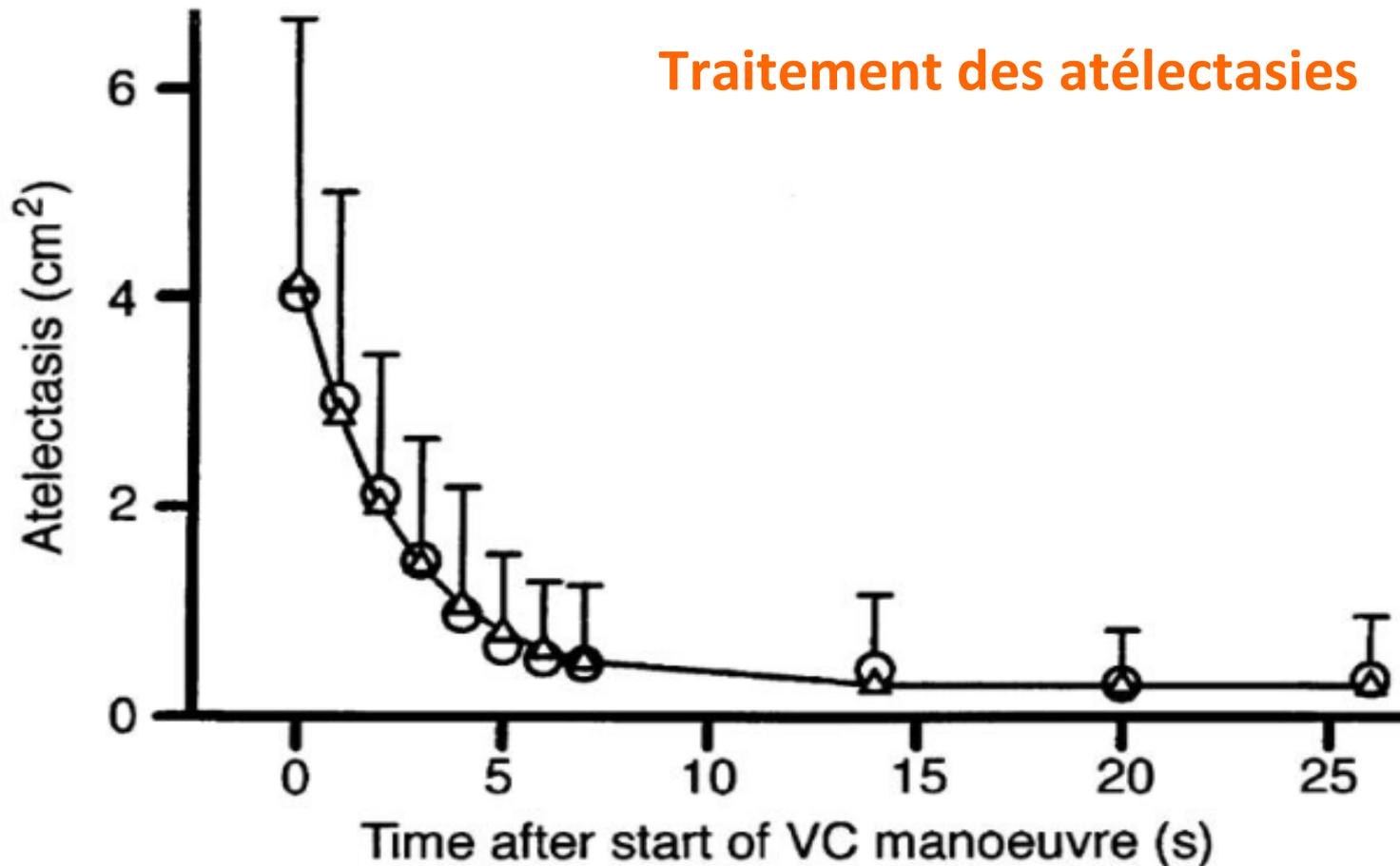


Atelectasis Causes Vascular Leak and Lethal Right Ventricular Failure in Uninjured Rat Lungs

Michelle Duggan et al. AJRCCM vol:167,issue:12 2003

Manœuvre de recrutement

Traitement des atélectasies



Manœuvre de recrutement

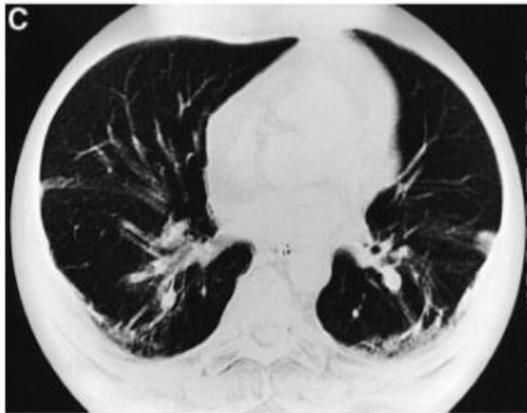
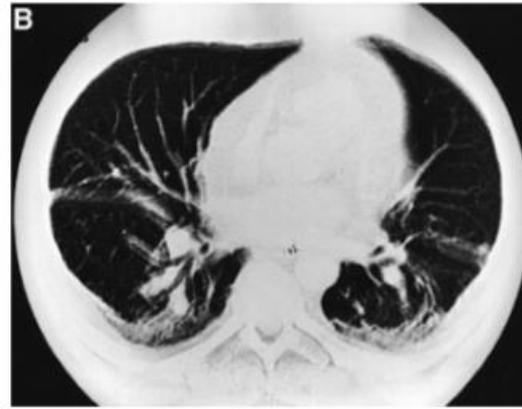
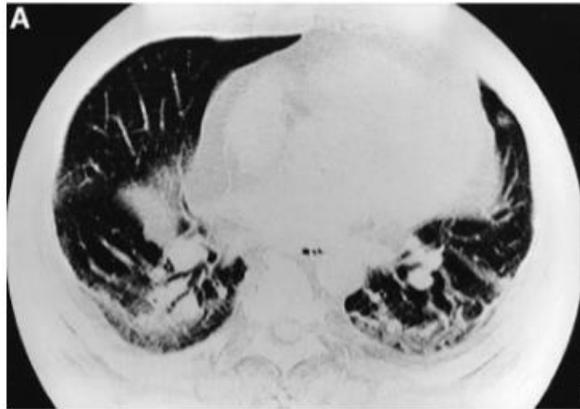


Fig 2 CT scan during the VC manoeuvre. A-At start of VC manoeuvre; B-1 s after the start of the VC manoeuvre; C-1.5 s after the start of the VC manoeuvre; and D-3.5 s after the start of the VC manoeuvre.

