

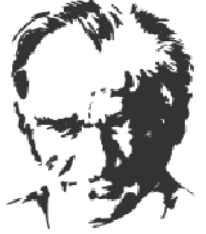
Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



MEKANİK VENTİLYASYONDA TEMEL PARAMETRELER SOLUNUM MEKANİKLERİ ve LİMİTLER

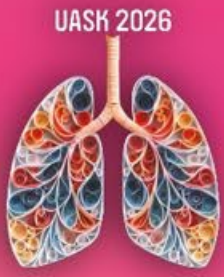
Prof Dr Müge AYDOĞDU

Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı

Yoğun Bakım Bilim Dalı

maydogdu@gazi.edu.tr

25.03.2026



Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026
Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



Mekanik Ventilasyon Nedir?

Solunum sistemine kontrollü pozitif basınç uygulayarak gaz değişimini sağlamaktır.

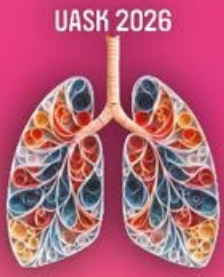
Amaç

- ✓ Oksijenizasyon
- ✓ CO₂ eliminasyonu
- ✓ Solunum iş yükünü azaltma

Verdiğimiz basınç tedavidir.
Fazlası hasardır.



- ✓ Yapay, **eksternal «akciğerler»**
- ✓ İlk geliştirilme amaçları;
 - ✓ «Solunum kaslarının görevini üstlenmek»
- ✓ Günümüzde amaç;
 - ✓ «Solunum kaslarına ve solunum işine destek olmak»
- ❖ **Pozitif basınçlı ventilasyon fizyolojik değildir**



Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

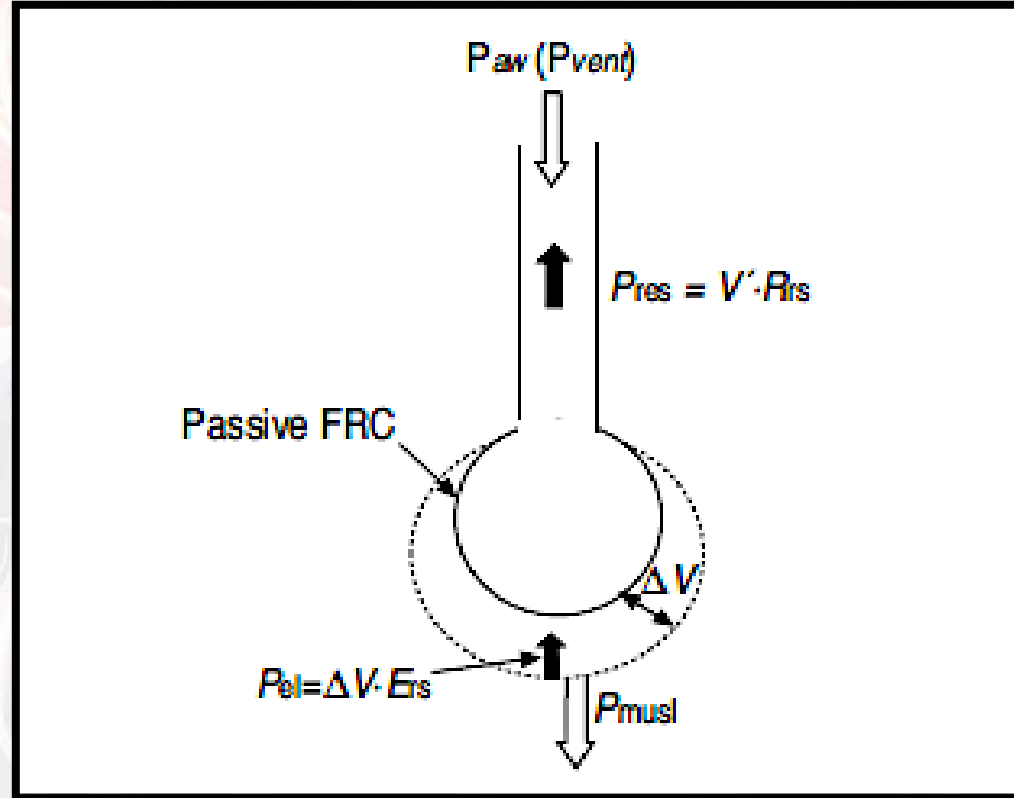
25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

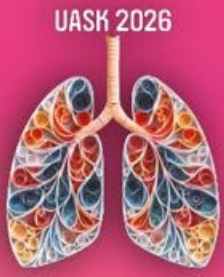
Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



MEKANİK VENTİLYASYONDA HAREKET DENKLEMİ



$$P_{tot}(t) = P_{mus}(t) + P_{aw}(t) = V'(t) \cdot R_{rs} + V_T(t) \cdot E_{rs} + PEEP_i$$



Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

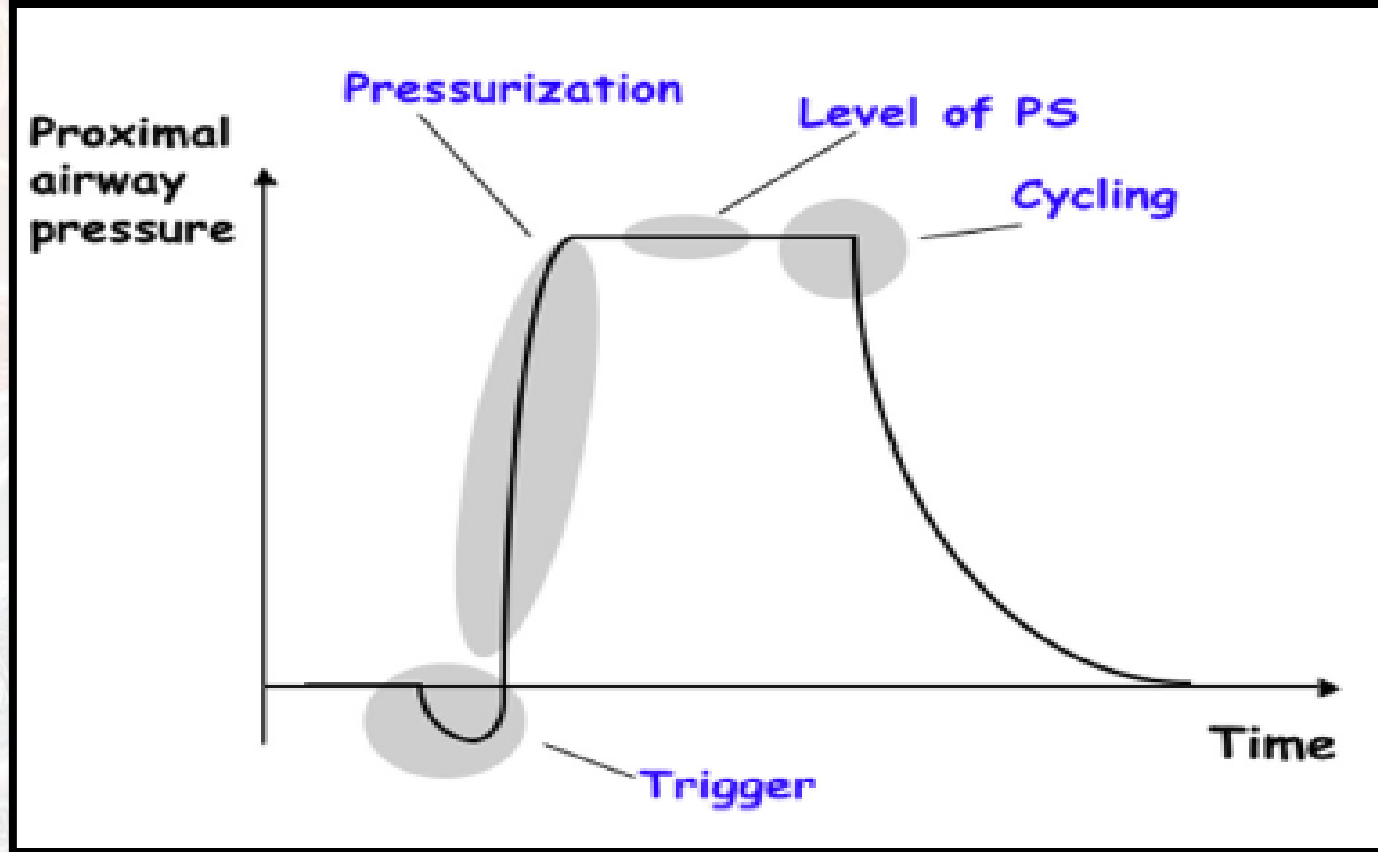
25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



VENTİLASYON SIKLUSU FAZ DEĞİŞKENLERİ



Pilbeam SP. Basic terms and concepts of mechanical ventilation.,in Mechanical Ventilation:Physiological and Clinical Applications ed 4, St Louis 2006, Mosby



AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...

Mekanik Ventilasyonda Temel Parametreler

Ne Veriyoruz? Akciğer Nasıl Cevap Veriyor?



AYARLADIKLARIMIZ (SET)

- VT (ml/kg PBW)
- RR
- PEEP
- FiO₂
- Flow / Pinsp

ÖLÇTÜKLERİMİZ (RESPONSE)

- Ppeak
- Pplato
- ΔP (Driving Pressure)
- Crs
- Auto-PEEP



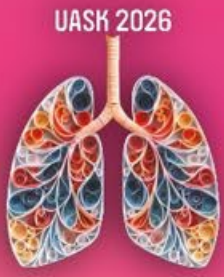
ELASTANS / KOMPLİANS
Pplato - PEEP
Akciğer Sertliği



REZİSTANS
Ppeak - Pplato
Hava Yolu Direnci



ENERJİ (MECHANICAL POWER)
Basinc + Volüm + Frekans
VILI Riski



Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



VILI (Ventilatör İlişkili Akciğer Hasarı)

- Ventilatörün akciğer parankimine ne verdiği ve akciğer parankiminin bunu nasıl kabul ettiği arasındaki ilişki

Ventilatör Yükü



- Tidal volüm (VT)
- Havayolu basıncı (Paw)
- İnspiratuar akım hızı ($V\cdot$)
- Solunum Sayısı (RR)
- PEEP



VILI

Akciğerlerin Durumu



- Akciğer boyutlarının azalması
- Akciğer homojenliğinin bozulması
- Artmış stres
- Tekrarlayan açılıp-kapanma (inflasyon ve kollaps)

UASK 2026



Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



Hangi Temel
Parametreleri
Ayarlamalıyım?



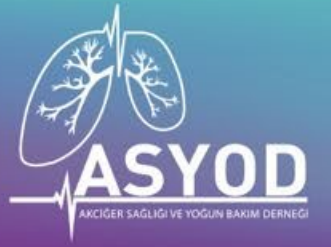


AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



- Mod →
- Tetik →
- Frekans →
- VT →
- PEEP →
- FiO2 →
- I:E →
- İnsp akım paterni →

7 İNSP. AKIM PATERNİ

İnspirasyon sırasında havanın nasıl verileceği

Desandan (azalan): En yaygın. Başta yüksek akım, sonra azalır. Ppeak düşük, gaz dağılımı iyi.

Sabit (dikdörtgen): Akım boyunca sabit. Ppeak yüksek. Mekanik ölçüm için tercih edilir.

Sinüzoidal: PSV modunda doğal olarak oluşur. Hastaya en uyumlu patern.

Klinik önemi: Desandan patern standart VCV'de Ppeak'i 2-5 cmH₂O düşürür.

Pratikte: VCV'de desandan patern seç. Ppeak yüksekse akım hızını değil, paterni kontrol et.

• Akım Hızını ve Paternini Nasıl Ayarlayalım?

