



Thông khí xâm lấn ở bệnh nhân ARDS do COVID -19

BS. Lê Hữu Thiện Biên, BS. Lê Phương Thảo
Bộ môn hồi sức - cấp cứu - chống độc

Mục tiêu

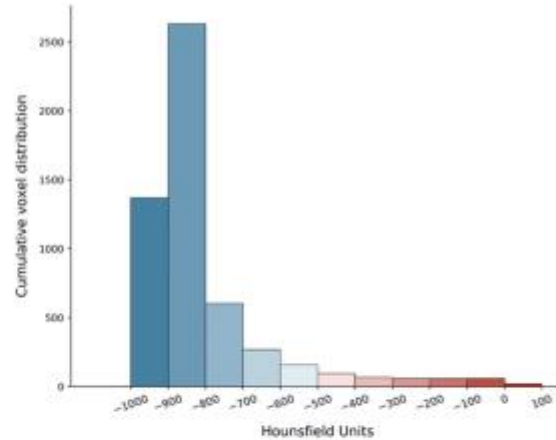
- Đặc điểm sinh lý bệnh ARDS do COVID
- Chỉ định thở máy (đặt nội khí quản)
- Cài đặt máy thở
 - Cài đặt thể tích khí lưu thông
 - Nghiệm pháp huy động phế nang và PEEP

Từ một quan sát ban đầu ...

A



$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$
95 mmHg



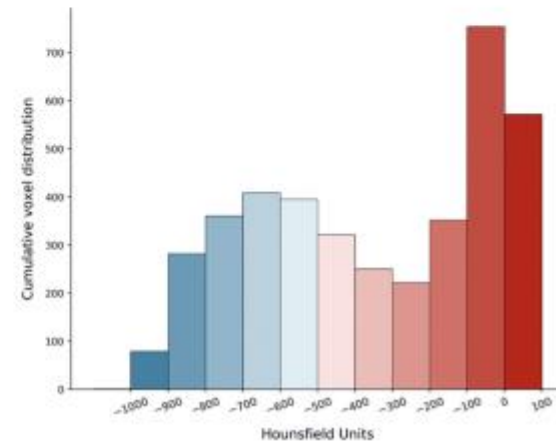
TYPE L

- Độ dẫn nở hô hấp bình thường/ cao
- Đáp ứng PEEP kém
- Tổn thương dạng kính mờ
- Phản ứng viêm ít

B



$\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$
84 mmHg



TYPE H

- Độ dẫn nở hô hấp thấp
- Đáp ứng PEEP
- Tổn thương dạng đông đặc
- Phản ứng viêm lan tỏa

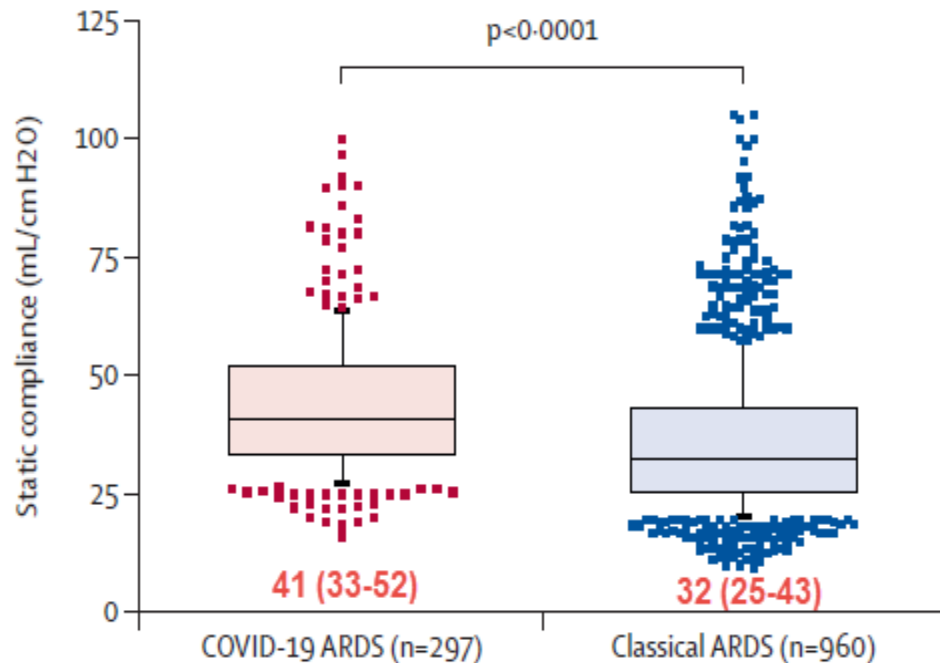
RL trao đổi khí và cơ học hô hấp trong ARDS-Covid 19

	P/F	PaCO ₂ (mmHg)	VR	Crs (mL/cmH ₂ O)	DP (cmH ₂ O)
Schenck [Ann Am Thorac Soc 2020;17(9):1158–1161]	103 (82–134)	44 (38–52)	VR 1.79 (1.47–2.27)	28 (23–38)	14.0 (11.0–17.2)
Ferrando [Intensive Care Med. doi:10.1007/s00134-020-06192-2]	120 (83–177)	45 (37–55)	VR 2 (1.49–2.63)	35 (27–45)	12 (10–16)
Botta [Lancet Respir Med. doi:10.1016/S2213-2600(20)30459-8]	158.8 (128.6–200.5)	43.5 (37.5–51.0)	NA	31.9 (26.0–39.9)	14.0 (11.2–16.0)

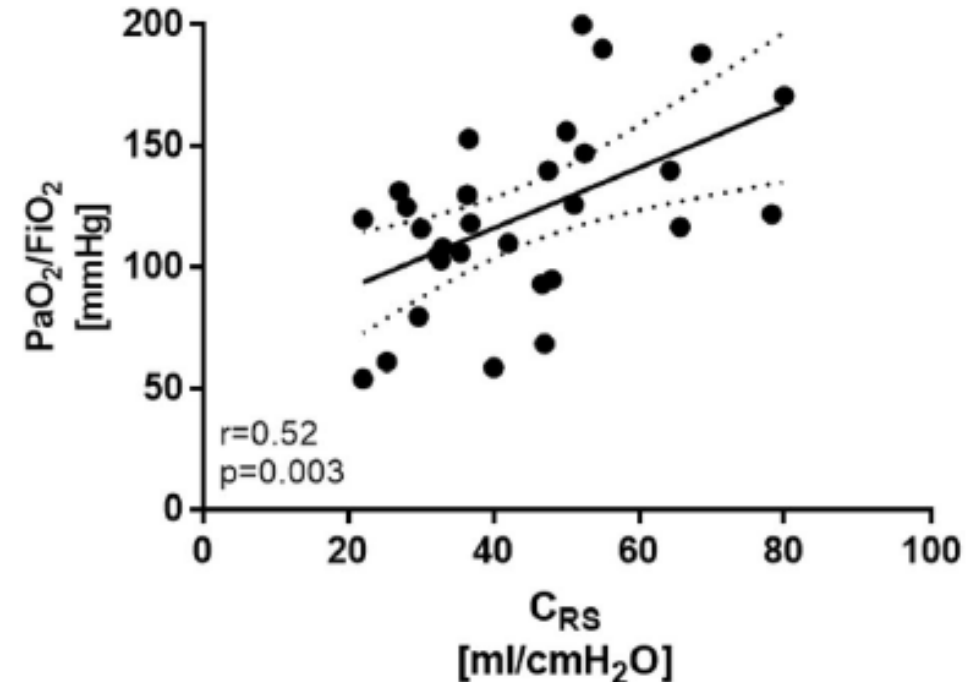
**Covid gây ARDS khá nặng:
giảm oxy máu, tăng thán và giảm độ dẫn nở hệ hô hấp**

P/F: PaO₂/FiO₂; VR (ventilator ratio): chỉ số thông khí; Crs (respiratory system compliance): độ dẫn nở hệ hô hấp; DP (driving pressure): áp lực đẩy

So sánh C-ARDS và classic-ARDS về cơ học hô hấp



Độ dẫn nở hô hấp ARDS-Covid > ARDS-classic: khác biệt có ý nghĩa thống kê nhưng không có ý nghĩa lâm sàng



P/F tương quan với compliance: cơ chế chính gây giảm oxy máu trong C-ARDS là giảm diện tích phổi được thông khí

Tóm tắt về RL trao đổi khí và cơ học hô hấp trong C-ARDS

- Giảm trao đổi khí khá nghiêm trọng (P/F) thấp
- Độ dẫn nở hệ hô hấp
 - Giảm nhẹ hơn classic-ARDS
 - Khoảng giao động độ dẫn nở hệ hô hấp khá nhiều (36%)
 - Có tương quan với P/F (là cơ chế quan trọng gây giảm oxy máu)

Covid-ARDS gần như tương đồng ARDS kinh điển về thay đổi cơ học hô hấp và rối loạn trao đổi khí

Thời điểm đặt nội khí quản trong ARDS-Covid

Đặt nội khí quản sớm

- Ưu điểm: tránh P-SILI, giảm lây nhiễm, tránh đặt nội khí quản gấp (crash intubation) nhiều biến chứng, tránh suy kiệt cơ hô hấp
- Khuyết điểm: tăng VILI (cài đặt máy thở không thích hợp), tăng VAP, tăng chi phí

Đặt nội khí quản muộn

- Ưu điểm: hạn chế VAP
- Khuyết điểm: suy kiệt cơ hô hấp, nguy cơ ngưng hô hấp tuần hoàn, kéo dài thời gian thở máy