Traitement des Atélectasies

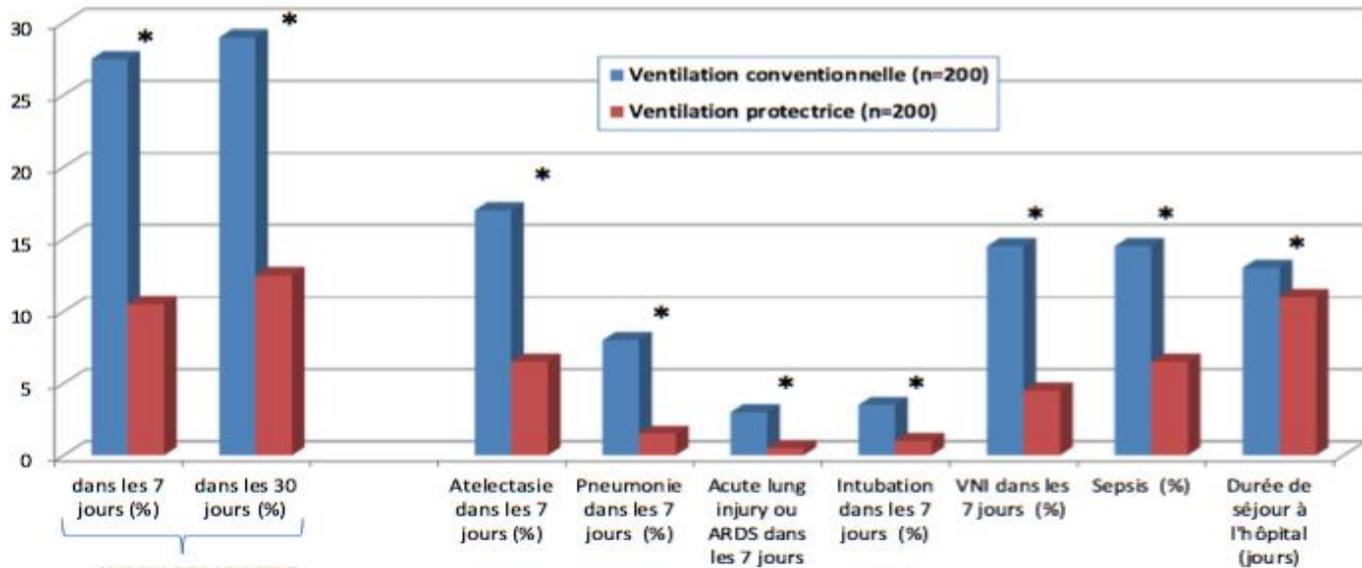
A, début de la manœuvre de recrutement (MR)

B, 1 seconde après MR

C, 1,5 secondes après MR

D, 3,5 secondes après MR

Ventilation protectrice

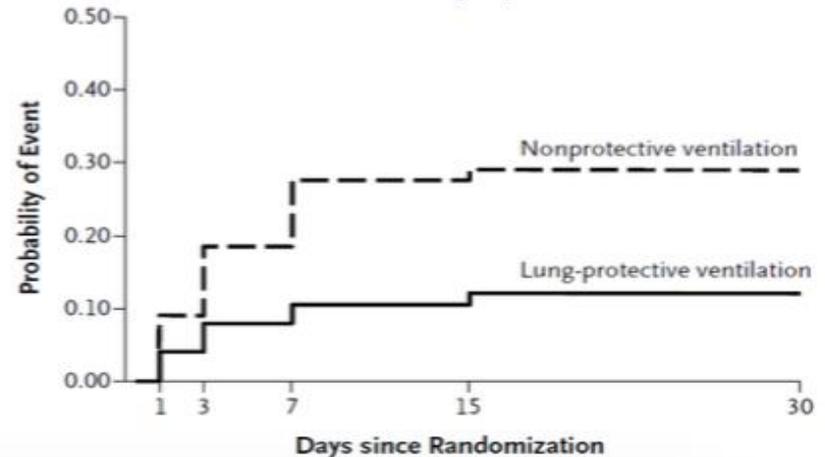


INDEX COMPOSITE

Complications

- (i) pulmonaires (pneumonie ou nécessité de ventilation mécanique)
- et (ii) extra-pulmonaires (sepsis, choc septique, ou décès)

A Trial of Intraoperative Low-Tidal-Volume Ventilation in Abdominal Surgery Futier E N Engl J Med 2013 369;5:428-37



Ventilation protectrice: 1

Réglages du respirateur

VT= 6 ml/kg de poids idéal

Taille (cm) -100 chez l'homme et Taille (cm) -110 chez la femme.

PEP: 5 et 10 cmH₂O chez les patients non obèses.

Pour les **obèses**, une **PEP > 10 cmH₂O** est plus efficace en terme d'amélioration de la CRF. Les effets hémodynamiques sont mineurs et le risque de barotraumatisme extrêmement faible.

Rozé H, Lafargue M, Perez P, et al. Reducing tidal volume and increasing positive end-expiratory pressure with constant plateau pressure during one-lung ventilation: effect on oxygenation. Br. J. Anaesth. 2012 Jun;108(6):1022–7.

FiO₂: doit cibler 95 % de satO₂ afin d'éviter les atélectasies de dénitrogénéation. (<50%)

FR : est adaptée à l'expiration de CO₂

Ventilation protectrice: 2

Réglages du respirateur

I/E : ne doit pas être systématiquement à 1/2, il doit être la conséquence du V_t , de la FR choisie qui a été adaptée au CO_2 et du débit inspiratoire qui est entre 50 et 60 litres/min

Manoeuvre de recrutement toutes les 20 à 30 mn à commencer juste après l'intubation

