



27^e Congrès francophone
ACTUALITÉS EN RÉANIMATION
Médecine Intensive, Surveillance Continue
et Urgences Graves

Lyon, 7 et 8 décembre 2023

SDRA

Personnalisation de la ventilation



Dr Lise Piquilloud
Service de Médecine Intensive Adulte
CHUV, Lausanne, Suisse

Liens d'intérêt

- Oratrice pour des symposium industriels pour:
 - Getinge
 - Hamilton medical
 - Fisher and Paykel
 - Air liquide Medical System
 - Medtronic
 - GE Healthcare
- Activités de consultant pour Lowenstein, Lungpacer, Getinge

Syndrome de détresse respiratoire aiguë

Pathologie inflammatoire du poumon responsable d'une insuffisance respiratoire hypoxémique

Définition de Berlin 2012

Table 3. The Berlin Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome

Acute Respiratory Distress Syndrome	
Timing	Within 1 week of a known clinical insult or new or worsening respiratory symptoms
Chest imaging ^a	Bilateral opacities— not fully explained by effusions, lobar/lung collapse, or nodules
Origin of edema	Respiratory failure not fully explained by cardiac failure or fluid overload Need objective assessment (eg, echocardiography) to exclude hydrostatic edema if no risk factor present
Oxygenation ^b	
Mild	$200 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mm Hg}$ with PEEP or CPAP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}^c$
Moderate	$100 \text{ mm Hg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mm Hg}$ with PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$
Severe	$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100 \text{ mm Hg}$ with PEEP $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$

Syndrome de détresse respiratoire aiguë

Pathologie inflammatoire du poumon responsable d'une insuffisance respiratoire hypoxémique

Définition de Berlin 2012

Table 3. The Berlin Definition of Acute Respiratory Distress Syndrome

Acute Respiratory Distress Syndrome	
Timing	Within 1 week of a known clinical insult or new or worsening respiratory symptoms
Chest imaging ^a	Bilateral opacities—not fully explained by effusions, lobar/lung collapse, or nodules
Origin of edema	Respiratory failure not fully explained by cardiac failure or fluid overload Need objective assessment (eg, echocardiography) to exclude hydrostatic edema if no risk factor present
Oxygenation ^b	
Mild	200 mm Hg < PaO ₂ /FIO ₂ ≤ 300 mm Hg with PEEP or CPAP ≥5 cm H ₂ O ^c
Moderate	100 mm Hg < PaO ₂ /FIO ₂ ≤ 200 mm Hg with PEEP ≥5 cm H ₂ O
Severe	PaO ₂ /FIO ₂ ≤ 100 mm Hg with PEEP ≥5 cm H ₂ O

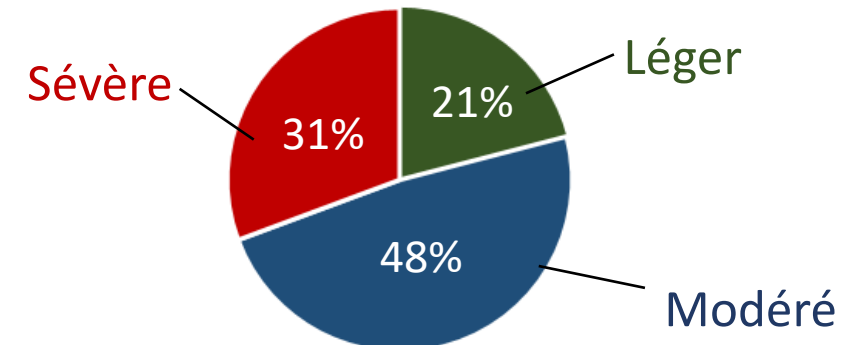
The ARDS Definition Task Force. JAMA 2012;307(23):2526-2533

Grande diversité de patients

Différentes étiologies

Pulmonaires primaires
Autres

Sévérité variable



Bellani et al. JAMA. 2016;315(8):788-800

ESICM guidelines on acute respiratory distress syndrome: definition, phenotyping and respiratory support strategies











Intensive Care Med. 2023; 49: 727-759

- Approche «basée sur l'évidence»
- Revue systématique, études randomisées portant sur des patients avec critères de SDRA (définition Berlin et antérieure)
- Métaanalyse pour chaque question PICO
- Recommandations basées sur
 - Degré d'évidence (GRADE)
 - Opinion des experts (pratique clinique)

➔ Approche globale de type «one size fits all»









ESICM guidelines 2023 en résumé (ventilation invasive)

Intensive Care Med. 2023; 49: 727-759

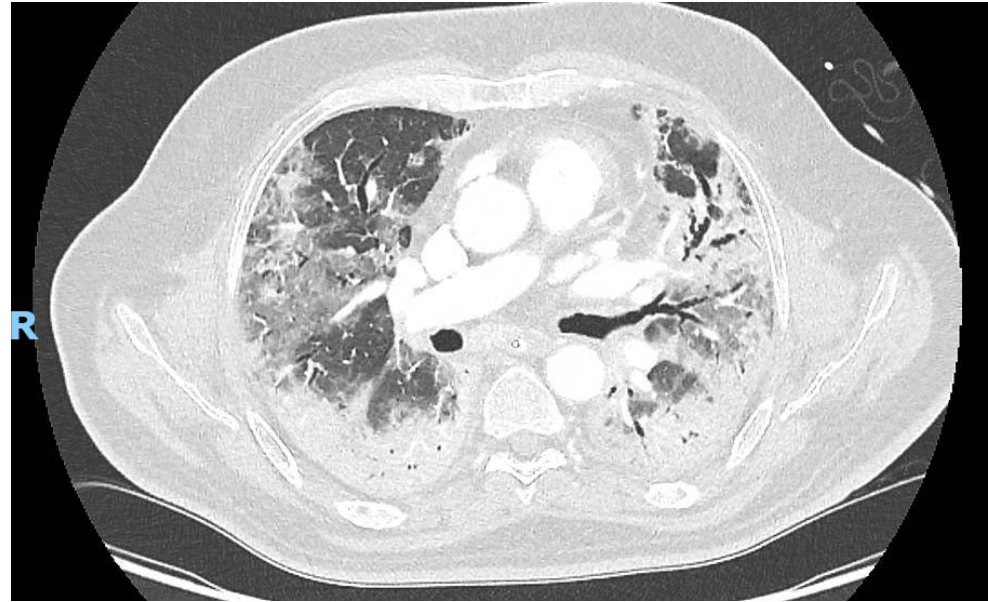
Domaine (VI)	Recommandation(s)	Evidence
Volume courant	<ul style="list-style-type: none">VT bas (4-8 ml/kg PBW) recommandé	 HIGH LEVEL OF EVIDENCE
PEP	<ul style="list-style-type: none">Pas de recommandation pour ou contre haute ou basse PEP (en systématique)	 HIGH LEVEL OF EVIDENCE
Manœuvres recrutement	<ul style="list-style-type: none">Pas de manœuvre de recrutement systématique	 MODERATE LEVEL OF EVIDENCE  HIGH LEVEL OF EVIDENCE
Position ventrale	<ul style="list-style-type: none">Oui si PaO₂/FIO₂ < 150 mmHg après optimisation réglages (pour >16h)	 HIGH LEVEL OF EVIDENCE
Curare	<ul style="list-style-type: none">Pas en systématique (infusion continue)	 MODERATE LEVEL OF EVIDENCE
ECMO	<ul style="list-style-type: none">Oui selon critères EOLIA (centres expérimentés)	 MODERATE LEVEL OF EVIDENCE
ECCO ₂ R	<ul style="list-style-type: none">Non	 HIGH LEVEL OF EVIDENCE

ESICM guidelines 2023 en résumé (ventilation invasive)

Intensive Care Med. 2023; 49: 727-759

Domaine (VI)	Recommandation(s)	Evidence
Volume courant	<ul style="list-style-type: none">VT bas (4-8 ml/kg PBW) recommandé	 HIGH LEVEL OF EVIDENCE
PEP	<ul style="list-style-type: none">Pas de recommandation pour ou contre haute ou basse PEP (en systématique)	 HIGH LEVEL OF EVIDENCE
Manœuvres recrutement	<ul style="list-style-type: none">Pas de manœuvre de recrutement systématique	 MODERATE LEVEL OF EVIDENCE  HIGH LEVEL OF EVIDENCE
Position ventrale	<ul style="list-style-type: none">Oui si $\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 < 150$ mmHg après optimisation réglages (pour >16h)	 HIGH LEVEL OF EVIDENCE
Curare	<ul style="list-style-type: none">Pas en systématique (infusion continue)	 MODERATE LEVEL OF EVIDENCE
ECMO	<ul style="list-style-type: none">Oui selon critères EOLIA (centres expérimentés)	 MODERATE LEVEL OF EVIDENCE
ECCO₂R	<ul style="list-style-type: none">Non	 HIGH LEVEL OF EVIDENCE

Comment optimiser la ventilation de ce patient?

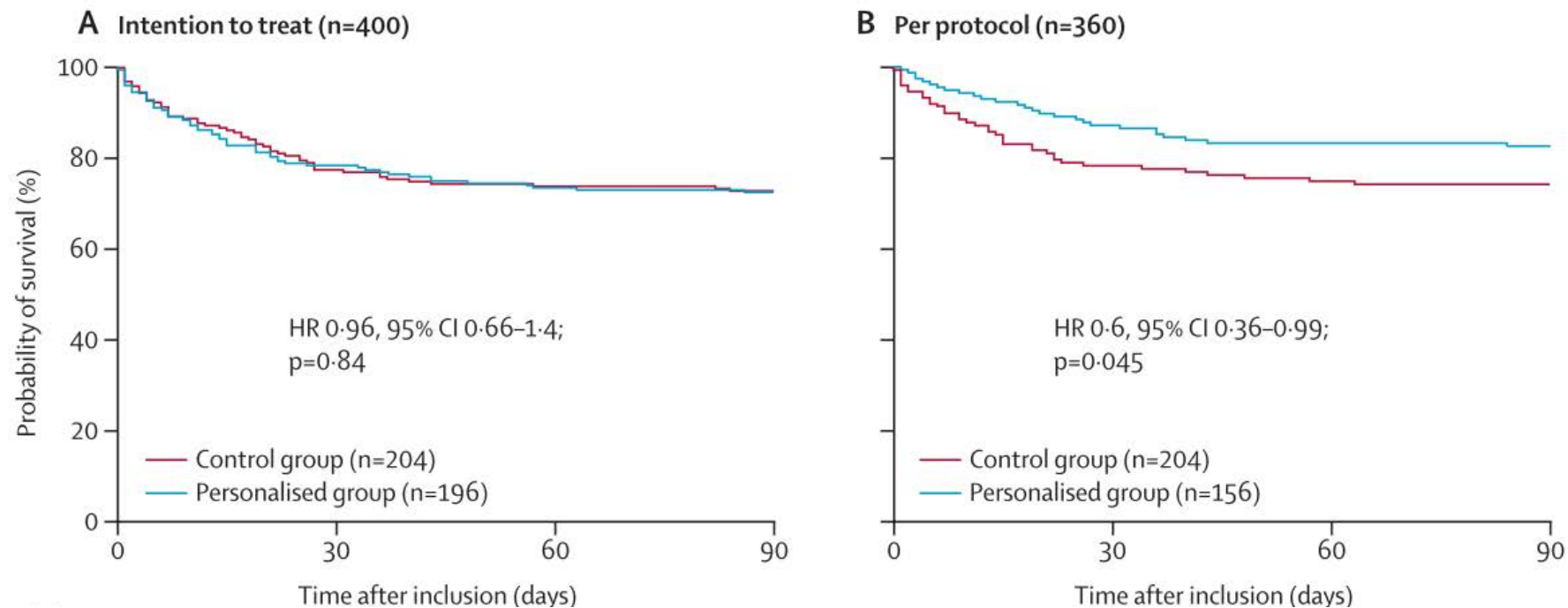


Pas de réponse dans les guidelines...

