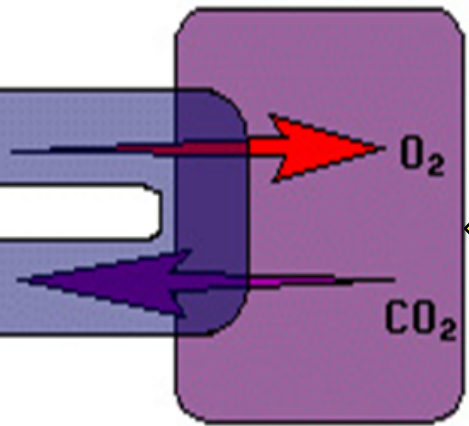
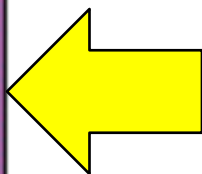
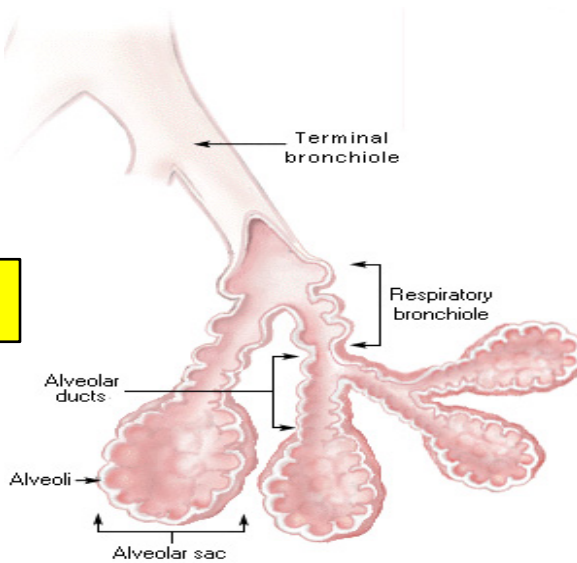
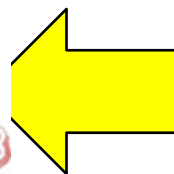
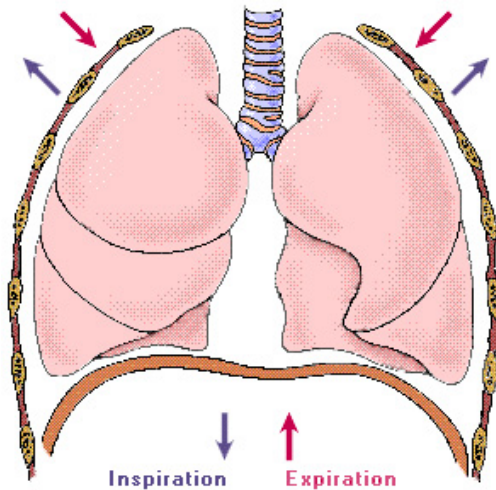
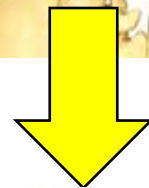
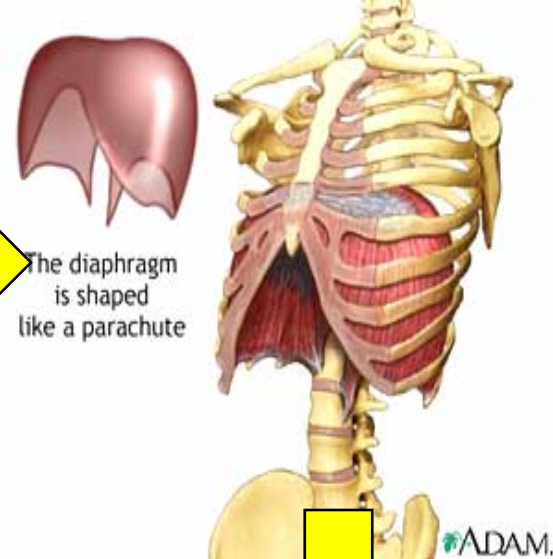
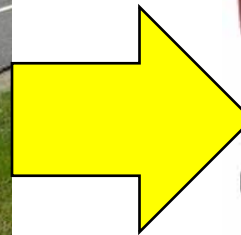
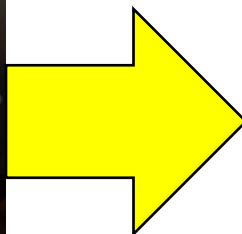
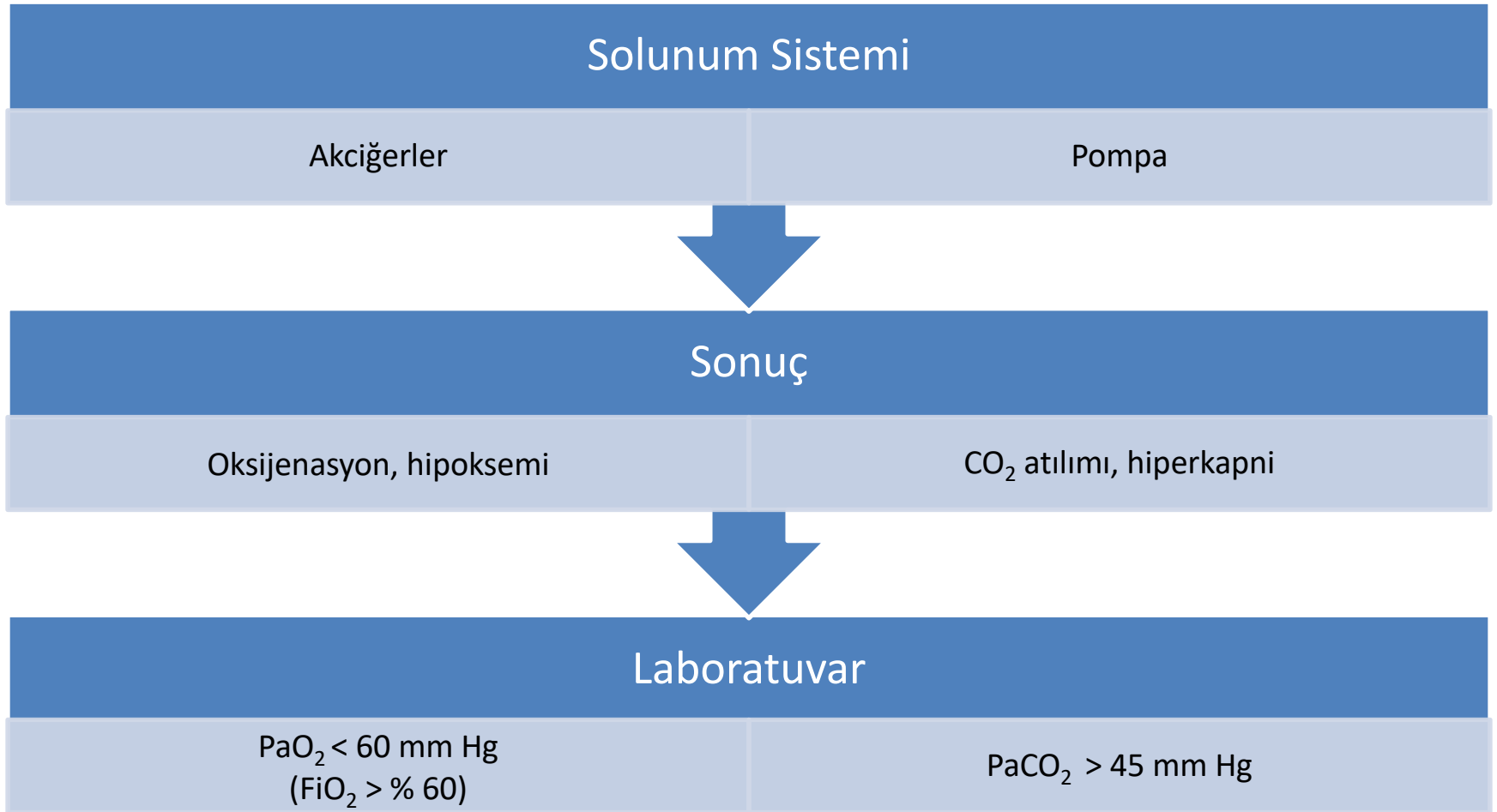


Solunum Yetmezliği

Prof. Dr. Kürşat Uzun



Solunum yetmezliği



Solunum yetmezliği

- Tip 1, Hipoksemik
 - Normokapni, hipokapni, hiperkapni
- Tip 2, Hiperkapnik
 - Hipoksemik

Solunum yetmezliği

Hipoksemik

- Akut
 - Ani hayatı tehdit edici
 - Ani şuur bulanıklığı
- Kronik
 - Polisitemi
 - Kor pulmonale

Hiperkapnik

- Akut
 - Ani yükselme
 - Bikarbonat normal
- Kronik
 - Yavaş yükselme
 - Bikarbonat yüksek

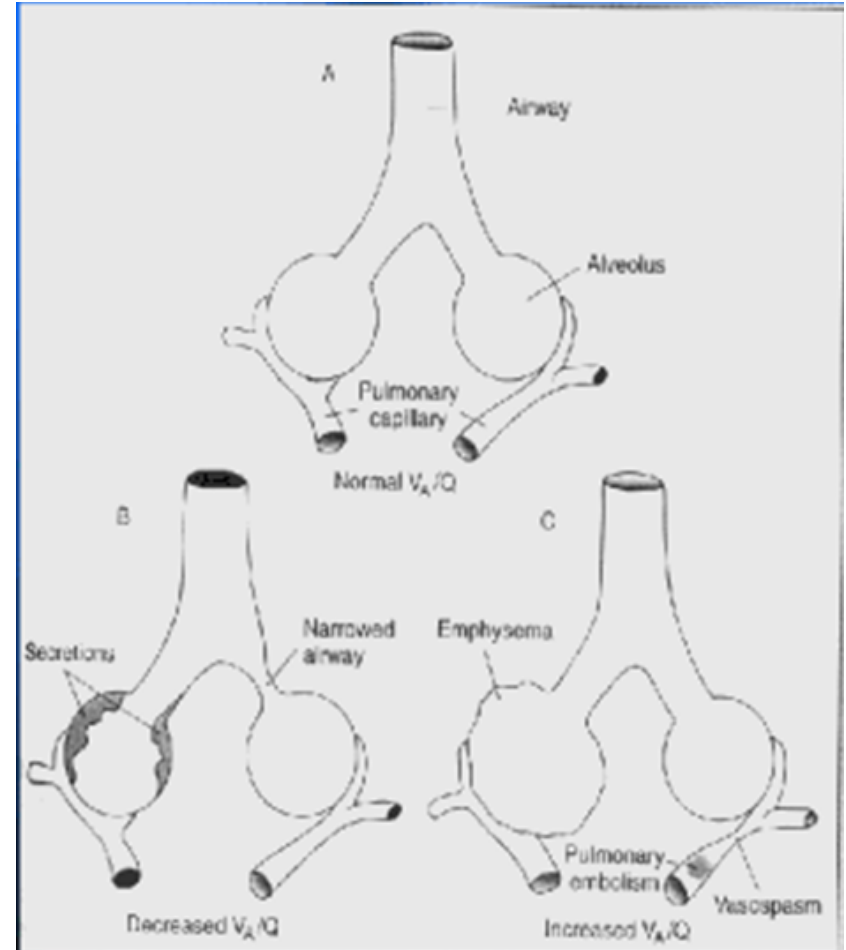
Hipoksemik SY

Hipokseminin Oluş Nedenleri;

- Solunan havadaki oksijen miktarındaki azalma
- Akciğer hastalıklarında meydana gelen hipoksemi;
 - Ventilasyon/perfüzyon dengesizliği
 - KOAH ve astım
 - Şant
 - Akciğer ödemi, ARDS
 - Difüzyon bozukluğu
 - Fibrozis ve akciğer embolisi
 - Alveoler hipoventilasyon
 - KOAH, obezite hipoventilasyon sendromu, nöromusküler ve göğüs duvarı hastalıkları

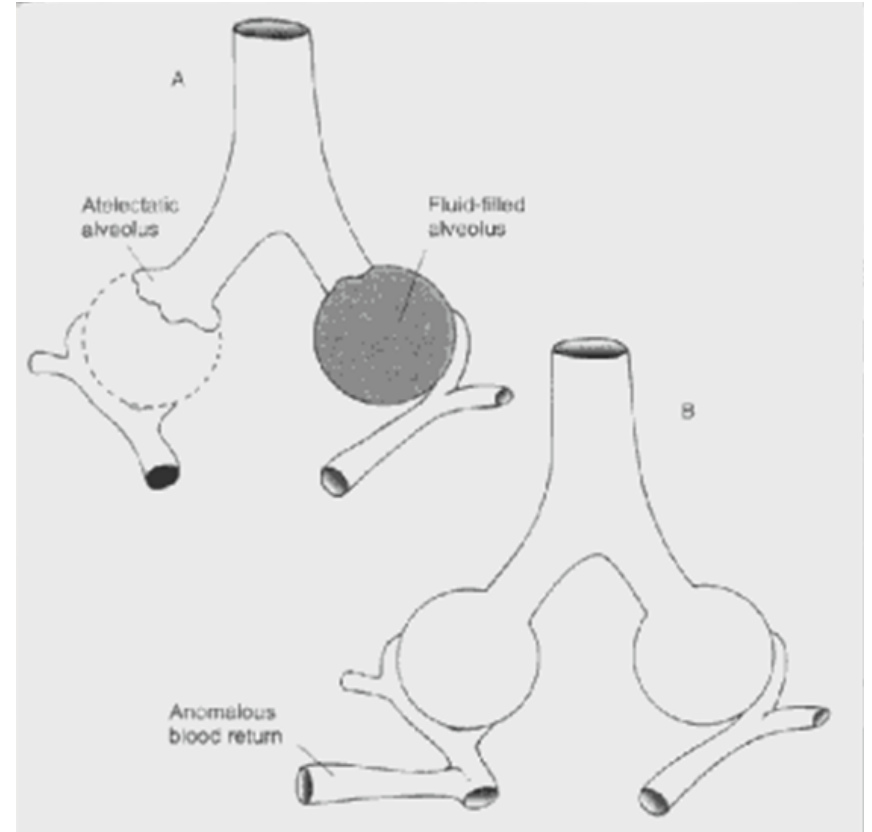
Ventilasyon/perfüzyon dengesizliği

- En yaygın mekanizma
- Normal
 - Ventilasyonun 4 L/dk
 - Perfüzyonun 5 L/dk
 - $V/Q = 0.8$
- PaCO_2 normal veya yüksek olabilir.
- A-a PO_2 gradiyenti
 - İndirekt ölçüm
 - <20 mmHg
 - Yaş ve FiO_2 ile değişir
 - FiO_2 'deki her %10 artmaya bağlı olarak 5-7 mmHg artar.
 - Artmıştır
- %100 FiO_2



