

TỒN THƯƠNG PHỔI DO THỞ MÁY

Ths. BS. Mai Anh Tuấn

PGS. TS. BS. Phạm Thị Ngọc Thảo

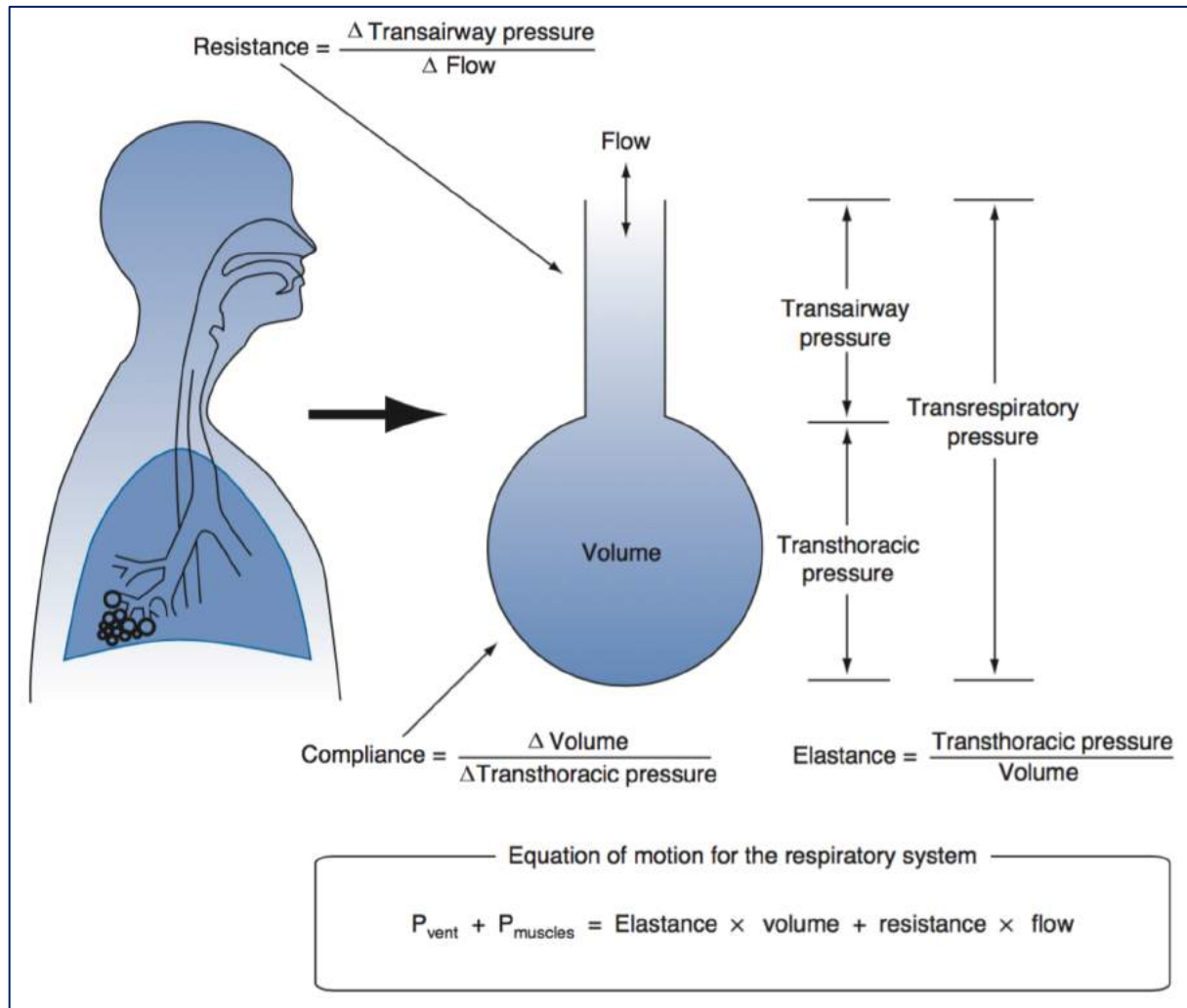
BM: Hồi sức, cấp cứu và chống độc. ĐHYD. TPHCM

Khoa HSTC – khu D, BVCR

NỘI DUNG

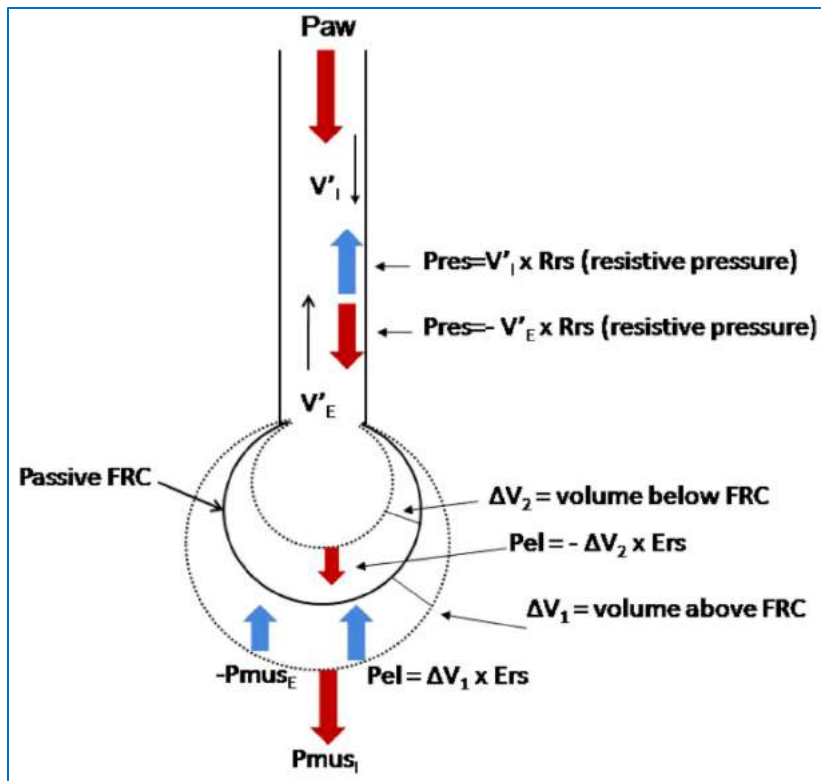
1. Nhắc lại cơ học phổi
2. Các dạng tổn thương phổi thở máy
3. Phòng ngừa tổn thương phổi thở máy

Phương trình chuyển động



$$P_{\text{mus}} + P_{\text{vent}} = P_{\text{res}} + P_{\text{el}} = R \times F + V \times E$$

Phương trình chuyển động



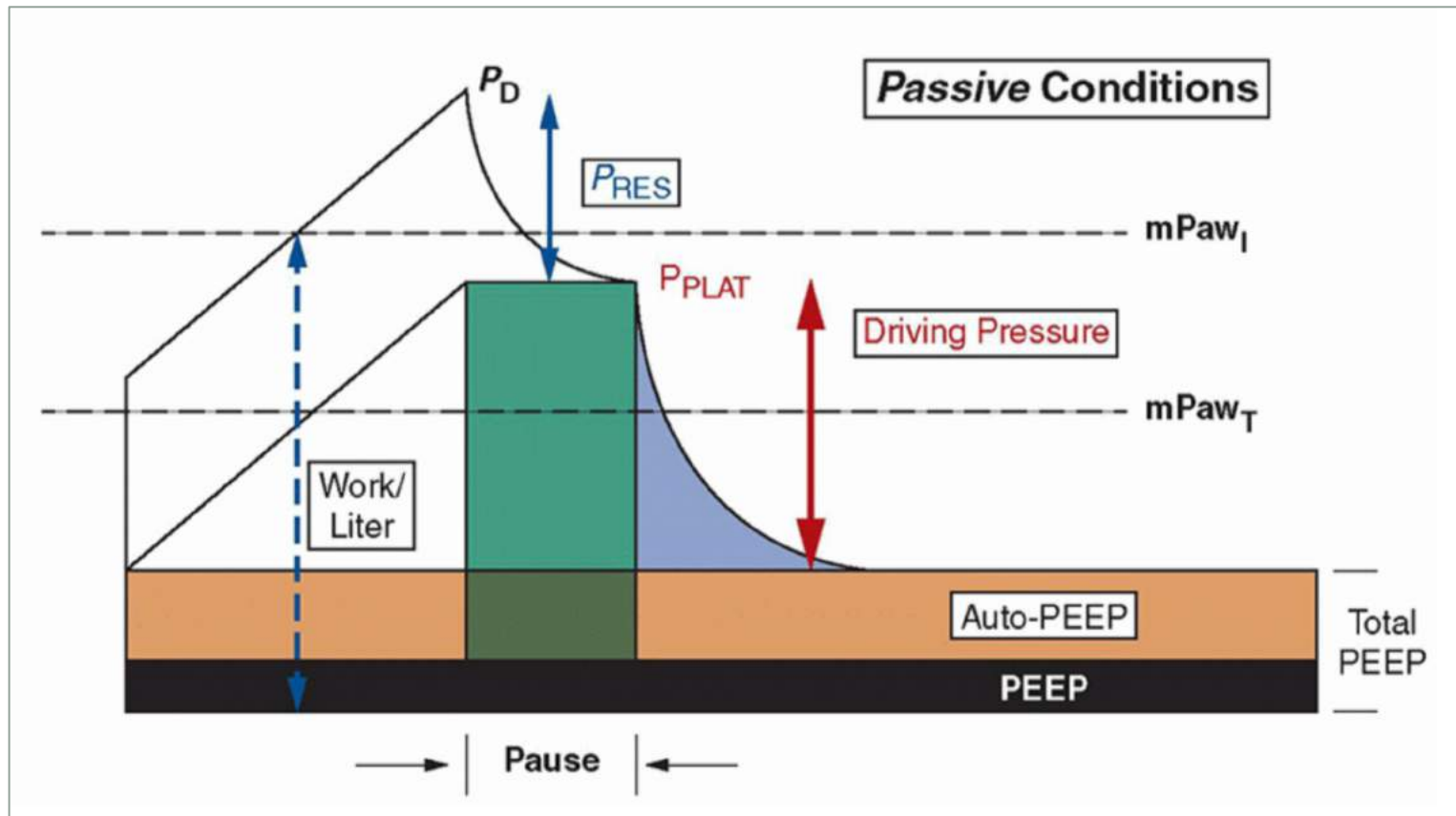
- Mối tương quan giữa các áp lực trong hệ hô hấp.