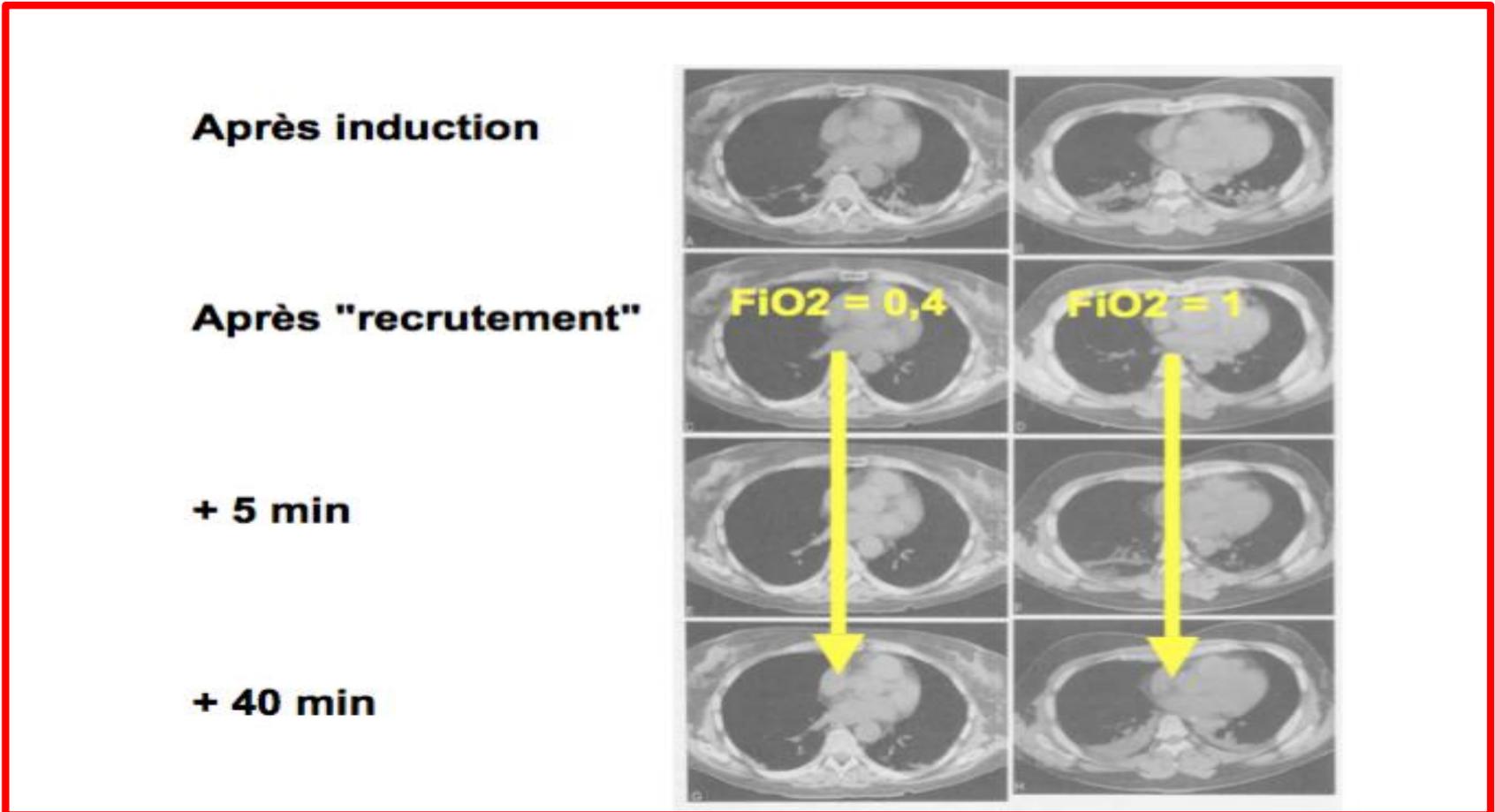
Appliquer une pression continue de 30 cm dH₂O pendant 30 s au niveau des voies respiratoires

Pression de plateau pas plus de 30 cm d'H₂O

Ventilation à volume contrôlé plutôt qu'à pression contrôlée

FiO₂ et Manœuvre de recrutement

- Maintenir une FiO₂ basse < 50%



Quelle FiO₂ : encore la polémique?

- ◆ L'utilisation d'une FiO₂ élevée favorise l'apparition des atélectasies qui sont réversibles par une manœuvre de recrutement
- ◆ L'intérêt d'une FiO₂ élevée à l'induction et au réveil est assez évident
- ◆ La réduction de l'incidence des infections postopératoires par la ventilation en FiO₂ 0,8 reste très discutée.

Does High Oxygen Concentration Reduce Postoperative Infection? G. Hedenstierna Anesthesiology, 2014 120 (4) 1050

Intraoperative high inspired oxygen fraction: are there real benefits? Meyhoff CS et al. Anesthesiology 2014 120(4) 1052-3

FIO₂ et mortalité

❖ 1383 patients furent randomisés en deux groupes respirant un mélange de 80% ou 30% d'oxygène en peropératoire et deux heures en post opératoire. L'étude ne montre aucune réduction du taux d'infection du site opératoire.

Par contre:

La durée médiane de survie après 2,3 ans:

23,2% dans le groupe O₂ 80% sont décédés.

18,3% dans le groupe O₂ 30% sont décédés.

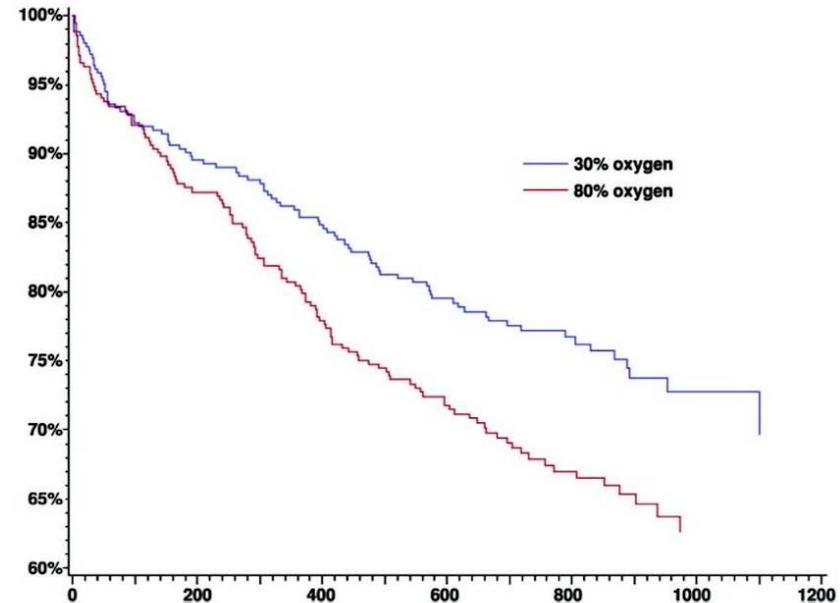
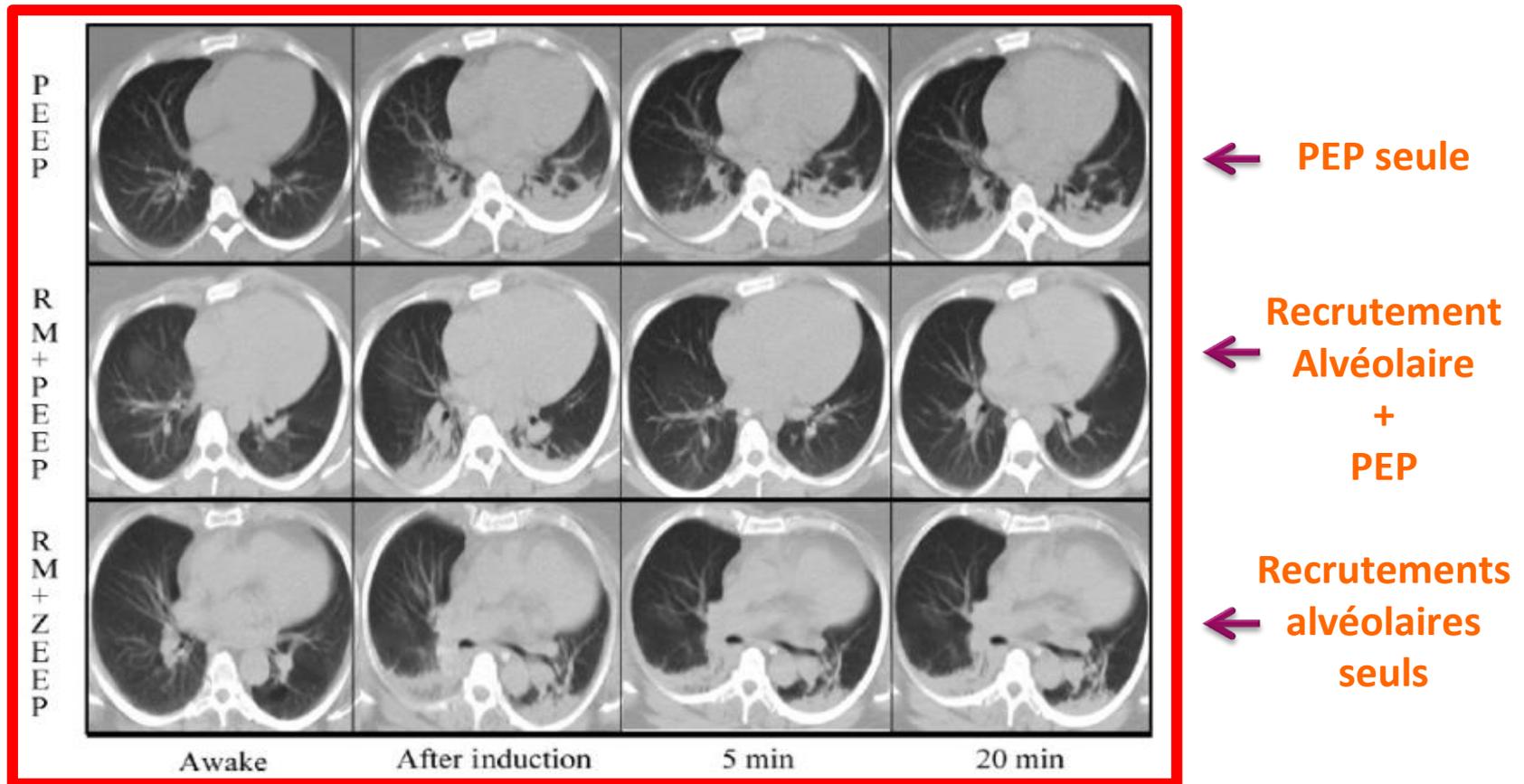