Thời điểm đặt nội khí quản trong classic-ARDS

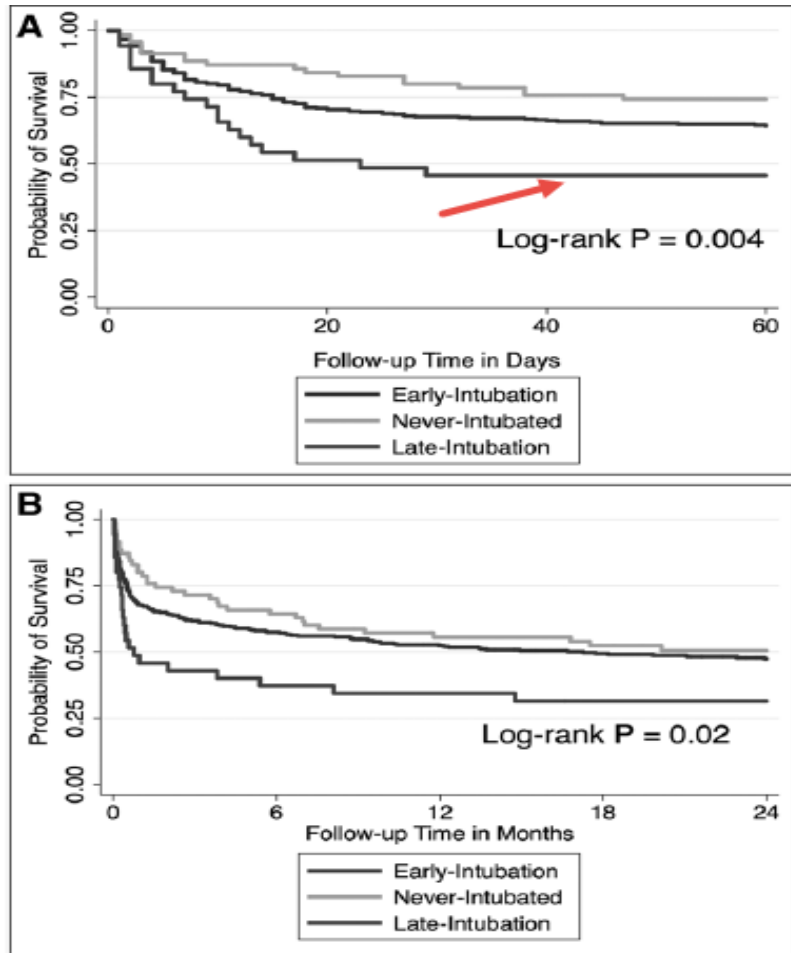


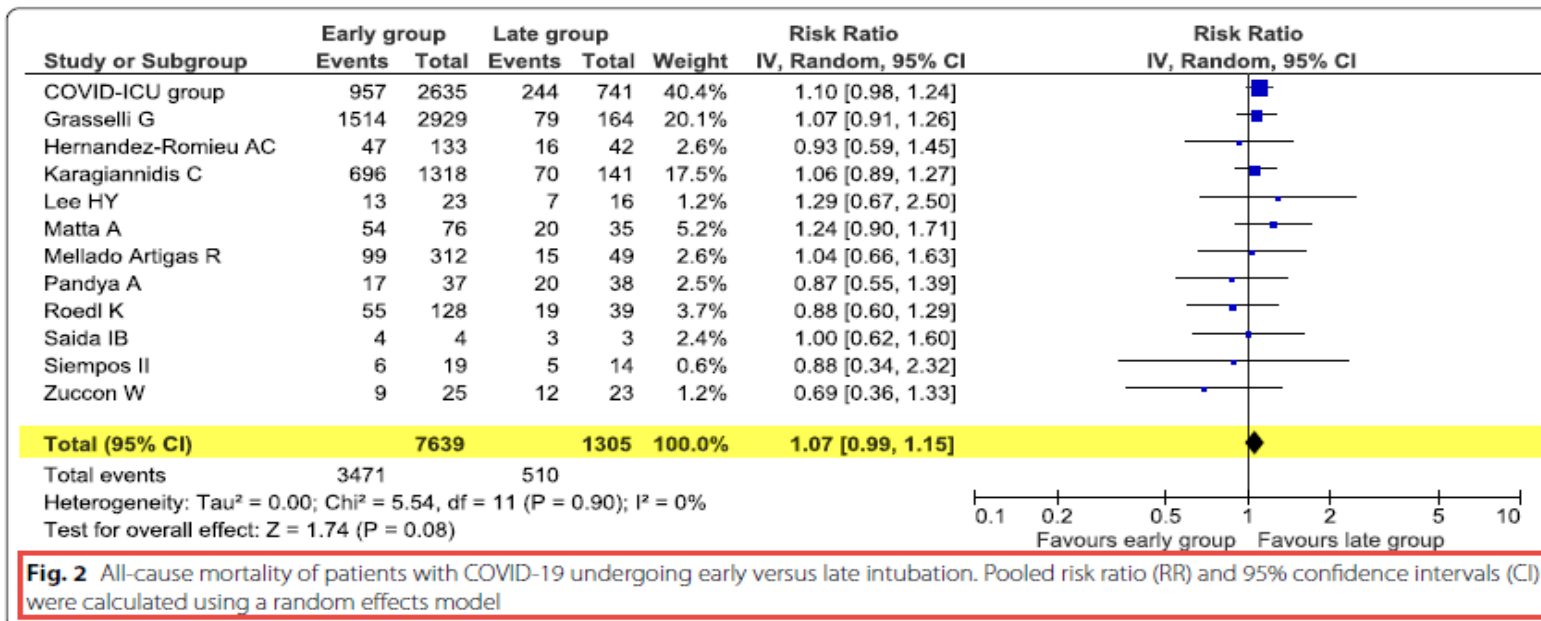
Figure 4. Kaplan-Meier curve showing probability of survival at follow-up. **A.** At 60-d and **(B).** At 2-yr follow-up.

457 bệnh nhân ARDS

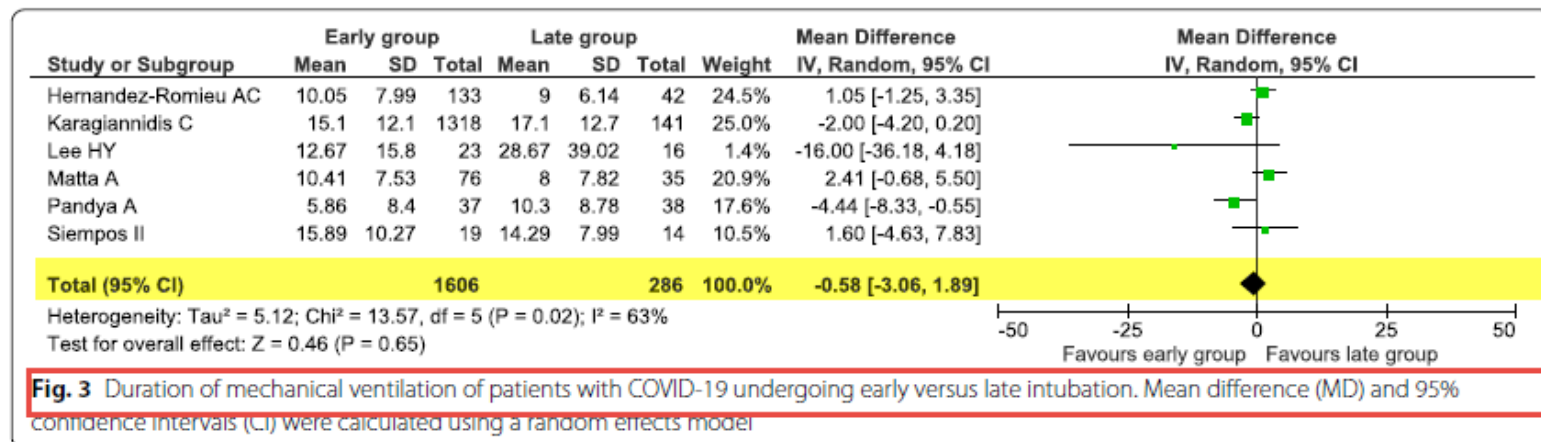
- 351 đặt nội khí quản, trong vòng 24 giờ đủ tiêu chuẩn ARDS
- 106 không đặt nội khí quản trong 24 giờ: 70 không bao giờ đặt NKQ, 36 đặt NKQ muộn

Tử vong 60 ngày: đặt nội khí quản sớm 36%, không đặt NKQ 26%, đặt NKQ muộn 56% → OR 2.37 (1.32-4.24)

Thời điểm đặt nội khí quản trong C-ARDS



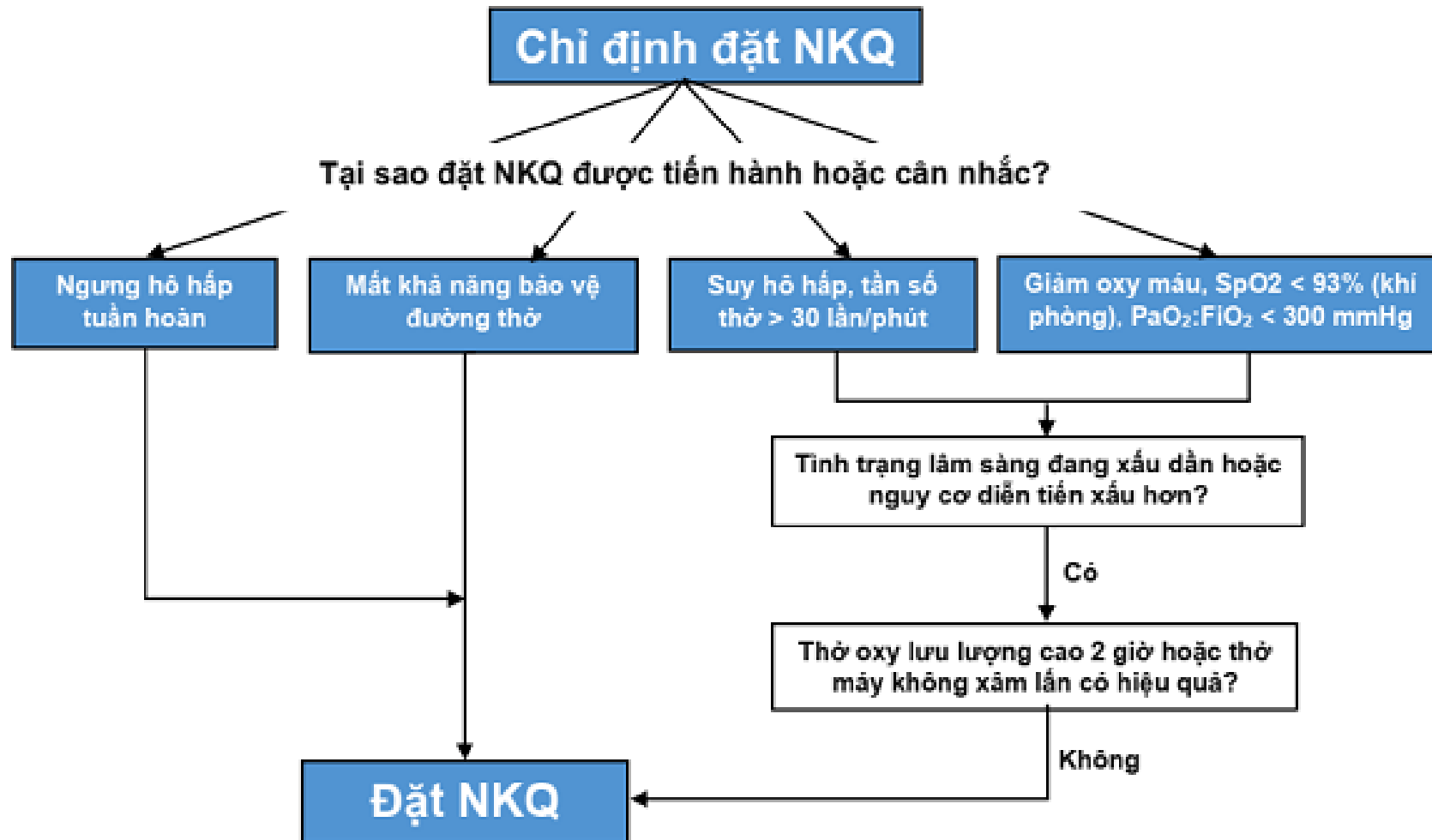
Phân tích gộp 12 nghiên cứu,
8944 ca C-ARDS
Đặt nội khí quản sớm (trong
vòng 24 nhập ICU): 7639
Đặt nội khí quản muộn (sau nhập
ICU 24 giờ): 1305 (14.5%)
**Tử vong và thời gian thở máy
tương tự giữa đặt nội khí quản
sớm và đặt nội khí quản muộn**



Chỉ định đặt NKQ

- Chỉ định tuyệt đối:
 - Ngưng hô hấp-tuần hoàn
 - Mất khả năng bảo vệ đường thở
- Chỉ định tương đối:
 - Giảm oxy máu không đáp ứng điều trị khác
 - Tăng công thở
- Các yếu tố ảnh hưởng quyết định đặt NKQ:
 - Đánh giá lâm sàng
 - Quan điểm điều trị
 - Cơ sở vật chất và nhân lực hiện có
 - Nguyên vọng người bệnh.

