Ventilation unipulmonaire de l'enfant





Walid Habre

Unité d'Anesthésie Pédiatrique

Hôpitaux Universitaires de Genève

walid.habre@hcuge.ch

Pourquoi une Ventilation Unipulmonaire ?

- **Protéger le poumon sain:**
  - Infection, abcès
  - Hémorragie
- **Contrôler la ventilation:**
  - Emphysème
  - Fistule bronchopleurale, pathologies congénitales
- **Optimisation des conditions chirurgicales**:
  - Vidéothoracoscopie
  - Chirurgie mini-invasive (scoliose, cœur)

Anciennes Techniques pour l'exclusion du poumon

- **Simple lumière avancé dans la bronche souche:**

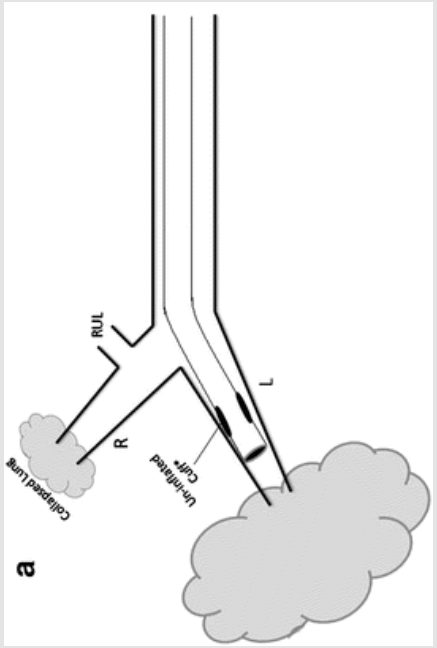
Limitations:

- difficultés de vider le poumon

- Absence d'aspiration

- Absence de possibilité d'oxygéner le poumon opéré

- Echecs dus aux Fuites si tube sans ballonnet



- **Utilisation de Catheter de Fogarty :**

Limitations:

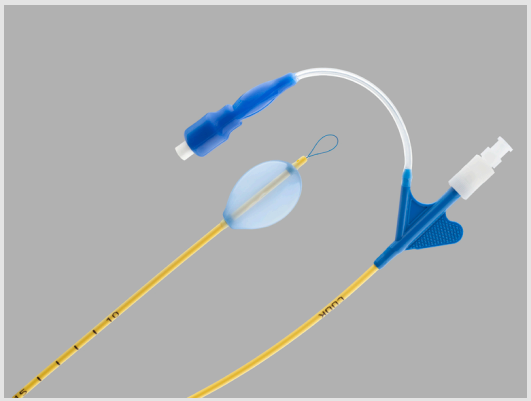
- Ballonnet Haute-pression/faible volume