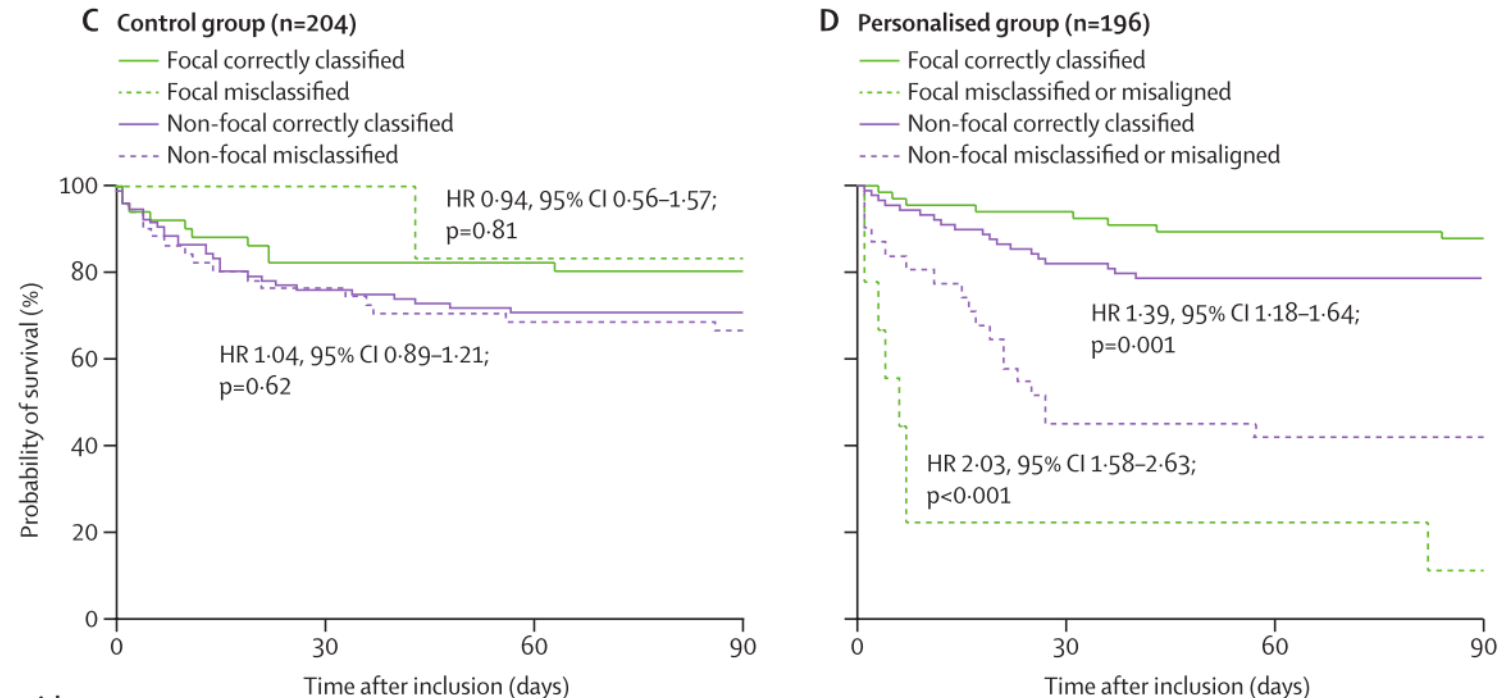
Individualiser en fonction des caractéristiques du patient?

Stratégie ventilatoire selon aspect focal/diffus (imagerie)

- Groupe «Standard of care» (Vt 6 ml/kg poids prédit, PEP selon PEP /FIO₂ table (basse) , ventral conseillé)
- Intervention :
 - SDRa focal: Vt 8 ml/kg poids prédit, PEP 5-9 cmH₂O, ventral
 - SDRa diffus: Vt 6 ml/kg poids prédit, manoeuvres recrutement, PEP pour Pplateau à 30 cmH₂O



Stratégie ventilatoire selon aspect focal/diffus (imagerie)



➔ Mortalité très élevée chez les patients mal classés (et donc ventilés selon la mauvaise stratégie) ➔ Probable intérêt +++ à individualiser les réglages!!!

Aperçu de la physiologie /physiopathologie des patients souffrant de SDRA



Compliance
Parenchyme aéré /taille
du «baby lung
Pression motrice



Optimisation VT



Recrutabilité
Espace mort



Optimisation PEP



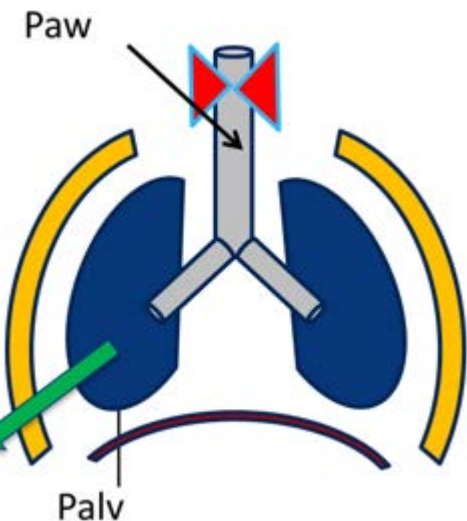
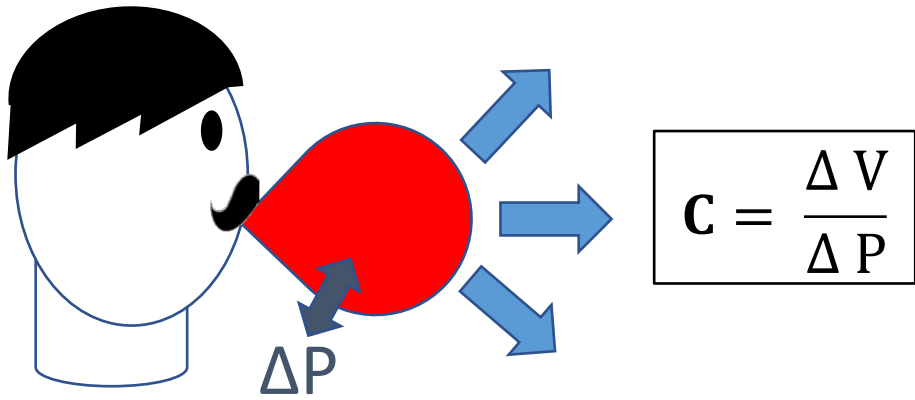
Pression de
fermeture/ouverture des
voies aériennes



