

Solunum Yetmezliği

Doç.Dr. Akın Kaya
Ankara Tıp Fakóltesi
Göğüs Hastalıkları
Solunum Yoğun Bakım Ünitesi





Solunum Yetmezliği : Tanım

- Vücutun metabolik ihtiyacını akciğerlerin karşılayamaması
- Akciğerlerin gaz değişimi yönünden yetersiz kalması
- Yetersiz doku oksijenasyonu ve /veya karbondioksit birikir
- Arter kan gazları analiziyle tanımlanır:
- Oda havası solurken
 - $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ ve/ veya
 - $\text{PaCO}_2 > 45\text{-}50 \text{ mmHg}$

Solunumda fonksiyonu olan bÖlÜmler

MSS (medulla)

Periferik SS (N Vagus, N frenikus)

Solunum Kasları(Diafragma,Eksternal interkostal)

GÖğüs Duvarı-plevra

Akciğer

Üst havayolu

Bronş ağacı

Alveoller

Akciğer damar yatağı

Solunum yetmezliği

ODA HAVASI SOLURKEN: % FiO₂: 0. 21

Hipoksemik solunum yetmezliği (Tip I)

Solunum yetmezliğinin en sık formu

PaO₂ < 60 mmHg,

Normal /düşük PaCO₂ → normal / yüksek pH

– FP mekanizma: V/P eşitsizliği ve şant, diffüzyon bozuk

Hiperkapnik solunum yetmezliği (Tip II)

PaCO₂ > 45 mmHg ve PaO₂ < 60 mmHg

– FP mekanizma:

V/P eşitsizliği ve Alveolar hipoventilasyon

Solunum Yetmezliği

- Parankimal Hastalık (akciğer hasarı)
 - Vasküler hastalıklar
 - **ARDS**
 - **Pulmoner ödem**
 - Fibrozis
 - KOAH
- Ventilatuvar hastalık (pompa fonk. bzk.)
 - **KOAH**
 - CNS hastalıkları
 - Spinal kord hastalıkları
 - Nöral hastalıklar
 - Müsküler hastalıklar
 - Göğüs kafesi deformiteleri

Solunum Yetmezliği

- **Parankimal hastalık**

- Primer olarak gaz değişimi etkilenir
- Hipoksemi belirgindir
- Hipoksinin sebebi V/Q bozukluğudur.

Hipoksemik Sol. Yetm.

- **Ventilatuvar hastalık**

- Primer olarak ventilasyon etkilenir
- Hiperkapni belirgindir
- İleri evrelerde klinik olarak önemli hipoksi olur.

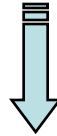
Hiperkapnik Sol. Yetm.

Gaz Değişimi

- ❖ **Çeşitli iletim yollarından geçtikten sonra alveollere ulaşan hava ile pulmoner kapillerden geçen kan arasında diffüzyonla gerçekleşir.**
- ❖ **Oksijen ve karbondioksidin diffüzyonu pasif olarak konsantrasyon gradyentleri ile sağlanır.**
- ❖ **Konsantrasyon gradyentlerinin devam ettirilebilmesi için alveollerin ventilasyonu ve pulmoner kapillerlerin perfüzyonun sürdürülmesi gereklidir.**

Gazların Diffüzyonu

- Oksijen ve karbondioksidin alveolo-kapiller membrandan diffüzyonu için alveol havası ve kapiller kan arasında bu gazların parsiyel basınçları arasında fark olmalı



Alveollerin **ventilasyonu** / Pulmoner kapillerin **perfüzyonu**
V / **Q**

Ventilasyon

- Oksijen akciğerlere gelir.
- Karbondioksit akciğerlerden uzaklaştırılır.

Perfüzyon

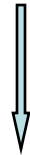
- Mikst venöz kanla karbondioksit akciğerlere gelir.
- Alveoler oksijen alınır.

Alveoler pO_2 ve pCO_2 ,

alveoler ventilasyon ve perfüzyon arasındaki ilişki ile belirlenir.