- Absence de lumière pour l'application de CPAP

- Se déplace fréquemment: difficile à sécuriser

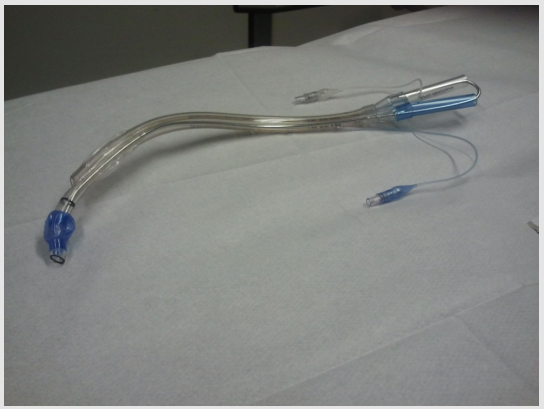
Techniques actuelles pour l'exclusion

- **Utilisation d'un bloqueur: bloqueurs Arndt, et tubes Univent**



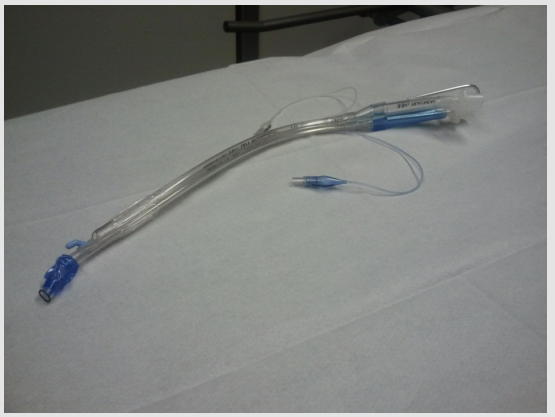


- **Tubes double lumière (Carlens, White et Robertshaw)**





Sonde de White (ITBSD) et de Carlens (ITBSG) avec ergot pour la carène



Sonde de Robertshaw

Age

< 4 ans

5 Fr Arndt®

Placé en dehors du tube jusqu'à tube de Ø 4.5 mm

4 – 8 ans

5 Fr Arndt®

A l'intérieur du tube

Tube de Ø > 5 mm

> 8-10 ans

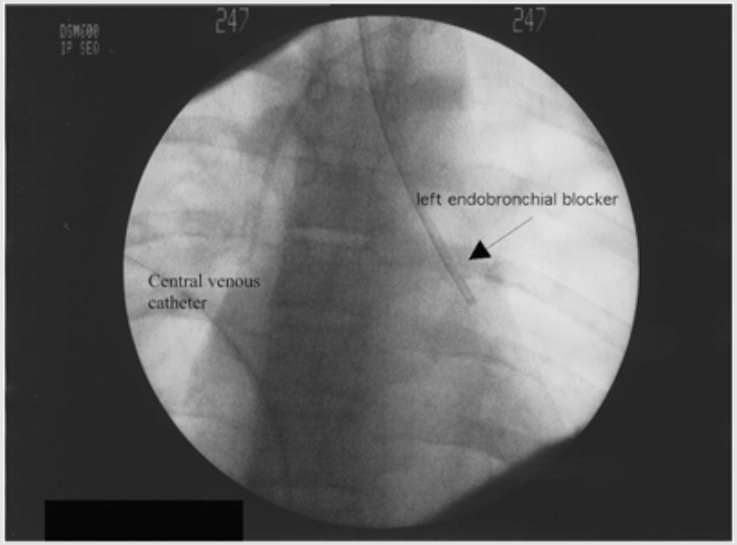
> 30 kgs

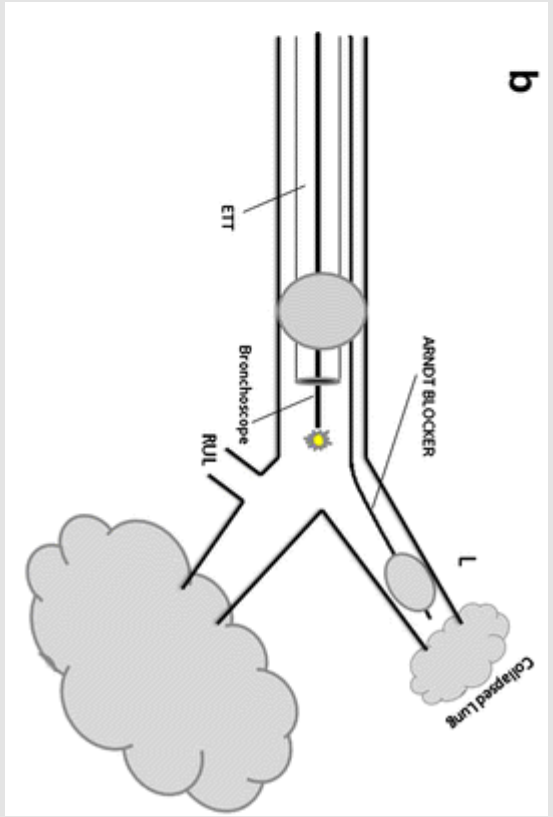
7 Fr Arndt®

Tubes Ø > 6 mm

Double lumière dès 26 Fr

Guidance par Fluoroscopie ou par Fibroscopie chez les enfants de moins de 4 ans

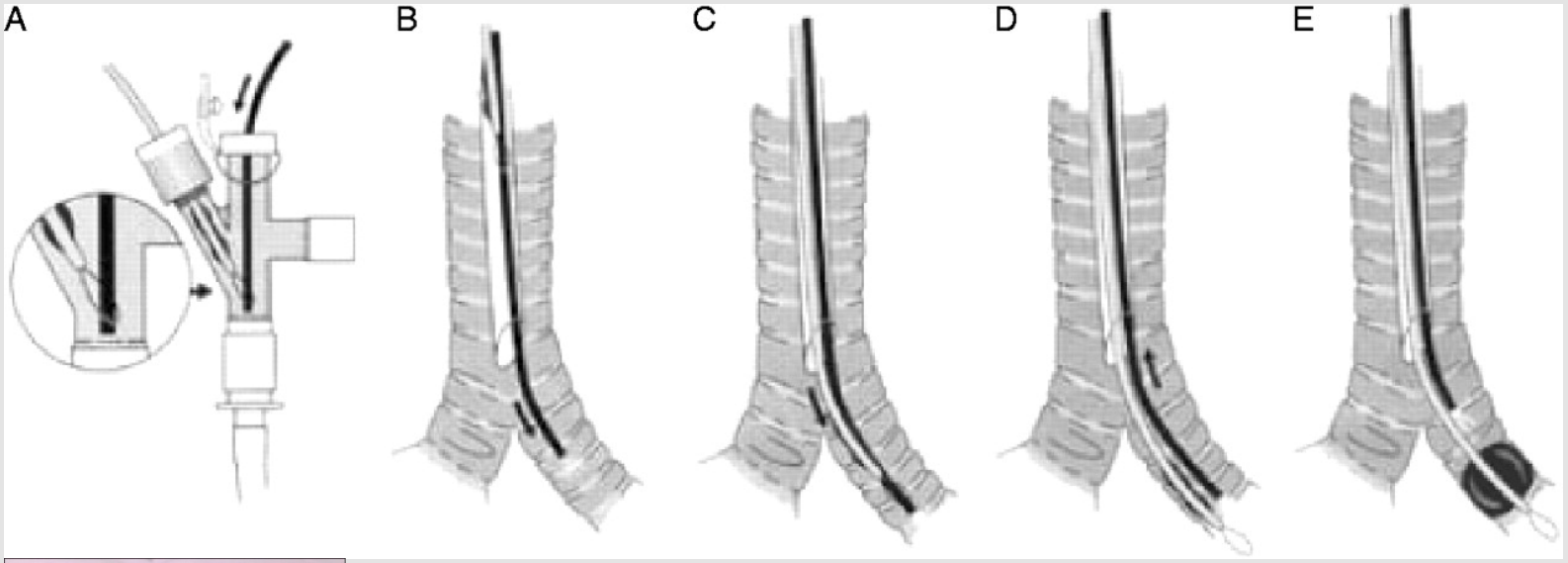


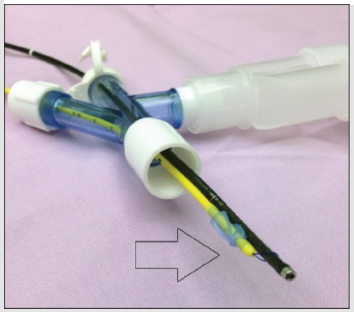


Tube endotracheal une taille en-dessous

Marciniak B et al. Acta Anaesthesiol Scand 2008 ;52:1003-5.

Placement du bloqueur bronchique pédiatrique





X

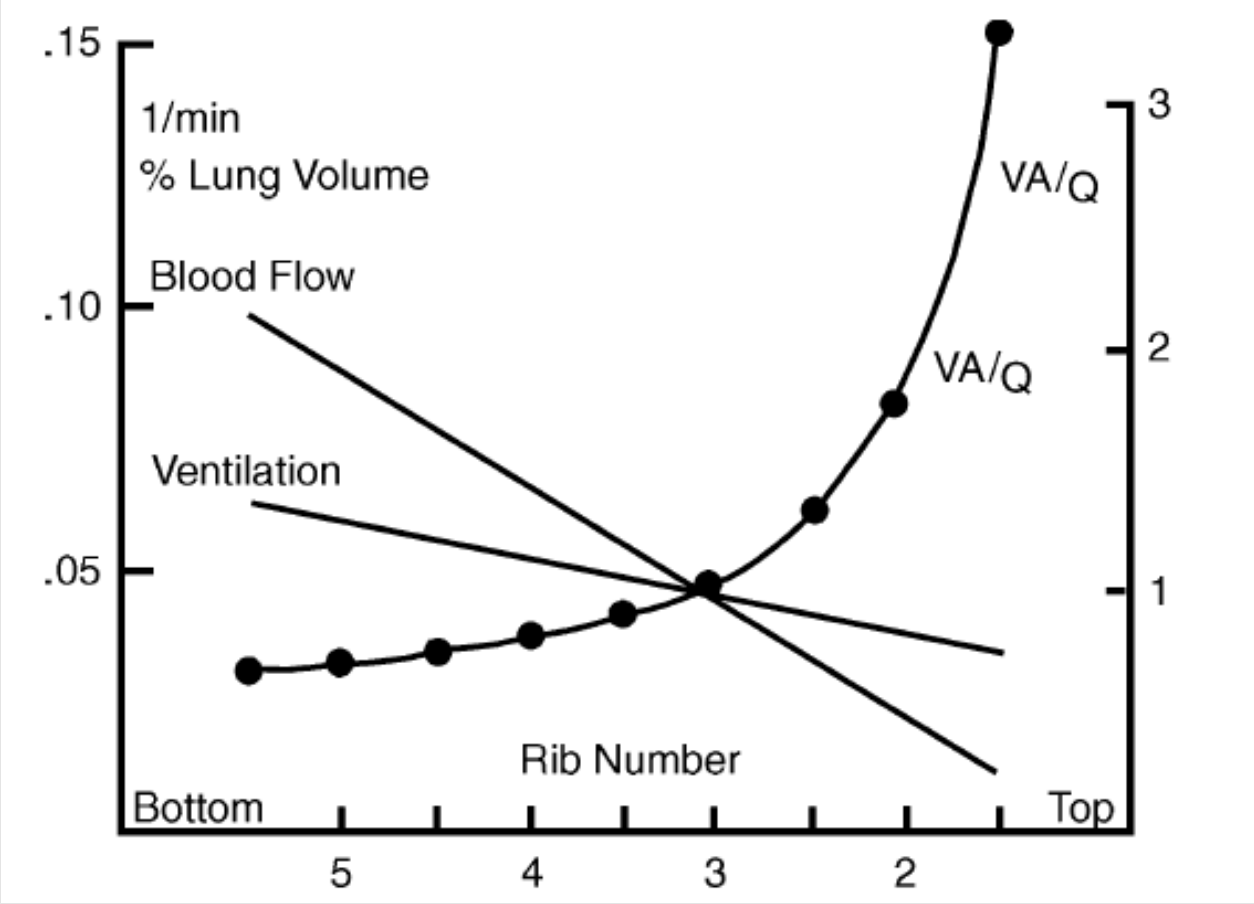
S. H. Wald et al. Br. J. Anaesth. 2005;94:92-94

Physiologie de la ventilation unipulmonaire

=

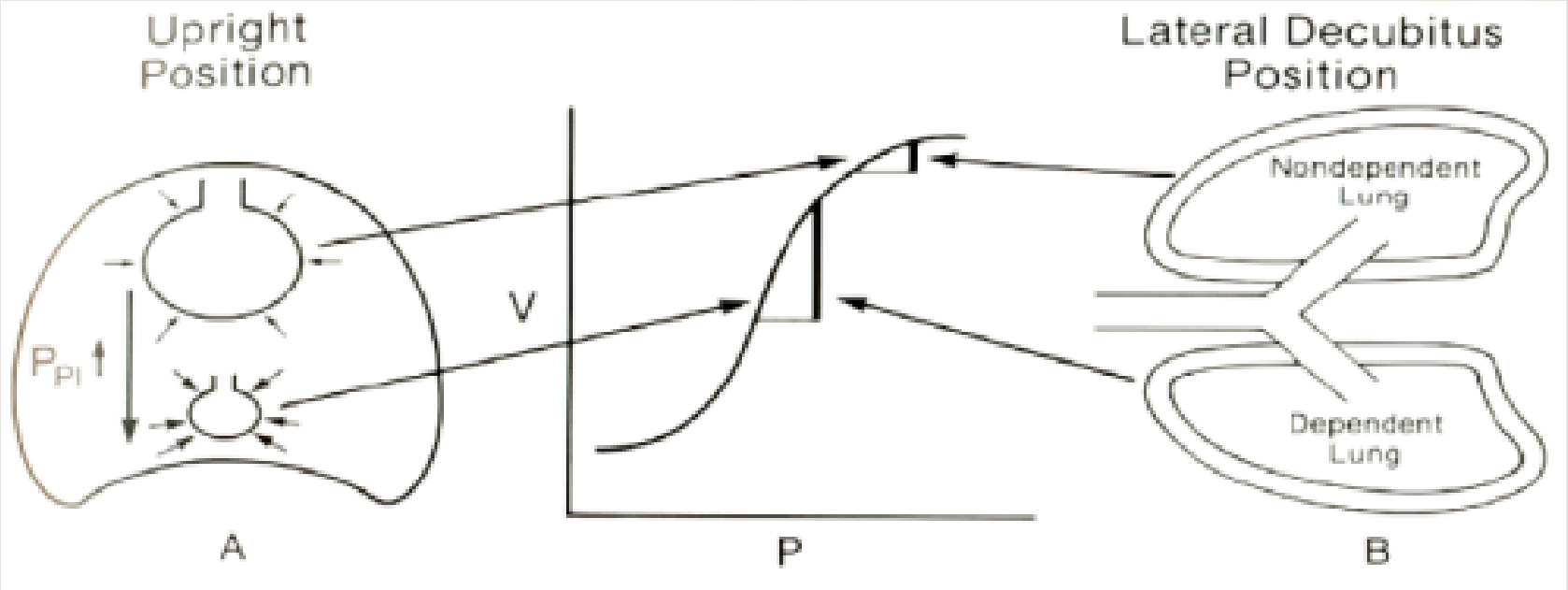
Rapport entre ventilation/perfusion

Distribution de la ventilation/perfusion : Large spectre au niveau du rapport V/Q