- $$P_{TOT} = P_{aw} + P_{mus} =$$

$$P_{res} + P_{el} = R_{rs} \times F +$$

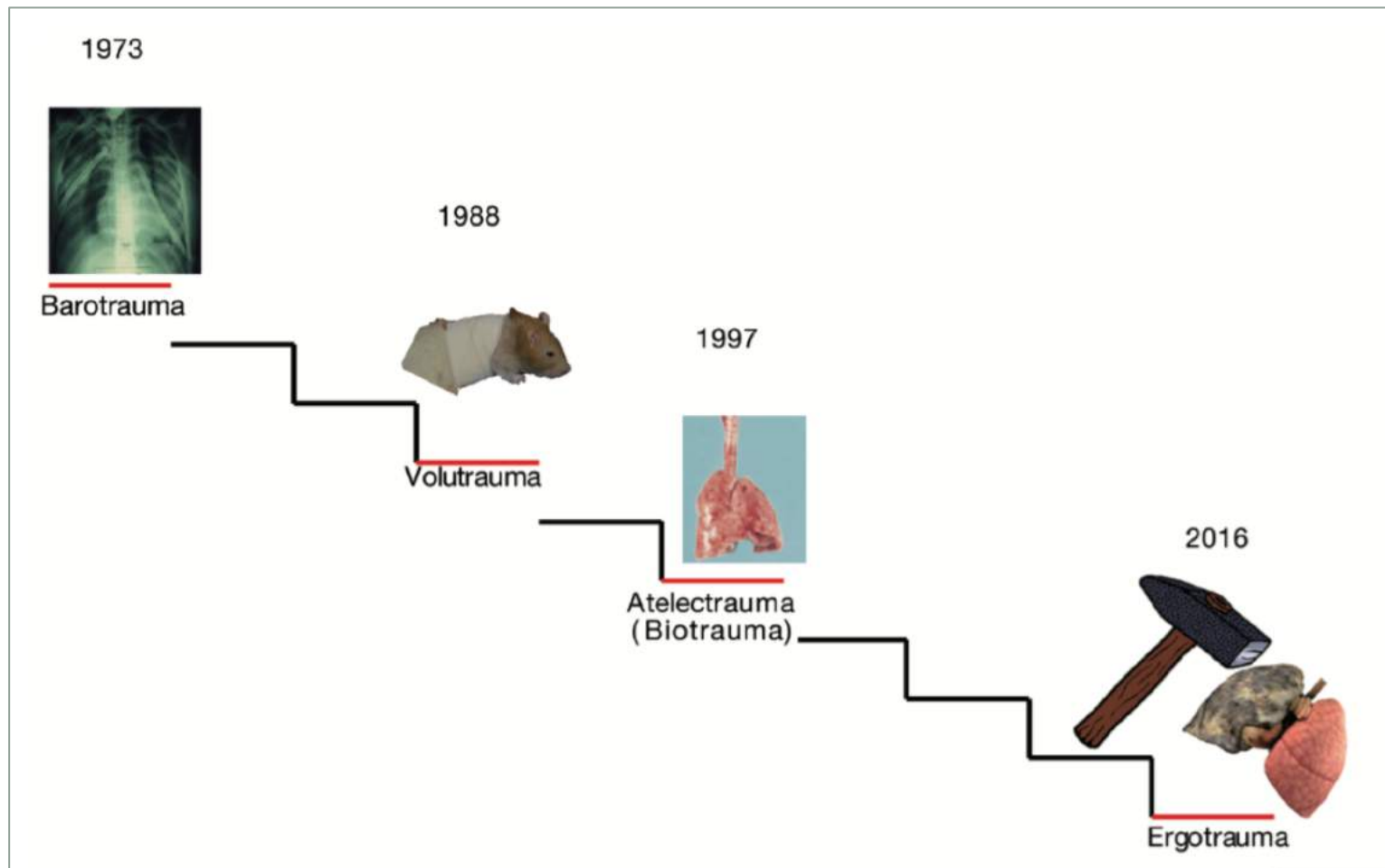
$$E_{rs} \times \Delta V$$

Thành phần áp lực của 1 nhịp thở



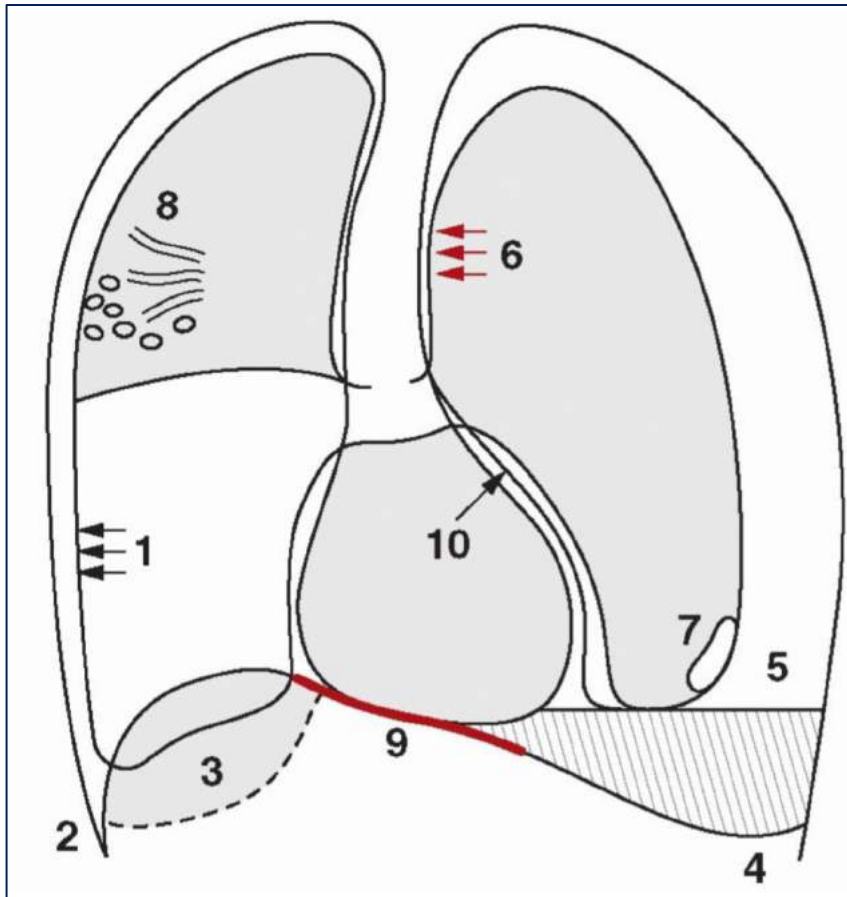
$$P_{TOT} = P_{aw} + P_{mus} = P_{res} + P_{el} = R_{rs} \times F + E_{rs} \times \Delta V$$

Tổn thương phổi thở máy



Tổn thương khí áp

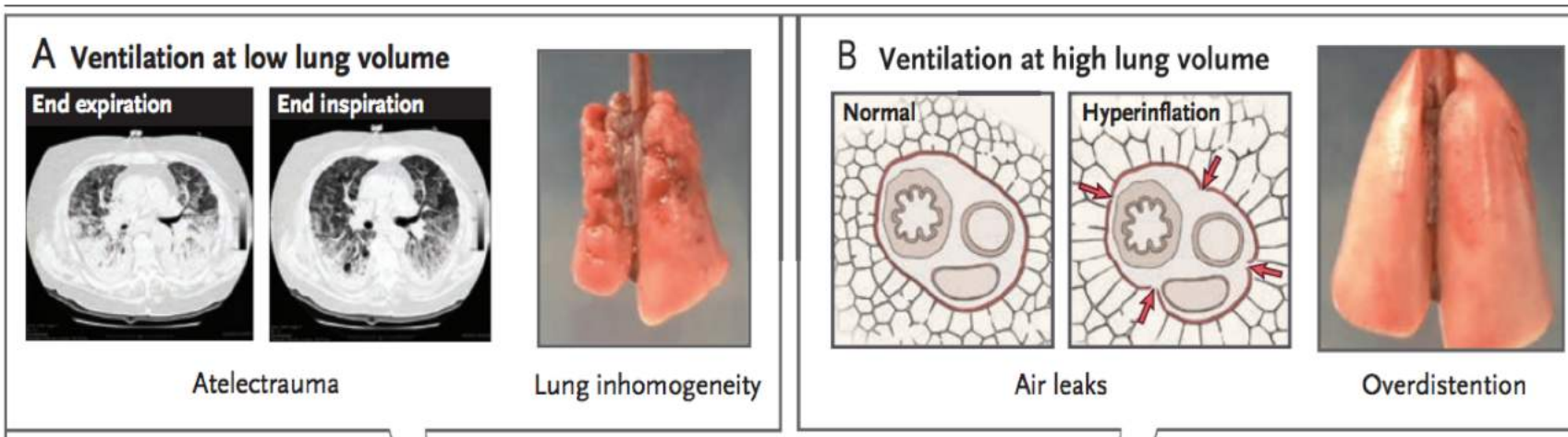
Tổn thương khí áp



Radiographic signs of barotrauma:

- (1) visible visceral pleural line,
- (2) deep sulcus sign,
- (3) radiolucency localized to the upper abdomen,
- (4) inverted hemidiaphragm,
- (5) air-fluid level,
- (6) mediastinal shift,
- (7) subpleural air cyst,
- (8) interstitial emphysema,
- (9) complete diaphragm sign,
- (10) pneumomediastinum

Tổn thương phổi do thở máy



TỔN THƯƠNG XỆP PHỔI

Xẹp phổi do rối loạn surfactant, đè ép bởi vùng phổi phù viêm. Lực xé mạnh nhất xảy ra tại vùng tiếp giáp phổi xẹp và thông khí

