



# Ventilatör İlişkili Akciğer Hasarı ve Diyafragma Disfonksiyonu

Dr Gökay Güngör

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve  
Göğüs Cerrahisi EAH, Solunumsal Yoğun Bakım Ünitesi

# Sunum planı

- Ventilatör ilişkili akciğer hasarı (VALI)

Tanım

Patofizyoloji

Tanı

Önlemler

- Ventilatör İlişkili Diyafragma Disfonksiyonu(VİDD)

Tanım

Patofizyolojisi

Tanı

Önlemler

# Mekanik Ventilasyon



Dost mu?  
Düşman mı?

# Ventilatör İlişkili Akciğer Hasarı

«Bir kişinin AC'lerinin zedelenmeden dayanabileceği güç diğer bir kişinin üretebileceği güç kadardır».

Fothergill 1745

- Yapay solunumla AC zedelenmesi olabileceğine dair ilk görüş



Fig. 1.1. The bellows method of ventilation (courtesy of the Chicago Museum of Science and Industry).

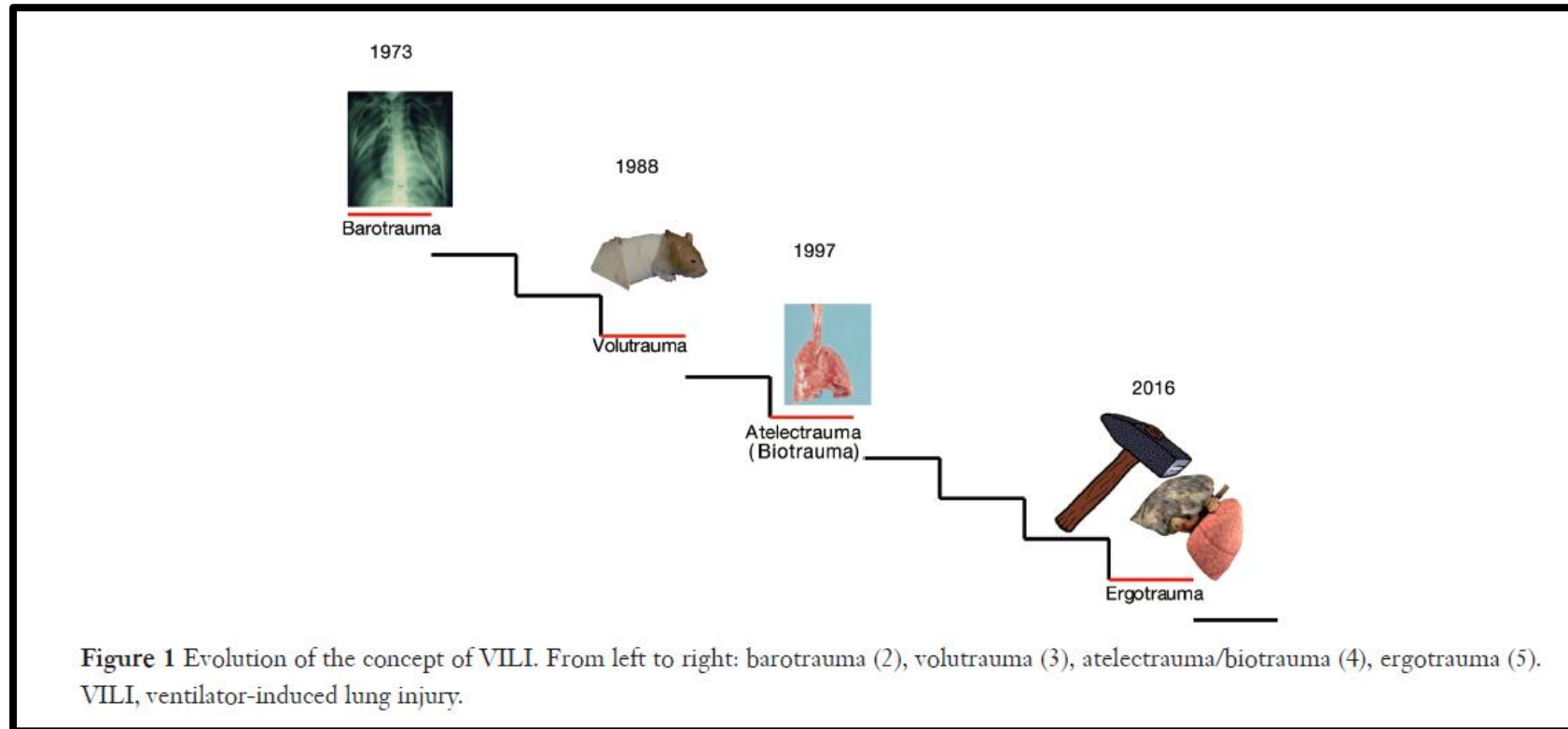
# VALI-Tanım

- VALI; Mekanik ventilasyon **sırasında gelişen** akut akciğer hasarı (Ventilator Associated Lung Injury)
- VILI; Akut akciğer hasarına **MV'un neden olduğu kanıtlanabiliyorsa** buna ventilatör kaynaklı akciğer hasarı "Ventilator-Induced Lung Injury (VILI)" adı verilir.
- MV'un akciğer hasarına neden olduğunu **ispatlamak araştırma laboratuvarı dışında mümkün olmadığından** klinikte **VALI** terimi kullanılır.

# Ventilatör İlişkili Akciğer Hasarı

- VALI ARDS dışındaki nedenlerle MV uygulanan hastalarda yaklaşık %25'e varan oranda görülür.
- ARDS'li hastalarda insidansı diğer hastalara göre daha ↑ ancak oranı net değil?
- Bunun sebebi de gerçek VALI'yi progresif ARDS'den ayırmadaki güçlülüdür.

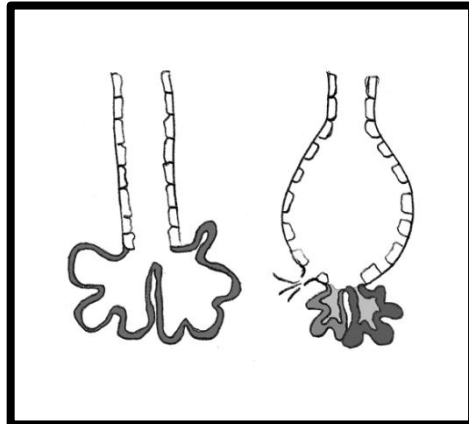
# VALI-Tanım



# VALI-Tanım

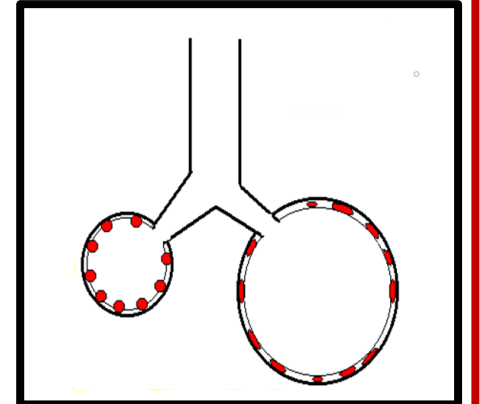
## Barotravma

- Yüksek basınç ile indüklenen akciğer hasarıdır



## Volümlü Travma

- Aşırı gerilme ile oluşan hasardır. Bazen yüksek volüm veya yüksek end-inspiratuvar (inspirasyon sonu) volüm hasarı olarak da tanımlanır





# VALI-Tanım

## Atelektotravma

- Tekrarlanan açılma (recruitment) ve kapanma (kollaps) ile ilişkili akciğer hasarıdır. Düşük volüm veya düşük end-ekspiratuvar volüm hasarı da denir.

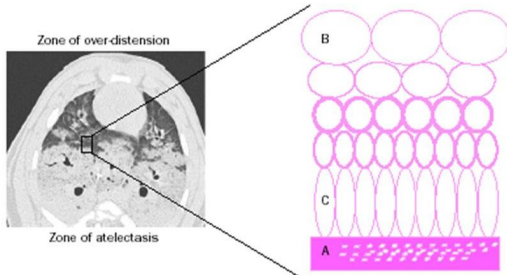
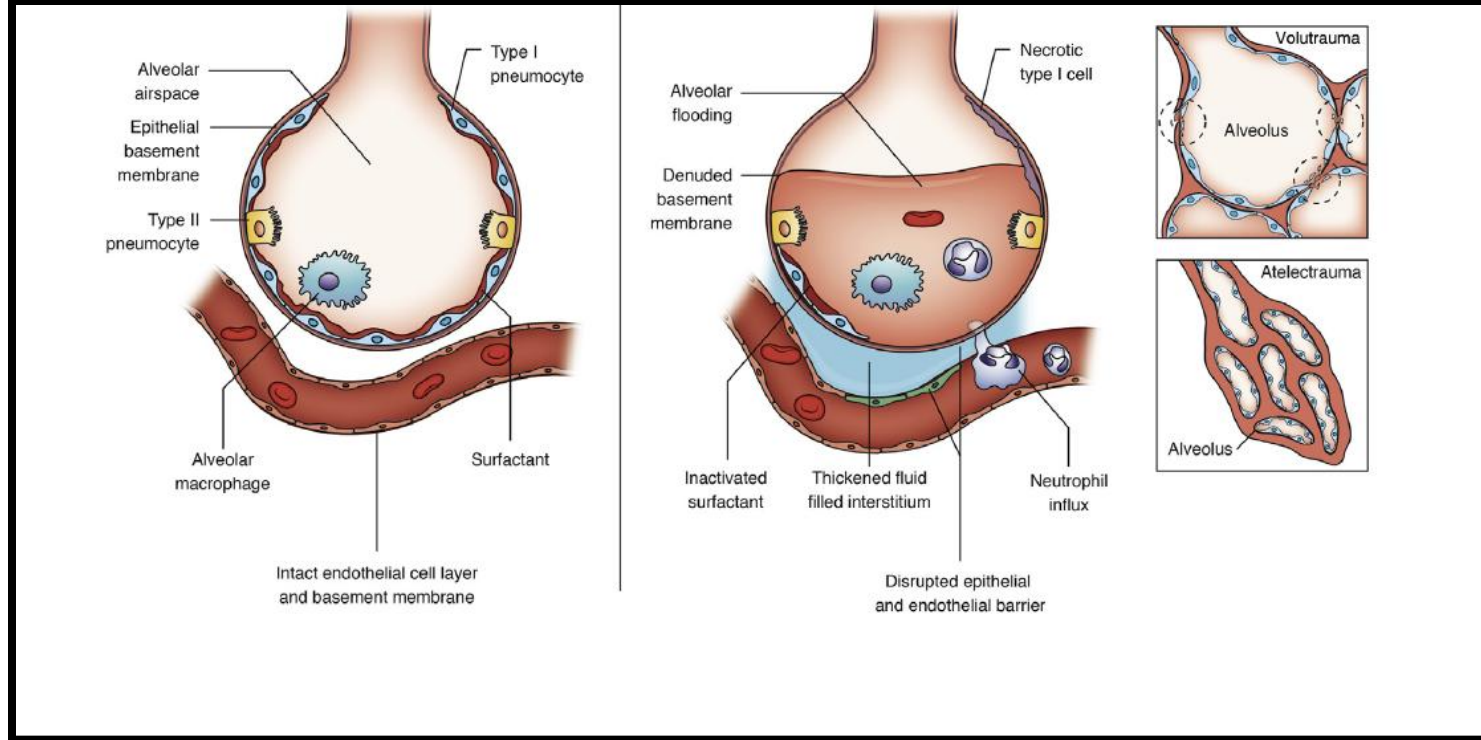


Figure 1: Atelectotrauma  
The interface between collapsed and consolidated lung (A) and over-distended lung units (B) is heterogeneous and unstable. Depending on ambient conditions this region is prone to cyclic recruitment and derecruitment and localised asymmetrical stretch of lung units (C) immediately apposed to regions of collapsed lung.

## Diğer travma

- Hasar oluşturan mekanik ventilasyona maruz kalan akciğerlerden salındığı düşünülen mediyatörlerin oluşturduğu pulmoner ve sistemik inflamasyon

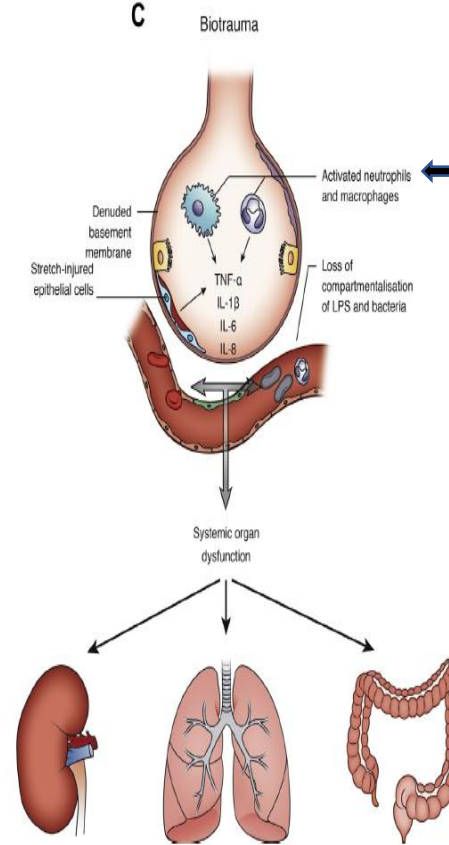
# VALI-Patofizyoloji



Alveollerin zedelenmesine bağlı olarak progresif yüksek geçirgenlikli interstisyel ve alveoler dem, alveoler kanama, hiyalin membran gelişimi, sürfaktan kaybı ve alveolar çökme (kollaps) ile sonuçlanır