➤ Akım hızı genellikle 30-60 L/dak ayarlanır

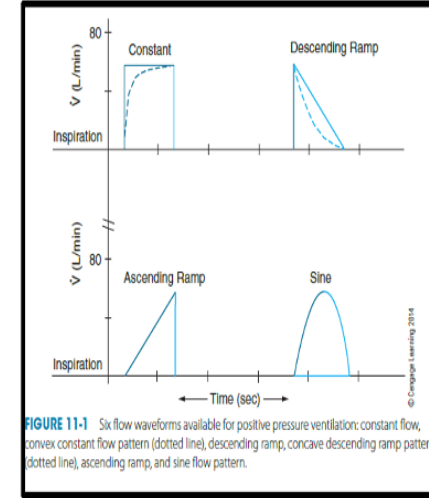
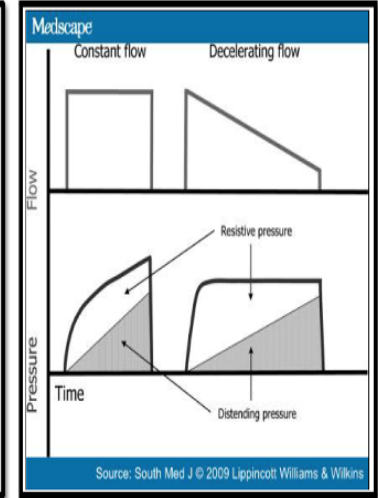


FIGURE 11-1 Six flow waveforms available for positive pressure ventilation: constant flow, convex constant flow pattern (dotted line), descending ramp, concave descending ramp pattern (dotted line), ascending ramp, and sine flow pattern.



Source: South Med J © 2009 Lippincott Williams & Wilkins



AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



AYARLADIKLARIMIZ (SET)

- VT (ml/kg PBW)
- RR
- PEEP
- FiO₂
- Flow / Pinsp



ELASTANS / KOMPLİANS

Pplato - PEEP
Akciğer Sertliği



REZİSTANS

Ppeak - Pplato
Hava Yolu Direnci



ENERJİ (MECHANICAL POWER)

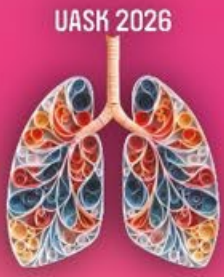
Basınc + Volüm + Frekans
VILI Riski

ÖLÇÜKLERİMİZ (RESPONSE)

- Ppeak
- Pplato
- ΔP (Driving Pressure)
- Crs
- Auto-PEEP

**Ayarları Yaptım
Hastamı Nasıl Takip
Etmeliyim?
Limitler Nelerdir?**





Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...

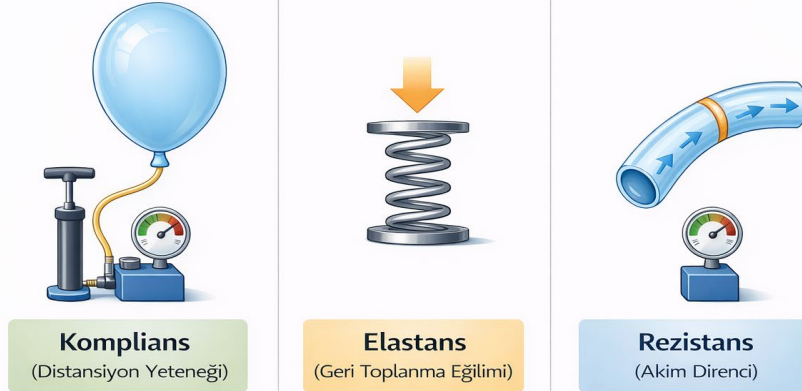


KOMPLİANS

«Akciğerin genişleyebilme kolaylığı»

Belirli bir basınç artışına bağlı olarak oluşan hacim artışı (1/elastans)

Akciğer Mekanikleri: 3 Temel Kavram



REZİSTANS: «AKIMA KARŞI DİRENÇ»

- İletici hava yolları sorumludur
 - Rezistans: $P_{peak} - P_{plateau}$ / Akım Hızı**
 - Akım Hızı: Tidal Volüm / İspirasyon süresi
- Raw (cmH₂O/L/sn):**
 - Entübe olmayanlarda: 0.6-2.4 cmH₂O/L/sn
 - Entübelerde ≤ 6 cmH₂O/L/sn
 - Endotrakeal tüp** rezistans artışında önemli!!
 - Hava yolu hastalıkları rezistansı artırır

ELASTANS (1/KOMPLİANS)

«Gerilen akciğerlerin eski şekline dönebilmesi»

Akciğerin elastik özellikleri (1/3)

Sıvı içeriğinin yüzey gerilimi (2/3)



AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



Normal Compliance
(Moderate Elastance)

Normal AC



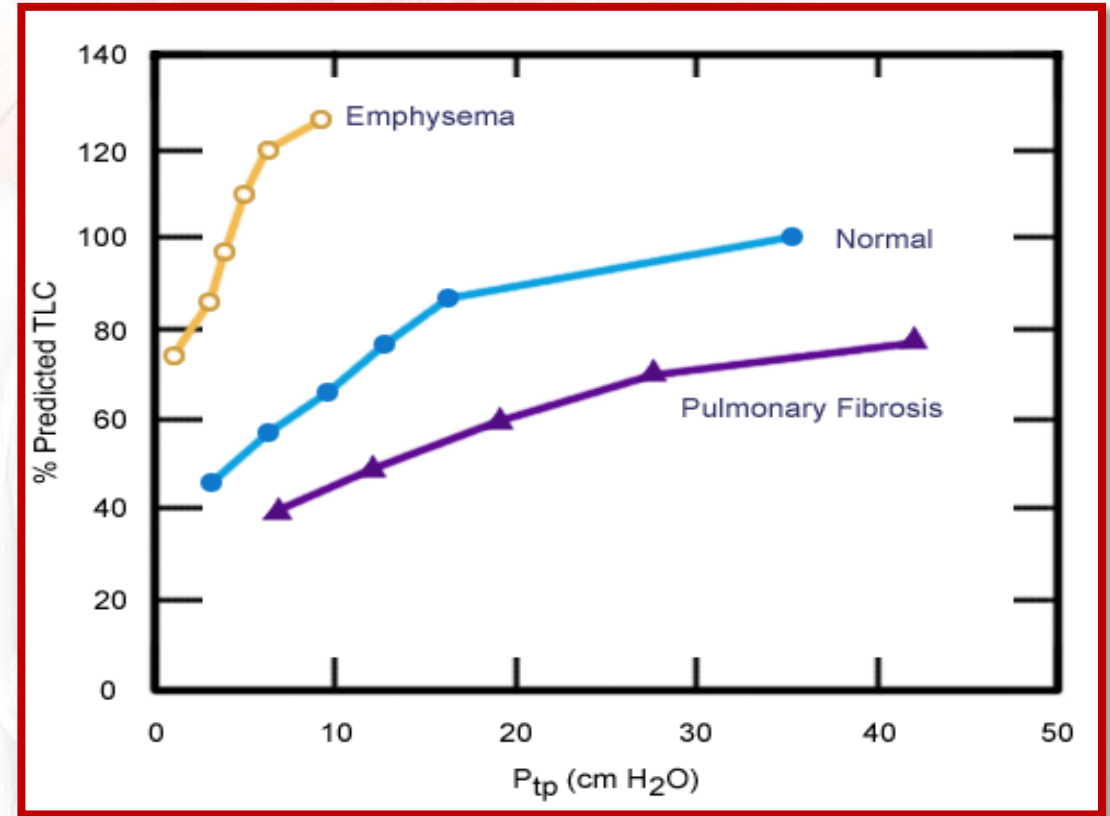
Low Compliance
(High Elastance)

IPF, ARDS



High Compliance
(Low Elastance)

Amfizem





AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

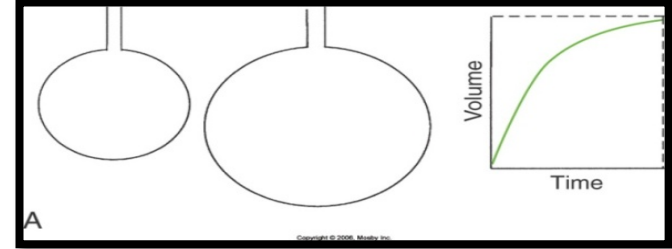
25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...

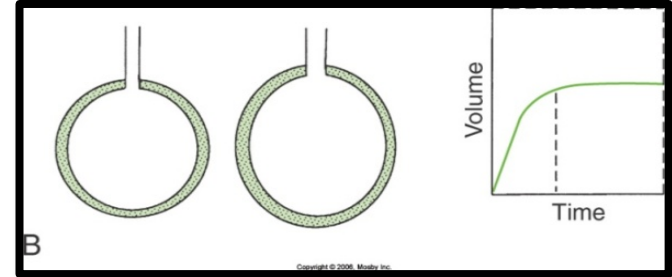
Zaman Sabiti: Komplians x Rezistans

A: Normal AC



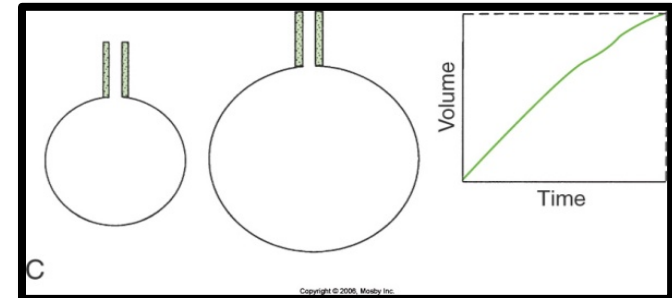
B: Düşük komplians;

alveoller hızlıca dolar ama daha az hava girer
(Kısa zaman sabiti; örn ARDS)



C: Artmış rezistans;

alveoller yavaş dolar, daha yavaş boşalır.
(Uzun zaman sabiti; örn KOAH)





Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026
Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya



Respiratory Mechanics in Mechanically Ventilated Patients

Sizin Sesiniz

Dean R Hess PhD RRT FAARC

RESPIRATORY CARE • NOVEMBER 2014 VOL 59 No 11

Inspiratory Hold Manevrası;