Figure 2. Survival after abdominal cancer surgery. X-axis: Time after surgery (days).

Increased Long-Term Mortality After a High Perioperative Inspiratory Oxygen Fraction During Abdominal Surgery: Follow-Up of a Randomized Clinical Trial. Meyhoff, C. S et al. *Anesthesia & Analgesia*, 2012; 115(4),849-54

Manœuvres de recrutement et/ou PEEP



Prevention of atelectasis in morbidly obese patients during general anesthesia and paralysis. O'Donoghue et al. Anesthesiology. 2009;111:979-87. 17

Quel niveau de PEP?

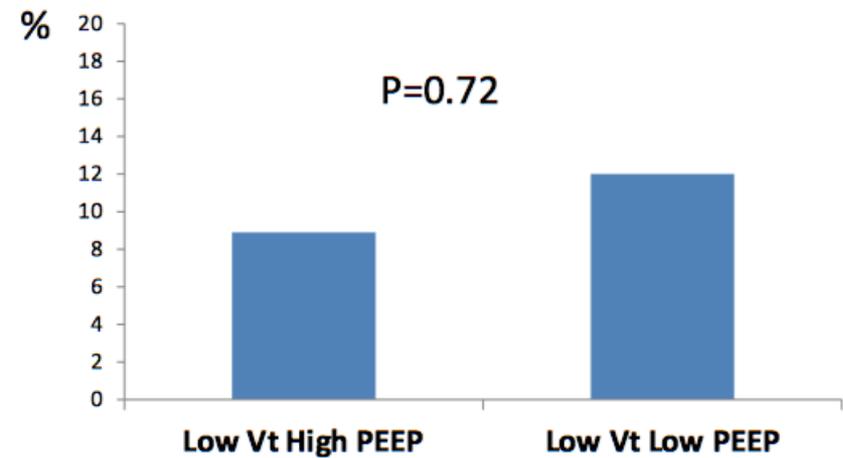
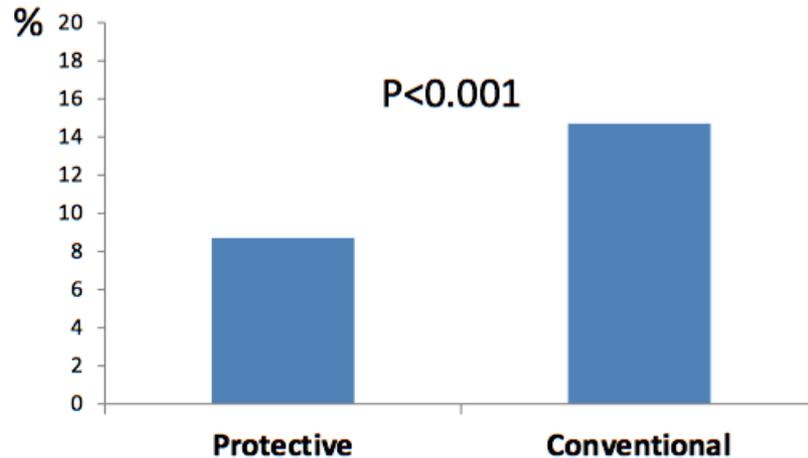
Protective versus Conventional Ventilation for Surgery

A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis

Serpa Nato Anesthesio 2015

15 RCT (2127 patients)

% complications respiratoires post-op



PAR CONTRE REDUIRE LES VOLUMES COURANTS SANS AUGMENTER LA PEP PEUT ÊTRE DANGEREUX

Low intraoperative tidal volume ventilation with minimal PEEP is associated with increased mortality. M.A. Levin et al. Br J Anaesth 2014;113:97-108 Base de données 29303 patients

Surveiller l'autoPEP:

Chez les patients ayant un **syndrome respiratoire obstructif**, il peut exister **une auto PEP** (pression alvéolaire de fin d'expiration reste supérieure à la pression barométrique ou à la PEP réglée). Cela se note sur **la courbe de débit expiratoire qui ne revient pas à zéro** entre chaque cycle.

Si elle entraîne une **inflation dynamique importante, il faut:**

- limiter le temps inspiratoire et allonger le temps expiratoire, pour cela on diminue la fréquence respiratoire, on augmente le débit d'insufflation en allonge le rapport I/E et on autorise une augmentation de la capnie.

L'auto PEP est délétère si elle entraîne des **répercussions hémodynamiques** voir un risque de **barotraumatismes** si la pression de plateau devient elle aussi élevée.