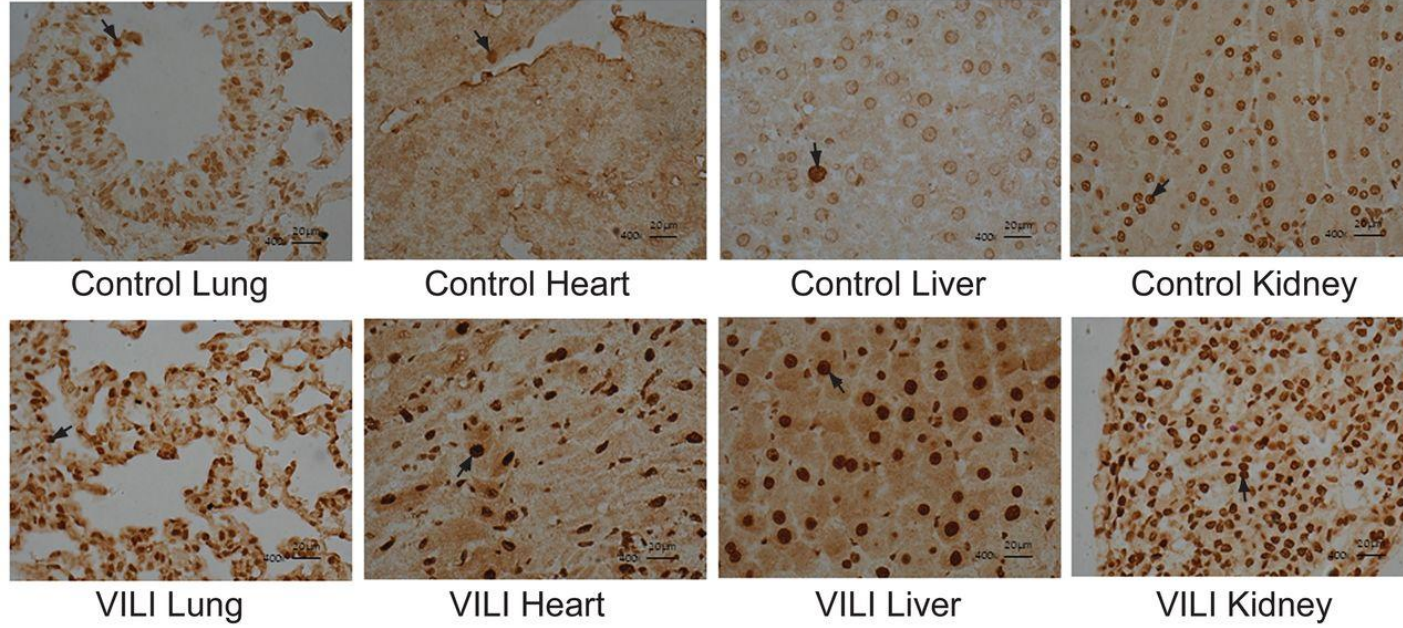
# VALI-Patofizyoloji

- Hem sistemik mediatörlerinin salınması hem de bakterilerin hava boşluğundan kan dolaşımına transloke olması.
- Sistemik inflamasyona ve ekstrapulmoner AC hasarı.
- Çoklu organ yetmezliğinden ölüm(ARDS hastaları)



**Mekanotransdüksiyon;**  
Hücresin mekanik bir uyarıyı biokimyasal uyarıya çevirmesi

# VALI-Patofizyoloji



TV:40 ml/kg  
TV:6 ml/kg  
6 saat MV  
uygulanım

Belirgin hücresel apoptoz

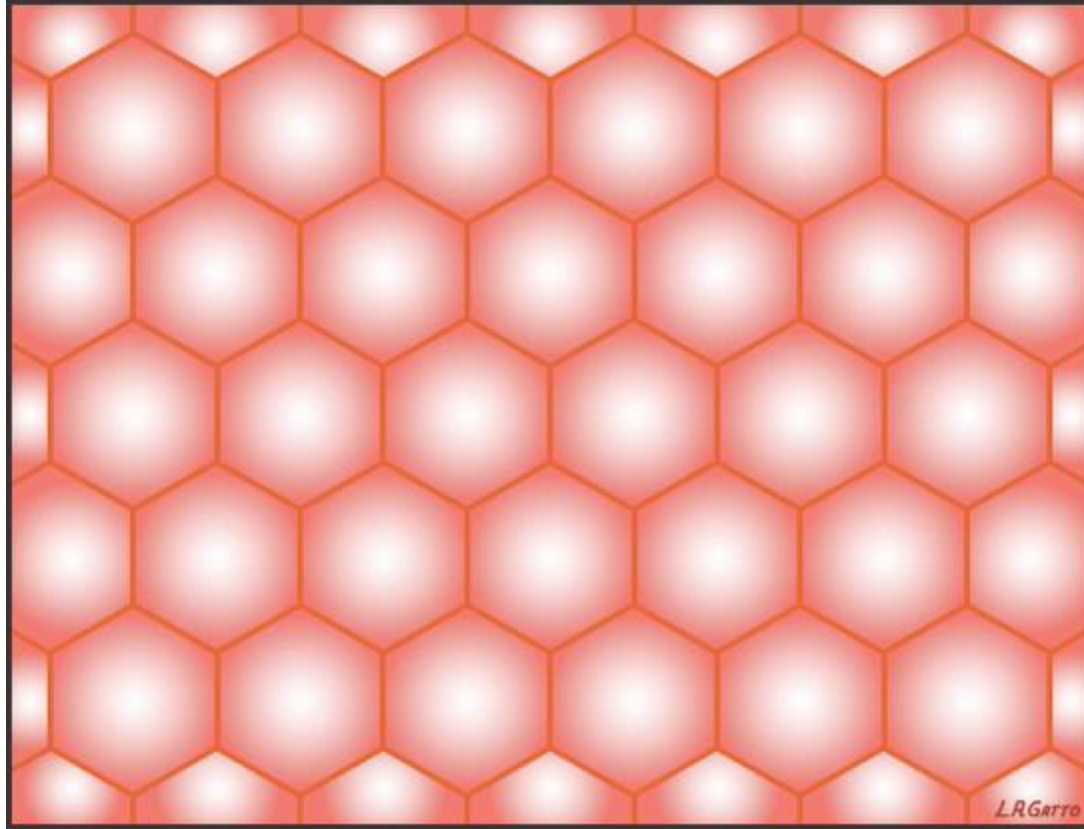
# Strain-Stress

- **Stres** → deforme eden güçler (birim alana uygulanan kuvvet)
  - **Akciğer stressi** → akciğer yapılarına ventilasyon esnasında uygulanan güç.
  - Stresin klinik göstergesi **transpulmoner basınç ( $P_L$ )**
- **Elastisite** → stress ile oluşan alveol yapısındaki deformasyonun geri dönüşü

# Strain-Stress

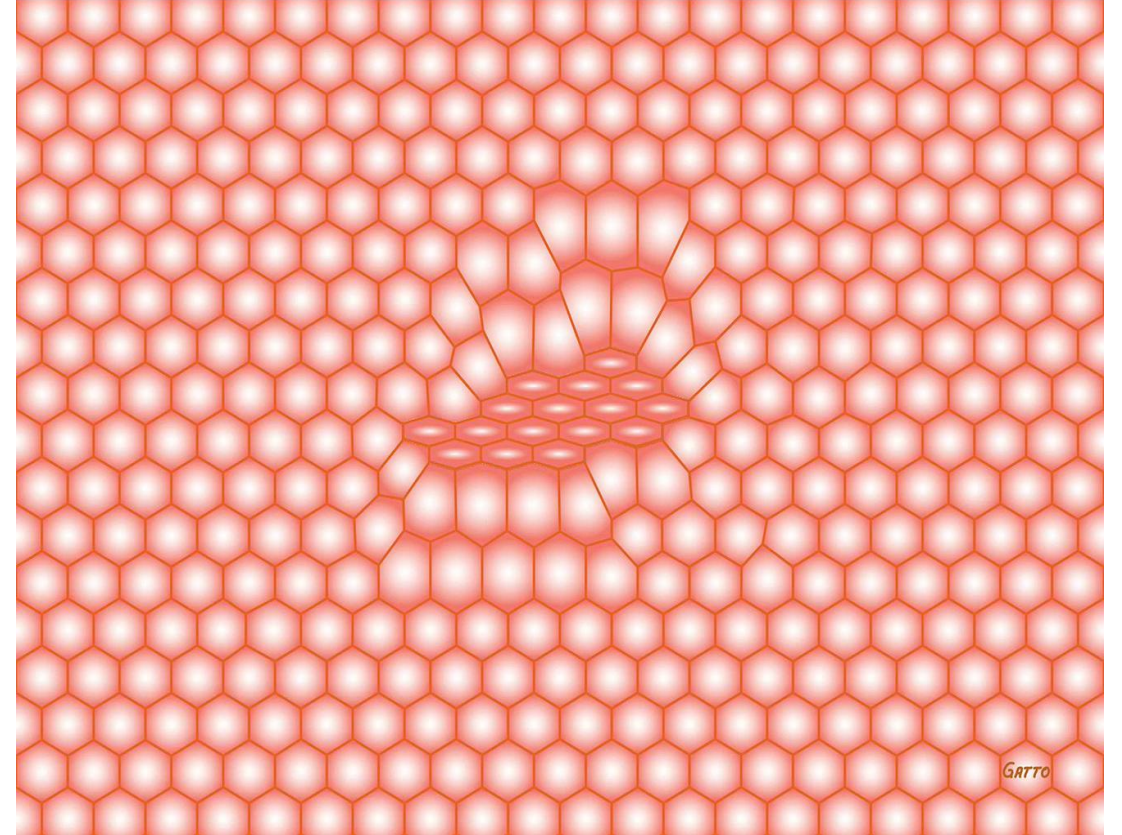
- **Strain** → stres yanıtı → stres uygulanmadan önceki duruma kıyasla şeklini ne oranda değiştirdiğini ifade ediyor
  - **Akciğer straini**; solunum esnasında volüm değişiminin dinlenme volümüne oranı →  $(\Delta V / FRC)$
  - **Dinamik strain (DS)** → TV
  - **Statik strain (SS)** → PEEP
- Strain > 2 VILI için tehlikeli

## Normal dinamik alveolar anatomi



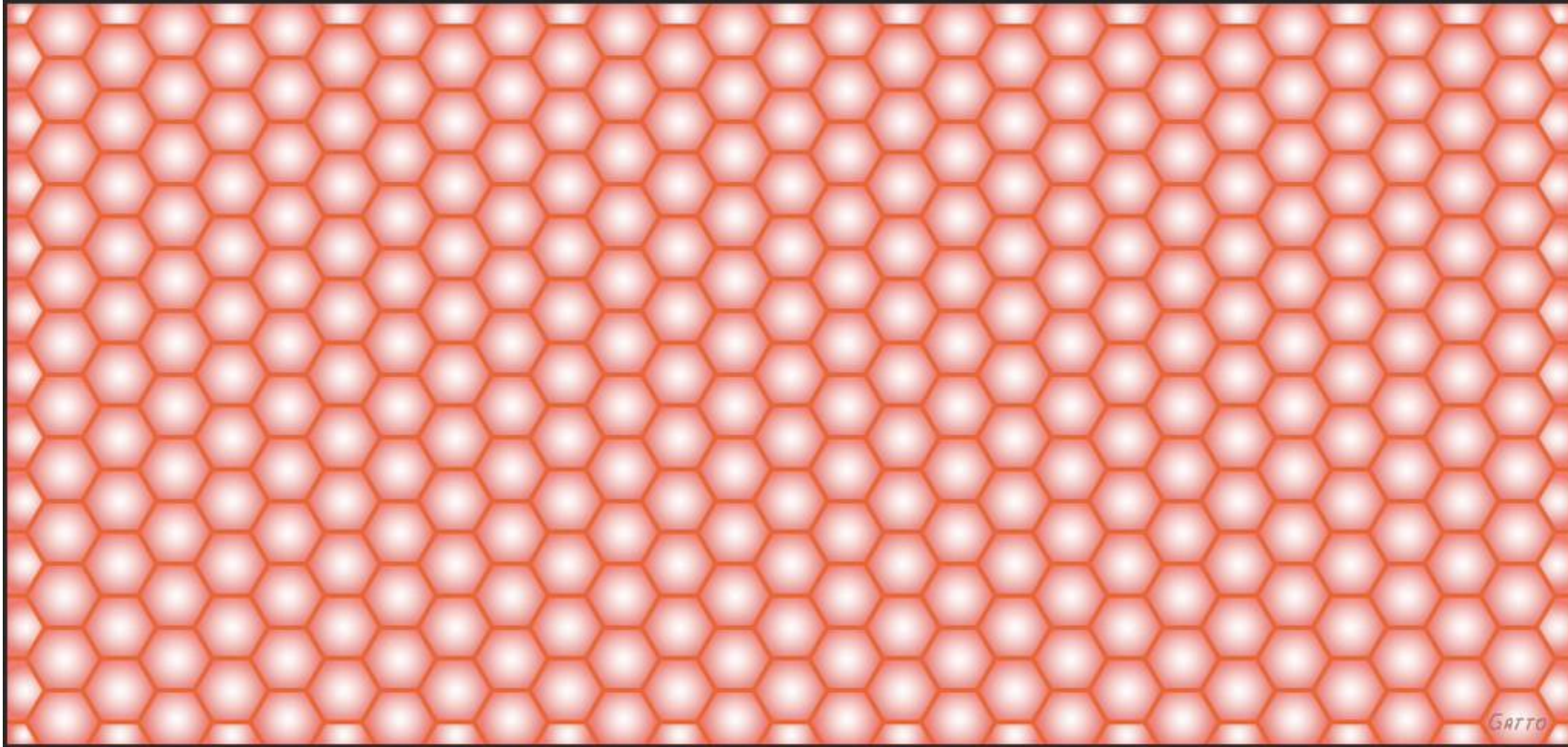
## Kollabe alveollerin etrafındaki alveollere stress arttırıcı etkisi

INSPIRATION



30 cm H<sub>2</sub>O'luk TP lokal olarak 60-140cmH<sub>2</sub>O etki yapar

Rekrut ve derekrut olan alveoller tidal ventilasyonda dinamik strainde artışa yol açar





# AC inhomojenitesi

- Normal olmayan bir akciğerde hasara sebep olmak için büyük tidal volümler gerekli değildir.
- Heterojen konsolidasyon veya atelektazi olduğunda, hastaya verilen TV'ün orantısız bir bölümü açık olan alveollere iletilir.
- Bu geleneksel TV verilmesine rağmen bölgesel olarak bazı alveollerde aşırı gerilime ve buna bağlı olarak da VALI'ye neden olabilir

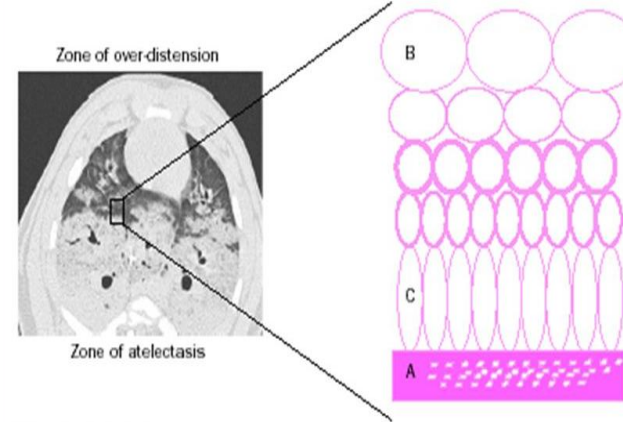


Figure 1: Atelectotrauma  
The interface between collapsed and consolidated lung (A) and overdistended lung units (B) is heterogeneous and unstable. Depending on ambient conditions this region is prone to cyclic recruitment and derecruitment and localised asymmetrical stretch of lung units (C) immediately apposed to regions of collapsed lung.

