

CACIFI



Clube do Artigo Científico de
Fisioterapia Intensiva

Prof. Daniel Lago

Encontro 15
14.09.2022

Review

Patient-Self Inflicted Lung Injury: A Practical Review

Guillaume Carteaux ^{1,2,3,*}, Mélodie Parfait ^{1,2,†}, Margot Combet ^{1,2,†}, Anne-Fleur Haudebourg ^{1,2} ,
Samuel Tuffet ^{1,2,3} and Armand Mekontso Dessap ^{1,2} 

J. Clin. Med. **2021**, *10*, 2738.

Abstract

- Pacientes com lesão pulmonar grave apresentam alto drive respiratório, resultando em intenso esforço inspiratório que pode agravar o dano pulmonar → lesão pulmonar autoinfligida pelo paciente (P-SILI)
- Nenhum estudo clínico demonstrou que uma estratégia ventilatória para limitar o risco de P-SILI possa melhorar os desfechos, seu conceito baseia-se em raciocínio fisiológico sólido, observações clínicas e dados experimentais consistentes

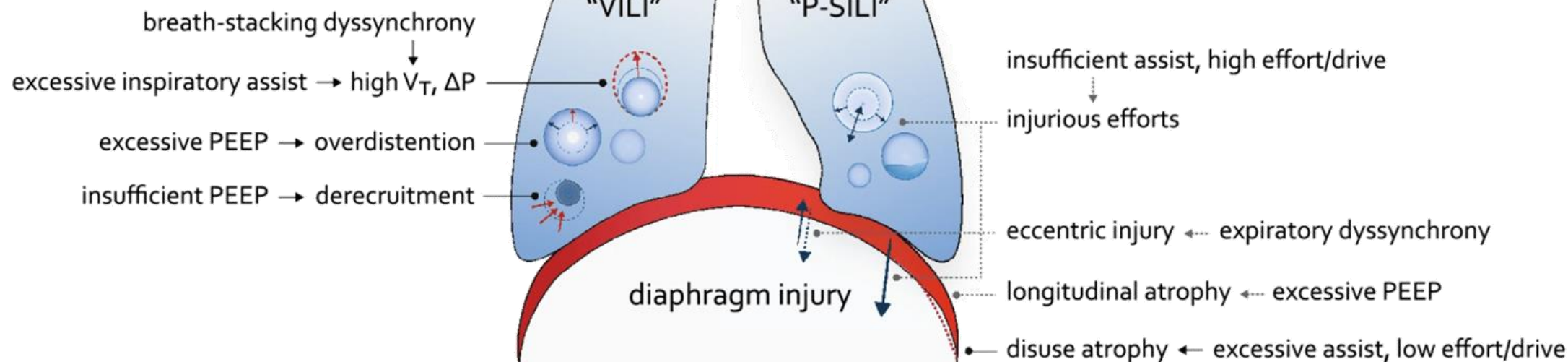
Abstract

- São detalhados os principais mecanismos fisiopatológicos pelos quais o esforço respiratório do paciente pode se tornar deletério:
 - pressão transpulmonar excessiva resultando em hiperdistensão;
 - distribuição não homogênea das variações da pressão transpulmonar pelo pulmão levando a abertura/fechamento cíclico de regiões não dependentes e fenômeno *pendelluft*;
 - aumento da pressão transvascular favorecendo o agravamento do edema pulmonar.
- São descritas interações paciente-ventilador potencialmente prejudiciais, como detectar no cenário clínico situações de risco para P-SILI e como esse reconhecimento pode ajudar a personalizar a estratégia de tratamento

Introdução

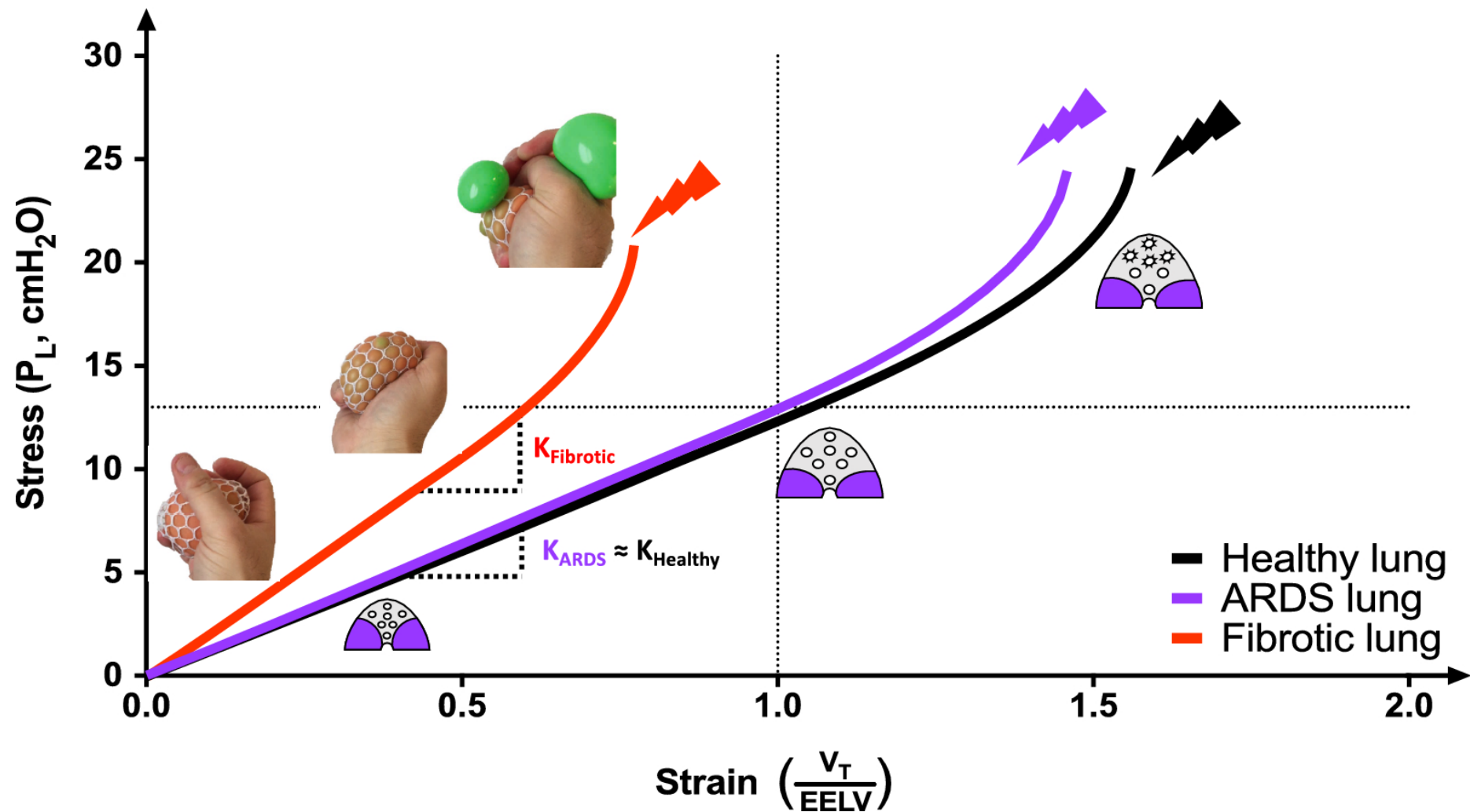
MINIMIZING (BABY) LUNG STRESS & STRAIN

OPTIMIZING DIAPHRAGM EFFORT & SYNCHRONY



- Ventilação protetora na SDRA
- P-SILI: possibilidade da lesão pulmonar ser induzida ou agravada pelo esforço inspiratório do paciente
- Ventilação mecânica controlada pode se tornar um tratamento protetor

Esforço inspiratório e forças mecânicas que promovem lesão pulmonar



Strain excessivo = sobredistensão

Esforço inspiratório e forças mecânicas que promovem lesão pulmonar

- Strain excessivo (deformação) = sobredistensão
- SDRA apresenta alto risco de esforço excessivo devido à redução EELV (CRF) – *baby lung*
 - redução do volume corrente demonstrou reduzir a mortalidade na SDRA
- Stress: força que produz a tensão que corresponde à pressão transpulmonar ($PL = P_{alv} - P_{pl}$)
- VC pode ser fornecido aumentando a pressão das vias aéreas (VM com pressão positiva) ou diminuindo a pressão pleural (VE ou VM com pressão negativa)

Esforço inspiratório e forças mecânicas que promovem lesão pulmonar

High Inflation Pressure Pulmonary Edema

Respective Effects of High Airway Pressure, High Tidal Volume, and Positive End-expiratory Pressure¹⁻³

DIDIER DREYFUSS, PAUL SOLER, GUY BASSET, and GEORGES SAUMON

Edema pulmonar se desenvolveu apenas em ratos ventilados com altos volumes correntes, independentemente de como a tensão foi gerada, usando uma pressão positiva ou negativa

Esforço inspiratório e forças mecânicas que promovem lesão pulmonar

Acute respiratory failure following pharmacologically induced hyperventilation: an experimental animal study

D. Mascheroni *, T. Kolobow, R. Fumagalli *, M. P. Moretti **, V. Chen and D. Buckhold

Ovelhas com acidose central e hiperventilação sustentada

- Hipoxemia (12 h)
- Piora da complacência (24 h)
- Pulmões com áreas atelectásicas macroscópicas
- Relação pulmão/peso corporal aumentada

Esforço inspiratório e forças mecânicas que promovem lesão pulmonar

Forte esforço inspiratório pode levar a tensão (strain) excessivo, que apresenta o mesmo risco que o alto volume corrente fornecido por insuflação positiva de um ventilador mecânico