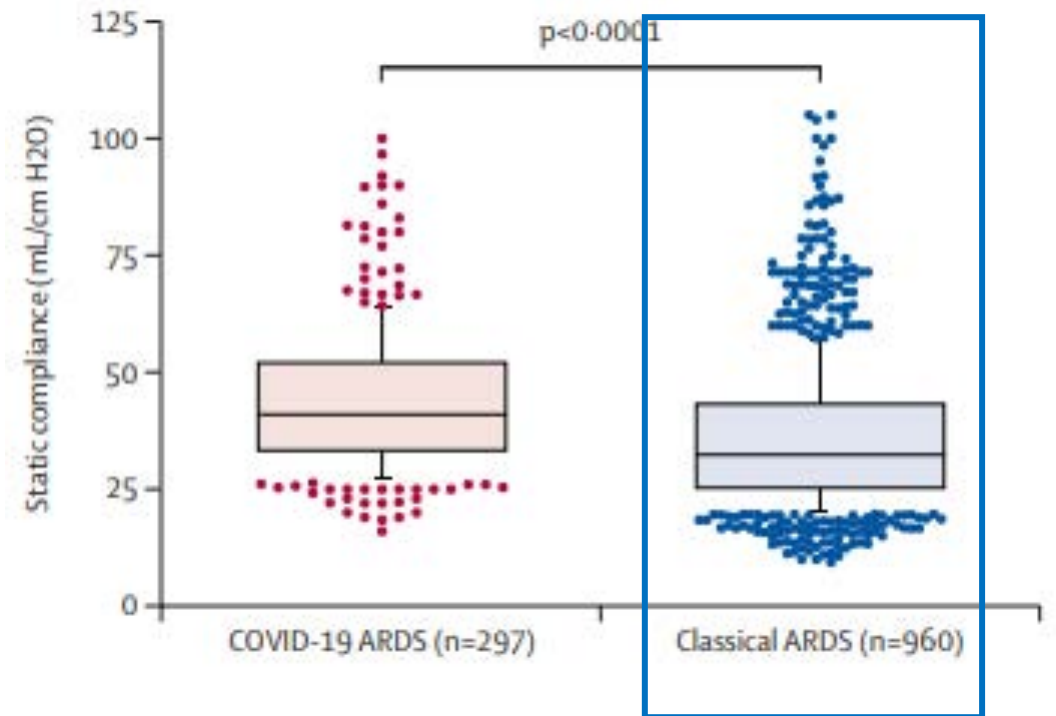
PEP minimale

SDRA et compliance : variabilité +++

Compliance : distensibilité d'un compartiment fermé

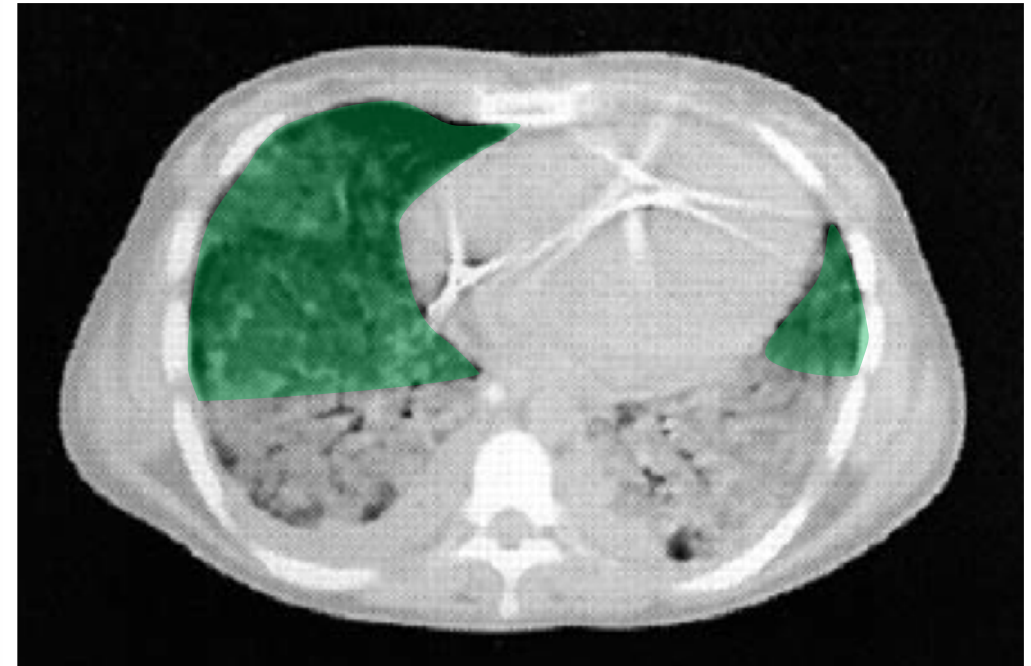
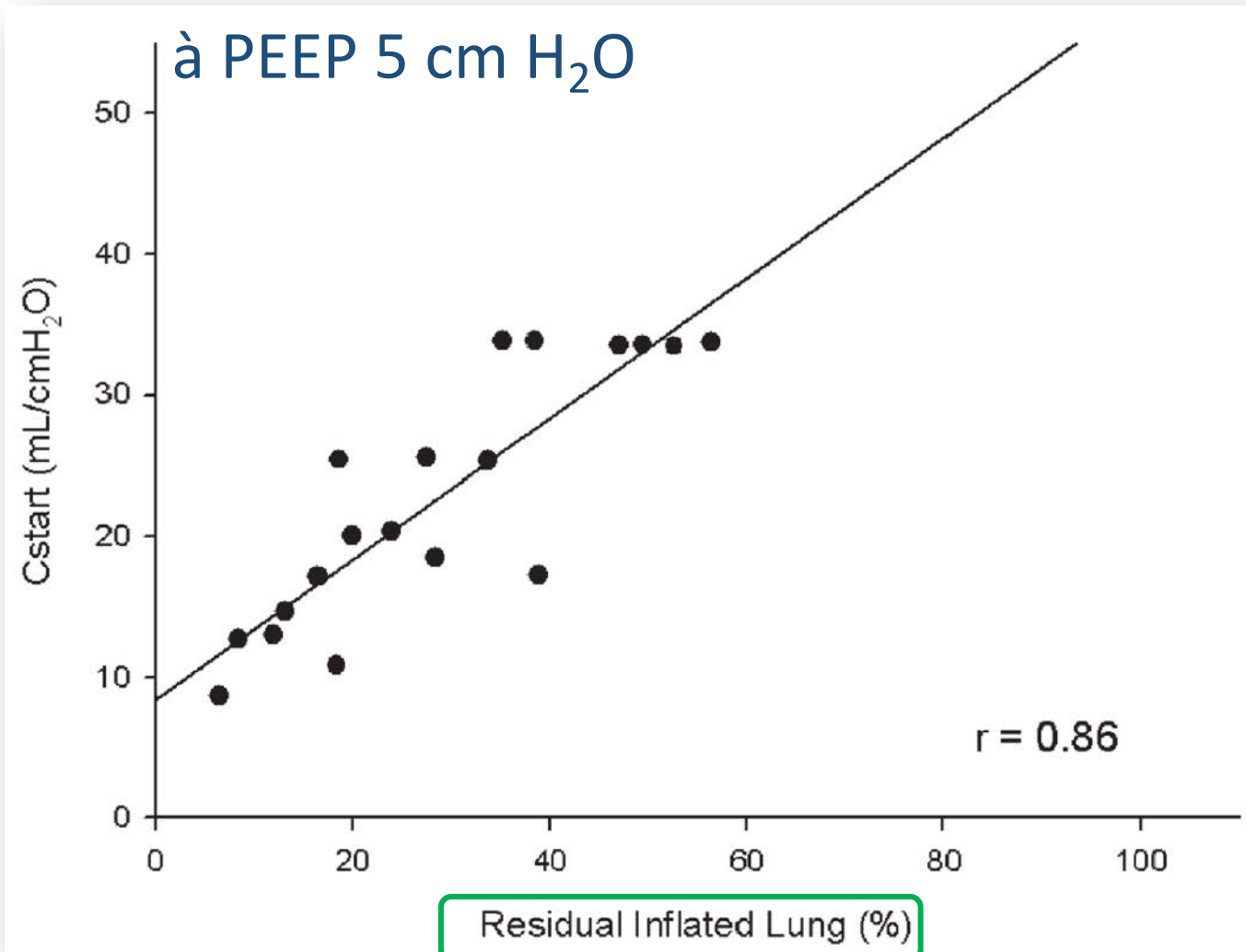


$$C_{RS} = \frac{\Delta V}{\Delta P} = \frac{VT}{P_{plat} - PEP_{totale}}$$



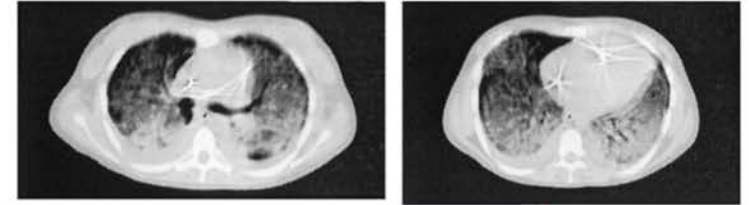
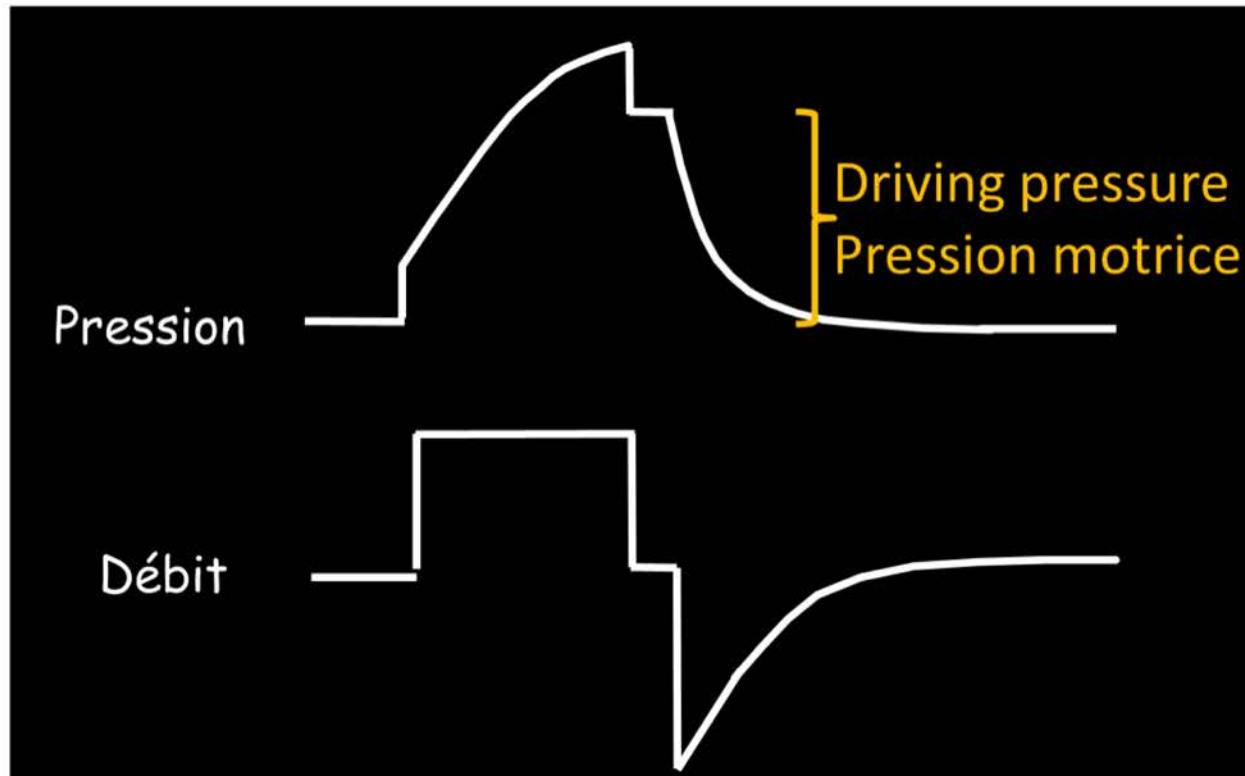
Grasselli et al. Lancet Respir Med. 2020;8:1201-8
(2 cohortes de patients)

Compliance dans le SDRA corrélée à la taille du “baby lung”



Gattinoni Intensive Care Med 2005

Pression motrice / VT “normalisé” par taille du “baby lung”



$$\Delta P = P_{\text{plateau}} - \text{PEEP}_{\text{tot}}$$

$$C_{\text{RS}} = \frac{V_t}{P_{\text{plateau}} - \text{PEEP}_{\text{totale}}}$$

$$\Delta P = \frac{V_t}{C_{\text{RS}}}$$

POUR LA CLINIQUE: Pour limiter le stress appliqué au parenchyme pulmonaire, lorsque la compliance est basse (faible volume aéré), il faut diminuer le V_t délivré (revient à cibler une pression motrice maximale en réduisant le VT)

Aperçu de la physiologie /physiopathologie des patients souffrant de SDRA



Compliance
Parenchyme aéré /taille
du «baby lung
Pression motrice



Optimisation VT



Recrutabilité
Espace mort



Optimisation PEP



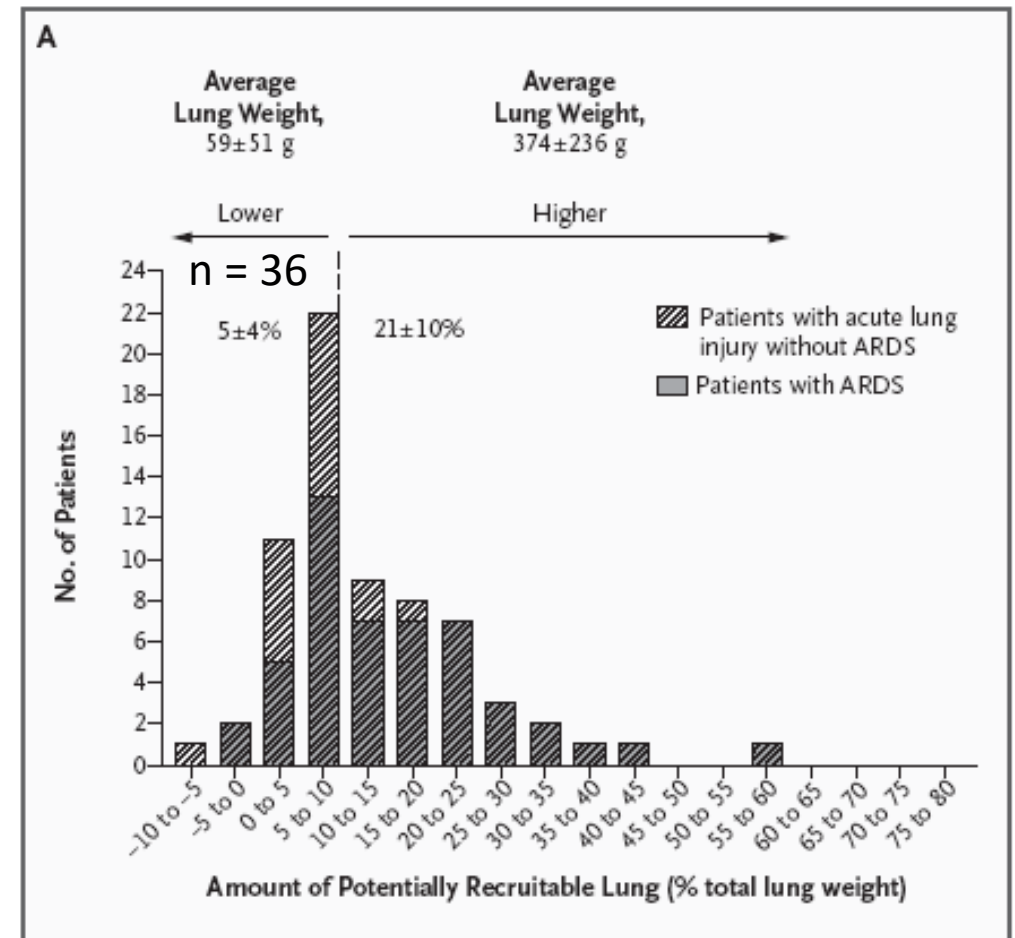
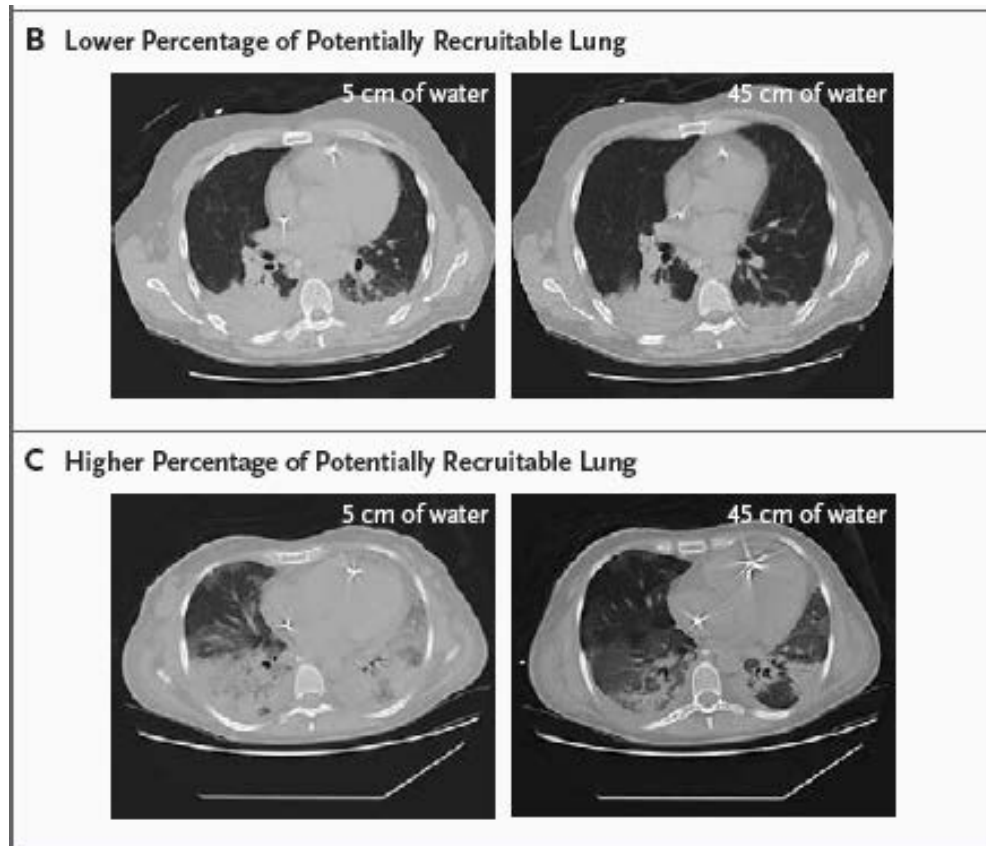
Pression de
fermeture/ouverture des
voies aériennes