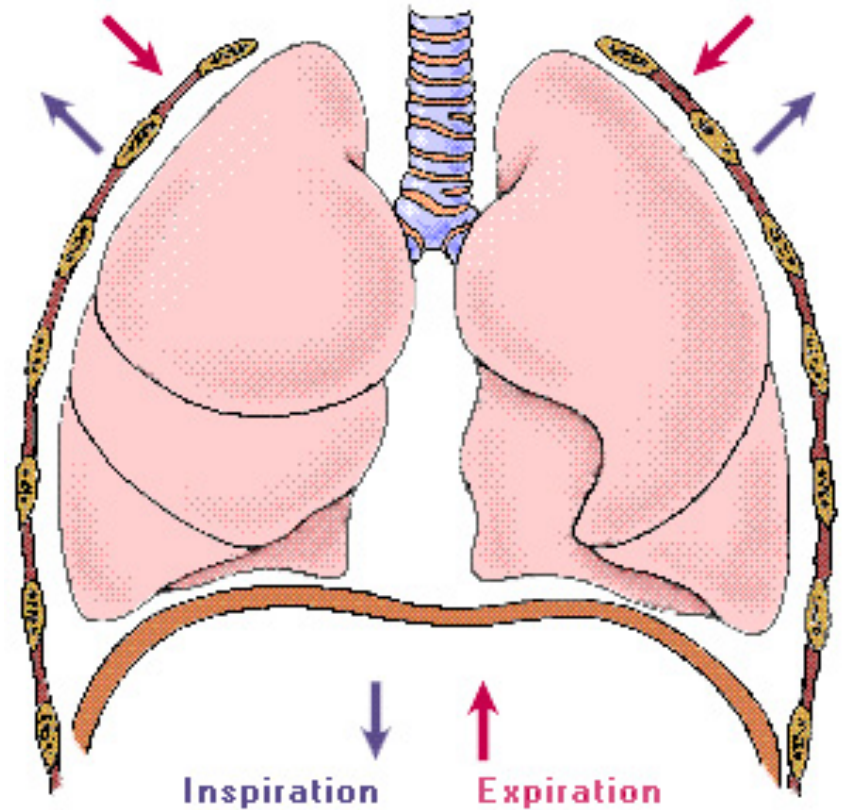
Şant

- Fizyolojik (venöz karışım)
 - Pnömoni, atelektazi, kardiojenik akciğer ödemi, AAH ve ARDS
- Anatomik
 - Arterio-venöz malformasyon
- Hipokapni
 - Hiperventilasyon
- Hiperkapni
 - Şant (%60) artınca



HİPOVENTİLASYON

- Hipoksemi ve Hiperkapni
- V/Q dengesizliği yoktur,
 - $P_{A-a}O_2$ normaldir.
- Akciğer hastalıkları
- SSS'de solunumun baskılanması
 - İlaçlar
 - Obezite-hipoventilasyon sendromu
- Periferik nöropati
 - Kritik hastalık polinöropati
 - Guillain-Bare sendromu
- Kas zayıflığı
 - Kritik hastalık myopatisi
 - Hipofosfatemi
 - Magnezyum eksikliği
 - Myastina gravis



Hiperkapnik SY

- Alveoler CO_2 = arteryel CO_2
- Üretilen CO_2 ($V'\text{CO}_2$) = $V'A \times$ alveolar CO_2
- Alveolar CO_2 = $V'\text{CO}_2 / V'A$
- $V'E = f \times V_T$
- $V'A = V'E - V'ds$
- $V'A$ azalması
 - $V'ds/V_T$ oranında artma
 - $V'ds$ artması
 - V_T azalması
 - Veya ikisi
 - $V'E$ de azalma
 - Her ikisi

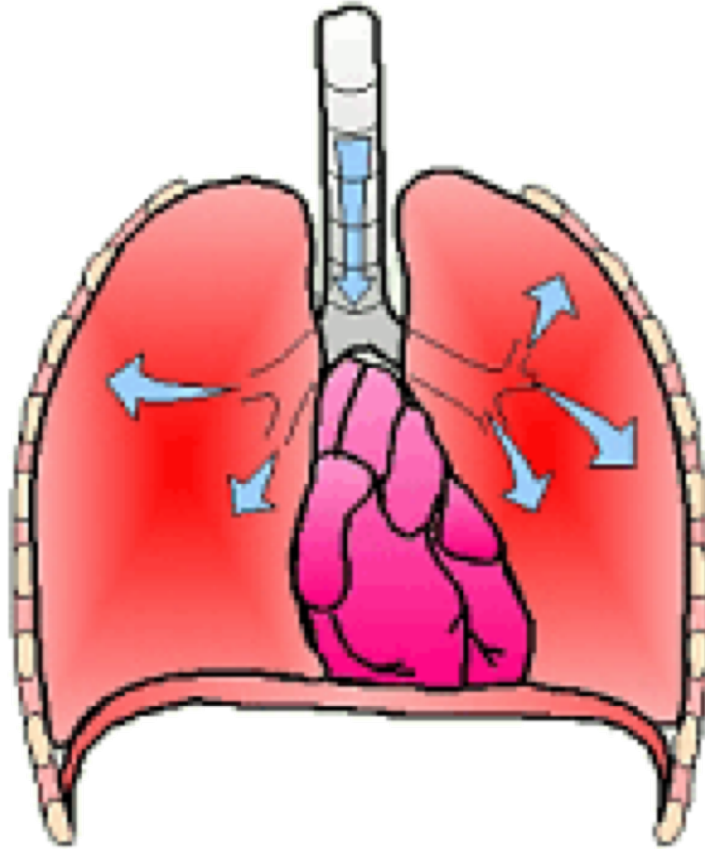
$V'\text{CO}_2$ artması

- Hipertemi
 - Her bir derece için %14
 - Özellikle kas aktivitesi $\uparrow$
 - İnspiratuar kas 800ml/dk
- $V'\text{CO}_2$
- Solunum baskılanır
 - PaCO_2 artar

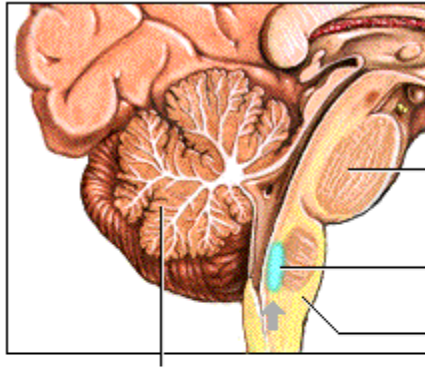
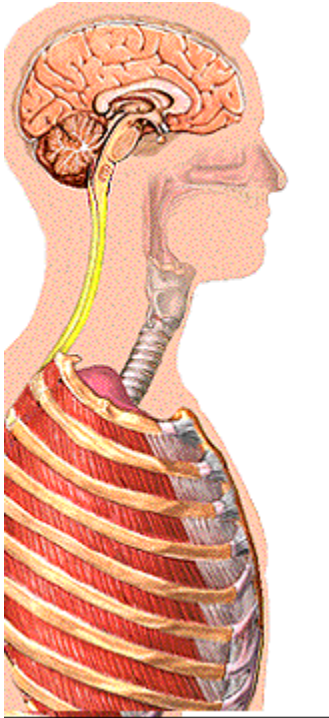
Alveoler ventilasyon

- Total ventilasyon değişmeksizin
 - f azalması
 - V_T artar
 - $V'E$ sabit tutmak için
 - $V'ds/VT$ azalır
 - $V'A$ artar
 - **$PaCO_2 \downarrow$ (hipokapni)**
 - f artması
 - V_T azalır
 - $V'E$ sabit tutmak için
 - $V'ds/VT$ artar
 - $V'A$ azalır
 - **$PaCO_2 \uparrow$ (hiperkapni)**
 - KOAH'da hızlı yüzeysel solunum
- Total ventilasyon azalması
 - f azalması
 - $V'ds/V_T$ etkilenmeden
 - $V'A$ azalır
 - $V'E$ azalır
 - V_T azalması
 - $V'E$ azalır
 - f azalmaz
 - $V'ds/V_T$ artar
 - $V'A$ azalır
 - $PaCO_2$ de artma

Pompa yetersizliği



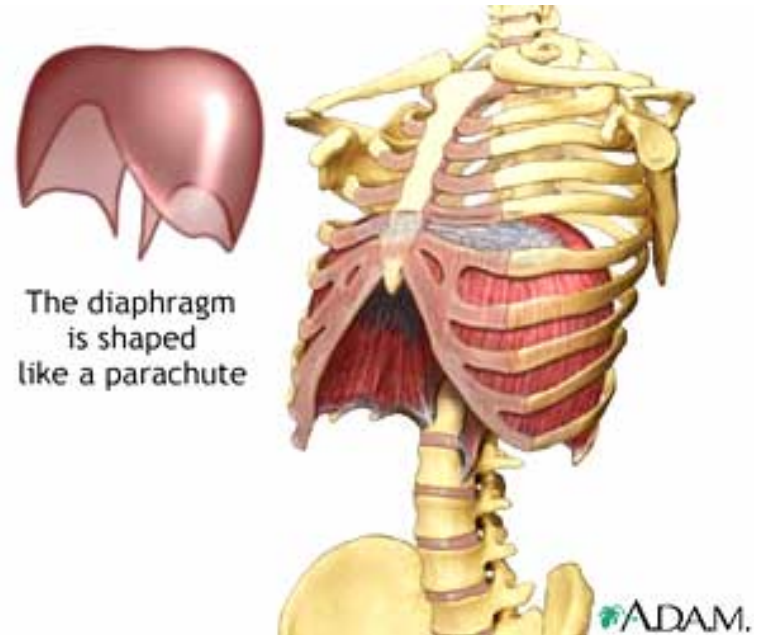
1- SSS'in kas kontrolünde yetersizliği



- Uyarı yetersizliği
 - Anestezi
 - Aşırı doz ilaç
 - Medulla hastalığı

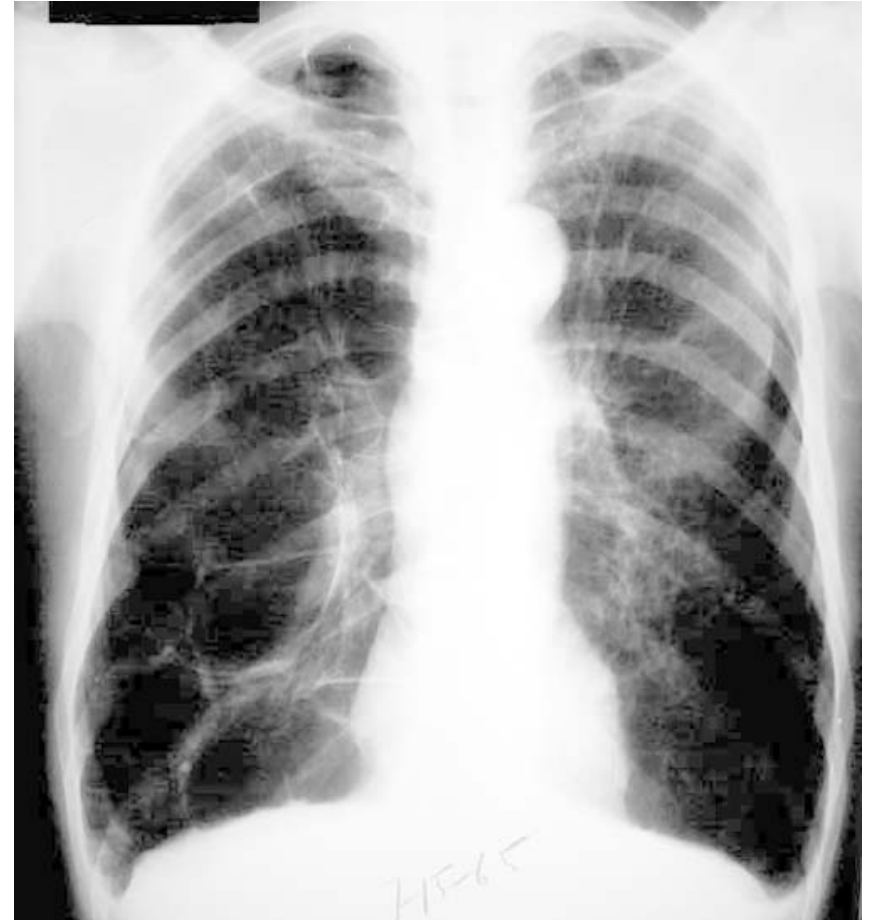
2- Mekanik bozukluk

- Göğüs duvarı
 - Yelken göğüs
 - Kifoskolyoz
- Sinir iletimi
 - Guillain-Barre sendromu
- Anterior boynuz hücre
 - Poliomyelitler
- Solunum kas hastalıkları
 - Myopatiler



Mekanik bozukluk

- Hiperinflasyon
- İnspirasyon kas mekanikliğinde azalma
- KOAH
- Astım atak



3- Solunum iş yükünde artma



- İspirasyon kaslarda yorgunluk
- Yeterli plevra basıncı oluşmama
- $V'A$ azalması

Hiperkapnik SY

1-Akut hiperkapnik SY

2- Kronik hiperkapnik SY

3- Kronik hiperkepnik SY de akut SY

Akut Hiperkapnik SY

- Sedasyonda kullanılan ilaçlar.
- SSS hastalıkları (ensefalit, stroke ve travma)
- Spinal Kord travması, Transver myelitler
- ALS, Poliomyelit, Myastina Graves
- Muskuler distrofi
- Akut Hiperinflasyon
- Göğüs duvarı anormallikleri
- Akciğer Hast. (Astım, KOAH, Akc Ödemi, pnömoni, Bronşektazi
- Sepsis

$V'E \downarrow$ $V'ds \uparrow$

Weaning

- Akut hiperkapnik SY
- MV desteği kesildikten sonra kas yorgunluđuna bağlı olarak
- Hızlı yüzeyel solunum
- Weaning kararı uygunluđu

Kronik Hiperkanik SY

- KOAH
- Kifoskolyoz
- Torakoplasti
- Obezite
- Plevra efüzyonu
- Nöromuskuler hastalıklar
- Skleroderma
- Polimiyozitis
- SLE
- Primer alveoler hipovekilasyon

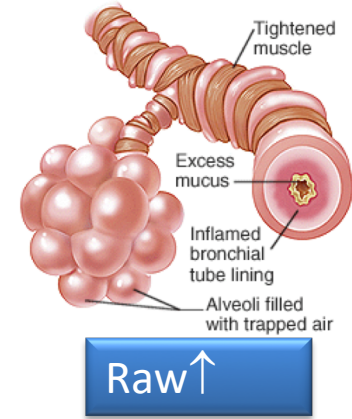
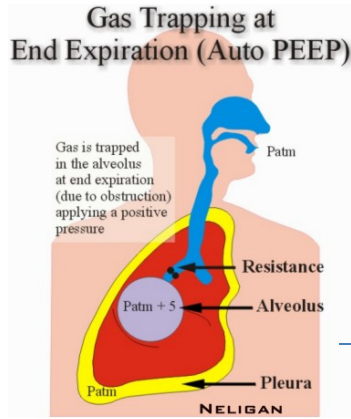
Akut-Kronik Hiperkapnik SY

- KOAH
- Kifoskolyoz
- Nöromusküler hastalıklar

KOAH-SY

- Akut atak solunum yetmezliğinin en sık nedeni
- Akut atak sırasında hiperkapninin bulunması kötü prognoz işareti
- Bun olay hastalığın şiddeti ile ilişkili
- MV uygulanan KOAH'lılarda 1 yıllık yaşam %40
 - YB kabulünde $\text{PaCO}_2 > 50$ mmHg olanlarda
 - Komorbid durumlar
- $\text{pH} > 7.30$ ölüm %15, < 7.30 ölüm %27 (MV yok)
- Kalıcı hiperkapni ve hipoksemi kötü prognoz işareti
- NIMV son 20 yılda ilk seçenek tedavi

Bronkospazm Mukus artışı Havayolu inflamasyonu



Diafragma düzleşmesi

PEEPi ↑

Elastik rekoil ↑

↑WOB

Kas zayıflığı

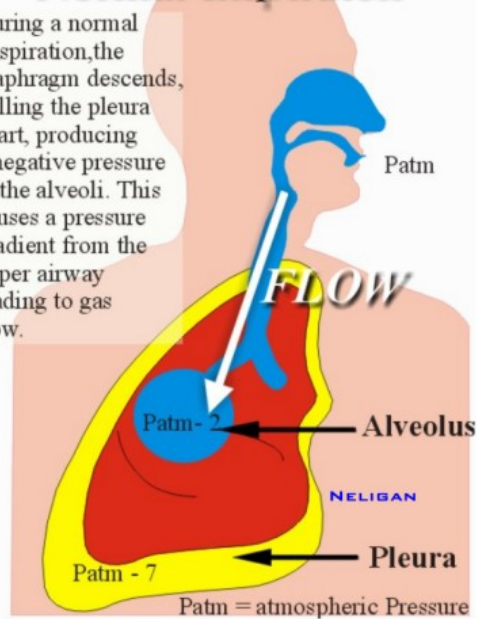
Solunum Kas yetersizliği

VT ↓

CO₂ ↑

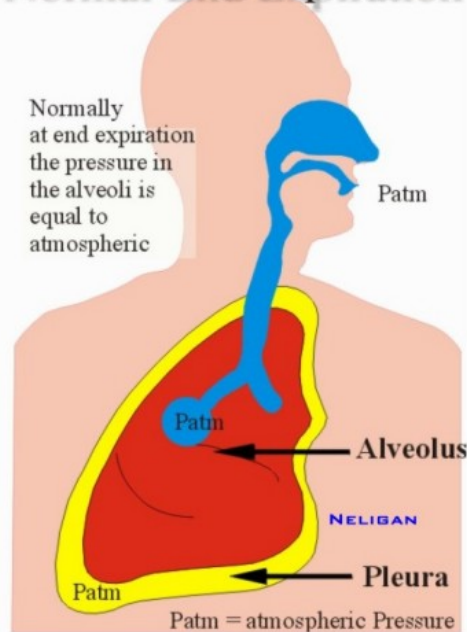
Normal Inspiration

During a normal inspiration, the diaphragm descends, pulling the pleura apart, producing a negative pressure in the alveoli. This causes a pressure gradient from the upper airway leading to gas flow.