➤ Ventilasyon-perfüzyon oranı: V/Q

➤ V/Q değişiklikleri



Alveoler pO_2 ve pCO_2 değişiklikleri

- Alveoler Ventilasyon : 4-6 L/dk
- Pulmoner kan akımı = Kardiak output: 4-6 L/dk
- $V/Q \sim 0.8-1.2$

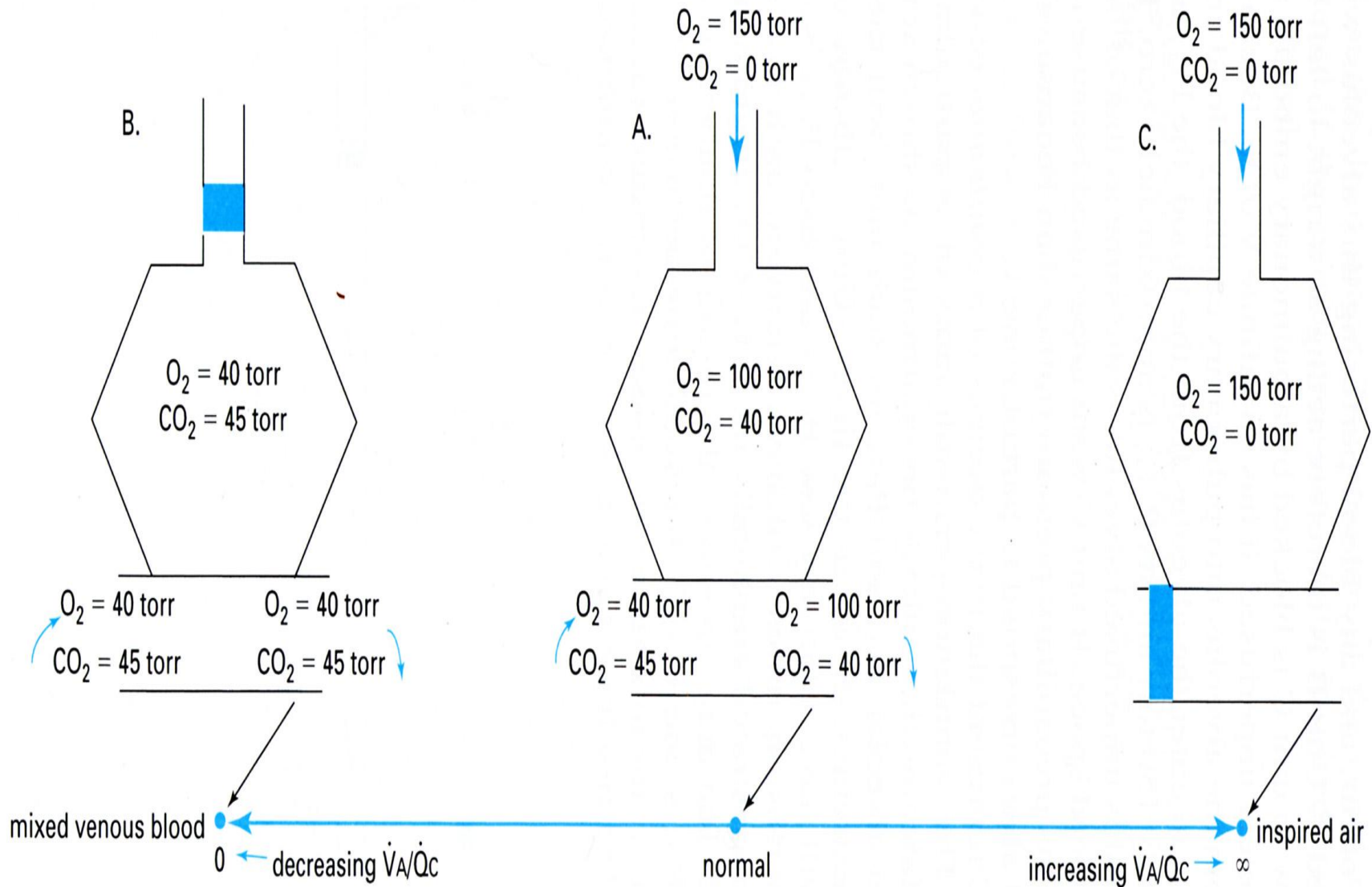
V/Q uyumsuzluğu:

➤ Hava yolu
obstrüksiyonunda:

➤ V/Q azalır.

