

AKUT HİPOKSEMİK SOLUNUM YETMEZLİĞİNE YAKLAŞIM

Mehtap Pehlivanlar Küçük

Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi

Göğüs Hastalıkları Ana bilim Dalı, Yoğun Bakım Bilim Dalı

Trabzon, 2022, Türkiye

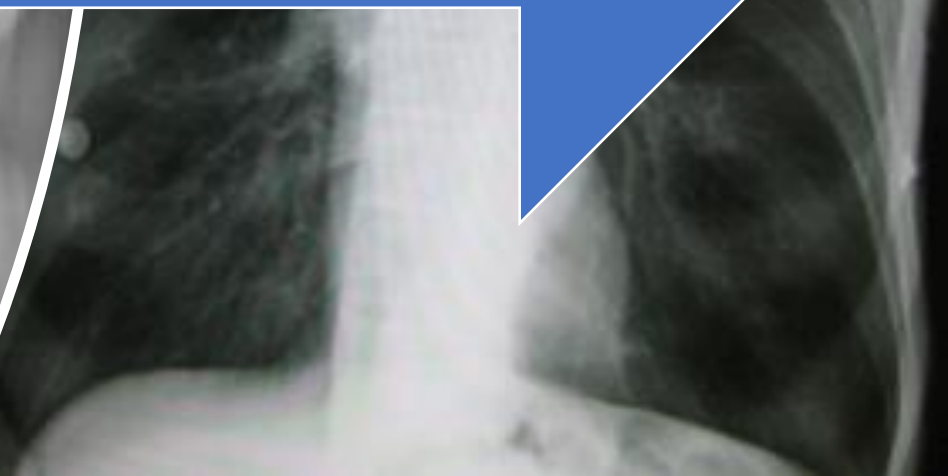
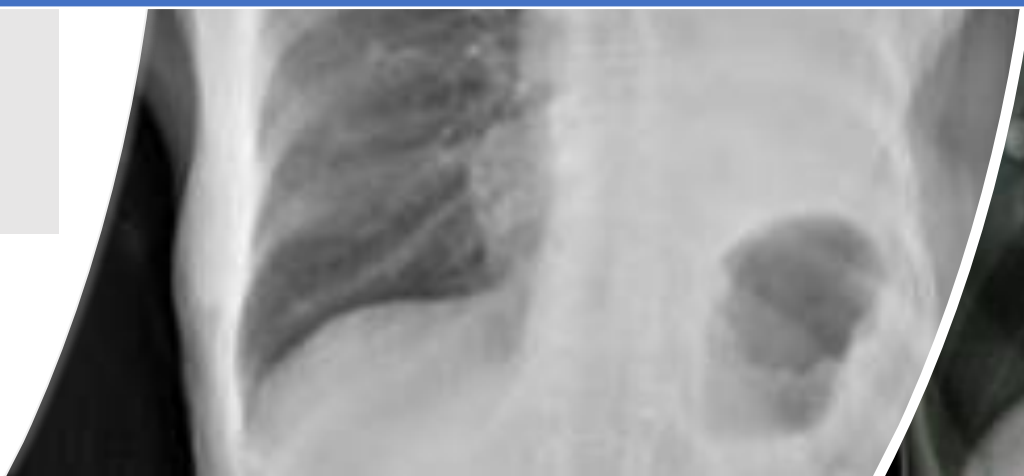
AMAÇ

Hipoksemik hastada solunumsal destek uygulamalarını özetlemek

SUNU PLANI

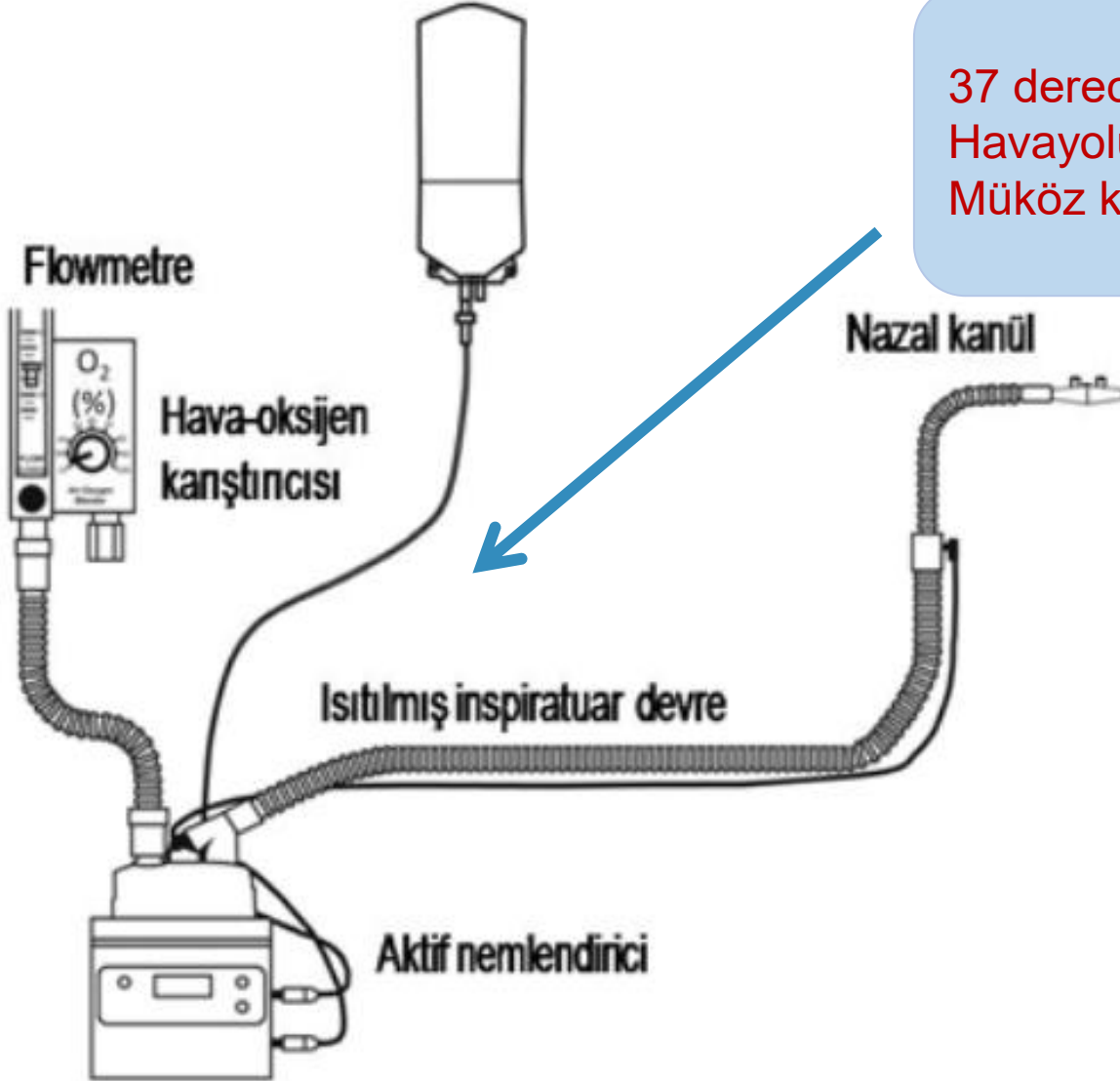
- ✓ **Temel Solunumsal Destek Sistemleri**
- ✓ **ARDS Tanımı**
- ✓ **Mekanik Ventilasyonda Hedef**
- ✓ **PEEP Ayarı Nasıl Yapılır?**
- ✓ **ARDS de temel uygulama önerileri**

HIPOKSİK HASTANIZ HANGİSİ?