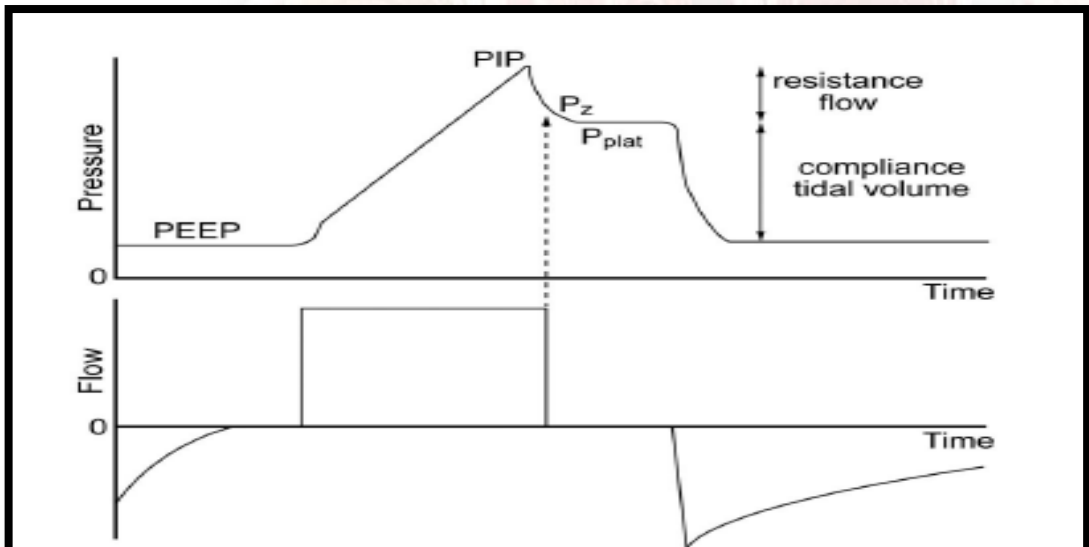
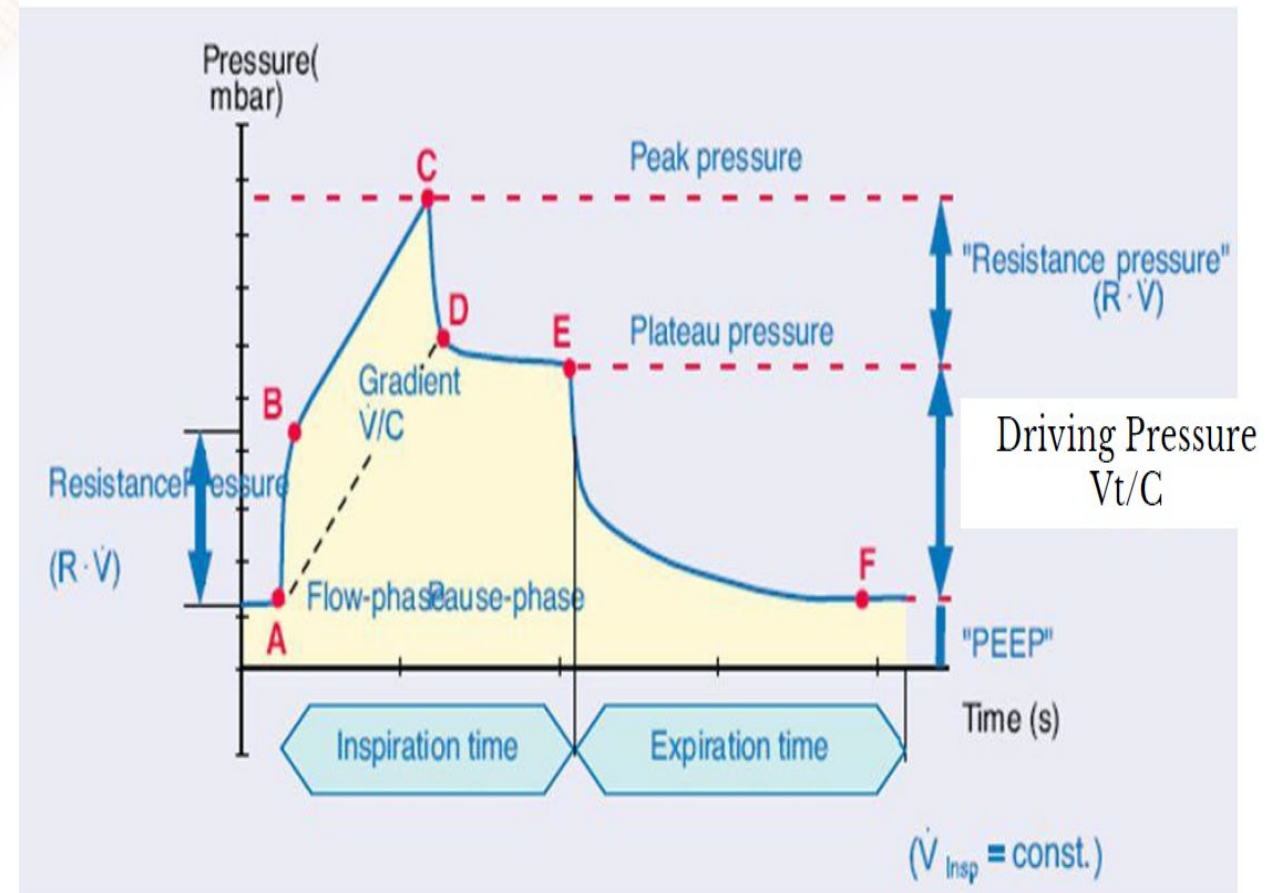
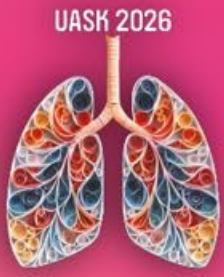


Fig. 1. Airway pressure and flow waveforms during constant flow volume control ventilation, illustrating the effect of an end-inspiratory breath-hold. With a period of no flow, the pressure equilibrates to the plateau pressure (P_{plat}). P_{plat} represents the peak alveolar pressure. The difference between P_z and P_{plat} is due to time constant inhomogeneity within the lungs. The difference between the peak inspiratory pressure (PIP) and P_{plat} is determined by resistance and flow. The difference between P_{plat} and PEEP is determined by tidal volume and respiratory system compliance. P_z = pressure at zero flow.

Pressure – time curve (volume – oriented mode)





Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...

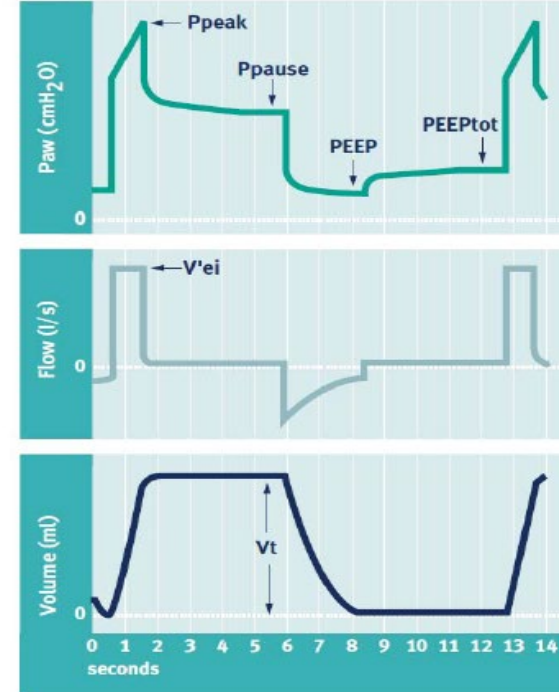


• Peak İnspiratuar Basınç (PIP, Ppeak):

- İnspiratuar fazdaki en yüksek basınç
- Belirleyen faktörler
 - AC-Göğüs duvarı kompliansı
 - Havayolu rezistansı
 - Verilen tidal volüm
 - İnspiratuar akım hızı
 - End ekspiratuar basınç (PEEP)
 - Solunum iş yükü (WOB)

• İnspiratuar pause (Pplato):

- Rezistansın ortadan kalktığı, alveol içi basınç
- Elastik basıncı yansıtır



In ventilated adults with normal airway resistance, $R_{i,max}$ is usually 5-8 cmH₂O/l/s (including the effect of an unobstructed endotracheal tube of appropriate size). The clinical interpretation of measurements of respiratory system compliance is easier when referred to the ideal body weight (normal value: 1-1.2 ml/cmH₂O/kg).

Ppeak = peak airway pressure
Ppause = static end-inspiratory pressure
PEEP = positive end-expiratory pressure
PEEPtot = total intrapulmonary PEEP
V'ei = end-inspiratory flow
Vt = tidal volume
 $R_{i,max} = \frac{P_{peak} - P_{pause}}{V'_{ei}}$
 $C_{qs} = \frac{V_t}{P_{pause} - PEEP_{tot}}$
RC = $R_{i,max} \cdot C_{qs}$
PEEPI = PEEPtot - PEEP

Frozen curves during passive VCV with constant inspiratory flow and double hold manoeuvre, for manual measurement of passive respiratory system mechanics

Kaynak:

ESICM PACT- Mechanical Ventilation Skills and techniques. Patroniti N, Update 2011

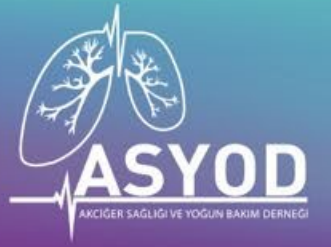


AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



➤ **Komplians:**

➤ **Statik komplians;**

➤ İnspiratuar gaz akımının olmadığı, 2-5 sn inspiratuar duraklama sonrası dengede ölçülen komplians

➤ $C_{stat} = V_T / (P_{plat} - PEEP)$

➤ Bu duraklamayı yapmak zor

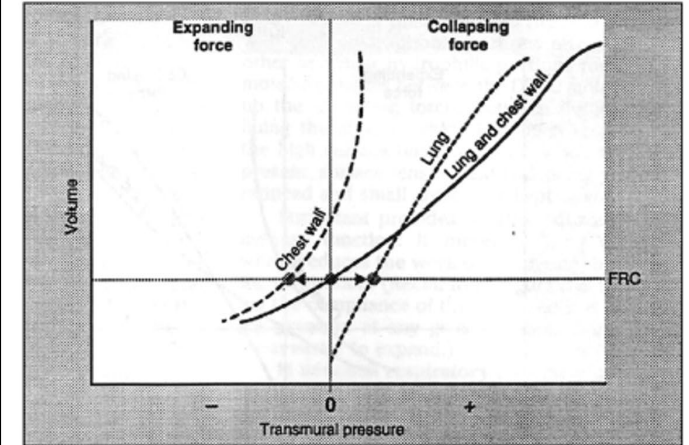
➤ Kısa süreli (0.5-1sn) lik duraklama sonrası ölçülen komplians “**quasistatic**” «**yarı-statik**»

➤ $C_{qs} = V_T / (P_{qs} - PEEP)$

➤ **Dinamik komplians;**

➤ $C_{dyn} = V_T / (P_{peak} - PEEP)$

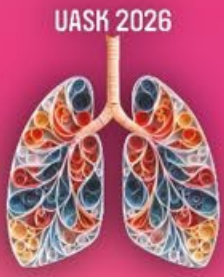
Figure 2



Compliance of the lungs, chest wall, and the combined lung-chest wall system. At the functional residual capacity, the forces of expansion and collapse are in equilibrium. Reprinted from [3] with permission from Elsevier.

Normal toplam komplians: (akciğer+göğüs duvarı)= 200 ml/cm H2O

Basınç 1 cmH2O arttığında akciğerler 200ml genişler



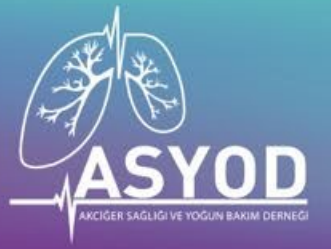
Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

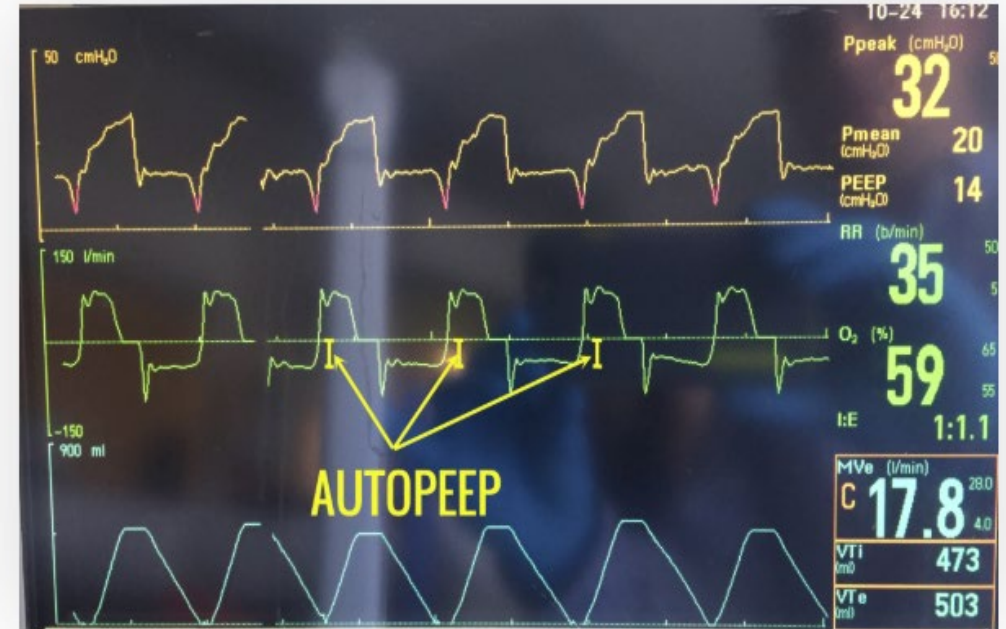
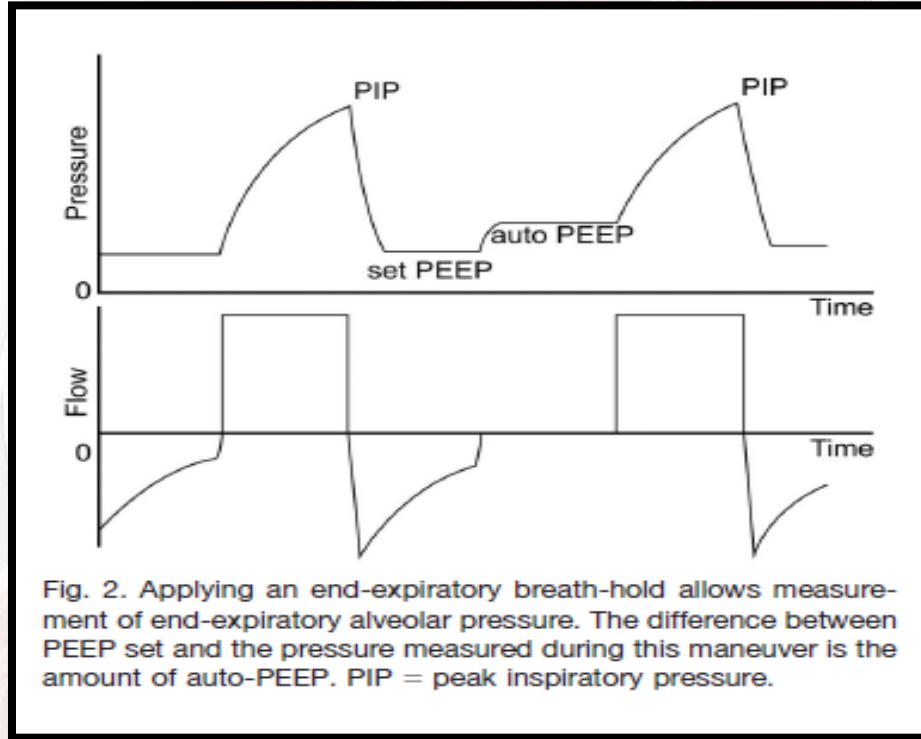
25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