Chỉ định đặt nội khí quản



Mục tiêu thông khí xâm lấn trong Covid-ARDS

	Mục đích	Phương pháp	Mục tiêu cụ thể
Thông khí nhân tạo	Cải thiện trao đổi khí Tránh VILI, P-SILI	- Cài đặt Vt - Cài đặt PEEP - Thông khí mở phổi - An thần giãn cơ	PaO ₂ 55–80 mmHg SpO ₂ 88–95% pH 7.30–7.45 Tăng CO ₂ chấp nhận được

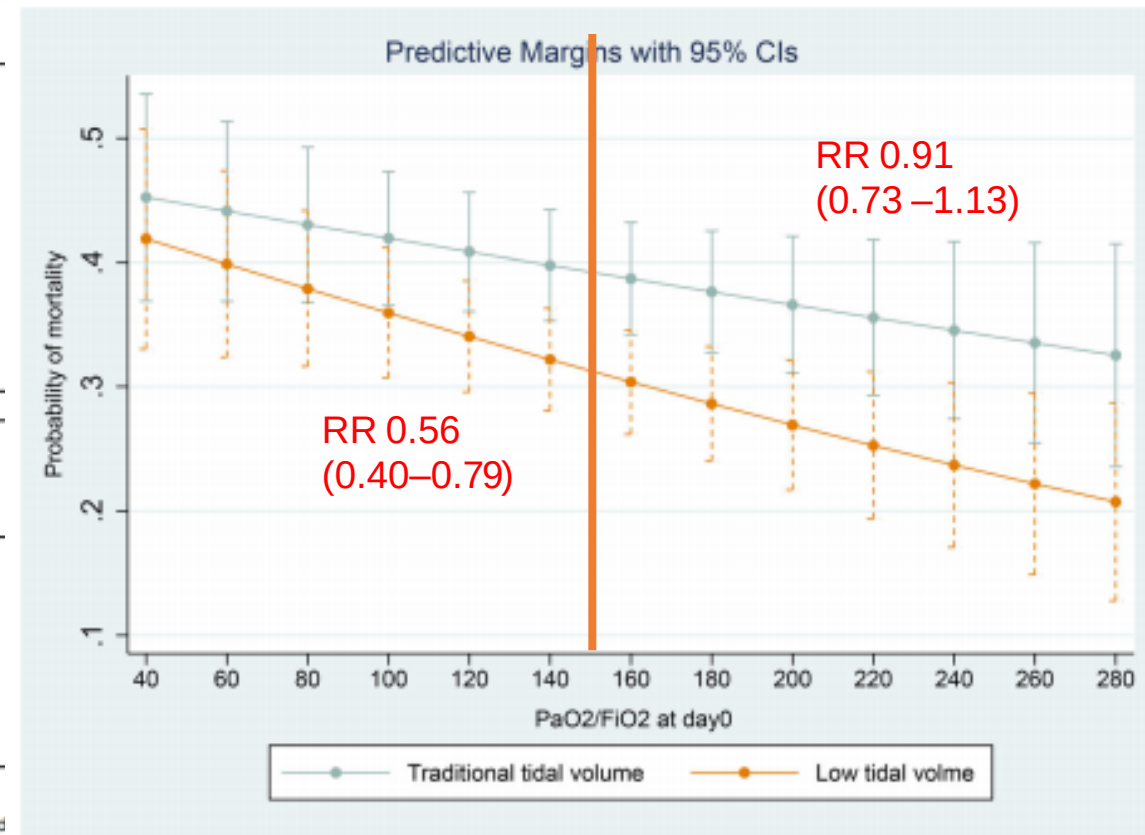
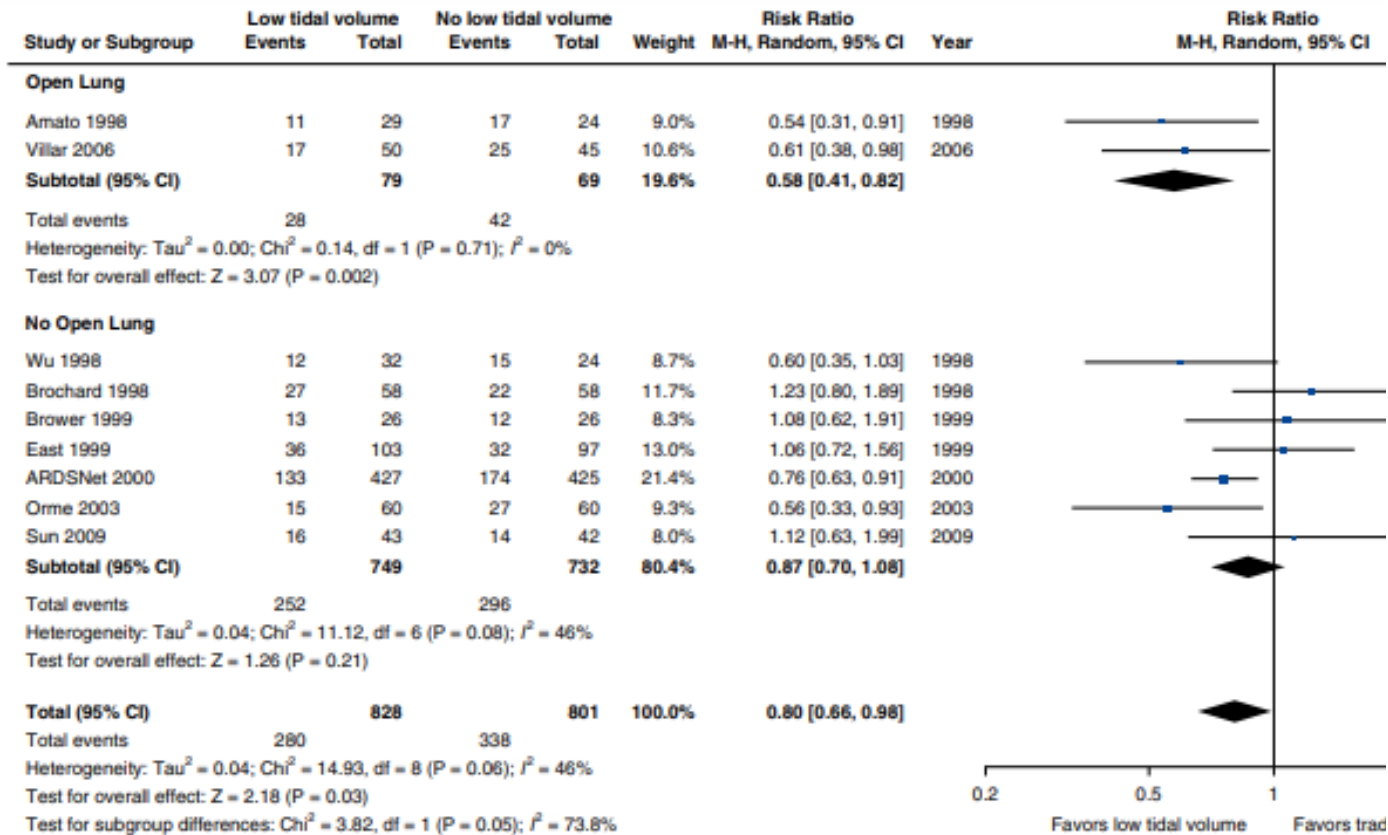
Khuyến cáo về ARDS do COVID-19

Khuyến cáo	Khuyến cáo	Bằng chứng
Sử dụng Vt thấp 4-8 mL/kg, giữ Pplat < 30 cmH2O - ARDSnet sử dụng Vt 6 mL/kg, có thể tăng đến 8 mL/kg nếu có nhịp thở dồn hoặc áp lực đường thở giảm dưới PEEP	Mạnh	Trung bình
Sử dụng chiến lược PEEP cao đối với BN ARDS do COVID vừa –nặng - Khi PEEP cao (> 10 cmH2O) nên theo dõi nguy cơ chấn thương áp lực (barotrauma)	Yếu	Thấp
Ở bệnh nhân tụt oxy không đáp ứng với thông khí xâm lấn thông thường, nên huy động phế nang - Khi huy động phế nang, không nên tăng dần PEEP.	Yếu	Thấp

Thực tế cài đặt máy thở

Nghiên cứu	Vt (mL/kg)	PEEP (cmH ₂ O)	FiO ₂ (%)	Huy động phổi (%)	Nằm sấp (%)
Schmidt [Intensive Care Med, doi:10.1007/s00134-020-06294-x]	6.1 (5.8 – 6.7)	12 (10 – 14)			70%
Ferrando [Intensive Care Med. doi:10.1007/s00134-020-06192-2]	6.9 (6.3 – 7.8)	12 (11 – 14)	80 (60 – 100)	79%	76%
Botta [Lancet Respir Med. doi: 10.1016/ S2213-2600(20)30459-8]	6.3 (5.7 – 7.1)	14 (11 – 15)	60 (50 -80)	1%	25%
LUNG SAFE [JAMA. 2016;315(8):788-800. doi:10.1001/jama.2016.0291]	7.6 (7.5 – 7.7)	8.4 (8.3 – 8.6)	65 (64 – 65)	20.9%	7.9%

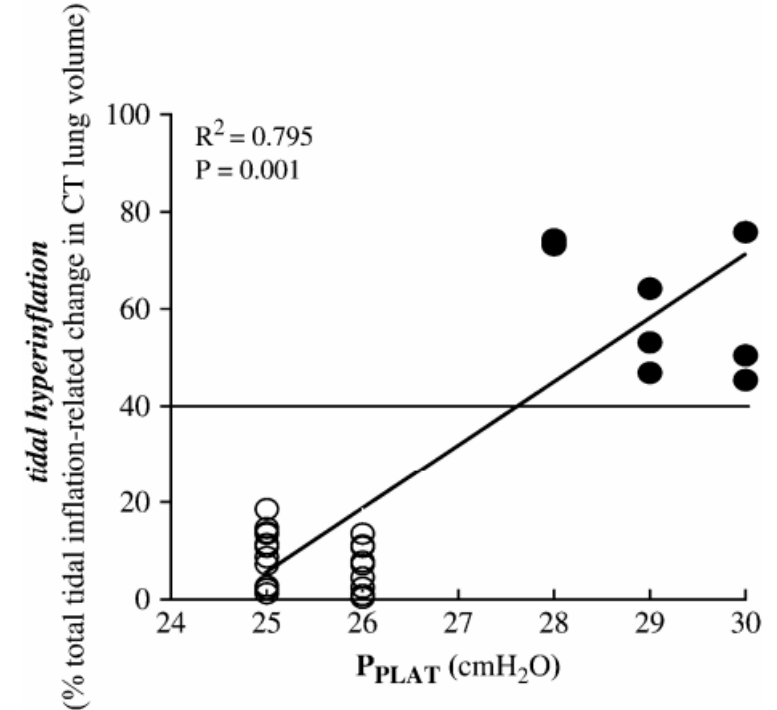
Ảnh hưởng của VT đến kết cục



Chiến lược thông khí Vt thấp chủ yếu có lợi trên nhóm ARDS nhẹ - trung bình

Vt có thật sự ảnh hưởng đến kết cục ?

	Overall Population	More Protected Subpopulation	Less Protected Subpopulation	p Value
Arterial blood gases				
Pa _{O2} :Fi _{O2} , mm Hg	134 ± 38	149 ± 34	102 ± 24	0.009
Ventilatory variables				
Tidal volume, ml/kg predicted body weight	6.0 ± 0.3	6.0 ± 0.3	6.0 ± 0.3	NS
Plateau pressure, cm H ₂ O	26.6 ± 1.8	25.5 ± 0.5	28.9 ± 0.9	0.006
Static compliance, ml/cm H ₂ O	26.5 ± 5.9	26.2 ± 6.1	26.4 ± 6.3	
Respiratory rate, breaths/min	25 ± 5	22 ± 4	30 ± 4	0.008
Minute ventilation, L/min	10.5 ± 2.8	9.2 ± 2.1	12.7 ± 2.7	0.001
Fi _{O2}	0.64 ± 0.16	0.56 ± 0.11	0.80 ± 0.11	0.0008
PEEP, cm H ₂ O	10.4 ± 2.8	9.3 ± 2.3	12.6 ± 2.5	0.005
Intrinsic PEEP,* cm H ₂ O	3.7 ± 2.3	3.9 ± 2.3	3.5 ± 2.0	NS
Percent total lung volume				
Nonaerated (between +100 and -100 HU)	17.7 ± 8.6	16.1 ± 7.7	27.1 ± 14.3	0.002
Poorly aerated (between -101 and -500 HU)	20.6 ± 7.6	12.7 ± 6.1	10.5 ± 4.9	NS
Normally aerated (between -501 and -900 HU)	50.9 ± 10.2	68.2 ± 11.3	39.1 ± 19.8	0.003
Hyperinflated (between -901 and -1,000 HU)	10.8 ± 10.6	3.0 ± 2.2	23.3 ± 10.1	0.01



- 2 nhóm bảo vệ phổi nhiều (20 BN) và ít (10 BN) được thông khí Vt 6 mL/kg
 - KQ: nhóm được bảo vệ phổi nhiều hơn có Pplat cao hơn ($p = 0.006$), thể tích phổi ứ khí cao hơn ($p = 0.01$), nồng độ cytokine cao hơn ($p < 0.05$).
- BN ARDS ARDS càng nặng/ xẹp phổi nhiều có nguy cơ VILI cao hơn dù đặt VT thấp
- Giới hạn Pplat để bảo vệ phổi