Yüksek Akışlı Nazal Kanül (YANK)

37 dereceye kadar ısıtılabilir
Havayolu enflamasyonu azalır
Müköz klirensi artırır



- ✓ Nemlendiriciye bağlı bir debimetre ve oksijen-hava karıştırıcısından oluşur
- ✓ Isıtılmış bir devre ile burun kanülüne iletilir

Yüksek Akışlı Nazal Kanül (YANK)

Ayarlanan Parametreler

- ✓ Akım hızı; Yüksek akım (up to 60 L/dk)
- ✓ FiO₂; Up to 100 %
- ✓ Isı: (37 °C, 100 % HR, 44 mg H₂O/L)



Akut Hipoksemik Solunum Yetmezliği

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ORIGINAL ARTICLE

High-Flow Oxygen through Nasal Cannula
in Acute Hypoxemic Respiratory Failure

Standart O₂

YANK

NIV

High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure: a systematic review and meta-analysis

Intensive Care Med 2019

B. Rochwerg^{1,2,22*}, D. Granton¹, D. X. Wang³, Y. Helviz⁴, S. Einav^{4,5}, J. P. Frat^{6,7,8}, A. Mekontso-Dessap^{9,10}, A. Schreiber¹¹, E. Azoulay^{12,13}, A. Mercat¹⁴, A. Demoule^{15,16}, V. Lemiale^{12,13}, A. Pesenti^{17,18}, E. D. Riviello¹⁹, T. Mauri^{17,18}, J. Mancebo²⁰, L. Brochard²¹ and K. Burns²¹

- ✓ 9 RCTs, 2093 hasta
- ✓ Akut hipoksemik solunum yetmezliğinde;
- ✓ **Mortaliteyi azaltmaz**
- ✓ **Entübasyon ihtiyacını azaltır**

- ✓ Hasta dispne ve konforunda iyileşme

Given that HFNC is less invasive, it has been hypothesized that the risk for nosocomial complications, such as pneumonia, clot and delirium, is also lower in HFNC as compared to NIV or invasive mechanical ventilation. Finally, the costs and resources associated with HFNC use are hypothesized to be lower than those associated with more invasive forms of oxygen therapy, although comprehensive cost-effectiveness data are lacking. This



The role for high flow nasal cannula as a respiratory support strategy in adults: a clinical practice guideline

Bram Rochwerf^{1,2}, Sharon Einav^{3,4}, Dipayan Chaudhuri¹, Jordi Mancebo⁵, Tommaso Mauri^{6,7}, Yigal Helviz³, Ewan C. Goligher^{8,9}, Samir Jaber¹⁰, Jean-Damien Ricard^{11,12}, Nuttapol Rittayamai¹³, Oriol Roca^{14,15}, Massimo Antonelli^{16,17}, Salvatore Maurizio Maggiore¹⁸, Alexandre Demoule^{19,20}, Carol L. Hodgson^{21,22}, Alain Mercat²³, M. Elizabeth Wilcox^{8,9}, David Granton¹, Dominic Wang¹, Elie Azoulay²⁴, Lamia Ouanes-Besbes^{25,26}, Gilda Cinnella²⁷, Michela Rauseo²⁷, Carlos Carvalho²⁸, Armand Dessap-Mekontso^{29,30}, John Fraser^{31,32}, Jean-Pierre Frat³³, Charles Gomersall³⁴, Giacomo Grasselli^{6,7}, Gonzalo Hernandez³⁵, Sameer Jog³⁶, Antonio Pesenti³⁷, Elisabeth D. Riviello³⁸, Arthur S. Slutsky^{9,39,40}, Renee D. Stapleton⁴¹, Daniel Talmor⁴², Arnaud W. Thille⁴³, Laurent Brochard^{9,40} and Karen E. A. Burns^{2,9,40*}

Hypoxemic respiratory failure
(moderate certainty)



Strong recommendation

Following extubation
(moderate certainty)



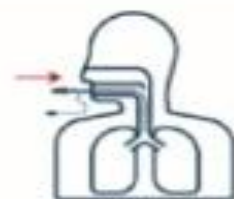
Conditional recommendation

Postoperative HFNC in high risk and/or obese patients following cardiac or thoracic surgery
(moderate certainty)



Conditional recommendation

Peri-intubation period
(moderate certainty)



No recommendation

Guideline for the management of COVID-19 patients during hospital admission in a non-intensive care setting

Klaus Nielsen Jeschke^a, Barbara Bonnesen ^b, Ejvind Frausing Hansen^a, Jens-Ulrik Stæhr Jensen^b, Therese Sophie Lapperre^c, Ulla Møller Weinreich ^d and Ole Hilberg^e

ROX İNDEKSI


$$\frac{\frac{SpO_2}{FIO_2} (\%) }{\text{respiratory rate}}$$

ROX index > 4.88 HFNC devam edilebilir

| ROX | |
|-----------|--|
| ≥4.88 | Little risk of intubation |
| 3.85-4.87 | close monitoring due to increased risk of intubation |
| 2.85-3.84 | Monitoring in the ICU if possible. Highly increased risk of intubation |
| <2.85 | Consider intubation |

Prediction of outcome of nasal high flow use during COVID-19-related acute hypoxemic respiratory failure



Noémie Zucman¹, Jimmy Mullaert², Damien Roux³, Oriol Roca⁴, Jean-Damien Ricard^{1*}  and Contributors

- HFNC COVID-19 ile ilişkili AHRF sırasında **birinci basamak solunum desteği olarak erken uygulanması, vakaların 1/3 ünde** entübasyon ihtiyacını ortadan kaldırmış
- HFNC başlamasından sonraki ilk **4 saat içinde ölçülen ROX indeksi**, erken solunumsal yanıt

NIMV'nin 30. Yıldönümü Kutlu Olsun!

Noninvasive Mechanical Ventilation in Acute Respiratory Failure

Happy 30-Year Anniversary!

G. Umberto Meduri, MD

Memphis, TN

Craig C. Conoscenti, MD, FCCP

Ridgefield, CT

Phillip Menashe, MD

Phoenix, AZ



- In April 1989, Drs Meduri, Conoscenti, Menashe, and Nair published the first report on noninvasive (intermittent) positive-pressure (mechanical) ventilation (NPPV) in patients with acute respiratory failure (ARF) in CHEST.
- Six patients with hypercapnic ARF (all from COPD) and four with hypoxemic ARF (two from acute decompensated heart failure [ADHF] and two from ARDS) met clinical and objective criteria for mechanical ventilation, which was delivered with pressure control or pressure support via a tightly strapped, clear anesthesia face mask.

Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure

Yeni başlayan akut solunum yetmezliğinde NIV kullanılmalı mı?

- ✓ Hipoksemik solunum yetmezliği
- ✓ Hipoksemi ($\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \leq 200$)
- ✓ Takipne solunum sayısı $>30-35$
- ✓ KOAH dışı (pnömoni, ARDS)

Recommendation

Given the uncertainty of evidence we are unable to offer a recommendation on the use of NIV for *de novo* ARF.

Official ERS/ATS clinical practice guidelines: noninvasive ventilation for acute respiratory failure

Yeni başlayan akut solunum yetmezliğinde NIV kullanılmalı mı?

- ✓ Toplum kökenli pnömoni ya da erken ARDS 'de
- ✓ Deneyimli ekip
- ✓ Dikkatli seçilmiş hastalar (mental durumu iyi, organ yetmezliği gelişmemiş)
- ✓ Başlandıktan sonra sık değerlendirmeler yapılarak
- ✓ Yoğun bakımda yakın monitörizasyon ile

Is there still a place for noninvasive ventilation in acute hypoxemic respiratory failure?

Intensive Care Med (2018) 44:2248–2250

Audrey De Jong^{1*}, Gonzalo Hernandez² and Davide Chiumello^{3,4}

Indications for NIV use

Acute exacerbation of COPD

Acute cardiogenic pulmonary edema

Hypoxemia post-abdominal surgery

Chest trauma

Preoxygenation before intubation

Against NIV use

(Late or moderate–severe) ARDS

High tidal volumes during the NIV session

Leaks during the NIV session despite changes of interface

Lack of patient adherence

Dyspnea during NIV sessions

Impossibility of close monitoring

Absence of rapid clinical improvement (signs of respiratory distress including elevated respiratory rate) and gas exchange improvement after 1 h of NIV session

Akut Solunum yetmezliğinde NIV başarısızlığı mortalite için bağımsız risk faktörü

Schnell D, et al.. Intensive Care Med 2014; 40: 582–591.



Acute Respiratory Distress Syndrome

The Berlin Definition

JAMA. 2012;307(23):doi:10.1001/jama.2012.5669

The ARDS Definition Task Force*

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 $\geq 5 \text{ cm H}_2\text{O}$ |

Abbreviations: CPAP, continuous positive airway pressure; FIO₂, fraction of inspired oxygen; PaO₂, partial pressure of arterial oxygen; PEEP, positive end-expiratory pressure.