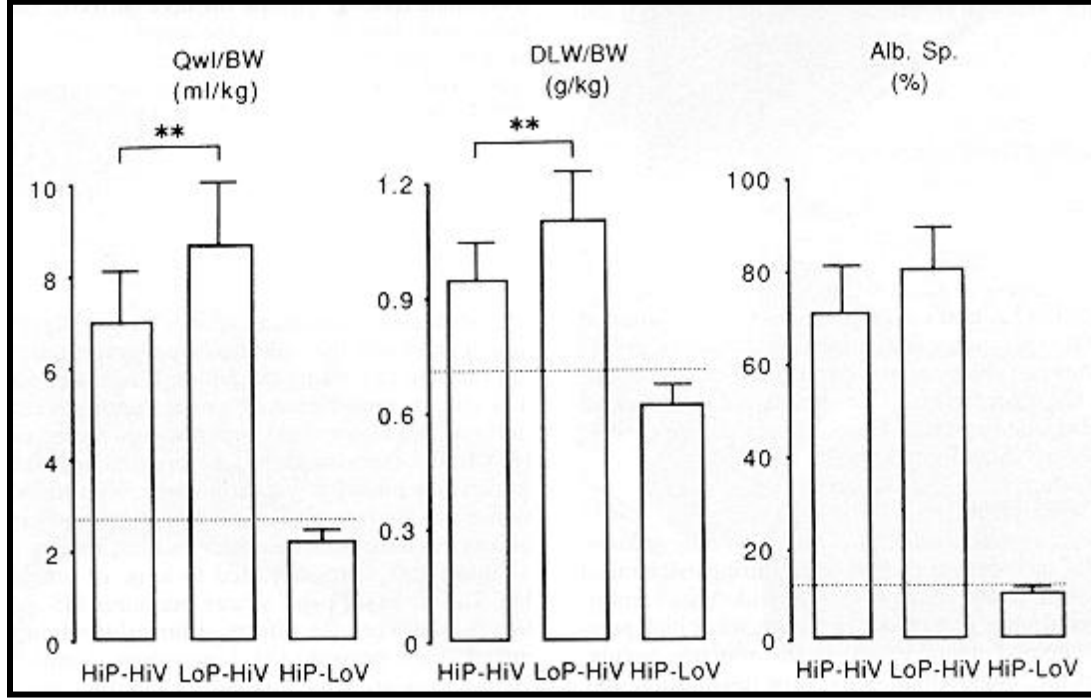


# Atelektavmanın Önlenmesi

- MV sırasında alveolleri açık tutmak ve siklik atelektaziyi azaltmak için uygulanan başlıca yöntem PEEP'dir.
- Recrutable AC miktarı ne kadar çok ise, PEEP'in yararları zararlarından daha ↑
- PEEP uygulanırken, özellikle yüksek düzeylerde, alveolar gerilmeyi arttırıcı ve venöz dönüşü azaltıcı zararlı etkileri
- Uygulanan PEEP'in en optimal seviyesi ???

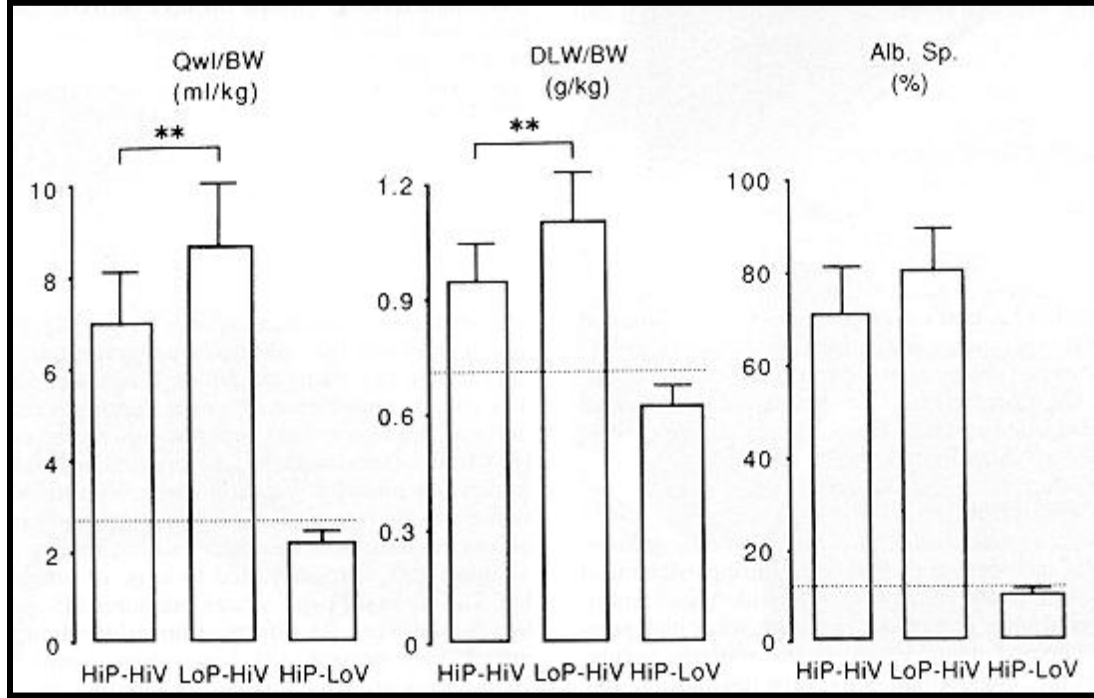
"Open the lung and keep it open"

# VALI-Patofizyoloji



- Yüksek basınç (45 cmH<sub>2</sub>O)-Yüksek Volüm
- Düşük basınç(negatif basınçlı ventilatör)-Yüksek volüm
- Yüksek Basınç(45 cmH<sub>2</sub>O)-Düşük volüm(Göğüs ve karın duvarı bantlanarak)

# VALI-Patofizyoloji



- Yüksek basınç (45 cmH<sub>2</sub>O)-Yüksek Volüm
- Düşük basınç(negatif basınçlı ventilatör)-Yüksek volüm
- Yüksek Basınç(45 cmH<sub>2</sub>O)-Düşük volüm(Göğüs ve karın duvarı bantlanarak)

- Yüksek pik hava yolu basıncı ve yüksek tidal volüm verilen sıçanların pulmoner ödem geliştirdiğini
- Torakoabdominal bandaj konulması sebebiyle göğüs kafesinin genişlemesi önlenerek **yüksek pik hava yolu basıncı ve düşük tidal volüm** verilen hayvanlarda ise ödem veya herhangi bir patoloji gelişmediği gösterilmiştir
- Volütravma VALI'de daha etkin

# The New England Journal of Medicine

©Copyright, 2000, by the Massachusetts Medical Society

VOLUME 342

MAY 4, 2000

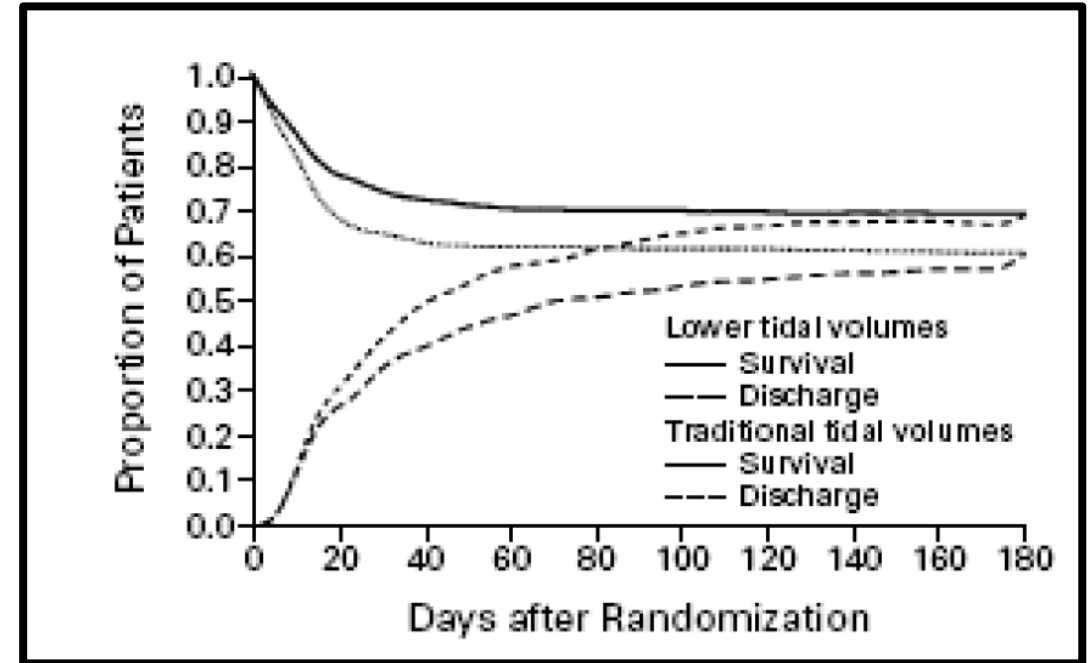
NUMBER 18



VENTILATION WITH LOWER TIDAL VOLUMES AS COMPARED WITH  
TRADITIONAL TIDAL VOLUMES FOR ACUTE LUNG INJURY  
AND THE ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME

ACUTE RESPIRATORY DISTRESS SYNDROME NETWORK\*

- 861 hasta
- Düşük TV (6ml/kg) vs.  
"geleneksel" TV (12ml/kg)
- Pplat < 30 cmH<sub>2</sub>O



Düşük VT mortalite → %31  
Geleneksel VT mortalite → %39.8

# AC koruyucu MV stratejisi

Alveollerin gereğinden fazla gerilmesinin önlenmesi



↓ VT

Alveollerin sürekli açılıp kapanmasının engellenmesi



Yeterli PEEP

The NEW ENGLAND  
JOURNAL of MEDICINE

ESTABLISHED IN 1812

JULY 22, 2004

VOL. 351 NO. 4

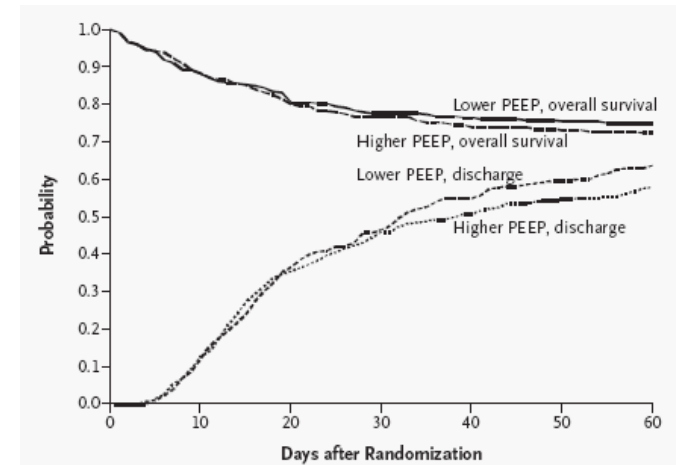
Higher versus Lower Positive End-Expiratory Pressures  
in Patients with the Acute Respiratory Distress Syndrome

The National Heart, Lung, and Blood Institute ARDS Clinical Trials Network\*

- 549 hasta
- Düşük veya yüksek PEEP'e randomize edilmiş
- VT 6ml/kg
- Pplat < 30 cmH2O
- Oksijenasyon - SpO2 88-95%, PaO2 55-80 mmHg
- PEEP ve FiO2 tablosuna göre ayarlanmış

Allowable combinations of PEEP and FiO <sub>2</sub> †														
Lower-PEEP group														
FiO <sub>2</sub>	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	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 group (before protocol changed to use higher levels of PEEP)														
FiO <sub>2</sub>	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	1.0	
PEEP	5	8	10	12	14	14	16	16	18	20	22	22	22-24	
Higher-PEEP group (after protocol changed to use higher levels of PEEP)														
FiO <sub>2</sub>	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5-0.8	0.8	0.9	1.0				
PEEP	12	14	14	16	16	18	20	22	22	22-24				

PEEP düşük  $8.3 \pm 3.2$  cmH<sub>2</sub>O  
PEEP yüksek  $13.2 \pm 3.5$  cmH<sub>2</sub>O



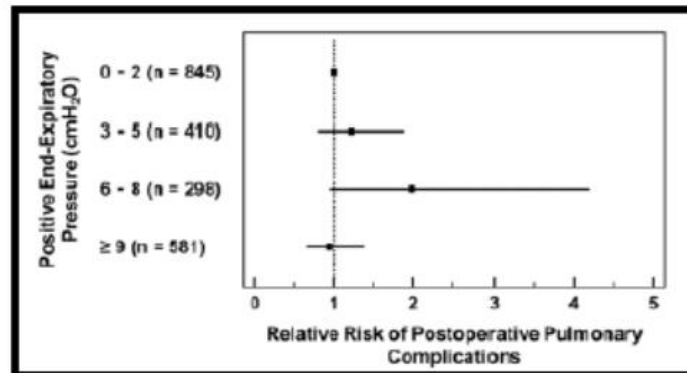
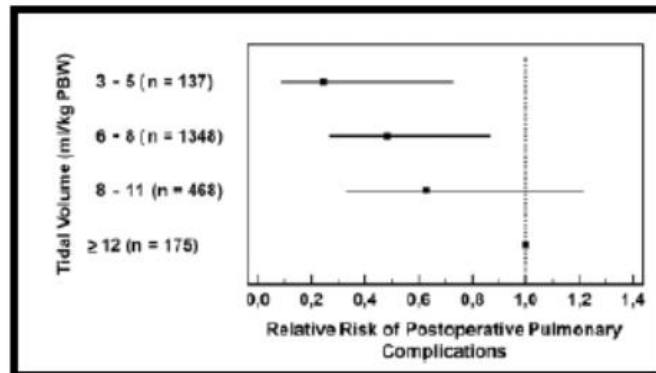


## Protective versus Conventional Ventilation for Surgery

*A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis*

PROVE Network Investigators

Anesthesiology 2015; 123:66-78



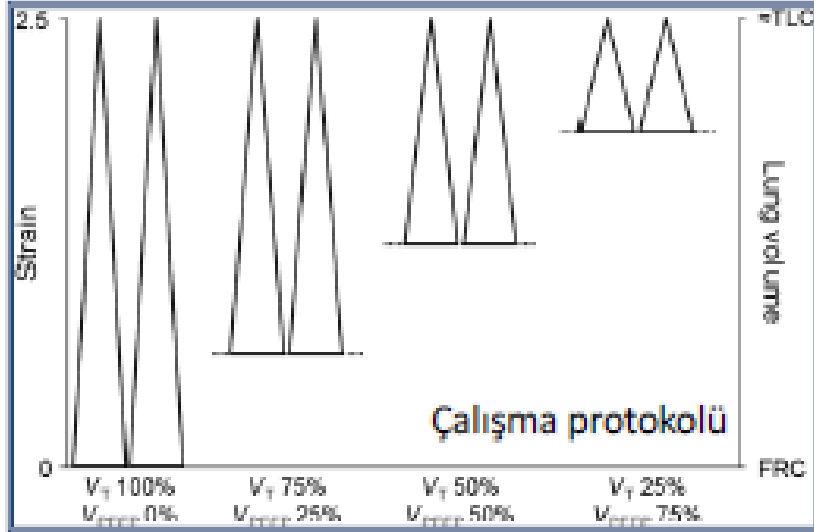
protective ventilation (low VT with or without high levels of PEEP) vs  
conventional ventilation (high VT with low PEEP)

TV ile  
postpulmoner  
komplikasyonlar  
arasında doz-yanıt  
ilişkisi var  
↓ TV yararlı,  
PEEP?