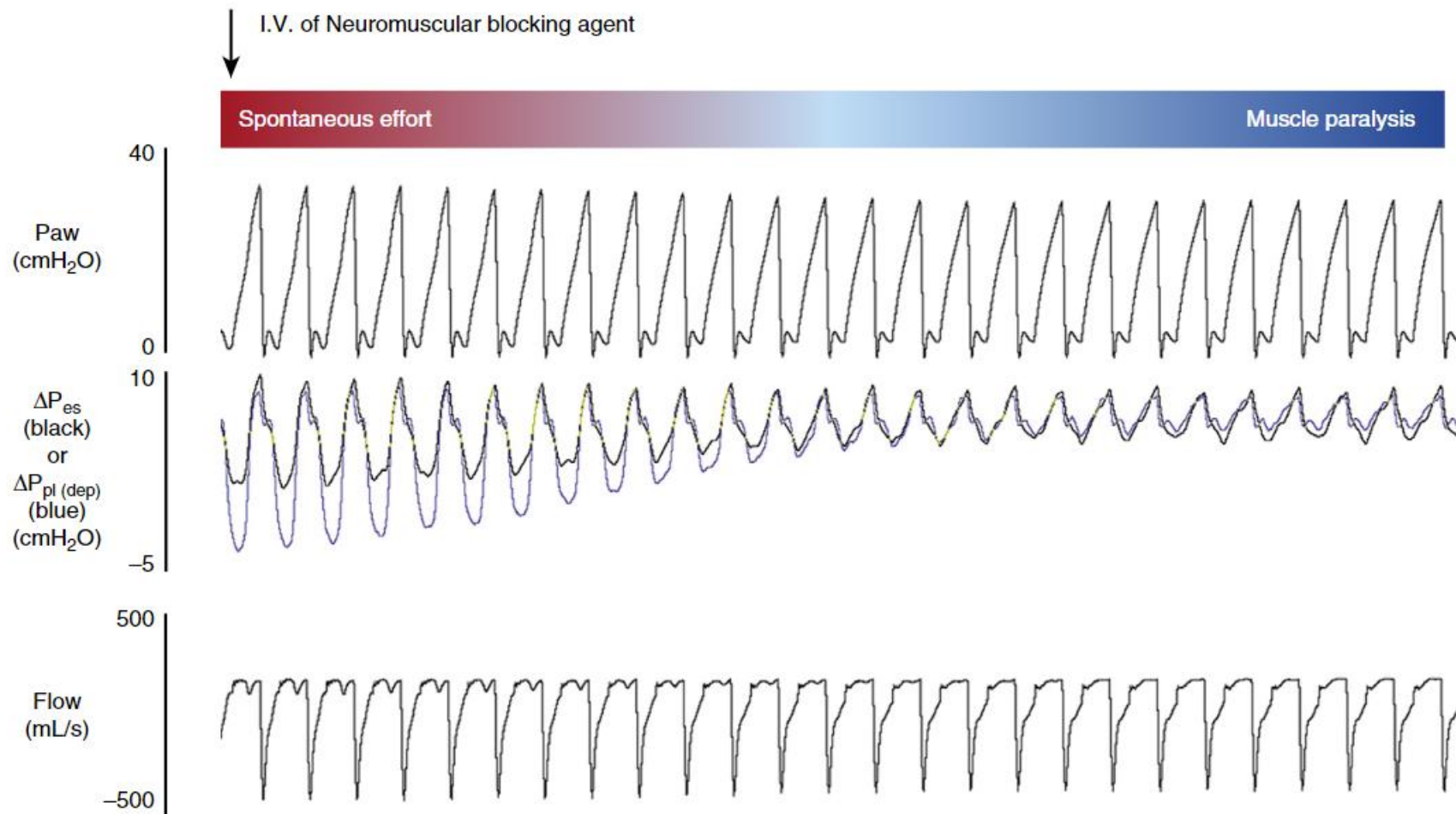
Efeitos fisiológicos do esforço inspiratório a uma dada pressão transpulmonar global

- A mesma PL gerada pela ventilação mecânica totalmente controlada, ventilação mecânica assistida ou respiração espontânea leva ao mesmo volume corrente

$$P_{\text{Mus}} + P_{\text{Vent}} = (R \times F) + (E \times V) + \text{PEEP}$$

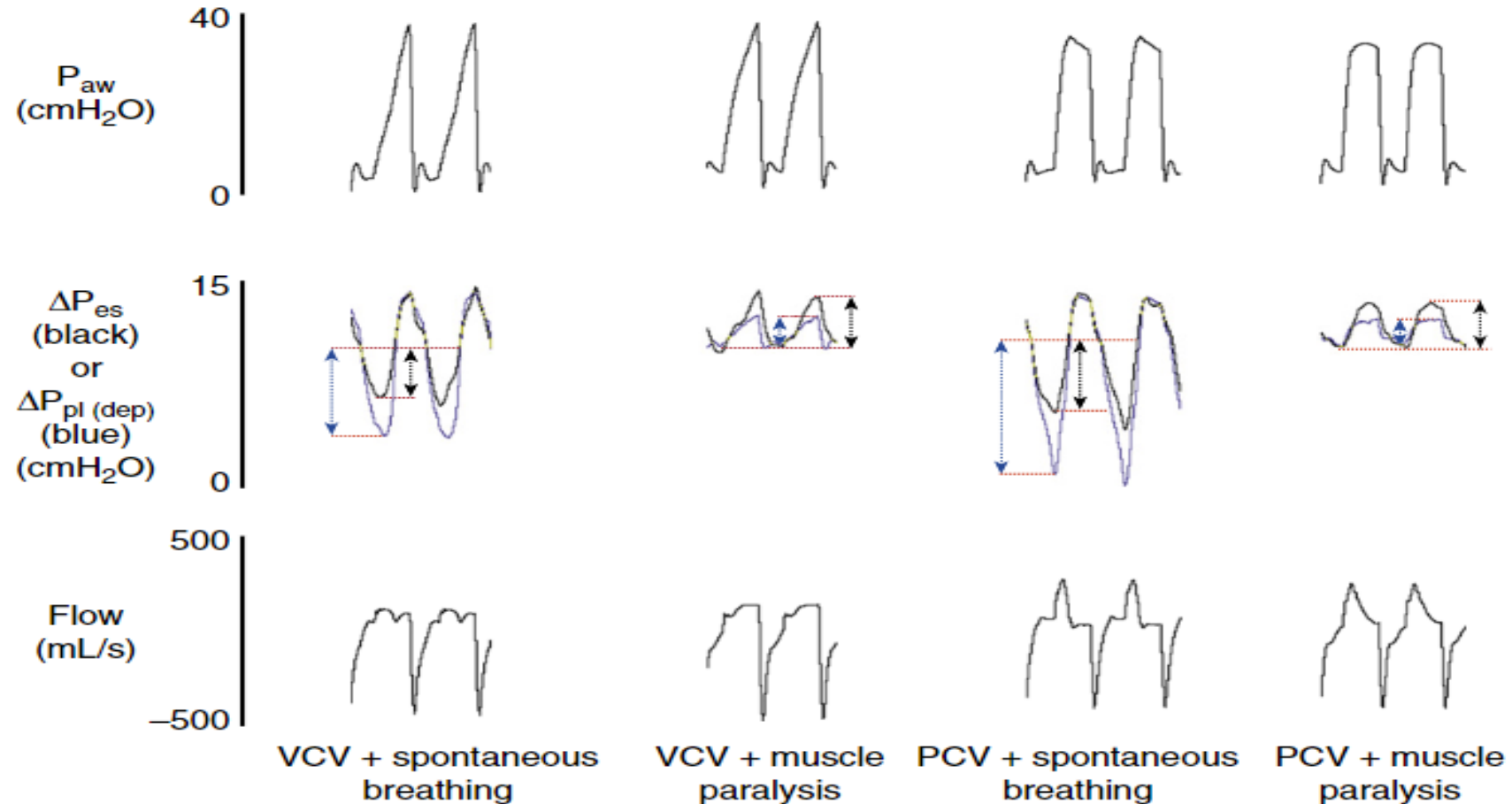
Efeitos fisiológicos do esforço inspiratório a uma dada pressão transpulmonar global