PEP minimale

Recrutabilité variable +++ dans le SDRA

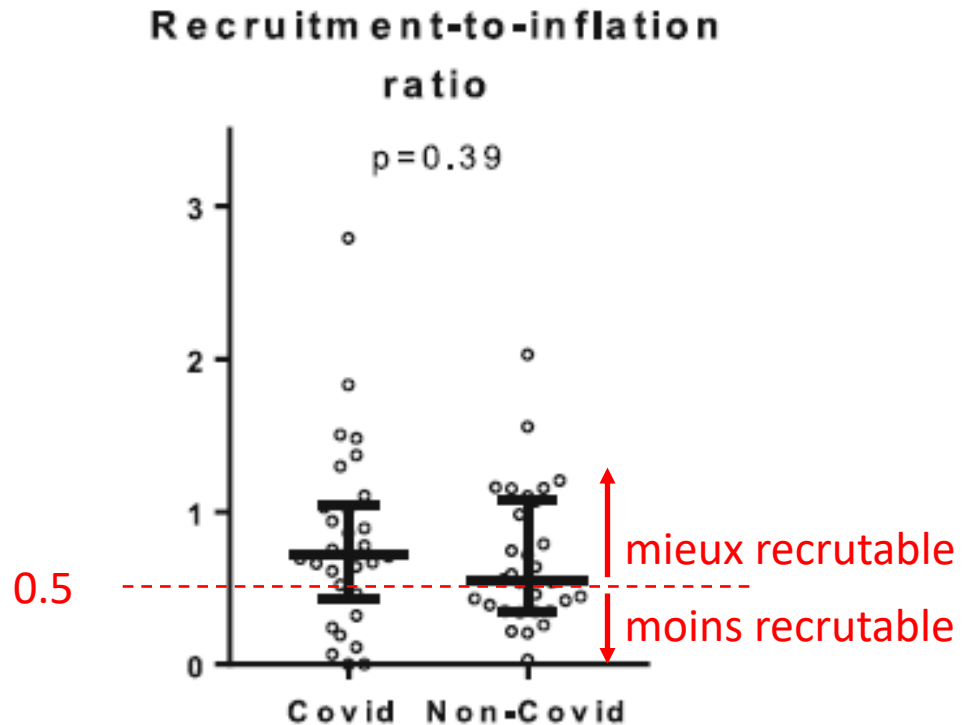
68 patients avec ARDS/ALI évalués par CT scan à PEP 5 et 45 cmH₂O durant une pause inspiratoire



SDRA: recrutabilité et espace mort variables

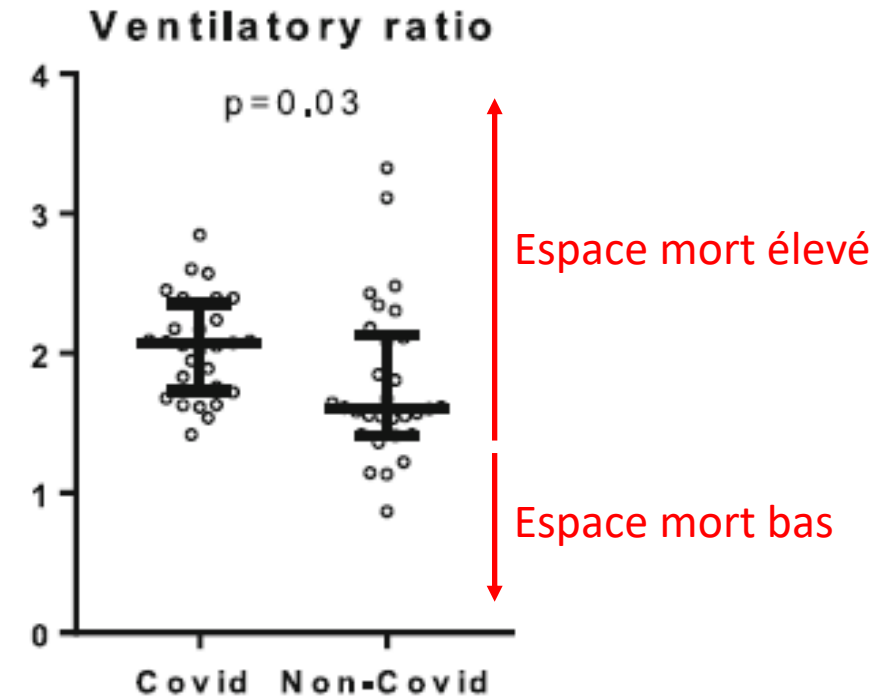
30 patients par groupe, matchés sur PaO_2/FiO_2 , FiO_2 , PEP et VT

Grieco et al. Critical Care (2020) 24:529



Estimation recrutabilité

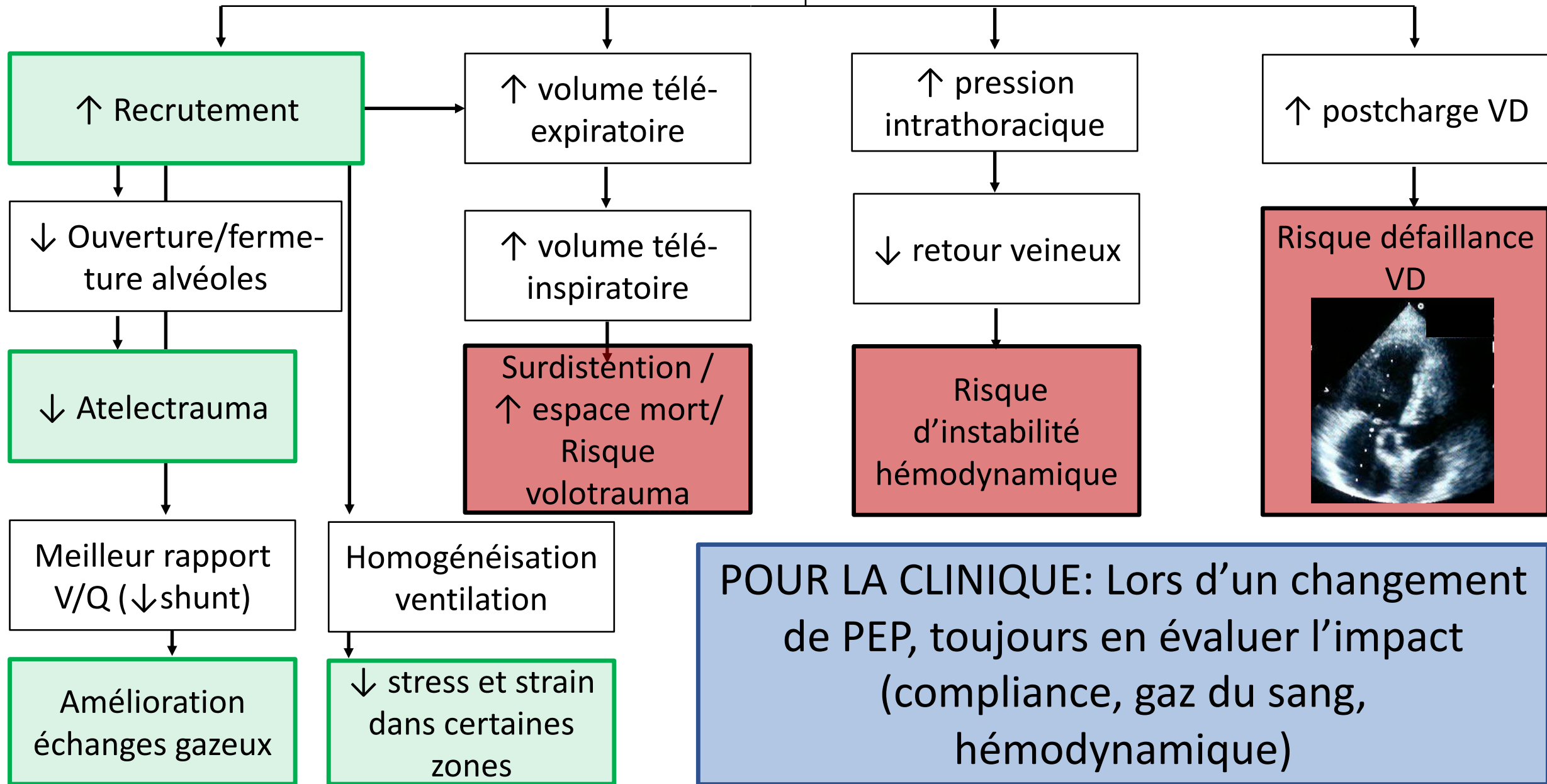
$$R/I \text{ ratio} = \frac{\text{Compliance poumon recruté}}{\text{Compliance baby lung}}$$



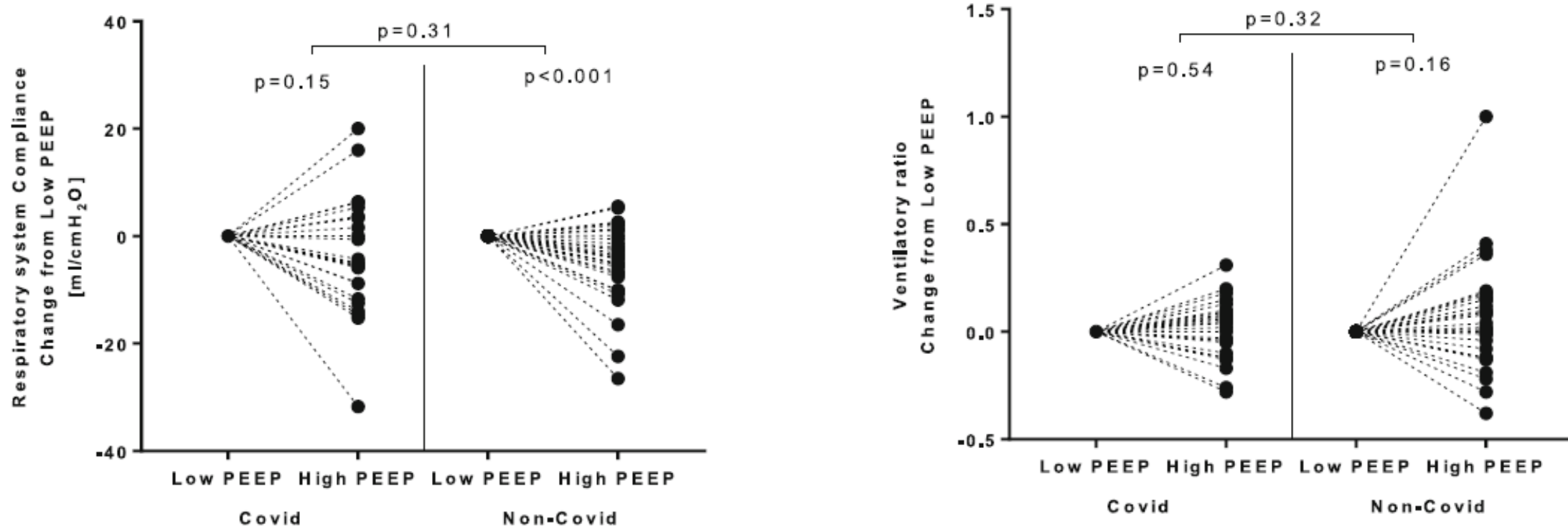
Estimation espace mort

$$VR = \frac{\text{Vent min.en ml/min} \times PaCO_2 \text{ (mmHg)}}{(\text{Poids prédit} \times 100 \times 37.5)}$$