A

# Lung Stress and Strain During Mechanical Ventilation: Any Difference Between Statics and Dynamics?\*

(Crit Care Med 2013; 41:1046–1055)



İlımlı Kombinasyonlarla  
Mortalite  
AC mekanikleri ve  
oksijenizasyonunda bozulma  
Histolojik zedelenme skoru  
IL-6



↑Strainin hasar etkisi  
statik ve dinamik komponentlerine bağlı  
↓DS ve ↑SS hasarı önlemede yararlı

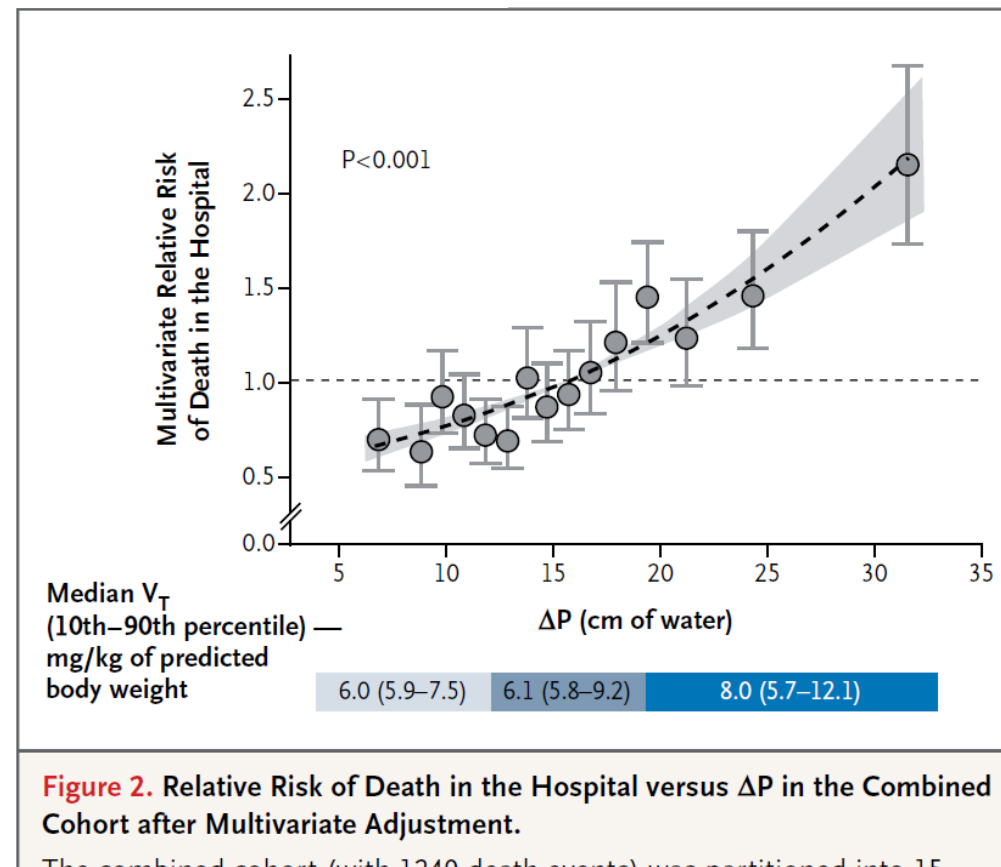
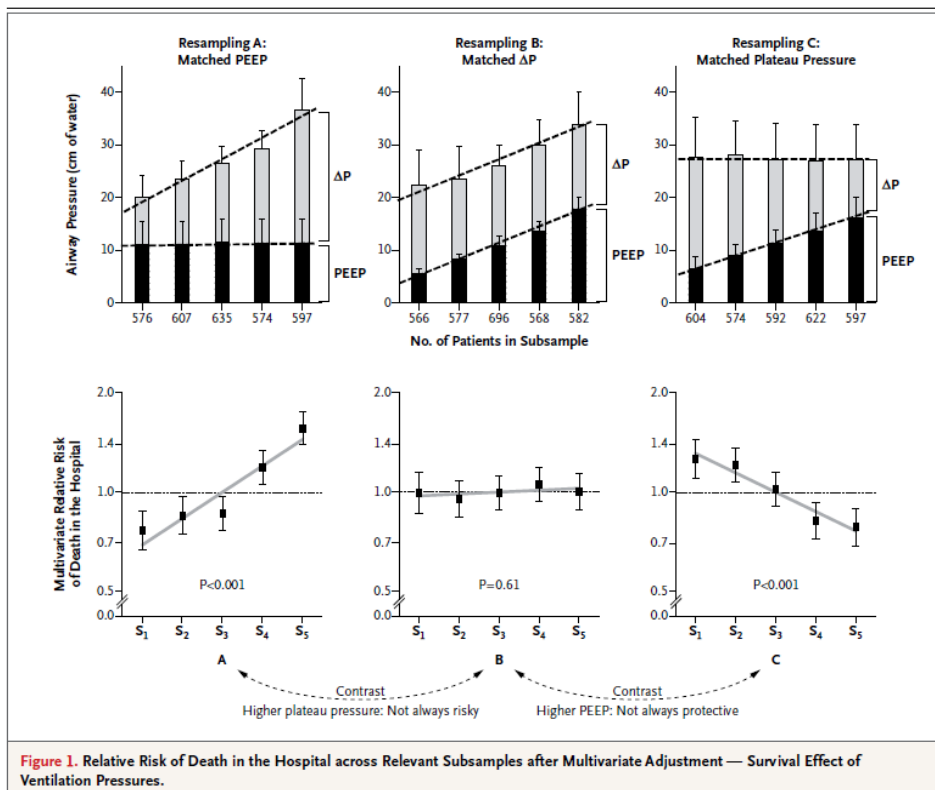
# Driving pressure

- Driving pressure (DP):  $P_{plat} - PEEP$
- $C_{rs} = V_t / (P_{plat} - PEEP) = V_t / DP$
- $DP: VT / C_{rs}$
- Temel olarak DP, **tidal volümün baby akciğerde ne kadar mekanik bozulma (dinamik strain) yarattığını** tahmin ederken, plato basıncı ( $P_{PL}$ ) kabaca baby akciğere uygulanan basıncı (akciğer stressi) yansıtır.
- Her ikisi de barotrauma riskini ölçer
- Mortaliteyle ilişkili güçlü bir değişken

SPECIAL ARTICLE

# Driving Pressure and Survival in the Acute Respiratory Distress Syndrome

THE NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE



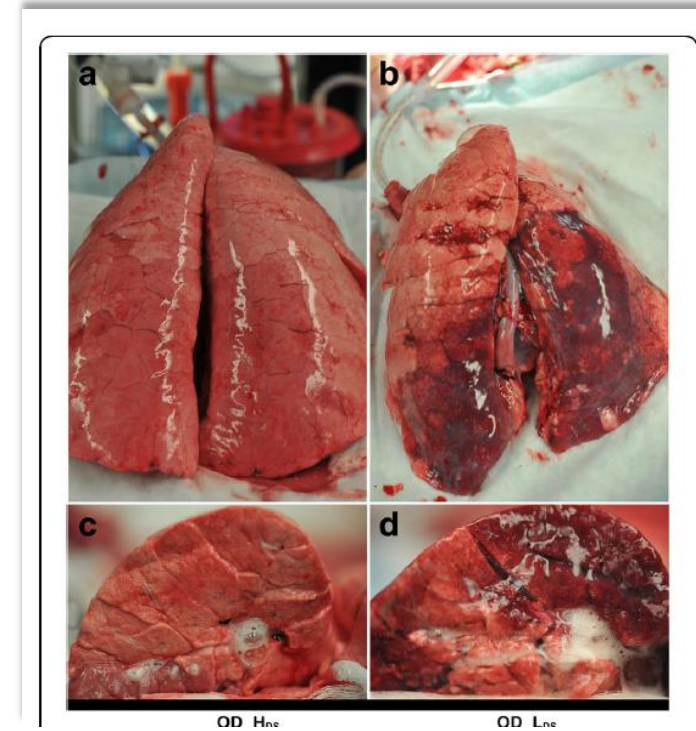
RESEARCH

Open Access



## The role of high airway pressure and dynamic strain on ventilator-induced lung injury in a heterogeneous acute lung injury model

- Bronkoskopiyle supin pozisyondaki domuzların dependan alanlarında lokal hasar yaratılmış, diğer alanlar normal bırakılmış
- İki gruba ayırmışlar
  - Yüksek dinamik strain (Artmış ekspirasyon süresi)
  - Düşük dinamik strain (çok kısa ekspirasyon süresi)
- Her iki grup overdistansiyona maruz bırakılmış ( $P_{plat}: 40 \text{ cmH}_2\text{O}$ )



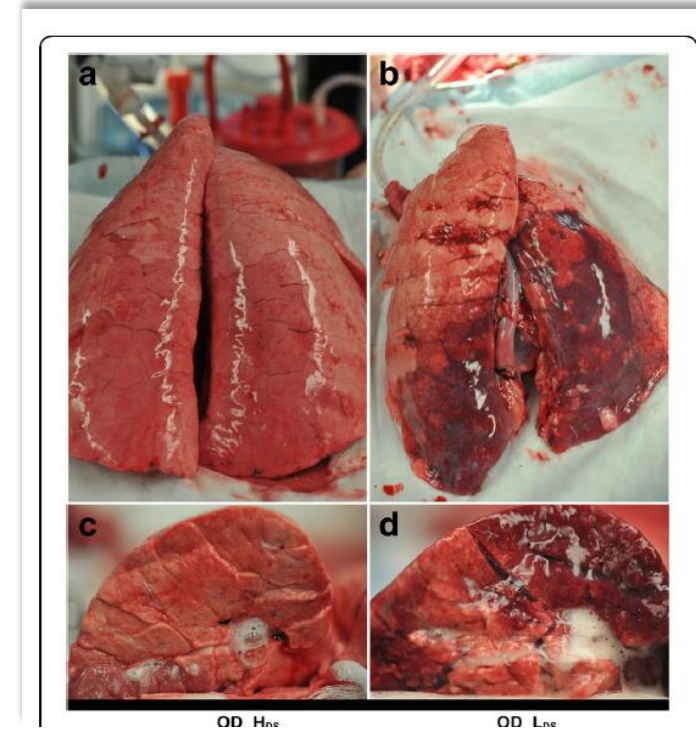
RESEARCH

Open Access



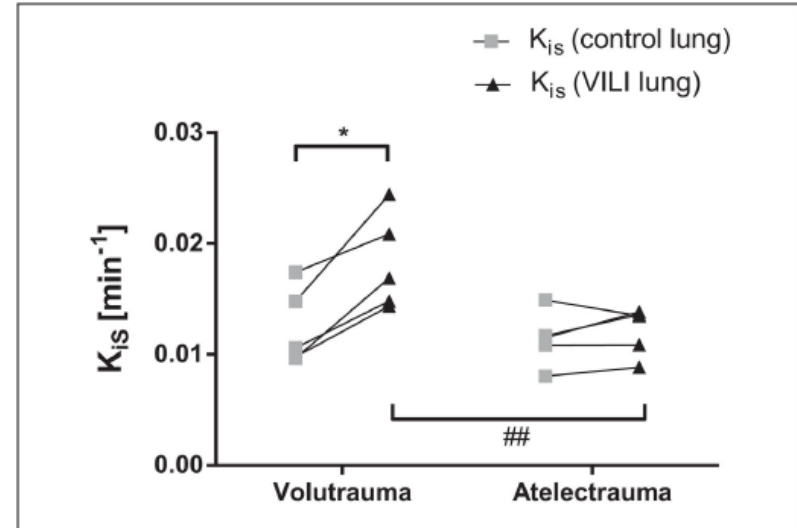
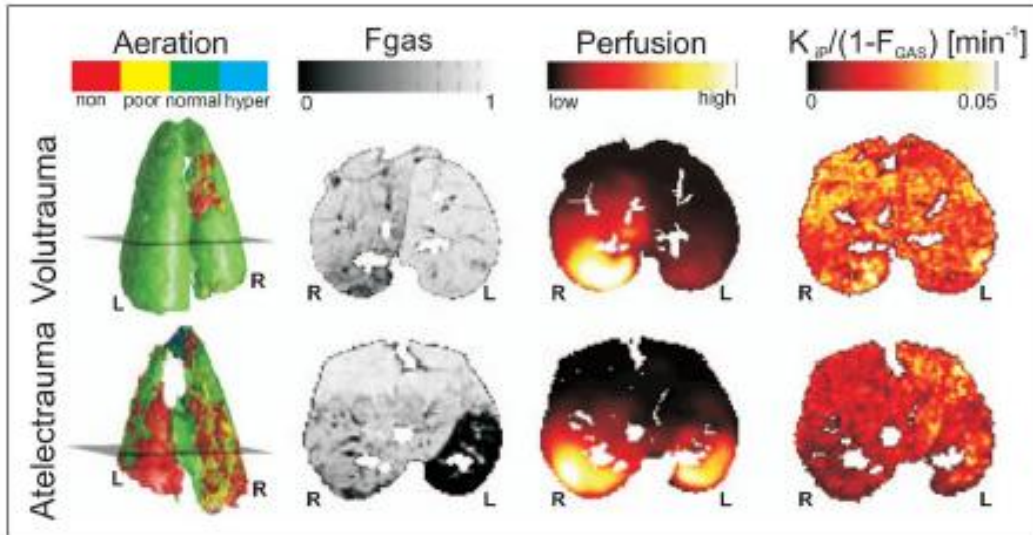
The role of high airway pressure and dynamic strain on ventilator-induced lung injury in a heterogeneous acute lung injury model

- Overdistansiyon, dinamik strain minimal olduğu sürece normal AC dokusunu zedelediği gibi zedelenmiş dokudaki hasarı arttırmamış
- OD, yüksek dinamik strainle kombine olmadığı sürece "baby lunga" zarar vermediğini düşündürmektedir.