West JB. Respiratory physiology; 2000. p. 54

Distribution de la ventilation en position latérale chez l'adulte à thorax fermé

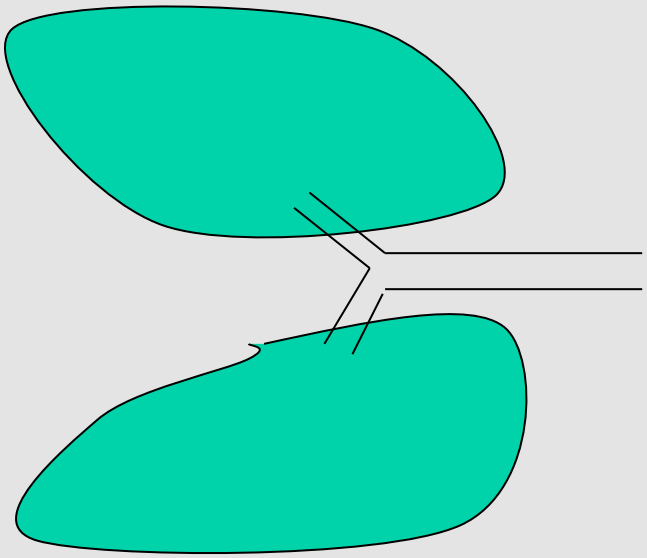


- Déplacement des unités alvéolaires du poumon supérieur vers le sommet de la courbe P-V: moins compliantes
- Localisation des unités alvéolaires du poumon inférieur sur le milieu de la courbe P-V: plus compliantes

<u>Chez l'adulte,</u> la distribution de la ventilation correspond le mieux à celle de la perfusion lors de la position latérale

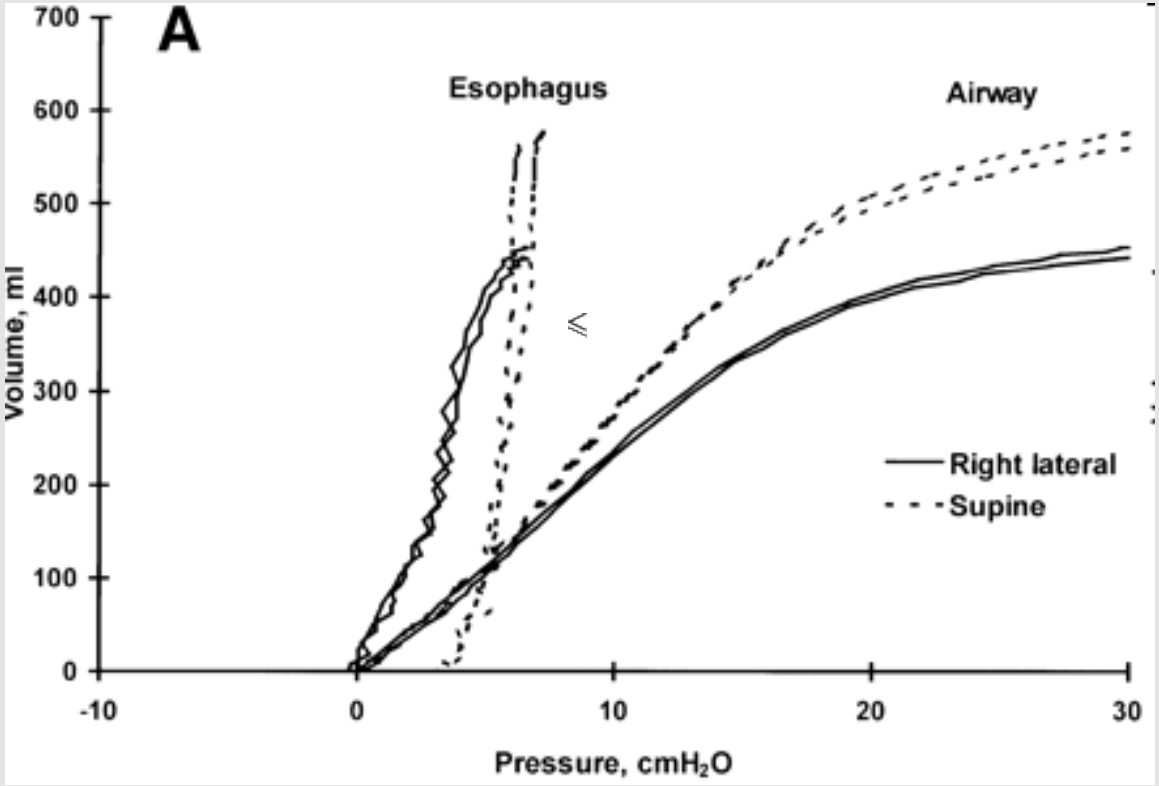
Chez le nourrisson et le jeune enfant la situation est moins favorable en position latérale

Problème de Compliance pulmonaire



Problème de plus faible gradient de pression hydrostatique

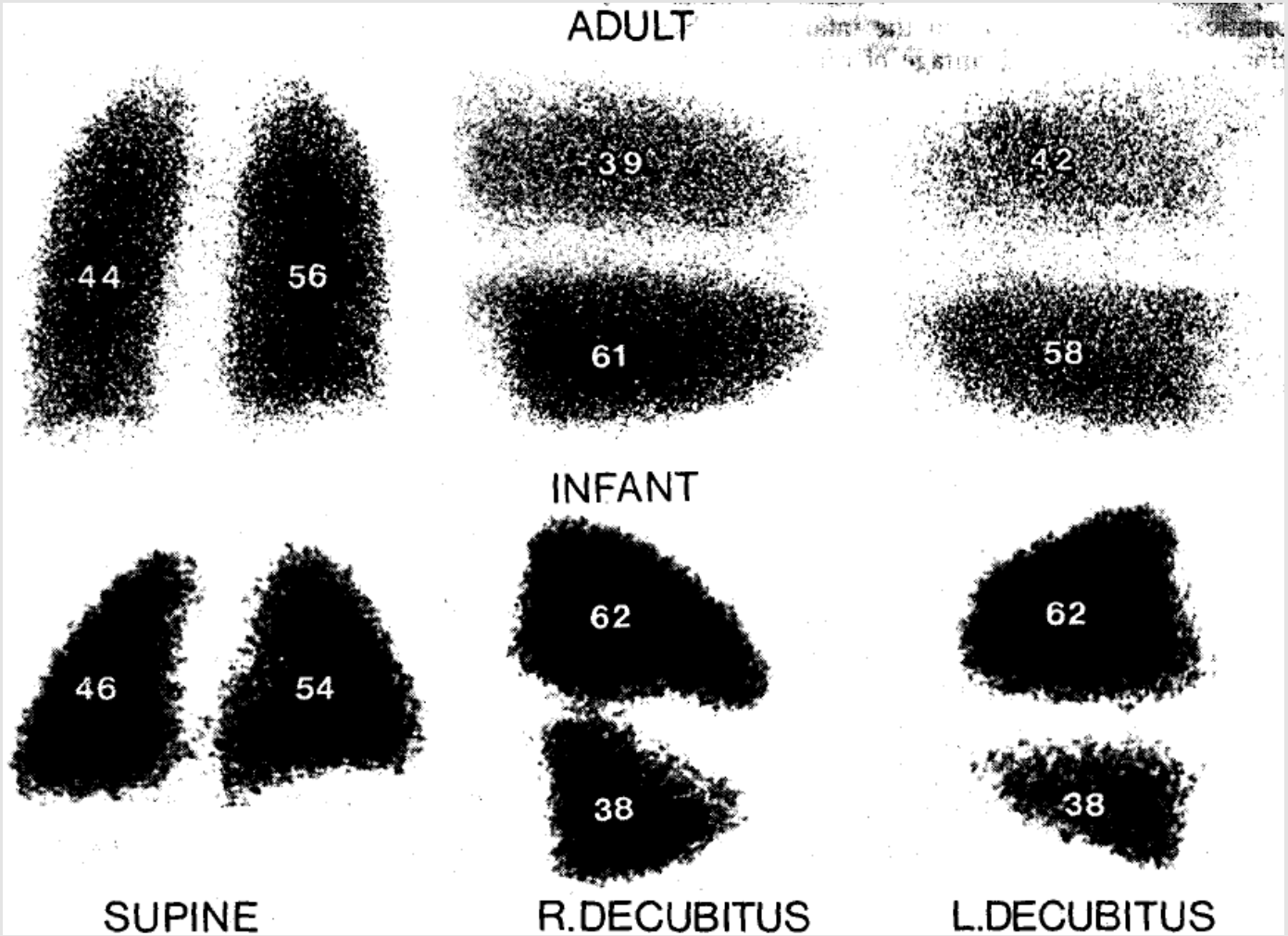
La pente de la courbe P-V est plus raide en position allongée qu'en décubitus latéral chez l'enfant < 2 ans



La Crs et la capacité inspiratoire sont 20% moindre en décubitus latéral qu'en position allongée.