^aChest radiograph or computed tomography scan.

^bIf altitude is higher than 1000 m, the correction factor should be calculated as follows: $[\text{PaO}_2/\text{FIO}_2 \times (\text{barometric pressure}/760)]$.

^cThis may be delivered noninvasively in the mild acute respiratory distress syndrome group.

↓ **Oxygenation**
↓ **Lung volumes**
↓ **Pulm. compliance**



**Mechanical
ventilation**

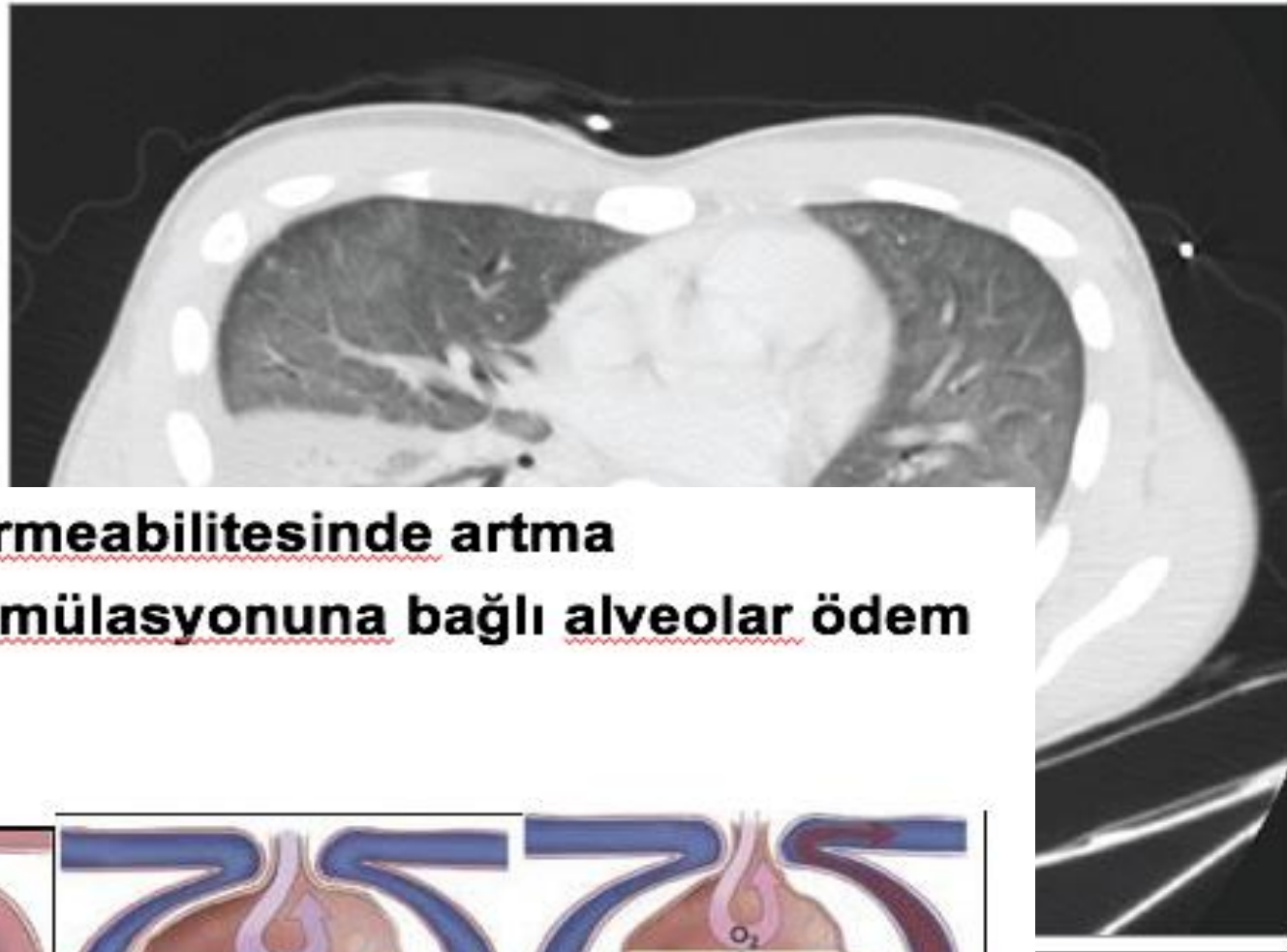


**Ventilator
induced lung
injury**

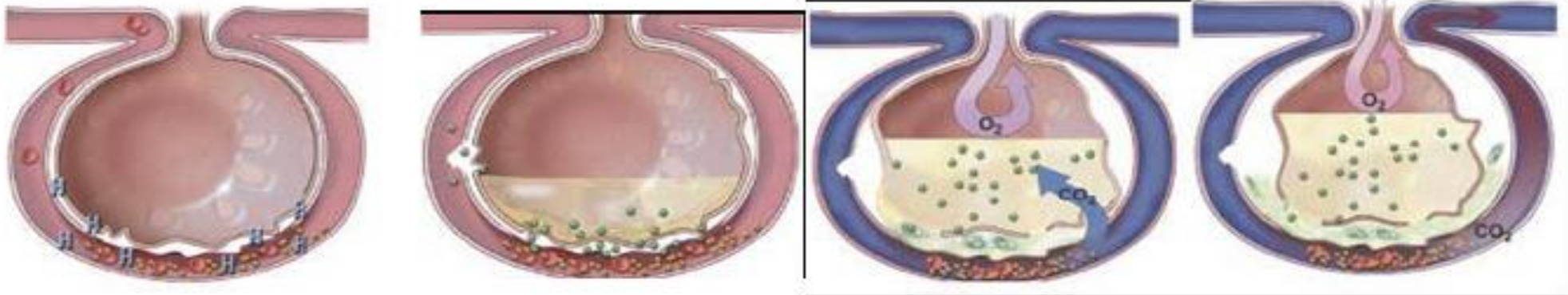
A Chest radiograph of a patient with ARDS