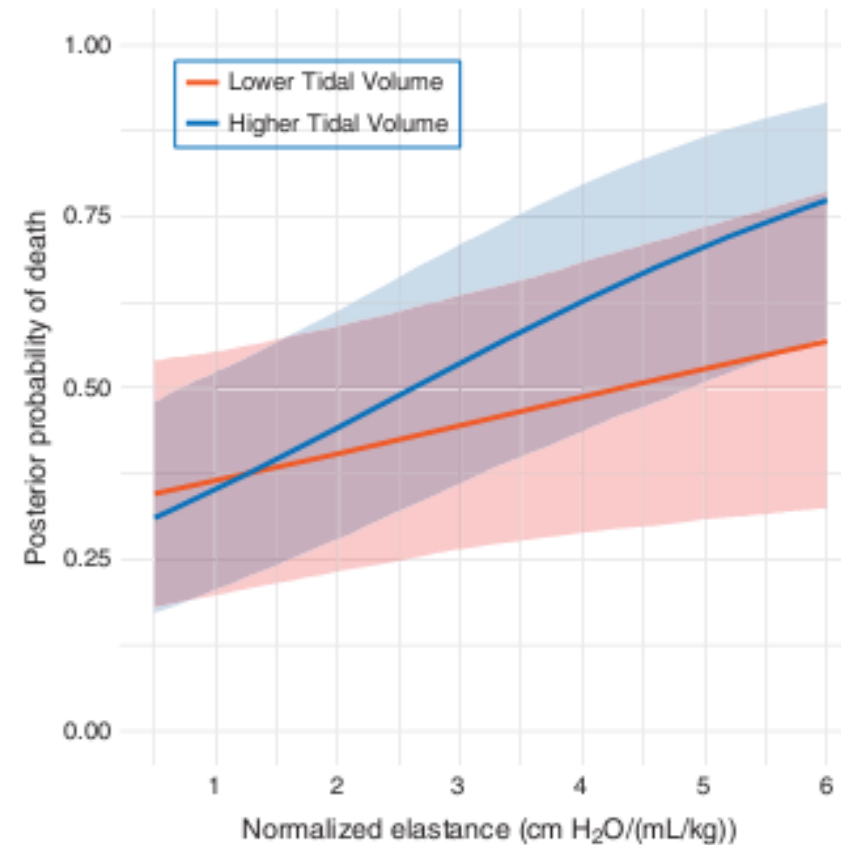
Ảnh hưởng của elastance lên hiệu quả của Vt

NC hồi cứu, 1096 bệnh nhân, Vt thấp vs Vt cao (6.4 vs 11.5 mL/kg)

$Ers = DP / Vt$

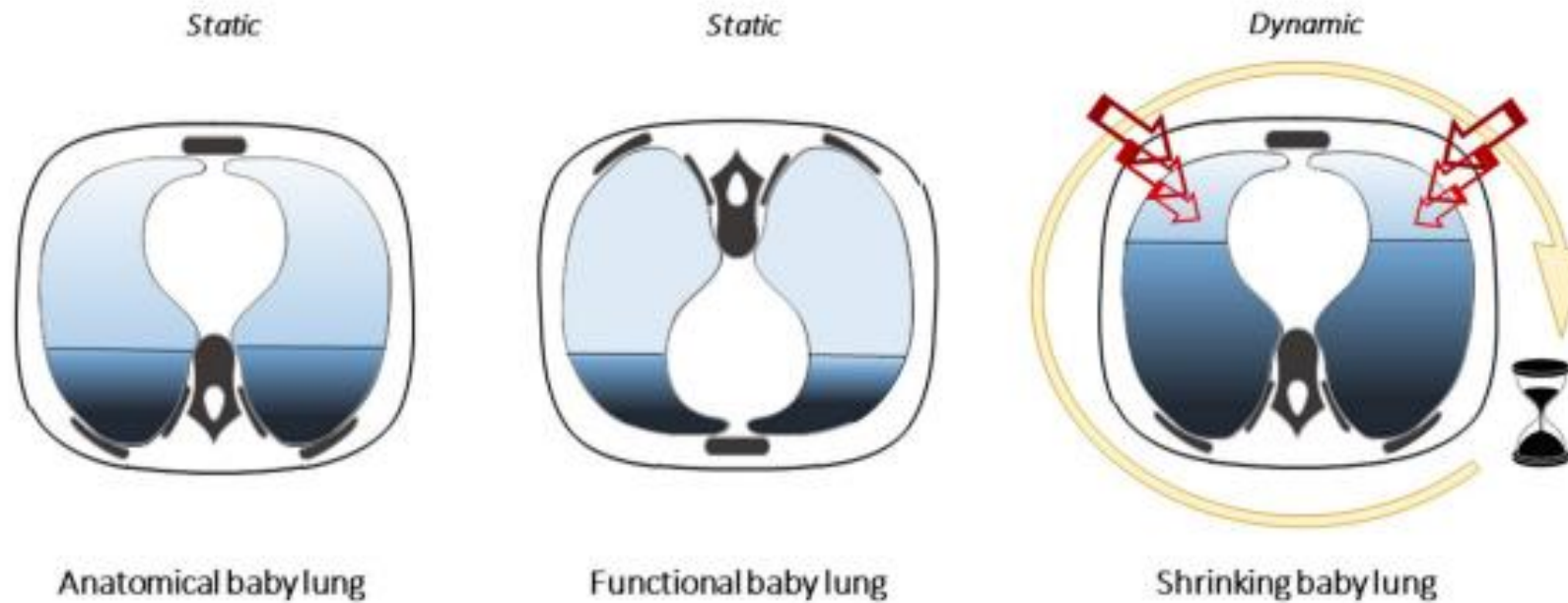
Lợi ích của Vt thấp lên tỉ lệ sống còn thay đổi theo Ers 93% với OR mỗi 0.8 cmH₂O/[mL/kg] (0.63 – 1.02)

→ thông khí bảo vệ phổi nên đặt mục tiêu theo DP hơn là Vt



$Ers = DP / Vt$

Khái niệm phổi “baby” trong ARDS

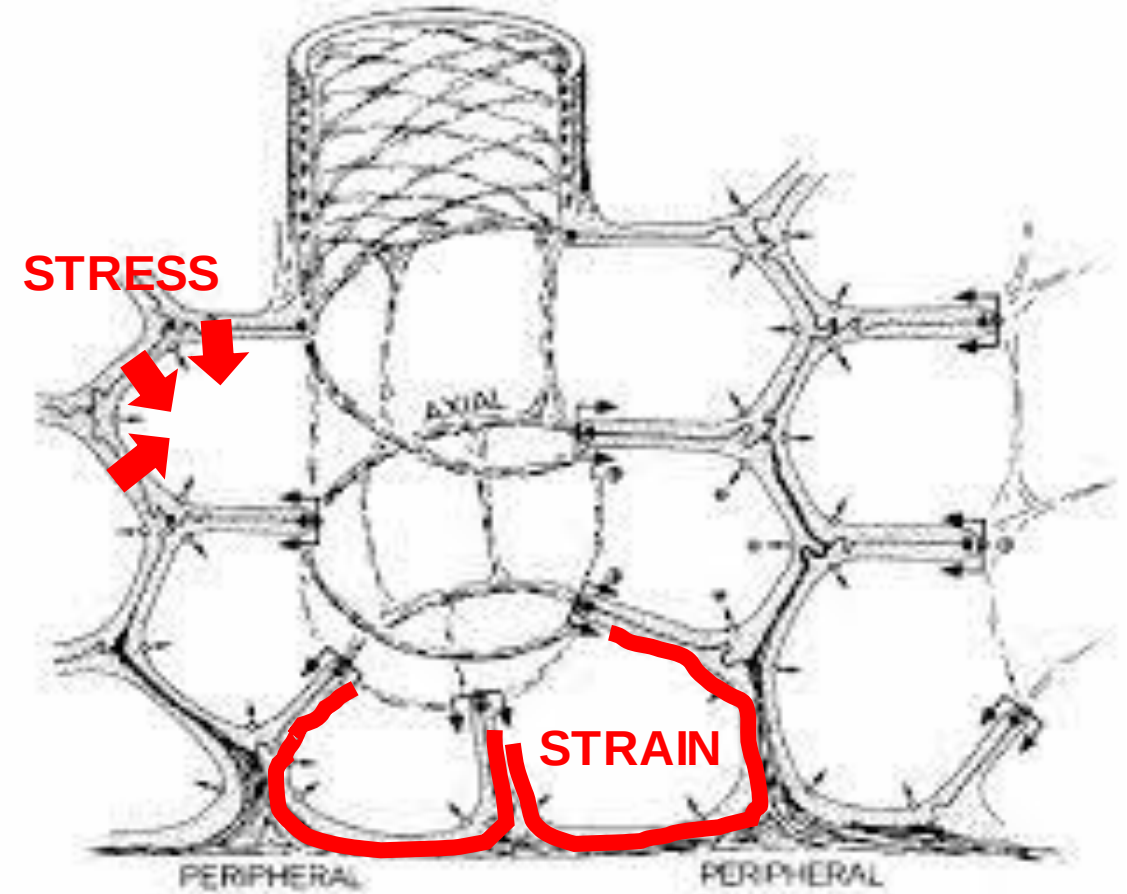


- Vùng phổi xẹp chủ yếu ở vùng phụ thuộc trọng lực
- Độ biến dạng nhu mô phổi phụ thuộc thể tích vùng phổi còn được thông khí

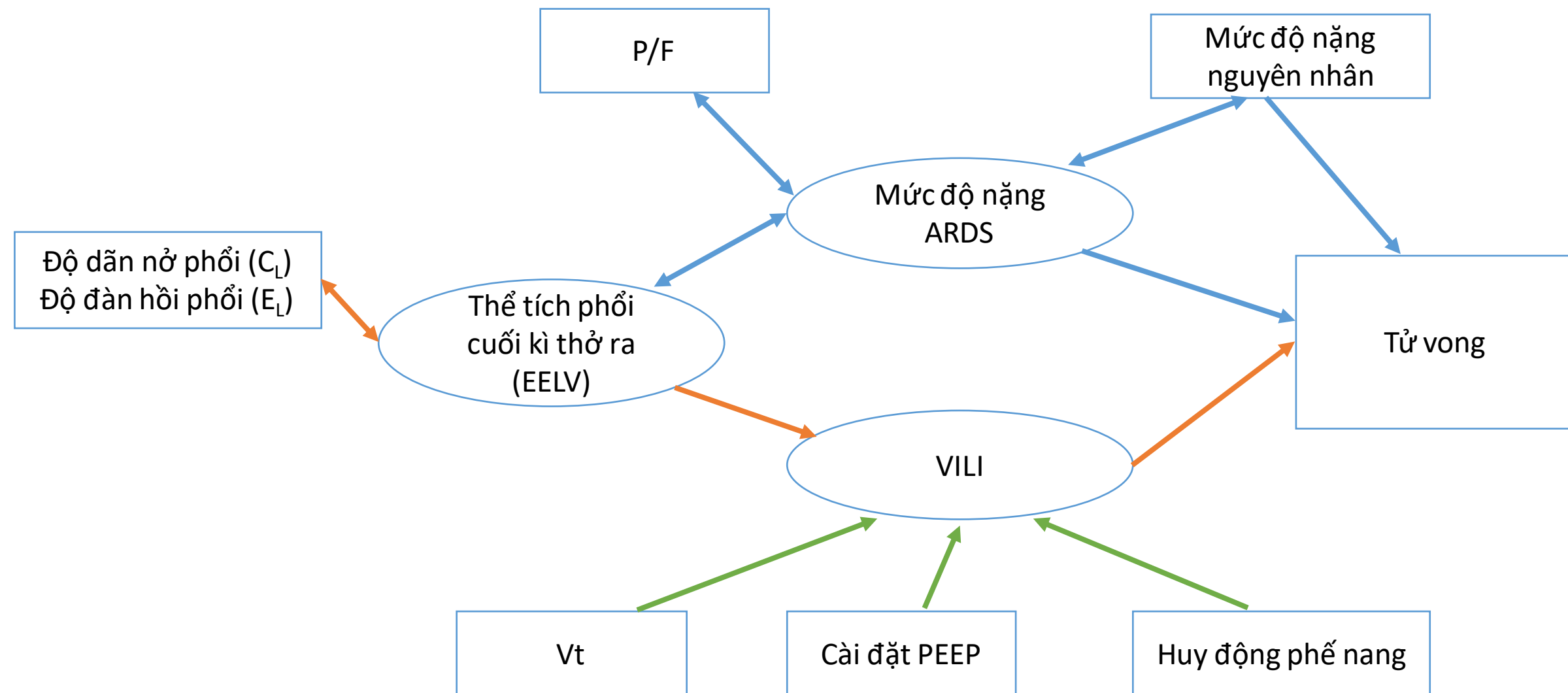
Stress, strain và VILI

- Lực nén (**STRESS**): áp suất phát sinh bên trong phế nang gây ra lực nở phổi, tương ứng với áp suất xuyên phổi (P_{tp})
 - $\text{Stress} = P_{tp} = P_{aw} - P_{pl}$
- Biến dạng (**STRAIN**) của nhu mô phổi: là tỉ lệ thay đổi thể tích phổi khi nở ra so với khi nghỉ trong chu kỳ hô hấp.
 - $\text{Total strain} = (V_t + \text{PEEP}) / \text{FRC}$
 - $\text{Strain} = \text{Stress} \times k$

→ Theo dõi P_{tp} để đánh giá tác động của thông khí vào phổi



Yếu tố thực sự liên quan đến kết cục?