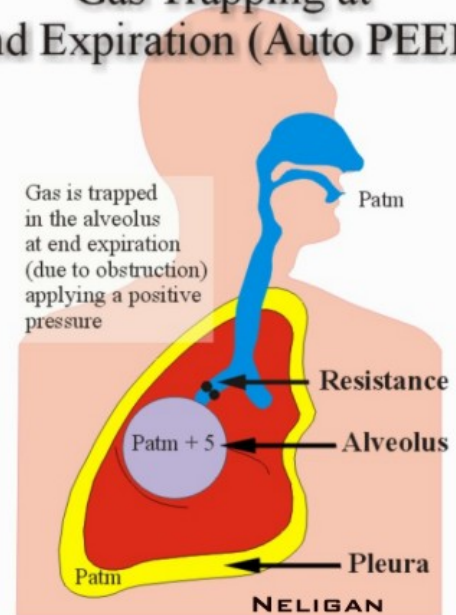
Normal End Expiration

Normally at end expiration the pressure in the alveoli is equal to atmospheric



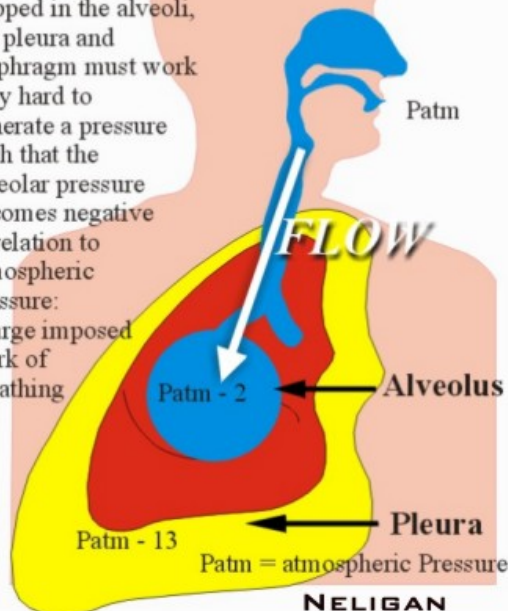
Gas Trapping at End Expiration (Auto PEEP)

Gas is trapped in the alveolus at end expiration (due to obstruction) applying a positive pressure



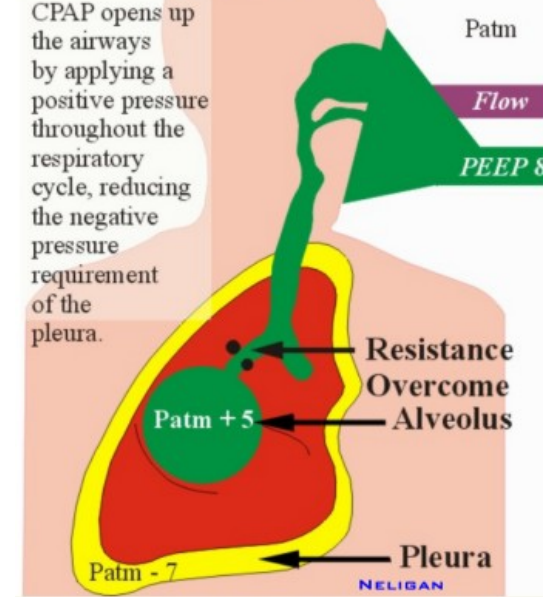
Auto PEEP - inspiration

In order to permit gas flow when gas is trapped in the alveoli, the pleura and diaphragm must work very hard to generate a pressure such that the alveolar pressure becomes negative in relation to atmospheric pressure: a large imposed work of breathing



Application of CPAP

CPAP opens up the airways by applying a positive pressure throughout the respiratory cycle, reducing the negative pressure requirement of the pleura.



TEDAVİ

- Yeterli Oksijen Tedavisi
- Altta Yatan Hastalığın Etkin Tedavisi
 - Enfeksiyon
 - Bronkodilatör
- NIMV
 - Yardımcı solunum kaslarının kullanımı, Paradoksal solunum
 - SS >25, Artan dispne
 - $\text{PaCO}_2 > 45\text{mmHg}$, $\text{pH} < 7.35$, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$
 - Uygun Hasta
- MV
 - Apne veya solunumun olmaması
 - ASY
 - Gerçekleşmek üzere olan SY
 - Artmış solunum işi

Akut Hipoksemik SY

- En şiddetli formu ARDS
 - $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$ mmHg
 - İki taraflı infiltrasyon
 - Sol kalp yetersizlik bulgusunun olmaması
 - Görülme sıklığı %2.4-7.4
 - MV alan hastalarda daha sık %11-23
- ALI
 - Daha az şiddetli
 - $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ mmHg
- Diğer formlar yaygın değil

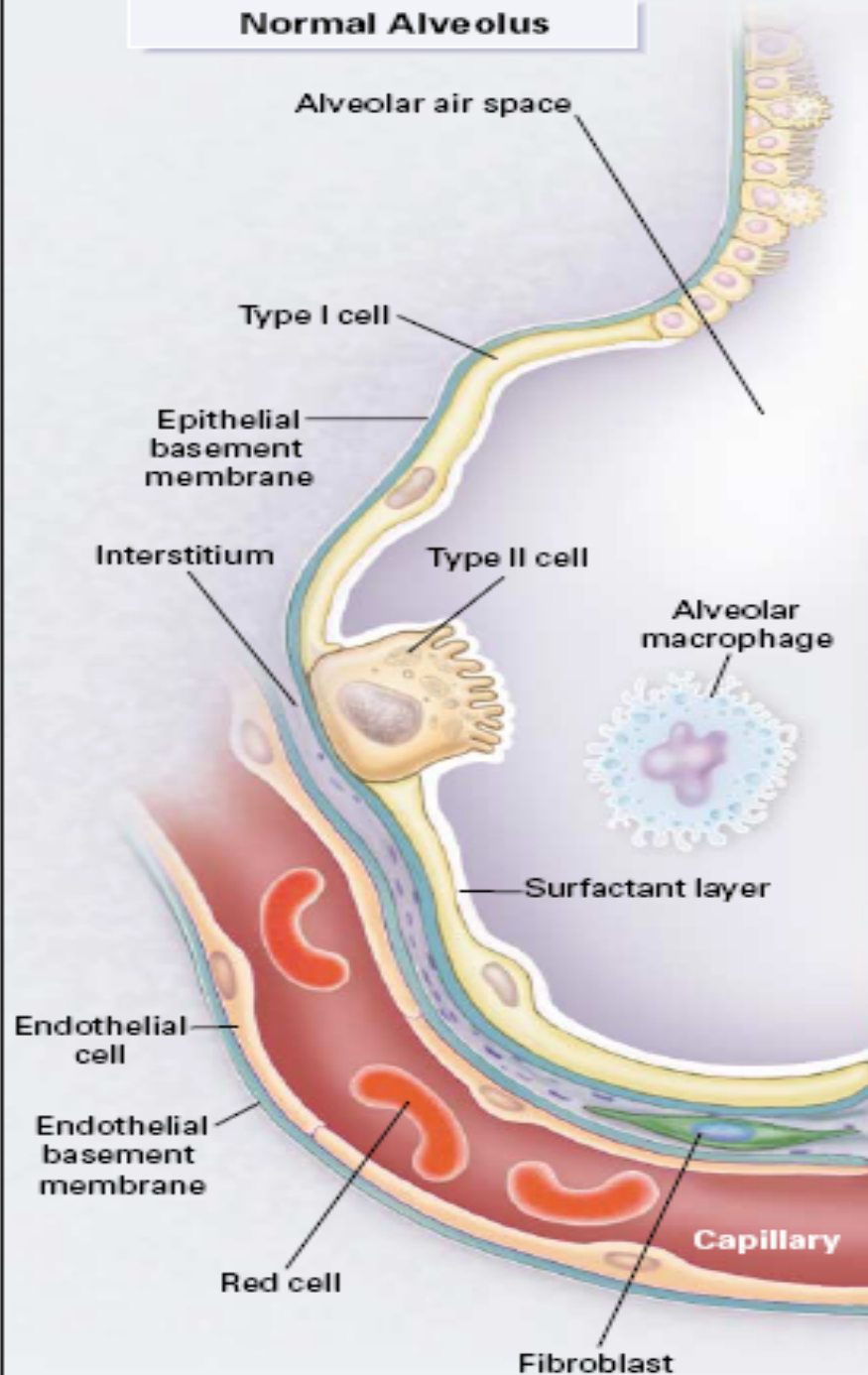
ARDS

- Solunum sistem kompliyansı azalır
- FRC azalır
- Akciğer endotelyal ve alveoler permeabilitede artma var
- Tanımlar farklı insidans bilinmiyor.
- 150000/yıl ABD, 60/100000 her yıl

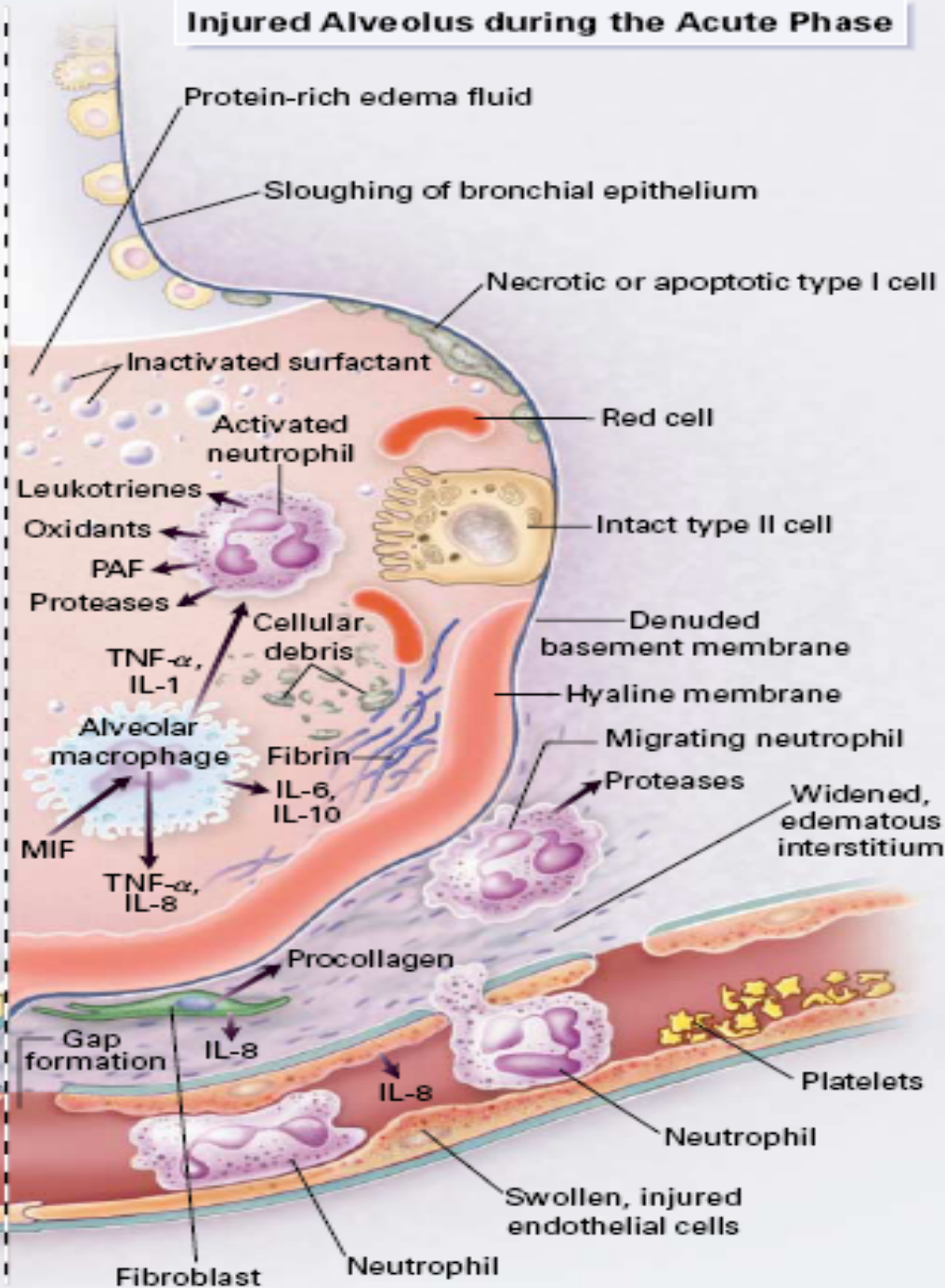
NEDEN

- Direkt;
 - alveoler ödem, fibrin, kollegen, nötrofil, kan ve pulmoner konsolidasyon gelişir.
 - » Akciğer kaynaklı
 - » Pnömoni
 - » Mide aspirasyonu
 - » Pulmoner kontüzyon
 - » Duman inhalasyonu
- İndirekt
 - Mediatorlar aracılığıyla, primer hedef pulmoner endotel hücreleri ve inflamasyon ağı aktivasyonu; mikrovasküler konjesyon ve interstisyel ödem, alveol korunmuştur.
 - Sepsis
 - Travma
 - Multipl transfüzyon
 - DIC
 - Kardiopulmoner by pass
 - Yağ embolisi
- Pnömonide ilk önce direkt sonra indirekt bulgular gelişebilir.