B Computed tomography scan of a patient with ARDS

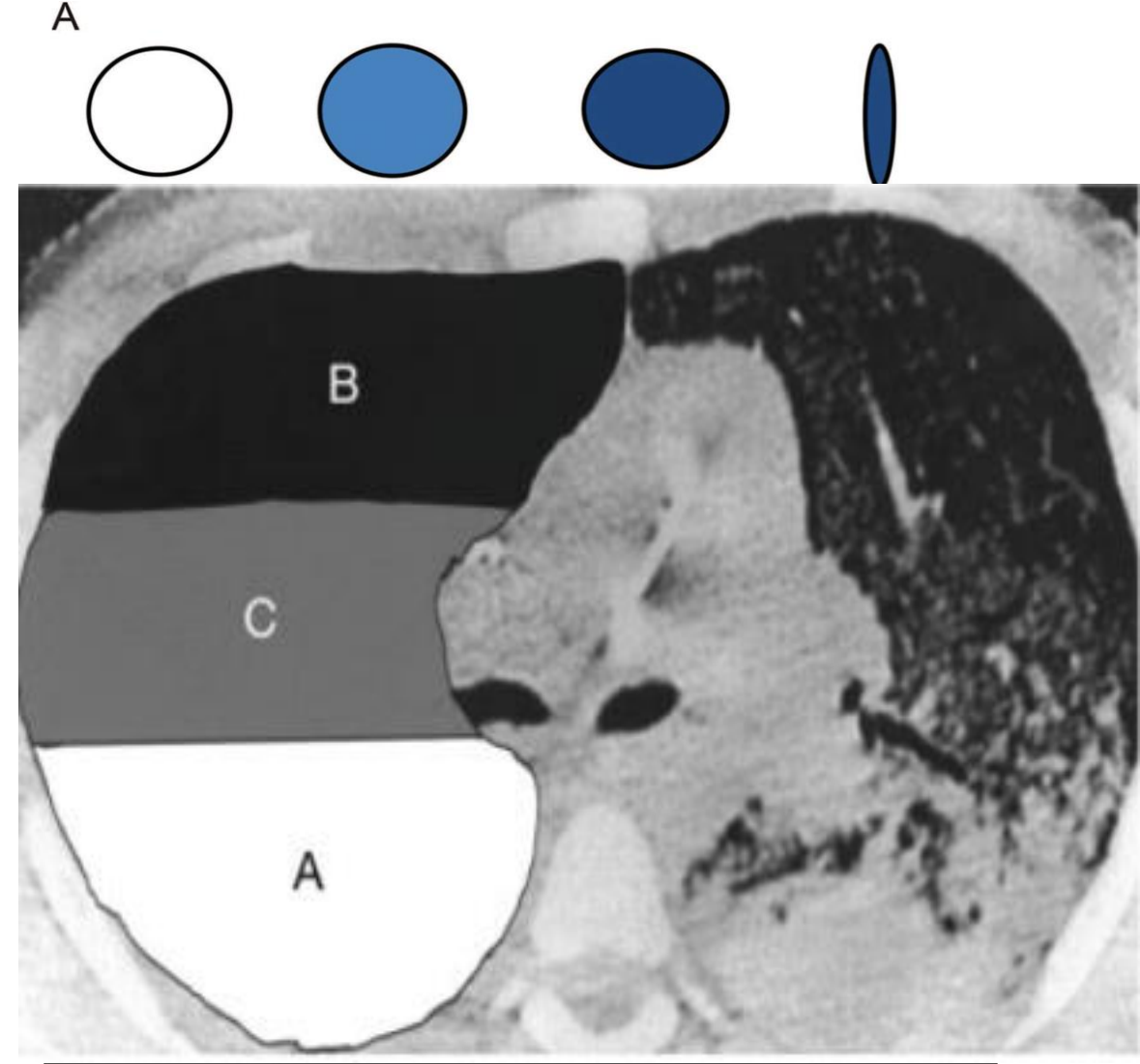


Alveolo- kapiller membran permeabilitesinde artma
Proteinden zengin sıvının akümülyasyonuna bağı alveolar ödem
Diffüz alveolar hasar



Mekanik Ventilasyonda Hedef

- ARDS de akciğer dokusu heterojen
- Oksijenizasyonu sağlanması (SpO2 >88-90%)
- Yeterli ventilasyonun sağlanması
- Solunum kaslarının dinlendirilmesi
- ARDS'de 'aç ve açık tut' ilkesi ile birlikte düşük ventilasyon basıncı kullanımı
- Volütravma, barotravma ve atelektotravmadan korunmak



AKCİĞER KORUYUCU MEKANİK VENTİLYASYON



Normal

5 dk ventilasyon, sol
apeks atelektatik

45 cm H₂O Ppik ile
20 dk ventilasyon

VENTİLYATE GENTLY

HEDEF: Düşük VT ≤ 6 ml/kg ve Pplat ≤ 30 cm H₂O

Hacim ünitesi

Overdistansiyon

VT

total PEEP

Rekrutment

Atelektazi

Oksijenasyonu Hangi Ayarlarla İyileştirebilirim?

✓ PEEP

Doğru limite kadar yüksek PEEP ?

✓ FiO2

FiO2: Başlangıçta %100, ilk düşülecek değer

✓ I/E

İNSPIRYUM ağırlıklı ayarlar (I/E:1:1,5 , 1:1,3)

✓ SS

SS: TV düşük olduğu için hedef MVV için yüksek tut

✓ Akım Hızı

Değeri: 60-120 L/dakika, Daha yavaş akımlar insp uzatır, exp kısaltır

Tidal Volüm



4-6 ml/IBW, Pplato < 30cmH2O

Engström Carestation

Solunum devresi
Manman

Ppeak yüksek
Rahatsızlık var
apık

MVexp yüksek
Yelkîn

14:37

Sık Kull.

Manuel
Solunum

SBT

Akciğer
Mekanik

Vert
Terahizi

Backup
Modu

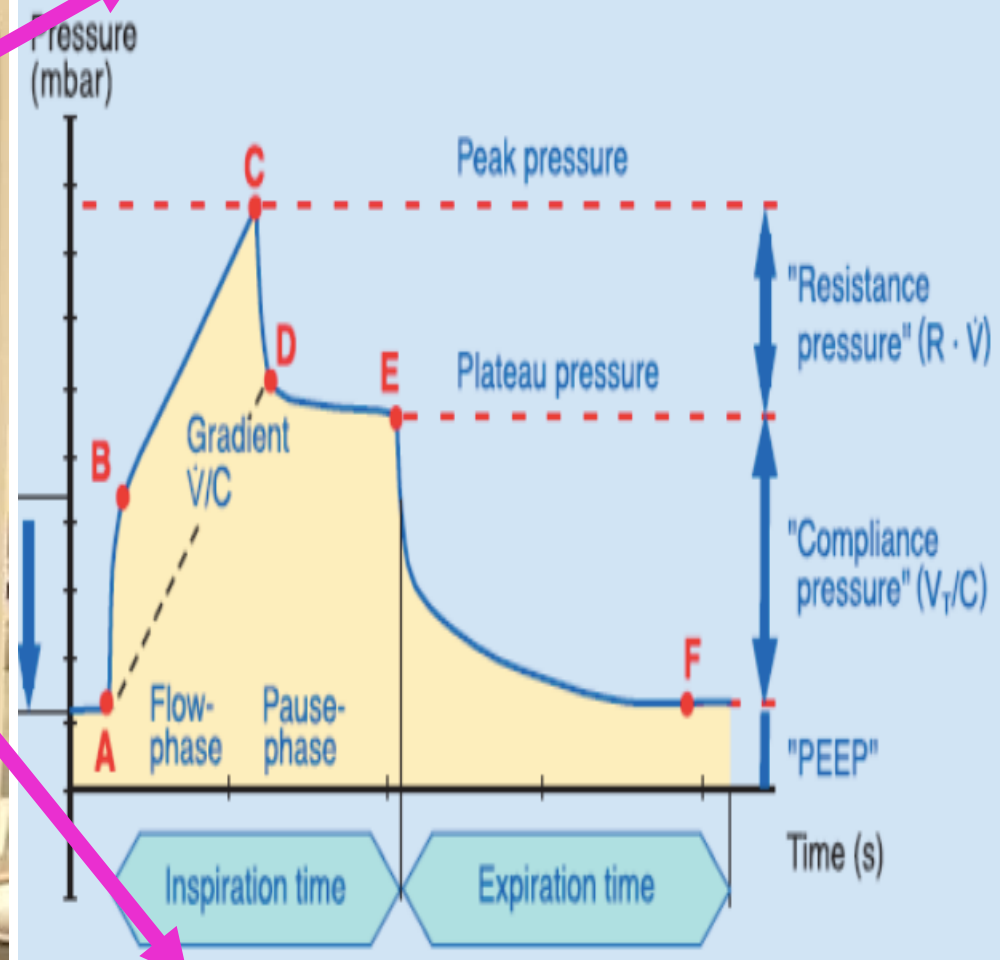
Alarm
Kayıt

Sık Kull.
Ayar



| SIMV - basınç kontrolü | | | | | | |
|------------------------|------------|-------------------|-----------|------------|-------------|----------|
| FiO2 % | Pnsp cmH2O | Soluk sayısı /dak | Tırpın sn | PEEP cmH2O | Puapp cmH2O | ml/cmH2O |
| 40 | 16 | 20 | 1.2 | 12 | 12 | 27 |