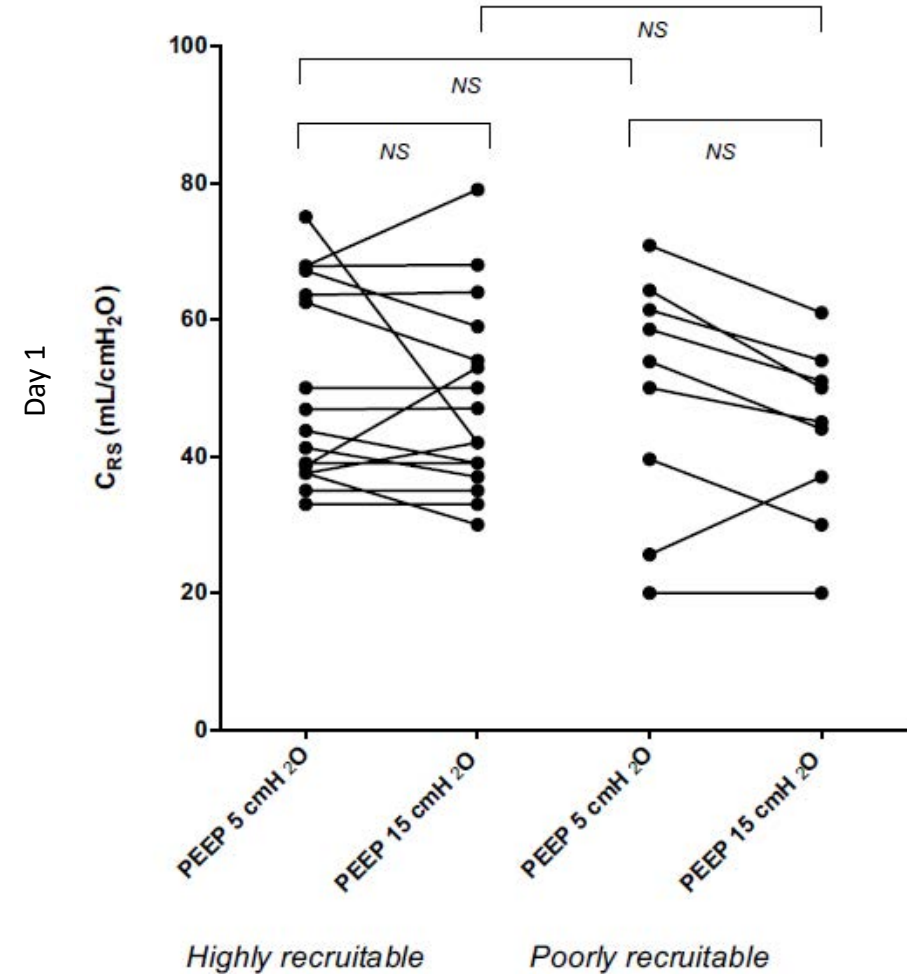
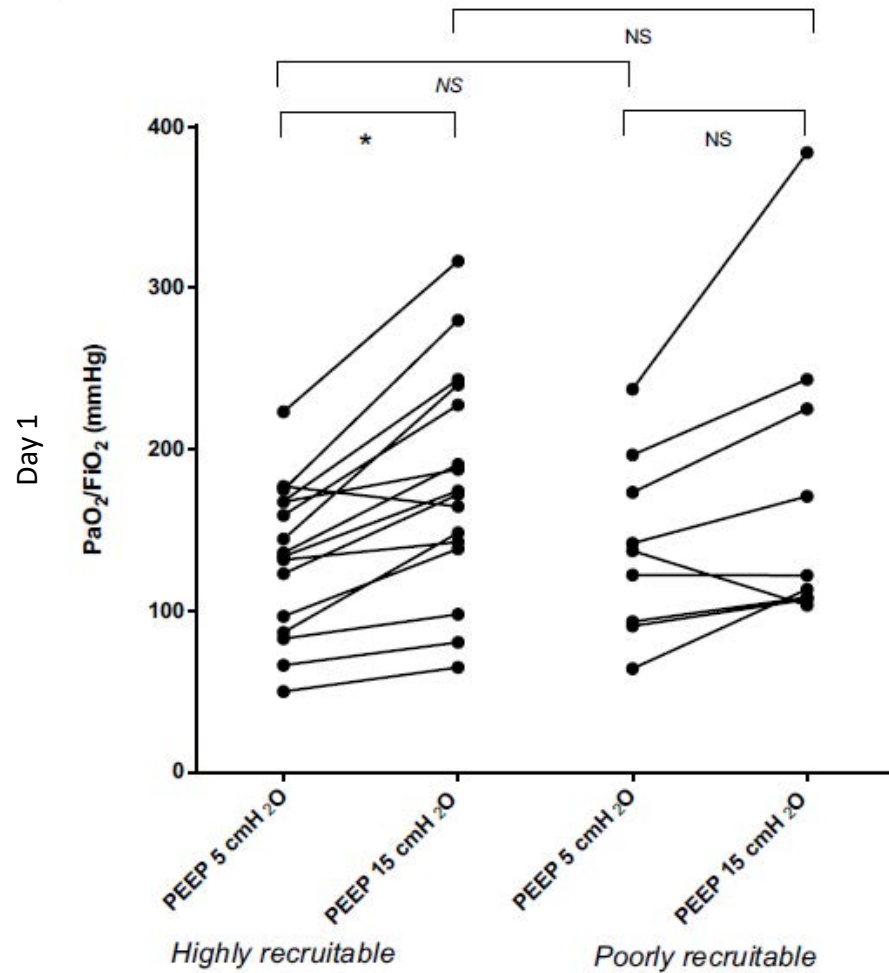
↑ PEP



SDRA: Réponse à la PEP variable



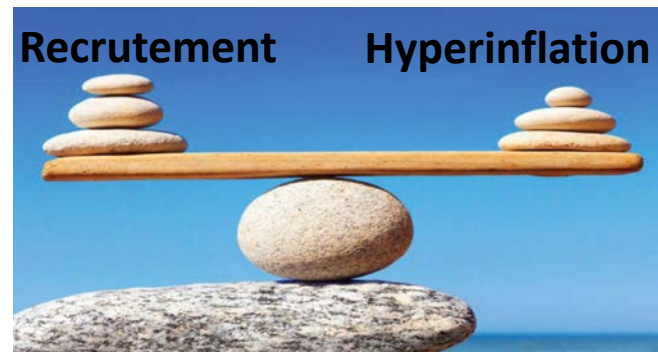
SDRA-COVID: Réponse à la PEP selon recrutabilité



SDRA: Optimisation de la PEP

POUR LA CLINIQUE

Une haute PEP devrait être appliquée à tous les patients qui peuvent en bénéficier (i.e à tous les patients recrutables) sans effet indésirable

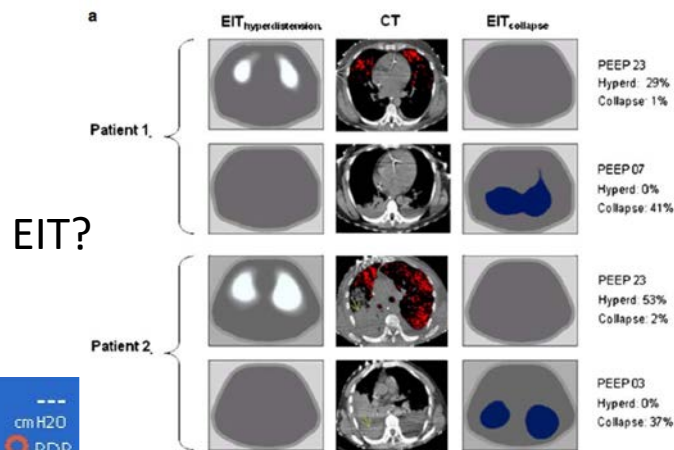


SDRA: Optimisation de la PEP

POUR LA CLINIQUE

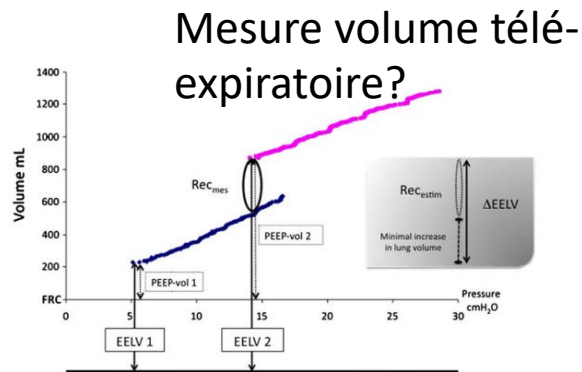
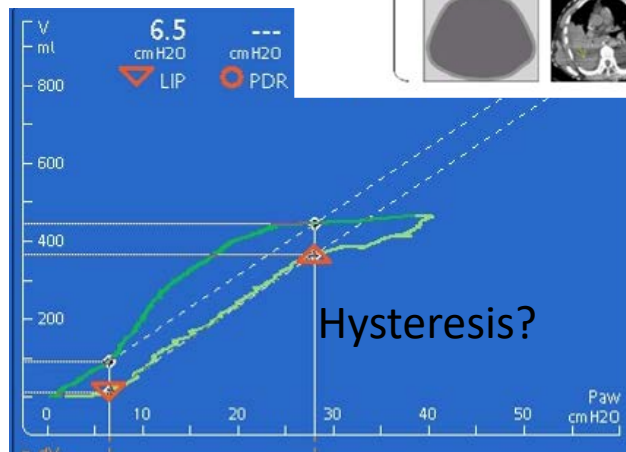
Une haute PEP devrait être appliquée à tous les patients qui peuvent en bénéficier (i.e à tous les patients recrutables) sans effet indésirable

1. Evaluer la recrutabilité ± la surdistension



R/I ratio?