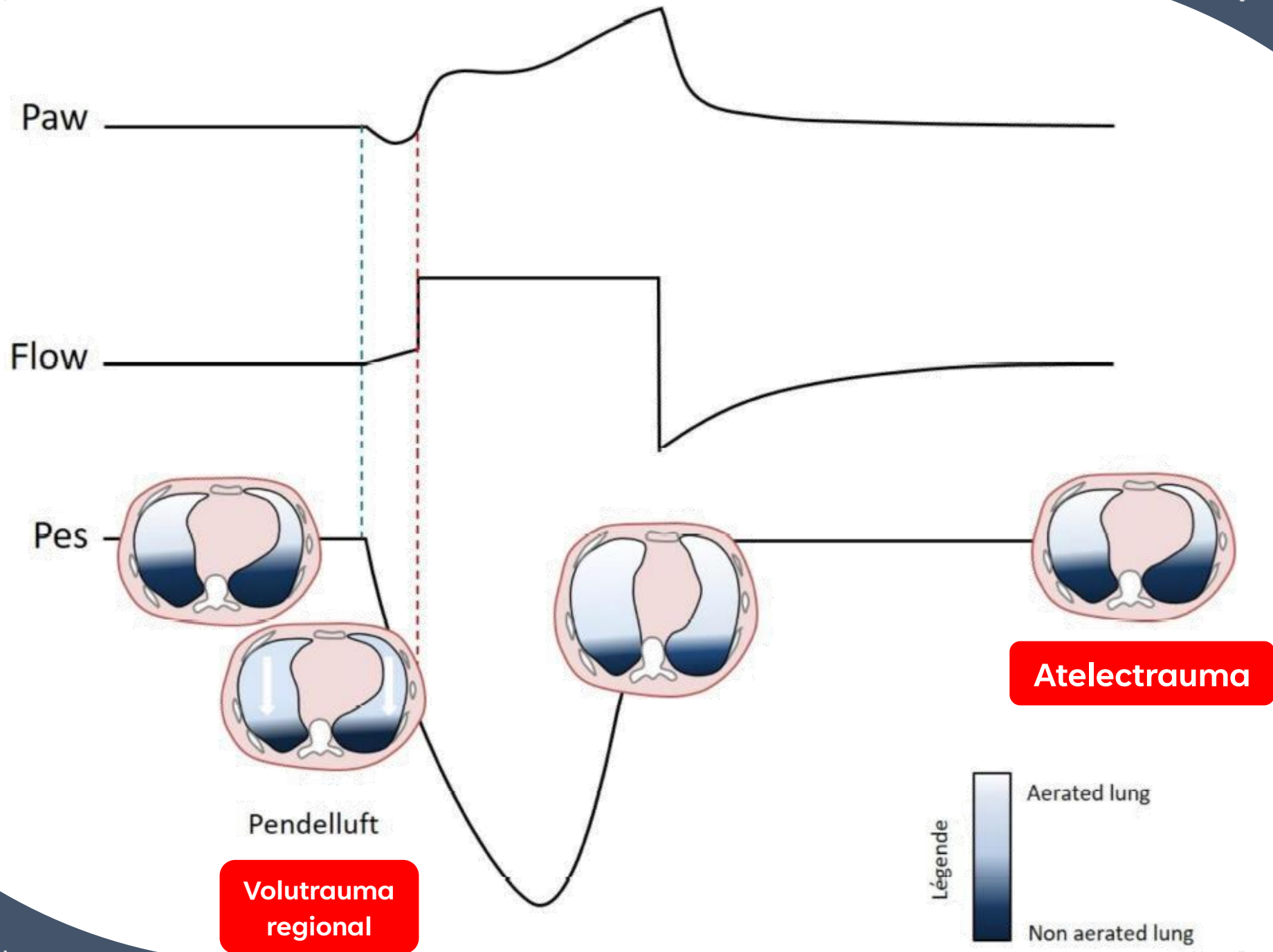
- Não homogeneidade do stress e strain



Efeitos fisiológicos do esforço inspiratório a uma dada pressão transpulmonar global

- Não homogeneidade do stress e strain

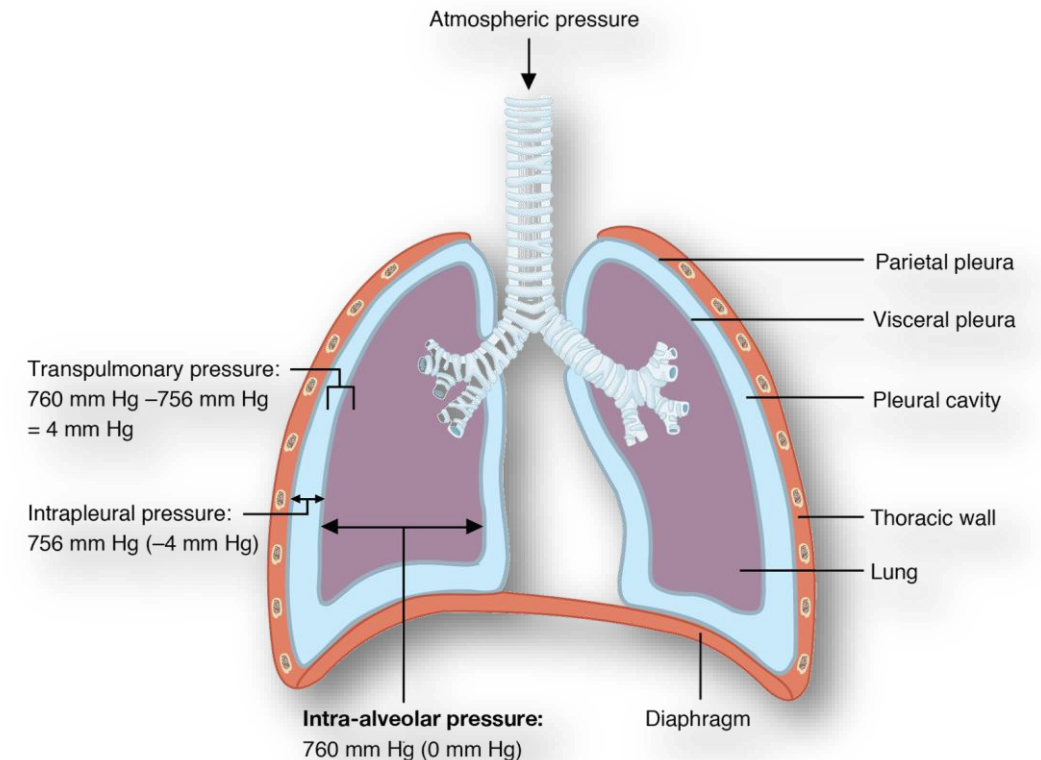


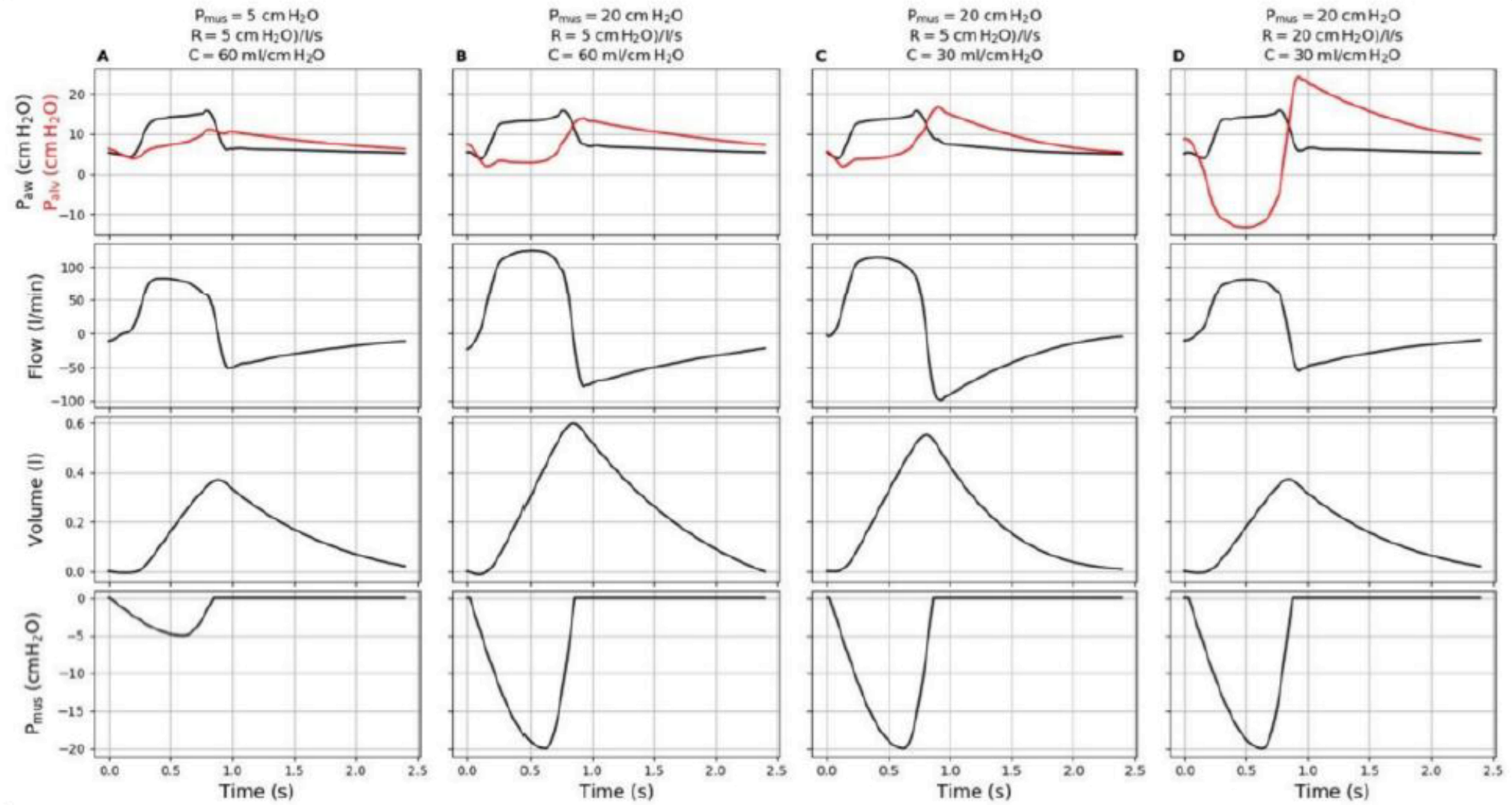


Efeitos fisiológicos do esforço inspiratório a uma dada pressão transpulmonar global