Ekspiratory hold manevrası ve akım eğrisinin takibi



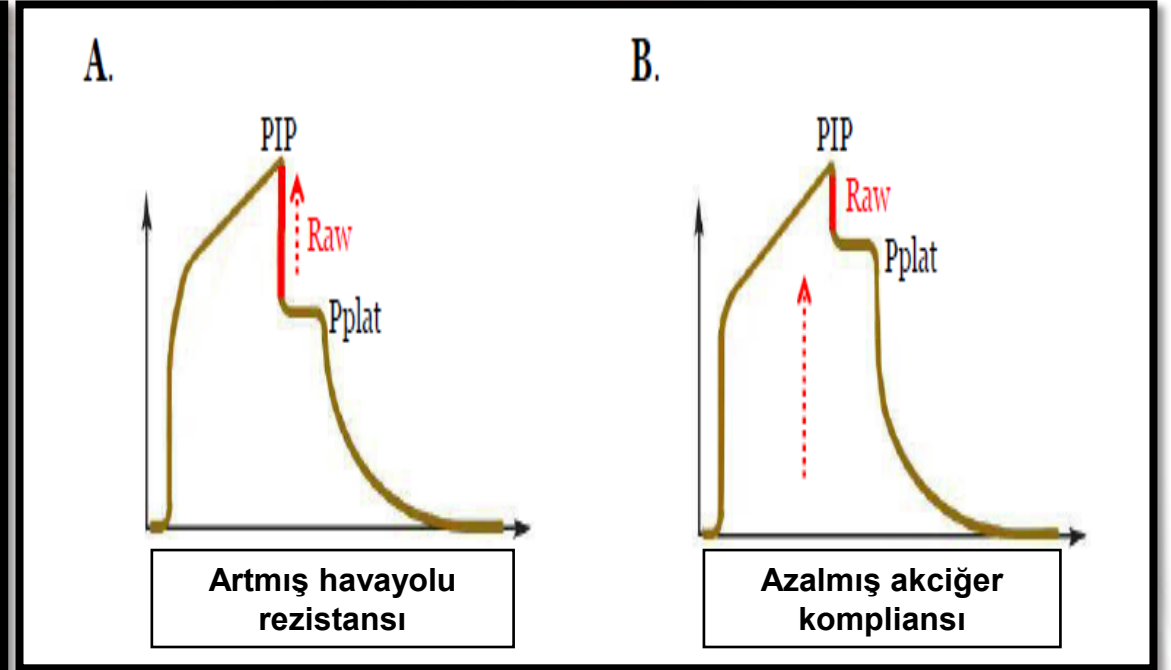
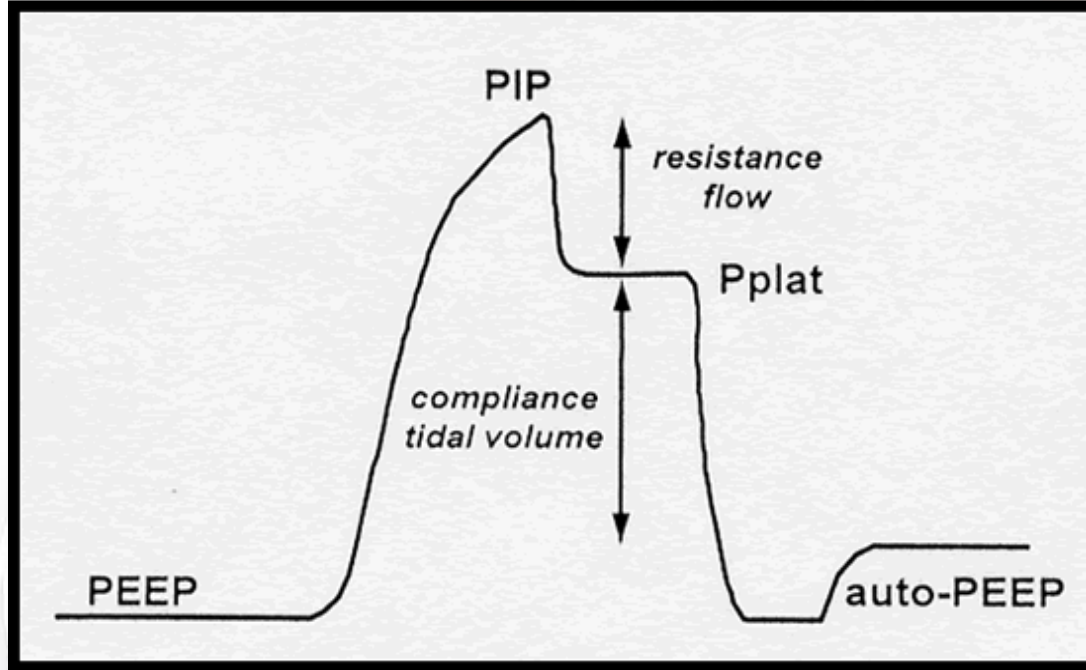


AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



$$C_{strs} = \frac{V_T}{P_{plat} - PEEP_{total}}$$

$$R_{aw} = \frac{PIP - P_{plat}}{\dot{V}_i}$$

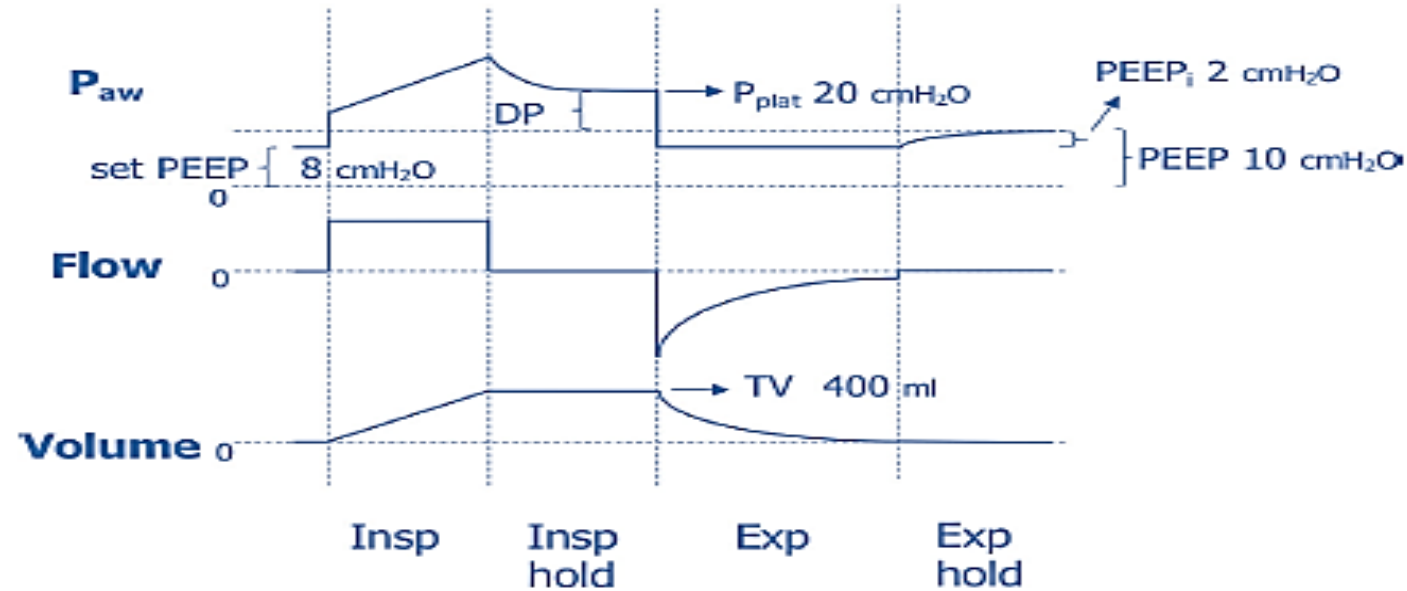
Kaynak: Benjamin D. Singer, MD; Thomas C. Corbridge, MD
South Med 2009;102(12):12381245.

How to measure respiratory mechanics during controlled mechanical ventilation

AboutOpen | 2019; 5(1): 86–89

ISSN 2465-2628 | DOI: 10.33393.abtpn.2019.300

Marco Giani^{1,2}, Alfio Bronco¹, Giacomo Bellani^{1,2}



$$Cpl_{rs} = 400 / [20 - 10] = 40 \text{ ml/cmH}_2\text{O}$$

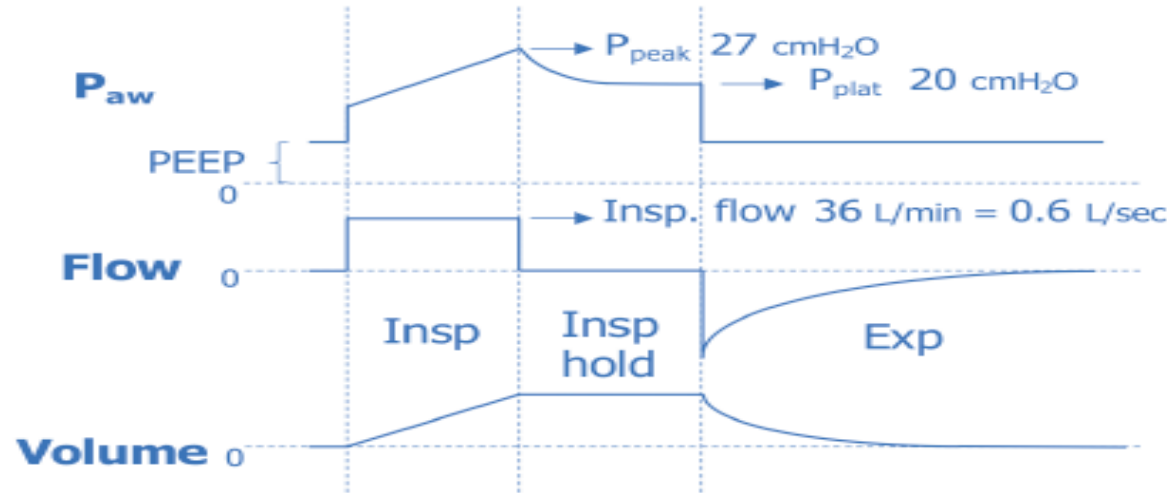
Fig. 3 - An example of how to measure compliance of the respiratory system (Cpl_{rs}) during volume-controlled ventilation (VCV). Insp, inspiratory phase; Exp, expiratory phase; P_{aw} , airway pressure; PEEP, positive end-expiratory pressure; P_{plat} , plateau pressure.