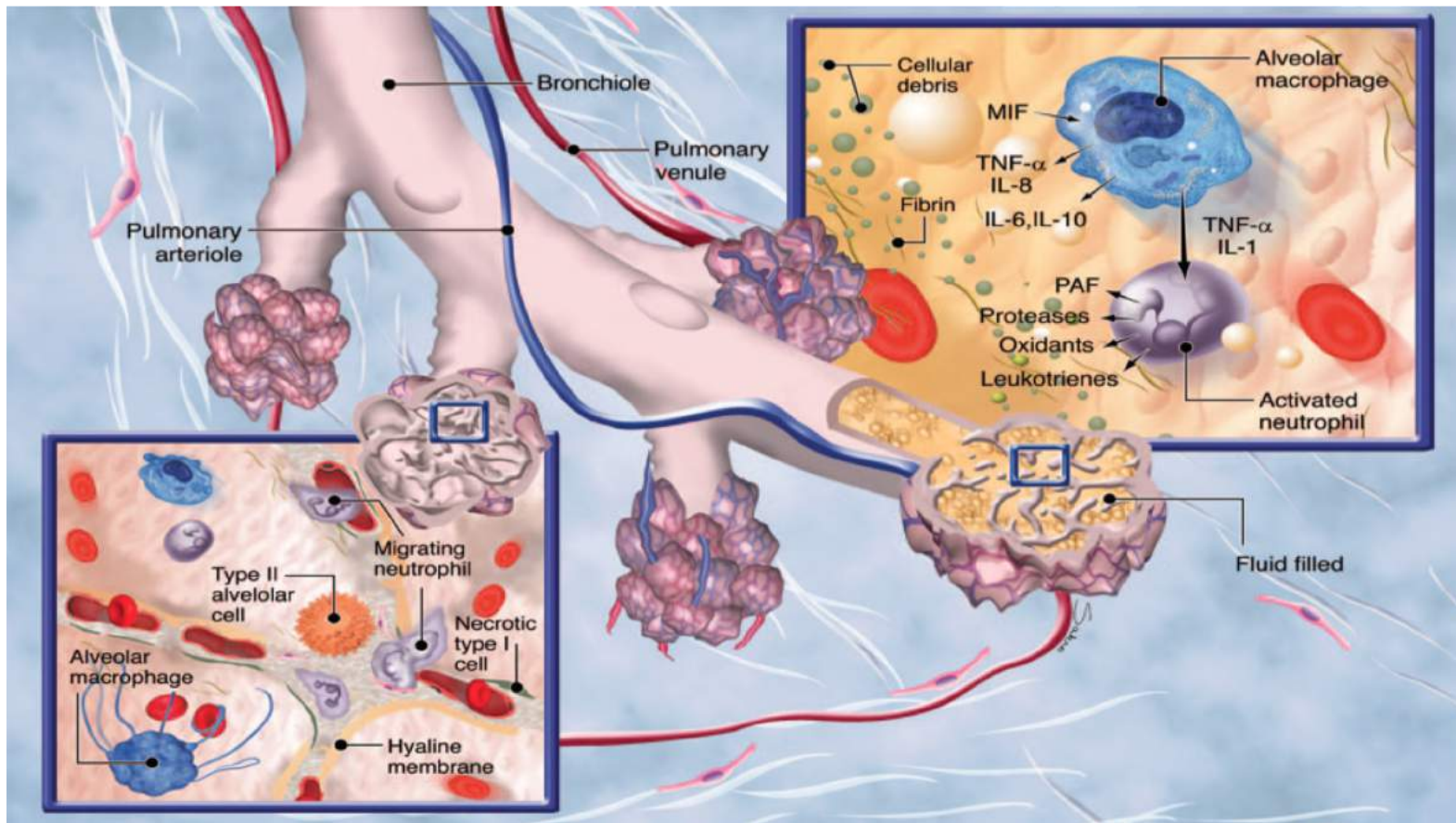
TỔN THƯƠNG THỂ TÍCH (căng phổi động)

Thể tích cài đặt vượt quá thể tích chức năng phổi (phổi em bé)

TỔN THƯƠNG SINH HỌC

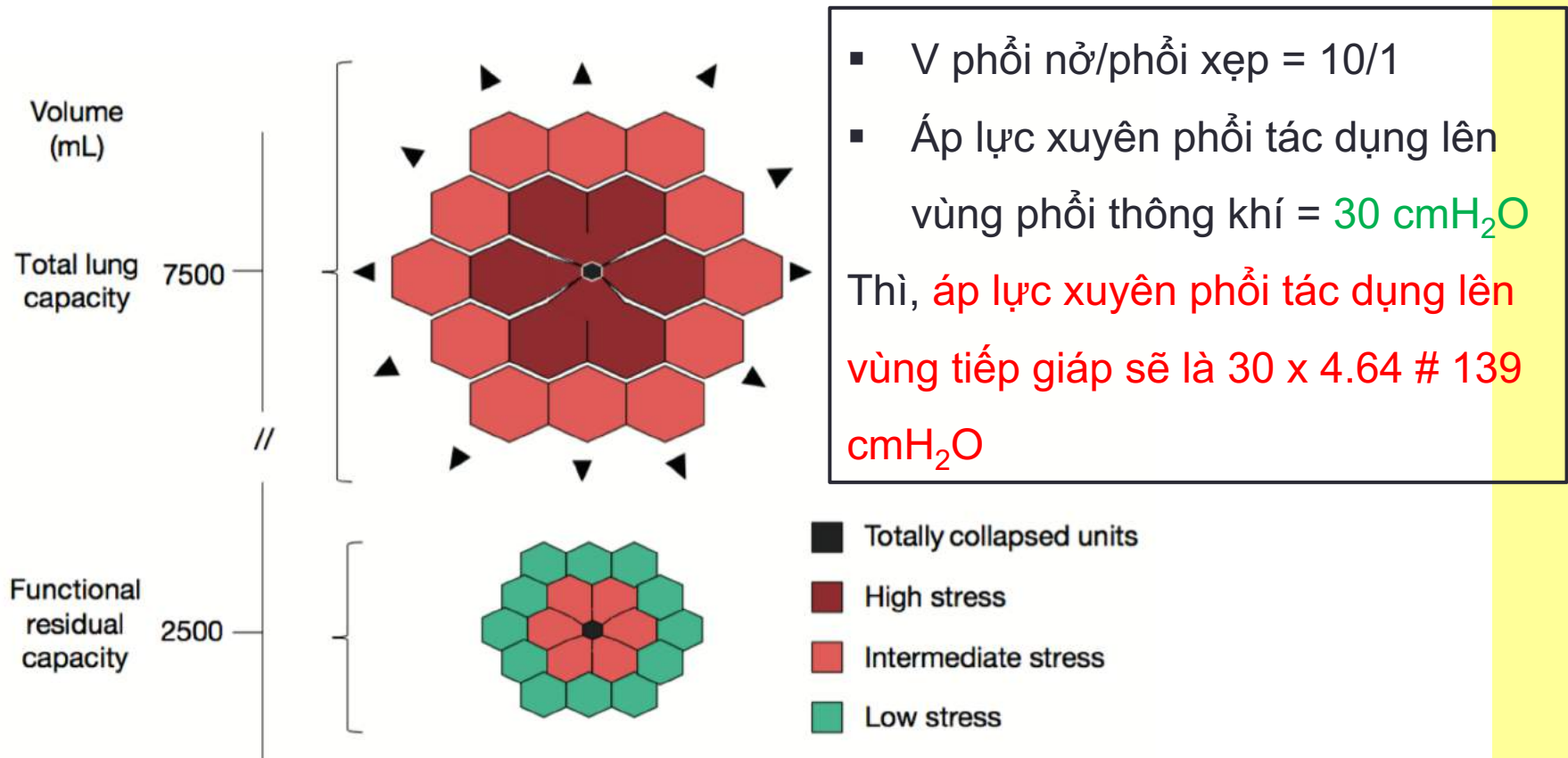
Tổn thương cơ học khởi phát đáp ứng sinh học, kích hoạt dòng thác cytokine trợ viêm → tổn thương các vùng phổi lành và các cơ quan khác

Tổn thương do xẹp phổi



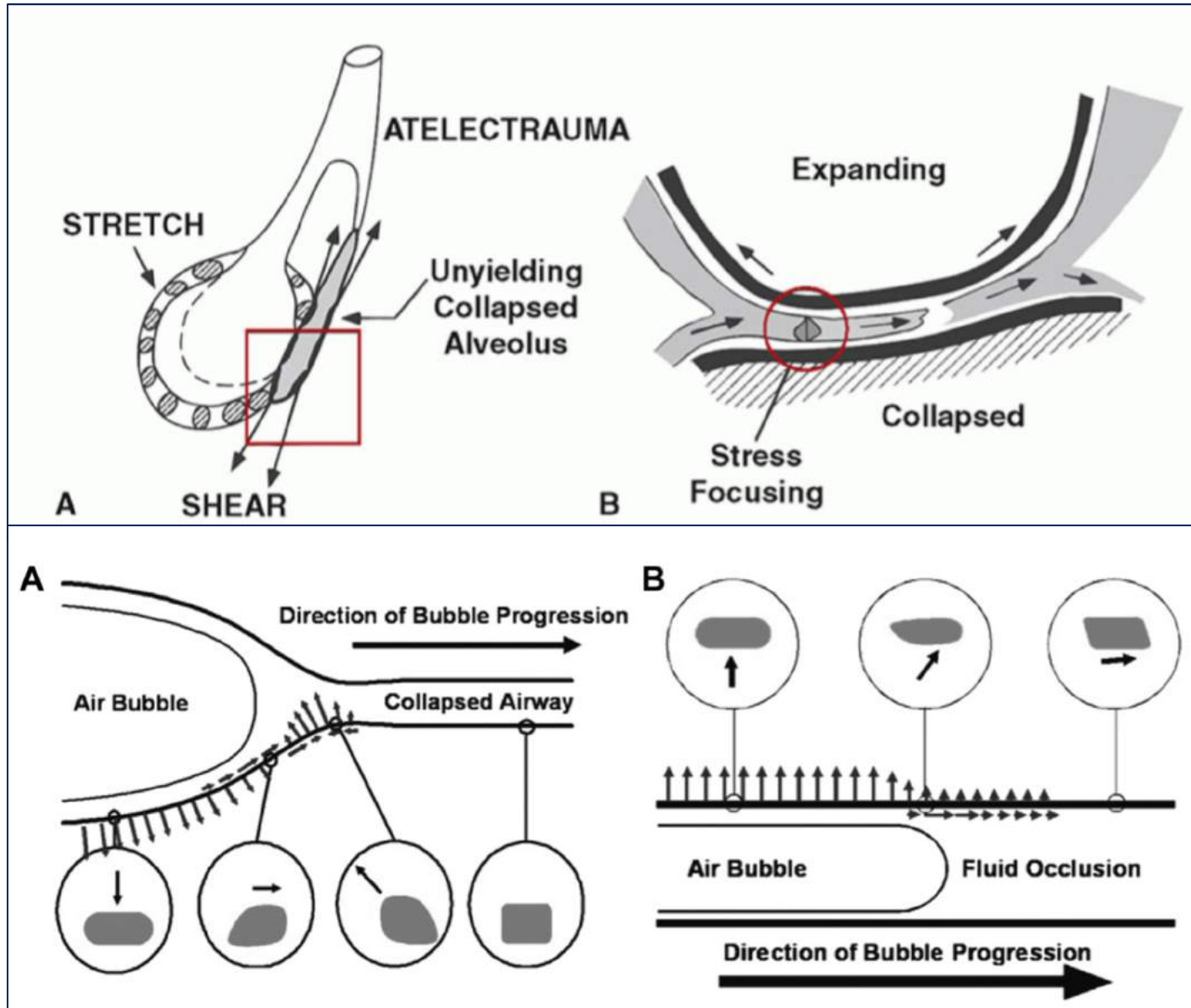
Ban đầu xẹp phế nang \rightarrow thành **phản ứng viêm**. Vùng phổi mất huyết động phế nang sẽ gây **tổn thương tế bào biểu mô** và **mất toàn vẹn lớp tế bào biểu mô**.