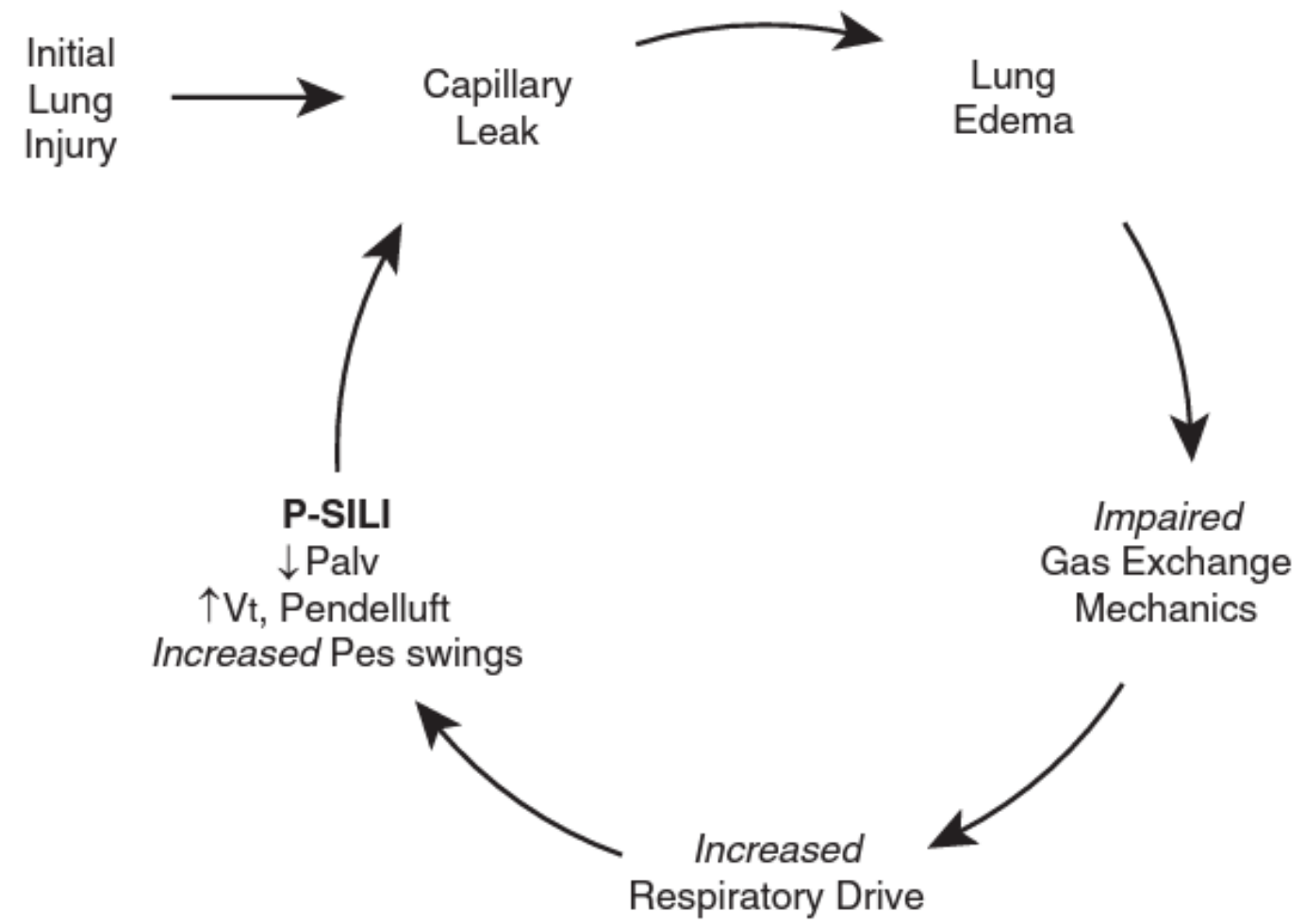
- **Pressão alveolar**

- Durante a ventilação controlada é maior ou igual a PEEP
- Durante a ventilação assistida, esforço respiratório excessivo pode levar a queda da P_{alv} abaixo da PEEP, principalmente com baixos níveis de assistência
 - essa queda pode ser aumentada em casos de alta R_{aw}
 - aumenta a pressão hidrostática transvascular piorando o edema (alteração prévia da membrana álveolo-capilar)





O ciclo vicioso da P-SILI



Interação paciente-ventilador

- A fisiopatologia do P-SILI também deve abordar situações em que o esforço inspiratório não é necessariamente perigoso em si, mas se torna quando associado à VM
- PS + importante oscilação negativa da Ppl em pacientes com alto drive respiratório pode aumentar ainda mais a PL e o risco de hiperdistensão

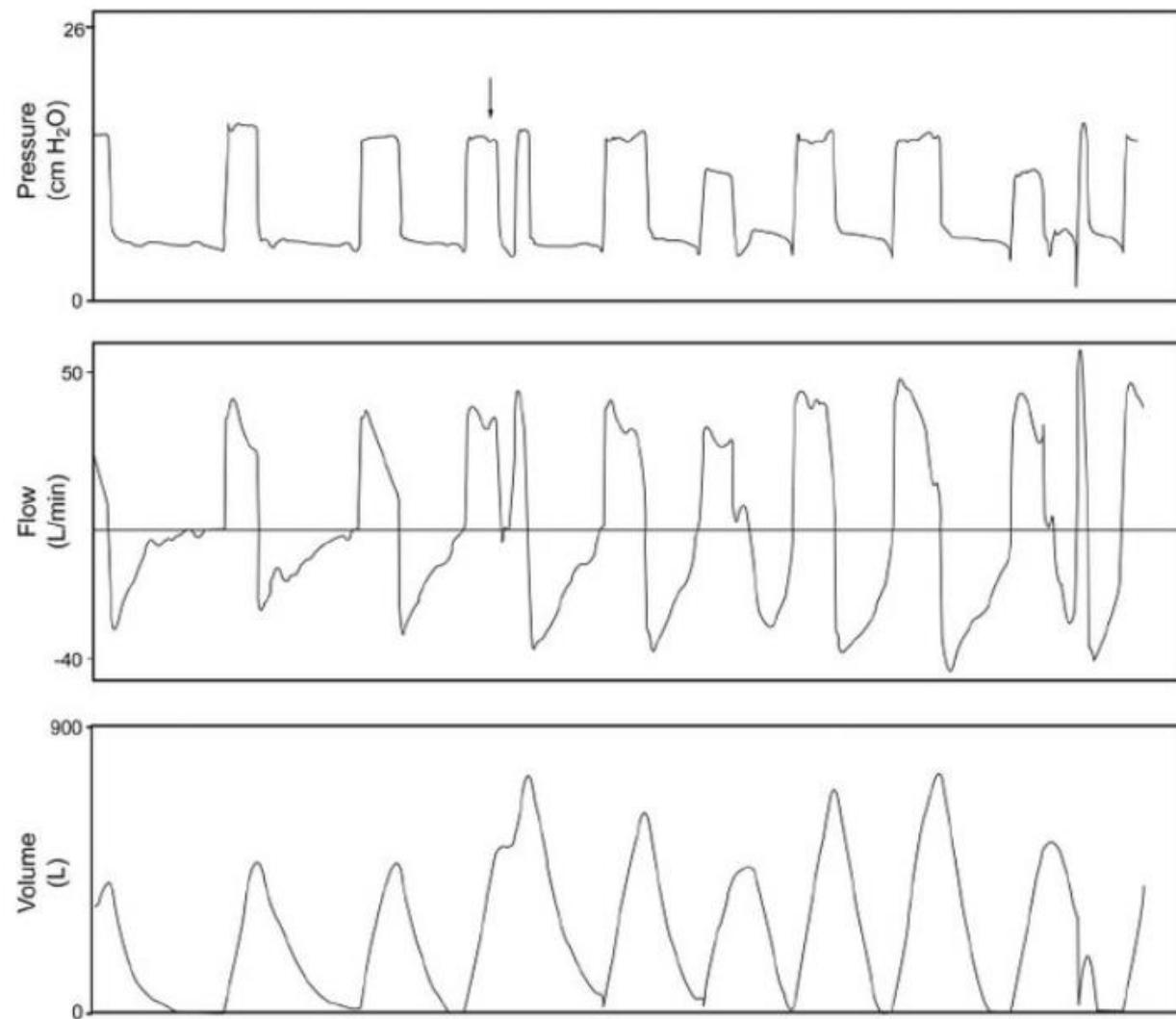
Subassistência

Risco de aumento perigoso do esforço inspiratório que pode aumentar a pressão transvascular e promover pendelluft e hiperdistensão regional

Sobreassistência

Disparo ineficaz não demonstrou aumentar o risco de P-SILI, mas pode expor o diafragma a contrações excêntricas prejudiciais