How to measure respiratory mechanics during controlled mechanical ventilation

AboutOpen | 2019; 5(1): 86–89

ISSN 2465-2628 | DOI: 10.33393.abtpn.2019.300

Marco Giani^{1,2}, Alfio Bronco¹, Giacomo Bellani^{1,2}



$$R_{rs} = (27-20) / 0.6 = 11.67 \text{ cmH}_2\text{O/L/sec}$$

Fig. 2 - An example of how to measure resistance of the respiratory system (R_{rs}) during volume-controlled ventilation. During an inspiratory hold, the drop in airway pressure (P_{aw}) corresponds to the amount of pressure generated during inspiration to overcome the resistance of the respiratory system. Insp, inspiratory phase; Exp, expiratory phase; PEEP, positive end-expiratory pressure; P_{res} , resistive pressure; P_{el} , elastic pressure; P_{peak} , peak inspiratory pressure; P_{plat} , plateau pressure.

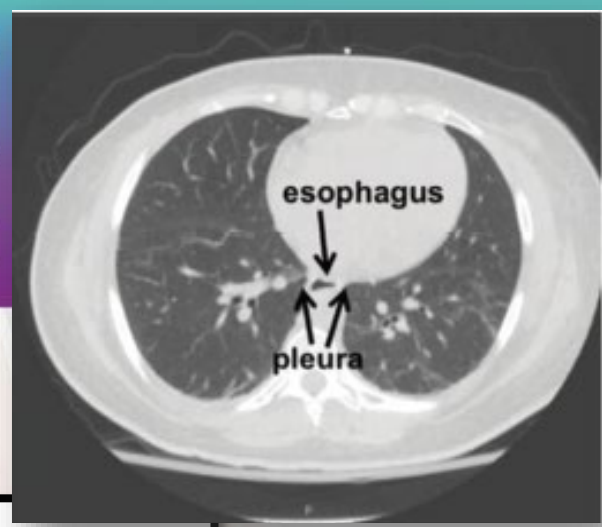


AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

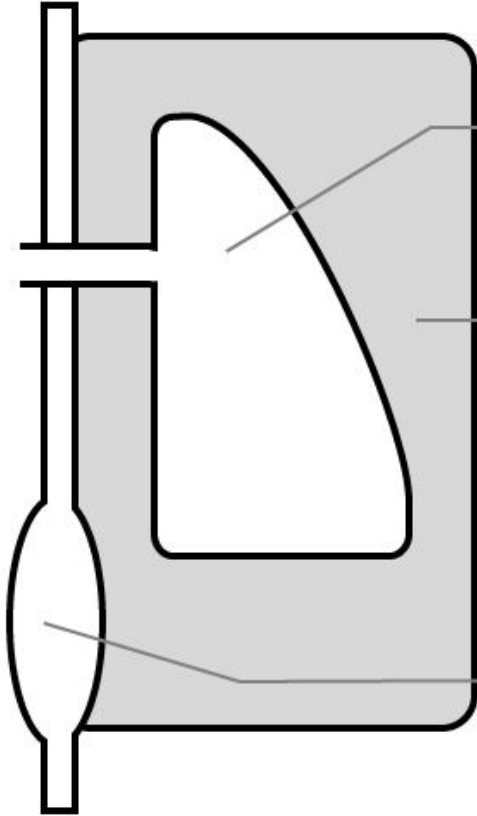
25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



TRANSPULMONER BASINÇ



Intrapulmonary pressure (P_{plat})
= **760 mmHg**
(atmospheric pressure)

Intrapleural pressure (P_{ip})
= **756 mmHg**
(slightly negative)

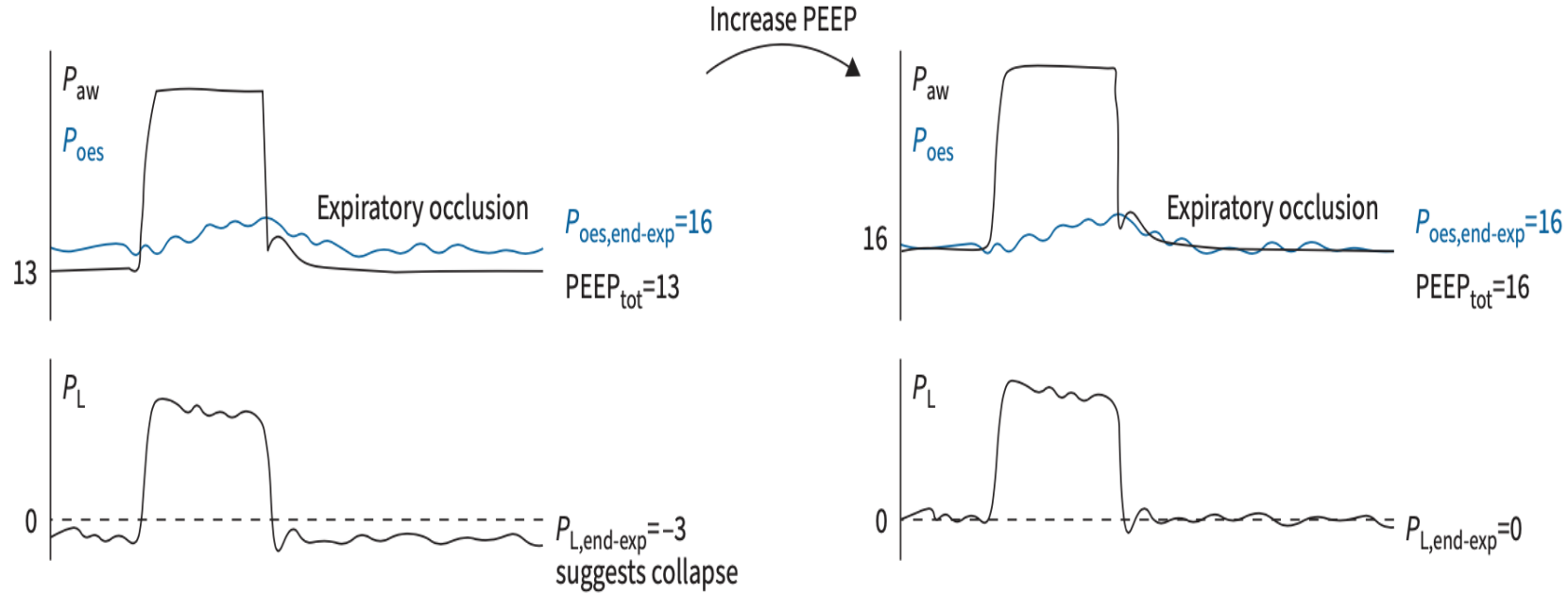
Oesophageal balloon pressure (P_{es})
= **around 756 mmHg**
(a reasonable surrogate for P_{ip})

Transpulmonary pressure
= $P_{plat} - P_{ip}$
= **-4 mmHg**

TPP;
göğüs duvarı
kompliansının
solunum
mekaniklerine etkisini
ekarte eder



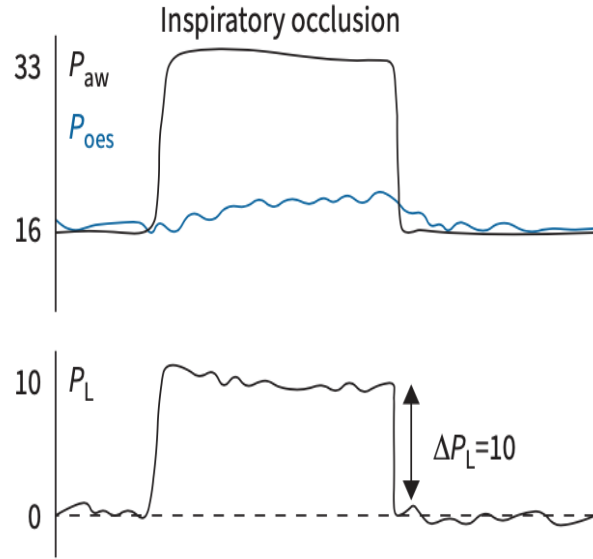
a) Titrate end-expiratory P_L to 0 ± 2 cmH₂O (direct method) by adjusting PEEP
 (physiological reasoning, moderate evidence from post-hoc EPVent-2 analysis: should be confirmed prospectively)



Ekspiryum sonu transpulmoner basınç negatif olmayacak şekilde PEEP ayarlanmalı; **0 ± 2 cmH₂O** (atelektotravmayı önlemek amacıyla)



b) Titrate $\Delta P_L < 10-12 \text{ cmH}_2\text{O}$ (direct method) by $\downarrow V_T$
(physiological reasoning, low level of evidence)



Note: if $P_{L, \text{end-exp}} = 0 \text{ cmH}_2\text{O}$ and $\Delta P_L < 10-12 \text{ cmH}_2\text{O}$, then $P_{L, \text{end-insp}}$ using the direct method will be $< 10-12 \text{ cmH}_2\text{O}$

c) Check if $P_{L, \text{end-insp}} < 20 \text{ cmH}_2\text{O}$ (elastance-derived method)
(physiological reasoning, low level of evidence)

$P_{\text{plat}} = 33 \text{ cmH}_2\text{O}$, $\text{PEEP}_{\text{tot}} = 16 \text{ cmH}_2\text{O}$, thus: $\Delta P = 17 \text{ cmH}_2\text{O}$
 $\Delta P_L = 10 \text{ cmH}_2\text{O}$, $V_T = 450 \text{ mL}$

Calculate E_{rs} and E_L :

$$E_{rs} = \Delta P / V_T = 17 / 450 = 0.038 \text{ cmH}_2\text{O} \cdot \text{mL}^{-1}$$

$$E_L = \Delta P_L / V_T = 10 / 450 = 0.022 \text{ cmH}_2\text{O} \cdot \text{mL}^{-1}$$

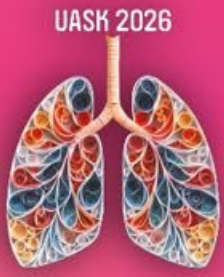
Accordingly:

$$P_{L, \text{end-insp}} = P_{\text{plat}} \times E_L / E_{rs}$$

$$P_{L, \text{end-insp}} = 33 \times (0.022 / 0.038) = 19 \text{ cmH}_2\text{O}$$

Aşırı distansiyonu, barotravmayı önlemek için;

- İnspiryum sonu transpulmoner basınç **20 cmH₂O'yu** geçmeyecek;
- Transpulmoner basınç değişkenliği ($\Delta P_L = P_{L, \text{end-insp}} - P_{L, \text{end-exp}}$) **10-12 cmH₂O'yu** geçmeyecek şekilde TV ve PEEP ayarlanmalı,



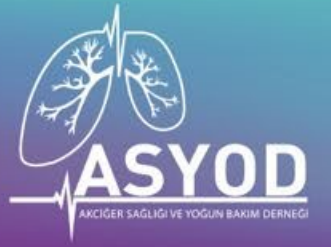
Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



TRANSPULMONER BASINÇ HEDEFLERİ

Table 3. Suggested limits of transpulmonary pressures in patients with ARDS. Adapted from Mauri et al. [1], Bayerdorf Kassis et al. [15], and Pelosi et al. [28].

Parameter	Limit
End-expiratory P_L	± 2 cm H_2O
End-inspiratory P_L	< 20 cm H_2O
Driving P_L	$< 10-12$ cm H_2O
End-inspiratory P_L during recruitment maneuvers	≤ 25 cm H_2O

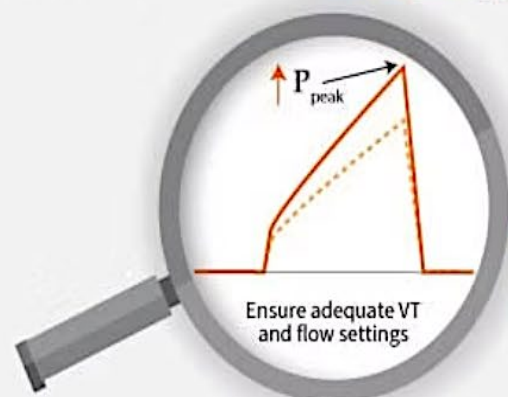
P_L —transpulmonary pressure.