Mô hình Mead, tổn thương xẹp phổi



Vì nhu mô phổi không đồng nhất, lực nén (stress) và sự biến dạng (strain) phân bố không đều giữa các vùng phổi

Tổn thương do lực xé

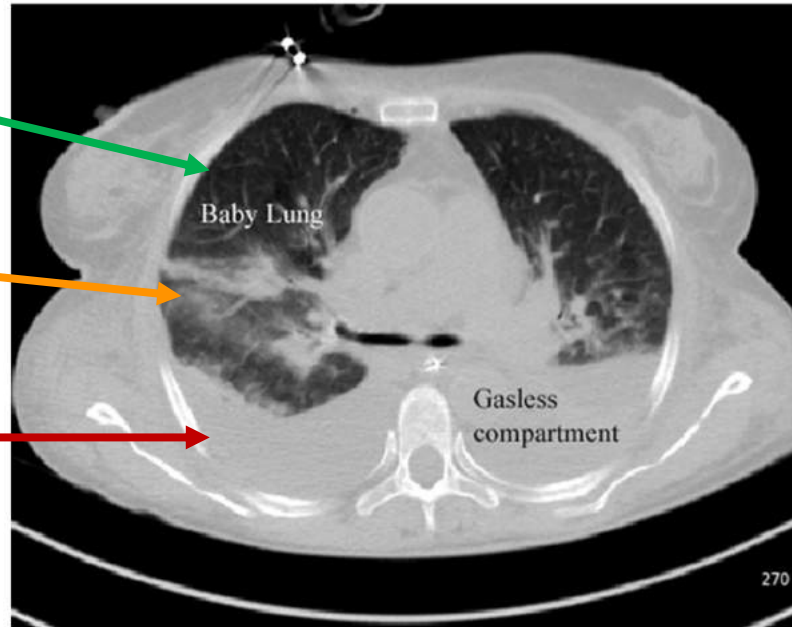


ARDS: “phổi em bé”

Phổi em bé, vùng phổi còn thông khí

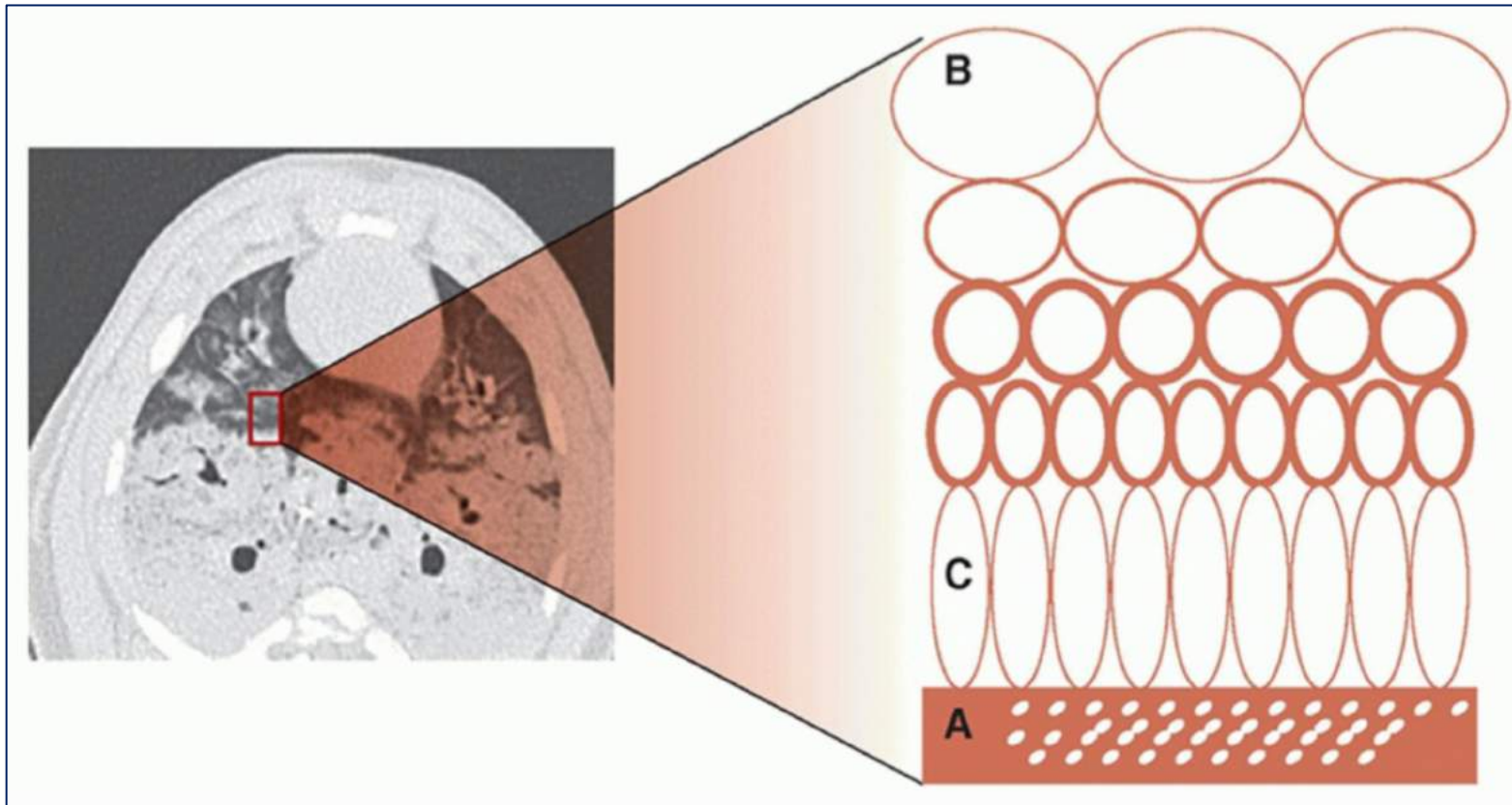
Vùng phổi xẹp

Vùng phổi đông đặc



- Vùng phổi có chức năng (thông khí): kích thước tương đương em bé 5-6 tuổi (300-500g mô phổi)
- Phổi càng **nhỏ**, nguy cơ tổn thương thở máy càng **lớn**
- Phổi càng **nhỏ**, khả năng huy động càng **lớn**

Cấu trúc bất đồng nhất của phổi



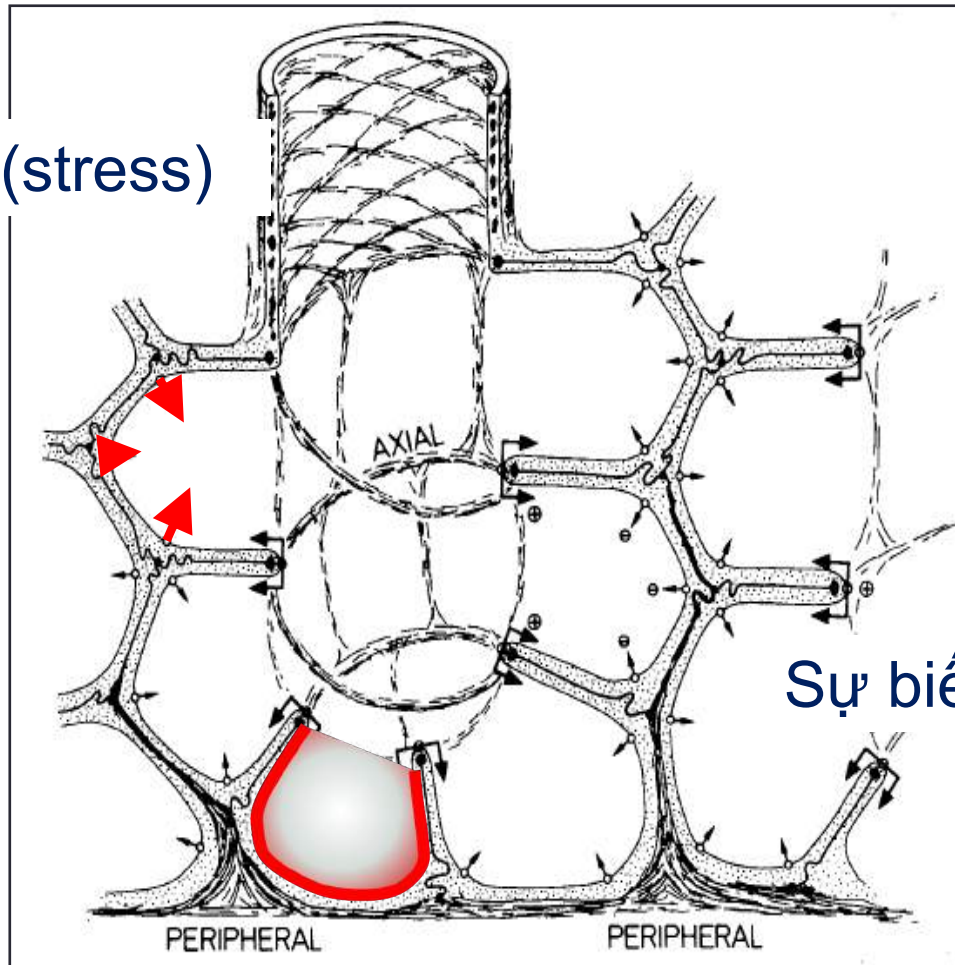
(A) Vùng phổi xẹp

(B) Vùng phổi căng quá mức

(C) Vùng phổi dẫn quá mức

Lực nén (stress) và sự biến dạng (strain)

Lực nén (stress)



Sự biến dạng (strain)

Lực nén (stress) và sự biến dạng (strain)