Interação paciente-ventilador

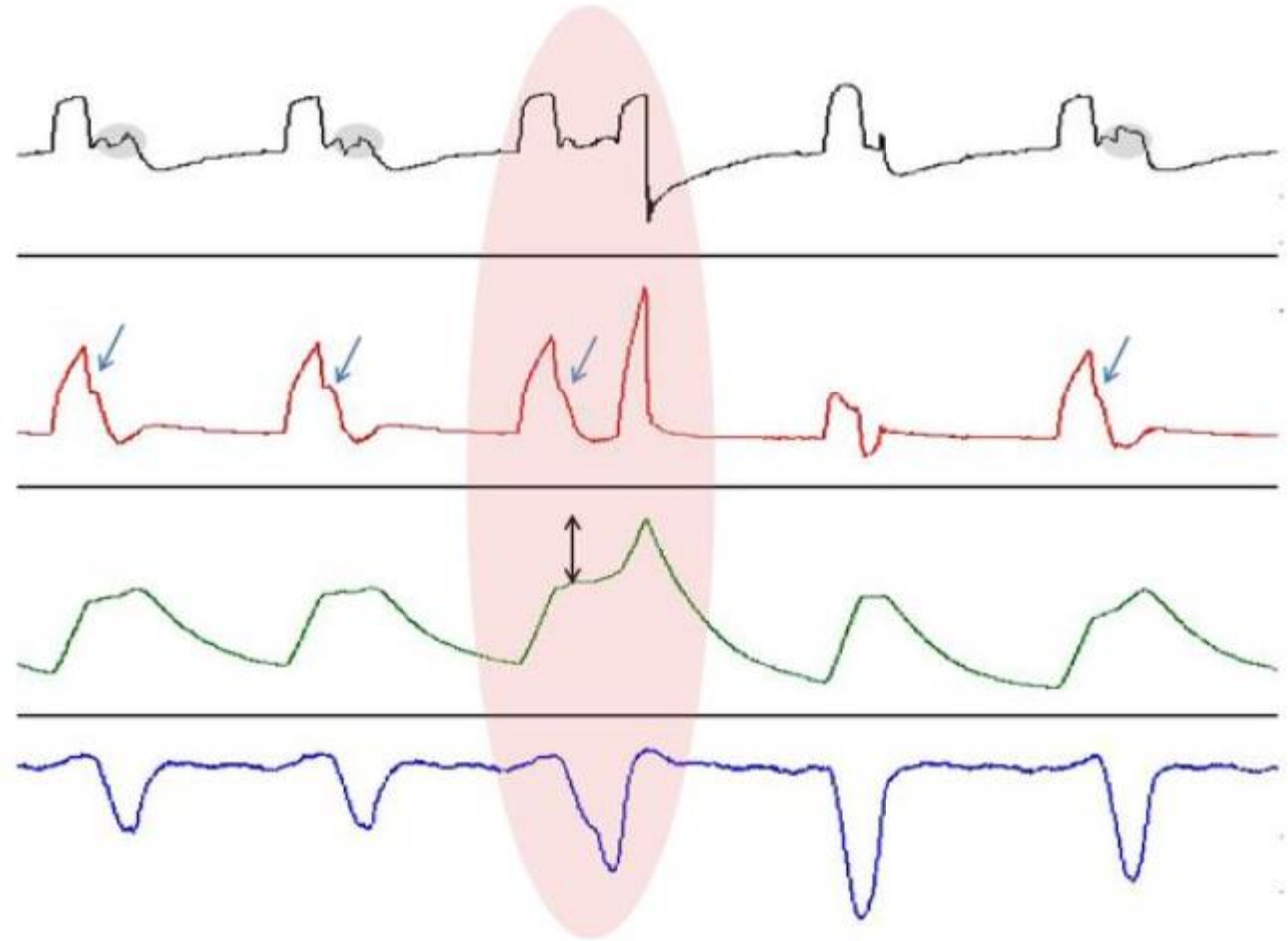


Ciclagem precoce x duplo disparo

Interação paciente-ventilador

Disparo reverso

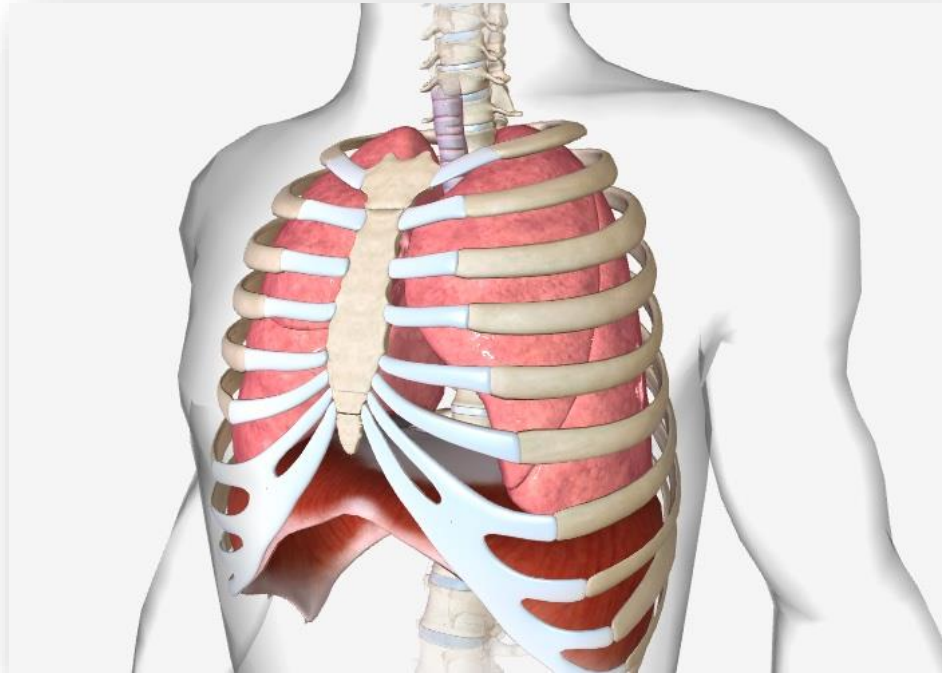
- pode levar à insuflação potencialmente deletéria de regiões dependentes mesmo na ausência de empilhamento



Conceito da P-SILI na prática

- No cenário clínico pode ajudar a orientar a avaliação do paciente para discriminar situações potencialmente perigosas para o pulmão (combinação de esforço inspiratório excessivo e lesão pulmonar grave)
- Essa avaliação também deve equilibrar o risco de atrofia e fraqueza do diafragma devido à descarga muscular excessiva
- A ventilação protetora pulmonar e diafragmática pode ser conciliada pela promoção de um esforço inspiratório “normal”, consistente com a respiração de repouso
- Outros efeitos benéficos da preservação do esforço inspiratório
 - proteção contra o fechamento das vias aéreas expiratórias e atelectasias
 - redução da necessidade de sedação
 - mobilização mais fácil), e que o processo de

Conceito da P-SILI na prática



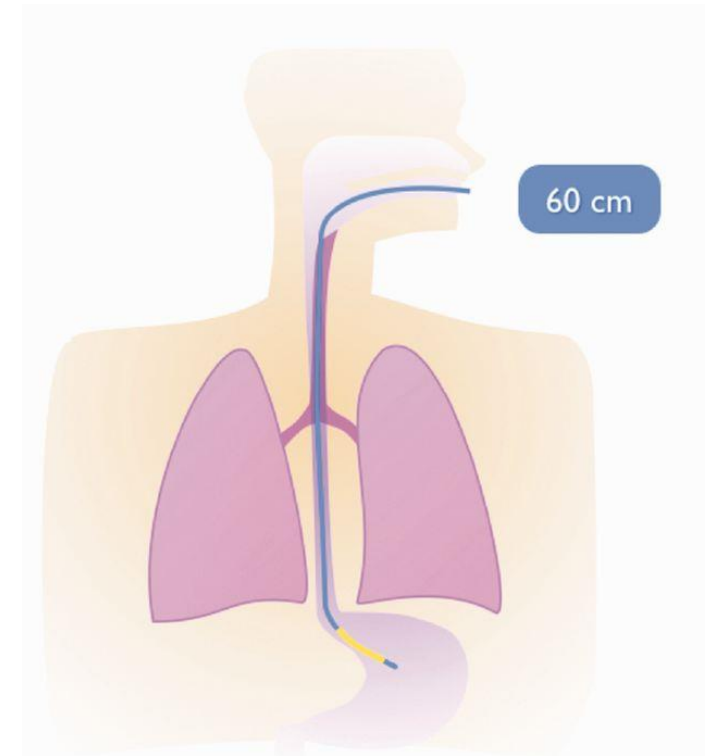
- Quem priorizar?
 - Proteção pulmonar
- Para obter ventilação, é necessário avaliar o esforço inspiratório e caracterizar as interações paciente-ventilador
- Sempre que for detectado esforço inspiratório inadequado, o raciocínio fisiológico e clínico à beira do leito deve ser conduzido considerando a gravidade da lesão pulmonar subjacente, buscando situações de drive respiratório excessivo independente da carga respiratória, como por exemplo, acidose metabólica e dor

Conceito da P-SILI na prática

- Mensuração do esforço respiratório

Pressão esofágica (Pes) - estimativa da pressão pleural

- permite a quantificação direta:
 - pressão muscular (pressão gerada pelos músculos inspiratórios, calculada como a diferença entre a pressão estática de retração da parede torácica e o swing de Pes)
 - produto pressão-tempo esofágico (representa a integral da curva de Pmus ao longo do tempo)
 - trabalho respiratório (WOB, integral do produto de Pmus e o volume gerado)
 - pressão transpulmonar