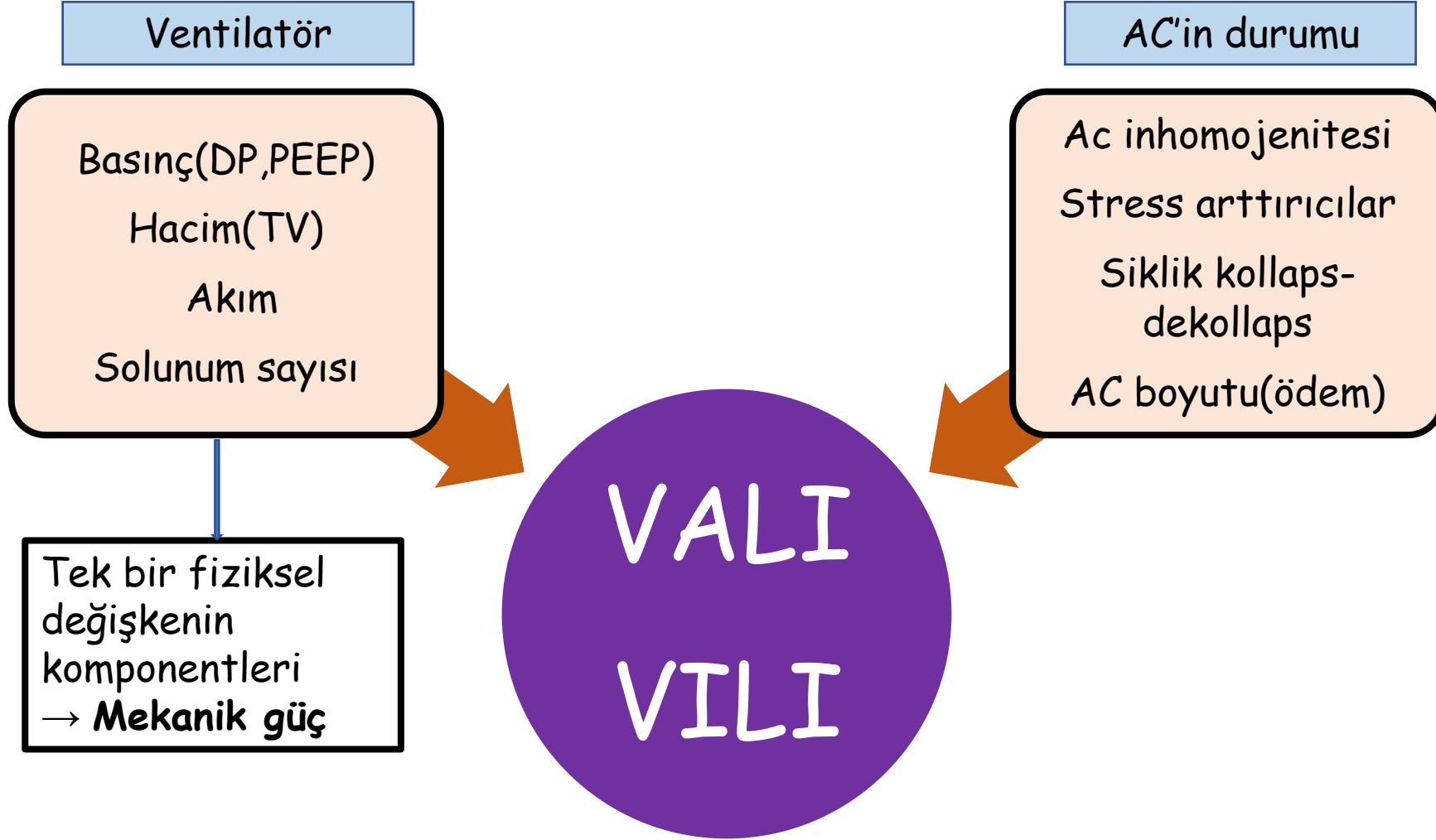
## Comparative Effects of Volutrauma and Atelectrauma on Lung Inflammation in Experimental Acute Respiratory Distress Syndrome

Andreas Güldner, MD<sup>1</sup>, Anja Braune, MSc<sup>1</sup>, Lorenzo Ball, MD<sup>1,2</sup>, Pedro L. Silva, PhD<sup>1,3</sup>,



**Figure 3.**  $[^{18}\text{F}]$ -fluorodeoxyglucose uptake rate ( $K_i$ ) of the ventilator-induced lung injury (VILI) and control lung grouped by injury model. Specific  $K_i$  ( $K_S$ ) of the VILI lung (black triangles,

Volütravma, düşük TV ve daha düşük basınçlardaki atelektotravmaya göre daha fazla inflamasyona yol açmış olup, statik stress ve strain'in VILI'nin majör determinantları olduğunu düşündürmektedir.





# Mekanik güç(enerji)

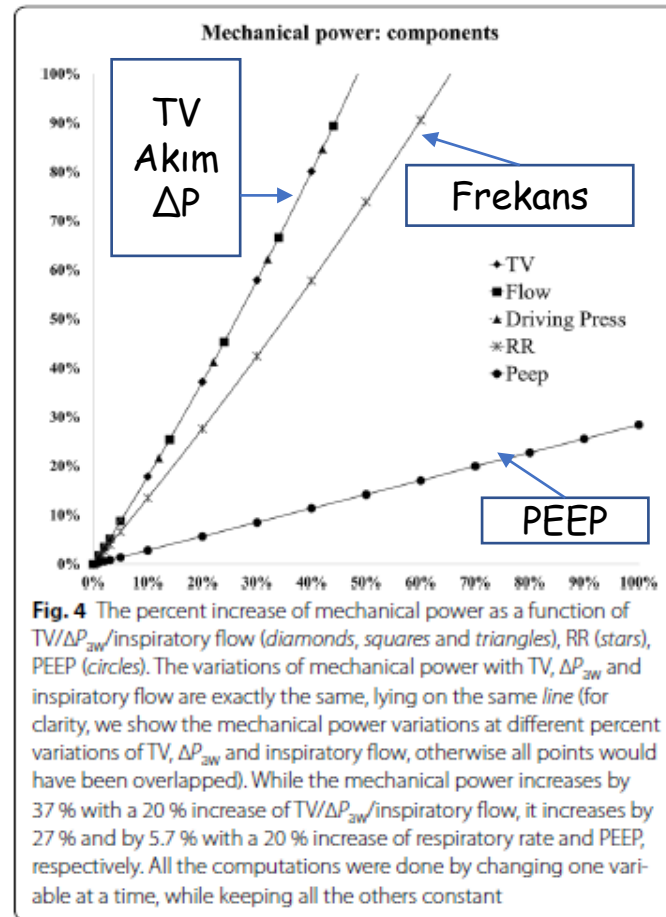
- VILI'de; Pplat, PEEP ve DP kadar tidal siklusun dinamik özellikleri ve solunum sayısı da önemlidir
- ↑strain oranı AC'lerin viskoelastik yapısını(parankimal enerji dağılımını) bozar
- Tekrarlanan tidal inflasyonlar sonucu oluşan enerji yükü hasar sürecinde primer rol oynar
- Koruyucu ventilasyonda; enerji yükü, mekanik heterojenite ve hasarlayıcı strainin sınırlandırılması akılcıl hedeflerdir

ORIGINAL



## Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power

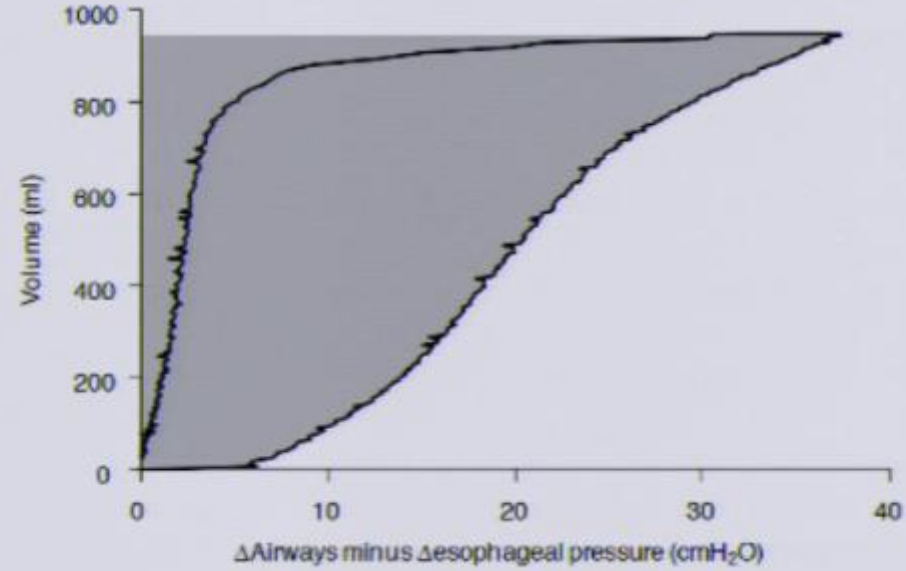
L. Gattinoni<sup>1\*</sup>, T. Tonetti<sup>1</sup>, M. Cressoni<sup>2</sup>, P. Cadringer<sup>3</sup>, P. Herrmann<sup>1</sup>, O. Moerer<sup>1</sup>, A. Protti<sup>3</sup>, M. Gotti<sup>2</sup>, C. Chiurazzi<sup>2</sup>, E. Carlesso<sup>2</sup>, D. Chiumello<sup>4</sup> and M. Quintel<sup>1</sup>



## Mechanical Power and Development of Ventilator-induced Lung Injury

Massimo Cressoni, M.D., Miriam Gotti, M.D., Chiara Chiurazzi, M.D., Dario Massari, M.D.,

(ANESTHESIOLOGY 2016; 124:1100-8)



P/V eğrisinin inspiratuar kolu ile y eksi arasındaki alan her solukta uygulanan mekanik enerjiyi (MP) verir.

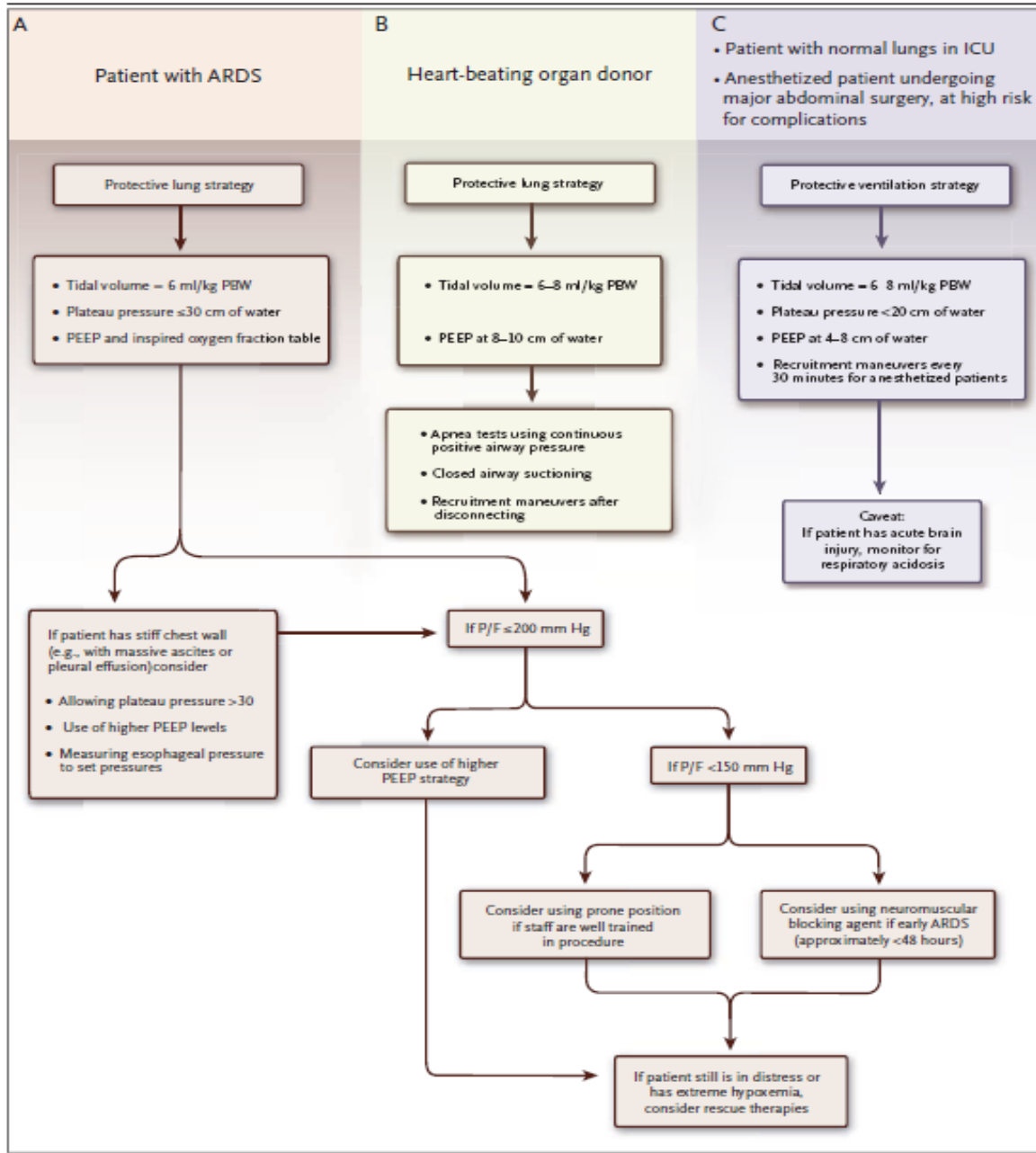
# VALI için risk faktörleri

- **ARDS**

- Yüksek tidal hacimler
- Kan ürünü transfüzyonları
- Asidemi ( $\text{pH} < 7.35$ )
- Restriktif akciğer hastalığı
- Sepsis
- Genetik varyasyonlar?