➤ Kan akımında azalma
olduğunda:

➤ V/Q artar.



Bölgesel olarak alveoler ventilasyon azaldığında,

- ✓ Bu bölgede pulmoner arteriyel vazokonstriksiyonla kan akımı azaltılır.
- ✓ AMAÇ: V/Q normale döndürmek
- ✓ SORUN: Pulmoner vasküler rezistansın artması
- ✓ Bu yanıt devam ederse ve uzun sürerse
- ✓ **PULMONER HİPERTANSİYON** gelişir.

Ventilasyon Uyumsuzluğu

① Hava akımına karşı rezistans olması

- Bronkokonstriksiyon (KOAH,astım)
- Lümenin inflamasyona bağlı çapının daralması (bronşit)
- Mukoid tıkaç (astım,kronik bronşit)
- Tümör basısı

② Kompliyans farklılıkları

- Fibrozis
- Sürfaktan üretiminde bölgesel farklılıklar
- Pulmoner ödem
- Amfizem
- Atelektazi
- PNX
- Tümör basısı

Perfüzyon uyumsuzluğu

- Emboli
- Trombüs
- Pulmoner damarların kompresyonu
(yüksek alveoler basınçlar, tümörler, PNX, hidrotoraks)
- Pulmoner damarların çeşitli hastalık süreçlerinde destrüksiyonu/obstrüksiyonu

Alveolar-Arteriel oksijen basınç gradienti

- $P[A-a]O_2 = \{[(P_{atm} - P_{H_2O}) \times F_{iO_2}] - PaCO_2/RQ\} - PaO_2$

✓ $P(A-a)O_2 = 2.5 + (0.21 \times \text{yaş (yıl)})$

- Normal değeri 5-20 mmHg
- $P_{atm} = 760$ mmHg
- $P_{H_2O} = 47$ mmHg
- $F_{iO_2} = 0.21$ (oda havasında)
- $RQ = 0.8$ (solunum katsayısı)
- Basitçe; $P(A-a)O_2 = [147 - 1.25 PaCO_2] - PaO_2$

	P(A-a)O ₂
V/Q uyumsuzluğu	↑
İntrapulmoner şant	↑
Alveoler hipoveantilasyon	~
Diffüzyon bozukluğu	↓

Solunum Yetmezliği: SY

- **Akut ve kronik ayrımı;**
 - SY nedeni olan hastalığa
 - klinik bulgulara göre yapılır
- **Tiplendirme yapmanın önemi;**
 - Yapılacak olan tedavi yaklaşımlarını belirlemek

Solunum yetmezliği

Akut solunum yetmezliği

Kronik solunum yetmezliği

Hiperkapni var

Hiperkapni yok

Hiperkapni var

Hiperkapni yok

KOAH**
Akut astım**
Toraks deform**
Nöromusküler**
İlaç toksisitesi

ARDS-KPÖ
Pnömoni
KOAH
Astım
Pulmoner emboli

KOAH
Toraks deform.
Nöromusküler

KOAH, bronşektazi
Pulmoner fibrozis

V/P bozukluğu*
Alveolar hipovent.

İntrapulmoner şant
V/P bozukluğu*
Inspire FiO₂ düşük

V/P bozukluğu*
Diffüzyon bozukluğu

*en sık mekanizma

**kronik hastalık akut alevlenme

HİPOKSEMİK SOLUNUM YETMEZLİĞİ ARTERİYEL HİPOKSEMİ NEDENLERİ

1. \downarrow FiO₂

2. **Hipoventilasyon***

(\uparrow PaCO₂)

3. **V/Q eşitsizliği**
(Ör.KOAH)

**Hiperkapnik
solunum yetmezliği**

4. Diffüzyon sınırlanması

5. Akciğer içi şantlar**

Pnömoni

Atelektazi

- KKY (yüksek basınç akciğer ödemi)