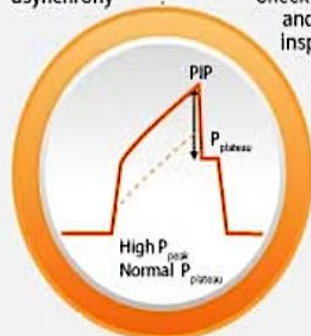
High Peak Inspiratory Pressure

$$\text{Peak inspiratory pressure} = (\text{Resistance} \times \text{Flow}) + (\text{Elastance of respiratory system} \times \text{Tidal volume}) + \text{PEEP}$$

TROUBLESHOOTING



Observe the inspiratory flow and check for asynchrony



↑ R_{aw}

Problems with the airway (e.g. bronchospasm, secretions, mucus plugging, foreign body), endotracheal tube obstruction (e.g. biting, kinking, secretion), or ventilator circuit obstruction (e.g. the tubing is kinked or twisted, fluid accumulation).

P_{peak} : peak inspiratory pressure
 $P_{plateau}$: plateau pressure
 R_{aw} : airway resistance
 C_L : lung compliance
 C_{cw} : chest wall compliance
 $P_{esophageal}$: esophageal pressure
 PEEPi: intrinsic PEEP

Check expiratory flow and perform an inspiratory hold



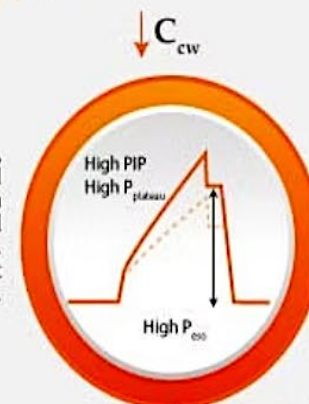
↓ C_L or C_{cw}

Cannot differentiate between low compliance secondary to lung issues vs. chest wall/abdomen issues without measurement of esophageal pressure.



↑ PEEPi

Elevated baseline pressure secondary to dynamic hyperinflation syndrome (e.g. asthma, COPD, short expiratory time).



Check the esophageal pressure measurement

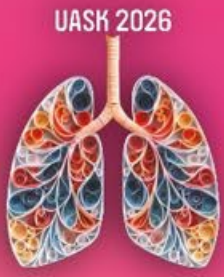


↓ C_L

Lung parenchymal problem (e.g. ARDS, pneumonia, pulmonary edema, pulmonary hemorrhage, lung collapse) or main-stem intubation.

Pleural problem (e.g. pleural effusion, hemothorax, pneumothorax), chest wall problem (e.g. burn, fentanyl wooden chest syndrome, thoracic lumbar sacral orthosis), or abdominal problem (e.g. ascites, abdominal compartment syndrome).

Perform an expiratory hold maneuver



Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

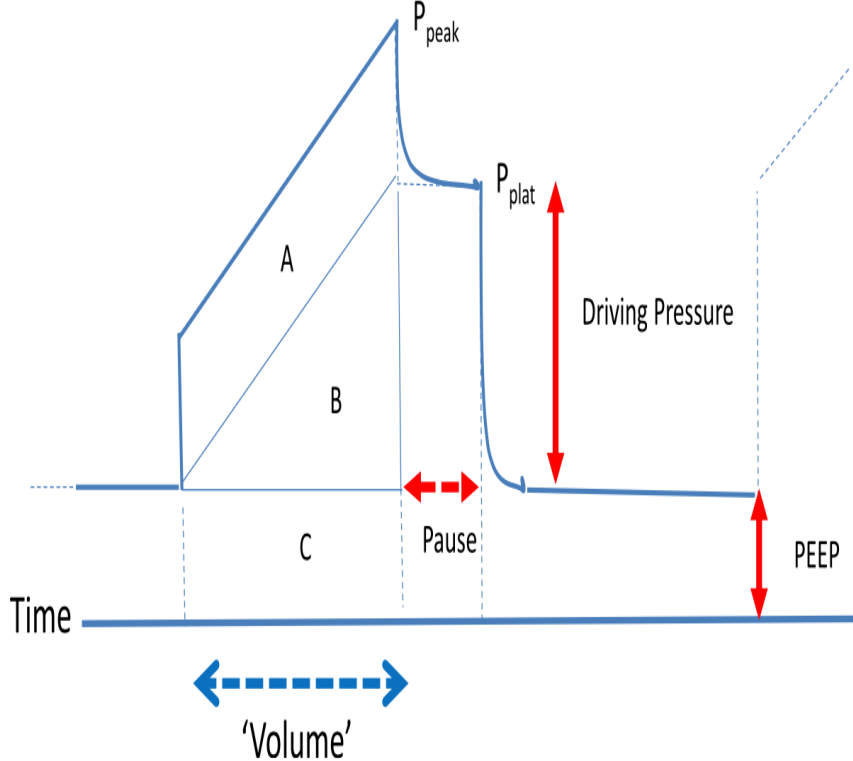
25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



Driving Pressure (Sürücü Basınç)



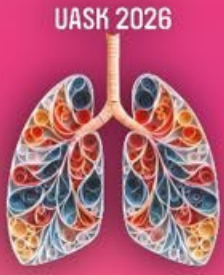
$$\text{Driving Pressure} = \frac{V_T}{C_{ST}}$$

$$\text{Driving Pressure} = P_{\text{plat}} - \text{PEEP}$$

$$\text{Driving Pressure} = V_T \times \text{Elastans}$$

ΔP

Tidal volümün **fonksiyonel akciğer boyutuna (baby lung)** oranını temsil eder.



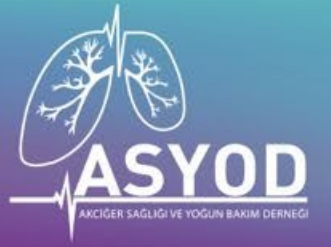
Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

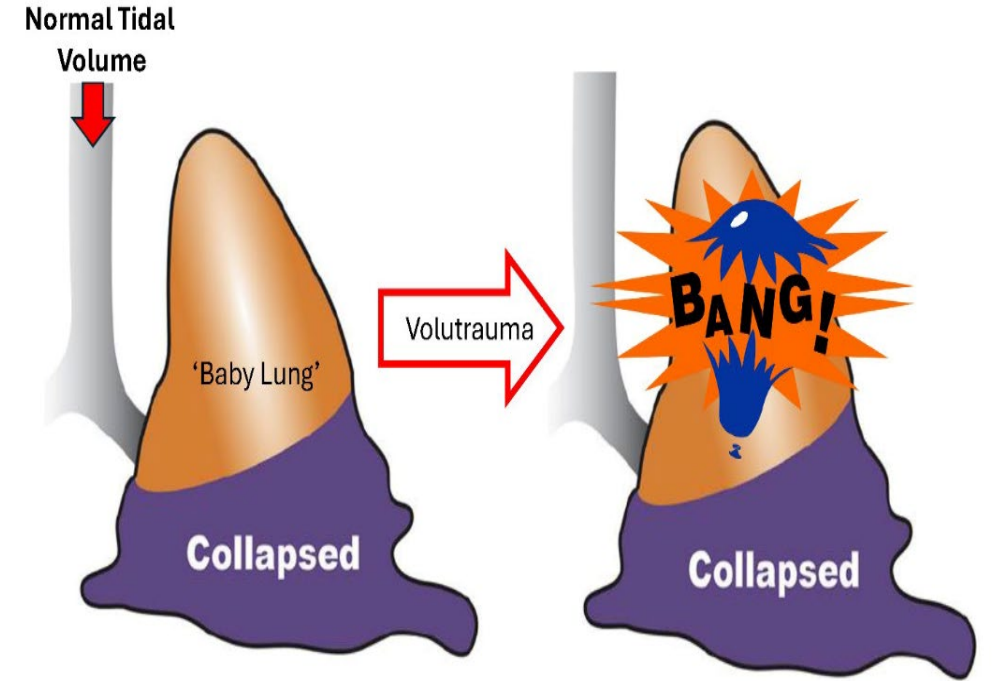
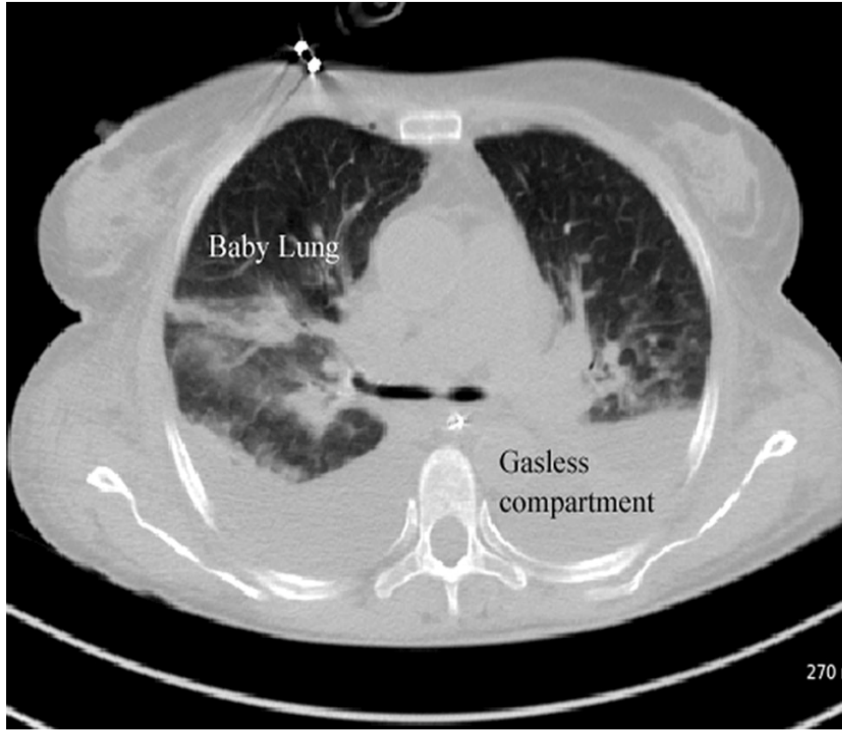
25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



Akciğerin Gerçek Boyutu: Baby Lung





AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



STRAIN;

Akciğerin Ne Kadar Gerildiğinin Göstergesi

- Strain = $VT / EELV (FRC (baby\ lung) + PEEP)$

STRESS;

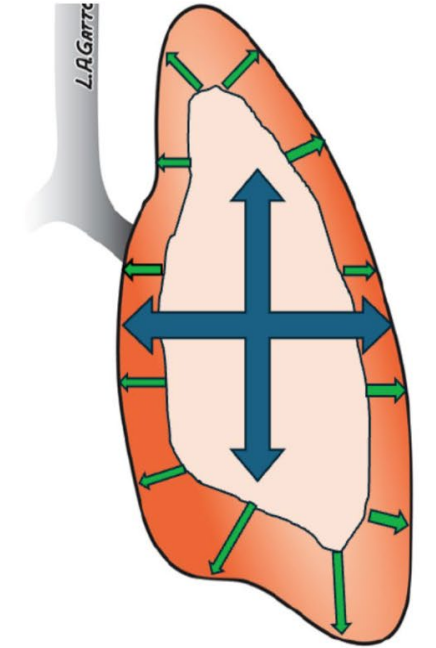
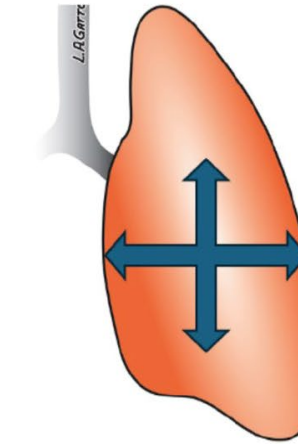
Akciğeri gerip açmak için gereken "germe kuvveti" (basınç)

- Stress \approx Transpulmoner Basınç
- En pratik klinik karşılığı:
 - ΔP (Driving pressure)

STRESS = STRAIN \times Spesifik Elastans

Start Volume (FRC + PEEP)

End Volume ($V_T + FRC + PEEP$)



\oplus = Stress (Internal force/area = Transpulmonary pressure)

\leftarrow = Strain (Difference between End and Start Volume in response to the applied Stress)



Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026
Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...