• **P pik:** Sistemin tüm basıncı

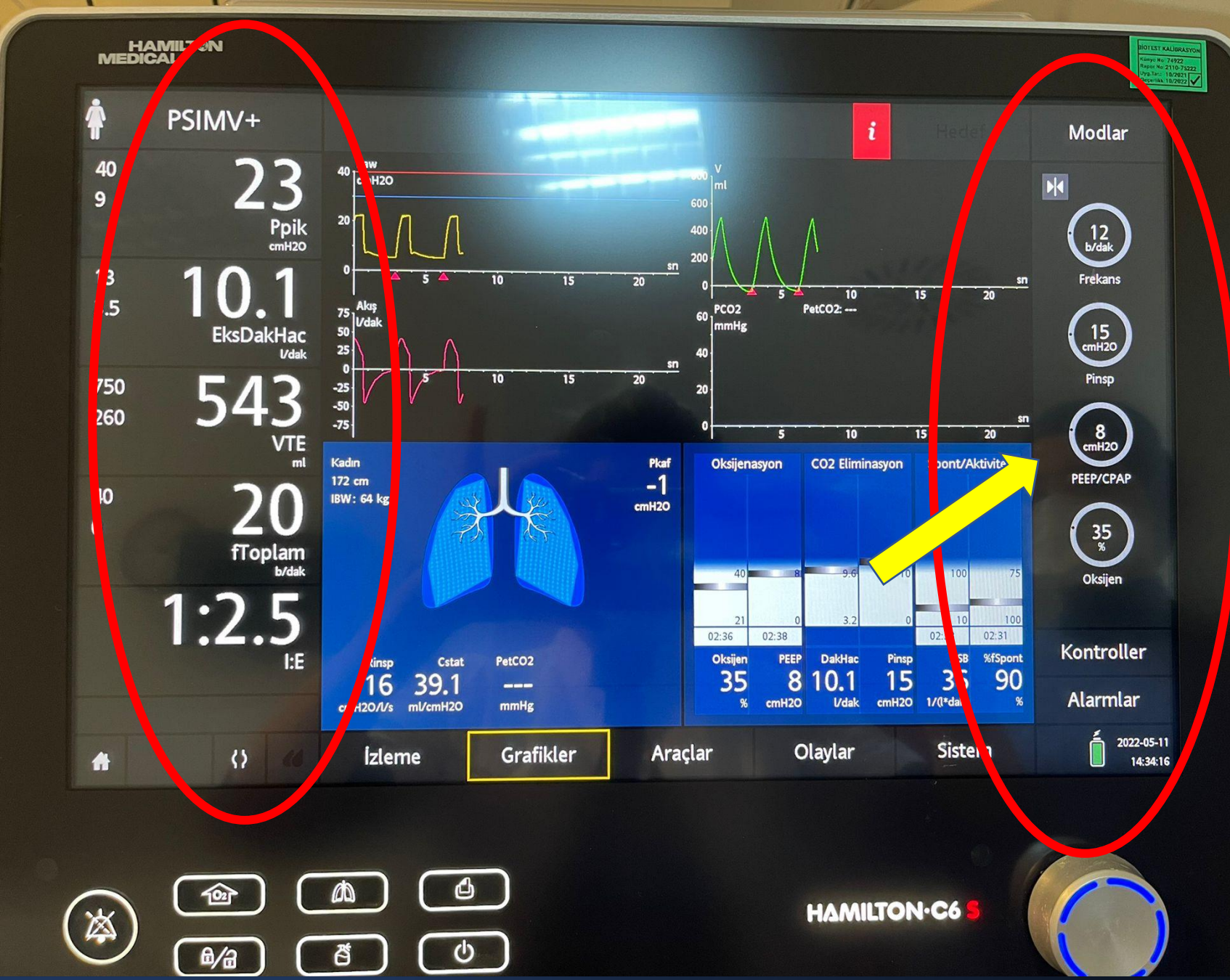


• **P plato:** Alveole yansıyan gerçek basınç

MV deki her ayar Pplato güvenli olacak şekilde yapılır
MV deki her ayar hemodinamiyi etkiler
Sadece Akciğere Bakma !

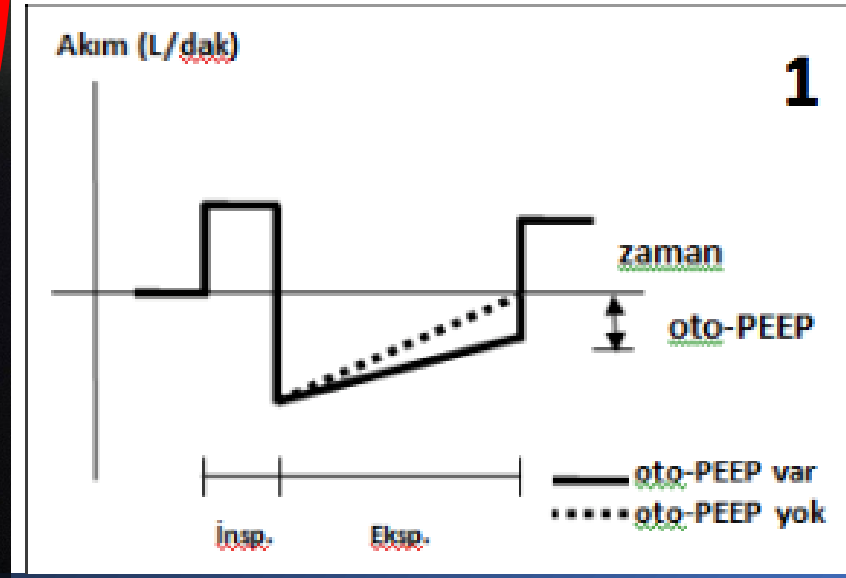


- ✓ Pplato ölçümü **Insp hold** manevrası ile yapılır
- ✓ Ppik ile Pplato arasında ortalama **5-7 cm H2O** fark vardır



PEEP (POZİTİF END EXPIRATUAR PRESSURE

- ✓ Ekspiryum sonunda havayollarına pozitif basınç uygulanması
- ✓ ARDS'de 8-20 cmH₂O





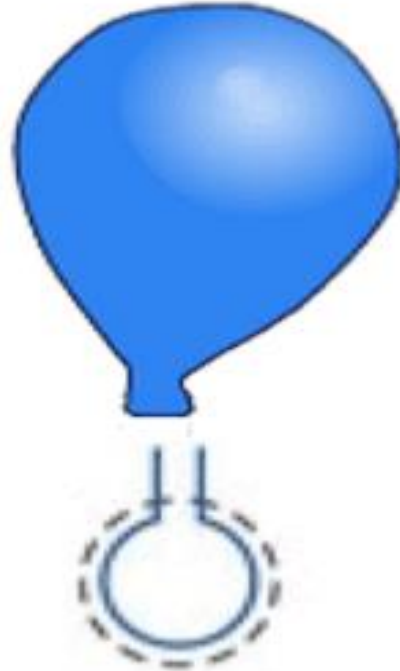
End Expiration



PEEP too low and alveoli collapse/atelectasis
decreasing oxygen diffusion (less surface area) and more pressure will be needed to re-expand alveoli leading to atelectotrauma.

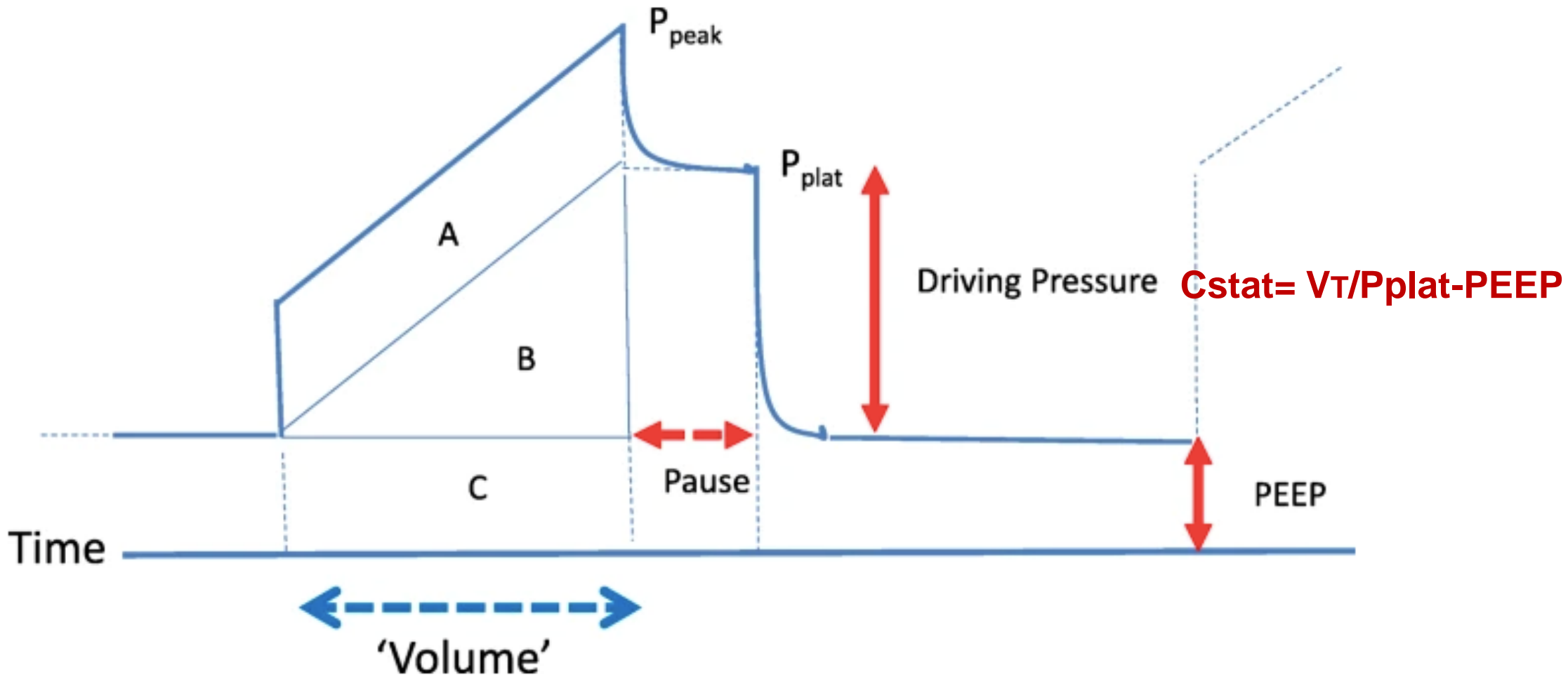
Optimal PEEP=alveoli remain open (more alveolar surface area), facilitating oxygen diffusion and less pressure needed to expand the lung.