Normal Alveolus



Injured Alveolus during the Acute Phase



Tedavi

- Altta yatan hastalığın tedavisi
- Kardiopulmoner destek
 - MV
- Akciğer hasarı spesifik tedavisi (steroid, inhale NO, Surfaktan tedavisi)

Akciğer koruyucu ventilasyon

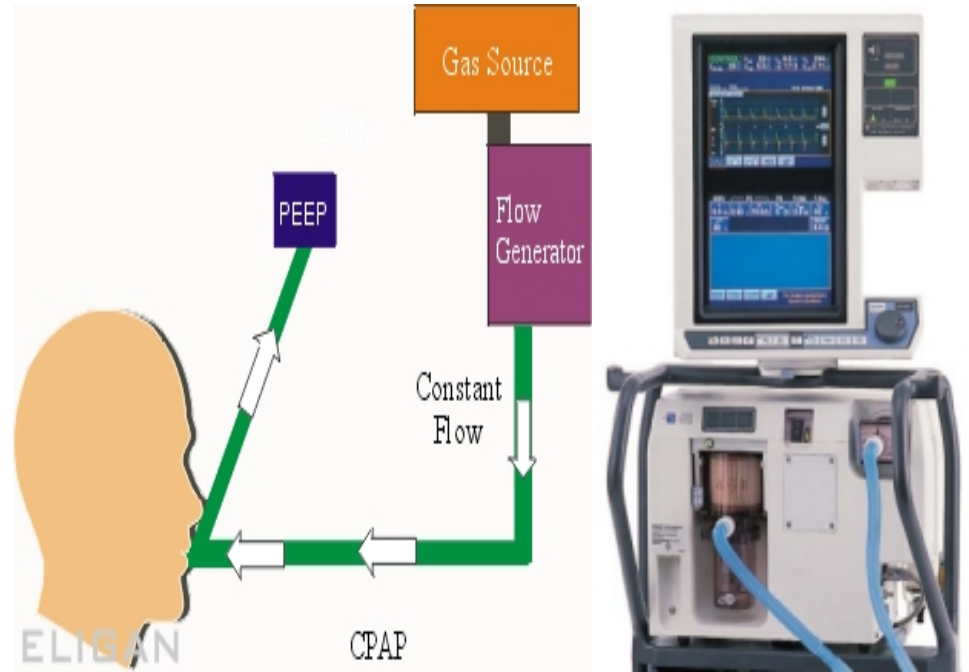
Table 1
Clinical studies of lung protective ventilation

Study	Patients	Intervention group	Control group	Outcome
ARDS Network	861	V _T 6 mL/kg PBW; PEEP 9 cm H ₂ O	V _T 12 mL/kg PBW; PEEP 9 cm H ₂ O	Mortality reduced from 40% to 31%
Brower	549	V _T 6 mL/kg PBW; PEEP 13.2 ± 3.5 cm H ₂ O	V _T 6 mL/kg PBW; PEEP 8.3 ± 3.2 cm H ₂ O	Clinical outcomes similar with lower or higher PEEP
Amato	53	V _T 6 mL/kg measured weight; PEEP 15 cm H ₂ O	V _T 12 mL/kg; PEEP 9 cm H ₂ O	Mortality reduced from 71% to 38%
Villar	103	V _T 7.3 ± 0.9 mL/kg PBW; PEEP 14.1 ± 2.8 cm H ₂ O	V _T 10.2 ± 1.2 mL/kg PBW; PEEP 7.3 ± 0.9 cm H ₂ O	ICU mortality reduced from 53% to 32%
Stewart	120	V _T 7 mL/kg measured weight; PEEP 9 cm H ₂ O	V _T 11 mL/kg; PEEP 7 cm H ₂ O	No difference in mortality
Brochard	116	V _T 7 mL/kg dry weight; PEEP 11 cm H ₂ O	V _T 10 mL/kg; PEEP 11 cm H ₂ O	No difference in mortality
Brower	52	V _T 7 mL/kg PBW; PEEP 8 cm H ₂ O	V _T 10 mL/kg PBW; PEEP 10 cm H ₂ O	No difference in mortality

Abbreviations: PBW, predicted body weight; PEEP, positive end-expiratory pressure; V_T, tidal volume.

Mekanik Ventilasyon

Hastanın kendi başına solunum işini yürütmedeki yetersizliğine bağlı olarak bir makine aracılığıyla hastaya pozitif veya negatif basınç ile yardım etme işlemi olarak tanımlanır.



Mekanik Ventilasyon

- Amaç;
 - Kalıcı veya geçici olarak gaz alışverişinin ve solunum pompa görevinin bozulduğu durumlarda kısmen veya bütün olarak bu fonksiyonları değiştirmek
 - Mümkün olan az bir komplikasyon ve homeostazın kesilmesi ile bu fonksiyonları sağlamak

Fizyolojik Amaçlar;

- Alveolar ventilasyonu sağlamak
- Arteriyel oksijeni düzeltmek
- İnspirasyon sonrası akciğer havalanmasını artırmak
- Ekspirasyon sonu havalanmayı artırmak (FRK)
- Solunum iş yükünü azaltmak (solunum kas yükü)

Klinik Amaçlar;

- Akut respiratuar asidozisi tersine çevirmek
 - Asidemi hayatı tehdit eder
- Hipoksemiye düzeltmek
 - $\text{PaO}_2 > 60 \text{ mmHg}$, $\text{sat O}_2 \geq \%90$
- Solunum sıkıntısını gidermek
 - Altta yatan hastalık düzelirken hasta konforunu sağlamak
- Atelektazileri gidermek veya düzeltmek
- Solunum kas yorgunluğunu gidermek
- Sedasyon veya nöromusküler bloğa izin verir
- Sistemik veya kalp oksijen tüketimini azaltır
- Kafa içi basıncı azalması
- Göğüs duvarını stabilize eder

MV Endikasyonu

- Apne ve Olası solunum durması
- KOAH akut atak
- Akut şiddetli astım
- Nöromuskuler hastalıklar
- Akut hipoksemik solunum yetmezliği
- Kalp yetmezliği ve kardiyojenik şok
- Yelken göğüs
- Kafa travması

Ventilatör Seçimi

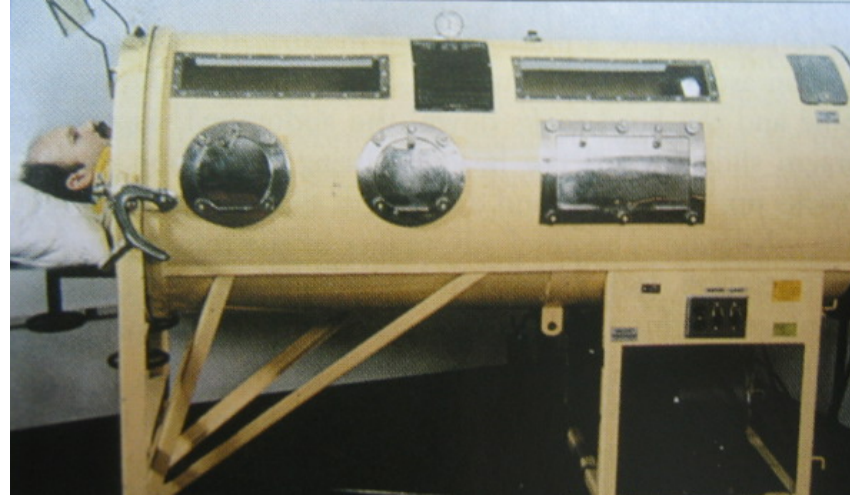
- Klinisyenin seçimi
- Hastanın ihtiyacı
- Basit, taşınabilir
- Akut
 - IMV
 - NIV, BIPAP
- Kronik
 - Ev tipi ventilatör
 - BIPAP
 - Basınç
 - Volüm
 - CPAP

Ventilatörler

Değişkenler	Yoğun bakım ventilatörleri	Bilevel cihazlar
İnspiratuar basınç	+++	++
Kaçak toleransı	+	++
Farklı modlar	++	+
Alarmlar	++	+
Monitörizasyon	++	+
Oksijen blendir	++	+

Negatif

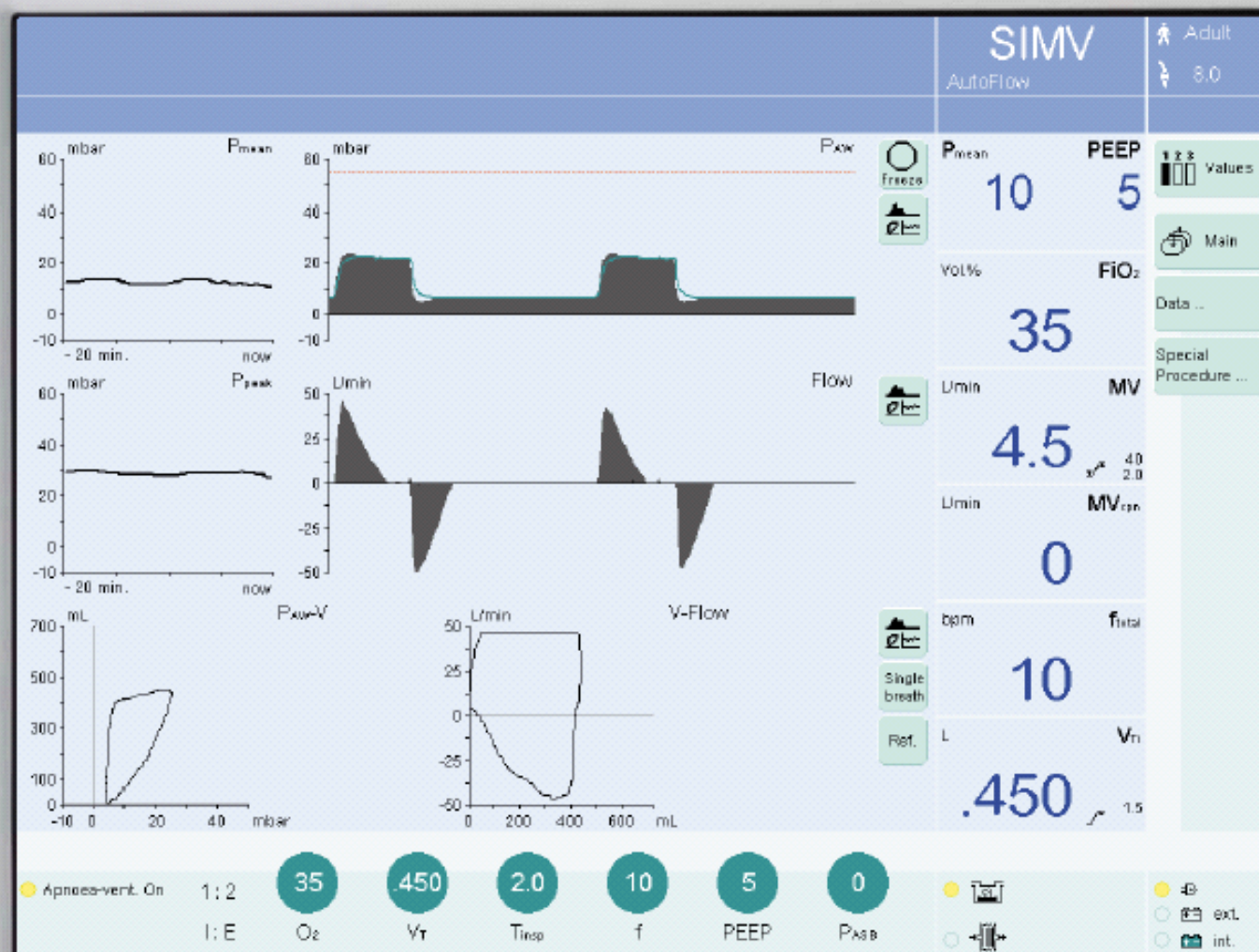
- Tank tipi NNIPV; 1938 yılında bir İskoç
- Cuiras (kabuk) göğüs ventilatörleri
- Yağmurluk ventilatörleri
- Pnömobelt; intermitant abdominal basınç v.



Pozitif basınçlı Yoğun bakım ventilatörü







CONTROL P_{FIO_2} 24 f_{TOT} 10 V_{TE} 91
 $P_{\text{CIRC MAX}}$ 24 P_{FIO_2} 2.9 $I:E$ 1:7.6 $V_{\text{E TOT}}$.91

Goal Time: 10:39 25 March 1999
 Humidification Type: Pediatric Non-heated exhalate



SIMV	PC		PS	V-TRIG	7.5 kg
f 10 $\frac{1}{\text{min}}$	T_i 0.70	P_i 20.0 cmH_2O	P_{EEP} 5 cmH_2O	V_{max} 2.0 $\frac{1}{\text{min}}$	O_2 70 %
f 25 %					PEEP 3.0 cmH_2O

MODE APNEA ALARM

To make a selection, touch a button.



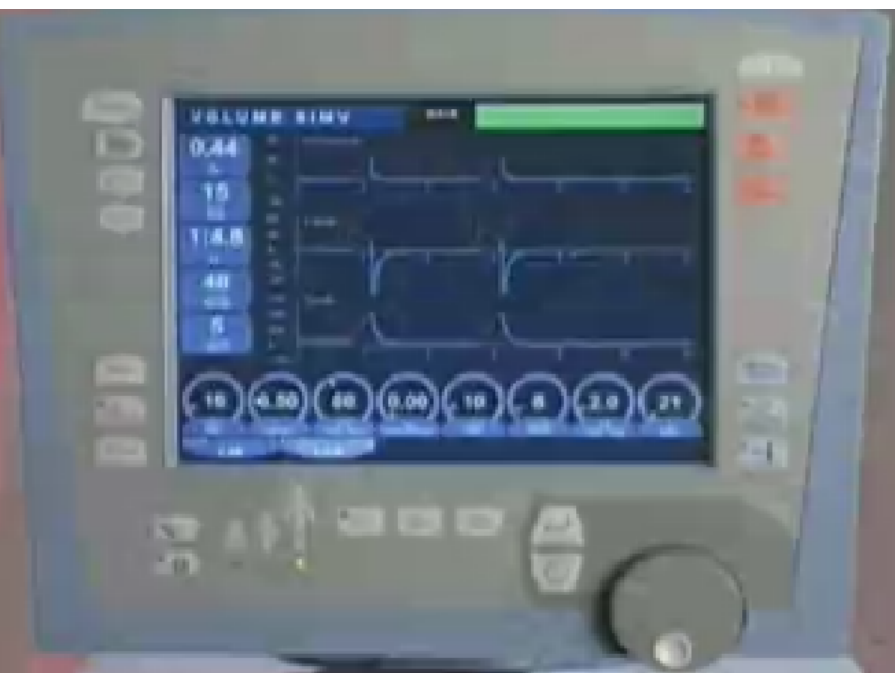
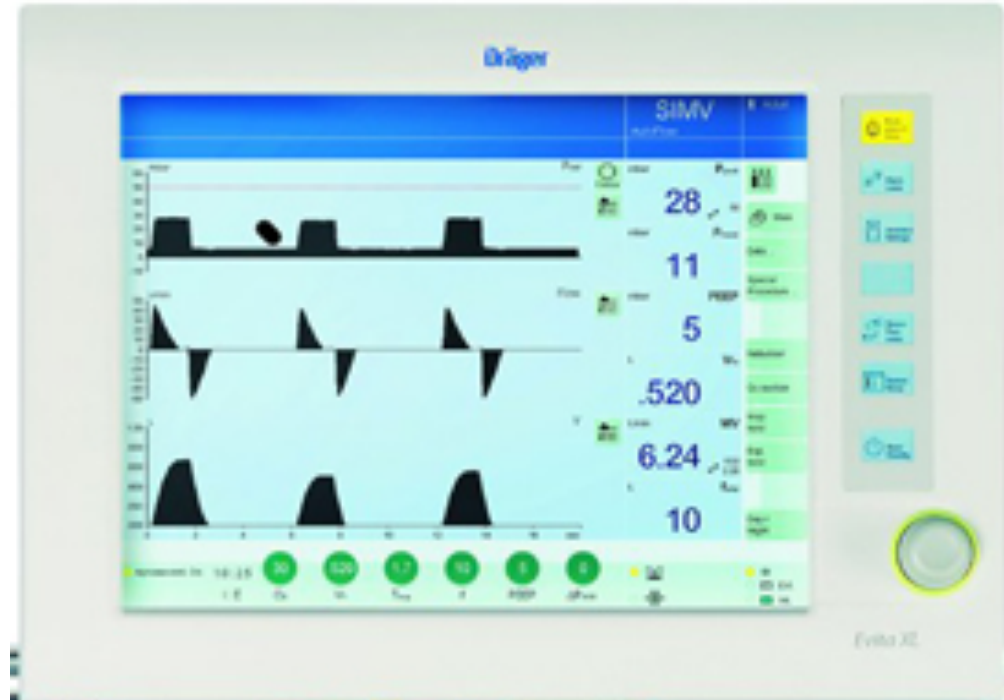
NELLCOR PURITAN BENNETT
 840 Ventilator System

[840+]

CLEAR

ACCEPT







Ev tipi
ventilatörler

Transport
ventilatörler





- Nasıl bir destek
 - İMV
 - NIMV
- Nasıl bir agresif
 - Kısmi destek
 - Tam destek

Ventilatör desteği

Tam Destek

- Tüm işi makine
 - Solunum iş yükü
- İlk tedavi seçeneği olabilir
 - Apne
 - Ağır sedasyon
 - Paralizi
 - Nörolojik depresyon
 - İlaç aşırı doz
 - Stroke
 - Yelken göğüs

Kısmi Destek

- Makine ve hasta
- Hastanın spontan solunumuna izin
- Bir çok ventilasyon şekilleri ile
- Solunum kaslarının kullanılması
 - atrofinin önlenmesi
- VE nin artması
- PCO₂ de artmaya hastanın cevap vermesine imkan verir

Ventilasyon Şekilleri

- Kontrollü
 - CMV
 - A/C
 - PCV
- Destekleyici
 - SIMV
 - IMV
 - PSV
 - CPAP

Hasta Tetikleme

- En sık basınç ve akım tetikleme kullanılmaktadır.
- Ne kadar az basınç ve akım değişikliği gerekirse, makine hastanın eforuna o kadar duyarlıdır.
- Basınç tetikleme
 - -1 veya -2 cm H₂O
- Akım
 - 2-4 L/dk

Solunum tipleri

4 temel solunum tipi vardır

Solunum tipi	Faz Değişkenleri		
	Tetikleme	Sınırlama	Siklus
ZORUNLU	Makine	Makine	Makine
YARDIMLI	Hasta	Makine	Makine
DESTEKLİ	Hasta	Makine	Hasta
SPONTAN	Hasta	Hasta	Hasta

Solunum türü

Tanım

Ventilatör sikluslu

Zorunlu (Mandatory)

Solunum ventilatör tarafından başlatılır, sınırlandırılır ve sonlandırılır. Ventilatör solunumun tüm evreleri (faz) boyunca solunum işinin tümünü üstlenir.