Tăng khoảng chết do Vt

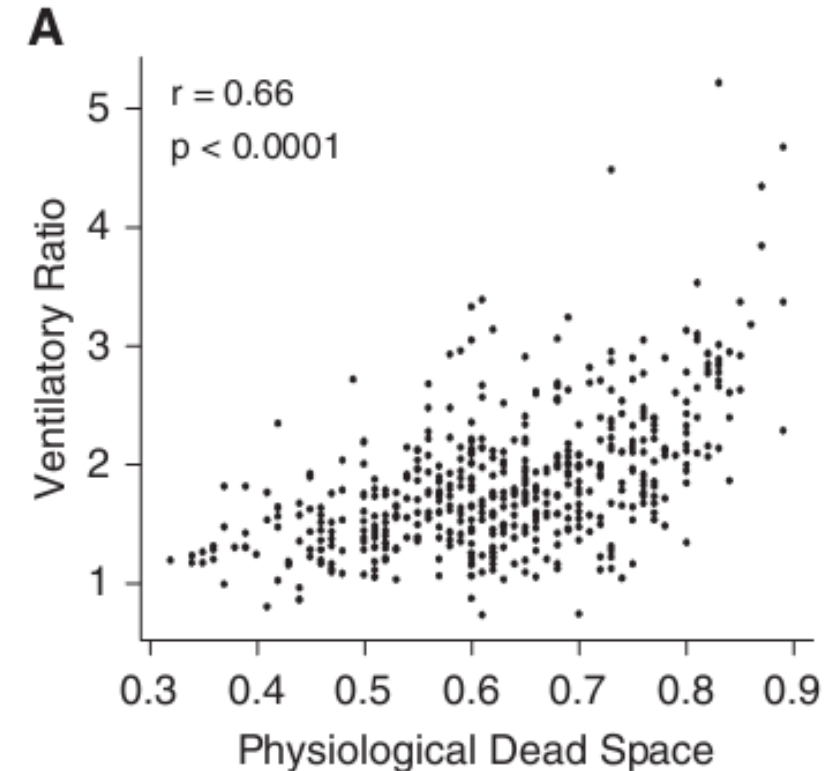
- Chỉ số thông khí (VR)

$$VR = \frac{VE \text{ đo được}}{VE \text{ dự đoán}} \times \frac{PaCO_2 \text{ đo được}}{PaCO_2 \text{ dự đoán}} = \frac{VCO_2}{1 - VD/VT} \times K$$

VE dự đoán = CN dự đoán x 100 mL/phút

PaCO₂ dự đoán ở 37.5 mmHg (5kPa)

- Chỉ số thông khí có tương quan với khoảng chết sinh lý, phản ánh hiệu quả thông khí



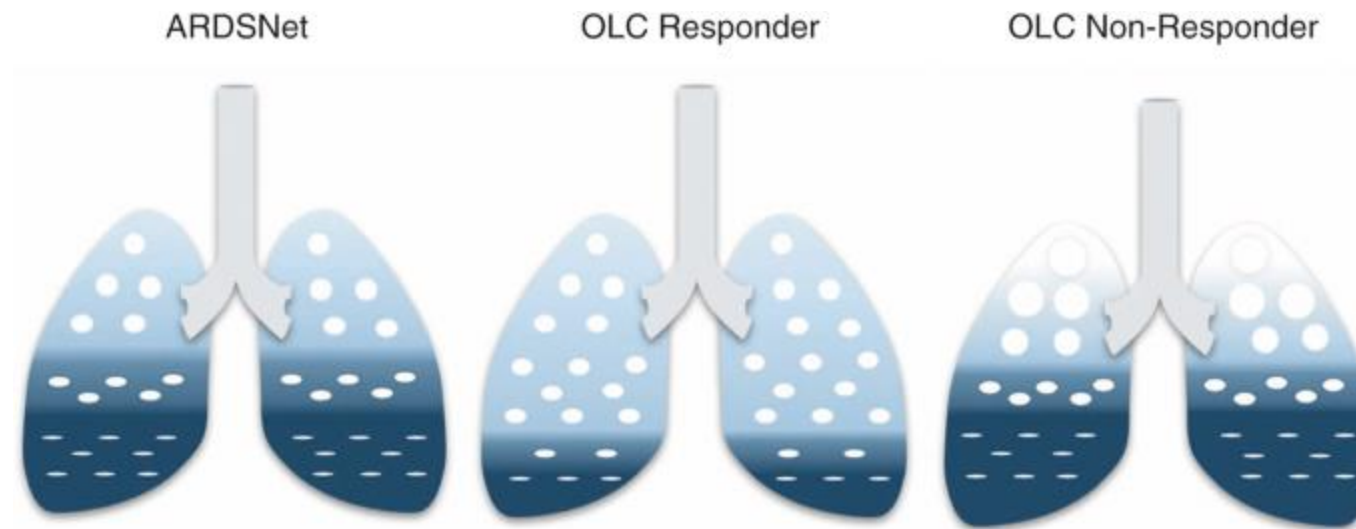
Chỉ số thông khí trong ARDS do COVID

Variables	Low V _T (Initial 4 Patients)	Intermediate V _T (Initial 4 Patients)	P Value	Intermediate V _T (8 Patients)
V _T , ml/kg PBW	7.0 ± 0.6	7.7 ± 0.8	0.022	7.5 ± 0.6
PaCO ₂ , mm Hg	57.7 ± 5.2	44.1 ± 3.6	0.003	41.8 ± 3.7
PaO ₂ /F _I O ₂ ratio	207 ± 61	241 ± 38	0.402	230 ± 49
RR, beats/min	21.5 ± 2.0	21.0 ± 1.4	0.182	20.1 ± 1.5
V _E , L/min	9.1 ± 1.0	9.8 ± 1.0	0.020	9.3 ± 1.0
Ventilation ratio	2.1 ± 0.3	1.7 ± 0.2	0.018	1.6 ± 0.2
Pplat, cm H ₂ O	23.3 ± 2.2	23.3 ± 3.1	>0.999	23.6 ± 2.7
PEEP, cm H ₂ O	11.0 ± 1.2	10.0 ± 1.4	0.250	9.6 ± 1.2
ΔP, cm H ₂ O	12.3 ± 1.7	13.5 ± 2.7	0.080	14.1 ± 2.5
Cst, ml/cm H ₂ O	35.7 ± 5.8	36.1 ± 7.9	0.595	33.9 ± 7.6
EELV, ml	—	2,559 ± 61	—	2,285 ± 355

- 8 BN C-ARDS: P/F 102.0 ± 29.7, SOFA 9.1 ± 2.7
- VT thấp ban đầu: PaCO₂ cao, VR cao
- Sau tăng VT: PaCO₂ giảm, VR giảm, P/F tăng, Pplat tăng ít

Cơ sở sử dụng PEEP và huy động phế nang

- Chiến lược thông khí mở phổi bao gồm:
 - Thủ thuật huy động phế nang để mở phổi xẹp
 - Sử dụng PEEP tối ưu để giữ phổi mở, tránh xẹp trở lại



Khuyến cáo sử dụng PEEP/RM trên bệnh nhân ARDS

ATS/ESICM/SCCM clinical practice guideline [Am J Respir Crit Care Med 2017;195:1253]

- PEEP cao: ARDS vừa – nặng
- RM: nên thực hiện trong ARDS

- Khuyến cáo có điều kiện, mức tin cậy trung bình
- Khuyến cáo có điều kiện, mức tin cậy trung bình

Societe de Reanimation de Langue Francaise [Ann Intensive Care 2019;9:69]

- PEEP cao trên ARDS trung bình – nặng, cá nhân hóa PEEP để không ảnh hưởng xấu đến độ dẫn nở phổi và huyết động
- Không nên huy động phế nang thường quy

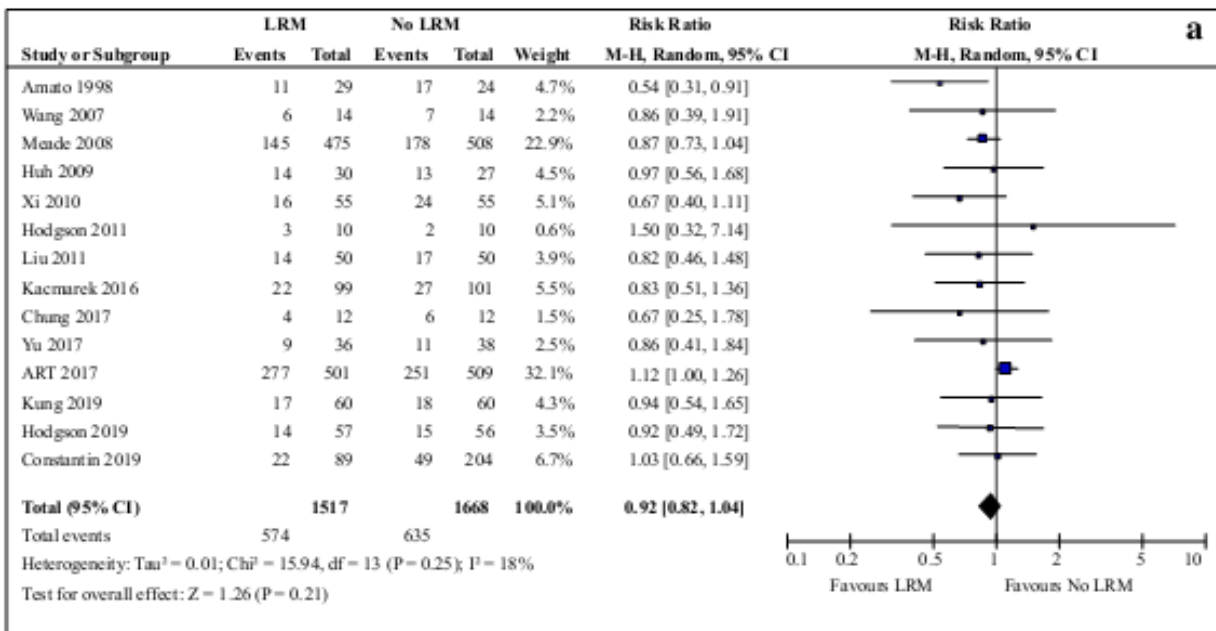
- Grade 2+, đồng thuận cao
- Grade 2-, đồng thuận cao

Surviving Sepsis Campaign: Guidelines on the Management of Critically Ill Adults with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) [Intensive Care Med (2020) 46:854–887]

- PEEP cao: ARDS trung bình – nặng
- RM khi giảm oxy máu không đáp ứng các biện pháp khác