Recrutement Hyperinflation

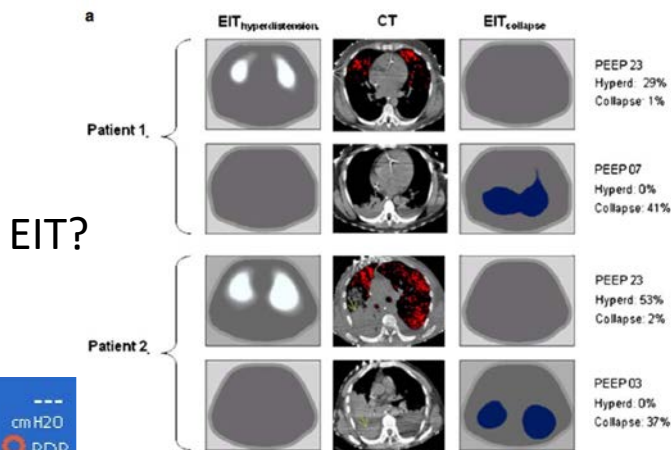


SDRA: Optimisation de la PEP

POUR LA CLINIQUE

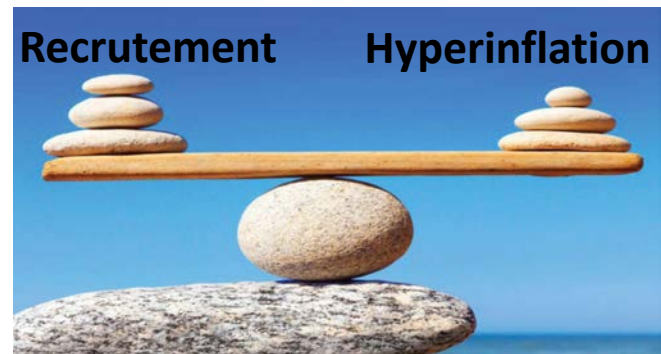
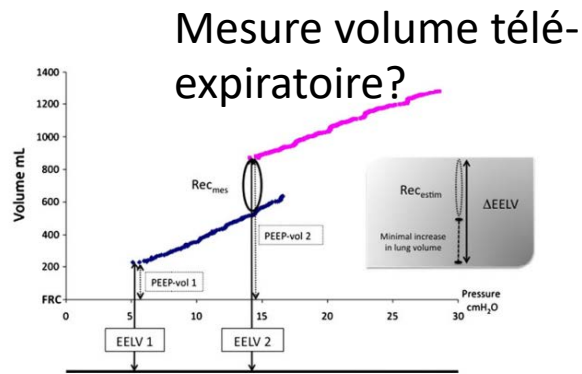
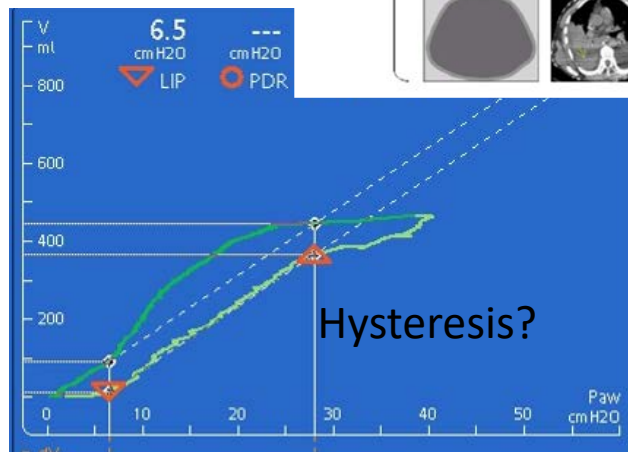
Une haute PEP devrait être appliquée à tous les patients qui peuvent en bénéficier (i.e à tous les patients recrutables) sans effet indésirable

1. Evaluer la recrutabilité ± la surdistension



R/I ratio?

PEP élevée que si patient Recrutable + évaluer effet



PERSPECTIVE

Open Access

How we approach titrating PEEP in patients with acute hypoxemic failure

Leo Heunks^{1,2*}, Lise Piquilloud³ and Alexandre Demoule^{4,5}

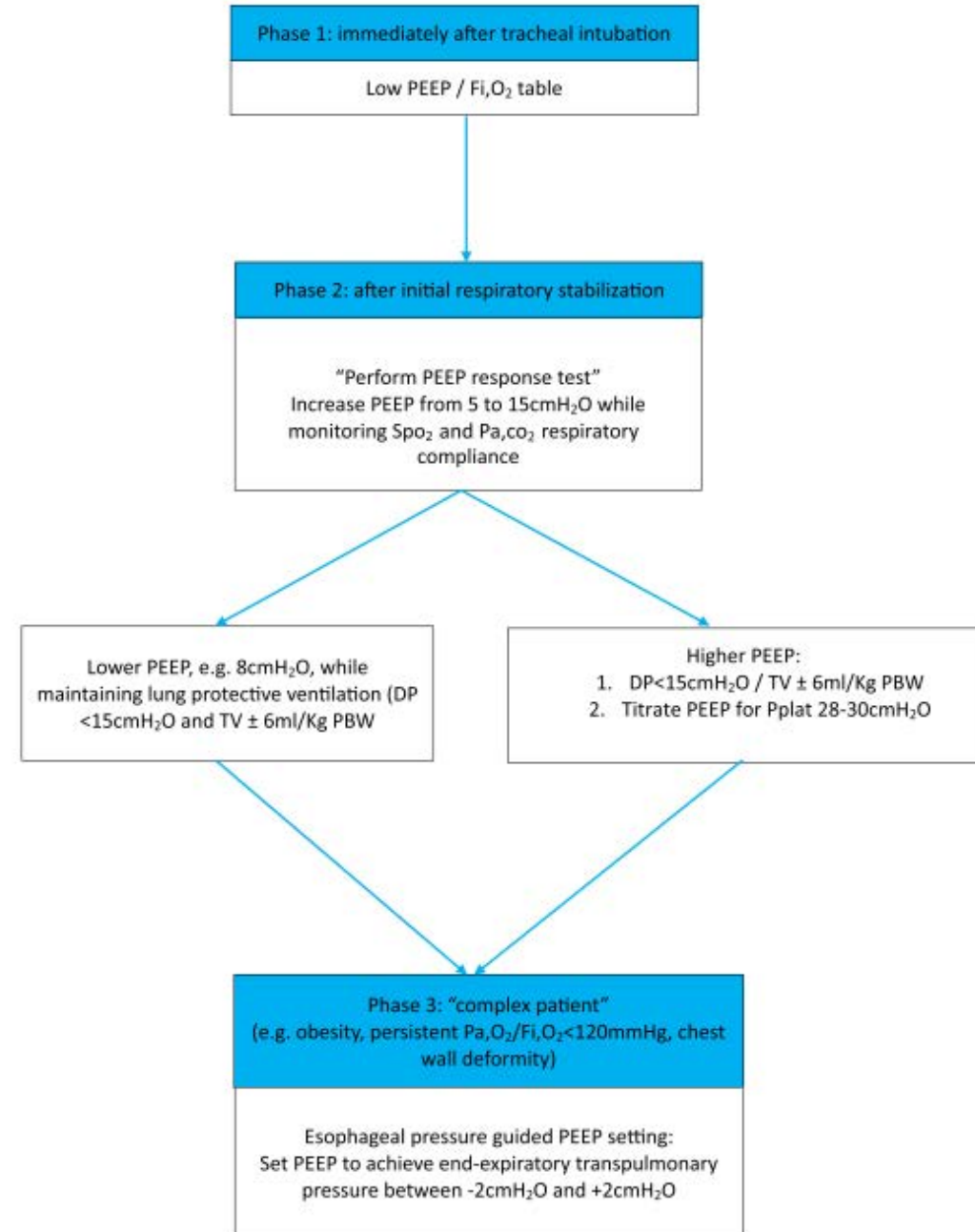


Fig. 2 Practical algorithm for PEEP titration in patients with acute hypoxemic failure

Aperçu de la physiologie /physiopathologie des patients souffrant de SDRA



Compliance
Parenchyme aéré /taille
du «baby lung
Pression motrice



Optimisation VT



Recrutabilité
Espace mort



Optimisation PEP

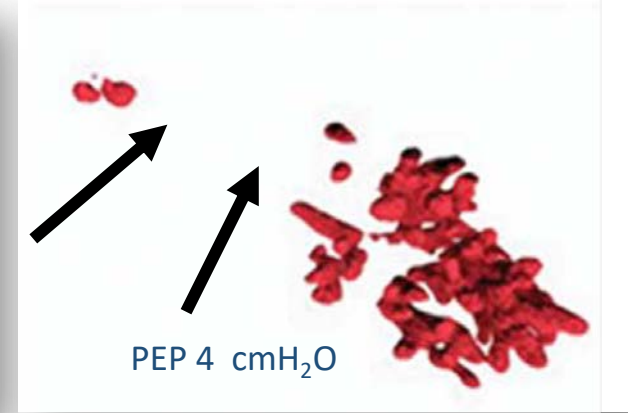
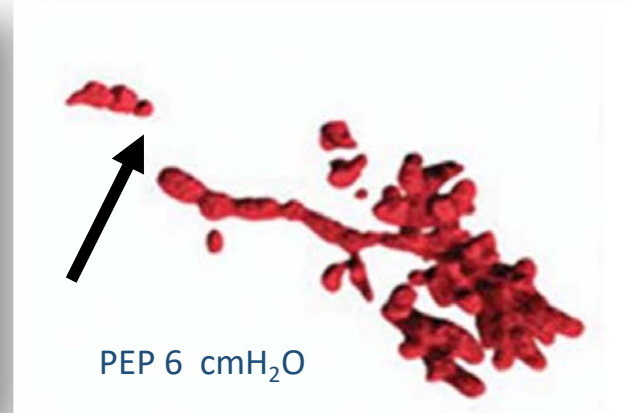
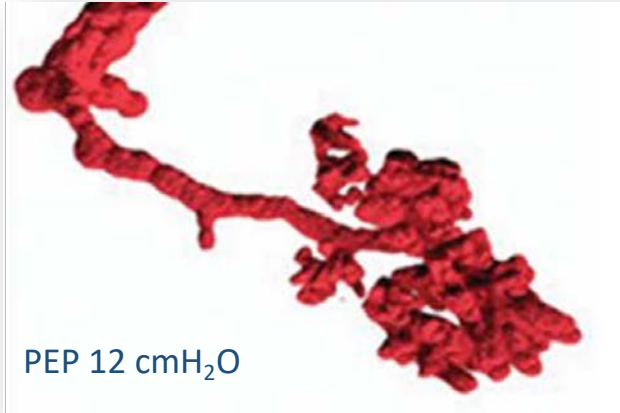


Pression de
fermeture/ouverture des
voies aériennes



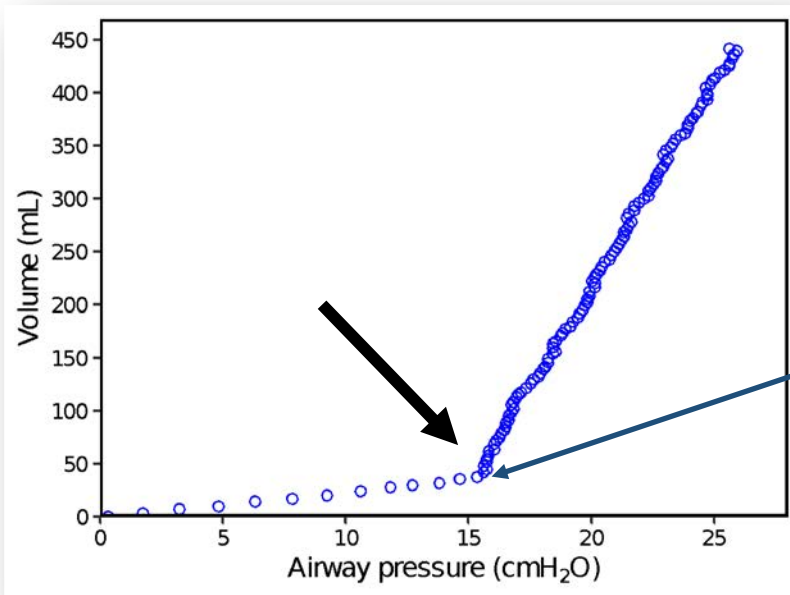
PEP minimale

SDRA et pression fermeture/ouverture des voies aériennes



Risque de lésions associées aux phénomènes d'ouverture/fermeture

Broche Crit Care Med 2019, modèle animal SDRA



Pression d'ouverture des voies aériennes (compliance de la courbe en dessous de cette pression = compliance du circuit du ventilateur: voies aériennes fermées, gaz comprimé dans le circuit)