Yardımlı (Asiste)

Solunum hasta tarafından tetiklenir, ventilatör tarafından sınırlandırılır ve sonlandırılır.

Hasta sikluslu

Destekli (support)

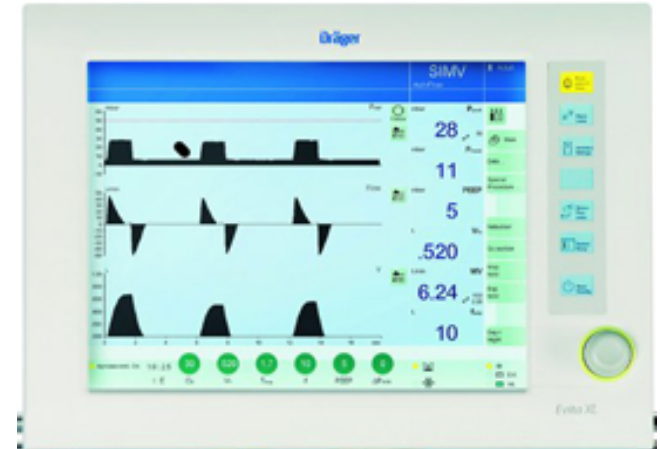
Solunum hasta tarafından tetiklenir, ventilatör tarafından sınırlandırılır ve hasta tarafından sonlandırılır. İnspiratuar basınçlı spontan solunum hastanın kendi solunumundan daha büyüktür.

Spontanunum

Solunum hasta tarafından başlatılır, sınırlandırılır ve sonlandırılır. Hasta solunumun tüm evreleri (faz) boyunca solunum işinin tümünü üstlenir.

Ventilatör Ayarları- f

- Fizyolojik ölçülerde ayarlanmalı
 - 10-20/dk
- Başlangıç ayarı 8-12/dk
- SS deki değişiklikler
 - solunum iş yükü,
 - konfor ve kan gazı

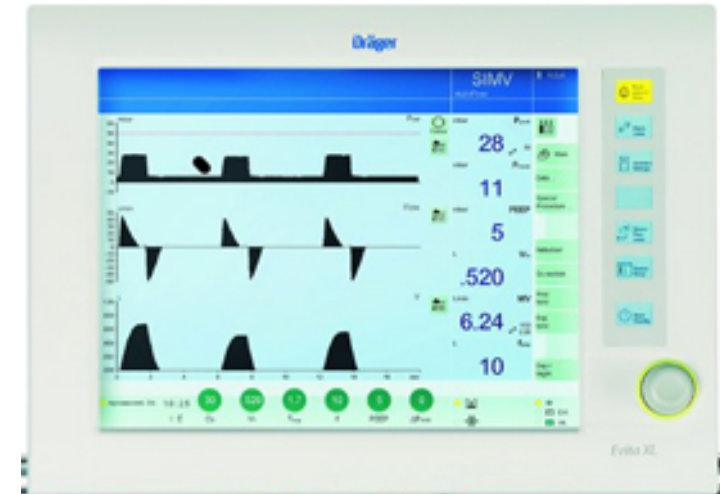


◎ FiO₂

- %70-100
- PaO₂ >60mmHg
- O₂ sat > %90
- Oksijen toksisitesi
 - <%60

◎ Tidal volüm

- 8-10ml/kg (ideal ağırlık)
- ARDS 4-6ml/kg
- KOAH < 8ml/kg
- P_{plato} <30 cmH₂O
- Hastanın kan gazı değerleri ve konforuna göre artırılabilir



Akım Hızı (Flow Rate)

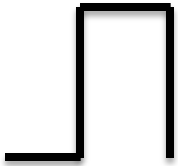


- Verilen VT hızı
 - L/dk
- 45-100 L/dk
 - Hastanın inspiratuar isteğini sağlar
- İnspirasyon zamanının ve I:E oranının ayarlanmasında
- Mekanik ventilatörler
 - 120-180 L/dk

Akım Eğrileri

Kare

- inspirasyon başlangıcında hemen dağıtılır
- inspirasyon boyunca korunur
- Ekspirasyon başlangıcında aniden kesilir
- Volüm hedefli şekillerde



Sinuzoidal

- İnsp akım hızı dereceli olarak tepe akımına hızlanır ve sonra giderek azalır
- Spontan solunuma benzer
- PIP artabilir

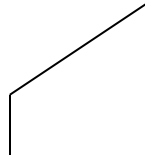


Akım Eğrileri

Hızlanan

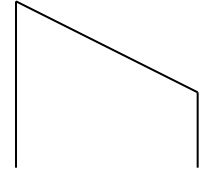
- Akım ayarlanan tepe akım hızına lineer bir şekilde dereceli olarak hızlanır

artan



Azalan

azalan



- Akım inspirasyonun başlangıcında tepe noktasındadır ve yavaş bir şekilde inspirasyon boyunca azalır
- Akım tepe akımın bir yüzdesine (%25'ine) ulaştığında akım durur ve ventilatör siklusu ekspiratuar faza geçer.
- Hızlı başlangıç akım havayolu basıncını artırır ve alveoler recruitment yardımcı olur

I:E

- ◎ Bir inspirasyon süresidir.
- ◎ Başlangıç ayarı olarak T_i 1 sn (0.8-1.2 sn) iyi bir başlangıç
- ◎ Genellikle I:E oranı 1:2 ayarlanır.
 - Solunum siklusunun
 - %33 inspirasyon
 - %66 ekspirasyon
- ◎ Kısa inspirasyon ölü boşluk solunumuna neden olur
- ◎ Uzun inspirasyon MAP'ı artırır
 - Oksijenasyonu düzeltirken
 - Hemodinamik instabiliteye neden olur
- ◎ 1:3, 1:4, 1:5 veya daha uzun
 - KOAH veya hava hapsi

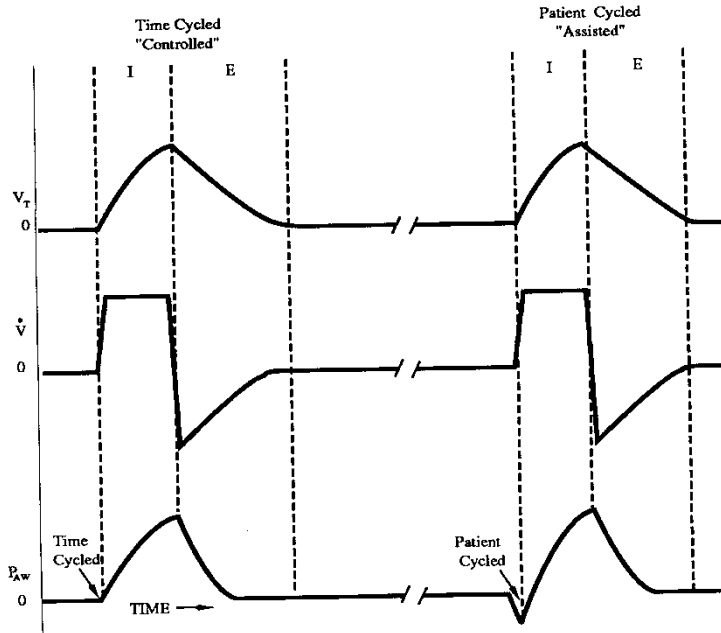
İnspirasyon sonu duraklama

End-inspiratuar pause

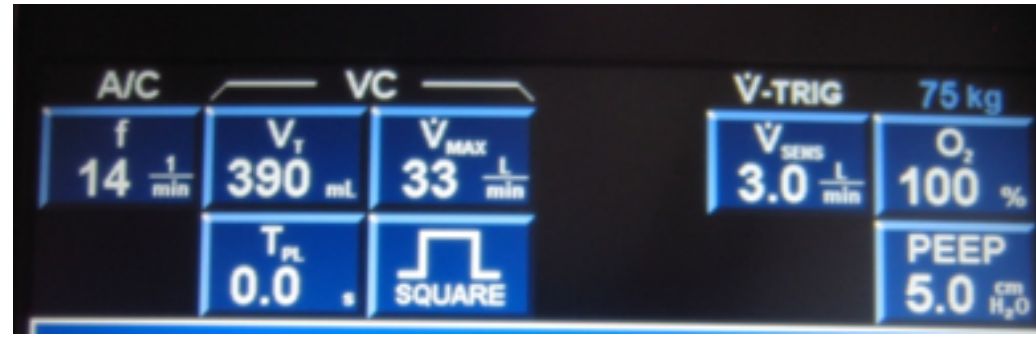
- ⊙ Akciğerlerin inspirasyon sonunda belirtilmiş bir dönemde (genellikle <2 sn) ayarlanan bir basınç veya hacimde şişirilmiş bir durumda tutulması
- ⊙ Bu manevra
 - İnflasyon hold
 - Inspiratuar hold
 - End-inspiratuar pause olarak isimlendirilir.
- ⊙ Oksijenasyonun düzeltilmesinde
- ⊙ Alveoler recruitment
- ⊙ ARDS ve ALI
- ⊙ Çoğunlukla P_{plat} nın okunmasında ve direnç ve statik kompliyansın saptanmasında kullanılır

Volüm Hedefli, Kontrollü, Sınırlı MV

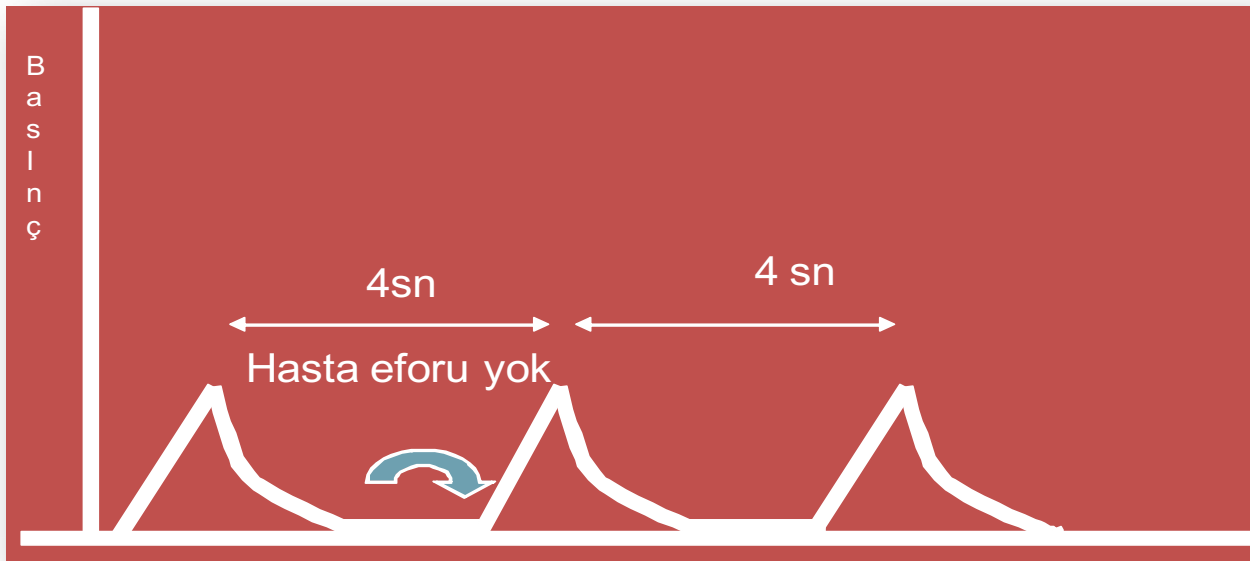
- CMV
- A/C
- SIMV
- Volüm dalga şekli değişmez
- Basınç değeri hastanın akciğer özelliklerine göre değişir.



Devamlı Zorunlu Ventilasyon (CMV)



- Hasta eforu yok
- Tüm WOB-ventilatör
- Solunumu ventilatör başlatır, devam ettirir ve sonlandırır
 - SS/dk
 - V_T
 - Akım dalgası
 - İnsp tepe akım veya insp süresi, I:E



CMV

izlem

Endikasyon

- Solunum çabasının olmadığı durumlar
 - Guillain-Bare
 - Spinal kord lezyonları
 - Kafa travması v.s
 - Anestezi
- Backup olarak

- PIP
- EV_T
- Kan gazları
- Yetersiz ayarlar hava açlığına
- Yeterli sedasyon
 - Spontan solunumu baskılamak

CMV

Avantaj

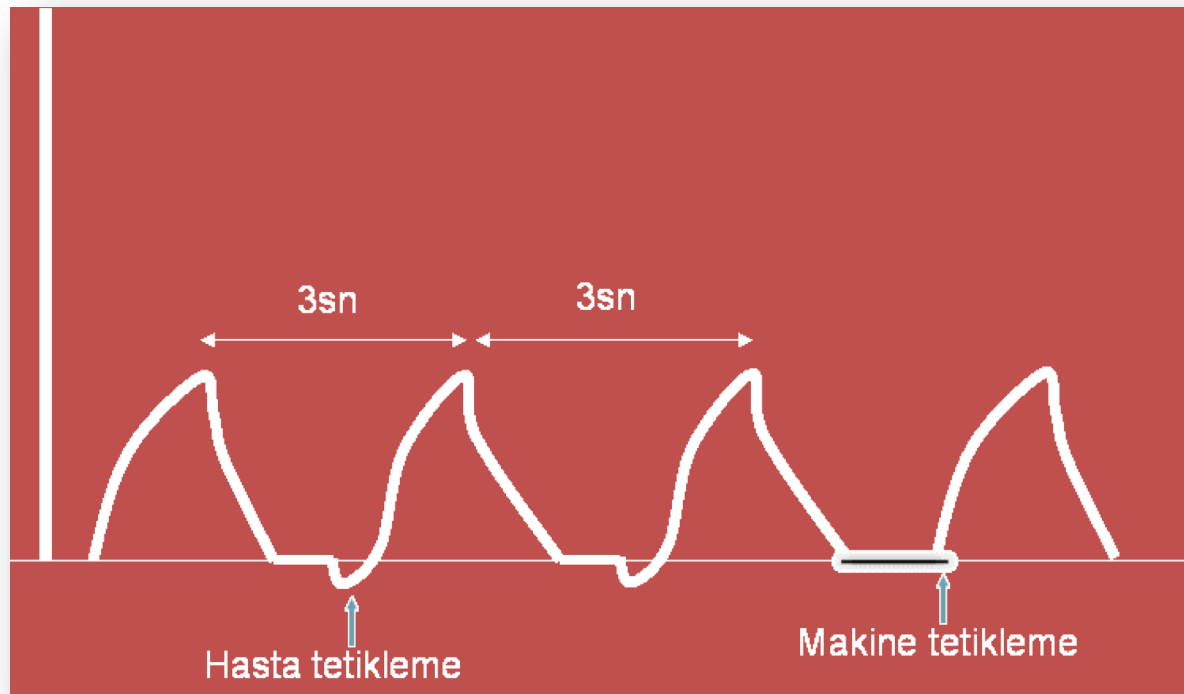
- Tam ventilatör desteği
- Kan gazlarını kontrol edebilme