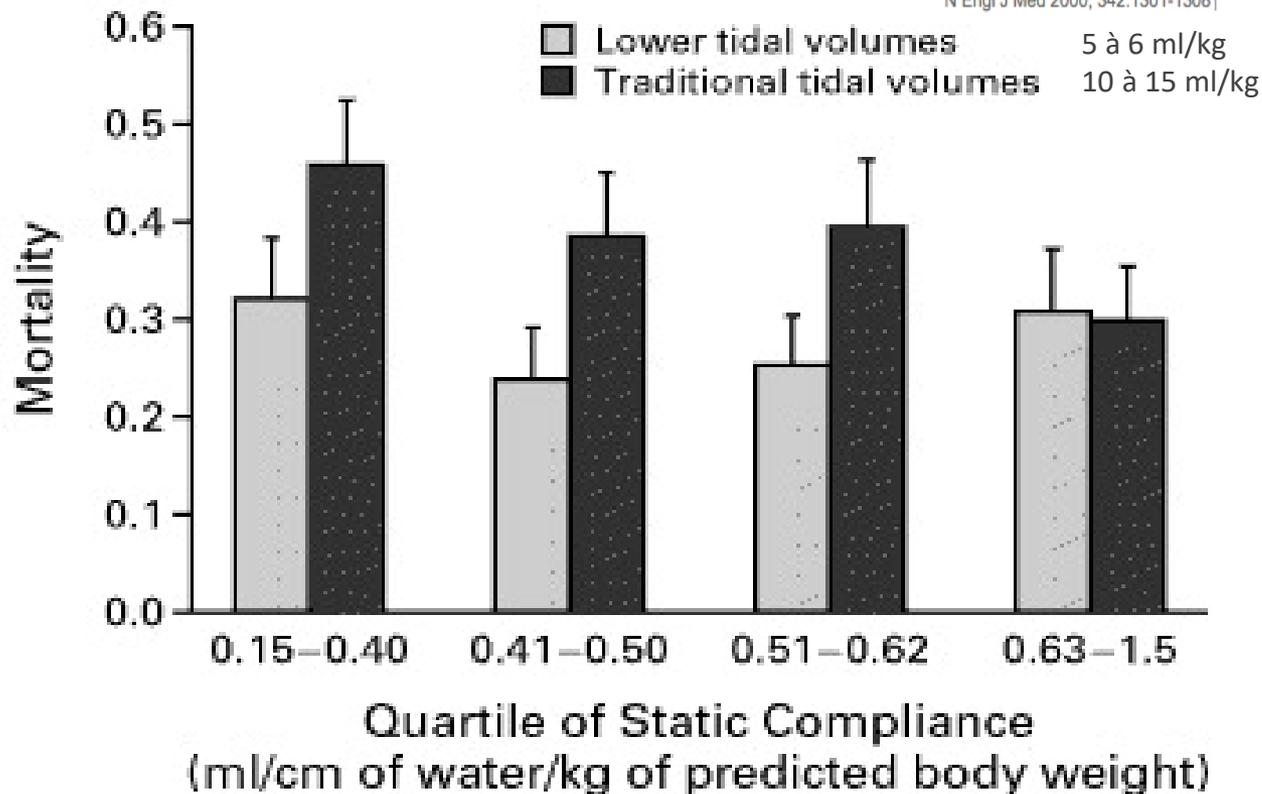
Volume courant



The NEW ENGLAND
JOURNAL of MEDICINE

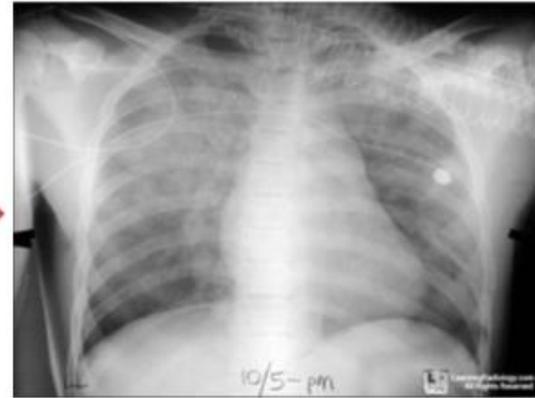
Ventilation with Lower Tidal Volumes as Compared with
Traditional Tidal Volumes for Acute Lung Injury and the Acute
Respiratory Distress Syndrome

The Acute Respiratory Distress Syndrome Network
N Engl J Med 2000; 342:1301-1308 |



Volume courant

ARDS acquis/iatrogénique



332 patients sous VM > 48 heures

80 patients développent un ALI (24%)

Vt plus élevés chez les femmes (11.4 vs 10.4 ml/Kg PIT. $P < 0.001$)

Tendance à plus d'ALI «acquis» chez les femmes (29 vs 20%. $P < 0.068$).

(Acute Lung Injury)

Facteurs de risque d'acquisition d'ALI:

- Vt > 6ml/Kg (OR 1.3 pour chaque ml/kg > 6; $p < 0.001$)
- Transfusion de produits sanguins (OR 3.0; $p < 0.001$)
- pH < 7.35 (OR 2.0; $p = 0.032$)
- Maladie pulmonaire restrictive (OR 3.6; $p = 0.044$)

Volume courant

Base de données internationale → 3261 patients n'ayant pas d'ARDS initialement
6.2% développent un ARDS dans les 48 heures suivant l'intubation

	Odds ratio	95% confidence interval	<i>p</i>
Age ^a	0.98	0.97–0.99	0.001
SAPS II ^a	1.01	1.00–1.02	0.124
Pneumonia	2.37	1.52–3.65	<0.001
Sepsis	1.14	0.63–1.95	0.644
Trauma	1.86	1.04–3.23	0.031
Crs static (ml/cmH ₂ O) ^a	1.09	0.96–1.21	0.157
PaO ₂ /FIO ₂ ^a	0.94	0.92–0.96	<0.001
Ppk >30 cmH ₂ O	1.67	1.14–2.45	0.009
PEEP>5 cmH ₂ O	1.08	0.66–1.73	0.758
Tidal volume >700 ml	2.55	1.67–3.89	<0.001