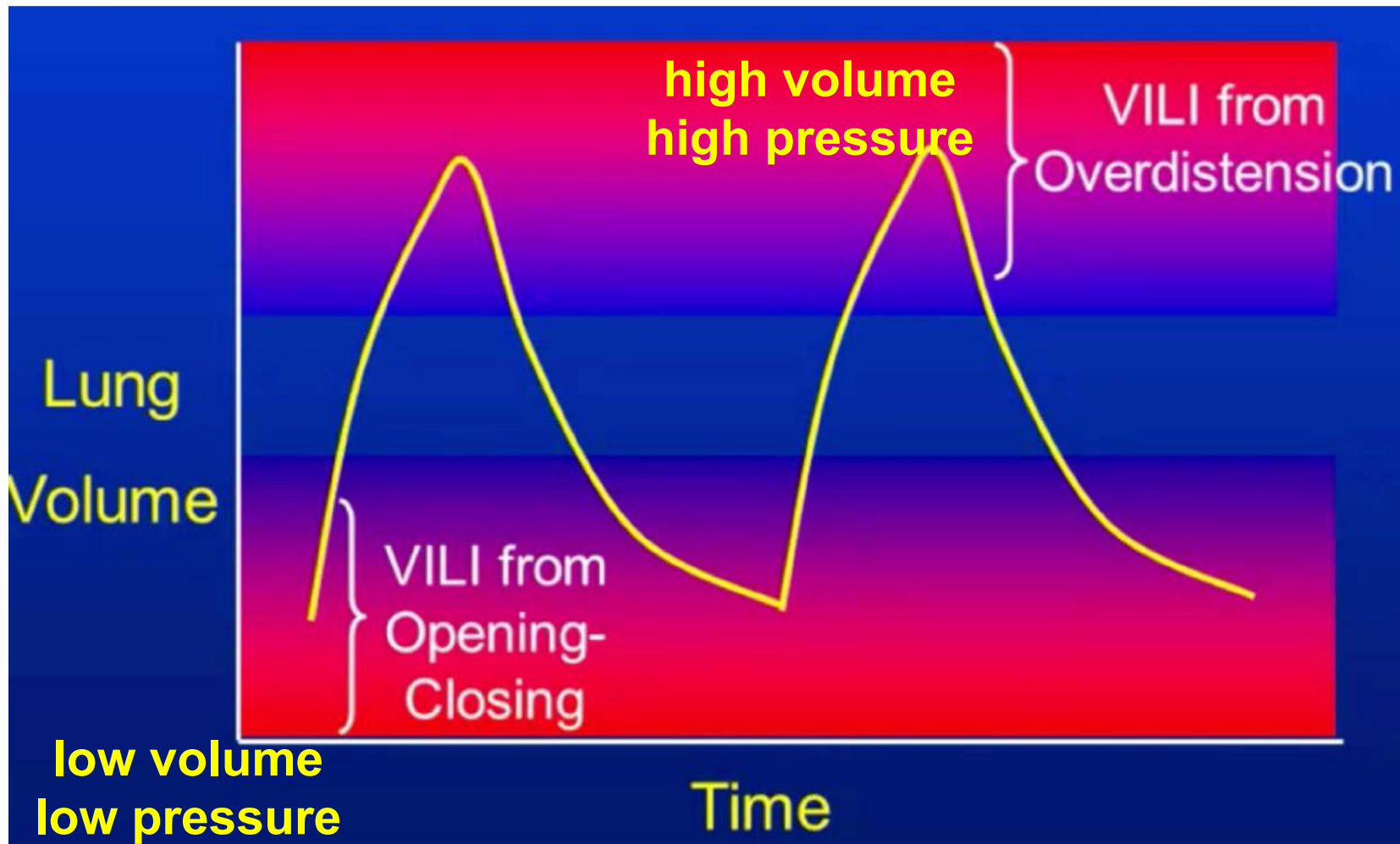
- **Lực nén (stress):** áp suất phát sinh bên trong gây ra lực nở phổi. Lực nở phổi tương ứng với áp lực xuyên phổi (transpulmonary pressure)
 - Stress = transpulmonary pressure = $P_{aw} - P_{pl}$
- **Sự biến dạng (strain)** nhu mô phổi là tỉ lệ dung tích phổi nở so với dung tích phổi nghỉ tĩnh trong chu kỳ hô hấp
 - **Total Strain** = $(V_t + V_{PEEP}) / FRC$
 - Biến dạng tĩnh: **Static strain** = V_{PEEP} / FRC
 - Biến dạng động: **Dynamic strain** = V_t / FRC

Độ đàn hồi đặc hiệu phổi

Stress (PL)= K (specific lung elastance) x strain(dV/V_0)

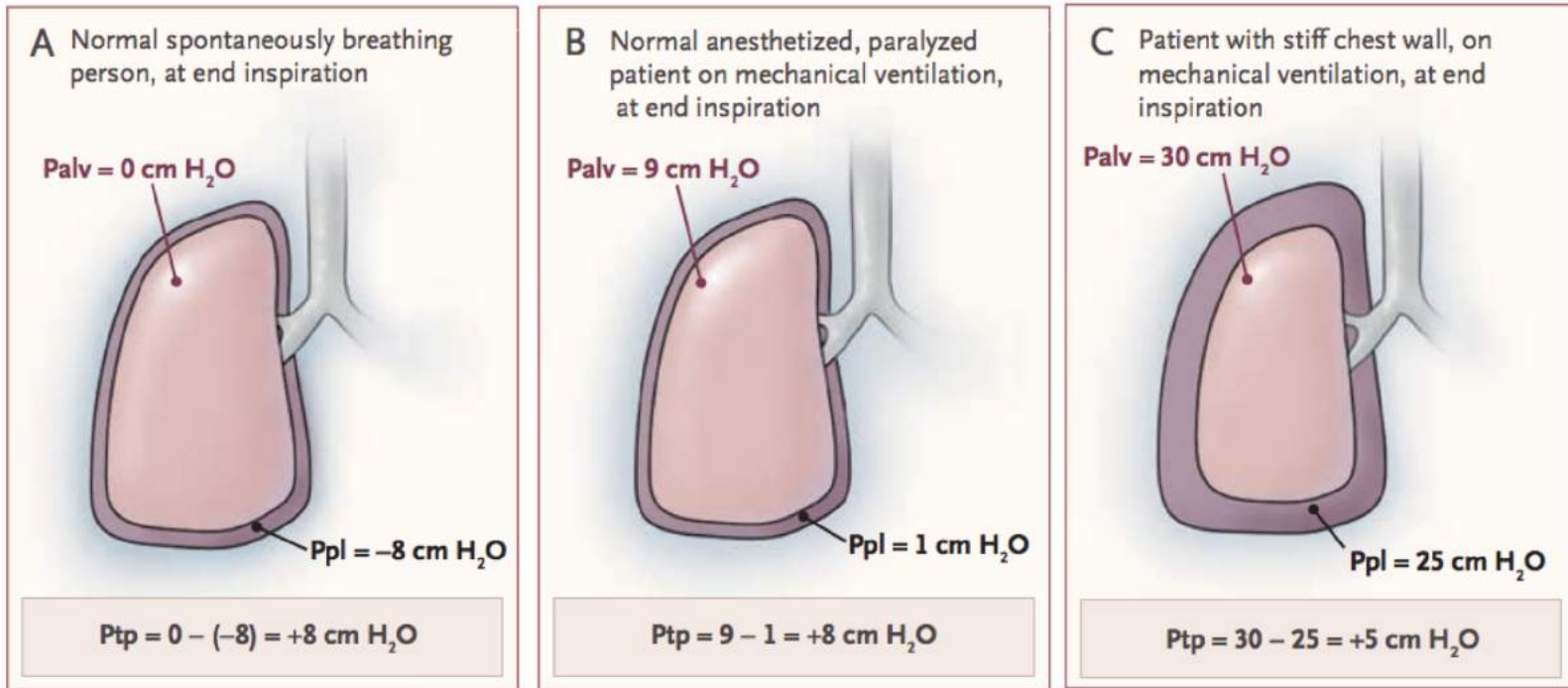
- **Lực nén** và **sự biến dạng** tương quan tuyến tính
- $K \# 13 \text{ cmH}_2\text{O}$ (ở người)
- Độ đàn hồi đặc hiệu nhu mô phổi chính là lực nén (áp lực xuyên phổi) cần thiết để làm phổi nở gấp 2 lần so với dung tích nghỉ tĩnh
- Độ đàn hồi đặc hiệu này tương tự giữa bệnh nhân có phổi bình thường và bệnh nhân ARDS

Cài đặt V_t và tổn thương phổi



Cần phối hợp V_t và PEEP cài đặt sao cho V phổi không quá lớn (chấn thương thể tích) và không quá nhỏ (chấn thương xẹp phổi)

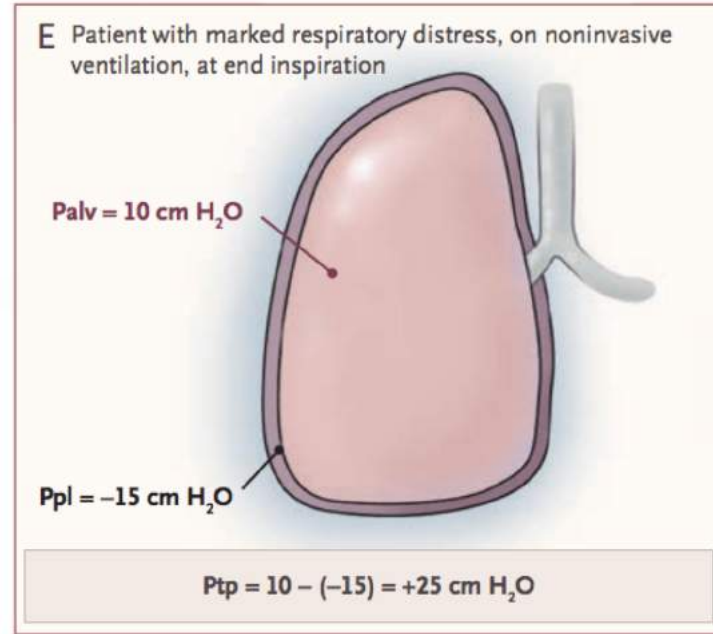
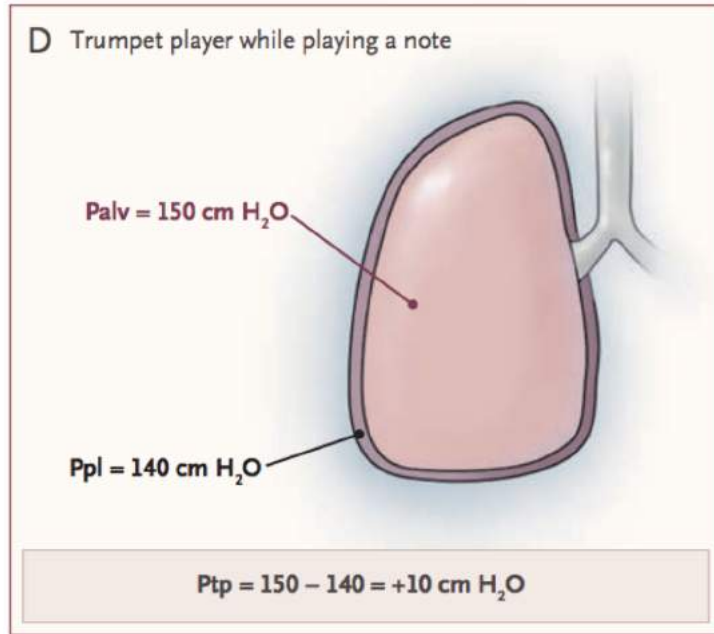
Áp lực xuyên phổi (stress)