End Inspiration



PEEP ile Hedeflenen

- ✓ Alveolar recruitment yaparak akciğer ünitelerinin stabilizasyonu
- ✓ FRC artış
- ✓ Fizyolojik şantta azalma
- ✓ Arteriyel oksijenizasyonda düzelme
- ✓ Atelektazilerin azalmasıyla –VIP azalması



- ✓ Sürücü basınç **DP (P_{plato}-PEEP) ≤ 15 cmH₂O**, 4-6 ml/TV
- ✓ Akciğeri koruma konusunda önemli bir parametre

Düşük TV, YÜKSEK PEEP



« Permisif Hiperkapni »

İlk Soru - Akciğer Recruitable mı?

Recruitment: Kapalı alveollerin açılması

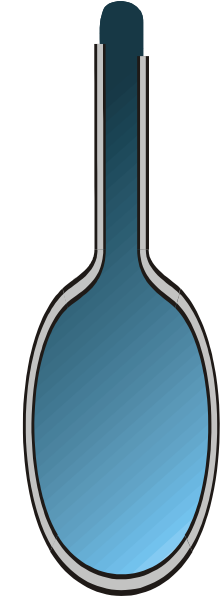
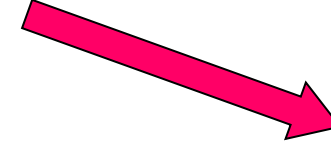
Recruitabilite şunlara dayanır

- ARDS Tipi
 - Ekstrarespiratuar > Respiratuar
 - Non lobar > lobar
- Hastalığın başlangıç zamanı erken > geç başlangıçlı
- Göğüs Duvarı Kompliyansı

Recruitmentta amaç ?

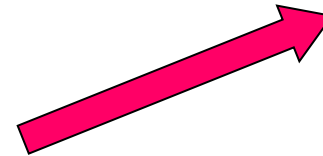
Konsolidasyon:

Kollabe olmayan hava yollarınının sıvı ile dolması



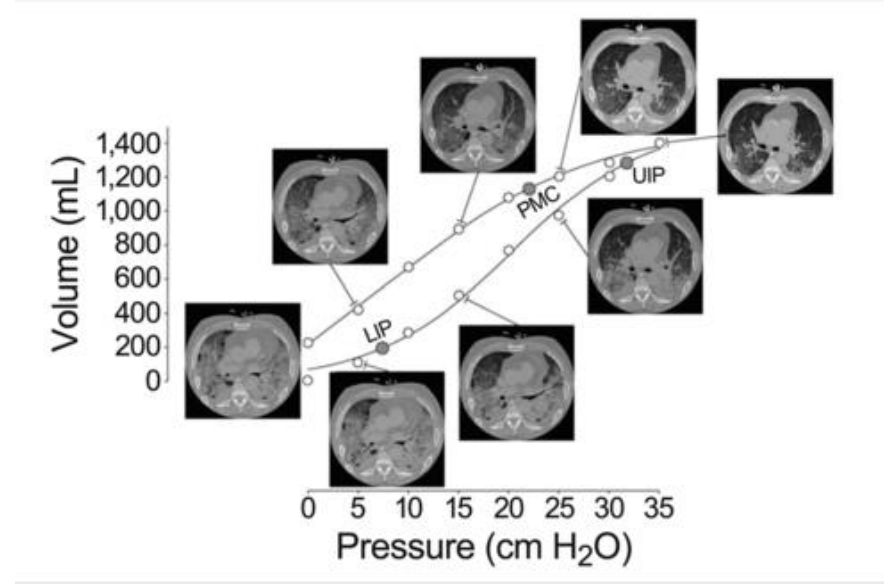
Atelektazi:

Kollabe olmuş alveoller / hava yolları



Recruitabilite Deęerlendirilmesi

- Altın standart: CT scan



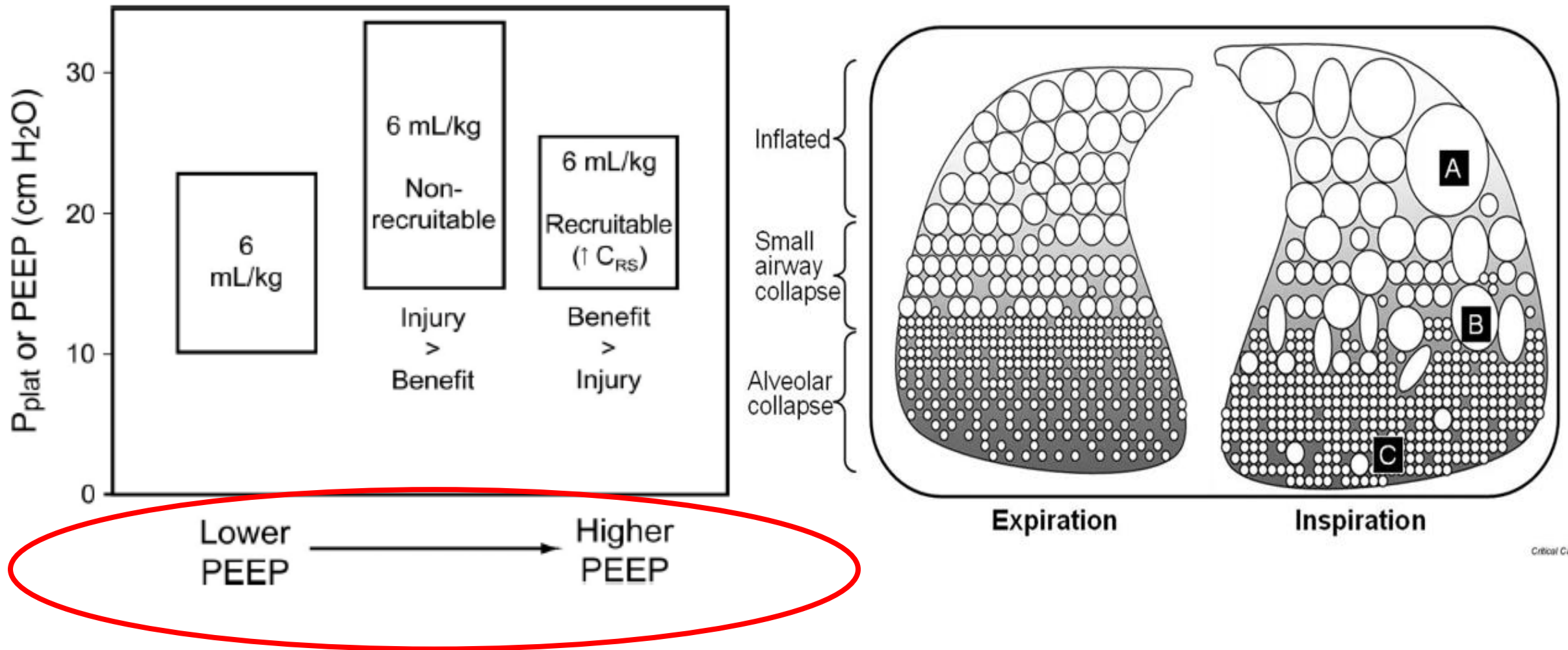
- Diğer grntleme yntemleri: Akciğer ultrasonografisi, EIT*
- Yatak başı değerlendirme yntemi: PV curve

*Mongodi S et al. *Intensive Care Med* 2016, May; 42(5): 912-3

*Le Neindre A et al. *J Crit Care* 2016 Feb; 31(1): 101-9

Recruitment Maneuvers and PEEP Titration

Dean R Hess PhD RRT FAARC



PEEP'i nasıl ayarlayalım?