# VALI Klinik prezentasyon ve tanı

- Hipoksevide kötüleşme ve  $O_2$  ihtiyacında  $\uparrow$
- AC grafisinde yeni veya artmış bilateral interstisyel veya alveolar opasiteler
- Toraks BT'de heterojen konsolidasyon ve atelektazi, fokal alveolar distansiyonu temsil eden hiperlüsent akciğer alanları
- Patognomonik özellikler yok
- Alternatif nedenler (ASYE, pulmoner ödem) tanı konmadan önce her zaman göz önünde tutulmalıdır.



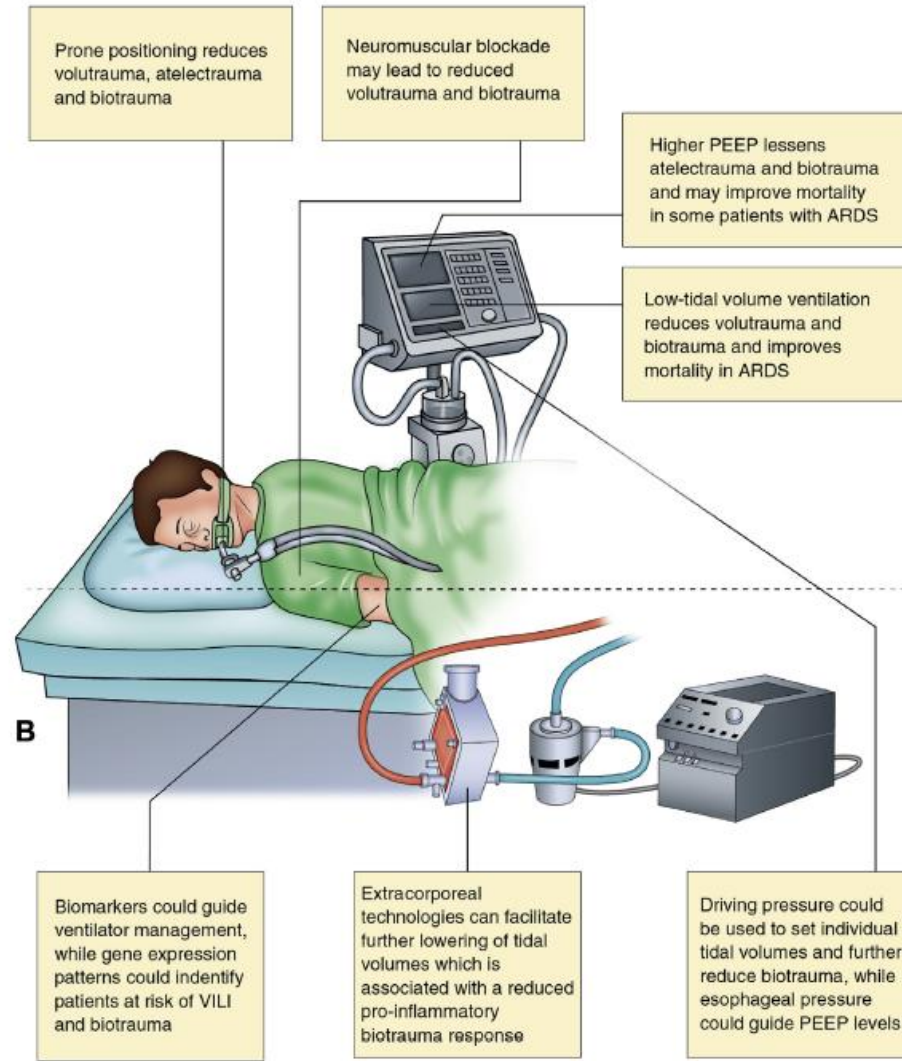
• MV alan hastalarda ARDS'ye olan yararları sebebiyle tedavide rutin olarak kullanılmaktadır

• ARDS dışı MV uygulanan hastalar için optimal TV?

• Bazı çalışmalar ARDS'li hastalarda görülen düşük TV ventilasyonun faydalarının ARDS'si olmayan hastalara da uygulanabileceğini öngörmektedir.

• ARDS'si olmayan olgularda yaklaşık 6-8 mL/kg (ideal kilo)

# VALI-Önlemler



# Ventilatör ilişkili diyafragma disfonksiyonu

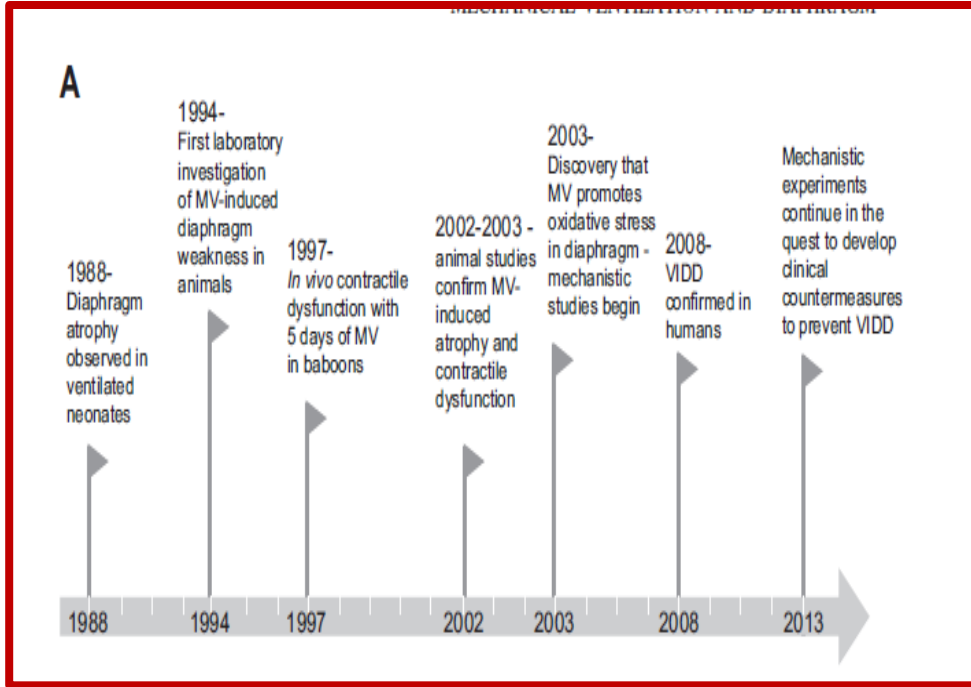
- Diyafragma inspirasyonun temel kası olup, dakika ventilasyonun %70'den sorumludur.
- Spesifik kuvveti ölçülebilen tek inspiratuar kastır [transdiyafragmatik basınç ölçülerek (Pdi)].



# Ventilatör ilişkili diyafragma disfonksiyonu

MV kullanımına bağlı diyafragmanın kuvvet oluşturma kapasitesinde azalma

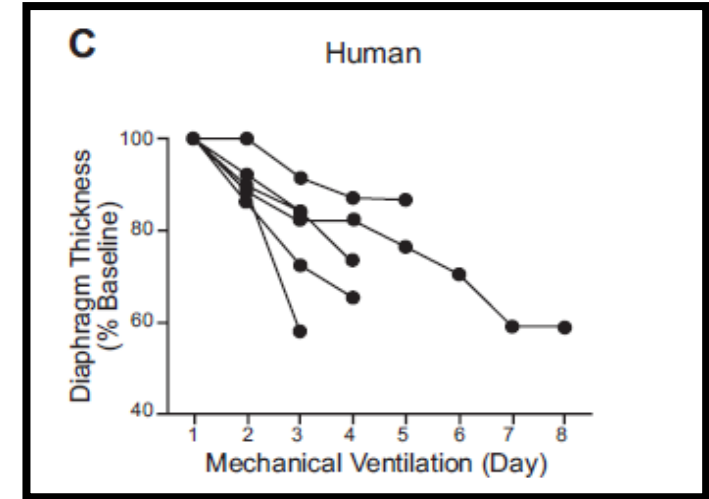
# Ventilatör ilişkili diyafragma disfonksiyonu



- Çoğu çalışma hayvan deneyi
- İnsanlarla yapılan çalışmalar beyin ölümü gerçekleşmiş organ donörlerinden toraks cerrahisi

# Ventilatör ilişkili diyafragma disfonksiyonu

- MV uygulanan olguların %60-80'de
- Ekstremitelere kaslarına göre 2 kat↑
- MV'deki her gün %6 incelme



# Ventilatör ilişkili diyafragma disfonksiyonu

Diyafragmatik güçsüzlüğe neden olan diğer etkenler araştırılıp dışlanmalı!!!

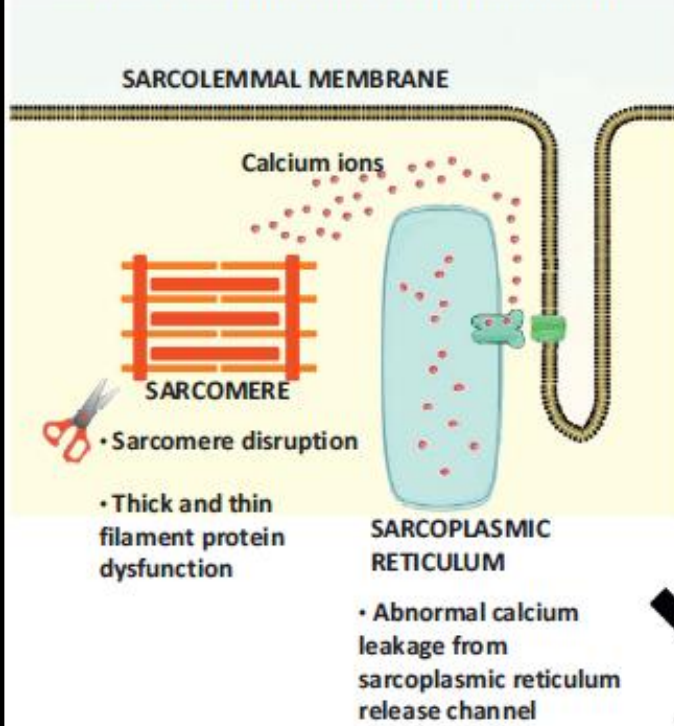
# Ventilatör ilişkili diyafragma disfonksiyonu

- **Sepsis**
- Endokrin ve elektrolit bozukluklar
  - Hipofosfatemi, hipomagnezemi, hipokalsemi
  - Hipotiroidi
  - Uzamış hiperglisemi
- Belirgin malnütrisyon
- Ciddi tedavi edilmemiş böbrek yetmezliği
- Nöromusküler bloke eden ajanlar kullanımı
- Uzun süre yüksek doz kortikosteroid kullanımı

# VIDD-Patofizyoloji

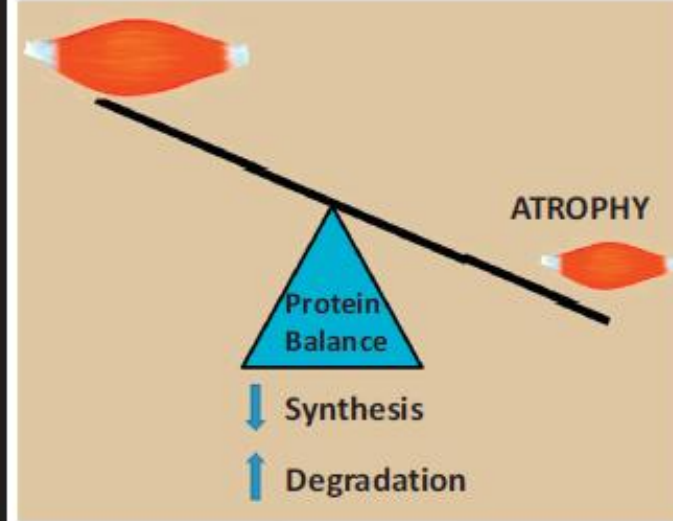
## Kas kalitesinde bozulma

- Defective contractile mechanisms



## Kas miktarında azalma

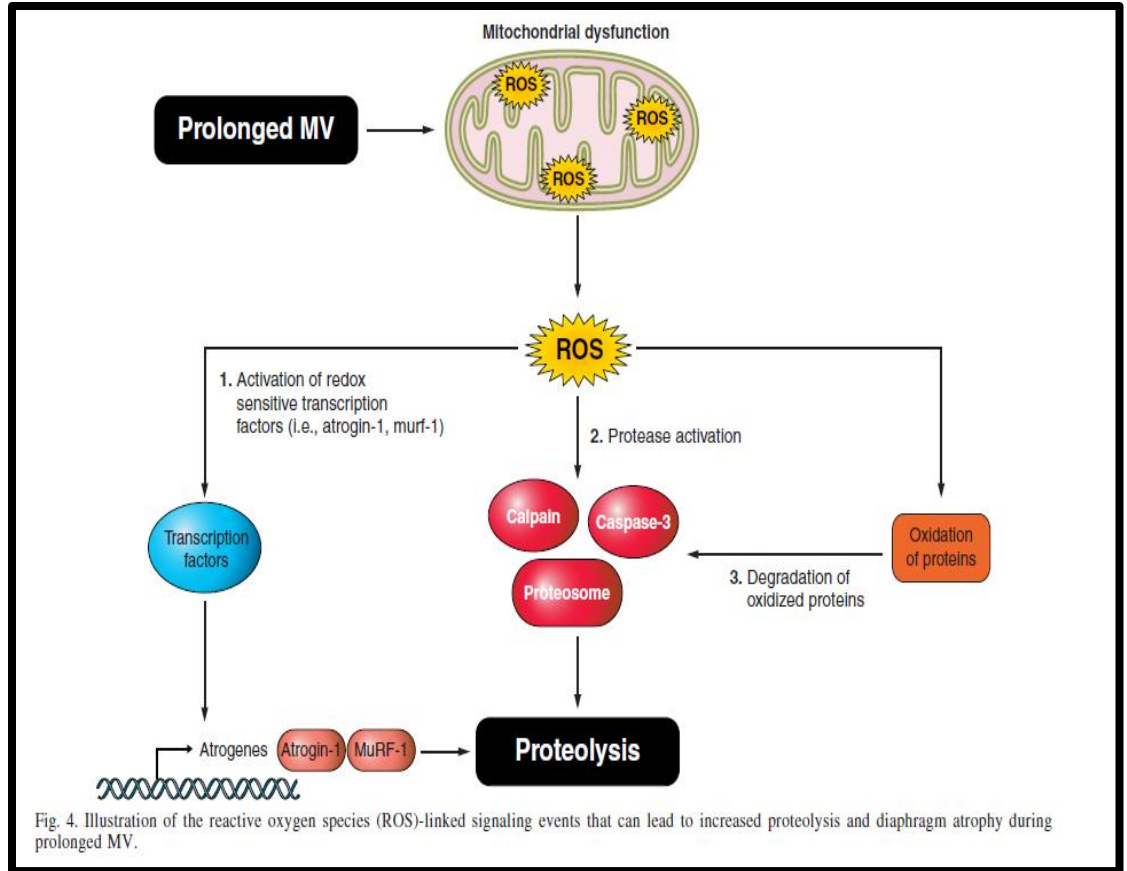
- Altered protein balance



**Diyafragma Gücsüzlüğü**

# VIDD-Patofizyoloji

- Mitokondriyal disfonksiyon
- Artmış oksidatif stress
- Majör proteolitik yolların aktivasyonu