Transpulmonary pressure = alveolar pressure – pleural pressure

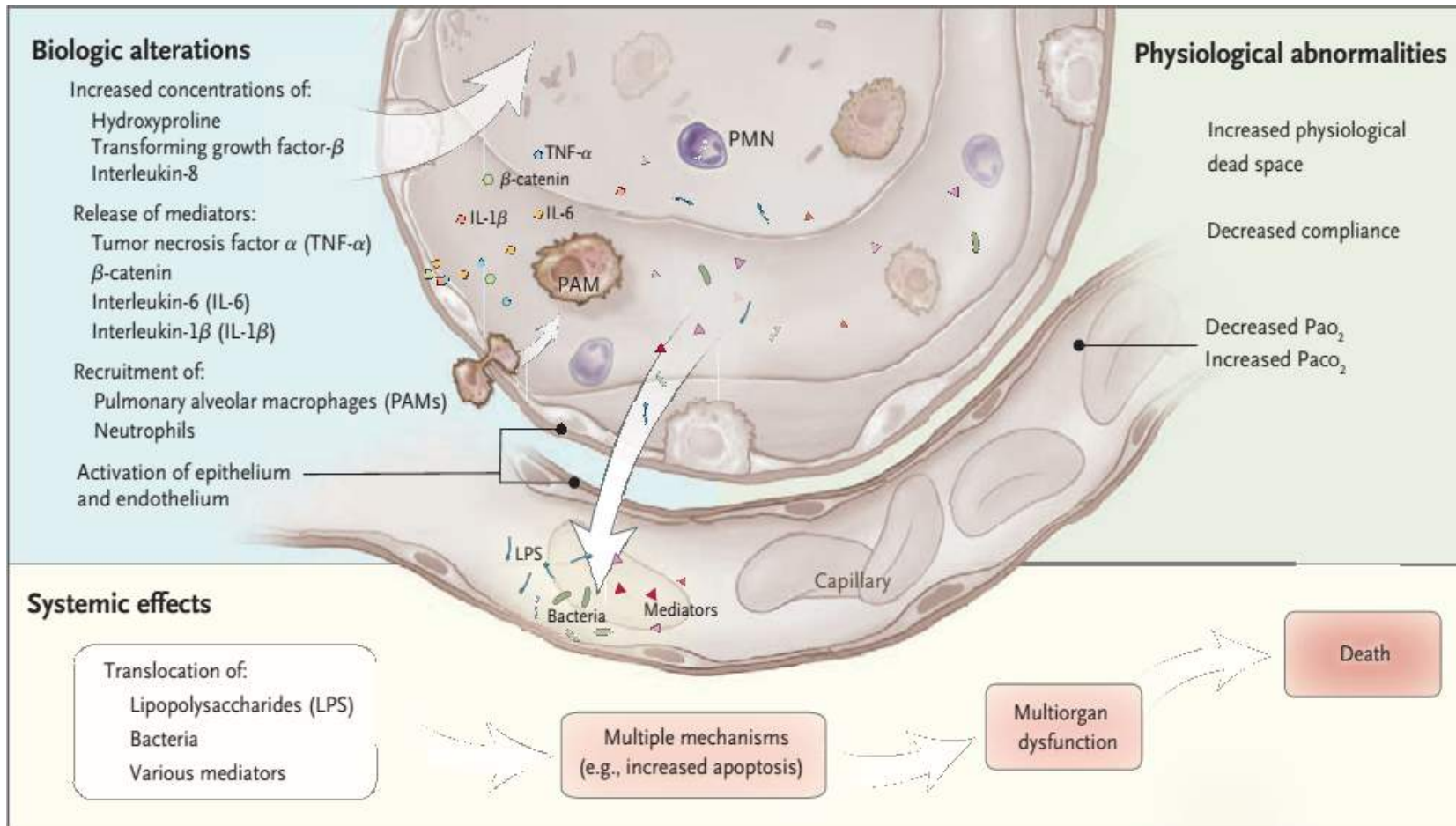
- Là áp lực tác động trực tiếp vào nhu mô phổi
- Loại bỏ ảnh hưởng của thành ngực

Áp lực xuyên phổi (stress)

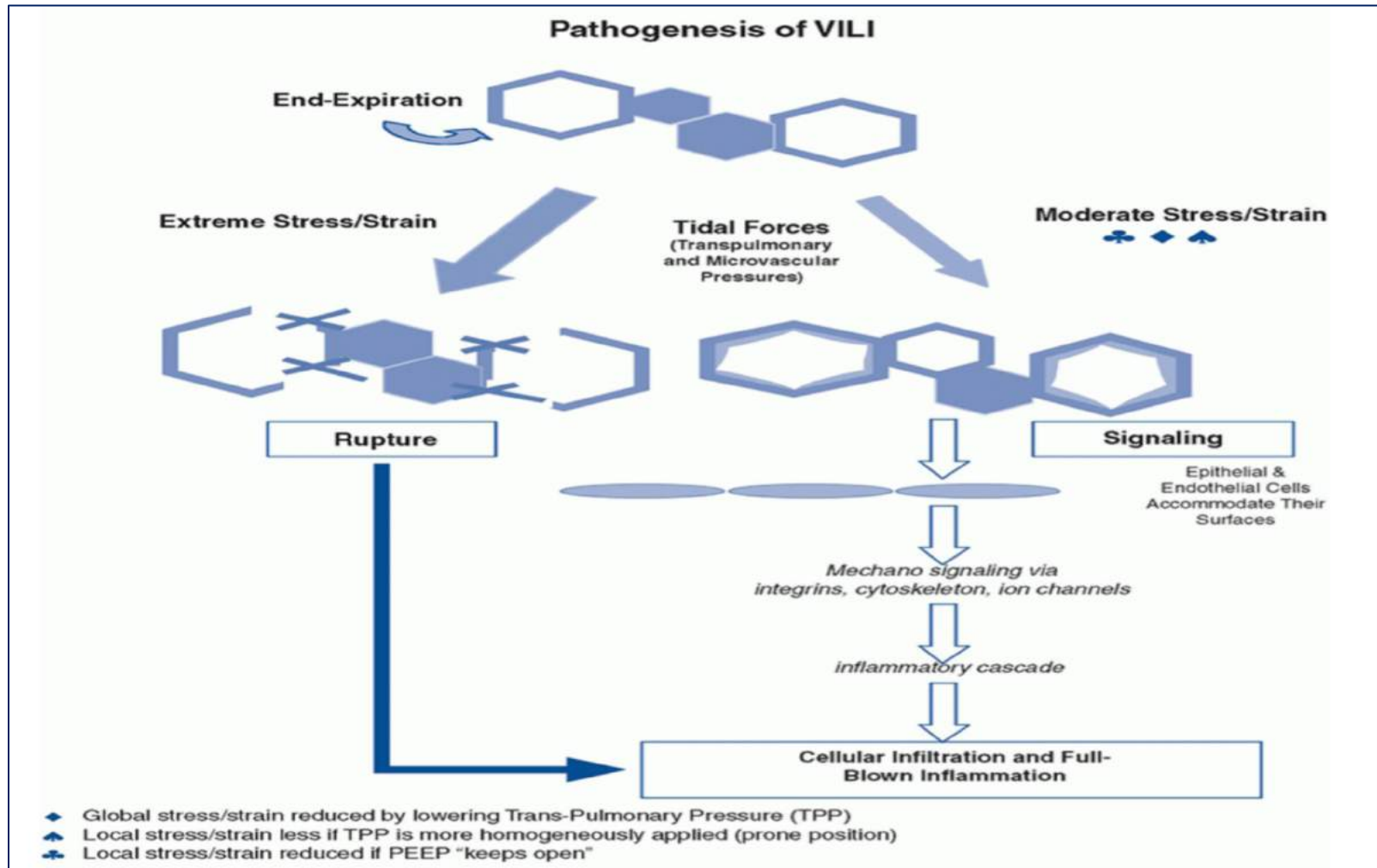


BN tự thở, áp lực màng phổi có thể âm, áp lực đo đạc trên máy thở không phản ánh chính xác lực nén (stress) thực sự lên nhu mô phổi