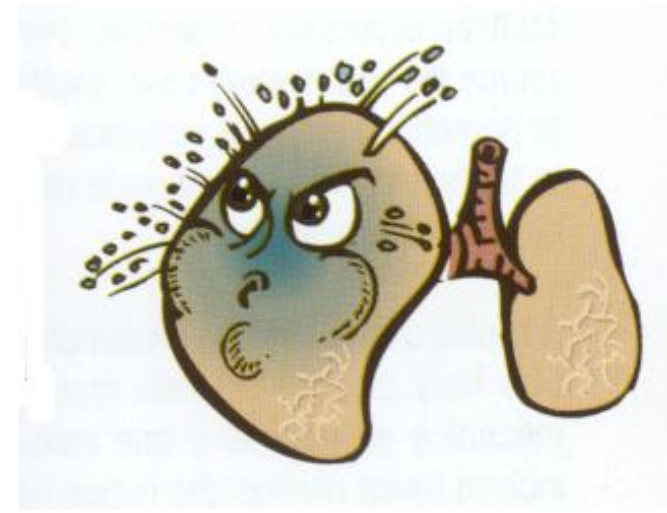


Table 2. Methods for Setting PEEP in Patients With ARDS

Gas exchange

Compliance

Pressure-volume curve

Stress index

Esophageal manometry

Lung volume

Imaging

- Önceden expanse olmuş alveollerin kapanmasını/derecruitmentını önler

Gaz değişimine göre PEEP Ayarı

- ✓ Her 5-10 dk da bir PEEP düzeyinde kademeli 2 cmH₂O artış
- ✓ Her artışta Pplato ölç < 30 mmHg olacak şekilde
- ✓ DP takip edilebilir (Pplat-PEEP)
- ✓ Vt 6 ml/PBW, en kısa sürede ilk olarak FiO₂ <60 olması hedeflenir
- ✓ ARDS hastalarında 1 saatten daha uzun süre kalıcı pH <7.20 SS ve TV 8 (mL / kg) kadar arttırılır
- ✓ Oksijenasyonda iyileşme yok, hemodinamik olarak instabilte var ise yüksek PEEP stratejisi önerilmiyor

Gaz değişimine göre PEEP Ayarı

PEEP titrasyonu ile ölü boşluk ventilasyonunda artış!!

Permisif hiperkapni



Venoz donuste azalma

Kardiyak output'ta azalma

Endtidal CO2 takibi

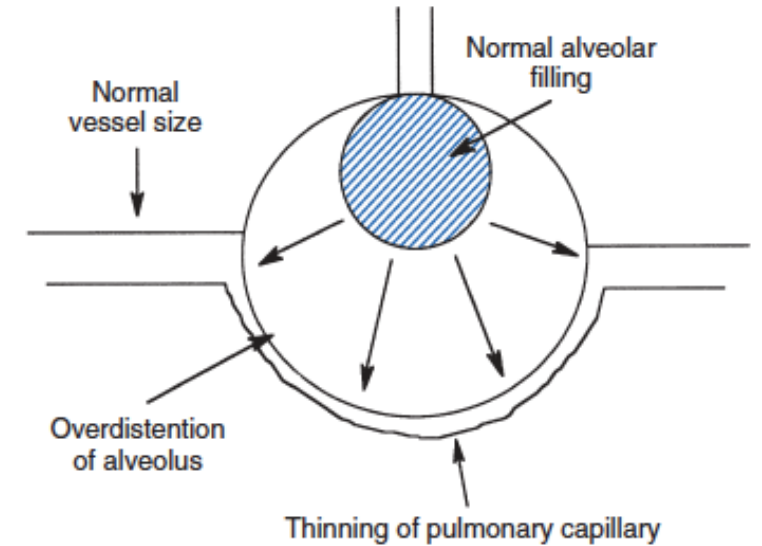


Fig. 16-3 Overfilling of an alveolus. The result is thinning and compression of the pulmonary capillary. Pulmonary vascular resistance is increased.

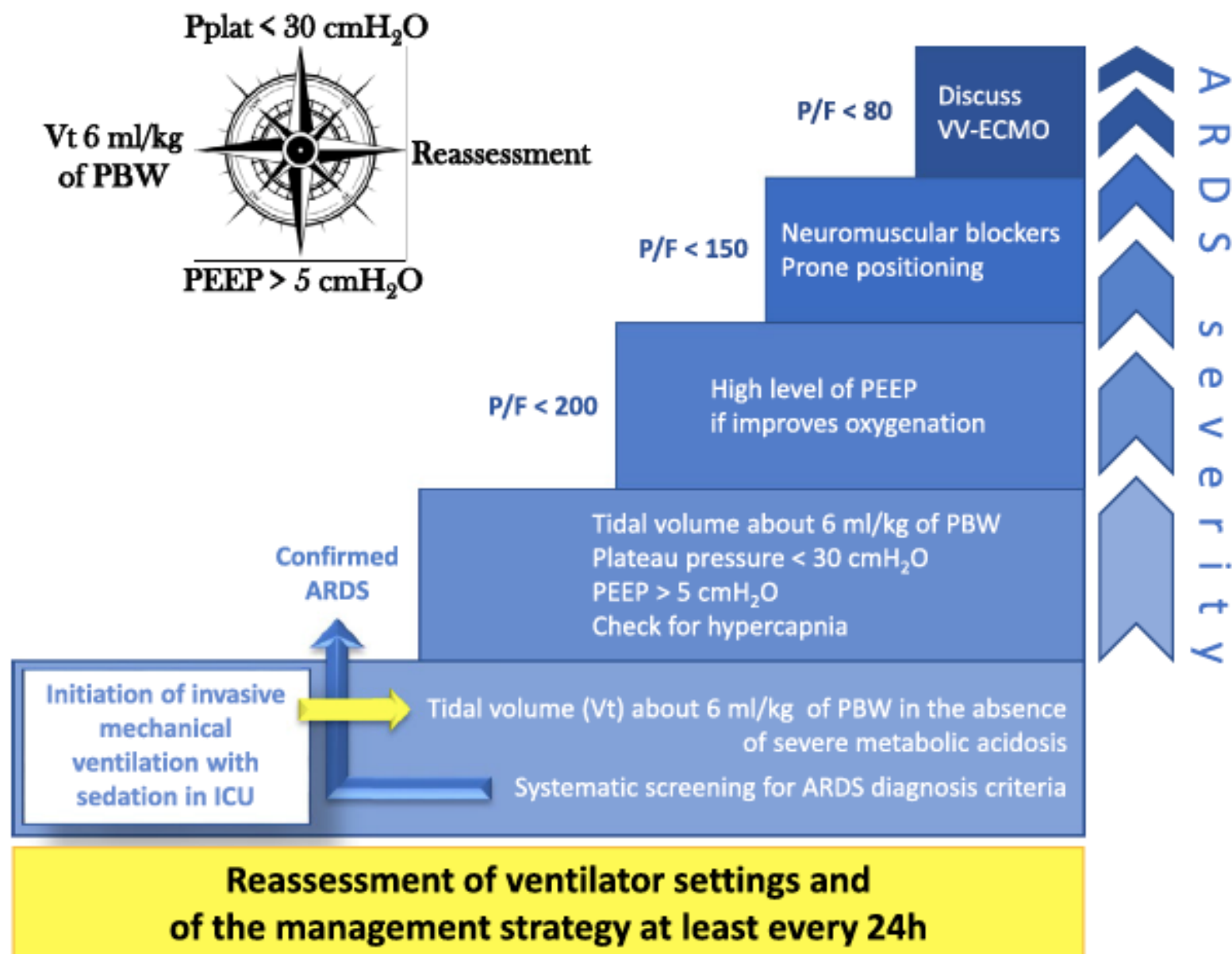
Lower PEEP/Higher F_{IO_2}

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| F_{IO_2} | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.9 | 1.0 |
| PEEP | 5 | 5 | 8 | 8 | 10 | 10 | 10 | 12 | 14 | 14 | 14 | 16 | 18 | 18–24 | |