- ARDS (düşük basınç akciğer ödemi)

*P(A-a)O₂ gradyenti normal, ** O₂ tedavisine yanıt yetersiz

HİPOKSEMİK SOLUNUM YETMEZLİĞİ NEDENLERİ

- **AKCİĞER GRAFİDE**
FOKAL İNFİLTRAT

Atelektazi

Pnömoni

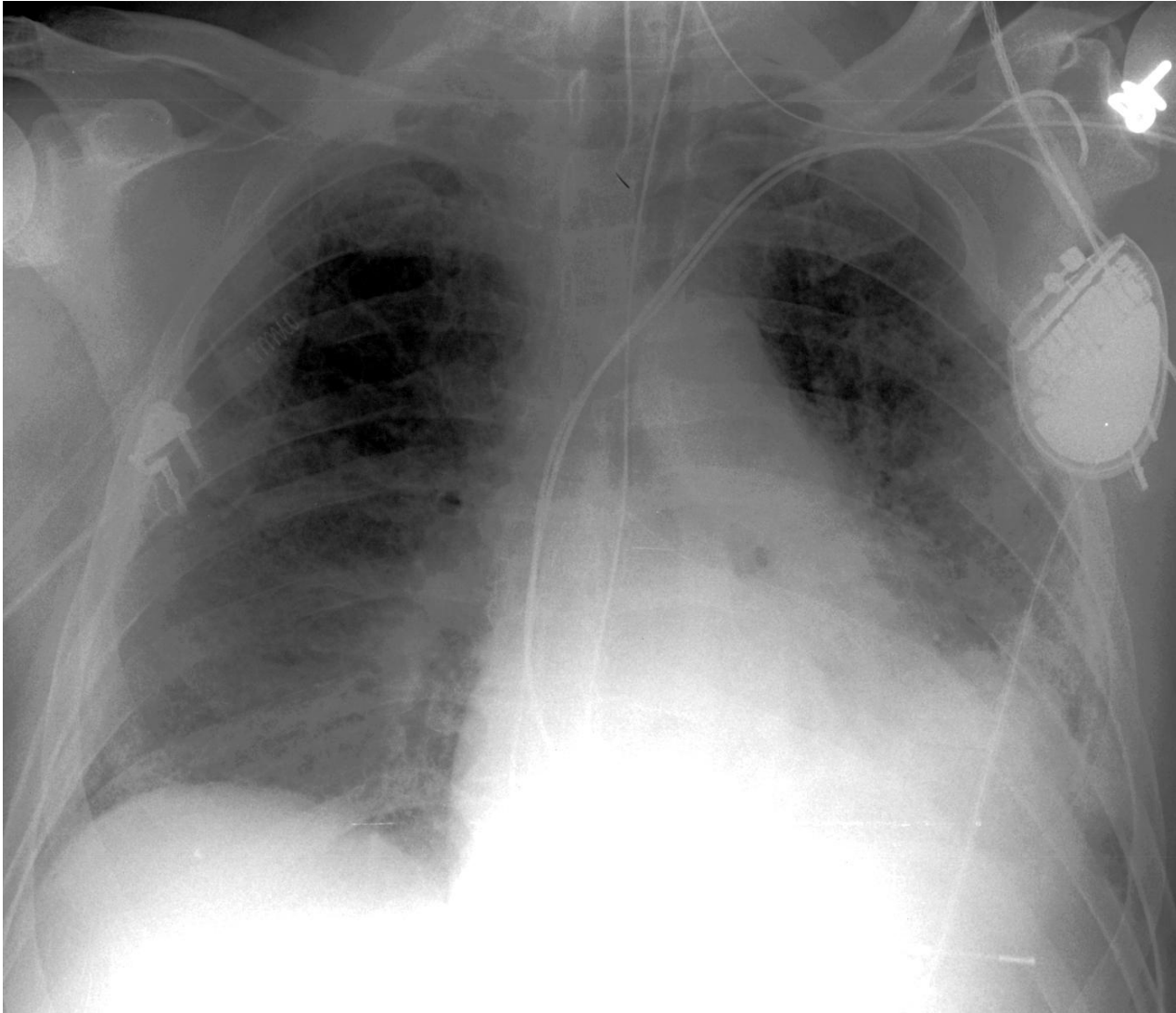


HİPOKSEMİK SOLUNUM YETMEZLİĞİ NEDENLERİ

AKCİĞER GR'de DİFFÜZ İNFİLTRATLAR

- Kardiyojenik akciğer ödemi
- Kardiyojenik olmayan akciğer ödemi (ARDS)
- İnterstisyel pnömoni/fibrozis
- İnfeksiyonlar