Conceito da P-SILI na prática

- Mensuração do esforço respiratório

Pressão esofágica (Pes) - estimativa da pressão pleural

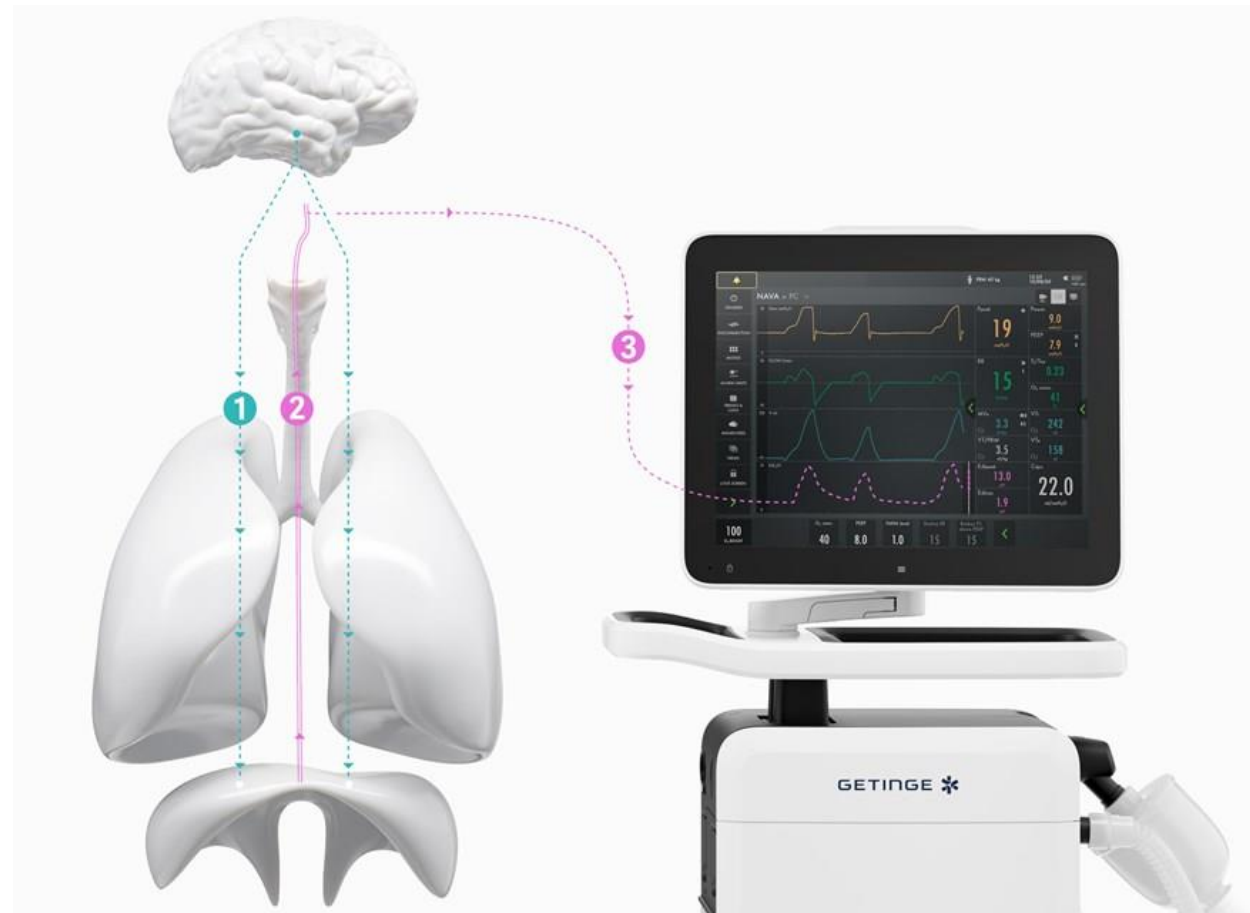
Índice	Valor
Pmus	5 a 10 cmH ₂ O
PTPes	50 a 150 cmH ₂ O x s x min ⁻¹
WOB	2.4 e 7.5 J x min ⁻¹ ou 0.2 and 0.9 J x L ⁻¹
Swing de Pes	2 +- 1 cmH ₂ O menor que a Pmus 2 a 3 cmH ₂ O (sobreassistência) 8 a 12 cmH ₂ O (subassistência)



Conceito da P-SILI na prática

- Mensuração do esforço respiratório

Atividade elétrica do diafragma (EAdi)



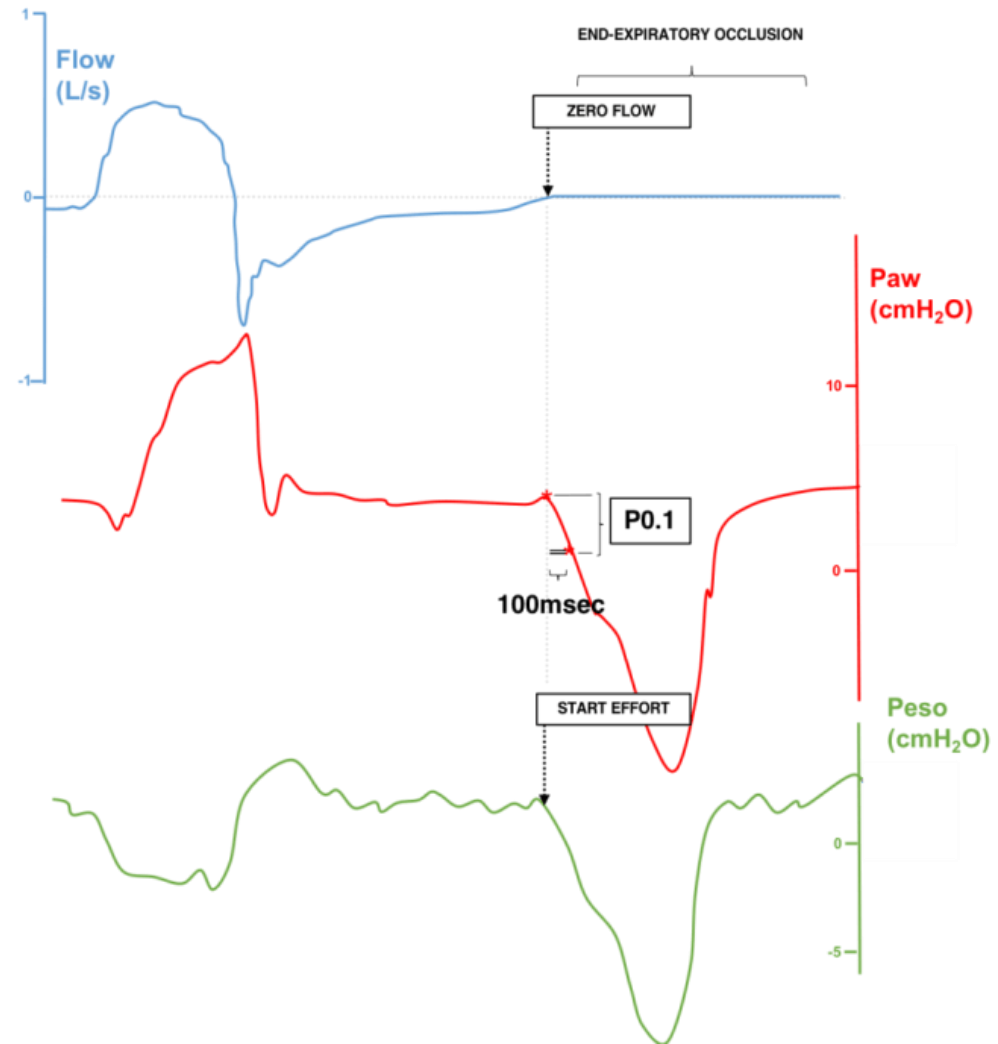
Conceito da P-SILI na prática

- Mensuração do esforço respiratório

Pressão de oclusão nos 100 primeiros milissegundos da inspiração (P0.1)