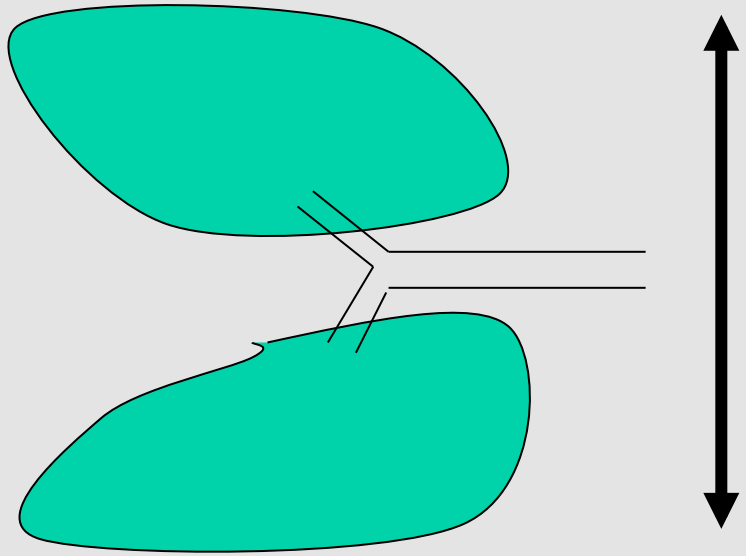
Ingimarsson J et al. Am J Respir Crit Care Med. 2000; 162:412-7.

La distribution de la ventilation chez le nourrisson est préférentielle au niveau du poumon non-dépendant



Heaf DP et al. N Engl J Med 1983;308:1505– 8

La distribution préférentielle de la perfusion au niveau du poumon dépendant est non existante chez le nourrisson



Le gradient de pression hydrostatique entre le poumon dépendant et le non-dépendant est moindre chez l'enfant du fait de sa taille

Le nourrisson et le jeune enfant sont plus sujets à l'hypoxémie en décubitus latéral

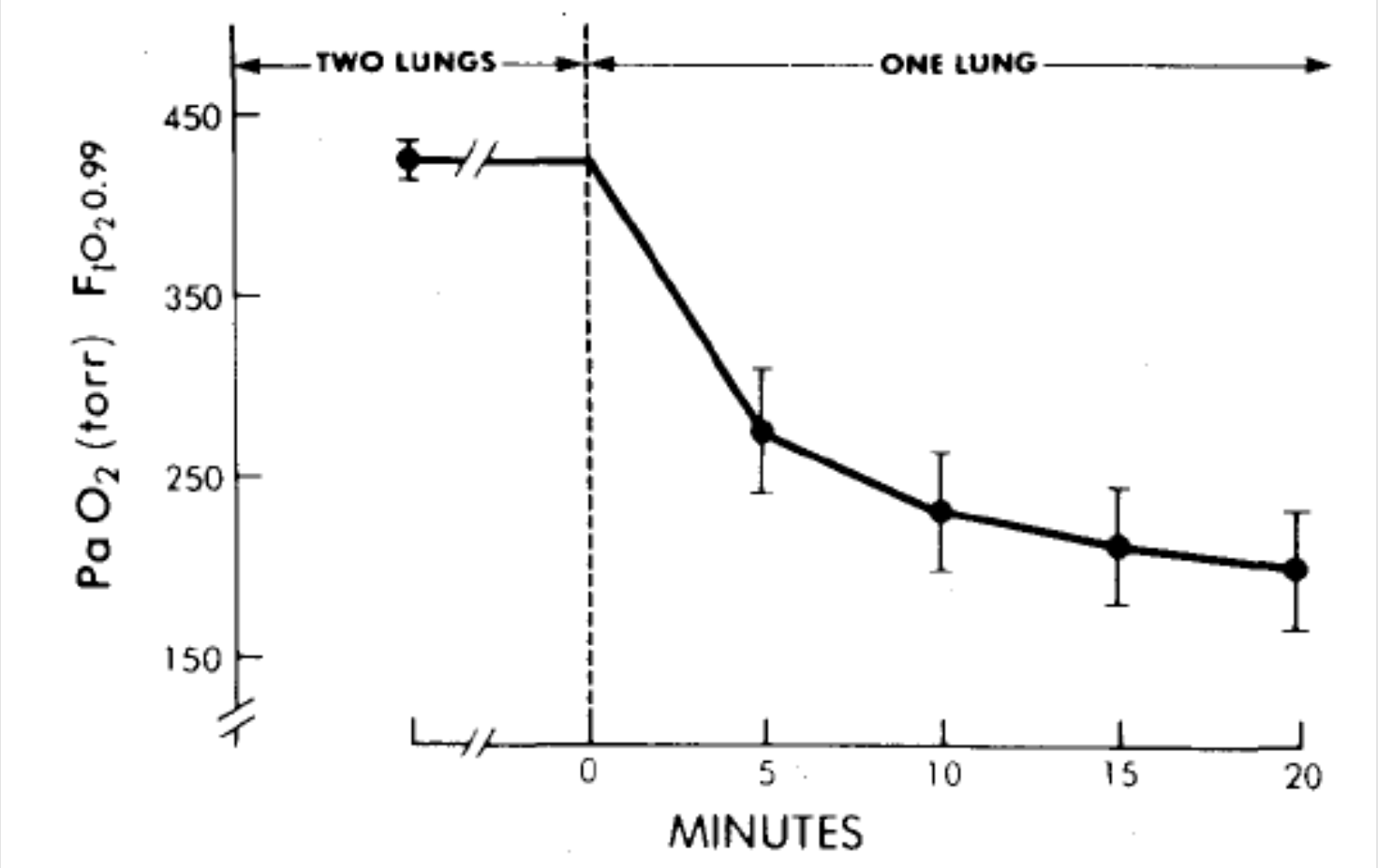
Facteurs aggravants:

- Augmentation de la consommation en oxygène

6-8 ml/kg/min vs. 2-4 ml/kg/min chez l'adulte

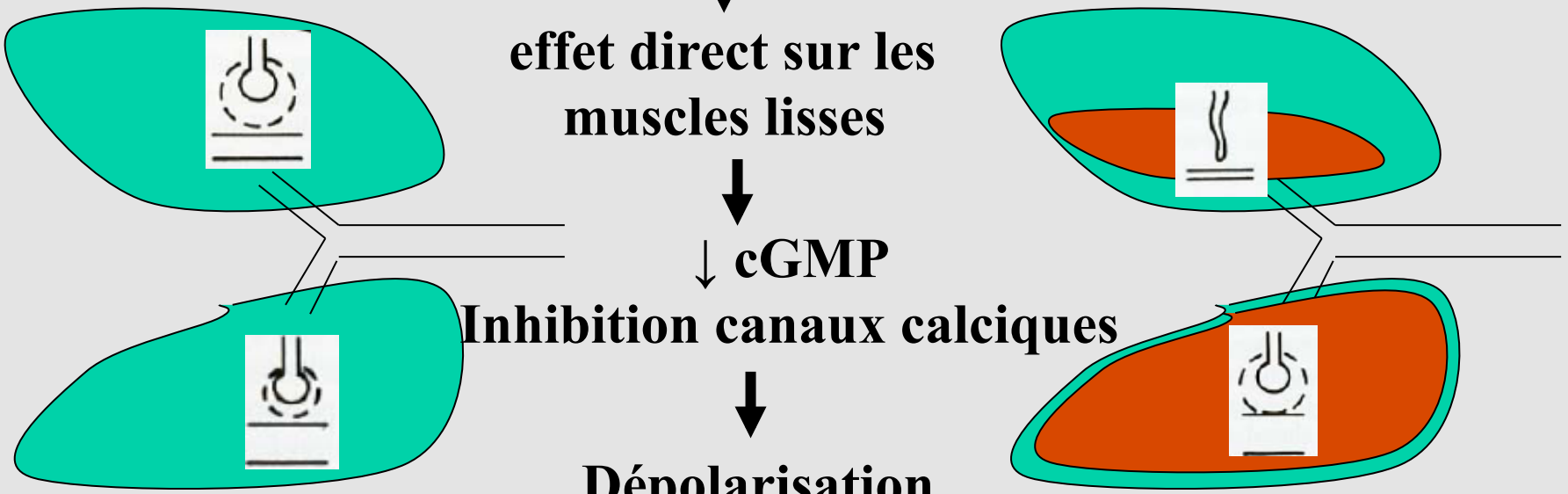
- **L'anesthésie** qui a un effet important sur la distribution de la ventilation et la CRF