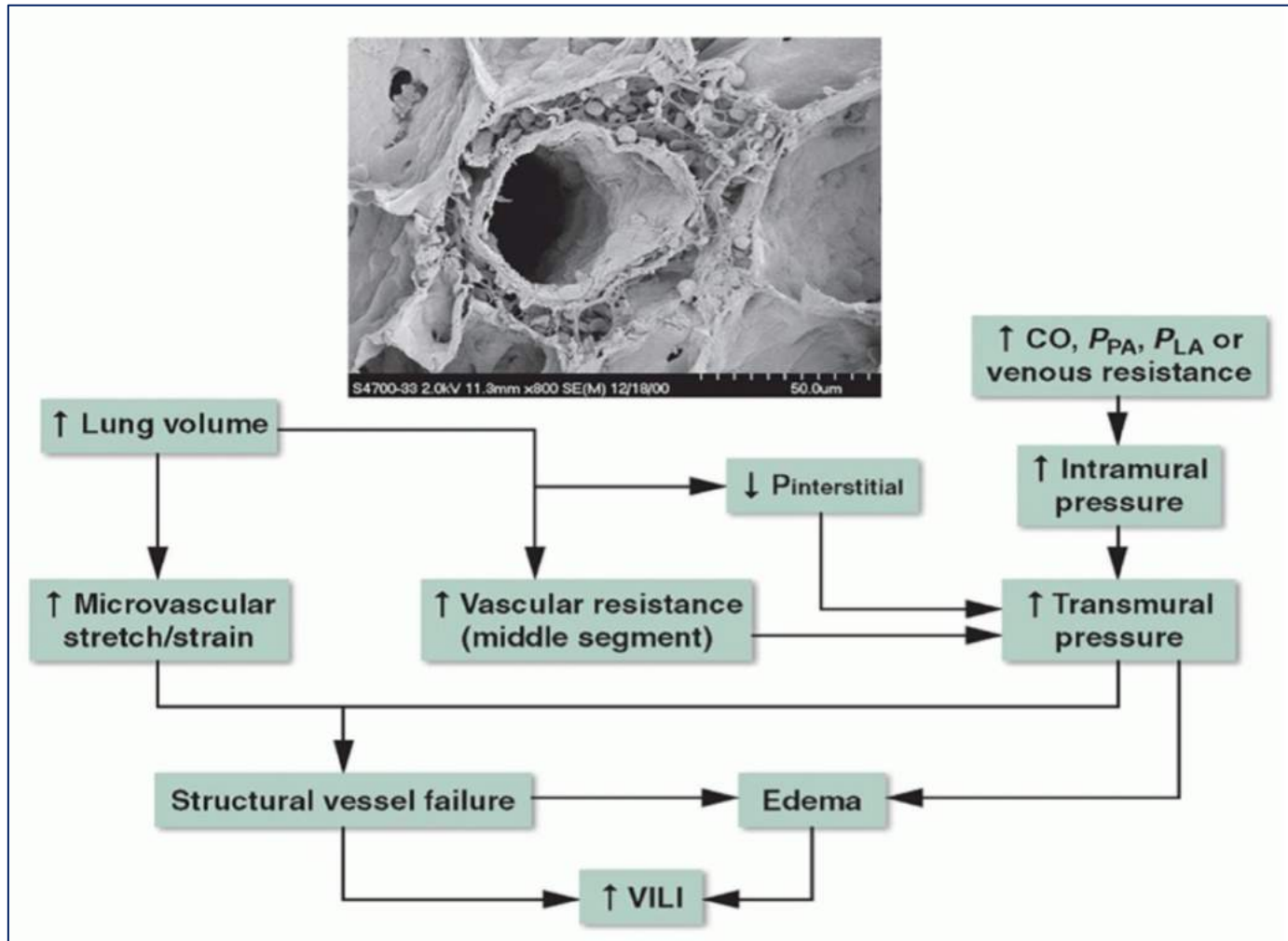
Tổn thương sinh học



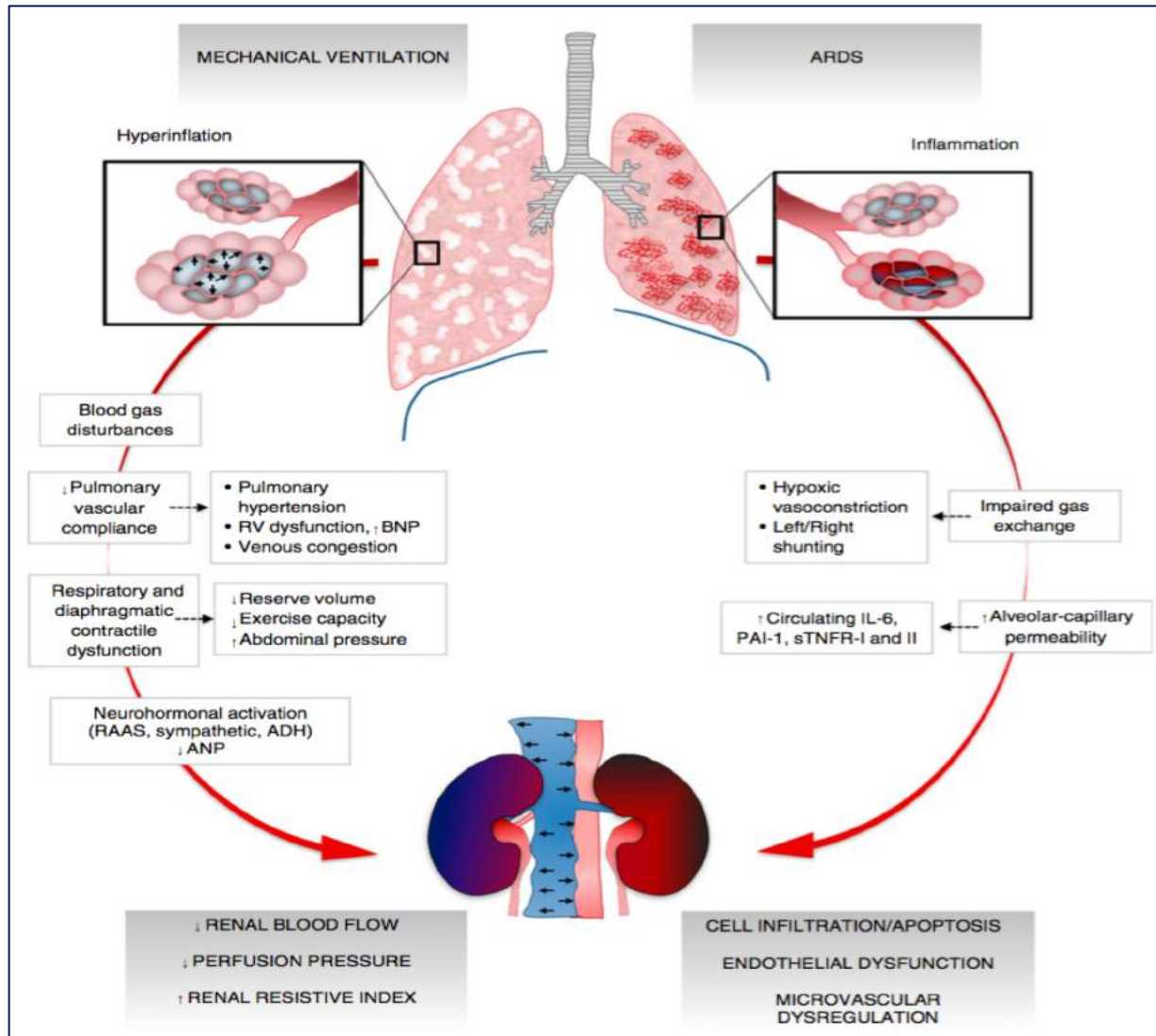
Cơ chế kích hoạt phản ứng viêm



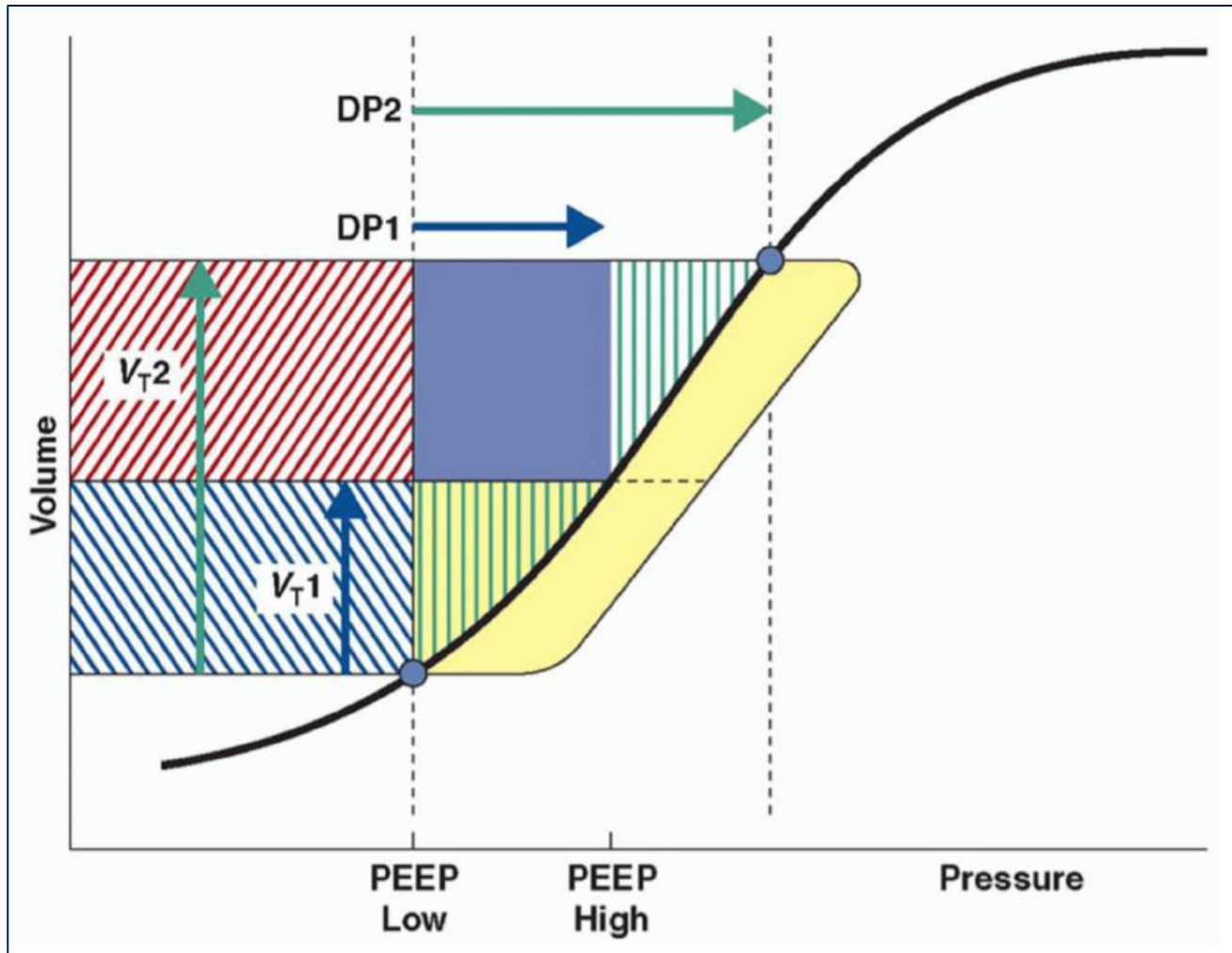
Tổn thương mạch máu gây phù phổi



Tổn thương đa cơ quan



Ergo trauma, tổn thương công năng



Phòng ngừa VILI (1)

Preventive Strategy	Implementation	VILI Mechanisms ^a
Limit tidal volume	Scaled to healthy lung size ^{3,5,42} (≤ 8 mL/kg PBW) or functional baby lung size. ^{25,89} Scaling to functional lung size may be ideal, but strategy not yet well defined	<ul style="list-style-type: none">• Prevent tidal overdistension (volutrauma)• Decrease cyclic and end-inspiratory stress (barotrauma)• Minimize shear forces via smaller-volume inflation of aerated alveoli adjacent to flooded/atelectatic alveoli• Prevent tidal recruitment of atelectatic alveoli (atelectrauma)
Limit inspiratory pressure	Limit airway plateau pressure, ³ airway driving pressure, ^{5,131} or transpulmonary driving pressure. ^{25,46,89} Limiting transpulmonary driving pressure may be ideal, but strategy not yet well defined	Identical mechanisms as with limiting tidal volume