Higher PEEP/Lower F_{IO_2}

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| F_{IO_2} | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5–0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 1.0 |
| PEEP | 5 | 8 | 10 | 12 | 14 | 14 | 16 | 16 | 18 | 20 | 22 | 22 | 22 | 22 | 24 |

Early management of ARDS in 2019



Veno-venous ECMO

- In case of refractory hypoxemia or when protective ventilation can not be applied
- To be discussed with experienced ECMO centres

Neuromuscular blockers: continuous intravenous infusion

- Early initiation (within the first 48h of ARDS diagnosis)

Prone positioning methods :

- Applied for >16h a day, for several consecutive days

Moderate or severe ARDS -> High PEEP test (> 12 cmH₂O)

Use high levels if:

- Oxygenation improvement
- Without hemodynamic impairment or significant decrease in lung compliance
- Maintain Pplat < 30 cmH₂O, continuous monitoring

ARDS diagnosis criteria

- PaO₂/FIO₂ ≤ 300 mmHg
- PEEP ≥ 5 cmH₂O
- Bilateral opacities on chest imaging
- Not fully explained by cardiac failure or fluid overload
- Within a week of a known clinical insult

Might be applied

- > Inhaled Nitric Oxide (iNO), when severe hypoxemia remains despite prone positioning and before considering VV-ECMO
- > Partial ventilation support after early phase to generate tidal volume about: 6 ml/kg and less than 8 ml/kg

No recommendation could be made

- > ECCO₂R
- > Driving pressure
- > Partial ventilation support at the early phase

Should probably not be done

- > Systematic recruitment maneuvers

Should not be done

- > HFOV

TV Ayarlanması

- Hafif ARDS dahil, ciddi metabolik asidoz yokluğunda mortaliteyi azaltmak için **6 ml/kg PBW TV**

Plato Basıncı

- TV 6 ml/kg iken P plato sürekli monitörize edilerek < 30 cmH₂O tutulmalı
- **Persistan hiperkapni vakaları dışında P-plato < 30 ise TV artırılması önerilmez**

PEEP

- > 5 cmH₂O PEEP önerilmekte, **yüksek PEEP orta ve ağır ARDS dışında önerilmiyor**
- Oksijenasyonda iyileşme ve SS kompliyansında düzelme varsa yüksek PEEP korunmalıdır

NM Blokaj

- PaO₂/ FiO₂ < 150 ise ilk 48 saat, infüzyon şeklinde

Prone

- PaO₂/ FiO₂ < 150 , peşpeşe 16 saatlik seanslar şeklinde mortaliteyi azaltır

ECMO

- PaO₂/ FiO₂ < 80 , diğer yöntemler tehlike arz ediyor ve düzelme sağlanmıyorsa

ARDS'DE KORUYUCU MEKANİK VENTİLYASYON

PaO₂/FiO₂ <150

Low Vt
4-6 ml/kg PBW

Minimal RR pH > 7.25

Düşük Plato basıncı < 27 cmH₂O
Düşük driving pressure <13-15 27 cmH₂O
Minimal PEEP (11-15 cm H₂O)
Minimal SO₂ (88-92)
Recruitment manevrası (sadece kurtarıcı olarak)

MP <17-20J/dk

Prone en azından 12 saat

NMB sadece ihtiyaç duyulduğunda

PaO₂/FiO₂ >150

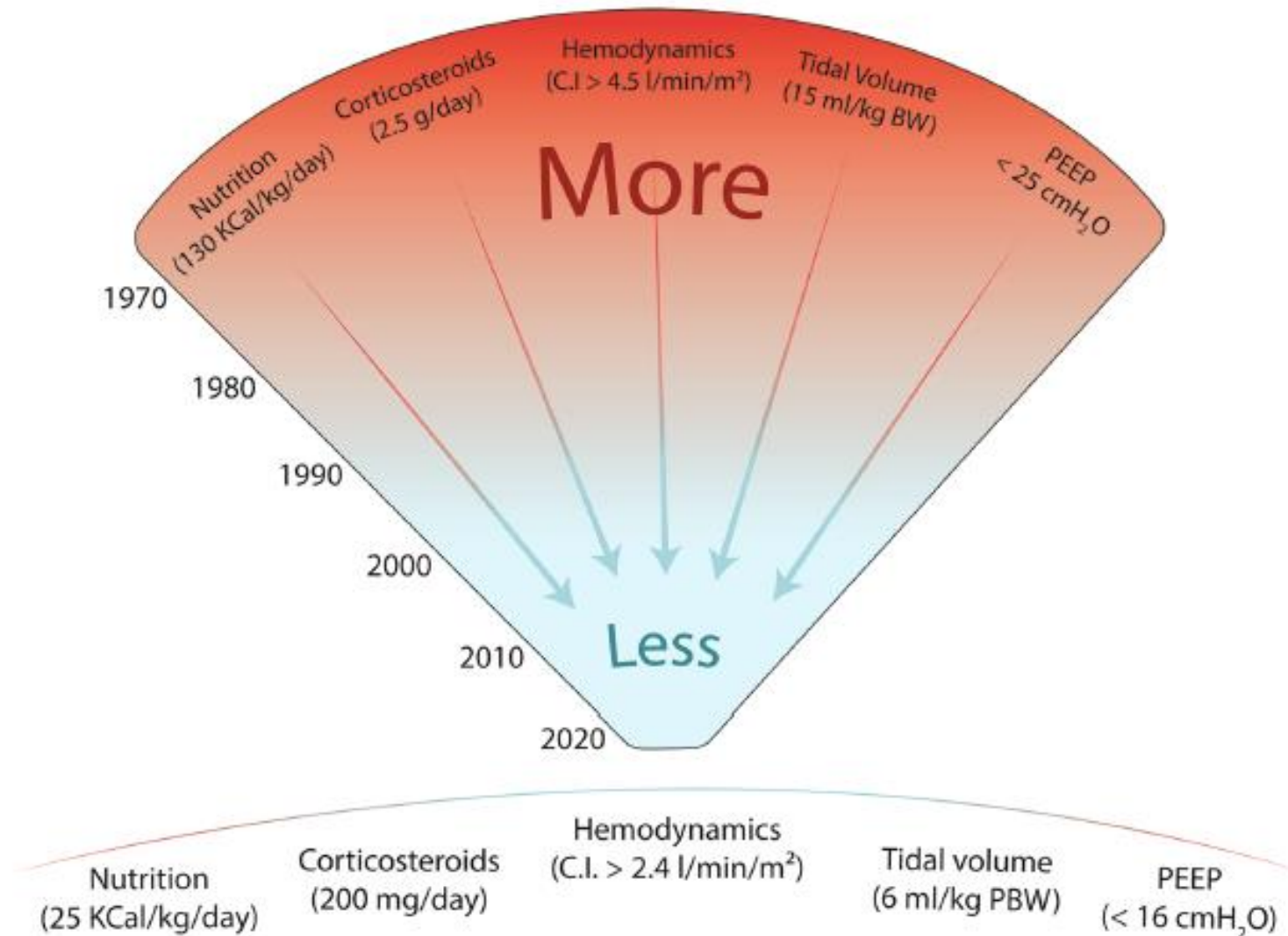
NIV < 10 ml/kg PBW

Asiste Ventilasyon
PEEP 5-10 cmH₂O

$$\text{Energy}_{RS} = \underbrace{\Delta V^2 \times [(0.5 \times E_{RS})]}_{\text{Elastic Component}} + \underbrace{RR \times (1 + I:E)/60 \times I:E \times R_{aw}}_{\text{Resistive Component}} + \underbrace{\Delta V \times PEEP}_{\text{PEEP Volume}}$$

“Less is More” in mechanical ventilation

Luciano Gattinoni^{1*}, Michael Quintel¹ and John J. Marini²





Extracorporeal Life Support Organization Coronavirus Disease 2019 Interim Guidelines: A Consensus Document from an International Group of Interdisciplinary Extracorporeal Membrane Oxygenation Providers