Evolution de la Pression Partielle en Oxygène lors du passage en ventilation unipulmonaire



Katz J. et al. Anesthesiology 1982; 56:164-171

Rôle protecteur de la vasoconstriction hypoxique pour réduire le shunt



$\downarrow P_AO_2$

effet direct sur les muscles lisses

$\downarrow$ cGMP

Inhibition canaux calciques

Dépolarisation

Entrée Ca++

Vasoconstriction

$\uparrow$Qs/Qt

Facteurs influençant la vasoconstriction hypoxique

Potentialisent la VCH

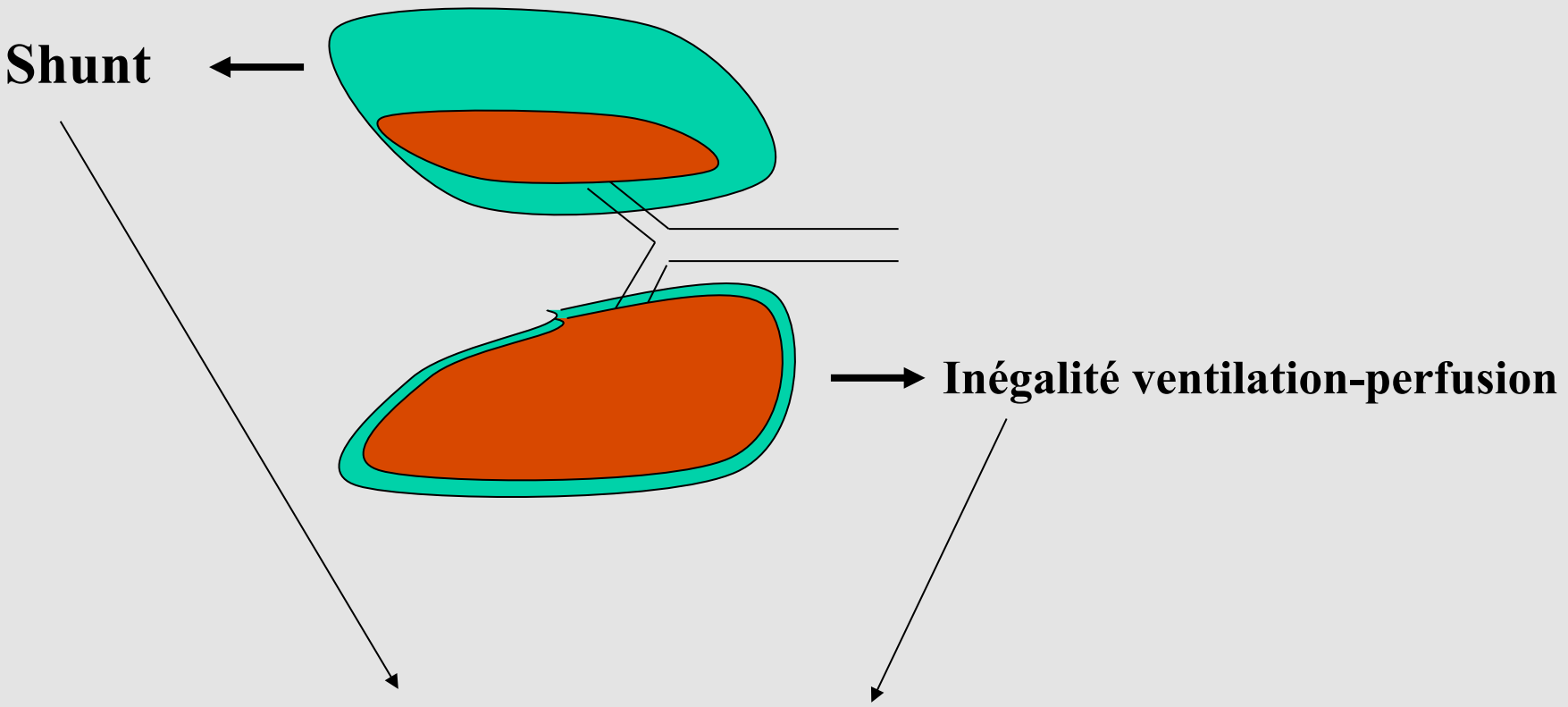
- Hypercapnie et acidose
- PvO_2 basse
- VCH maximale avec P_AO_2 entre 20 et 40 mmHg

Inhibent la VCH

- Hypocapnie et alcalose: Effet V-D direct
- PvO_2 élevée
- Halogénés
- Vasodilatateurs
- Bronchodilatateurs

Ψ ATTENTION à la VCH du poumon dépendant Ψ

- **Réduction FiO_2**
- **Pressions de ventilation et PEEP trop élevées**
- **Amines Vasoconstricteurs**


Shunt
Inégalité ventilation-perfusion
HYPOXEMIE

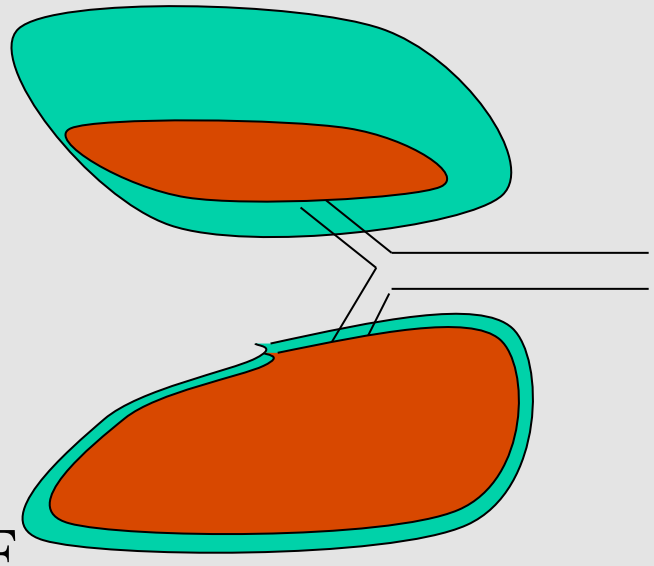
Conséquences physiopathologiques

- Hypoxémie
- Ischémie-reperfusion
- Lésions mécaniques au niveau du poumon collabé
- Hyperperfusion du poumon ventilé
- Lésions oxydatives dues à l'hyperoxie
  - ↗ perméabilité pulmonaire,
  - ↗ cellules inflammatoires.

Comment optimaliser l'oxygénation lors de la ventilation unipulmonaire ?

Stratégie intraopératoire lors de la Ventilation Unipulmonaire

Maintenir une certaine fonctionnalité au niveau des alvéoles du poumon non-dépendant → **Appliquer une CPAP**
Flux continu d'oxygène



Augmenter la CRF du poumon dépendant → **Recruter le poumon**
Appliquer une PEEP

Peropératoire:

PRVC ou Pression contrôlée

VT 4 à 6 ml/kg

Recrutement

PEEP à 5 cmH_2O

FiO_2 < 80%

↓

Ventilation protectrice

↘ **Volotrauma**

↘ **Barotrauma**

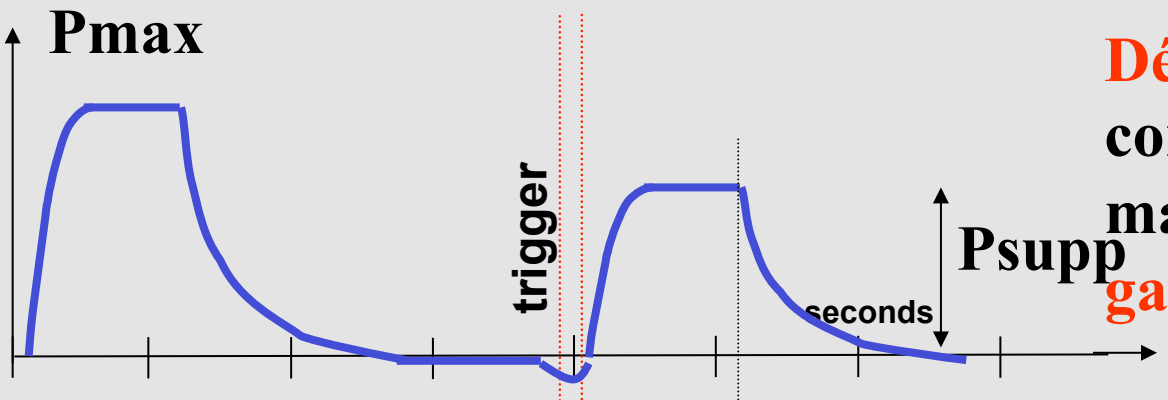
↘ **Atelectrauma**

↓

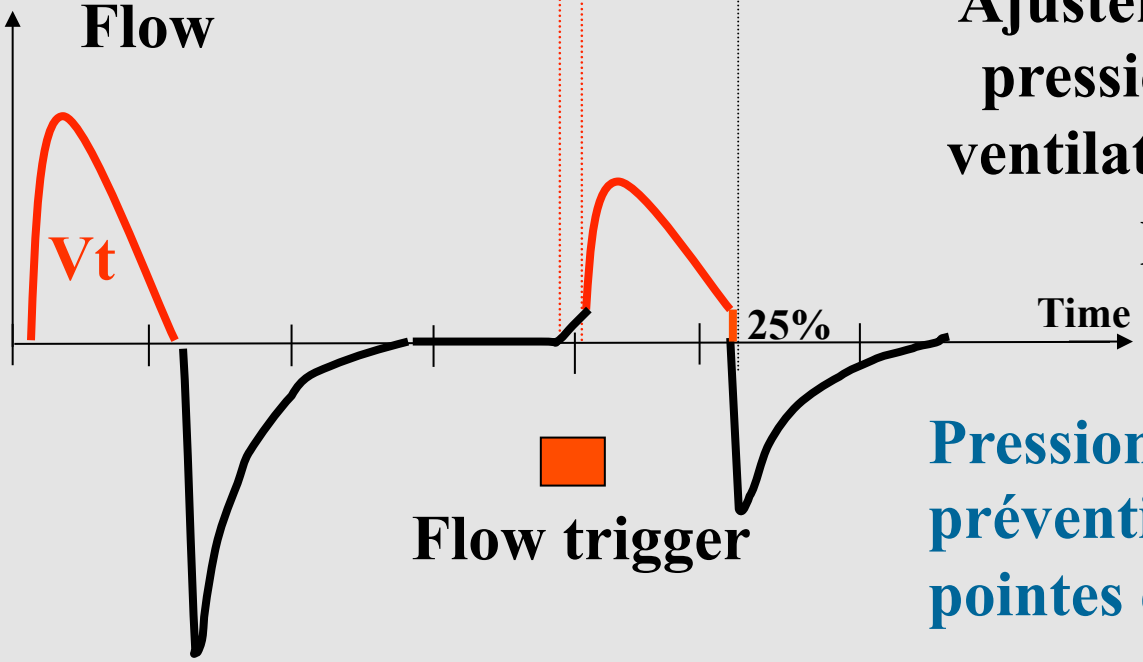
Lésion pulmonaire: ALI-ARDS

Inflammation
Chirurgie
Ischémie-Reperfusion
Transfusion
Infection

Volume contrôlé à régulateur de pression



Débit décélérant
comme en mode PC
mais avec volume garanti



Ajustement graduel de la pression générée par le ventilateur aux conditions pulmonaires

Pression des VA minimale et prévention des pressions de pointes élevées

VCRP = mode de ventilation de choix dans la chirurgie thoracique

- **Changements rapides de la compliance et/ou des résistances pulmonaires : thoracoscopie, position**

- **Débits élevés requis pour aérer le poumon déclive (atélectasies)**

- **Diminution des pressions de pointes ventilatoires (emphysème, barotraumatisme)**

- **Présence fréquente d'HRB (infection, ….)**

Marraro G. Ped Crit Care Med 2003; 4: 8-20

Comment régler les paramètres

Etablir d'abord le volume courant désiré avec la pression contrôlée

Changer au VCRP

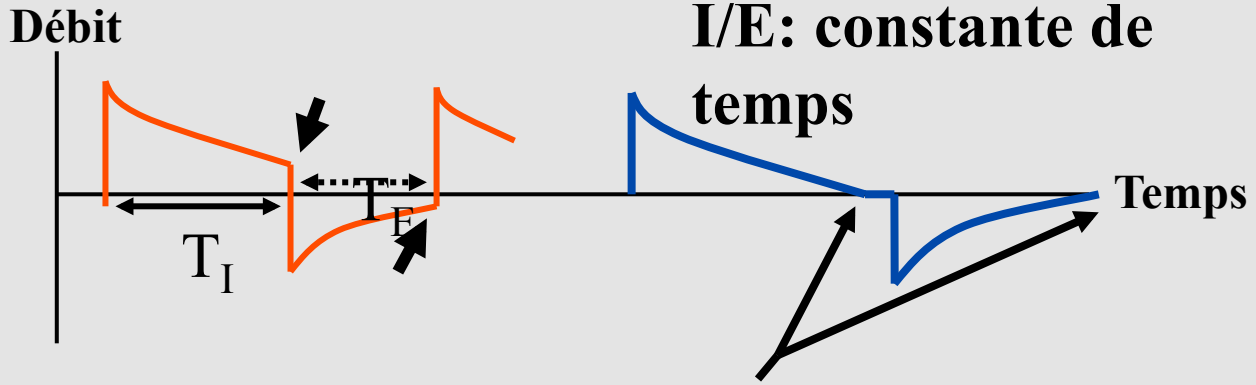
PEP: 5 cm H_2O

Pression maximale (30 cm H_2O)

Fréquence respiratoire

I/E: constante de temps

Pente AI



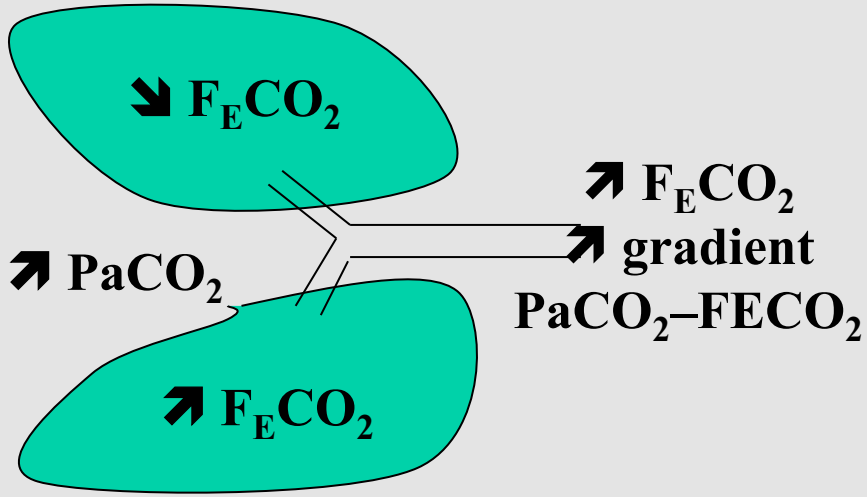
La F_ECO_2 n'est plus un paramètre fiable: ↗gradient (P_aCO_2 - F_ECO_2) en décubitus latéral

- **Surveillance gazométrique:**

  Evaluer l'inhomogénéité ventilatoir, la $PaCO_2$ et le gradient ($PaCO_2$–$FECO_2$)

- **Capnometrie: variation de la F_ECO_2**

↘ brutale F_ECO_2 > 5 mmHg (1 kPa)



Mauvaise distribution de la perfusion entre le poumon ventilé et le non-ventilé

Signe d'alarme précoce que de désaturation en VUP

- **L'hypercapnie est souvent bien tolérée et peut aussi s'avérer bénéfique en renforçant la VPH et en améliorant Qc (effet PvO_2)**

Attitude en cas de ↘ SaO_2

Inhomogénéité V/Q

↗ FiO_2 sans dépasser 80%

Poumon collabé: Réexpandre « doucement »
CPAP 5–10 cm H_2O ou vent manuelle

Poumon ventilé:
Recrutement alvéolaire
ajuster PEEP

Malposition SDL/BB

Trop distale → ventilation uni-lobaire
Trop proximale → obstruction trachée
risque d'hyperinflation dynamique

↓

Fibroscopie de contrôle
Réajustement

Obstruction lumière bronchique/trachéale

(caillots sanguins, sécrétions)

↓

Reprendre ventilation en manuel

↓

Passage sonde d'aspiration
dans le canal de ventilation

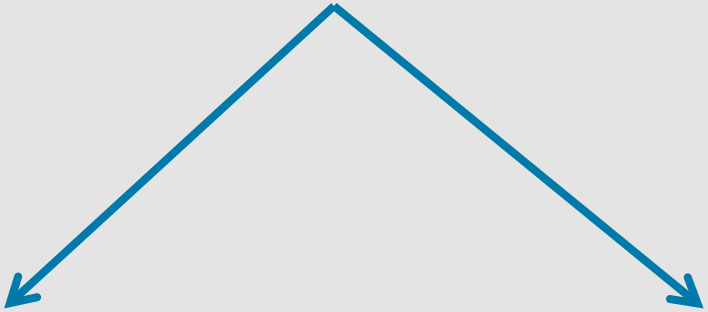
Oedème pulmonaire

Lésionnel, cardiogénique, surcharge ?