Epidémiologie pression fermeture/ouverture des voies aériennes

	N=	Prévalence	AOP (cmH ₂ O)
<i>Yonis Am J Respir Crit Care Med 2018</i>	65	32%	11 ± 3; 8 ± 1
<i>Coudroy Intensive Care Med 2019</i>	23	48%	9 [7-12]
<i>Chen Am J Respir Crit Care Med 2020</i>	45	33%	5 à 20
<i>Coudroy Anesthesio 2020</i>	51	41%	10 [9-13]
<i>Haudebourg Am J Respir Crit Care Med 2020</i>	30	40%*	8 [5-10]
	30	11%	5 [5-9]
<i>Guérin J Appl Physiol 2020</i>	25	52%	9 [8-15]
<i>Brault J Crit Care 2021</i>	27	44%*	8 [7-10]
<i>Beloncle Crit Care 2023</i>	149	23.5%	7 [6-10]

Environ 30% des patients SDRA
AOP médiane env. 8-10 cmH₂O



SDRA: AOP - Optimisation de la PEP

POUR LA CLINIQUE

Régler une PEP
supérieure à l'AOP

SDRA: AOP - Optimisation de la PEP

POUR LA CLINIQUE

Régler une PEP
supérieure à l'AOP

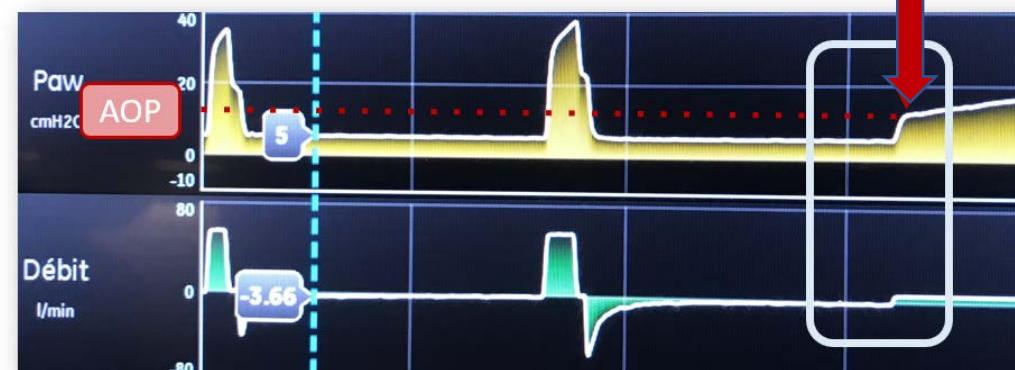
Recherche AOP

Courbe PV quasi-statique
(débit lent)

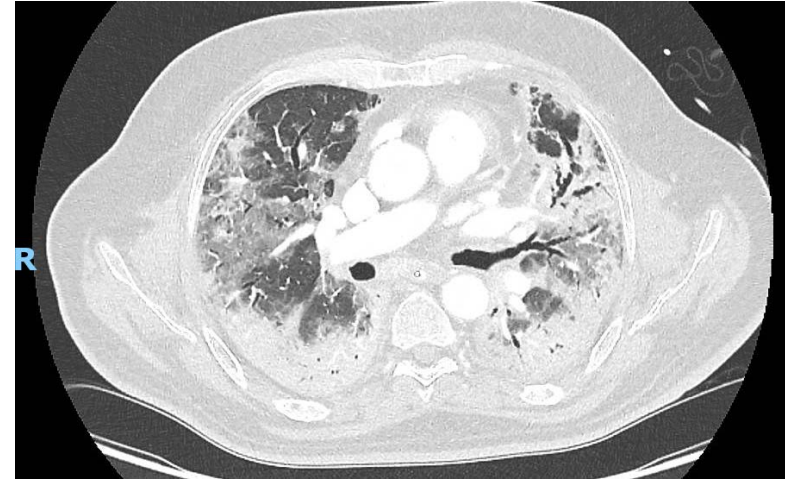


Courbe Pression-temps
(débit < 10 L/min)

- Pas d'effort inspi
- FR basse 8/min
- PEP 5 cmH₂O



Comment optimiser la ventilation de ce patient?



1. Recherche AOP



PEP > AOP

2. Estimer
recrutabilité/réponse PEP



Haute PEP si
recrutable/répondeur

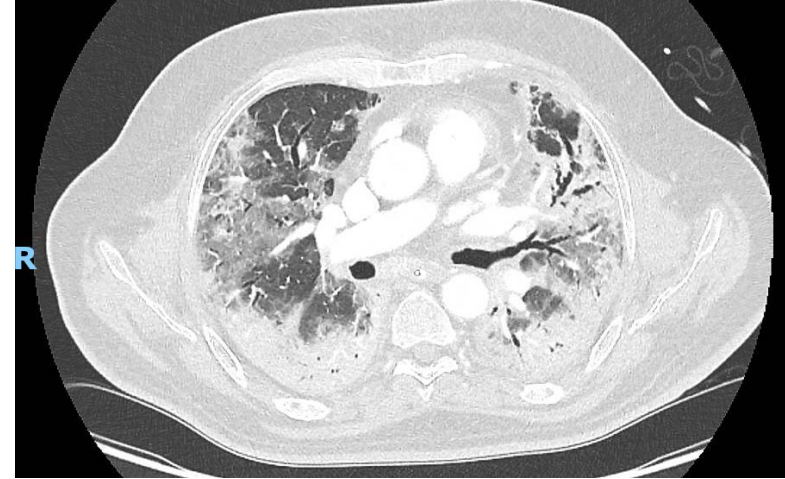
3. Mesurer pression motrice



Adapter VT

Impact sur le devenir ???

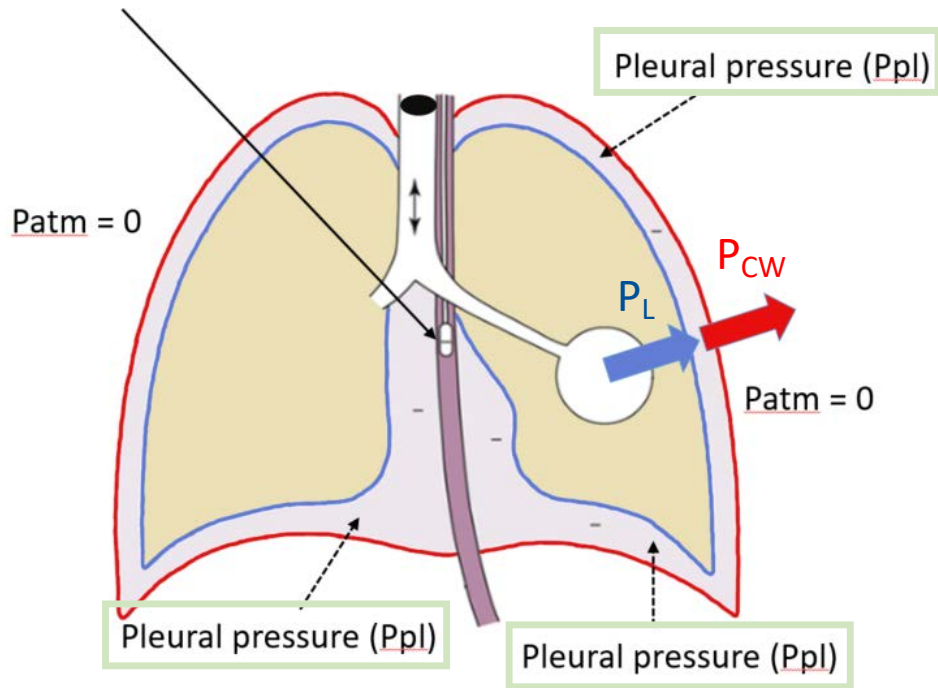
Comment optimiser la ventilation de ce patient?



Au moyen de la peso?

Estimation de la pression pleurale avec la Peso

Oesophageal pressure (Peso)



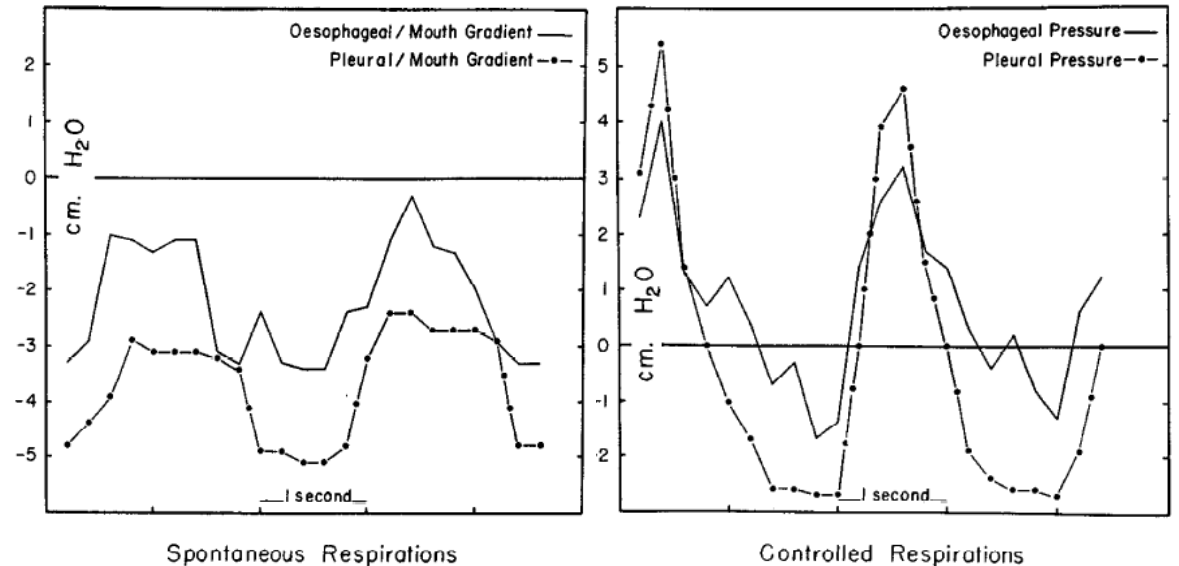
$$E_{RS} = E_L + E_{CW}$$

P_L = Pression transpulmonaire

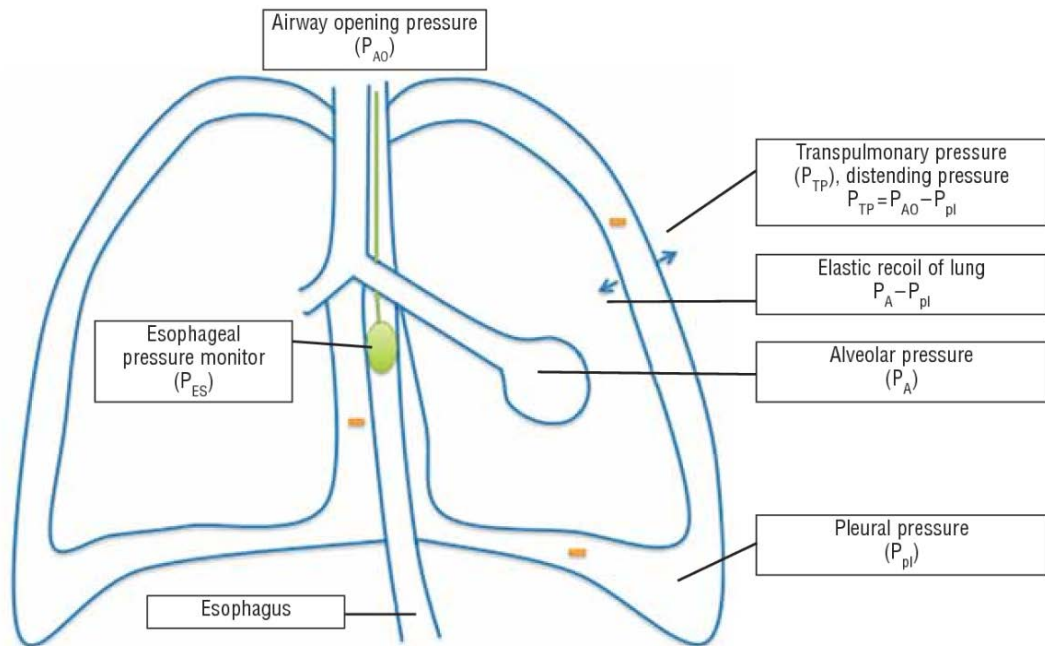
P_{CW} = Pression transmurale paroi thoracique