# VIDD-Patofizyoloji

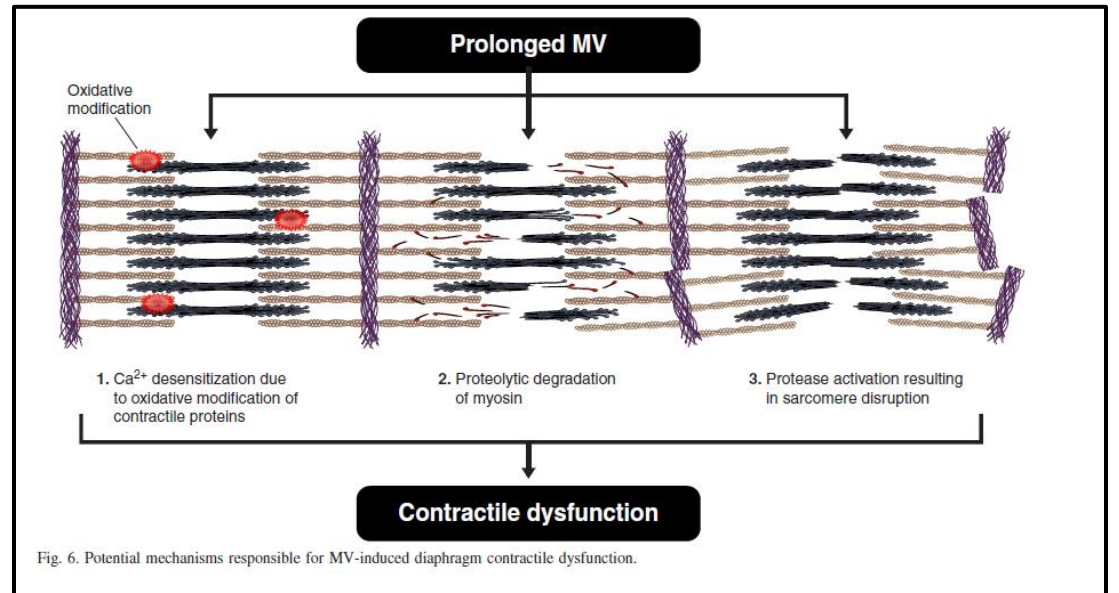
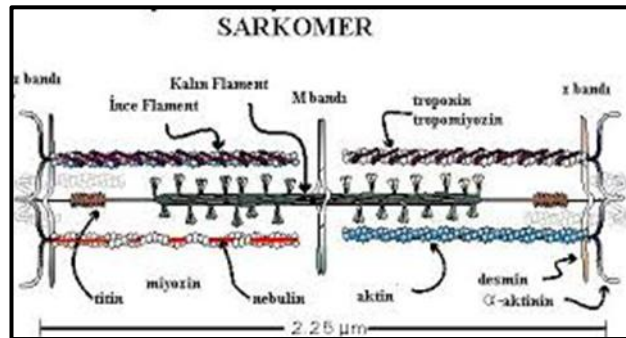


Fig. 6. Potential mechanisms responsible for MV-induced diaphragm contractile dysfunction.



# VIDD-Patogenez

- Oksidatif stresin erken bulguları ve diafragmanın kuvvet kapasitesinde azalmayı diafragma atrofisi izler
- MV başlanmasından sonra kuvvet kaybı hızlıdır (6-12 saat)
- Nonrespiratuar kaslarda ilk 24-48 saatte çoğunlukla büyük değişiklik olmaz

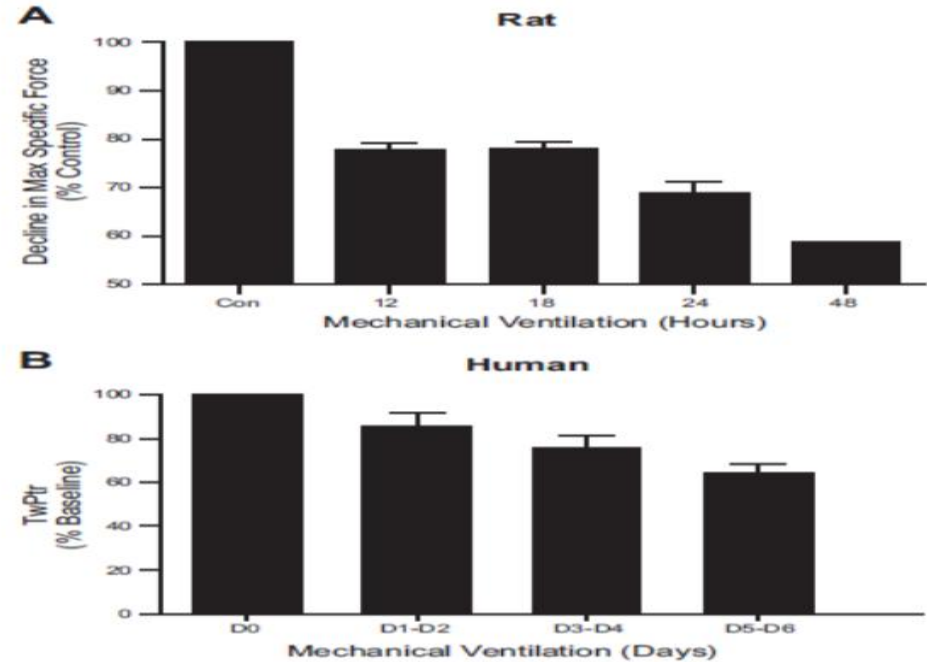
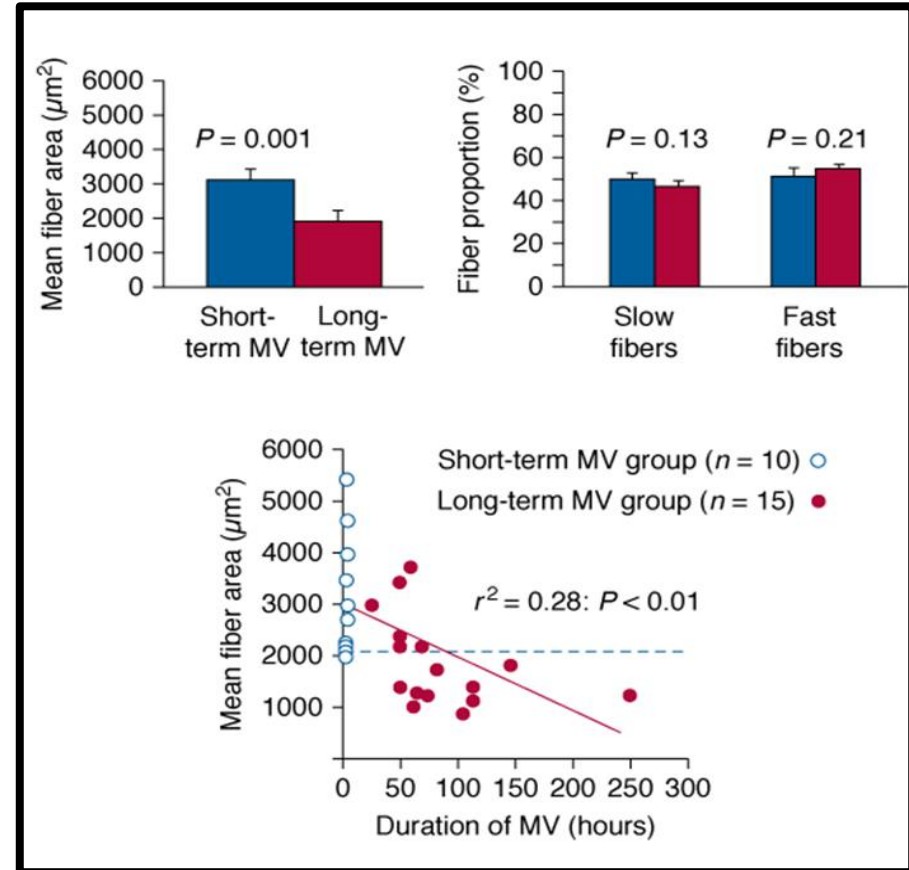
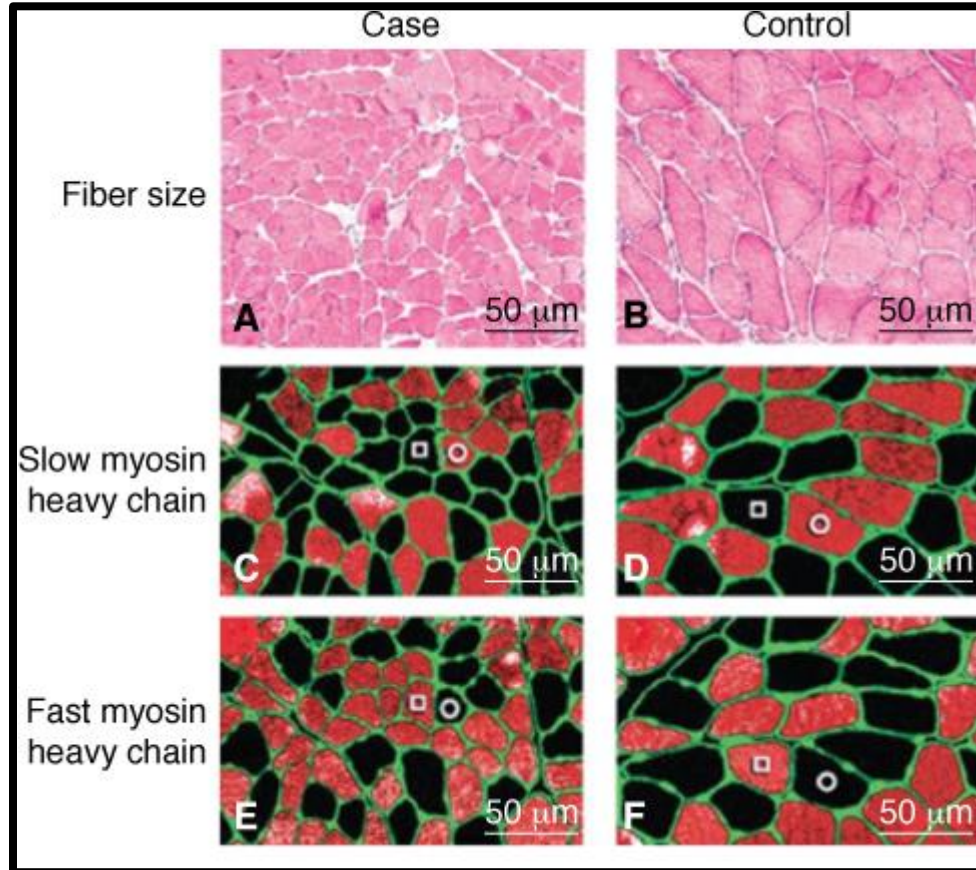


Fig. 5. Depiction of the temporal pattern of mechanical ventilation-induced diaphragm contractile dysfunction in rats (A) and humans (B). Rodent data are from Refs. 1, 2, 9, 19, 33, 35, 44, 56, 62, 63, 69, 75, 82, 87, 98, 101, 103, 108, 112, 113, 116, and 117. Human data are from Ref. 47.