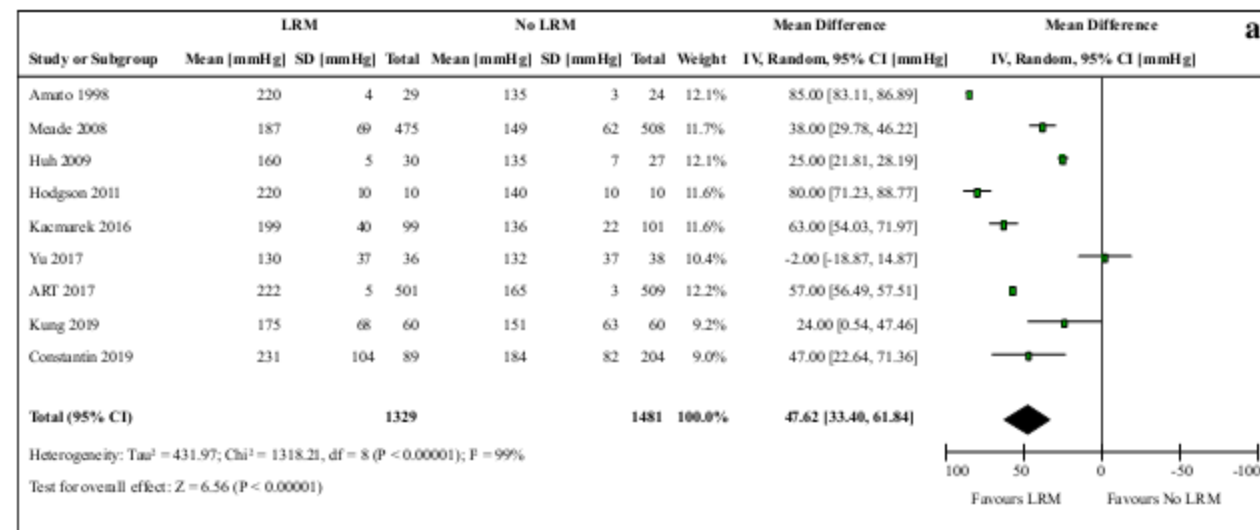
- Khuyến cáo yếu, bằng chứng thấp
- Khuyến cáo yếu, bằng chứng thấp

Tại sao PEEP/ RM không cải thiện tử vong

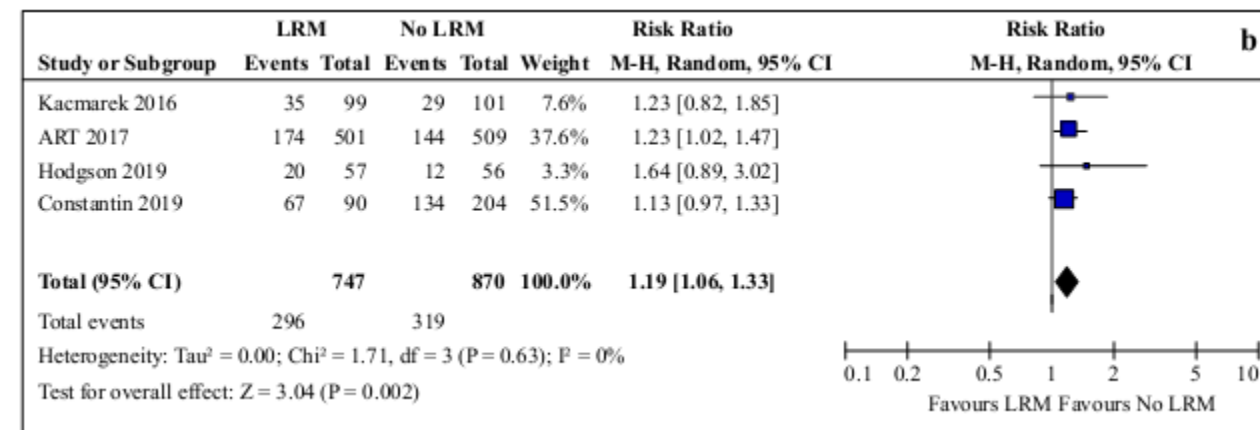


Tử vong chung

Mở phổi giúp cải thiện oxy hóa máu (RR 0.69, 0.56 – 0.84) nhưng gây bất lợi về mặt huyết động (RR 1.19, 1.06- 1.33)

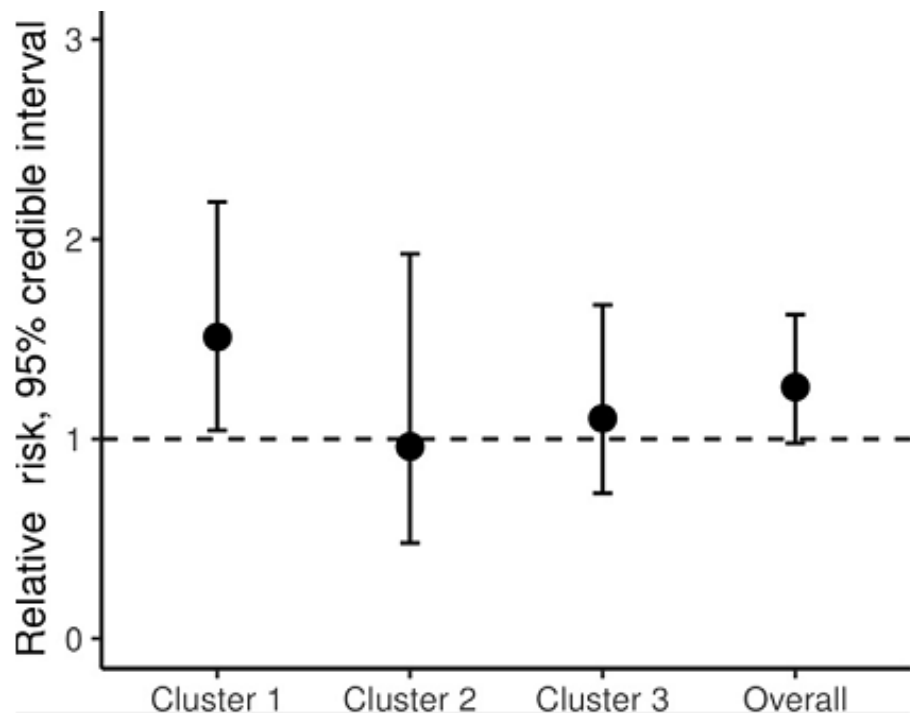


P/F



Bất lợi huyết động

Tại sao PEEP/RM không cải thiện tử vong

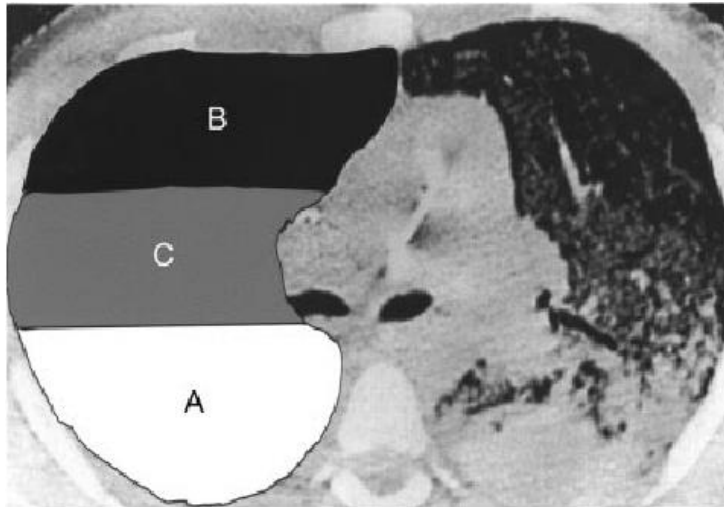


- Nhìn lại nghiên cứu cứu ART
- Chia 3 nhóm:
 - Cluster 1: ARDS do phổi + vận mạch
 - Cluster 2: ARDS không vận mạch
 - Cluster 3: ARDS ngoài phổi + vận mạch
- Tỷ lệ tử vong giảm khi có DP nền cao và P/F nền thấp

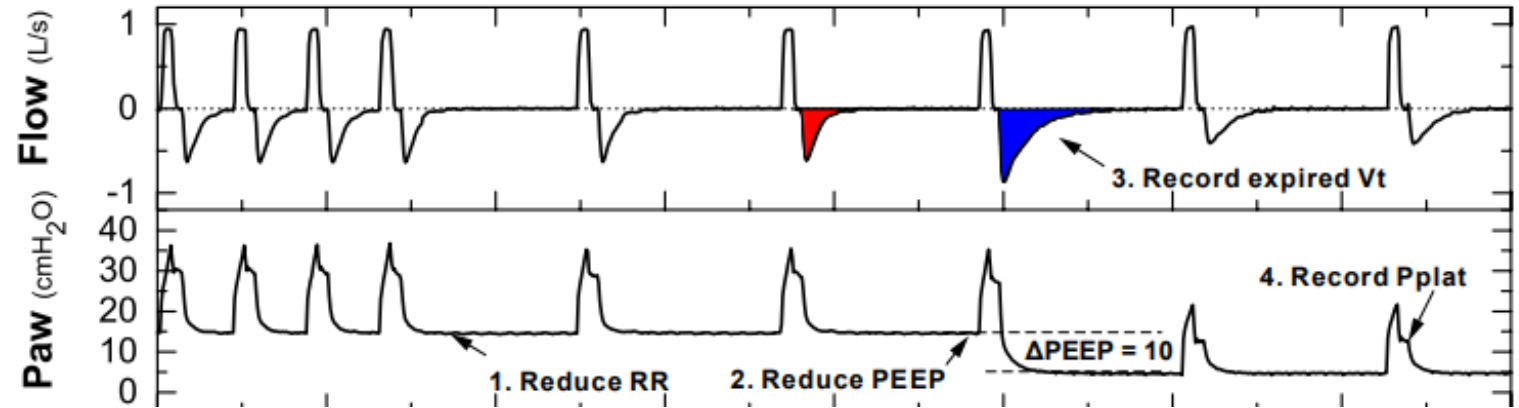
RM có lợi trên bệnh nhân ARDS càng nặng, có khả năng huy động phế nang cao.

RM cải thiện tử vong khi có cải thiện oxy hóa máu mà không làm ảnh hưởng xấu đến huyết động.

Chỉ số huy động phế nang



$$RI \text{ ratio} = \frac{C_{rec}}{C_{baby}} = \frac{C}{B}$$



$$\frac{R}{I} \text{ ratio} = \frac{C_{rec}}{C_{rs \text{ at } PEEP_{low} \text{ or above AOP}}}$$

$$C_{rec} = \frac{\Delta V_{rec}}{PEEP_{high} - PEEP_{low}}$$

Phương pháp đo 1 lần thở so sánh với đường cong P-V
bias: -21 mL (-119 mL- 76 mL)

Table 2. Response to Positive End-Expiratory Pressure in High Recruiters (Recruitment-to-Inflation Ratio ≥ 0.5) and Low Recruiters (Recruitment-to-Inflation Ratio < 0.5)

	High Recruiters ($n = 21^*$)			Low Recruiters ($n = 20^\dagger$)		
	High PEEP	Low PEEP	<i>P</i> Value	High PEEP	Low PEEP	<i>P</i> Value
PEEP, cm H ₂ O	16 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	—	16 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1	—
Gas exchange						
SpO ₂ at fixed FIO ₂ , %	95 $\pm$ 2	93 $\pm$ 4	0.002	96 $\pm$ 3	95 $\pm$ 4	0.340
FIO ₂ where ABG was measured	0.69 $\pm$ 0.21	0.73 $\pm$ 0.21	0.115	0.56 $\pm$ 0.10	0.56 $\pm$ 0.10	0.330
PaO ₂ /FIO ₂ , mm Hg	132 $\pm$ 52	111 $\pm$ 51	0.004	181 $\pm$ 62	178 $\pm$ 60	0.853
V _{D,alv} /V _T , %	33 $\pm$ 10	35 $\pm$ 11	0.109	21 $\pm$ 9	21 $\pm$ 9	0.616
Mechanics						
Absolute EELV, ml	1,765 $\pm$ 556	1,103 $\pm$ 416	<0.001	1,922 $\pm$ 773	1,341 $\pm$ 593	<0.001
PL _{end-exp} , cm H ₂ O	0 $\pm$ 3	-7 $\pm$ 3	<0.001	0 $\pm$ 3	-7 $\pm$ 4	<0.001
Elastance-derived PL _{plat} , cm H ₂ O	24 $\pm$ 4	15 $\pm$ 3	<0.001	20 $\pm$ 2	12 $\pm$ 3	<0.001
Tidal C _{rs} , ml/cm H ₂ O	29 $\pm$ 8	35 $\pm$ 8	<0.001	32 $\pm$ 9	39 $\pm$ 13	<0.001
Tidal C _L , ml/cm H ₂ O	38 $\pm$ 14	46 $\pm$ 13	<0.001	49 $\pm$ 14	62 $\pm$ 18	0.006
Tidal C _{cw} , ml/cm H ₂ O	139 $\pm$ 60	151 $\pm$ 52	0.342	126 $\pm$ 62	154 $\pm$ 84	0.080
Hemodynamics						
Heart rate, beats/min	88 $\pm$ 21	88 $\pm$ 21	0.693	87 $\pm$ 18	84 $\pm$ 18	0.882
SBP, mm Hg	123 $\pm$ 24	123 $\pm$ 14	0.178	118 $\pm$ 24	124 $\pm$ 22	0.008
DBP, mm Hg	60 $\pm$ 11	61 $\pm$ 11	0.762	60 $\pm$ 10	61 $\pm$ 8	0.492

- Nhóm high-recruiters (RI > 0.5): trao đổi khí cải thiện, huyết áp không đổi
- Nhóm low-recruiters (RI < 0.5): trao đổi khí không cải thiện, huyết áp tụt

Video minh họa



Video minh họa

Note: High PEEP needs to be higher than AOP.