Diffüz pulmoner infiltratlar



HİPERKAPNİK /TİP II SOLUNUM YETMEZLİĞİ NEDENLERİ

- $\text{PaCO}_2 > 50 \text{ mmHg}$
- Hipoksemi daima var, $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$
- **pH, HCO_3 seviyelerine bağlı**
- HCO_3 hiperkapninin süresine bağlı (akut/kronik)
-
- Böbrek yanıtı günler-haftalar içinde gelişir
 - **Kompanzasyon ile pH normale gelir : kronik tip 2 SY**

HİPERKAPNİK /TİP II SOLUNUM YETMEZLİĞİ NEDENLERİ

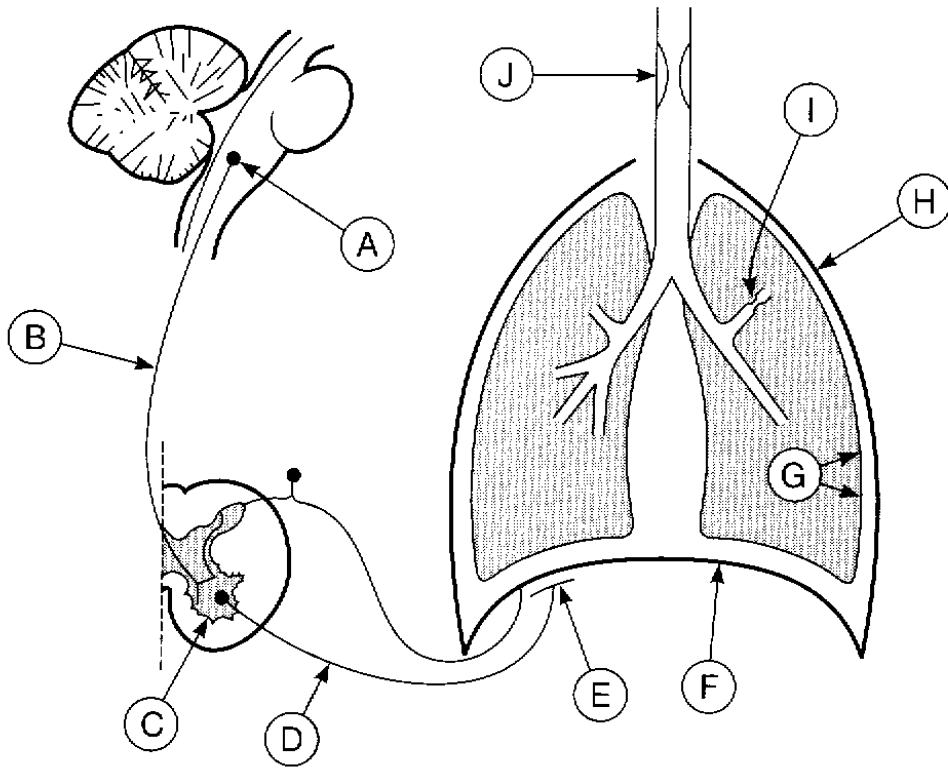
Akut

- Arterial pH düşük($\text{pH} < 7.35$)
 - Nedenler:
 - Yüksek doz sedatif, opioid ilaç alımı
 - Myestenia Gravis gibi akut kas zayıflığı
 - Ağır akciğer hastalıkları:
Astım ya da pnömoni gibi alveolar ventilasyonun sürdürülememesi

Kronik akut alevlenme:

- kronik CO_2 retansiyonu ve artış olan hastalarda mg , CO_2 yükselir ve pH düşer.
 - mekanizma: **solunum kas yorgunluğu**