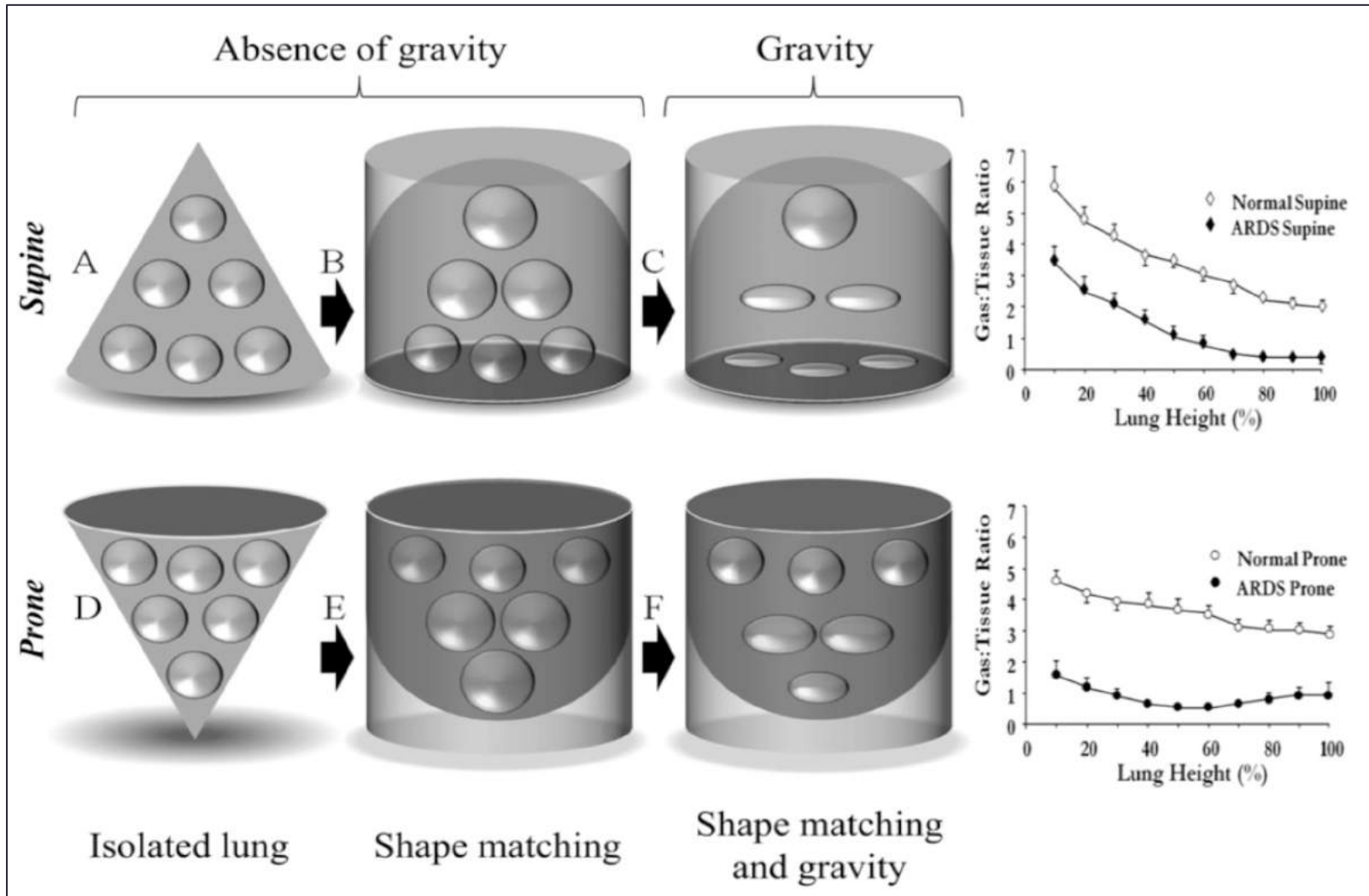
Phòng ngừa VILI (2)

PEEP	PEEP-FiO ₂ table, ^{43,44} maximal static stress (Express), ⁴⁵ esophageal pressure guided, ⁴⁶ highest respiratory system compliance, ⁷⁹ lower inflection point of pressure-volume curve. ⁵ Mechanics-based approach to PEEP may be ideal, but optimal strategy not yet well defined	<ul style="list-style-type: none">• Increase aerated functional baby lung size to prevent tidal overdistension (volutrauma)• Maintain transpulmonary pressure higher than closing pressure to prevent tidal collapse during expiration (atelectrauma)• Improve lung homogeneity to decrease shear strain• Decrease pulmonary blood flow to attenuate capillary stress failure
Prone positioning	In severe ARDS, prone at least 16 h daily. ⁶³ No clinical data to suggest efficacy as rescue therapy	<ul style="list-style-type: none">• Improve lung homogeneity to decrease shear strain• Increase aerated ARDS baby lung size (volutrauma)

Phòng ngừa VILI (3)

Limit respiratory rate	Adjust to maintain minimum allowable pH or maximum allowable P_{aCO_2} . ⁵ May require deep sedation, neuromuscular blockade, or extracorporeal CO_2 removal. Not proven in clinical trial vs high-rate strategy	<ul style="list-style-type: none">• Limit stress frequency, reducing exposure to volutrauma, barotrauma, atelectrauma, and cyclic strain• Unclear net effect of resultant hypercapnia
Limit spontaneous respiratory effort	In severe ARDS, increased sedation \pm neuromuscular blockade ⁷⁶	<ul style="list-style-type: none">• Limit inspiratory effort to prevent occult high tidal volumes from breath stacking• Limit forced expiration to prevent cyclic derecruitment (atelectrauma)

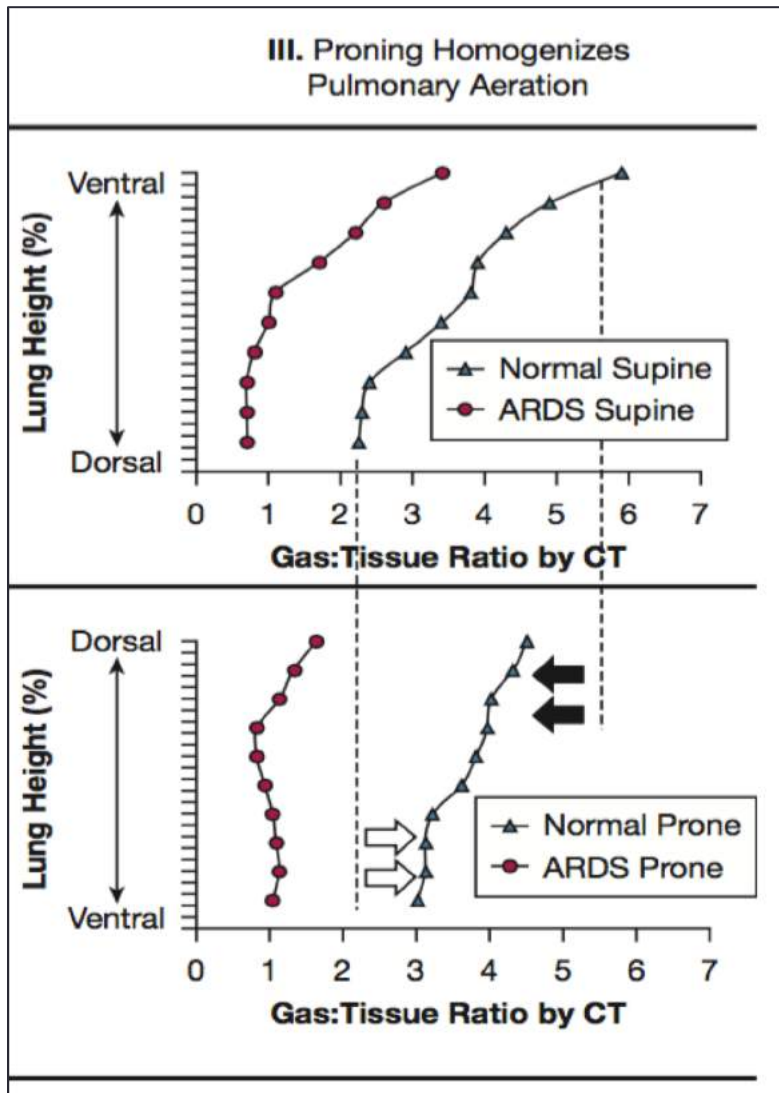
TKNS cải thiện oxy hoá máu



Giả thuyết của Gattinoni

- Sự tương thích về cấu trúc giữa nhu mô phổi (dạng nón) và thành ngực (dạng trụ) có tác dụng kéo giãn phế nang vùng trước ngực
- Tác động đè xẹp do trọng lực làm giảm thể tích phế nang vùng phụ thuộc (tim có xu hướng đè vào thùy dưới phổi trái)
- Hiện tượng kém giãn nở vùng phụ thuộc làm giảm thể tích phế nang vùng phụ thuộc
- Nằm ngửa, các tác động này có xu hướng bổ trợ nhau, kết quả là vùng phổi trước ngực bị căng giãn (tăng strain) và vùng phổi phía lưng giảm thể tích (xẹp)
- Nằm sấp, các tác động này có xu hướng triệt tiêu nhau, kết quả là vùng phổi trước ngực (vùng phụ thuộc) không bị giãn quá mức, và vùng phổi phía lưng (vùng không phụ thuộc) dẫn ra vừa phải

TKNS đồng bộ hoá thông khí phổi



- **Bình thường:** thông khí vùng không phụ thuộc nhiều hơn (gas/tissue cao) và thấp hơn ở vùng phụ thuộc (gas/tissue thấp)
- **Lật sấp:** thông khí vùng không phụ thuộc giảm đi (gas/tissue giảm) và thông khí vùng phụ thuộc tăng hơn (gas/tissue tăng)
- **Kết quả:** tạo ra sự đồng bộ trong thông khí giữa vùng phụ thuộc và không phụ thuộc

TÓM LẠI

- Thở máy gây rất nhiều tổn thương cho người bệnh
- Những tổn thương chính bao gồm: tổn thương khí áp, tổn thương thể tích, tổn thương xẹp phổi, tổn thương công năng, tổn thương sinh học và tổn thương đa cơ quan
- Giảm Vt và thông khí nằm sấp là 2 biện pháp được chứng minh giảm tử vong
- Cai máy thở sớm khi có thể là chiến lược phù hợp