High PEEP	Set Tidal Volume (VT)	VT exhaled @ high PEEP
15	360	335
cm H2O	ml	ml
Low PEEP	VT exhaled from high to low PEEP	Plateau Pressure (at low PEEP)
5	1101	13
cm H2O	ml	cm H2O

Calculate

0.52

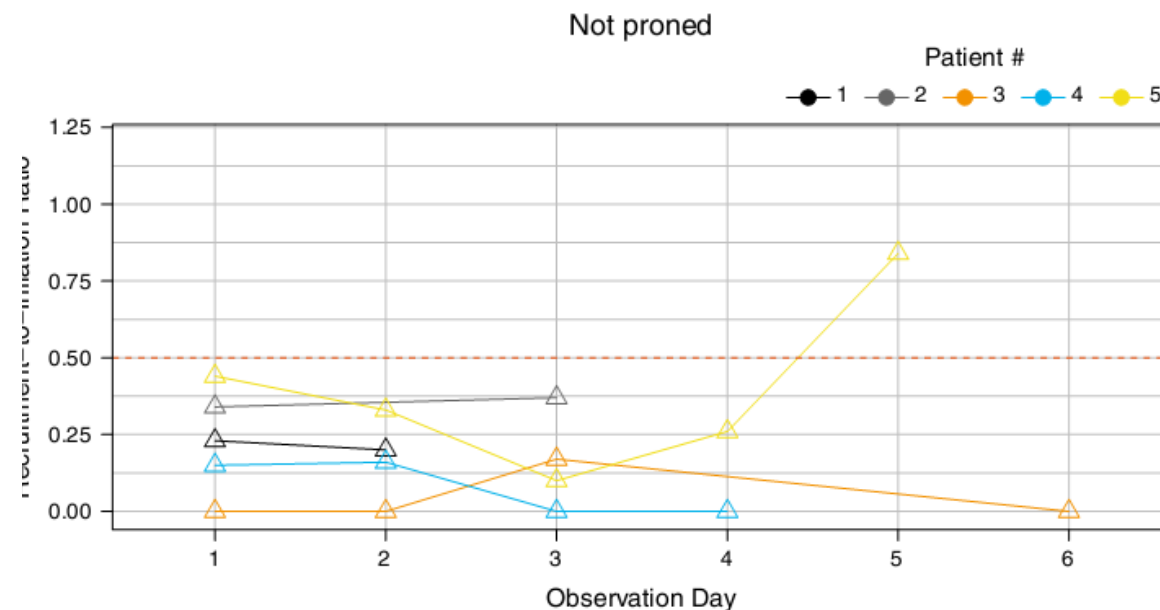
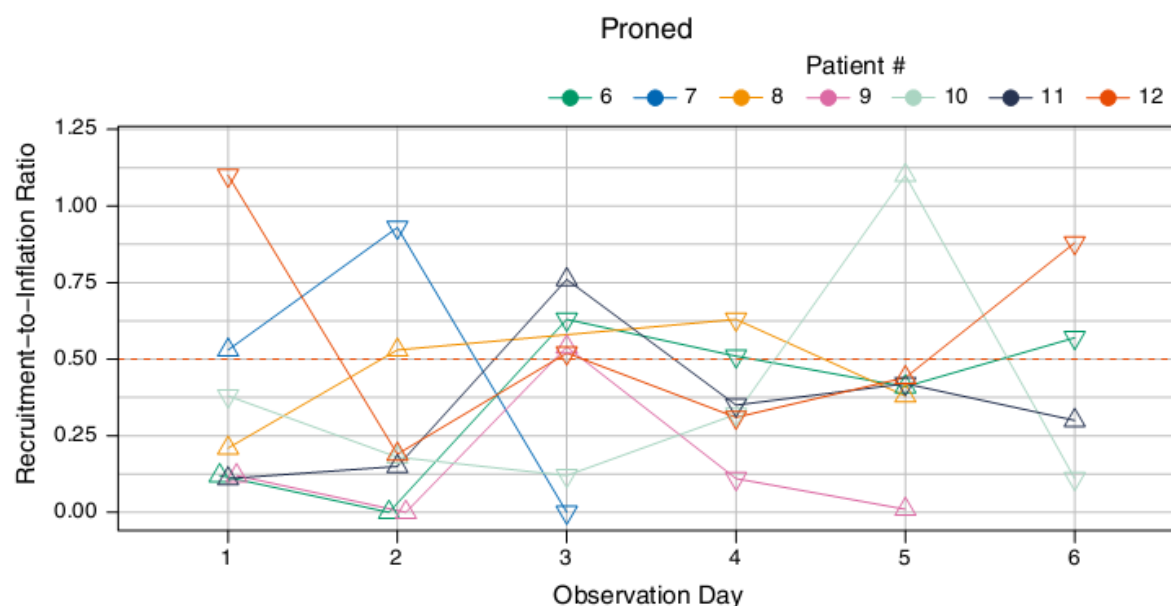
Recruitment to Inflation Ratio

The value below is the ratio between the compliance of the recruited lung to that of the respiratory system.

Values ≥ 0.5 suggest more potential for lung recruitment with respect to lung inflation.

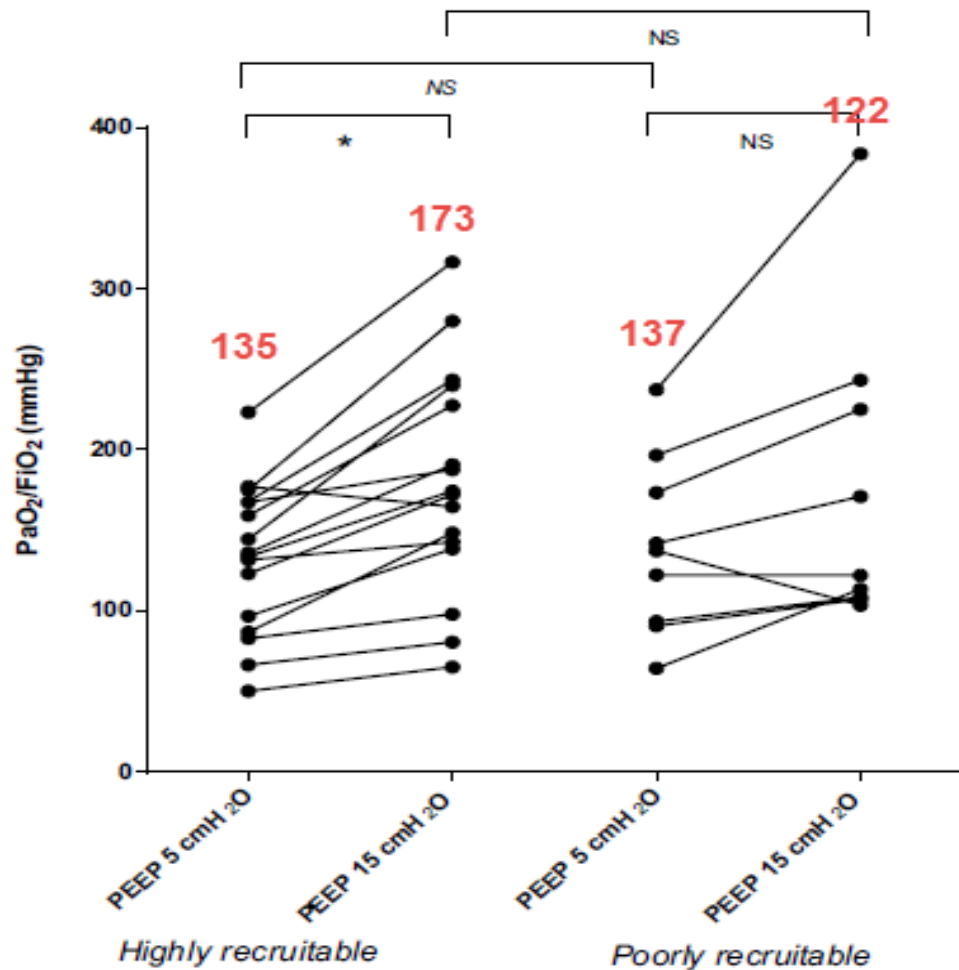
<https://crec.coemv.ca/>

RI ở bệnh nhân ARDS – COVID 19



- Wuhan, 02/2020
- 12 bệnh nhân ARDS do SAR-CoV-2, 5 ngày NIV: Crs 20 ± 8 , P/F 128 ± 53 , DP 22 cmH₂O, RI 0.21 ± 0.14 (83%)
- Recrutable: P/F $120 \pm 61 \rightarrow 182 \pm 140$

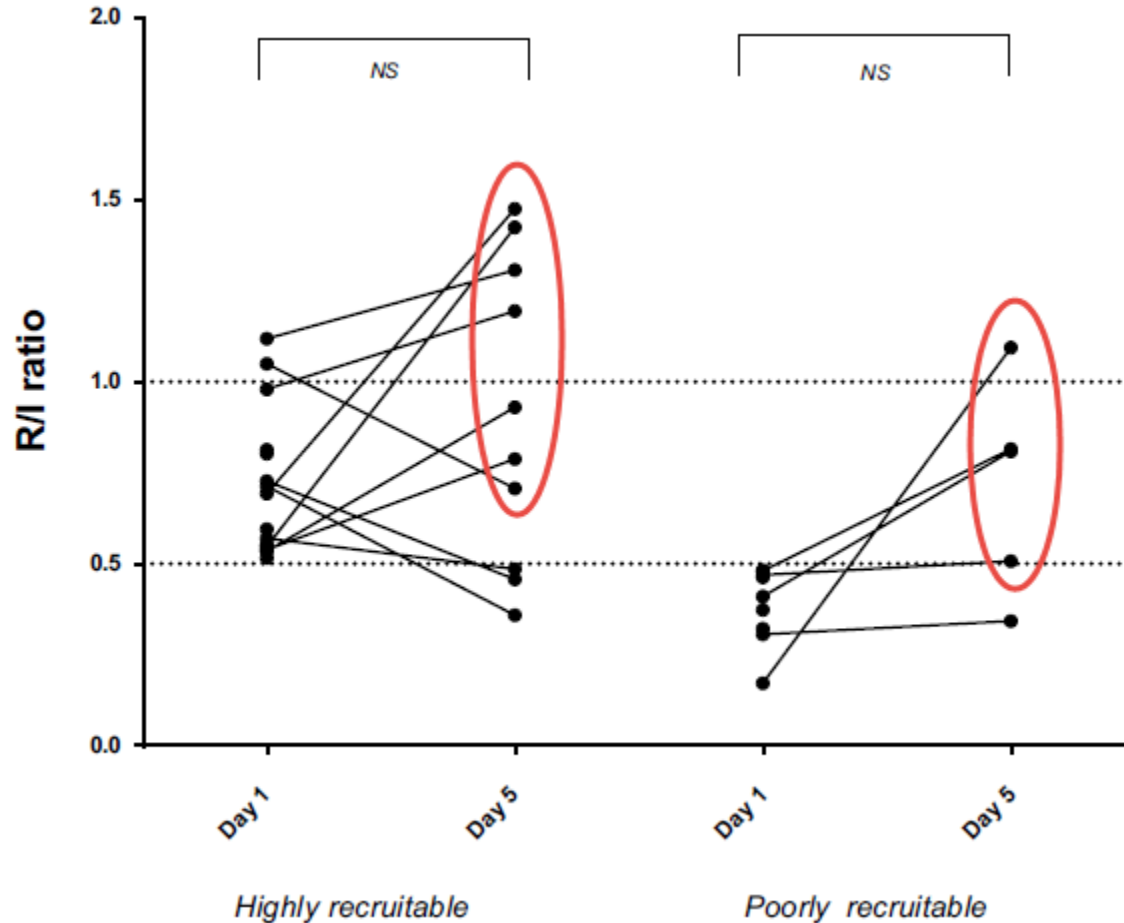
RI ở bệnh nhân ARDS – COVID 19



26 bệnh nhân ARDS do Covid vừa-nặng, đo RI vào N1 và N5 sau thở máy bằng nghiệm pháp single-breath