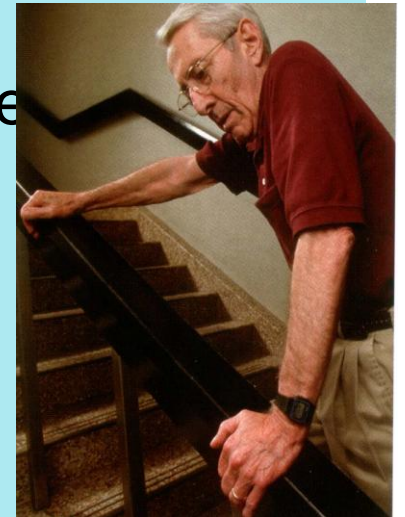
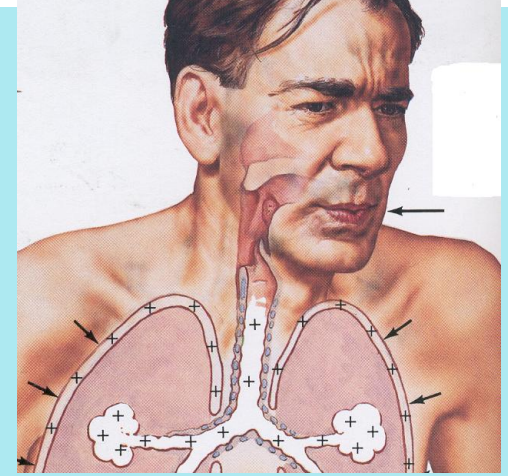
HİPOVENTİLASYONA NEDEN OLAN PROBLEMLER



- A-Medulladaki nöronlar
- B-Üst motor nöronlar
- C-Ön boynuz hücreleri
- D-Alt motor nöronlar
- E-Nöromusküler bileşke
- F-Solunum kasları
- G-Akciğer ve göğüs duvarı elastisitesinde azalma
- H-Göğüs duvarı bütünlüğünde bozulma
- I- Küçük havayolu resistansı
- J- Üst solunum yolu obstrüksiyonu

Klinik Bulgular

- Nonspesifik bulgular vardır
- Akut ?, Kronik?
- Solunum işi artışı ve yetmezlik belirtileri;
 - Takipne, hızlı yüzeysel solunum(RSB)
 - Takikardi
 - Pink buffer üfleme
 - Siyanoz, burun kanatları- siyah geniş venler
 - Yardımcı solunum kaslarının katılımı
 - Trakeal tug, stridor, wheezing, supraklaviküler çekilme(tiraj)
 - Solunum paterninde düzensizlik
 - Kussmaul, Cheyne Stokes, Biot
 - Abdomende paradoks hareketler
 - Fıçı göğüs
 - Periferik sıcaklık ve venöz dilatasyon



Klinik Bulgular

- Hipoksemi ve hiperkapniye ait klinik bulgular vardır;
 - Akut ise ciddi tablolara yol açar, kronikse daha iyi tolere edilebilir

- **Hipoksemiye bağlı;**

- Motor bozukluklar, ajitasyon , dikkatsizlik, davranış bozukluğu
- Takikardi, kan basıncında değişme, bradikardi, myokard perfüzyonunda bozulma ve şok
- Siyanoz
- Takipne , hiperpne
- Sekonder polistemi: Eritropoetin
- Kardiyak aritmiler (atrial fibrilasyon , atrial flutter)
- Davranış bozuklukları, uyku hali, dikkatsizlik, konvülsiyonlar , koma ve ölüm



Klinik Bulgular

Hiperkapniye bağlı;

- Serebral ödem, papil ödemi ,korku , endişe , baş ağrısı, konfüzyon, uyuklama , koma , ölüm
- Takikardi, terleme , kan basıncında değişmeler (yükselme ,düşme) ani artışlarda ölüm
 - Sempatik hiperaktivite artışı
- Kas seğirmeleri, kaba myoklonik sarsıntılı kas hareketleri
- Flapping tremor