A Comparison of Esophageal and Intrapleural Pressure in Man¹

Cherniack et al. *J Appl Physiol* 1955; 8:203-211



La Peso permet la mesure de P_L en fin d'expiration



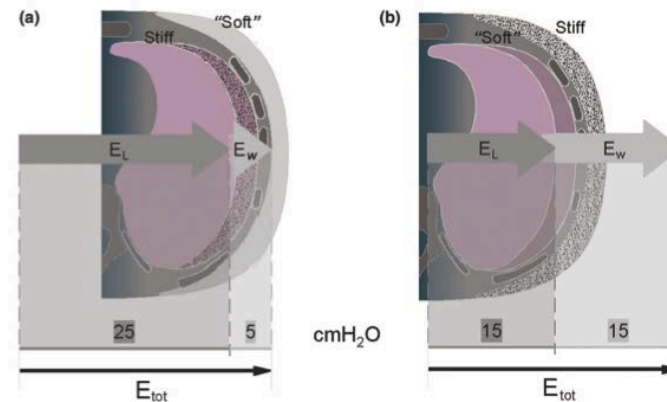
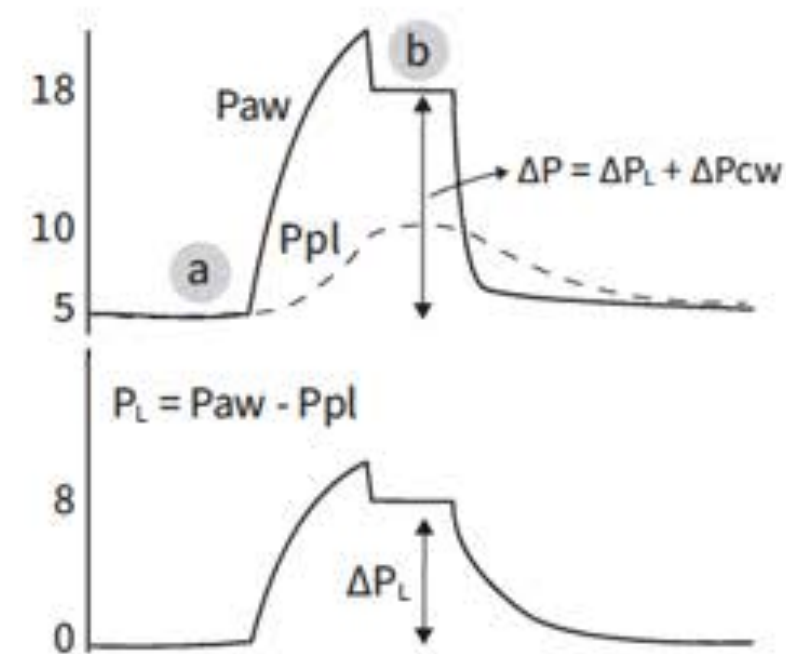
POUR LA CLINIQUE: Permet de régler la PEP de façon à éviter le collapse alvéolaire:

P_L fin d'expi > 0
(mesure directe)

La Peso permet la mesure de P_L en fin d'inspiration (stress)

- P_L en fin d'inspiration = Stress maximal appliqué au poumon

- **Mesure directe = P_{plat} - Peso (durant pause télé-inspi)**
 - ➔ Reflète mieux la P_L des zones dépendantes du poumon.
 - Cible < 20 cmH₂O? 15 cmH₂O?
- **Mesure indirecte (technique dérivée des élastances)**
 - ➔ Reflète mieux la P_L des zones non dépendantes du poumon
 - Cible < 25 cmH₂O



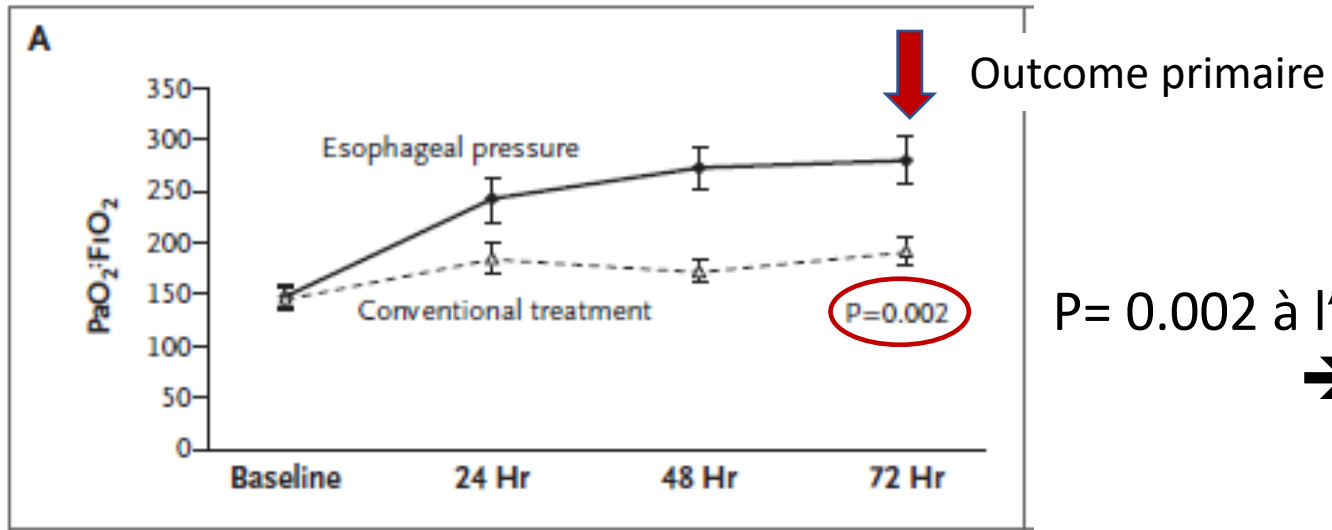
$$P_L \text{ télé-inspi} = P_{plat} \times (E_L/E_{rs})$$

Gattinoni, Crit Care, 2004;8:350-55

POUR LA CLINIQUE: Permet de régler le VT de manière à ↓ le stress

EPVent-1

- Réglage PEP basé sur Peso (P_L télé-inspi < 25, P_L télé-expi 0-10 en fonction de la FIO_2)
- Table PEP - FIO_2



$P= 0.002$ à l'analyse intérimaire (61 patients inclus)
 → arrêt prématuré de l'étude

+ meilleure compliance dans le groupe Peso

Outcome	Esophageal-Pressure-Guided (N=30)	Conventional Treatment (N=31)	P Value
28-Day mortality — no. (%)	5 (17)	12 (39)	0.055
180-Day mortality — no. (%)	8 (27)	14 (45)	0.13
Length of ICU stay — days			0.16
Median	15.5	13.0	
Interquartile range	10.8–28.5	7.0–22.0	

EPVent-2

- Réglage PEP basé sur Peso (P_L télé-inspi < 20, P_L télé-expi 0-6)
- PEP - FIO_2 table (PEP élevée)

SRDA modéré à sévère (<36h)

Endpoint primaire: ranked composite score (incluant décès et VFD à J 28) → probabilité de devenir clinique plus favorable

EPVent-2

- Réglage PEP basé sur Peso (P_L télé-inspi < 20, P_L télé-expi 0-6)
- PEP - FIO_2 table (PEP élevée)

SRDA modéré à sévère (<36h)

Endpoint primaire: ranked composite score (incluant décès et VFD à J 28) → probabilité de devenir clinique plus favorable



Pas de différence sur les outcomes cliniques (mortalité, VFDs,...)

EPVent-2

- Réglage PEP basé sur Peso (P_L télé-inspi < 20, P_L télé-expi 0-6)
- PEP - FIO_2 table (PEP élevée)

SRDA modéré à sévère (<36h)

Endpoint primaire: ranked composite score (incluant décès et VFD à J 28) → probabilité de devenir clinique plus favorable

→ Pas de différence sur les outcomes cliniques (mortalité, VFDs,...)



Sévérité variable +++, différents phénotypes



P_L télé-inspi cible (méthode directe) élevée



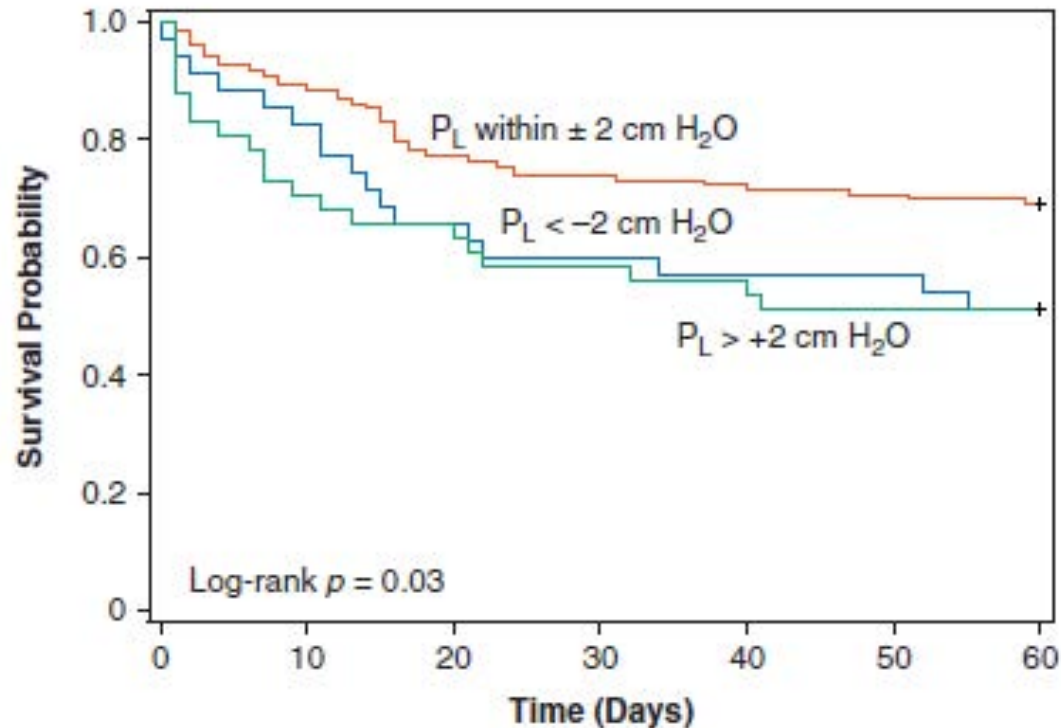
Large valeurs cibles pour la P_L télé-expi

EPVent-2 Reanalysis

Analyse post hoc d'EPVent-2 (stratégie pour générer des hypothèses)

Sarge et al. Am J Resp Crit Care Med; 2021; 204(10) 1153-1163

➔ **Evaluation de l'effet de cibler une P_L télé-expi à ± 2 cmH₂O vs plus haute ou plus basse sur la survie**



Une stratégie de ventilation basée sur une cible optimisée de P_L télé-expi a le potentiel d'améliorer le devenir des patients souffrant de SDRA

Conclusions

- Chaque patient SDRA a ses propres caractéristiques
- Une mauvaise stratégie de ventilation peut être délétère
- La PEP doit être réglée à une valeur plus haute que la pression d'ouverture
- Optimisation réglage PEP → PEP haute que chez des patients recrutables / globalement répondeurs
- Le VT peut être optimisé en ciblant une pression motrice
- La Peso peut aider à délivrer une ventilation personnalisée
- L'impact sur le devenir de l'individualisation des réglages reste à démontrer



Questions?