# VIDD-Patogenez



Uzamış MV kas liflerinde atrofiye yol açar

# VIDD-Tanı

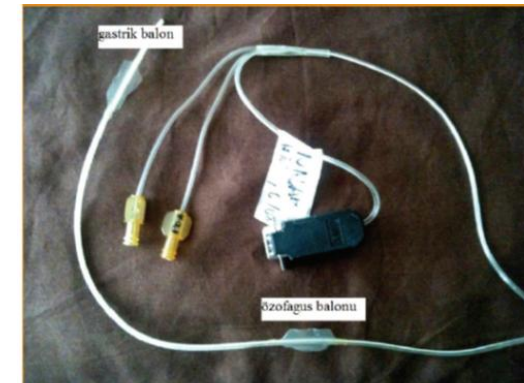
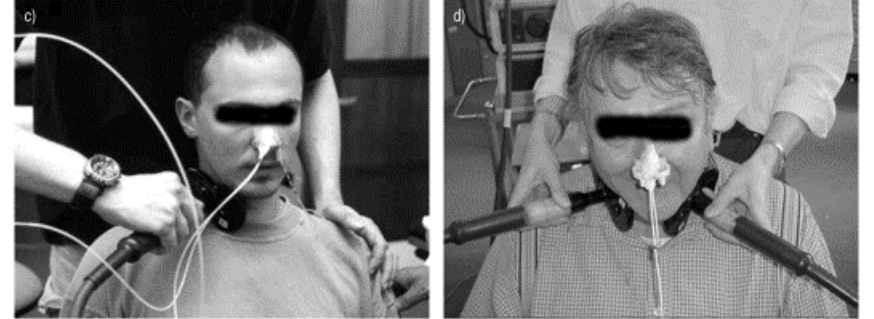
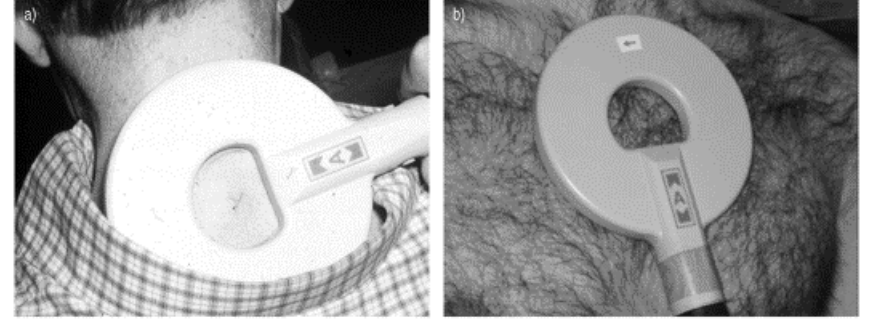
- Abdominal paradox
  - İnterkostal kasların inspiratuar kasılması flask diyafragmı göğüs boşluğuna doğru çekip abdominal duvarın içeriye doğru hareketine yol açar
  - Supine pozisyonda en iyi
  - Weaning denemelerinde diyafragma disfonksiyonu???
  - Ekspiratuar kasların kasılmasıyla da gelişebilir
- İyi AC mekanikleri ama hızlı yüzeyel solunum indeksi varlığı
- AC grafisinde diyafragma yüksekliği

# VIDD-Tanı

- Frenik sinirin bilateral **manyetik veya elektriksel** olarak aktivasyonu ile **transdiyafragmatik basıncın** belirlenmesi
- Diyafragma gücünü saptamada **altın standart**

# VIDD-Tanı

- Transdiyafragmatik basınç (Pdi) diyafragma boyunca oluşan basıncı gösterir
- Pdi ölçümü için biri mideye diğeri özofagus olmak üzere iki balon katater yerleştirmek gerekir
- **$P_{di} = P_{ab} - P_{pl} = P_{ga} - P_{es}$**

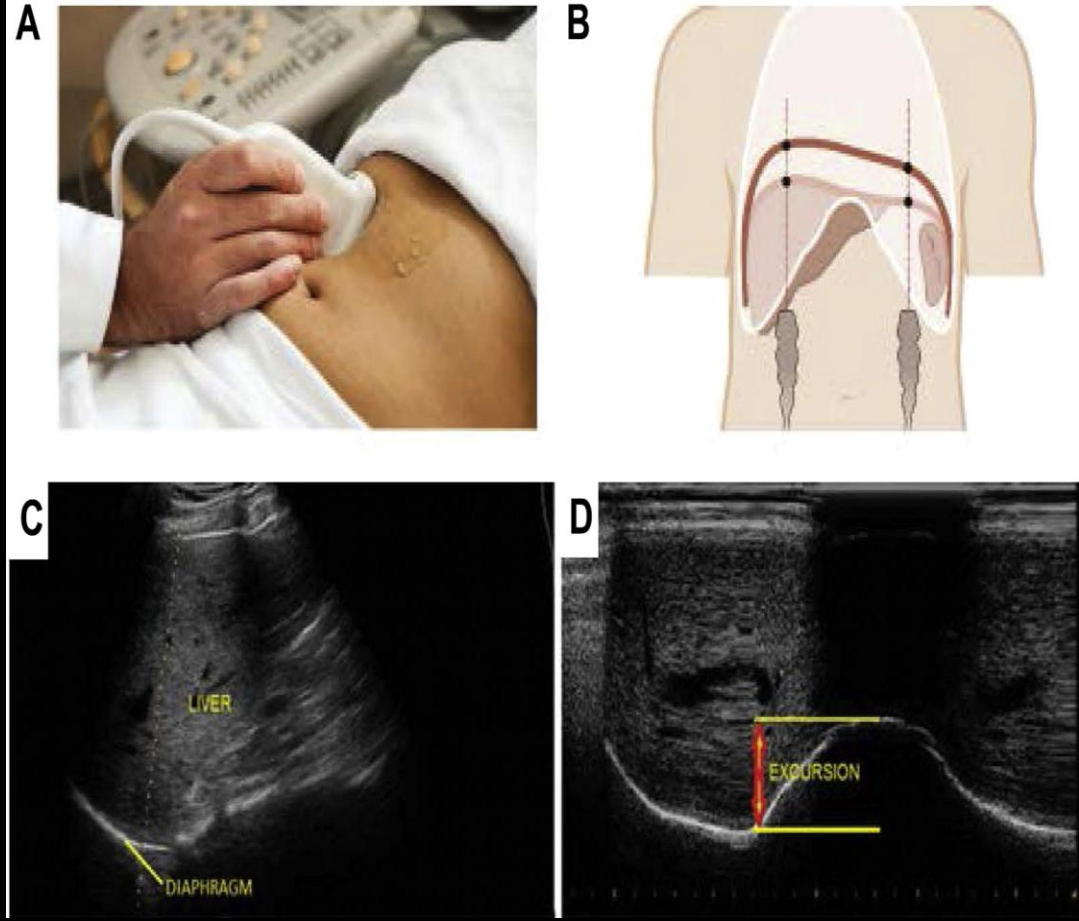


# VIDD-Tanı

- Sağlıklı gönüllülerde PdiTw 28-38 cmH<sub>2</sub>O
- %30 olguda <5cm H<sub>2</sub>O
- Sadece %6 olguda >15 cmH<sub>2</sub>O

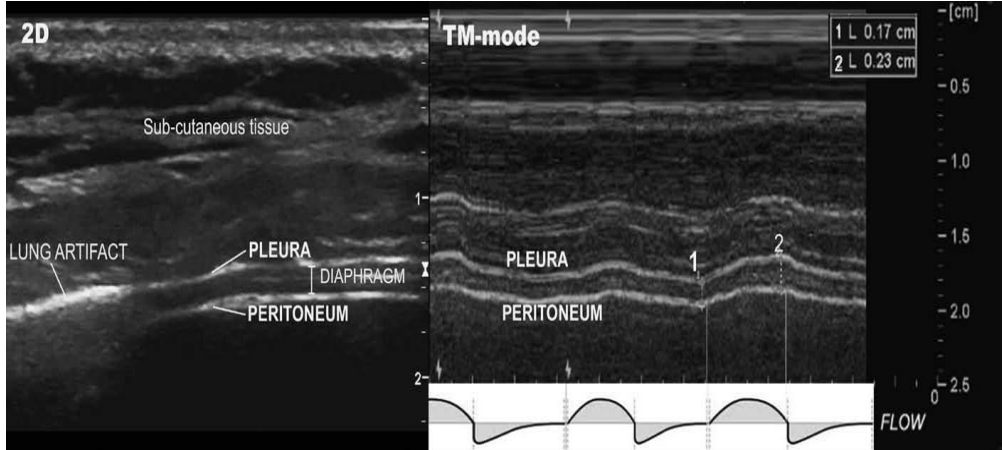
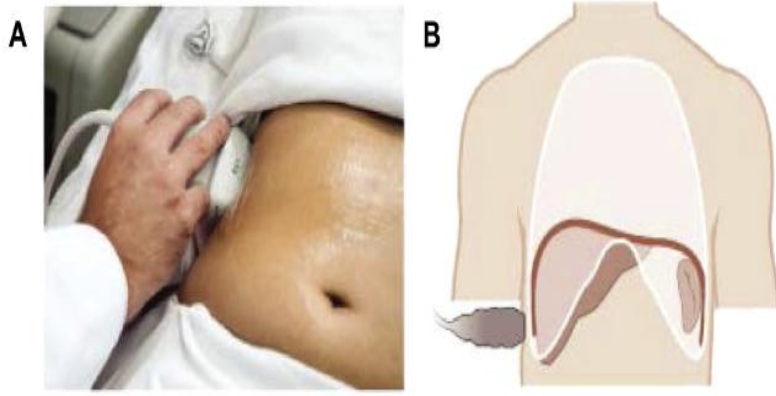


# VIDD-Tanı



- Normal **diafragmatik ekskürsiyon**(solunum siklüsünde hareketi) sınırları 0.9-9 cm
- <10-15 mm
- Erkeklerde ↑
- Derin nefes alma>Burun çekme>normal solunum

# VIDD-Diyafraqma USG



- MV'nun ilk günlerinde **diyafraqma kalınlığında** azalma (atrofiye işaret eder) daha düşük weaning olasılığına işaret eder
- <2 mm



# VIDD-Diyafragma USG

- Avantaj

Yatakbaşı uygulanabilir  
Noninvaziv

- Dezavantaj

Uygulayıcıya bağlı değişken sonuçlar-eğitim gerekli  
Diafragmanın motor uyarılmasında sorunlara bağlı(sedasyon) değişken olabilir  
YBÜ'de kullanımı ile ilgili RKÇ yok

# Mechanical Ventilation and Diaphragmatic Atrophy in Critically Ill Patients: An Ultrasound Study

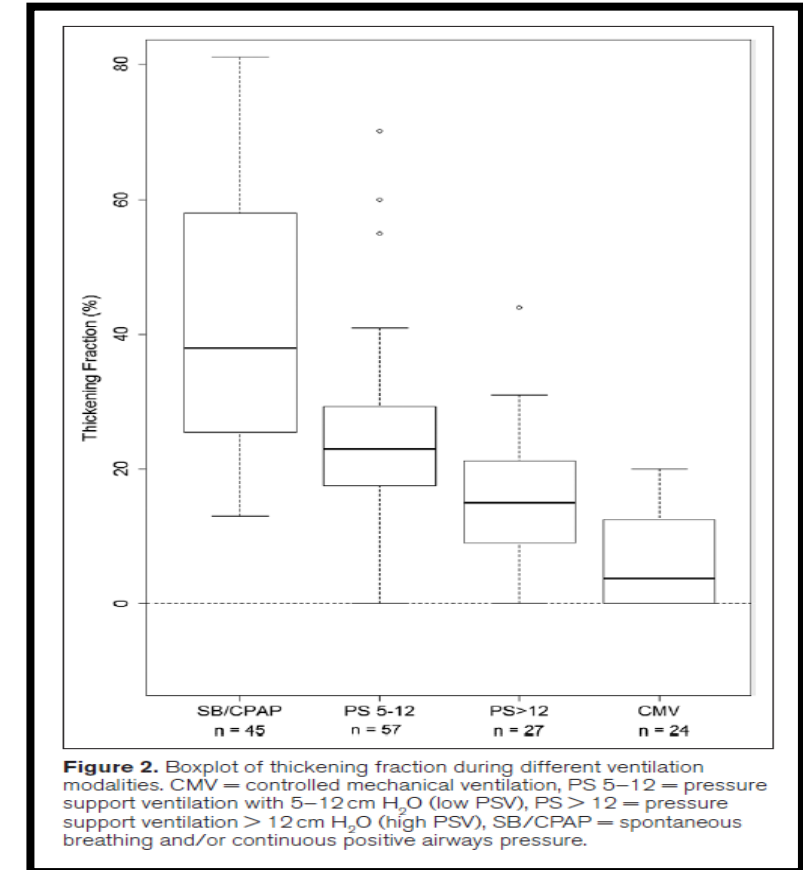
Massimo Zambon, MD<sup>1</sup>; Paolo Beccaria, MD<sup>1</sup>; Jun Matsuno<sup>2</sup>; Marco Gemma, MD<sup>1</sup>; Elena Frati, MD<sup>1</sup>;

**TABLE 1. (Continued). Characteristics, Ultrasonographic Data, and Outcomes of the 40 Patients Who Underwent the 153 Ultrasound Assessments**

Daily atrophy rate for ventilation classes (%)

SB/CPAP	+2.3 ± 9.5
PS 5–12	-1.5 ± 10.9
PS > 12	-5.6 ± 12.9
CMV	-7.5 ± 12.3

SB = spontaneous breathing, CPAP = continuous positive airway pressure, PS = pressure support, CMV = controlled mechanical ventilation.





# Diaphragm dysfunction during weaning from mechanical ventilation: an underestimated phenomenon with clinical implications

**Table 1** Prevalence of diaphragm dysfunction at weaning from mechanical ventilation

Author [ref]	Populations	Prevalence
Studies using ultrasound		
Kim et al. [8]	Medical ICU	24/82 (29%)
Jiang et al. [47]	Medical ICU	20/55 (36%)
DiNino et al. [34]	Medical ICU	15/66 (23%)
Lu et al. [48]	Prolonged MV	14/41 (34%)
Studies using pressure generating capacity		
Watson et al. [15]	Medical ICU	26/33 (79%)
Supinski et al. [49]	Medical ICU	48/57 (84%)
Jung et al. [5]	Medical-surgical ICU-AW	32/40 (80%)
Laghi et al. [50]	Prolonged MV – COPD	12/16 (75%)
Dres et al. [6]	Medical ICU	48/76 (63%)
Lerolle et al. [17]	Post-cardiac surgery	19/28 (68%)

ICU: intensive care unit; MV: mechanical ventilation; ICU-AW: ICU-acquired weakness; COPD: chronic obstructive pulmonary disease

## BMJ Open Ultrasound assessment of diaphragmatic dysfunction as a predictor of weaning outcome from mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis

**Conclusions** Both DE and DTF showed good diagnostic performance to predict weaning outcomes in spite of limitations included high heterogeneity among the studies. DD was found to be a predictor of weaning failure in critically ill patients.

# VIDD-Tedavi

- **Parsiyel diafragma aktivasyonu** (AC,ASV,kısa periyodlarla aralıklı spontan solunumlar)
- Frenik sinir stimülasyonu
- MV öncesi riskli hastalarda diafragmatik rezervi arttırma egzersizleri güçlendirme
- Farmakolojik ajanlar ???
  - Mitokondri hedefli antioksidanlar
  - Proteolitik yolak modölatörleri
  - Miyofilament kalsiyum duyarlığını arttıran ilaçlar

# Sonuç

- VALI

Düşük tidal volüm

Özellikle düşük dinamik strain(Driving pressure)

PEEP etkisi tartışmalı

Dinamik diğer değişkenler gözardı edilmemeli(SS sayısı,akım hızı)

Mekanik güç yeni trend

- VIDDD

Hızla gelişen tablo

Sepsise bağlı myopati dışlanmalı

Tanıda Diafragma USG ümit vadediyor

Kontrollü mod kullanımından kaçınmalı

Diyafragma uyarıcı tedaviler??

TEŞEKKÜRLER