Dezavantaj

- Spontan solunum varsa Hasta-ventilatör uyumsuzluğu

Asiste/Kontrol Ventilasyon (ACV)

- Hasta veya ventilatör tarafından başlatılan
 - her inspirasyon sırasında aynı tidal volüm



ACV

⊙ En sık kullanılan şekil

- İlk başlangıç şekli
- Basit kullanımı
- Konfor
- Hastanın solunumuna izin
- %62
- ARDS network %56

⊙ Normal inspiratuar olay, fakat solunum kasları WOB yapmak için çok zayıf

⊙ Normal solunum olay, solunum iş yükü artmış ve solunum iş yükünü yapamıyor

- Akciğer kompliyansının azaldığı durumlar



ACV

- Hastanın solunum hızını kontrol etmesine izin verir
- Az da olsa solunum iş yükünün bir kısmının hastanın yapmasına izin verir
- Solunum işinin çoğunu ventilatörün yapması gerektiğinde kullanılır
- Respiratuar alkalozis
 - Anksiyete, ağrı, ajitasyon
 - Solunum depresyonu ve metabolik bozukluk
- Hiperventilasyon
 - Ekspirasyon zamanında kısalma
 - PEEPi



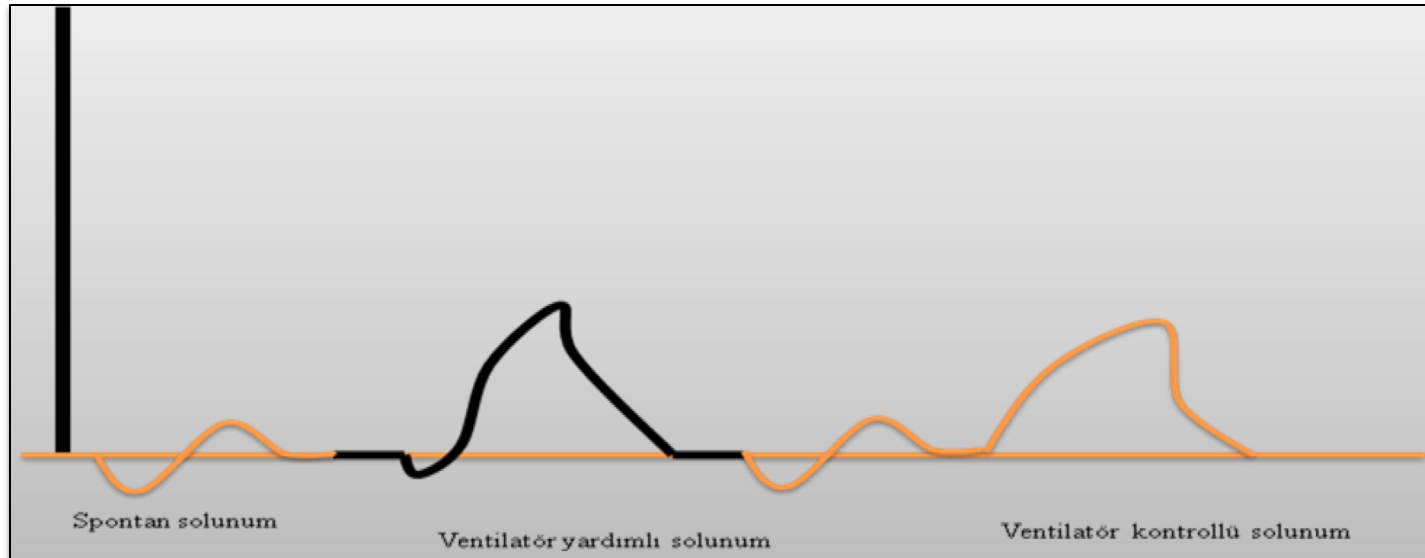
ACV Ayarlar

- Akım eğrisi
- V_T
- SS
- Akım, I:E veya T_i



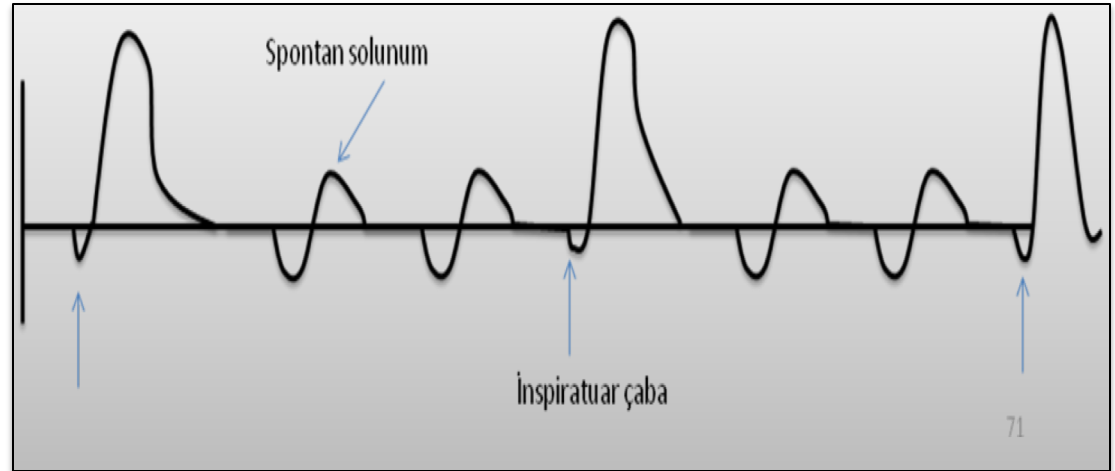
SIMV

- Zorunlu solunumlar arasında spontan olarak solurken ayarlanan sayıda pozitif basınçlı zorunlu solunumun verildiği ventilatör desteği
- Spontan solunumların hacmi hastanın kas gücüne bağlıdır
- Normal solunum olayı fakat kendi başına tüm WOB'ı yapamayanlarda
- Weaning de kullanılır



SIMV-IMV

- SIMV** Zorunlu solunumlar spontan solunumlar ile senkron
- Makine belirli bir zaman süresinde hastanın spontan solunumunu takip eder ve senkron olarak zorunlu solunumu gönderir.



SIMV

- Zorunlu solunumlar
 - Volüm
 - Basınç

SIMV	VC		PS	V-TRIG	75 kg
f 14 $\frac{1}{\text{min}}$	V_T 390 mL	$\dot{V}_{\text{MAX}}$ 33 $\frac{\text{L}}{\text{min}}$	P_{SUPP} 0 $\frac{\text{cm}}{\text{H}_2\text{O}}$	$\dot{V}_{\text{SENS}}$ 3.0 $\frac{\text{L}}{\text{min}}$	O_2 100 %
P 50 %	T_{PL} 0.0 s	SQUARE		E_{SENS} 25 %	PEEP 5.0 $\frac{\text{cm}}{\text{H}_2\text{O}}$

SIMV	PC		PS	V-TRIG	75 kg
f 14 $\frac{1}{\text{min}}$	P_i 15 $\frac{\text{cm}}{\text{H}_2\text{O}}$	T_i 0.70 s	P_{SUPP} 0 $\frac{\text{cm}}{\text{H}_2\text{O}}$	$\dot{V}_{\text{SENS}}$ 3.0 $\frac{\text{L}}{\text{min}}$	O_2 100 %
P 50 %				E_{SENS} 25 %	PEEP 5.0 $\frac{\text{cm}}{\text{H}_2\text{O}}$

SIMV

- Total SS
 - Makine SS + Hastanın SS
- Solunumun yığılmasını önler
- Ayarlar
 - İnspiratuar akım şekli
 - V_T
 - SS
 - I:E

SIMV	VC		PS	$\dot{V}$ -TRIG	75 kg
f 14 $\frac{1}{\text{min}}$	V_T 390 mL	$\dot{V}_{\text{MAX}}$ 33 $\frac{\text{L}}{\text{min}}$	P_{SUPP} 0 $\frac{\text{cm}}{\text{H}_2\text{O}}$	$\dot{V}_{\text{SENS}}$ 3.0 $\frac{\text{L}}{\text{min}}$	O_2 100 %
$\int^P$ 50 %	T_{PL} 0.0 s	 SQUARE		E_{SENS} 25 %	PEEP 5.0 $\frac{\text{cm}}{\text{H}_2\text{O}}$

Fark

SIMV

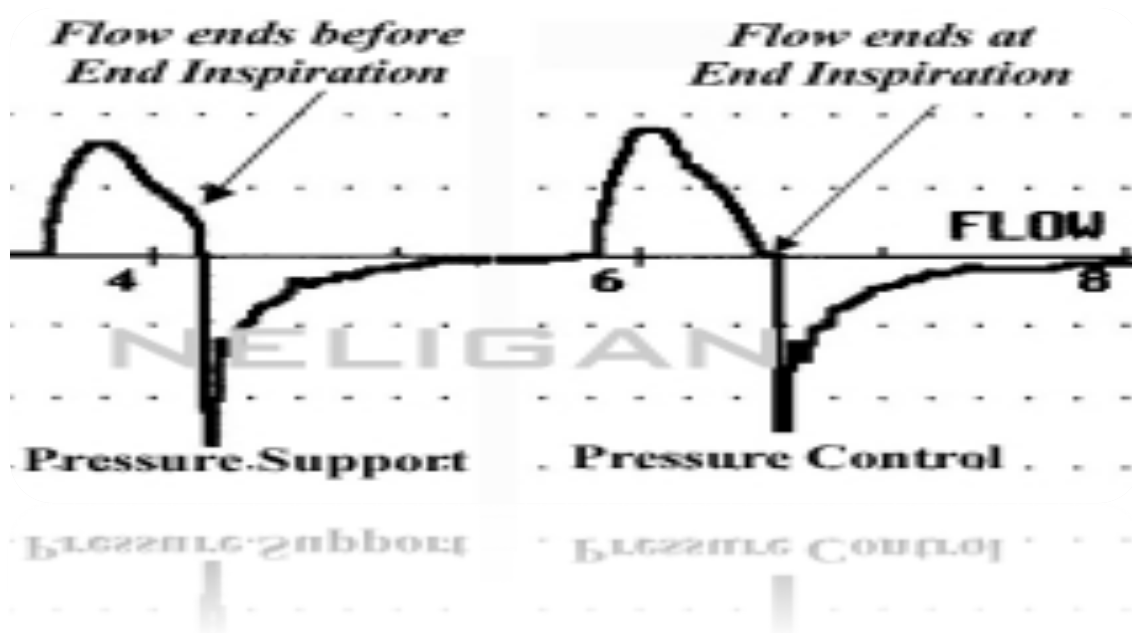
- ⦿ Spontan solunum V_T hastanın kas gücü ve akciğer özelliğine göre değişir
- ⦿ Weaning de kullanılır
- ⦿ Daha fazla spontan solunum ve solunum iş yükünün çoğunluğunu üstlenir
- ⦿ Daha az respiratuar alkaloz
- ⦿ Daha az solunum kas atrofisi
- ⦿ Hemodinamik etkiler daha az
 - mPaw daha düşük

ACV

- Hastanın başlattığı solunumda garanti edilen V_T alınır.
- Solunum iş yükünün çoğunluğunu makine
- Daha fazla respiratuar alkaloz

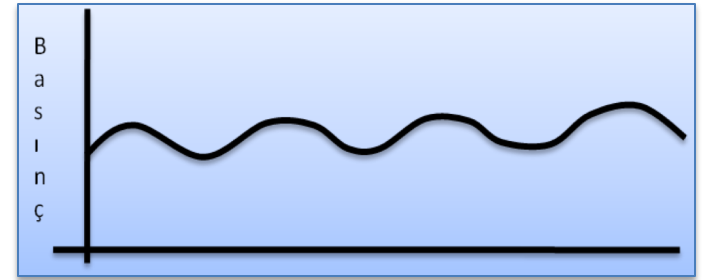
Basınç Hedefli, Kontrollü, Sınırlı MV

- PCV
- PSV
- CPAP
- Basınç dalga şekli hastanın akciğer özelliklerinden etkilenmez
- Kullanıcı sabit bir pozitif basınç değeri ayarlar



CPAP

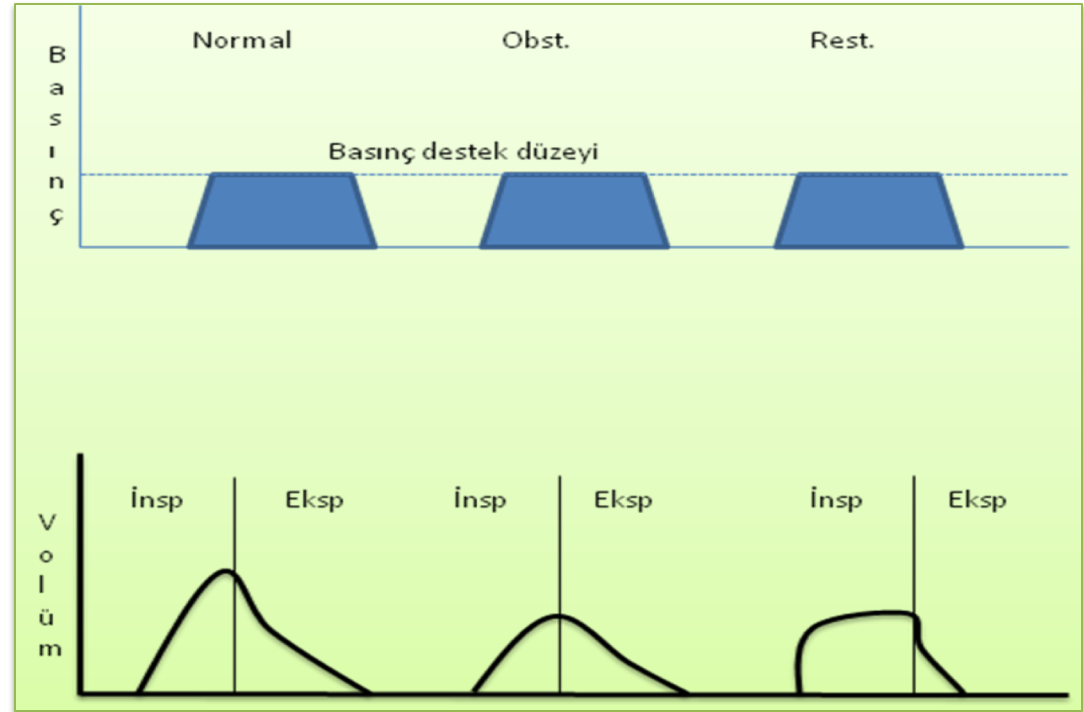
- Spontan soluyan bir hastaya tüm solunum siklusu boyunca pozitif basınç uygulanması
 - Alveoler kollapsı önler
 - FRC düzeltir
 - Oksijenasyonu artırır
- Hasta tüm WOB kendisi yapar
- Zorunlu solunum yok yardım yok
- Havayollarının açık kalmasını sağlar
 - Havayolu direncini ve akımın sınırlanmasını azaltır
 - WOB azaltır
- Genelde 5-10 cmH₂O
- Weaning de kullanılır
- OSAS
- Dinamik hiperinflasyon ve oto-PEEP



Basınç desteği

Pressure support (PS)

- Hastanın spontan solunum aktivitesinin ayarlanan miktarda inspiratuar pozitif basınç ile artırılması
- Hasta tetikler sabit basınç verilir ve inspirasyon süresince sabit tutulur
- Gaz akımı azalan akım dalgası ile verilir.
- İnspirasyon akım hızı belli bir eşik değerin (tepe akımın %25 azalmasıyla) altına düştüğünde sonlanır
 - Akım sikluslu bir şekildir