Normal: 0,5 a 1,5 cmH₂O

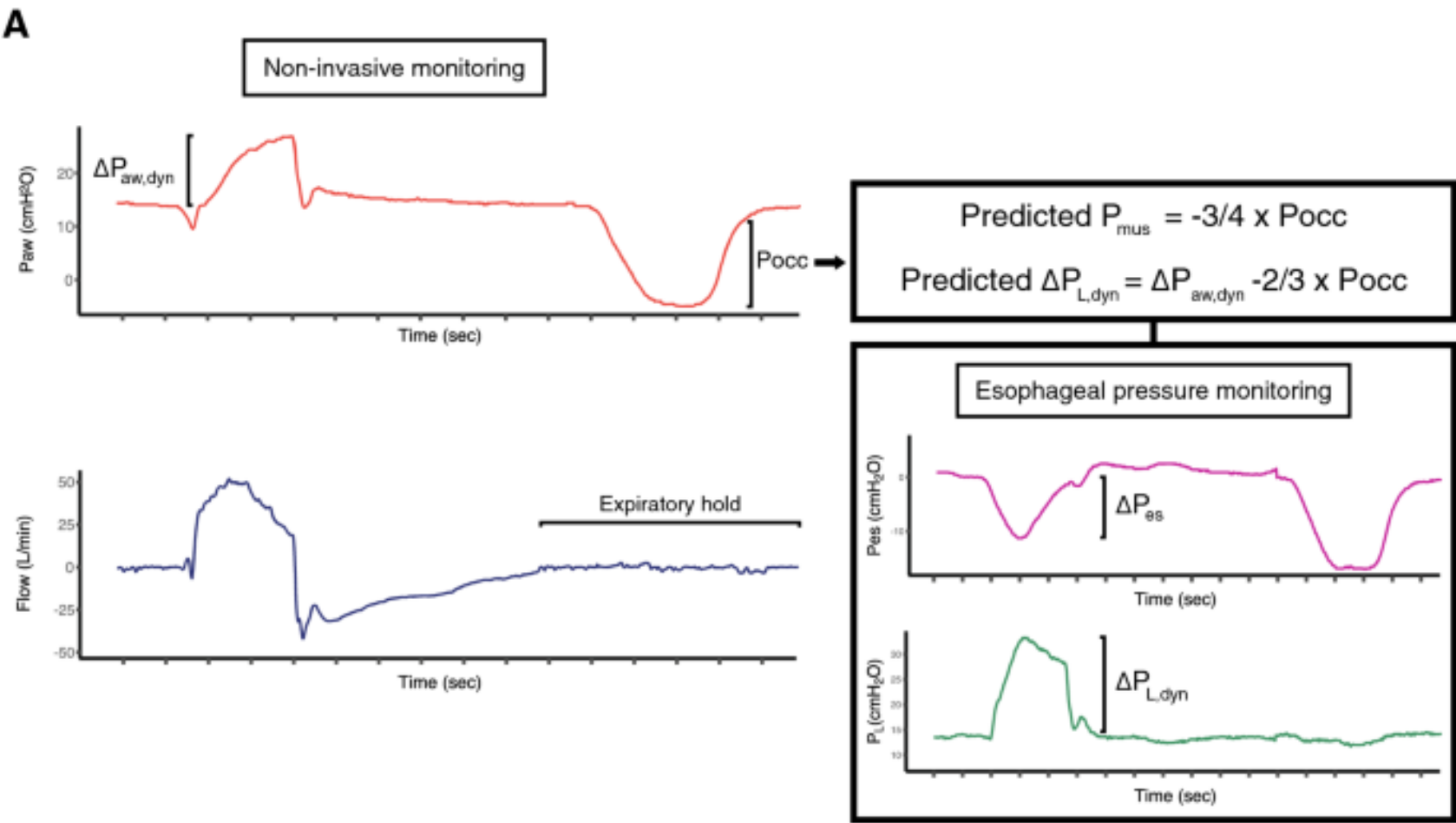
Esforço: > 3,5 cmH₂O



Conceito da P-SILI na prática

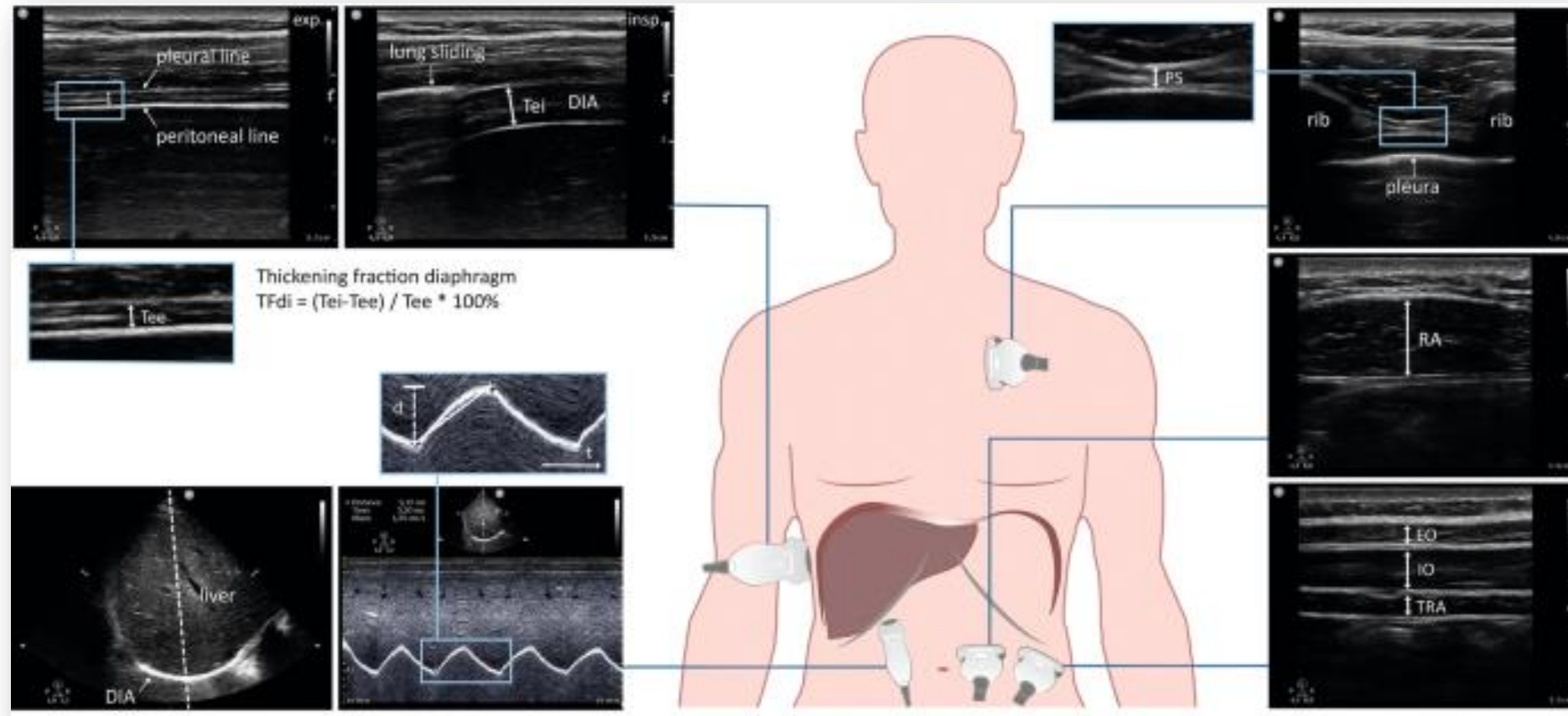
- Mensuração do esforço respiratório

Delta P_{occ}



Conceito da P-SILI na prática

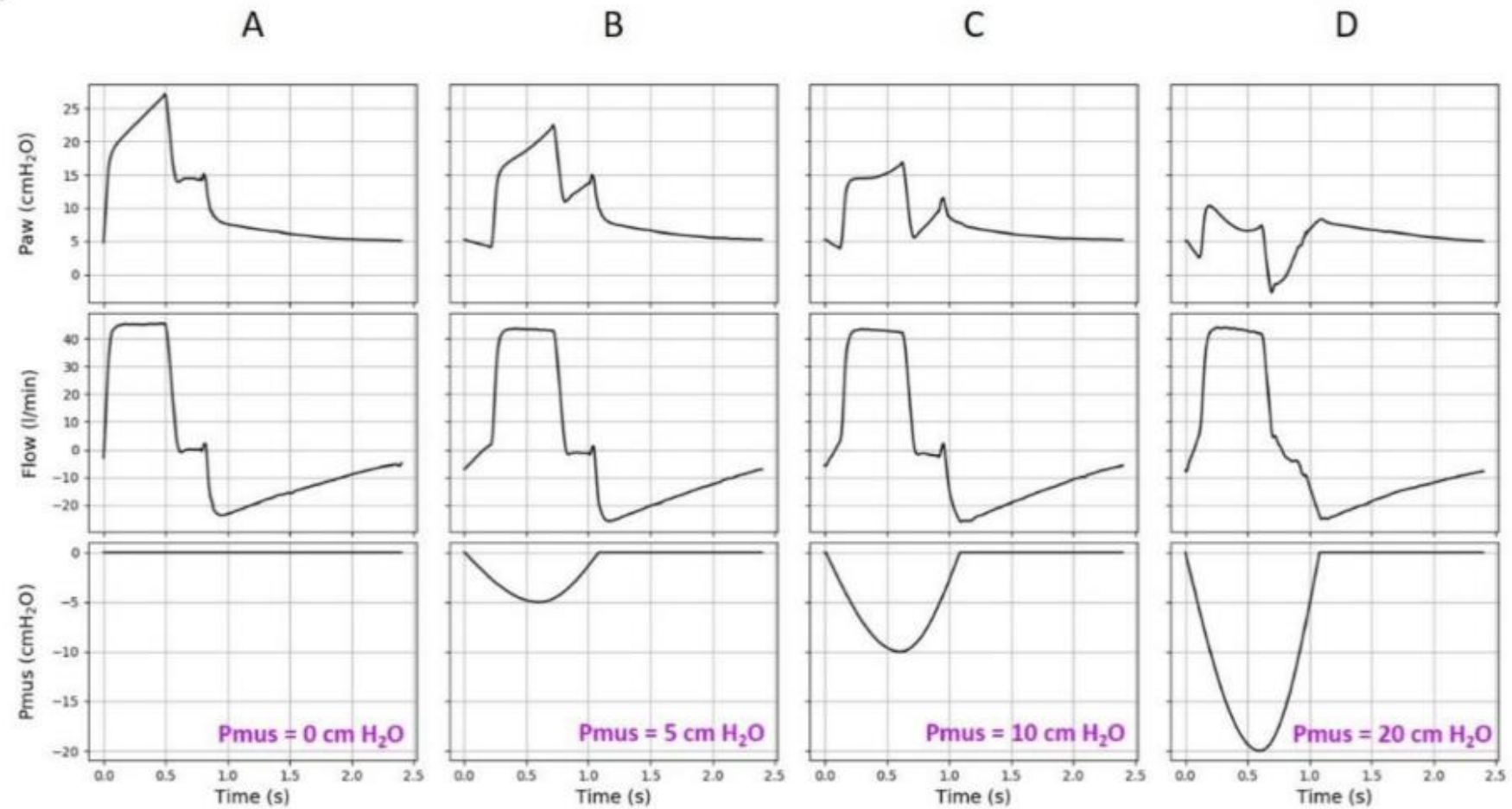
- Mensuração do esforço respiratório



- TFdi abaixo de 15%: sinal de assistência excessiva
- TFdi acima de 30% a 40%: sinal de assistência insuficiente

Conceito da P-SILI na prática

- Detectando risco de P-SILI em VCV



Conceito da P-SILI na prática

- Detectando risco de P-SILI em VCV

Empilhamento aéreo independentemente de ser consequência de disparo duplo ou disparo reverso

O que fazer?