KSY klinik sonuçları

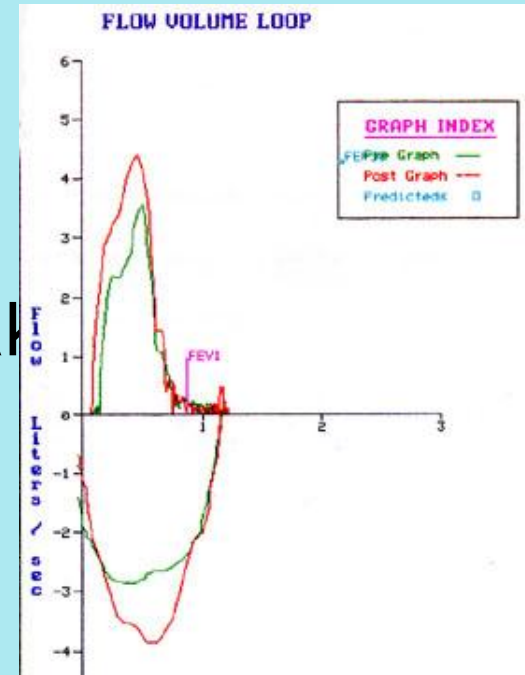
- **KVS etkileri**
 - Pulmoner hipertansiyon
 - Kor pulmonale
 - Sol ventrikül disfonksiyonu
- **Polistemi**
- **Nörolojik etkiler**
 - Entellektüel yetenekte azalma
 - Davranış bozuklukları
 - Depresyon
 - Nöromusküler koordinasyonda azalma
- **Uyku kalitesinde bozulma**
- **Seksüel disfonksiyon**
- **Renal etkiler**
 - Glomerüler fonksiyonda bozulma (Na retansiyonu), RKA'da azalma, ANP salınımı, su-tuz tutlumu-ödem(kor pulmonaleye ek)

HASTANIN DEĞERLENDİRİLMESİ

- Dikkatli öykü
- Fizik muayene
- AKG analizi: **Hipoksemi ?, hiperkapni? Akut/kronik?**
Solunum yetmezliği tipi ve nedeni??

$$P(A-a)O_2 = (P_iO_2 - \frac{P_aCO_2}{R}) - PaO_2$$

- AKCİĞER FONKSİYONLARI
Obstrüktif X restriktif tip VP X al
- PA AKCİĞER GRAFI
- EKG: Sağ yüklenme bulguları

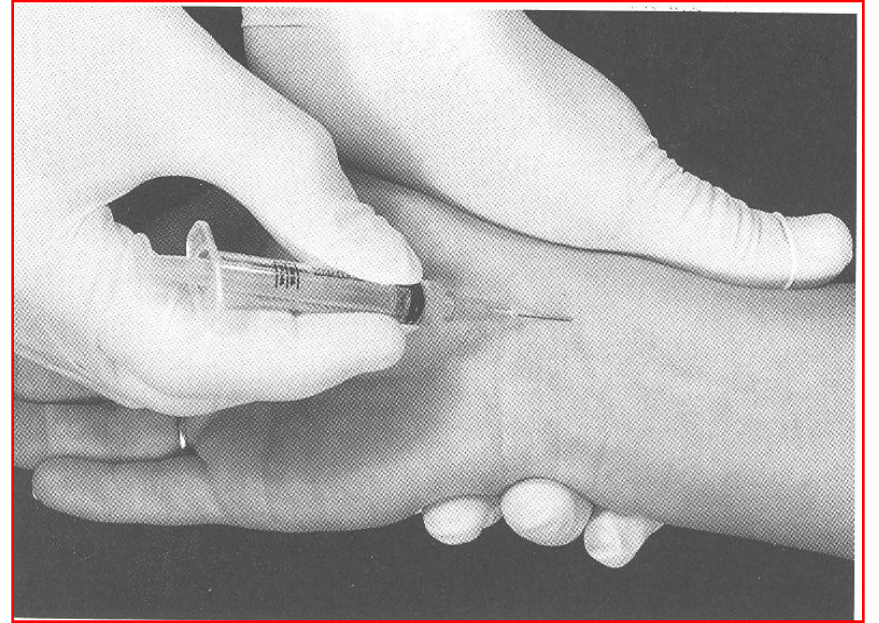


Tanı

- **Arter kan gazları analizi :**
 - Solunum yetmezliği tanısı ve şiddetinin belirlenmesi
 - SY nin takibi için bazen sık tekrarı gerekebilir
 - Heparinli enjektörle alınan kanda pH, PaO₂, PaCO₂, HCO₃ değerlendirilir
 - Arteriyel kateterizasyon veya pulse oksimetre ile takip