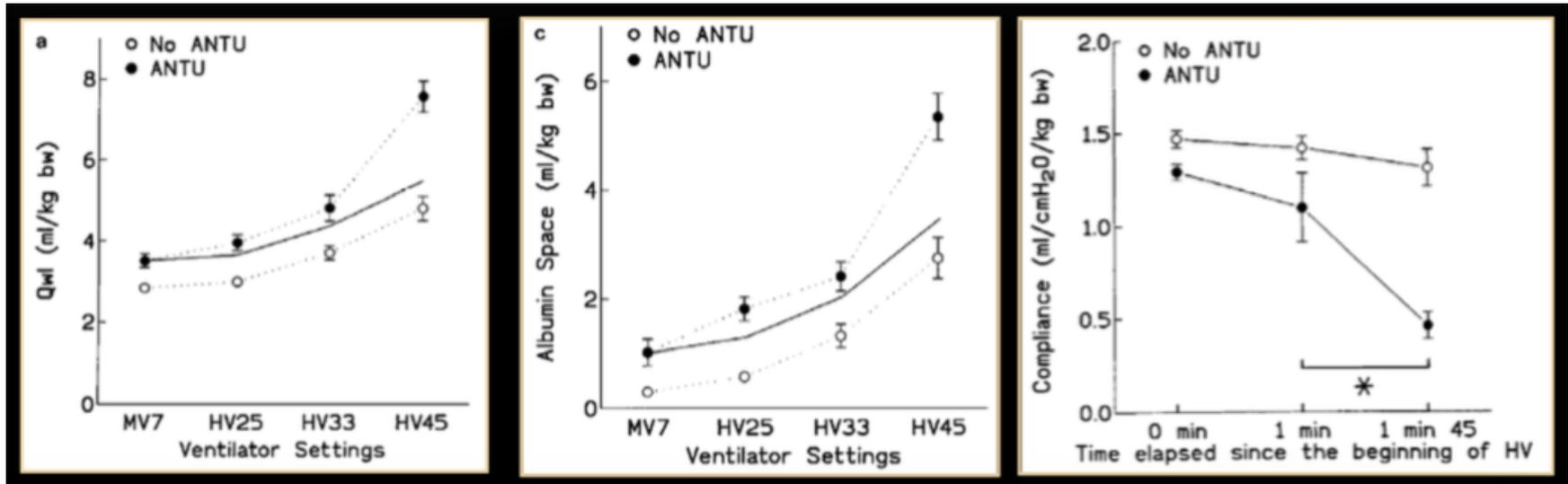
Analyse multivariée des facteurs de risque de développer un ARDS

Crit Care Med. 2004 Sep;32(9):1817-24.

Ventilator-associated lung injury in patients without acute lung injury at the onset of mechanical ventilation.

Gajic O¹, Dara SI, Mendez JL, Adesanya AO, Festic E, Caples SM, Rana R, St Sauver JL, Lymp JF, Afessa B, Hubmayr RD.

Volume courant



Evaluation du risque de lésions pulmonaires induites par la ventilation mécanique à hauts volumes chez des rats sains répartis en deux groupes. Rats à poumons sains. Rats exposés à l'alpha-naphtanylurée (ANTU) qui entraîne une augmentation de la perméabilité pulmonaire avec une augmentation significative de l'eau extravasculaire (Qwl) du poids sec pulmonaire (DLW) et de l'espace de distribution pulmonaire de l'albumine (ASp). Les effets sont comparés entre les deux groupes avec un Vt à 7ml/kg, 25ml/kg, 33ml/kg, 45ml/kg. Effets additifs ANTU et grands volumes courants.

Mechanical ventilation induced pulmonary edema. Interaction with previous lung alterations. Dreyfuss D, Soler P, Saumon G. Am j respir Crit Care Med 1995 May;151(5):1568-75

Volume courant

Diminution du volume courant expose aux atélectasies:

- **New Engl J Med 1963;269:991-96.** *Positive End Expiratory Pressure prevents loss of respiratory compliance during low tidal volume ventilation in lung injury patients. Gupta v et al.*
- **Anesthesiology 1963;24:57-60.** *Intermittent deep breaths and compliance during anesthesia in man. Egbert LD et al.*

Augmentation du Volume courant: expose à des lésions pulmonaires (ALI: acute lung injury)

- **Am Rev Respir Dis 1988;137:1159-64.** *High inflation pressure pulmonary edema. respective effects of high airway pressure, high tidal volume and positive end expiratory pressure. Dreyfuss D et al.*
- **Am J Respir Crit Care Med 1995;151:1568-75.** *Mechanical ventilation induced pulmonary edema. Interaction with previous lung alterations. Drefuss D et al.*
- **Am J Respir Crit Care Med 1998;157:294-323.** *Ventilator induced lung injury: lessons from experimental studies. Dreyfuss D, Saumon G.*

VOLUME COURANT 600 ml

→ 188 cm (Poids idéal= 82 Kg) → **7.3 ml/Kg PIT**

→ 157 cm (Poids idéal = 50 Kg) → **12.1 ml/Kg PIT**

Poids Idéal Théorique: x 6ml/kg

Homme = $50 + 0,91 (\text{hauteur cm} - 152,4)$

Femme = $45,5 + 0,91 (\text{hauteur cm} - 152,4)$

Homme = $\text{hauteur cm} - 100 - (\text{hauteur cm} - 150)/2$

Femme = $\text{hauteur cm} - 100 - (\text{hauteur cm} - 150)/4$

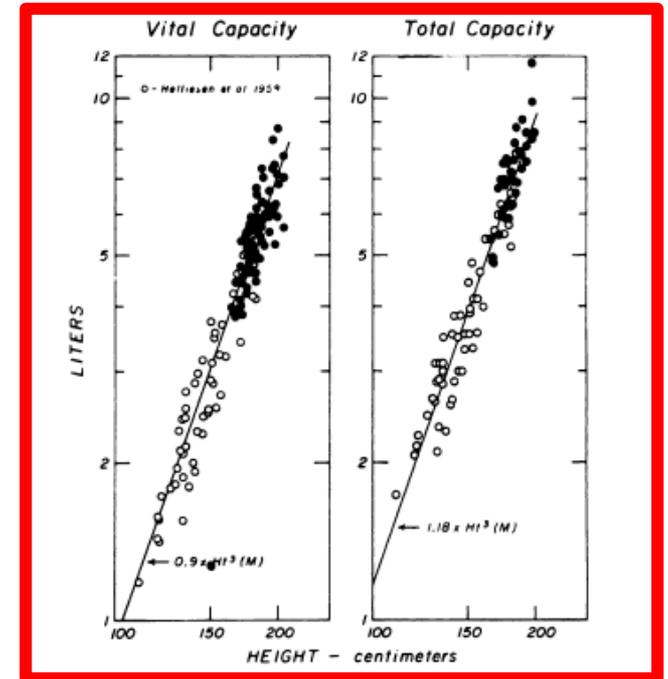
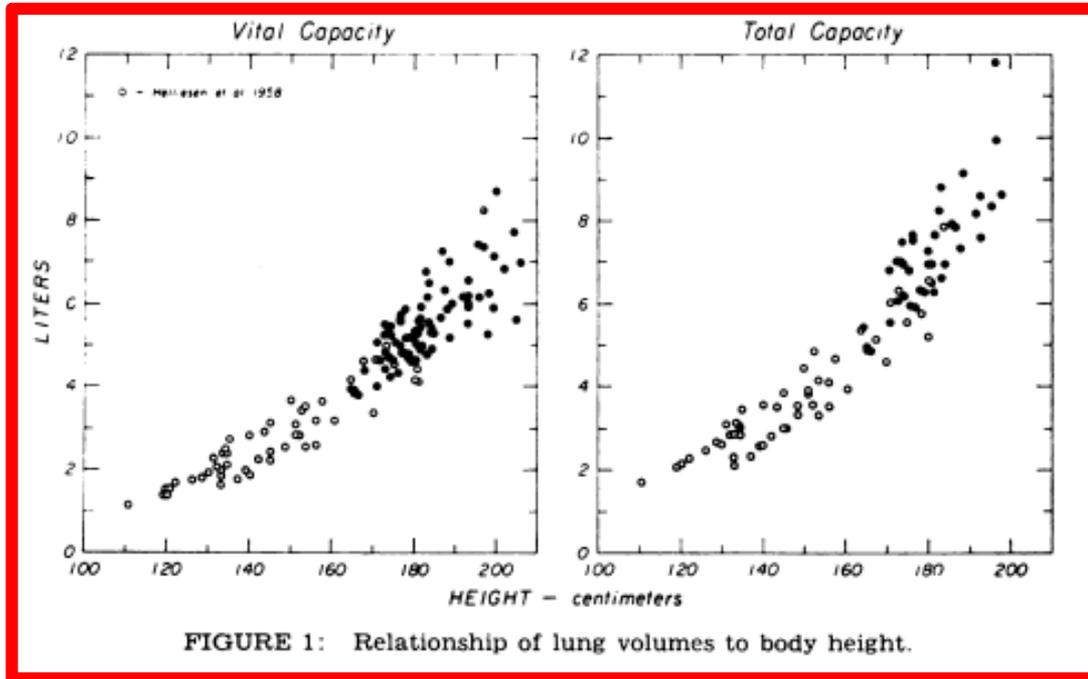
le poids idéal peut être calculé simplement =