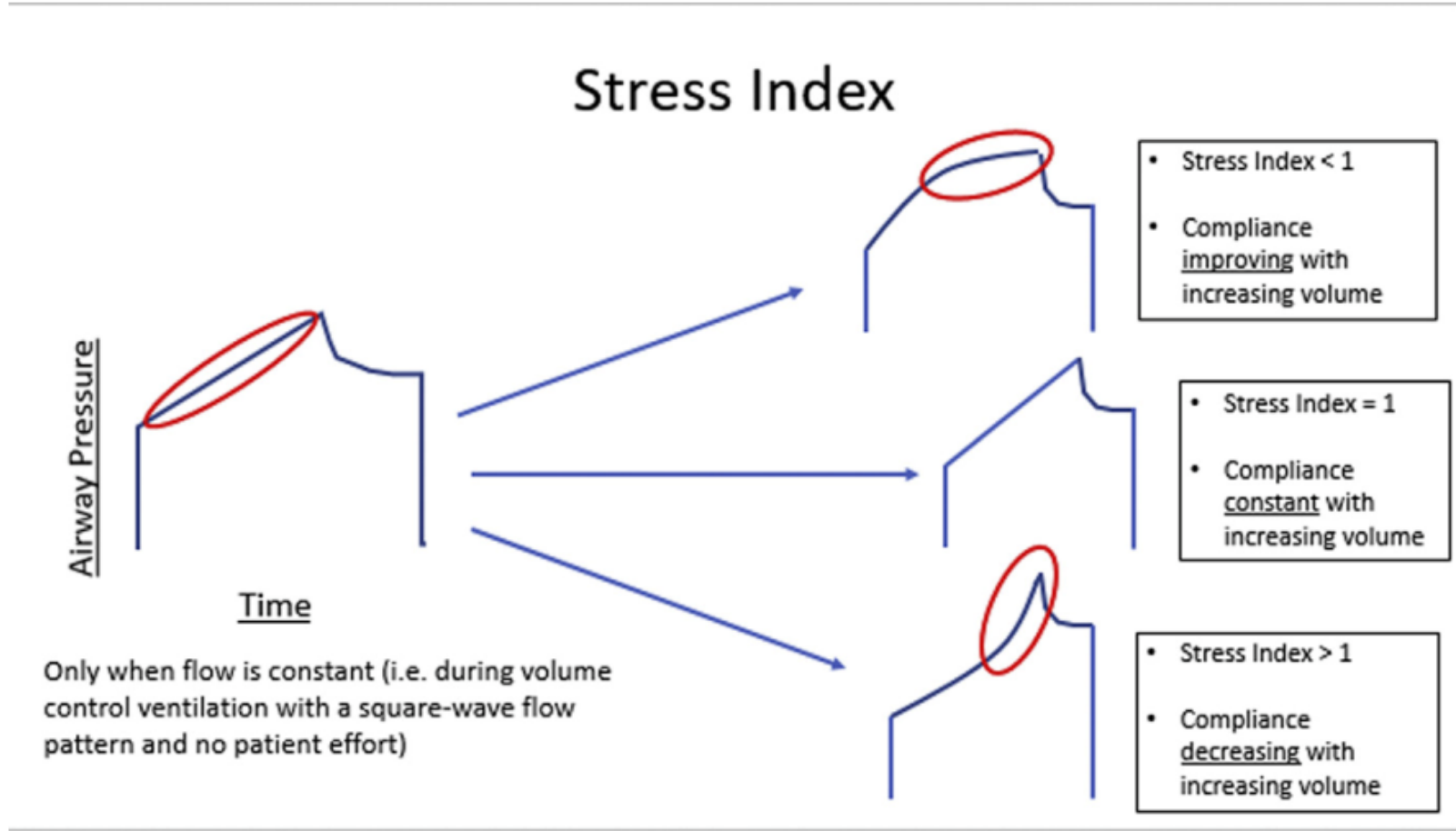


Fig. 1. Stress Index. (Courtesy of Willard Applefeld MD, Clinical Fellow in Critical Care Medicine, The National Institutes of Health, Bethesda, Maryland.)



“Baby Lung” Etkisi

ARDS (pnömoni), 60 kg PBW

- Ventilasyon:
 - $VT = 6 \text{ ml/kg} = 360 \text{ mL}$
- FRC (çalışır akciğer hacmi) \approx
 - 1500 mL
- Strain = VT / FRC
 - $360 / 1500 \approx 0.24$
- Güvenli düzey (düşük strain)

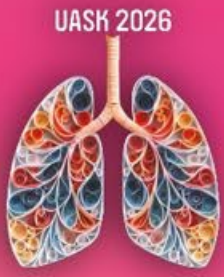


ARDS (pnömoni), 60 kg PBW

- Ventilasyon:
 - $VT = 6 \text{ ml/kg} = 360 \text{ mL}$
- FRC \approx
 - 600 mL (“baby lung”)
- Strain = VT / FRC
 - $360 / 600 = 0.60$
- Aynı tidal volüm, **2.5 kat daha fazla strain**
- Bu durumda ΔP artar \rightarrow stress artar \rightarrow VILI riski çok yükselir

Klinik mesaj:

“6 ml/kg” her hastada aynı değildir. **Baby lung ne kadar küçükse, strain o kadar büyüktür**



Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...

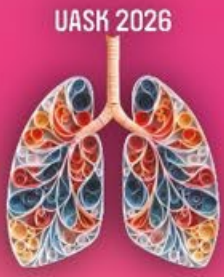


Hasta	FRC	Elastans (sertlik)	VT	Strain	Stress ($\approx \Delta P$)
A	800 mL	25 cmH ₂ O/L	300 mL	0.37	10 cmH ₂ O
B	800 mL	45 cmH ₂ O/L	300 mL	0.37	18 cmH ₂ O

Klinik mesaj:

Sadece VT'ye bakmak yetersizdir.

“Stiff lung” (yüksek elastans) → aynı hacimde çok daha yüksek stress → VILI riski.



Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026
Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...

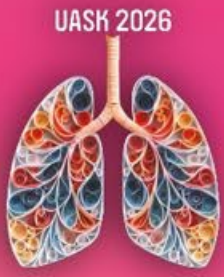


- **ΔP (Driving Pressure);**
 - Tidal volumun akciğerde ne kadar mekanik bozulma (dinamik strain) yarattığını tahmin eder,
- **Plato basıncı (Pplato);**
 - Akciğere uygulanan basıncı (akciğer stresi) yansıtır.
- Her ikisi de barotrauma riskini ölçer.

➤ **Driving Pressure $< 15 \text{ cmH}_2\text{O}$**

➤ **Pplato $< 30 \text{ cmH}_2\text{O}$**





UASK 2026

Uluslararası Katılımlı

AKCİĞER SAĞLIĞI KONGRESİ

25-28 MART 2026

Sueno Deluxe Hotel, Belek/Antalya

Sizin Sesiniz, Sizin Kongreniz...



MEKANİK GÜÇ

➤ Mekanik ventilasyon uygulanan bir hastada birim zamanda solunum sistemine uygulanan total enerji

- TV
- Basınç
- Akım hızı
- Frekans

➤ VILI riskini değerlendirmede kullanılır

➤ **«Mekanik ventilasyon dozu»**

Biselli et al.

Lung Mechanics Over the Century

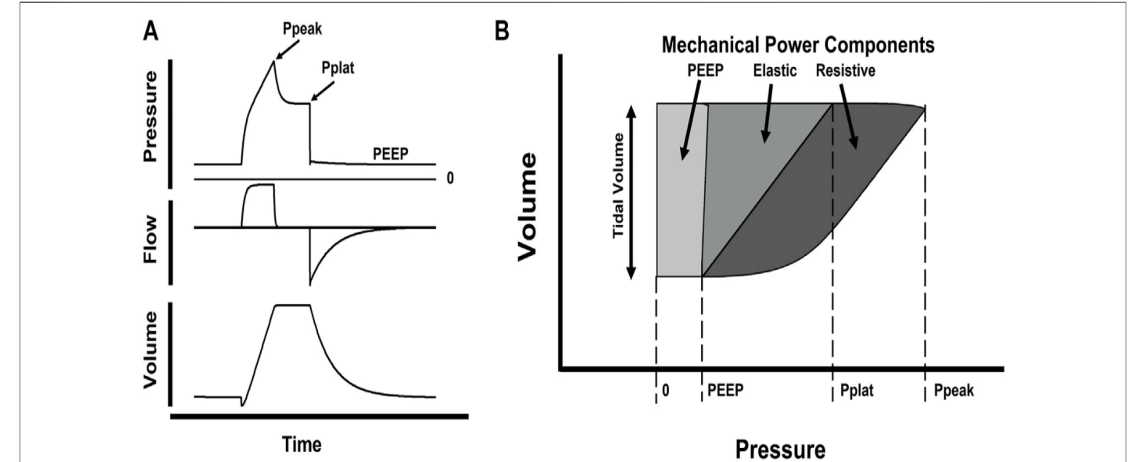


FIGURE 3 | Schematic representation of Mechanical Power. In panel (A) we display a single breath of a patient ventilated with Volume Assist Control. Graphs show changes in Pressure, Flow and Volume over time and highlight points of interest: PEEP, peak pressure (Ppeak) and plateau pressure (Pplat, at end of inspiratory pause). In figure (B), we display a Volume-Pressure loop with the same points of interest observed in panel (A). Dark gray area represents Resistive Mechanical Power, change in pressure to overcome resistive respiratory forces integrated over change in volume (tidal volume); middle gray area represents Elastic mechanical power, change in pressure to overcome elastic respiratory forces integrated over change in volume; light gray area represents PEEP mechanical power, a static component of pressure representing baseline tension on the respiratory system also integrated over change in tidal volume. (Adapted from Silva et al., 2019).