PS

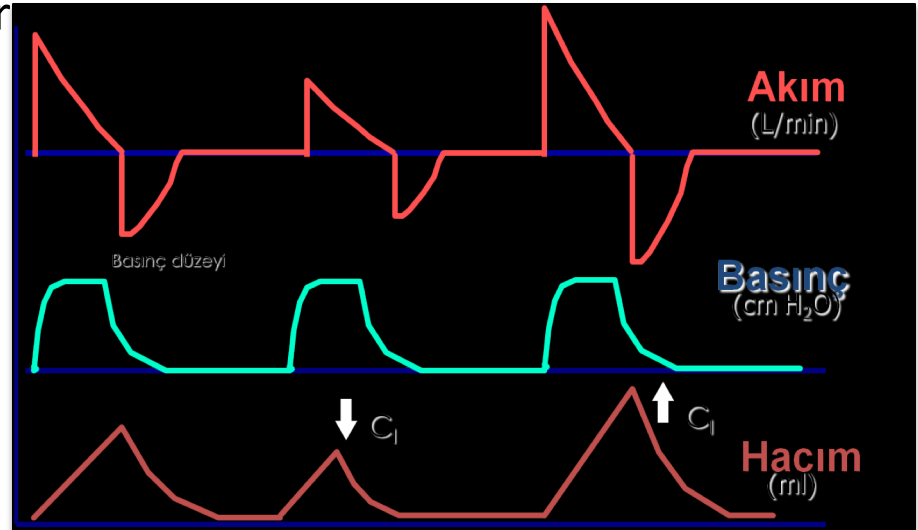
- Weaning
- Yapay havayolları ventilatör devrelerine bağlı olarak artan WOB azaltmada
- NIMV
- Tek başına veya
- SIMV ile birlikte



Basınç yardımcı Kontrol

Pressure Assist Control

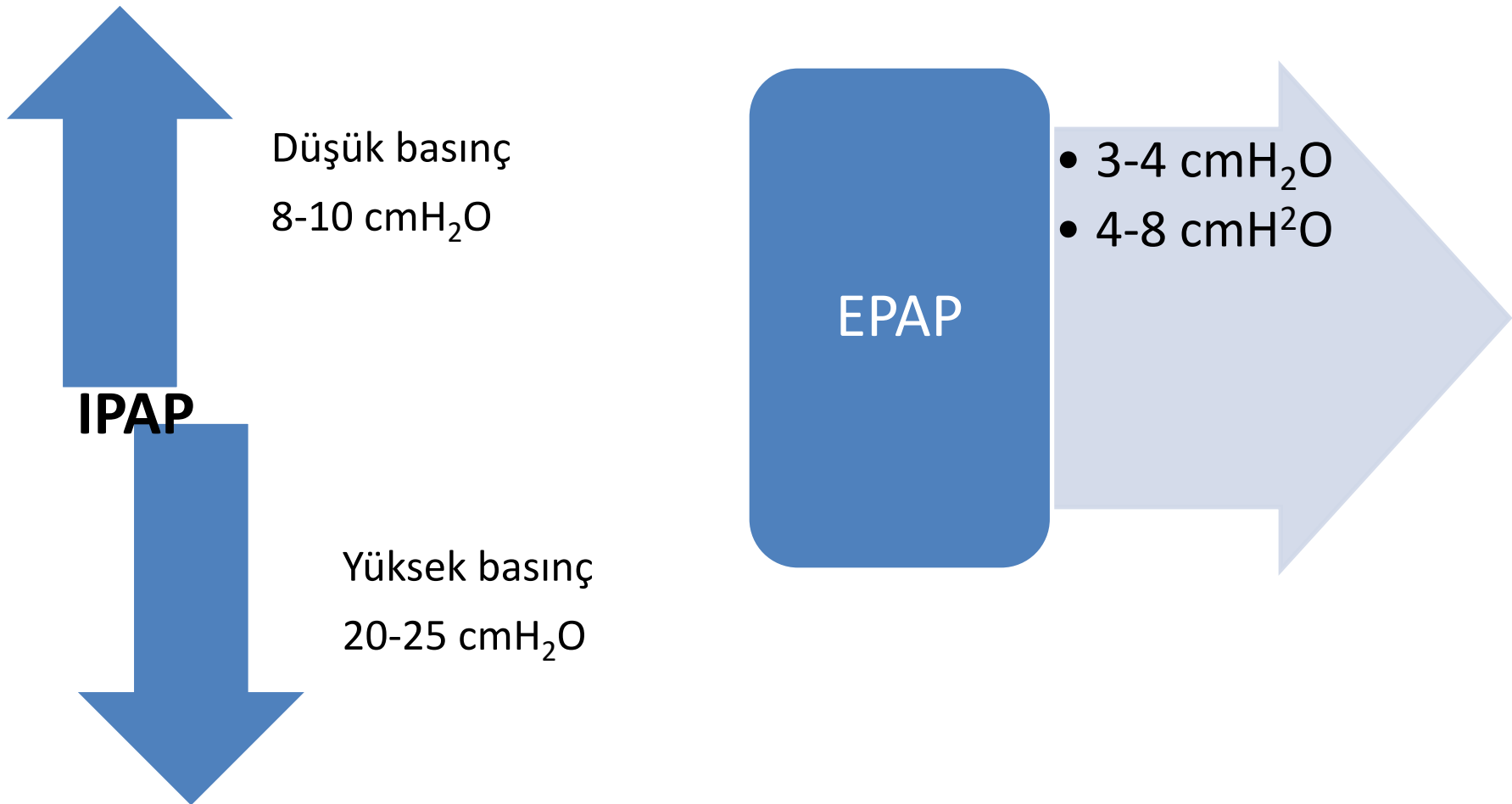
- Önceden ayarlanan SS ve inspiratuar basınç
- Zorunlu soluklar zaman tetikleme, basınç sınırlı ve zaman sıklusudur.
- Hasta solunumu tetikleyebilir
- Tam ventilatör desteği gerektiğinde kullanılır
- Azalan akım şekli kullanılır
 - Tepe havayolu basıncı azalır
 - Gaz alış verişini düzeltebilir.
- Akciğerlerin mekanik özelliklerine göre inflasyon hacmi değişir
- Akciğer normal nörolojik hastalarda en uygun



NIMV

AYARLAR

Akut



Ventilatör Seçimi

- Maske kadar önemli değil
- Klinisyenin seçimi
- Hastanın ihtiyacı
- Basit, taşınabilir
- Akut
 - BIPAP VE YB vent.
- Kronik
 - BIPAP
 - Basınç
 - Volüm

Non-invaziv ventilasyon

- Yoğun bakım ventilatörleri
- Volüm kontrollü ventilatörler
- Bilevel cihazlar



Yoğun bakım ventilatörleri

- Yoğun bakımda
- Akut durumlarda
- NIV'a uyarlanabilir
- Hava kaçağı
- Yenileri NIV mod
 - Hava kaçağı kompanzasyon
 - İnspirasyon zamanını
- Geniş mod seçeneği



NIMV

Endotrakeal entübasyon
uygulamaksızın bir maske ile
uygulanan mv.



Neden NIMV

- İMV Endotrakeal yol ile etkili ve gerçek bir kontrol
- Komplikasyon sık
- (Entübasyon-MV süresinde, Savunma mekanizması ve Entübasyon sonrası)
 - Aspirasyon, Trakeostomi kompl. Travma, Pnömoni
 - Hemoraji, laserasyon, vokal kord p. Trakeal stenoz
 - Savunma sistemi; öksürük, mukosiliyer hareket
 - Konfor
 - Mortalite, Yatış süresi (YB ve hastane), Hastane enf, Maliyet

NIMV- Amaç

- Kısa
 - Semptomların giderilmesi
 - Solunum iş yükünün azaltılması
 - Gaz alış verişinin düzeltilmesi
 - Hasta konforu;yemek, konuşma, sekresyon atımı
 - Hasta-ventilatör uyumu
 - Riskin azaltılması
 - Entübasyonun önlenmesi
- Uzun
 - Uyku süre ve kalite
 - Yaşam kalitesi
 - Fonksiyonel durumun artırılması
 - Yaşam süresinin uzatılması

Kullanıldığı Yerler

- KOAH atak,
- Akut Akciğer ödemi
- Bağışıklığı baskılanmış hastalarda
- KOAH-weaning
- Astım
- Kistik fibrozis
- Postoperatif SY
- Do-Not-entübasyon
- Üst hava yolu obst
- ARDS
- Travma
- OSAS ve Obesite HV

THE COMPARISON of BI-LEVEL VENTILATOR and ICU VENTILATOR in PATIENTS with ACUTE HYPERCAPNIC RESPIRATORY FAILURE

Karakurt S, Eryüksel E, Çelikel T.

Marmara University Medical School, Pulmonary and Critical Care Medicine.

- ET oranı BIPAP-ST %6.6
- YB ventilatör %3.3 ($p>0.05$).
- Mortalite, asidoz, NPPV süresi, YB süresi ve komplikasyonlar açısından fark yok

KOAH

- En çok uygulanan hastalık
- NIMV uygulamada başarı oranı yüksek
- Maliyet-etkinlik
- Başarısızlık oranı %5-40 (Brochard, Çelikel, Meduri, Wood)
- Brochard ve ark. (1990)
 - PSV, entübasyon oranı, MV süresi, YBÜ yatış süresi.
- Entübasyon oranı (*NIMV-kontrol*)
 - %9-67, %26-74, %15-27
- Hastanede kalış süresi (*NIMV-kontrol*)
 - 17-35 gün, 11-14 gün,
- Mortalite oranları (*NIMV-kontrol*)
 - %10-30, %9-31, %10-20

N Engl J Med 1990;323:1523-30

KOAH-ASY

Başarısızlık

- Bott ve ark. 1993
 - Kramer ve ark. 1995
 - Brochard ve ark. 1995
 - Angus ve ark. 1996
 - Çelikel ve ark. 1998
 - Plant ve ark. 2000
 - Barbe ve ark. 1996
- NIMV; % 16.7 ± 11.9
 - min-max: % 0-31
 - Kontrol; % 40.2 ± 26.2
 - min-max: % 0-73

Astım-1

- KOAH daki gibi değil.
- Çalışmalar NIMV'in etkili olduğunu gösterememiş
- Özellikle CO₂ retansiyonu olan şiddetli astım ataklı hastalarda NIMV başarılı sonuçlar alınmış Chest 1996;109:179-183, (Meduri et al.), Chest 1996;110:767-74 (Meduri et al.)
- Bu çalışmalarda
 - PaCO₂ 52-65 mmHg, SS: 20-29 (*NIMV-kontrol*)
 - Entübasyon oranı 2/17 hasta (astımlı)

Astım-2

- Retrospektif
 - n:33, 11 İMV (yüksek PaCO₂), 22 NIMV
 - Gaz alış-verişi, vital bulgular daha hızlı düzelme
 - NIMV de, 3/22 entübasyon
- Fernandez et al. Intensive care Med 2001;8:1128-1135
- Etkisiz,
 - fakat standart tedaviye cevabın yetersiz olduğu durumlarda, kontrendikasyon yoksa NIMV uygulanabilir.
 - Dikkatli,
 - Aniden kötüleşme olabilir, Entübasyonda gecikme riski artırır.

Hipoksemik Solunum Yetmezliği-1

- Şiddetli
 - Solunum yetmezliği
 - $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2: \leq 200$
 - Solunum sıkıntısı
 - (SS >35)
- KOAH dışı SY yapan hastalıklar
 - Pnömoni, ARDS, Akciğer ödemi, travma

Hipoksik-SY 2

- İlk çalışmalarda NIMV faydalı gösterilmiş.

Meduri et al. Chest 1989;95:865-70

- Hiperkapnik olmayanlarda fayda ∅

Wysocki et al. Chest 1993;103:907-13

- Sonuç olarak

- Entübasyon oranı (%21-50 AJRCCM 1999)
- Mortalite
- Yoğun bakımda kalış süresi (1.8-6.8 gün AJRCCM 1999)
- İlk saat içinde Oksijenasyon
- Septik komplikasyonlar

Kardiyojenik Akciğer Ödemi

- NIMV kullanımında en sık ikinci hastalık
- CPAP daha yaygın
 - Dolu alveolleri açarak
 - FRC'yi artırarak
 - Kompliyansı artırmasından
 - Solunum işi azaltarak kardiyak performansı artırır
 - » Perikardiyal basıncı artırması
 - » Transmural basıncı azaltması
 - » Ard-yükü azaltması

Akut Akciğer Ödemi

- Rasanen ve ark. 1985
- **Visanen ve ark. 1987*
- Lin ve Chiang 1991
- Bersten ve ark. 1991
- Lin ve ark. 1995
- NIMV; % 19.7 ± 15.3
 - min-max: % 0-35
- Kontrol; % 49 ± 15.7
 - min-max: % 35-65

Am J Cardiol 1985;55:296, Chest 1987;92:481-5

N Engl J Med 1991;325:1825-30,

J Formos Med Assoc 1991; 90:736-43

CPAP, oksijenasyon, SS, Entübasyon, kalış süresi, mortalite

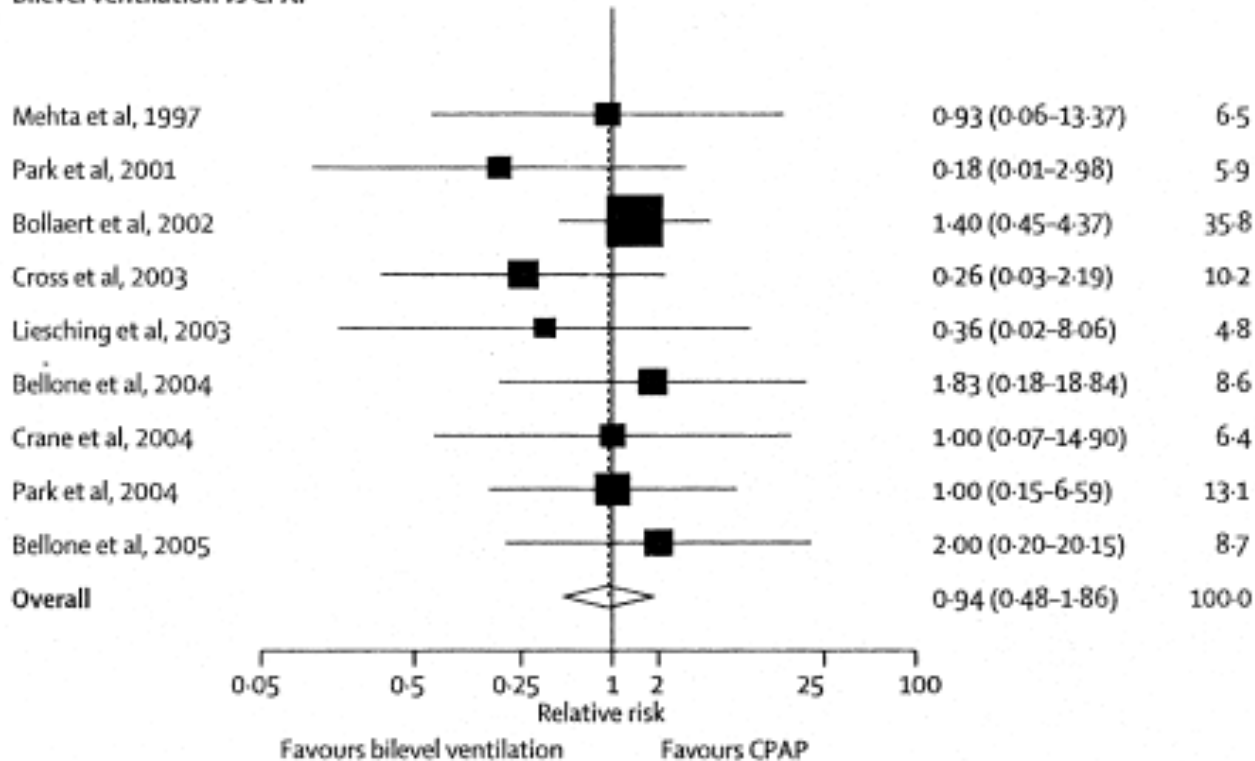
Akciğer ödemi

- BIPAP mı yoksa CPAP
 - AMI riski
 - Hiperkapni varsa, ileri derecede nefes darlığı

Akut Kardiojenik Akciğer Ödemi

CPAP/BIPAP

Bilevel ventilation vs CPAP



Respir Care 2009;54(2):186-95

Pnömoni

- KOAH-pnömonili hastalarda etkili
- Diğer pnömonilerde
 - Başlangıçta
 - Oksijenasyonu ve solunum sayısını düzelttiği
 - Fakat entübasyon ihtiyacını azaltmadığı gösterilmiştir.