Taille (cm) -100 chez l'homme

Taille (cm) -105 chez la femme.



La taille fait loi: réglage du Vt



Volumes pulmonaires corrélés à la taille donc au poids idéal et non au poids réel

Modes ventilatoires:

Les modes ventilatoires au bloc peuvent être réglés **en pression ou en volume**.

Il n'y a pas de différence entre ces deux modes, **la cible reste le volume courant réglé** qui associé à la **PEP** a un impact sur les complications respiratoires post-opératoires.

La seule différence entre ces deux modes:

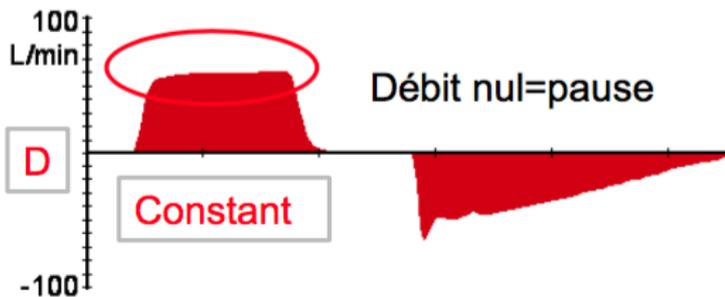
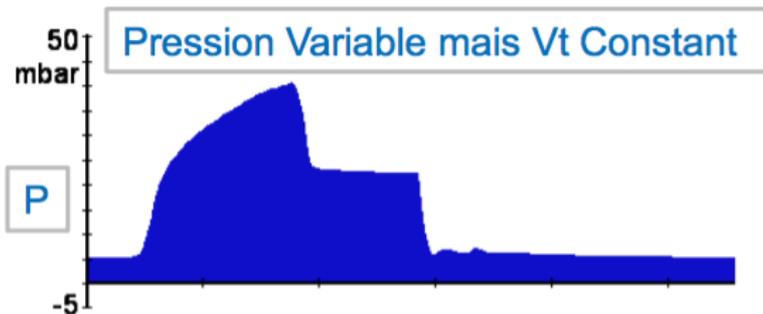
- en volume contrôlé c'est le VT
- en pression contrôlée c'est le niveau de pression.

Les alarmes doivent donc être réglées en conséquence.

Il n'existe pas de données en faveur de la supériorité de l'une ou de l'autre de ces modalités ventilatoires au bloc opératoire

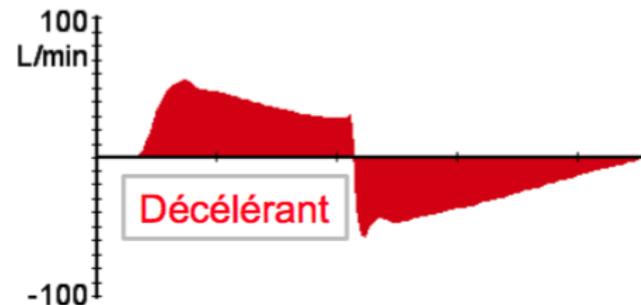
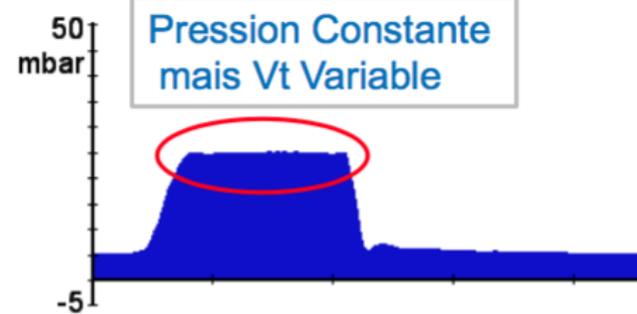
Modes ventilatoires:

Volume Contrôlé



Pressions (Ppic, Pplat)

Pression Contrôlée



Vt, Vminute, EtCo2

Rôle de l'IADE

- ◆ **En mode volume**, le Vt est réglé et la pression d'insufflation est d'autant plus élevée que les conditions mécaniques d'aval sont défavorables (compliance, résistance) **Le Vt est fixe. Préférable en ventilation protectrice**
- ◆ **En mode pression**, la pression d'insufflation est réglée et le volume courant délivré est d'autant plus important que les conditions mécaniques d'aval sont favorables. **Le Vt est donc variable. Intérêt: le masque laryngé.**

Tableau 1.- Différences entre ventilation en mode pression contrôlée et en mode volume contrôlé.

	Volume contrôlé	Pression contrôlée
Consigne de réglage	Réglage du Vt : la pression d'insufflation dépend de l'impédance thoracopulmonaire	Réglage de la pression d'insufflation : le volume insufflé dépend de l'impédance thoracopulmonaire
Débit d'insufflation	Débit constant	Débit décélérant
Ventilation à fuites	Diminution du Vt expiré	Meilleur maintien du Vt
Monitoring	Pression d'insufflation	Volume courant

Traité d'anesthésie et de réanimation 4^e édition Lavoisier. La machine d'anesthésie. 17: 245-58 Bourgain JL