↓

↗ PEEP poumon ventilé déclive
CPAP sur poumon opéré
Inotropes, diurétiques, salbutamol

Attitude en cas d'hypotension, hypovolémie



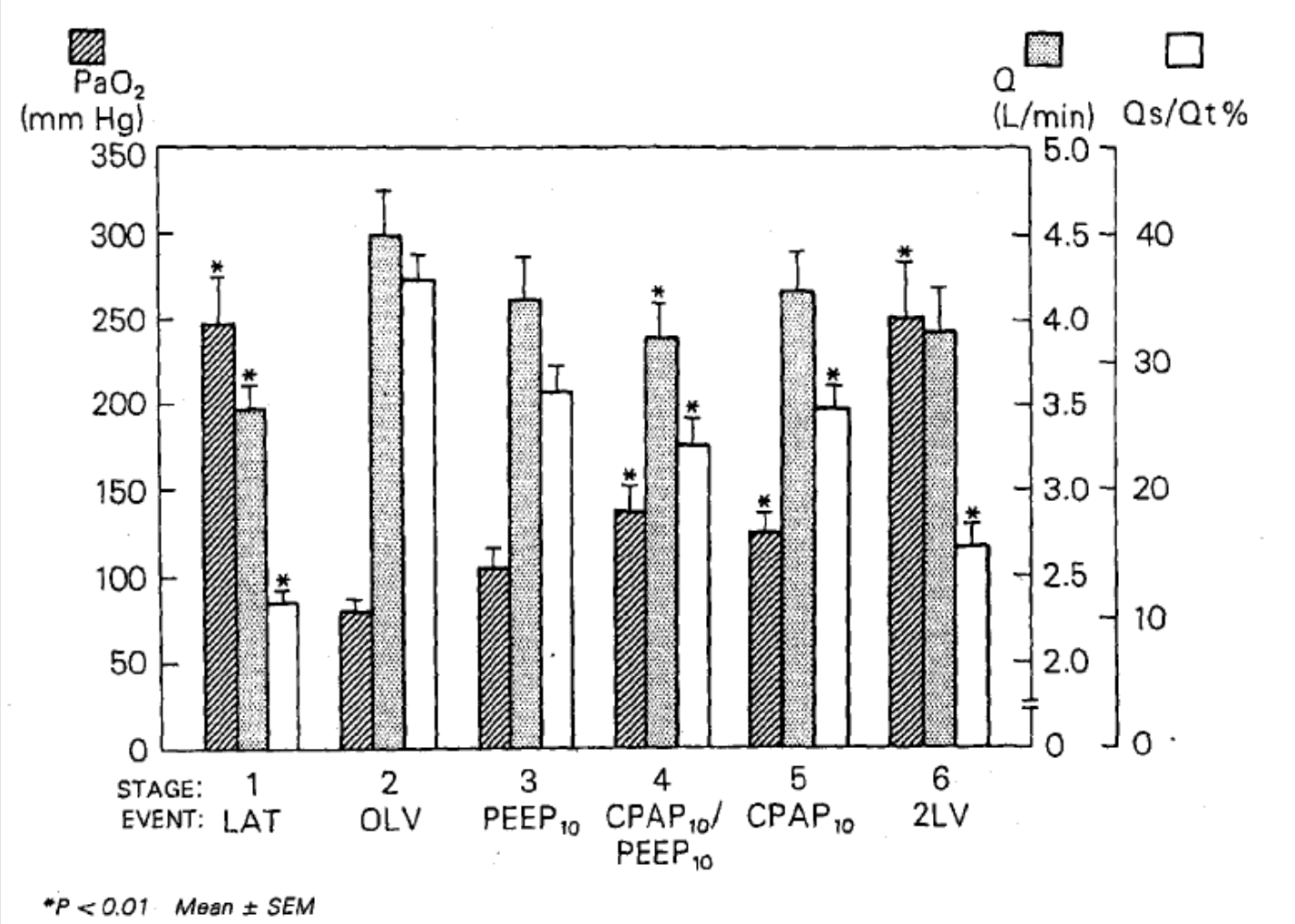
Remplissage liquidien
agents vasopresseurs et/ou inotropes

↗ Espace mort physiologique (V_D/V_T)



↘ fréquence respiratoire,
↗ temps expiratoire si
hyperinflation dynamique

L'application d'une CPAP au poumon non-dépendant représente la manœuvre la plus efficace sur l'oxygénation et l'hémodynamique



Cohen E et al. J Cardiothoracic Anesth 1988; 2:34-40.