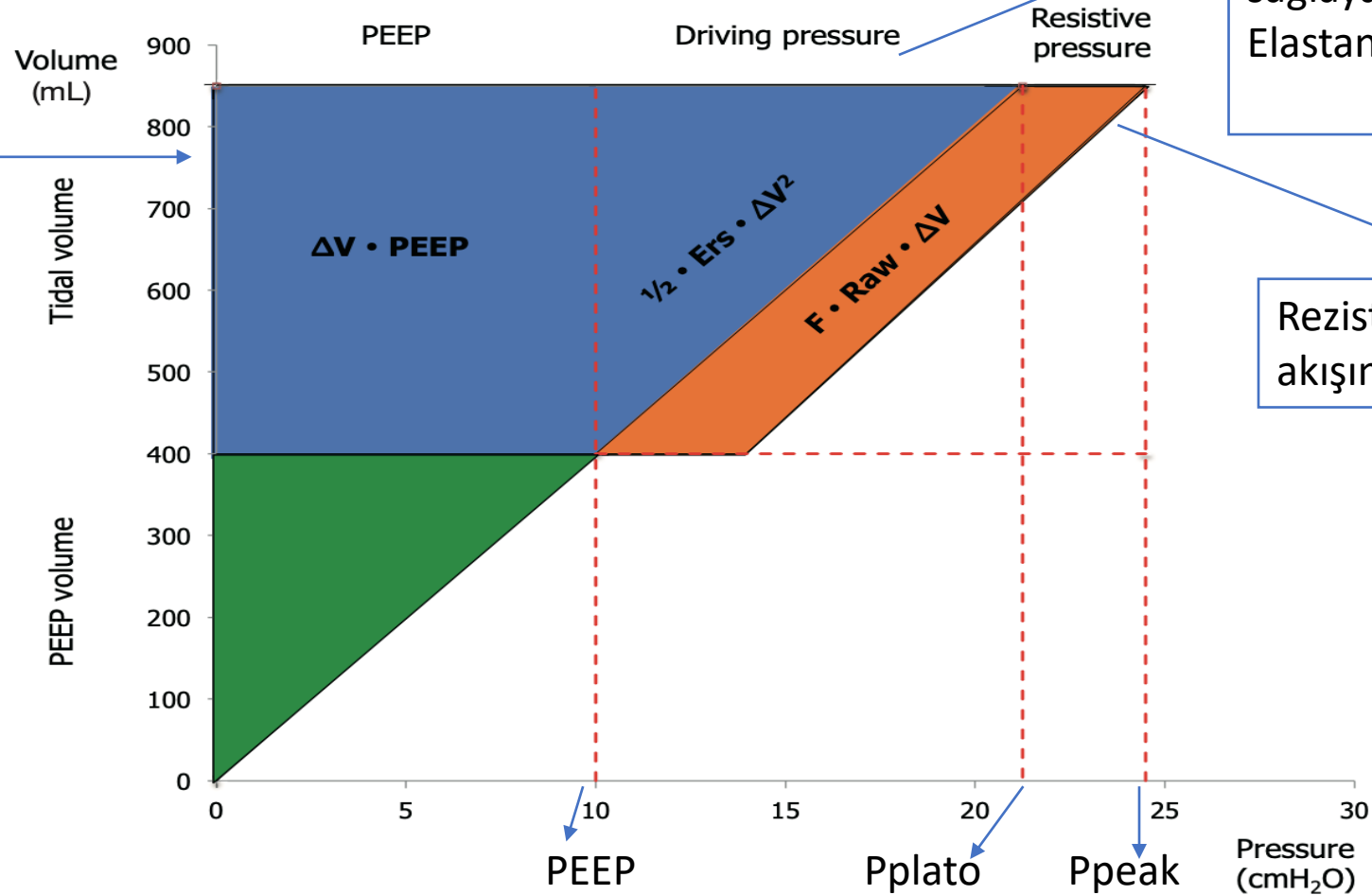


Driving pressure and mechanical power: new targets for VILI prevention

Tommaso Tonetti¹, Francesco Vasques¹, Francesca Rapetti¹, Giorgia Maiolo¹, Francesca Collino¹, Federica Romitti¹, Luigi Camporota^{2,3}, Massimo Cressoni³, Paolo Cadringer³, Michael Quintel¹, Luciano Gattinoni¹



Akciğerleri açık tutan güç



Akciğer havalanmasını sağlayan, Elastansı yenen güç

Rezistansı yenen, gaz akışını sağlayan güç



Mekanik Güç Formülleri

$$MP_{RS} = \left(\begin{array}{l} \text{Elastance related} \\ \text{component} \end{array} V_t^2 \times E_{(RS)} \times 1/2 + \begin{array}{l} \text{Resistance related} \\ \text{component} \end{array} V_t \times R_{AW} \times F + \begin{array}{l} \text{PEEP related} \\ \text{component} \end{array} V_t \times PEEP \right) \times RR \times 0.098$$

V_t = tidal volume, E_{RS} = elastance, R_{AW} = airway resistance, F = inspiratory flow

1.

$$MP_{\text{Surrogate}} = 0.098 \times V_t \times RR \times (\Delta P_{\text{insp}} + PEEP)$$

PCV, *Becher T et al*

2.

$$MP_{\text{Surrogate}} = \frac{VE \times (P_{\text{Peak}} + PEEP + \frac{\text{Inspiratory Flow}}{6})}{20}$$

VCV, *Giosa L et al*

$$MP \text{ (J/min)} = 0.098 \times VT \times RR \times (P_{\text{peak}} - 1/2 \times \Delta P)$$

$$MP \text{ normalized to PBW (} 10^{-3} \text{ J/min/kg)} = MP / \text{PBW}$$

$$MP \text{ normalized to lung compliance (J/min/mL/cmH}_2\text{O)} = MP / \text{compliance} = MP / (VT / \Delta P),$$



ΔP : 14 cmH₂O (Pplat-PEEP; 24-10)

Crs: \approx 26 mL/cmH₂O (360 / 14)

MP = 0.098 × RR × VT × [Ppeak - 0.5× ΔP]

Mekanik Güç (VCV): \approx 14.6 J/dk

Hızlı risk tahmini (Costa)*: (4× ΔP)+RR; **74**



$$MP = 0.098 \times RR \times VT \times [P_{peak} - 0.5 \times \Delta P]$$

Mekanik Güç (VCV): ≈ 26 J/dk

Hızlı risk surrogate (Costa)*: $(4 \times \Delta P) + RR$; **88**

ΔP sabitken RR artışı, mekanik gücü dramatik artırır.
Akciğere verilen **toplam enerji** asıl belirleyicidir.

MEKANİK VENTİLASYON: Yatak Başı Limit Referansı

Parametre	Formül / Nasıl ölçülür?	Normal / Hedef	Limit Aşıldığında
Ppeak (Tepe Basınç)	Ventilatörden direkt okunur	< 35-40 cmH ₂ O	TV↓, akım↑, ETT kontrol et
Pplato (Plato Basınç)	0.5 sn inspiratuar pause → manometre	< 28-30 cmH ₂ O	TV↓, PEEP↓ dene, komplians bak
ΔP / Driving Pressure	Pplato – PEEP	< 15 cmH ₂ O	TV↓ — VILI bağımsız risk!
Komplians (Cstat)	VT / (Pplato – PEEP)	50–70 mL/cmH ₂ O	Düşük: ARDS, fibrozis. Yüksek: amfizem
Rezistans (Raw)	(Ppeak – Pplato) / akım hızı	Entübede ≤ 6 cmH ₂ O/L/sn	Bronkodilatatör, ETT tıkanıklık?
oto-PEEP	Ekspiratuar bekletme manevr.	0 (ideal)	I:E uzat, f↓, TV↓, bronkodilatatör
Mekanik Güç	$0.098 \times f \times VT \times (P_{peak} - \Delta P/2)$	< 17 J/dk	Her parametreyi ayrı ayrı optimize et
Solunum sayısı	Ventilatörden ayarlanır, direk okunur	14-22/dak	Sedasyon, analjezi, pron, TV optimizasyonu

Yatak Başımda Ne Sormalıyım? — Temel Solunum Mekanik Algoritması

1. Ppeak yüksek mi?

EVET → Pplato da yüksek →
Komplians sorunu (ARDS, fibrozis)

HAYIR → Pplato normal →
Rezistans sorunu (KOAH, sekresyon)

2. Pplato > 30 cmH₂O?

EVET → TV azalt (4-6 ml/kg'a)

HAYIR → PEEP değerlendir,
komplians hesapla

3. $\Delta P > 15$ cmH₂O?

EVET → TV daha da düşür,
prone, rekrutment
(permisif hiperkapni kabul)

HAYIR → Mevcut TV sürdür,
diğer parametreleri optimize et

4. oto-PEEP var mı?

EVET → I:E uzat, f↓, akım↑
Bronkodilatatör başla

HAYIR → Devam et,
ekspirasyon yeterli



Temel Mesajlar

1

TV'i ideal kiloya göre ayarla

- 6-8 ml/kg, ARDS'de 4-6 ml/kg (ideal kiloya)

2

Her değişiklik sonrası Pplato ölç

- <30 cm H₂O olmalı, insp hold manevrasını rutin yap

3

Sürücü basıncı takip et

- $\Delta P < 15$ cmH₂O olmalı

4

Oto-PEEP'i atlama

- Eksp. Hold manevrası ile , akış hızını, frekansı ve I:E oranını ayarla

5

Mekanik güç hesapla, transpulmoner basınç ölçümü yap

- İleri değerlendirme için

6

Hastayı ventilatöre değil, ventilatörü hastaya uydur

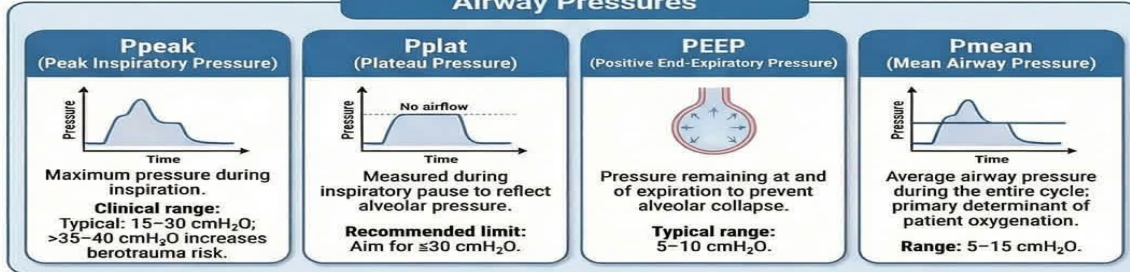
- Hastalık fizyolojisini dikkate al, KOAH, ARDS, Fibrozis aynı değil

Ventilator Monitoring: A Clinical Reference Guide

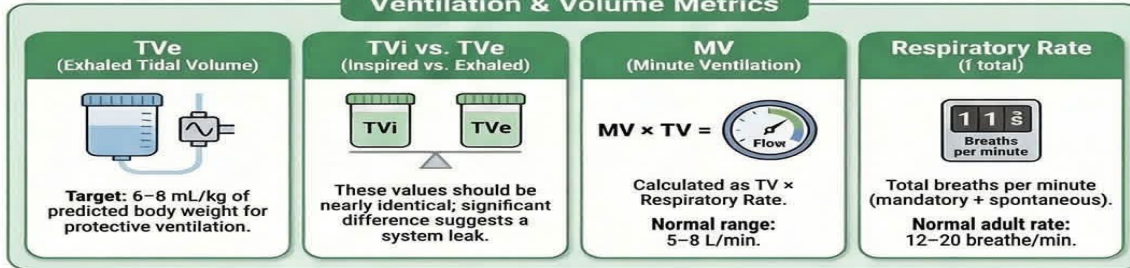
Goal: Provide medical professionals with clear, categorized parameters, definitions, and normal clinical ranges for bedside decision-making to balance oxygenation/ventilation and minimize VILI.

By X @SaleemHamilah

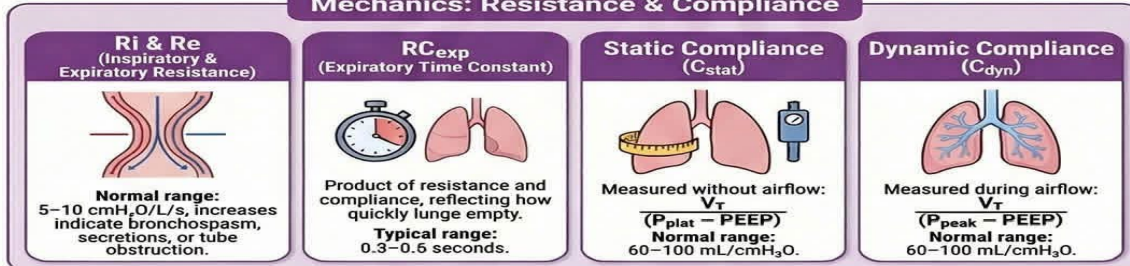
Airway Pressures



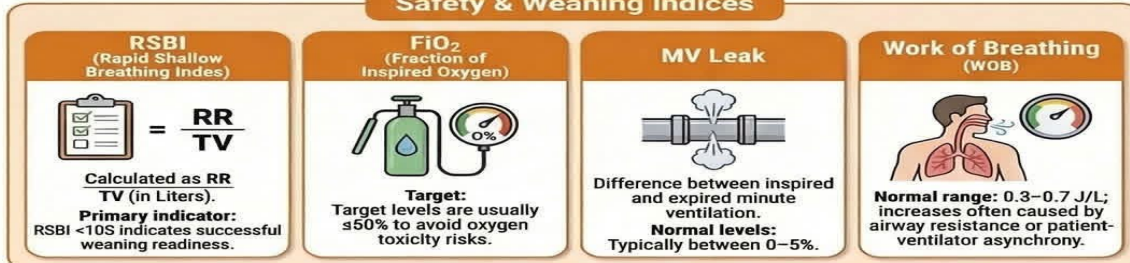
Ventilation & Volume Metrics



Mechanics: Resistance & Compliance



Safety & Weaning Indices



By X @SaleemHamilah

TEŞEKKÜR
EDERİM...

maydogdu@gazi.edu.tr