- RI 0.55 (0.47-0.77)
- 16/25 (64%) high-recruiter (RI 0.7)
- PEEP cao (15 cmH₂O) cải thiện P/F ở nhóm high-recruiter

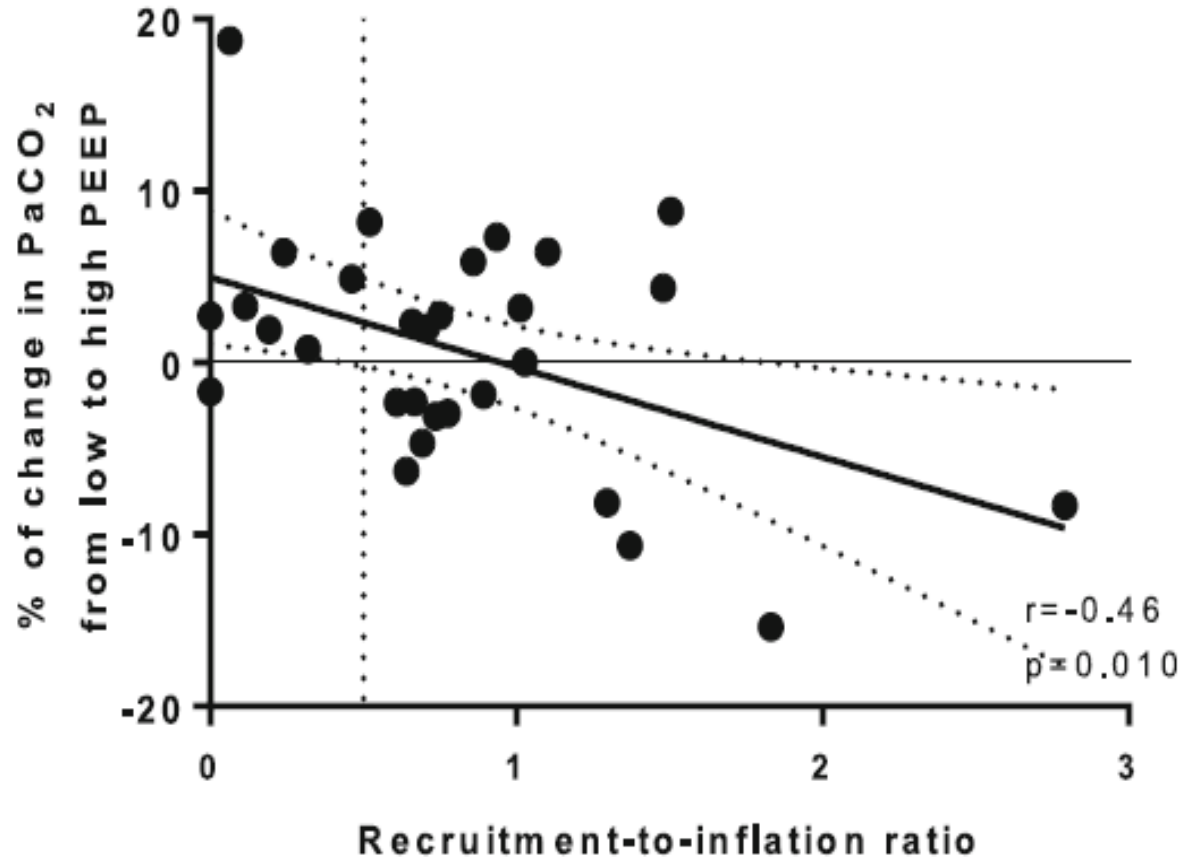
Diễn tiến của RI trong ARDS-Covid 19



Đánh giá lại RI vào ngày thứ 5:

- 10/16 high-recruiter: 7 high-recruiter
- 5/9 low-recruiter: 4 high-recruiter

Tương quan giữa RI và ΔPaCO_2

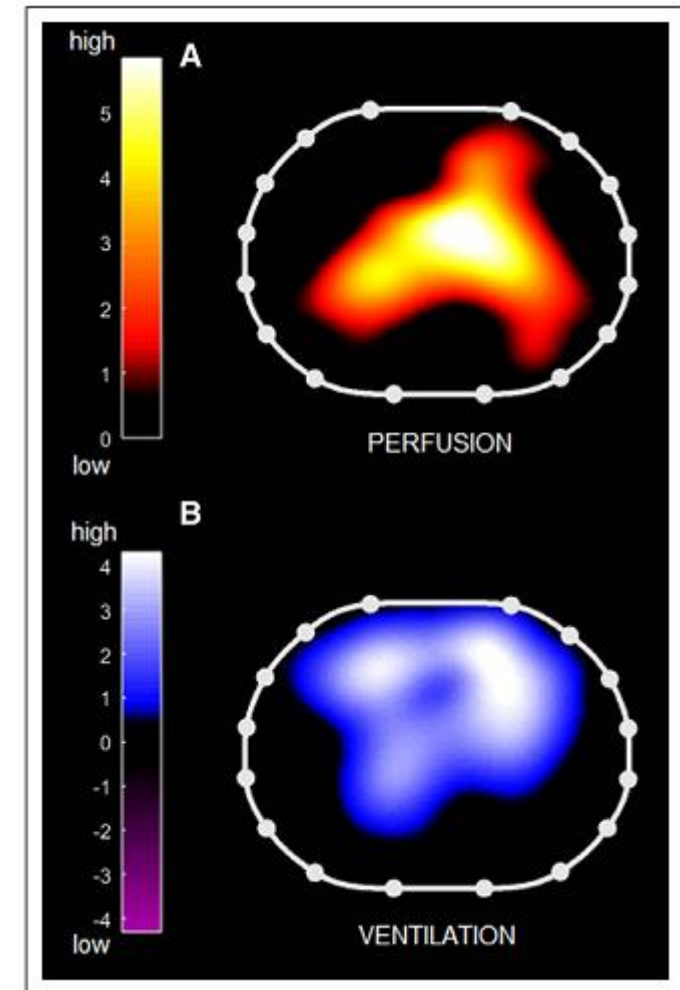


- Rome, Italy, 03/2020, 30 BN
- 22/30 (73%) high-recruiter, mean RI 0.73 [0.43–1.04]
- Tương quan giữa RI và ΔPaCO_2 gợi ý dùng PEEP cao trên low-recruiter làm tăng ứ khí phế nang và tăng khoảng chết

Một vấn đề khác. ...

- 10 BN C-ARDS, theo dõi huy động phế nang bằng EIT
- RI 0.79 (0.53–1.08)
- PEEP cao: khả năng huy động phổi theo EIT theo RI 0.79 (0.53 – 1.08)
- Bất tương hợp V/Q 34% (32–45%)
- VR 2.3 (1.6–3.9)

→ Ảnh hưởng của tuần hoàn phổi và vai trò của vi huyết khối



Tóm tắt

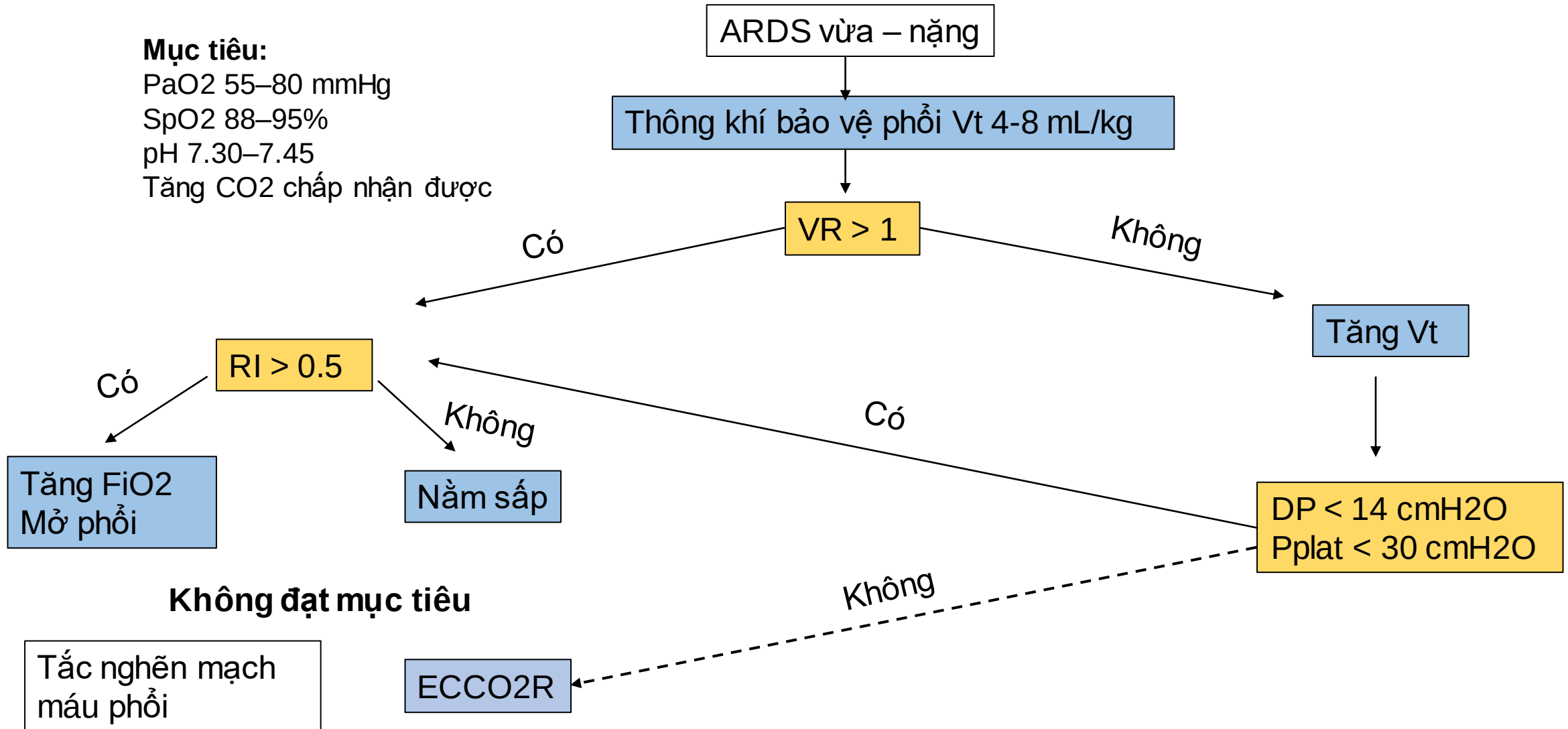
Mục tiêu:

PaO₂ 55–80 mmHg

SpO₂ 88–95%

pH 7.30–7.45

Tăng CO₂ chấp nhận được



Theo dõi huyết động, an thần giãn cơ (nếu cần)