Stratégies pour améliorer les échanges gazeux



Manœuvres de recrutement
Ajustement de la PEEP

Optimisation Hémodynamique



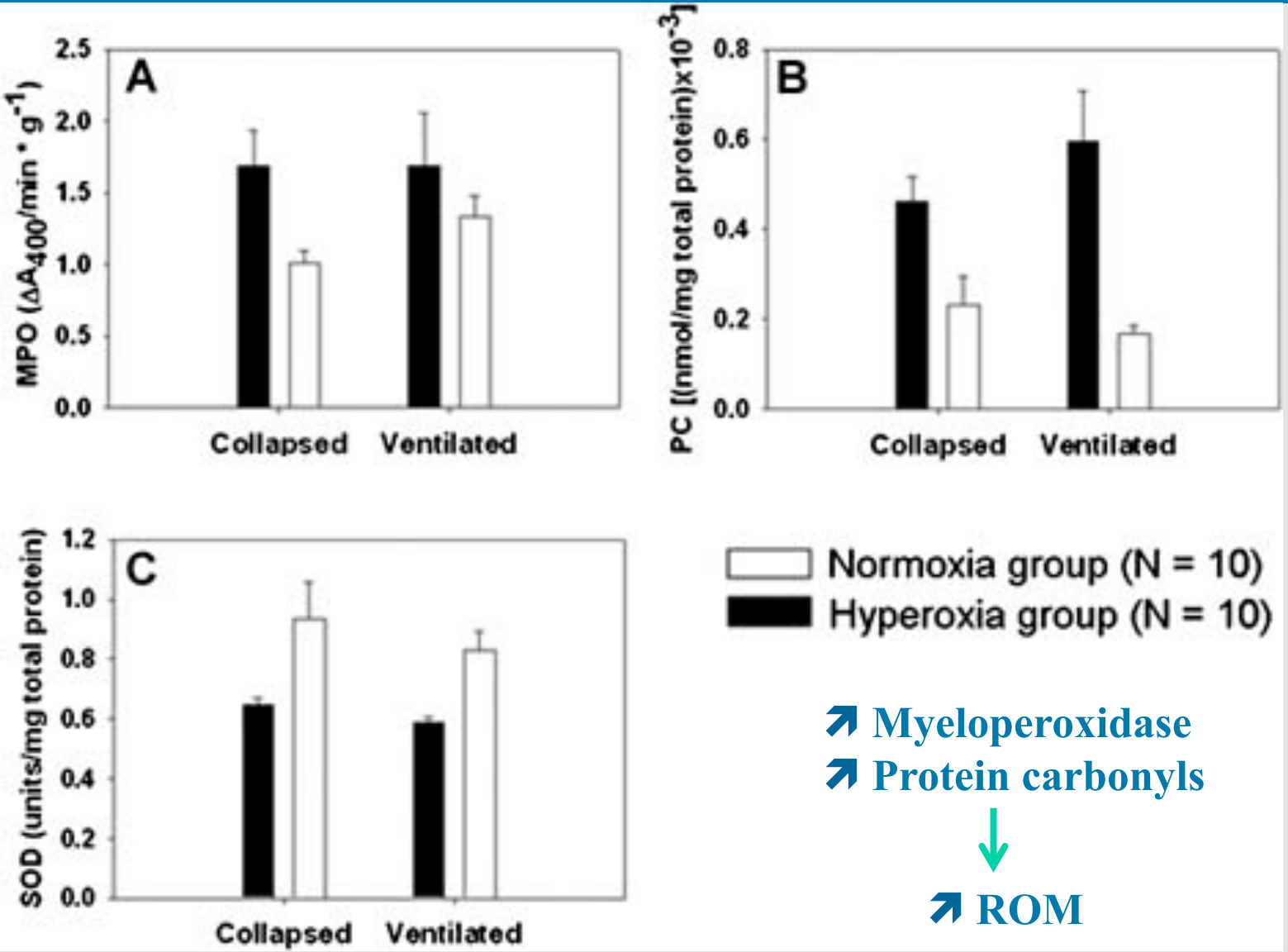


Restaurer la CRF

Augmentation DSP

Volume pulmonaire et Débit Sanguin participant aux échanges gazeux

Hyperoxie lors de la VUP: ↗ marqueurs de la réponse oxydative et inflammatoire



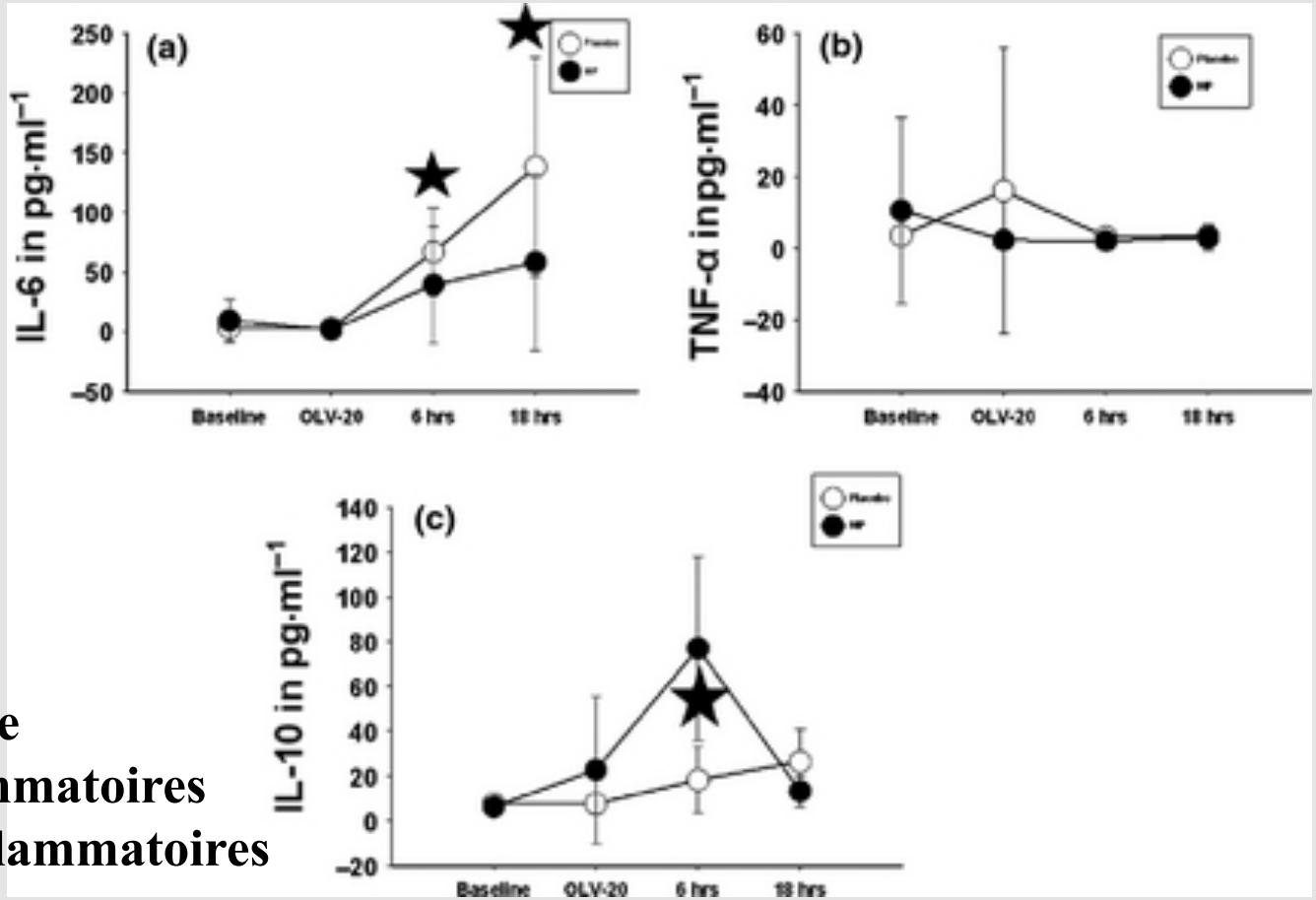
Theroux MC et al. Pediatric Pulmonology 2012; 47: 979-986

Methylprednisolone ↘ l'inflammation et améliore le outcome après ventilation unipulmonaire chez l'enfant

RCT n= 28
2mg/kg
dose unique

↓

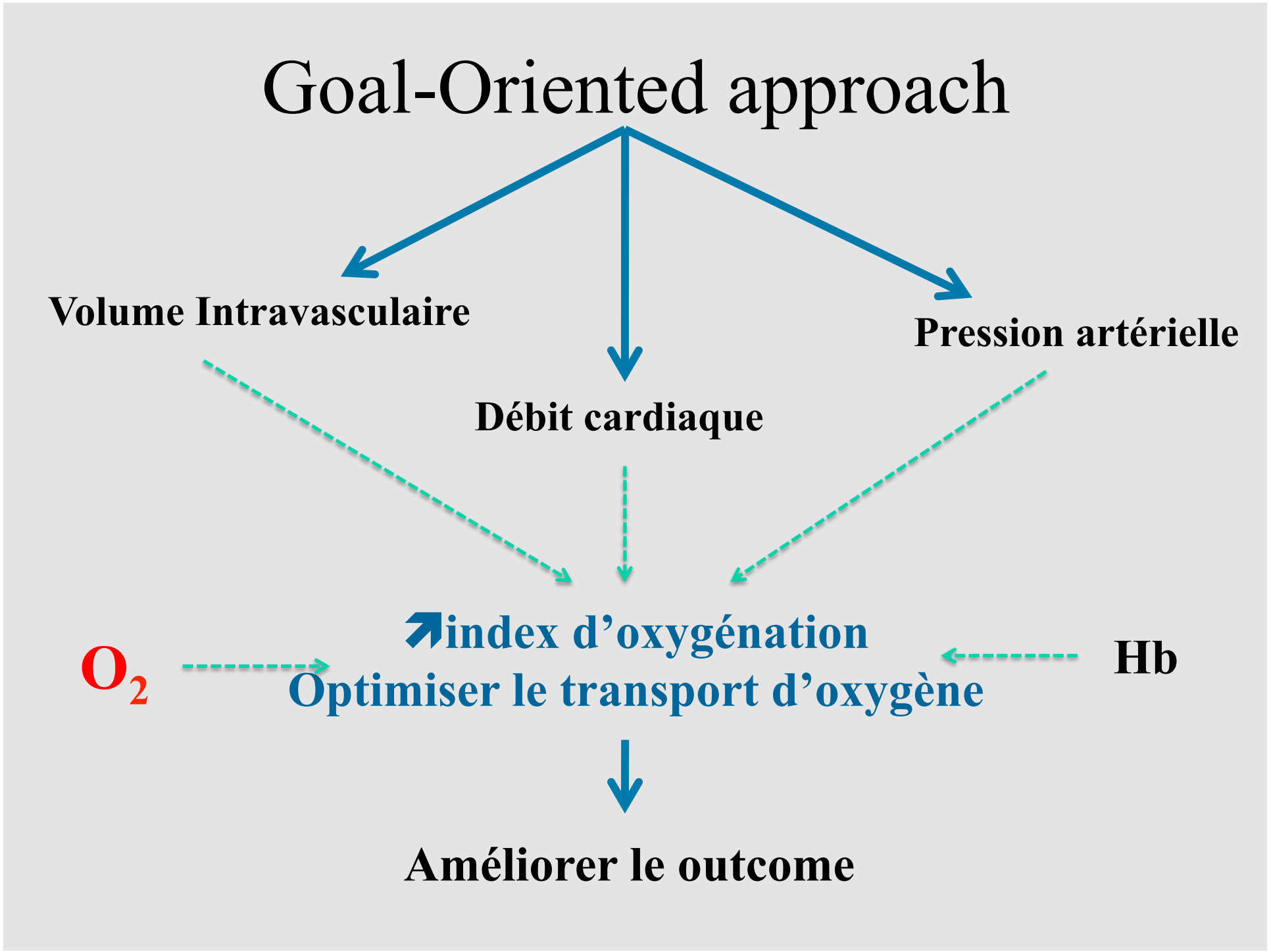
↗ Stabilité physiologique
↘ marqueurs pro-inflammatoires
et ↗ marqueurs anti-inflammatoires



Theroux MC et al. Pediatr Anesth 2015; ePub ahead

Que retenir ?

- **La Ventilation Unipulmonaire : comprendre la Physiologie et interpréter les paramètres**
- Ne pas oublier **l'interaction coeur-poumon**
- **Prévention du shunt au niveau poumon non-dépendant:**
  - **Appliquer un flux continu en oxygène**
- **Prévention de l'inégalité ventilation/perfusion au niveau du poumon dépendant:**
  - **Elever la CRF: PEEP à 6 cm H_2O**
  - **« Recrutement alvéolaire »: à chaque déconnexion, aspiration**
  - Eviter une concentration en O_2 à 100%: Maintenir à 80% O_2 , pour éviter l'atélectasie de résorption et les lésions par hyperoxie
  - **Ventilation protective:** Hypercapnie modérée permissive


Goal-Oriented approach
Volume Intravasculaire
Débit cardiaque
Pression artérielle
index d'oxygénation
Optimiser le transport d'oxygène
O2
Hb
Améliorer le outcome

JOIN THE CLINICAL TRIAL NETWORK!

ESA Clinical Trial Network



NECTARINE

NEonate-**C**hildren audi**T** of **A**naesthesia p**R**actice **IN** **E**urope

Epidemiology of morbidity and mortality in neonatal anaesthesia:

A European prospective multicentre observational audit of clinical practice



Further information:

www.esahq.org/research

NECTARINE@esahq.org

To register your Institution fill in the "Call for Centres form" online

www.esahq.org/ctnform

Register your Institution now!

ESA Clinical Trial Network