- Mudar modo para PSV
- VC geralmente aumenta acima de 6 mL/kg PBW, mas permanece muito menor do que o volume fornecido durante o empilhamento

Outra opção terapêutica: aumentar a sedação e/ou bloquear o paciente

- Opioides - diminuem a frequência respiratória e controlam o drive respiratório elevado quando decorrente da dor
- Propofol e benzodiazepínicos - diminuem o esforço respiratório, mas aumentam risco de delírio
- Dexmedetomidina - fornece sedação, ansiólise e analgesia sem diminuir o drive respiratório

Conceito da P-SILI na prática

- Detectando risco de P-SILI em VCV

Empilhamento aéreo independentemente de ser consequência de disparo duplo ou disparo reverso

O que fazer?

- Mudar modo para PSV
- VC geralmente aumenta acima de 6 mL/kg PBW, mas permanece muito menor do que o volume fornecido durante o empilhamento

Outra opção terapêutica: aumentar a sedação e/ou bloquear o paciente

- Opioides - diminuem a frequência respiratória e controlam o drive respiratório elevado quando decorrente da dor
- Propofol e benzodiazepínicos - diminuem o esforço respiratório, mas aumentam risco de delírio
- Dexmedetomidina - fornece sedação, ansiólise e analgesia sem diminuir o drive respiratório

Conceito da P-SILI na prática

- Detectando risco de P-SILI em VCV

- Ajuste de PEEP

- Aumentar em pacientes com capacidade de recrutamento pulmonar diminui a quantidade de pulmão atelectásico, reduzindo o gradiente inspiratório vertical das oscilações de pressão transpulmonar entre as áreas não dependentes e dependentes
 - Para um determinado esforço inspiratório, limita o estresse pulmonar regional e o risco de pendelluft, estiramento local e abertura/ fechamento cíclico no pulmão não dependente
 - Pode diminuir o esforço respiratório sem afetar o drive respiratório: redução da curvatura do diafragma e alterações na sua relação força-comprimento resultantes do aumento do EELV
 - Aumento do EELV pode aliviar a fome de fluxo durante ventilação com baixo VC, melhorando a sincronia paciente-ventilador

Conceito da P-SILI na prática

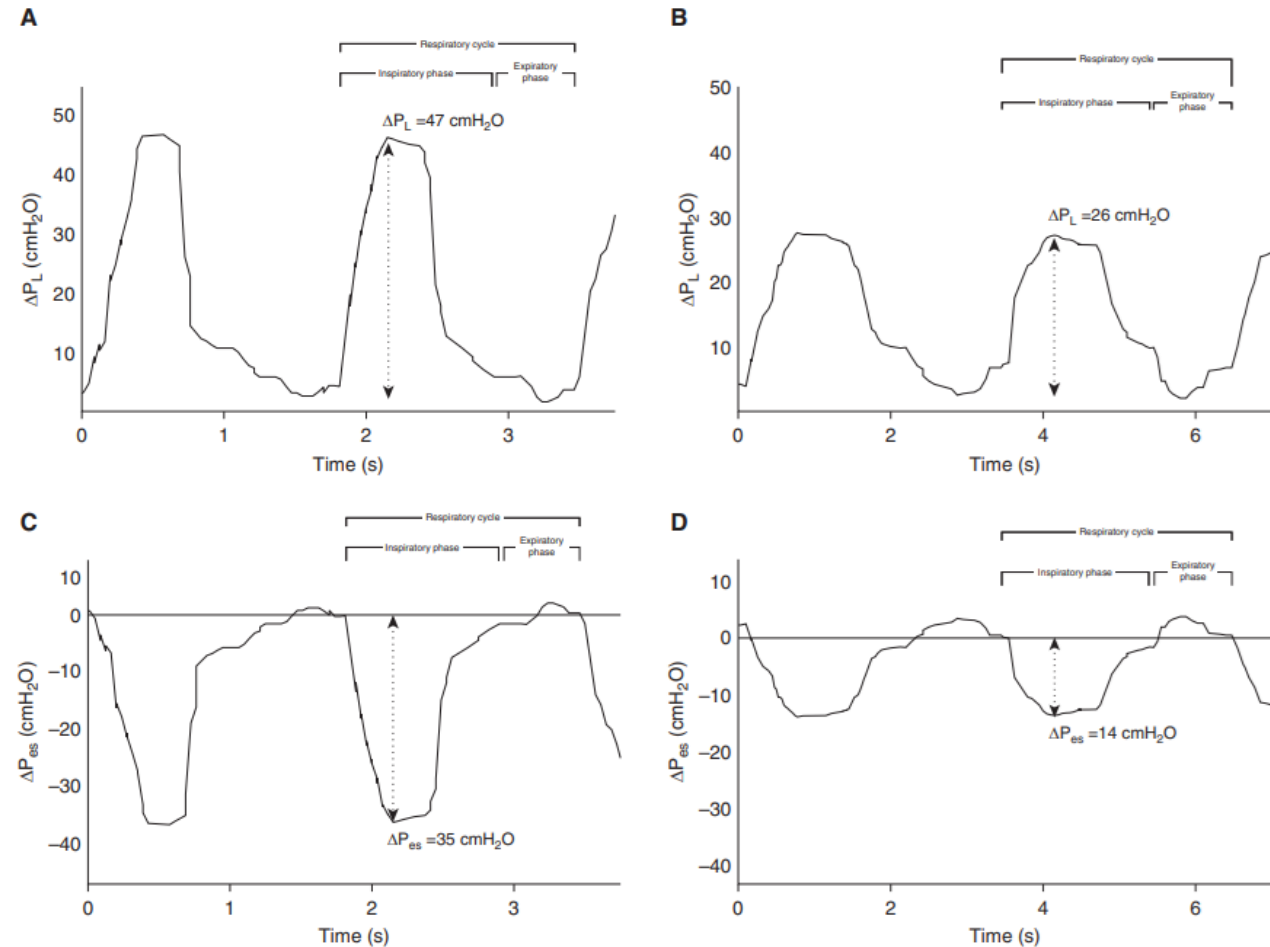
- Detectando risco de P-SILI em PSV
 - A detecção de VC alto pode facilmente ocorrer em pacientes com lesão pulmonar grave
 - Em casos de baixa complacência e alta resistência é difícil detectar um forte esforço inspiratório sem monitoramento da Pes, pois pode não resultar em alto volume corrente apesar das grandes variações de PL
 - Avaliação do esforço respiratório durante PSV limita-se a avaliação clínica em busca de sinais de desconforto respiratório
 - Em caso de suspeita de esforço inspiratório elevado, o aumento do nível de suporte tirar a carga dos músculos respiratórios



Conceito da P-SILI na prática

- Detectando risco de P-SILI em suporte não-invasivo

- Todos os pacientes apresentaram esforço inspiratório excessivo no início da VNI
- Após duas horas de VNI, os pacientes que obtiveram sucesso diminuíram o esforço respiratório em comparação com os pacientes que falharam



Conceito da P-SILI na prática

- Detectando risco de P-SILI em suporte não-invasivo

Na insuficiência respiratória hipoxêmica de novo

- (1) VC entre 6 e 8 mL/kg PBW não é alcançado em cerca de 80% dos pacientes, apesar do nível de suporte pressórico ajustado
- (2) VC maior que 9,5 mL/kg PBW foi independentemente associado à falha da VNI



Conceito da P-SILI na prática

- Detectando risco de P-SILI em suporte não-invasivo



- *Washout* contínuo do espaço morto anatômico melhora a eficiência ventilatória
- Conceitualmente reduz a chance de P-SILI
- Impossibilidade de mensurar VC
- ROX index ($[SpO_2/FiO_2]/FR$)

Conceito da P-SILI na prática

- Detectando risco de P-SILI em suporte não-invasivo
- Reduz o esforço inspiratório vs. CNAF, com swing de PL, PaCO_2 e conforto similares
- Menor taxa de IOT e mais dias livres de VM em pacientes com COVID vs. CNAF



Conceito da P-SILI na prática

- Durante a pandemia de COVID-19, a P-SILI foi muito debatida, especialmente ao pesar o risco de IOT precoce versus tardia
- A avaliação desse risco tem sido influenciada pela necessidade de usar estratégias não invasivas em ambientes excepcionais de influxo maciço de pacientes e escassez concomitante de leitos de UTI e ventiladores mecânicos
- Não há fortes evidências de estudos observacionais de que o momento da intubação tenha alterado o resultado, deixando aberta a área de pesquisa

Conclusão

- Apesar de dados experimentais e clínicos tendendo a apoiar a relevância do PSILI, até o momento, nenhum estudo clínico demonstrou que uma estratégia ventilatória para limitar o risco de P-SILI pode melhorar a evolução dos pacientes
- Supõe-se que a P-SILI ocorra especialmente quando grandes esforços inspiratórios são impostos a pulmões gravemente lesionados
- A transposição desse conceito para a prática clínica requer a avaliação do esforço inspiratório do paciente e a detecção de interações paciente-ventilador potencialmente perigosas, que pode ser facilitado pela monitoração da Pes
- Na ausência, a avaliação clínica cuidadosa e análise do volume corrente, fluxo e gráficos de pressão do ventilador podem ajudar a detectar situações de risco de P-SILI
- Pesquisas futuras devem se concentrar particularmente no monitoramento do P-SILI e na melhor definição da estratégia preventiva durante os suportes ventilatórios não invasivos e invasivos

Obrigado