Rôle de l'IADE

Tableau 1 : Comparaison des habitudes ventilatoires

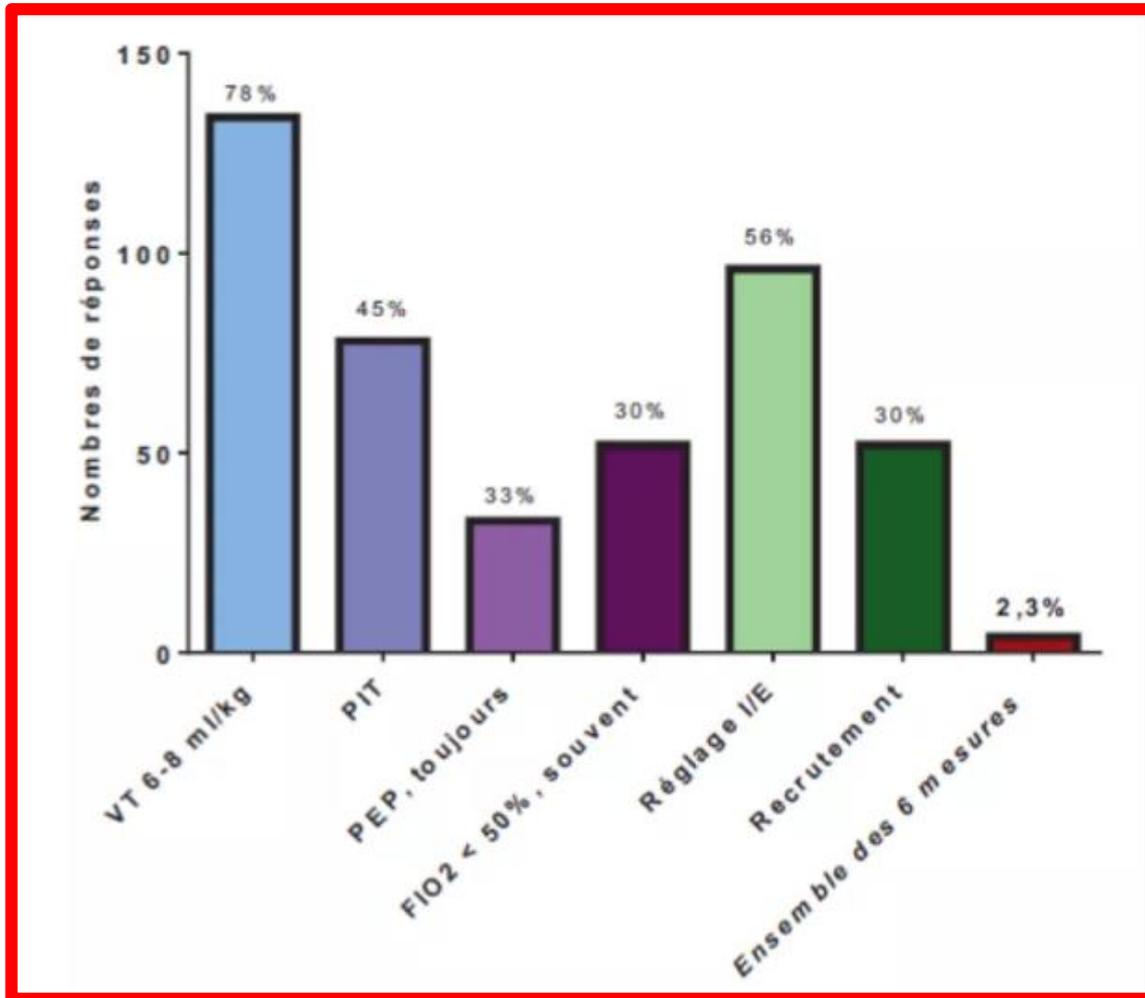
	Etude VENTIBLOC	Sous-groupe Strasbourg à partir de l'étude VENTIBLOC	Enquête VENTILOP	Relevé de données NHC Strasbourg
Année	2006	2006	2011	2014
Effectif hôpitaux	49	3	1	1
Effectif soignants	ND*	ND*	172	ND*
Effectifs patients	2960	122	ND*	202
PEP > 5cmH₂O	8%	7%	19%	22%
MRA	7%	3%	10%	1,5%
FIO₂ < 50%	ND*	ND*	48%	61%
FIO₂ < 40%/40-60%	9%/78%	21%/73%	ND*	16%/81%

*ND : non disponible.

Coisel Y, Jaber S. La ventilation protectrice au bloc: on peut mieux faire!

AFAR 2014 vol 33, 385

Rôle de l'IADE



Résultats de l'enquête Ventilop:

Enquête déclarative sur la pratique de la ventilation peropératoire dans 24 établissements d'Alsace.

Rôle de l'IADE

- **Respecter les recommandations pour le réglage des paramètres des ventilation (V_t , FiO_2 , i/e, PEP)**
- **Adapter la ventilation selon le sexe et la morphologie de la personne selon le poids idéal théorique**
- **Réaliser des manœuvres de recrutement alvéolaire toutes les 20 à 30 minutes et ce dès l'IOT**
- **Diminuer la FiO_2 <50%** avec maintien d'une $SatO_2$ 92 à 96%
- **Réajuster la ventilation en fonction de la pression de plateau, $FeCO_2$, $SatO_2$. Max: 30 cm H_2O**
- **Bannir l'aspiration endotrachéale source d'atélectasie à l'extubation**

ROUBY JJ, LU A. Aspiration trachéales et manœuvres de recrutement. JEPU, 2004.

Aspirations trachéales . Am J Respir Crit Care Med 2003; 167:1215-2

- **Privilégier la ventilation en volume contrôlé (relai VSAl possible)**

Etude IMPROVE (Août 2013)

A Trial of Intraoperative Low-Tidal-Volume Ventilation in Abdominal Surgery. E Futier et al N Engl J Med, August 2013;369:428-437

Etude multicentrique Française en double aveugle comparant une stratégie « optimisée »

appelée **ventilation protectrice**:

Vt 6 à 8 ml/kg de poids idéal théorique, PEP 6 à 8 cm H₂O, manœuvre de recrutement systématique toutes les 30 minutes

à une stratégie traditionnelle appelée **ventilation non protectrice**:

Vt 10 à 12ml/kg de PIT, PEP = 0, pas de recrutement alvéolaire.

→ 400 patients furent inclus dans 7 centres Français.

La ventilation protectrice a permis de diminuer le taux global de complications de 27,5% à 10,5% et de réduire de 2 jours la durée d'hospitalisation.

	Ventilation protectrice	Ventilation non protectrice
pneumopathies	1,5%	8%
atélectasies	6,5%	17%
Complications respiratoires sévères	5%	21%
Recours à une ventilation mécanique	5%	17%
Sepsis extrapulmonaires	6,5%	14,5%

OJECTIFS

- Avoir des objectifs d'oxygénation « modestes »
- FiO_2 basse < 50%
- ☒ Limiter le VT (6 ml/kg) de PIT
- ☒ Maintenir P_{plat} < 30 cm H_2O
- PEP 5 à 10 cm H_2O , 10 à 15 cm chez l'obèse.
- Recrutement alvéolaire toutes les 20 à 30 mn
- Rapport i/e adapté

Conclusions

- Le bénéfice de la ventilation protectrice en anesthésie a été bien démontré:
 - Il vise à limiter la pression alvéolaire et à prévenir les atélectasies (nous en avons vu les enjeux)
 - Les réglages dépendent des situations et des patients
- La formation des utilisateurs est indispensable 
 - Maîtrise des concepts par l'ensemble de l'équipe
 - Maintien des performances des machines

Rien ne vaut
un bon
recrutement
alvéolaire