İmmün yetmezliği olanlar

- Solunum yetmezliği olan solid organ transplantasyonu, hematolojik malignitelerde
- Oksijenasyon ve düşük entübasyon oranları
- Şiddetli sepsis ve şok oranları düşük
- Mortalite düşük

JAMA 2000;283:235-41, NEJM 2001;344:481-7

- Mortalite oranı yüksek olan çalışmalar

Crit Care Med 1984, AJRCCM 1998, ERJ 1998

ARDS

- Erken hafif olgularda
- Rutin kullanım tavsiye edilmiyor

Travma

- Göğüs duvarı travmalarında gelişen solunum yetmezliğinde etkili
- Başarı oranı %72

Monaldi Arch Chest Dis 1999;54:109-114

Restriktif Hastalıklarda

- Kronik solunum yetmezliğinde ilk tercih
 - Nöromuskuler hastalıklar, göğüs duvarı deformitesi
- Evde kullanım
- İnterstisyel akciğer fibrozisinde çok az çalışma fayda yok

Postop Hastalar

- Cerrahi sonrası SY
 - $\text{PaCO}_2 \geq 50$ mmHg, $\text{PaO}_2 < 60$ mmHg veya solunum kas yorgunluğu olan
- BIPAP
 - SS, entübasyon, dispne skoru, gaz alış-verişi [Chest 1997;111: 665-70](#)
- Akciğer rezeksiyon sonrası profilaktik NIMV uygulaması solunum fonksiyonlarında ve gaz alış-verişinde düzelme. [Chest 1997;112:117-21](#)
- Akciğer rezeksiyonu sonrası gelişen solunum yetmezliğinde BIPAP
 - Entübasyon oranı, hastanede kalış süresi, mortalite ve hayatta kalma oranında düzelme [AJRCCM 2001;164:1231-5](#)
 - Üst havayolu veya özefagus cerrahisinde kullanılmaması

Do-Not Entübyasyon (DNI)

- Entübyasyonun uygulanamadığı KOAH'lı hastaların %60'sında NIMV başarılı
- Entübyasyonu red eden Hiperkapnik, hipoksemik SY'li hastalarda benzer sonuç
- NIMV uygulanan DNI'lı hastalarda hastaneden taburcu oranı
 - %52-72 (KOAH ve akciğer ödemi),
 - Kanser ve pnömoni tanısı alanlarda %25'den az
- Sonuç; KOAH ve akciğer ödemli DNI'lı hastalarda uygulanabilir.

Ekstübe etmede ve Weaning

- NIMV
 - Standart kriterleri karşılayanlara
 - Erken ekstübasyon
 - Reentübasyonu önlemek,
 - Hastane enfeksiyonunu azalması
 - YB ve hastanede kalış süresinde azalma

NIMV Başarısını Etkileyen

- Makine ile uyumlu eş zamanlı solunum
- İntakt diş yapısı
- APACHE skoru ↓
- Hava kaçağı ↓
- Sekresyon ↓
- NIMV Bir saat içinde cevap alınması
 - pH, SS, PaCO₂
- Pnömoni Ø
 - pH > 7.10
 - PaCO₂ < 92 mmHg
 - Nörolojik skorun iyi olması
 - Uyum

Hasta Seçimi

- Geri dönüşüm gösterebilen uygun tanılı hasta
- Kontrendikasyon olmayan durumlar
- Ventilatör yardımına ihtiyacı saptamak
 - Orta-şiddetli SY
 - Taşipne
 - Yardımcı solunum kaslarının kullanımı
 - AKG;
 - $\text{pH} < 7.35$
 - $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$ veya
 - $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 200$

Kullanılmadığı Yerler

- Kalp veya solunum arrest
- Solunum dışı organ yetersizliği
- Ensefalopati (GKS < 10)
- Üst GIS kanaması
- Hemodinamik instabilite
- Kardiyak aritmi
- Fasiyel cerrahi, travma veya deformite
- Üst hava yolu obstrüksiyonu
- Kooperasyonun olmaması
- Hastanın solunum yolu sekresyonlarını temizliyememesi
- Yüksek aspirasyon riski
- Üst havayolu veya GIS cerrahisi

NIMV Başarısı

- Uygun Maske seçimi
- En iyi şekilde ventilatör ayarı
- Uygun izlem (monitörizasyon)
- İşini iyi yapan dikkatli personel





CPAP

- İnspirasyon ve ekspirasyon esnasında sabit bir basınç vererek,
 - FRC'yi artırır veya havalanmayan alveolleri açar.
 - Akciğer kompliyansı düzeltir
- Sol ventrikül transmural basıncı azaltıp kalbin ard-yükünü azaltarak kardiyak atım hacmini artırabilir.
 - Akciğer ödeminde sık kullanılan bir ayar
- Uygulanan basınç 5-12.5 cmH₂O



Basınç-Sınırlı Ventilatörler

- **PSV (Pressure Supported Ventilation)** Basınç Destekli Solunum
- Önceden ayarlanmış bir inspirasyon basıncı spontan solunum eforlarına yardımcı olur.
- Hasta tetiklemesine izin verir.
- Hem Standart YB ventilatörleri, hemde Taşınabilir cihazlar ile verilebilir.
- BIPAP'lar 25-30 cmH₂O dan fazla basınç uygulayamazlar.
- Alarm yeterli değil ve O₂ karıştırıcıları yoktur.
- Akü sistemleri yoktur.



Bi-level pozitif havayolu basıncı

BIPAP

- Solunumları hasta tetikler
- IPAP ve EPAP uygularlar
- IPAP-EPAP: PS
- Tek solunum devresine üfleyen cihazlardır
- Devre üzerindeki eksalasyon portunda sabit bir kaçak ile
- Eksalasyon valvi yoktur

Hacim-Sınırlı Ventilatörler

- Daha pahalı ve daha ağır cihazlardır.
- Alarm düzenleri daha iyi
- Aküleri vardır
- Daha yüksek basınç uygulanabilir
- A/C modda ayarlanır (spontan solunuma izin vermek için)
- Belli solunum sayısı ile 10-15 mL/kg TV
- Sürekli destek gerektiren obez ve göğüs duvar deformiteli hastalar için daha uygundur.



Ventilatör Ayarları

- İnspiratuar basınç (IPAP);
 - 8-12 cmH₂O ile başla
 - yavaş yavaş artırmak
- Veya
 - 20 cmH₂O ile başla
 - yavaş yavaş azaltmak
- Ekspiratuar basınç (EPAP);
 - 4-5 cmH₂O
 - Genellikle yeterli artırılabilir, artırılıyorsa IPAP da artırılır

Komplikasyonlar

- Maske ve Hava basınç
- Burun da kızarıklık, ülser
- *Daha az;*
 - *Klostrofobi*
 - *Nazal konjesyon*
 - *Sinüs ağrısı, mukoza kuruluğu, göz irritasyonu, midede hava*
- *%5 den az majör komplikasyon;*
 - *hipotansiyon, aspirasyon ve pnömotoraks*

Nerede NIMV

- Acil servis
- Normal servis
- Ara Yoğun Bakım
- Yoğun Bakım

TEŞEKKÜRLER

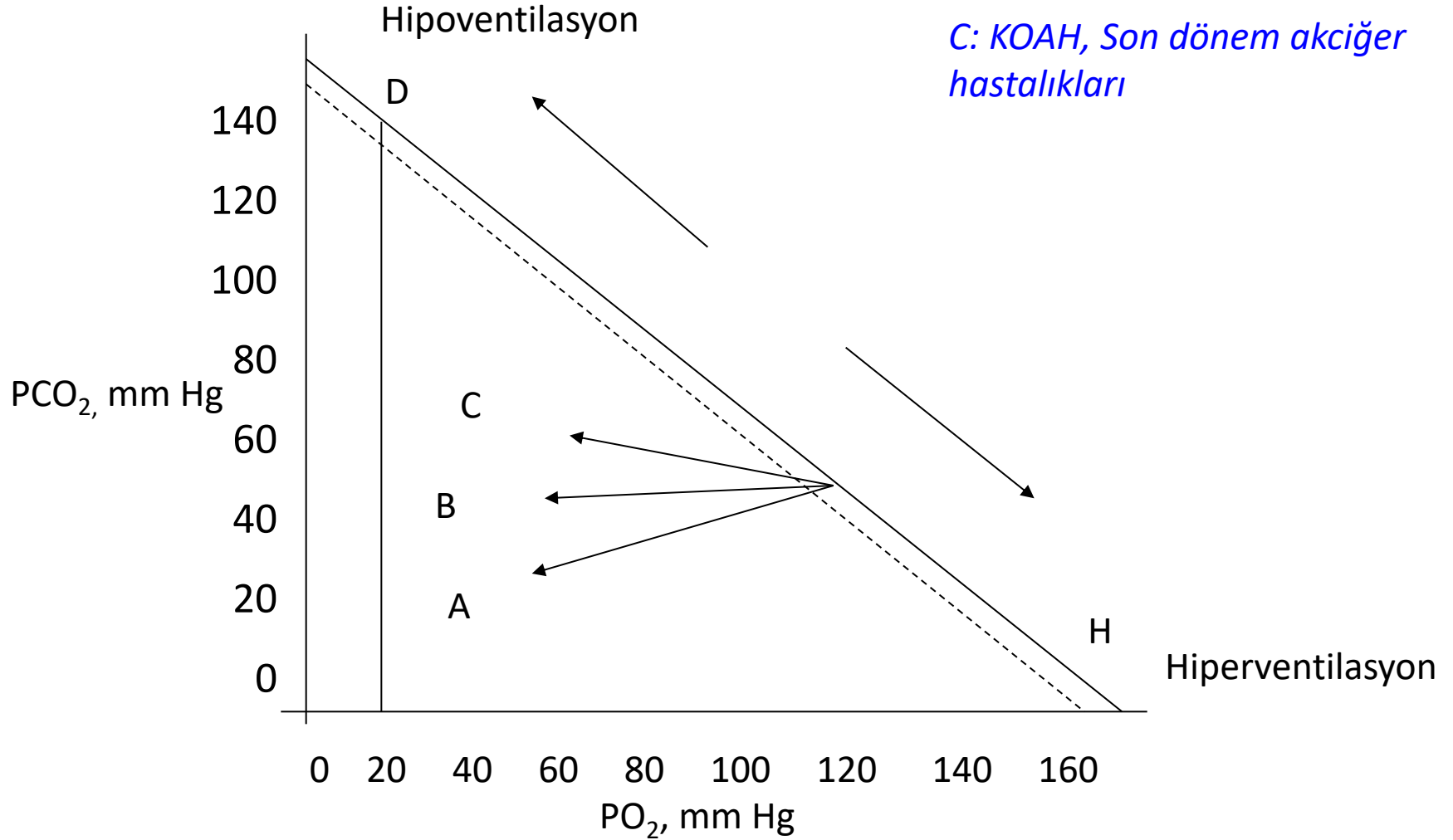
Sonuç

- Solunum yetmezliği için tedavi edici bir girişim
- Entübasyon oranını azalttığı, morbidite ve mortalite azalmaya neden olur
- Özellikle KOAH atak, Akciğer ödemi ve bağışıklık sistemi baskılanmış kişilerde
- Postop SY, Weaning, DNI durumlarında da
- Klavuz da belirtilen kriterlere göre hasta seçimi,
- Yakın monitörizasyon,
- Uygulanacak yerin seçimi
- IMV imkanı olan Yoğun Bakımlarda
- Deneyimli kişilerce yeterli personel olduğu yerlerde

*A: ARDS, Astım, Akciğer Ödemi,
Emboli, Atelektazi, Pnömoni*

B: İ. Akciğer Fibrozisi, Amfizem

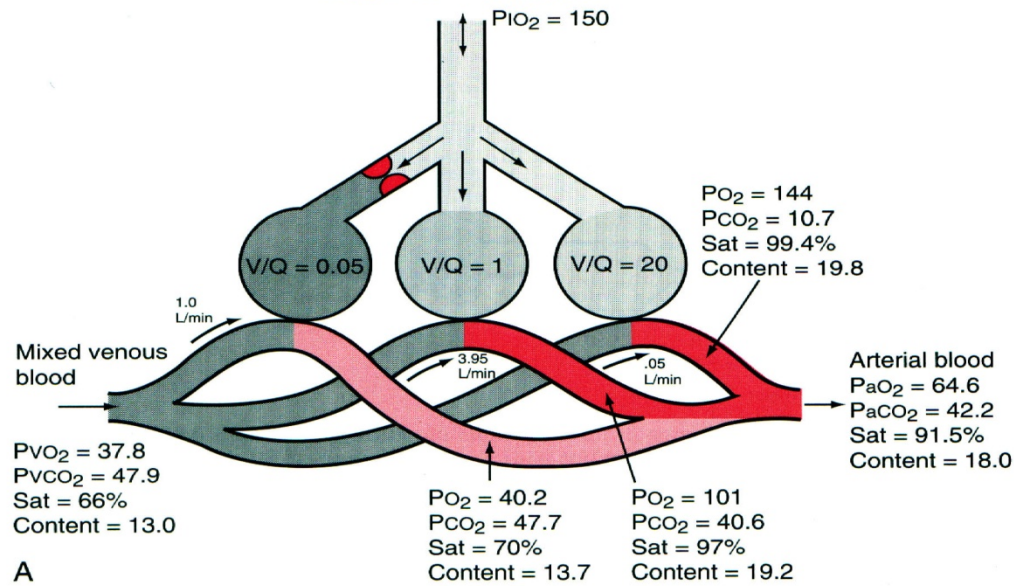
*C: KOAH, Son dönem akciğer
hastalıkları*



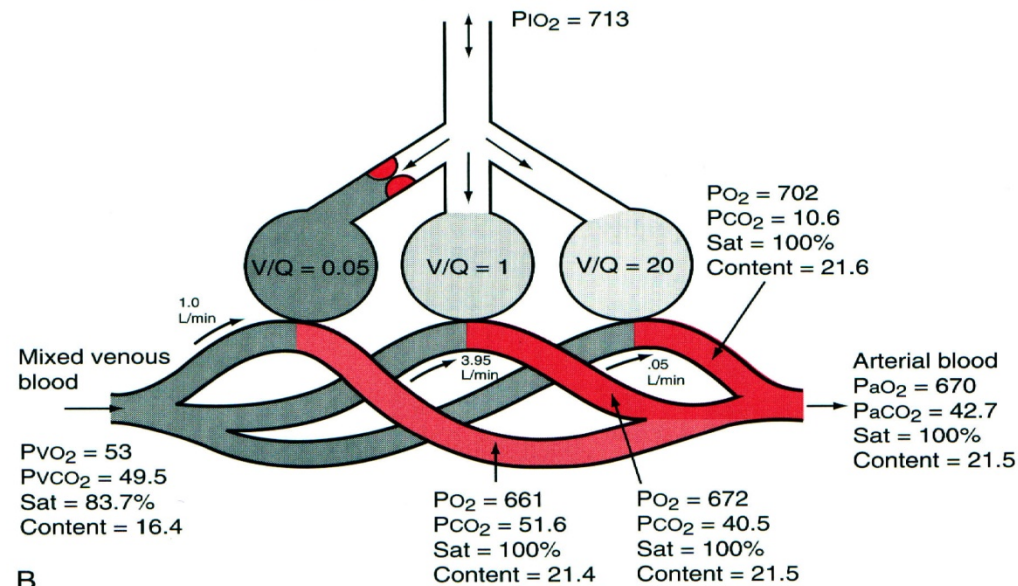
Hipoksemik (Tip I) SY

- Ventilasyon/perfüzyon dengesizliği
- Şant
- Difüzyon
- Alveoler hipoventilasyon

Room Air Ventilation



100% Oxygen Ventilation



Akut Hipoksemik SY

- En sık nedenler;
 - Postop SY,
 - Pnömoni,
 - Konjestif kalp yetmezliği,
 - Sepsis
 - Travma
 - **ARDS**
 - **Akut akciğer hasarı**
- Mortalite
 - %40-65
- ARDS sıklığı
 - %2-7