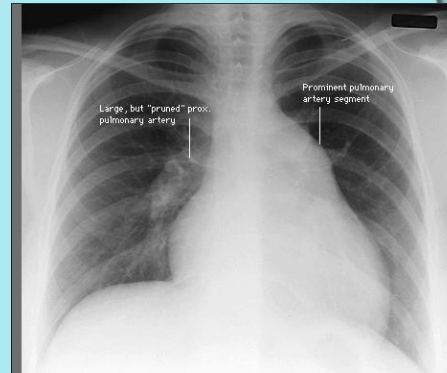
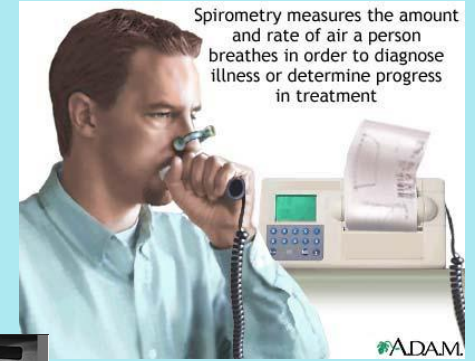
Tanı

- **AKG normal değerleri**
- **pH: 7.35-7.45**
- **PaO₂: 80-100 mmHg**
- **PaCO₂: 35-45 mmHg**
- **SaO₂: %96**
- **HCO₃: 22-26 mEq/L**



Tanı

- Solunum fonksiyon testleri(DLCO, MİP,..)
- Radyolojik yöntemler (PA akc. grafi, CT...)
- EKG
- Sağ kalp kateteri
- Diğer
 - V/P scan
 - Polisomnografi gibi



Akut solunum yetmezliği

Öykü, FM
AKG analizi, SFT
PA akc grafi, EKG

Hipoksemik

Hiperkapnik

Diffuz opasiteler

Opasite yok

Diffuz opasiteler

Opasite yok

İnterstisyel
Alveolar dolum

KOAH
Pulmoner emboli
Şantlar

KOAH
Nörojenik hipovent.
Göğüs duvar has.
Santral havayolu obst.

KOAH, parankimal hast
İleri evre diffuz parankimal hast

SOLUNUMYETMEZLİĞİ TEDAVİ İLKELERİ

- Hipoksemi SY'den ölüme neden olabilir
- **Asıl amaç hipoksemiye önleme ve düzeltmek**
- İkinci amaç CO₂ ve solunumsal asidozu kontrol
- SY'ne neden olan hastalığın tedavisi
- MSS ve kardiovasküler monitörizasyon ve tedavi
 - Konvülzyon, koma, aritmiler, AMI, ..

Akut solunum yetmezliği

Hipokseminin acilen düzeltilmesi

- PaO₂'yi 60 mmHg, SaO₂'u %90 'nun üstünde tutacak ve
- Solunumsal asidoza neden olacak CO₂ birikiminin olmaması

Hipoksiyi önlemek için hemodinami ve Hb'nin düzeltilmesi

– örneğin miyokard enfarktüsü

Aşırı sıvı yüklenmesi önlenmeli

Nütrisyonel destek sağlanmalı,

- BKI < 21 KOAH için kötü prognostik kriter

Düşük akımda O₂ veren cihazlarla tahmini FiO₂ değerleri

%100 O₂ akım hızı(L/dk)	FiO₂
Nazal Kanül	
1	0.24
2	0.28
3	0.32
4	0.36
5	0.40
6	0.44
Basit O₂ Maskesi	
5-6	0.40
6-7	0.50
7-8	0.60
Kısmi Rebreather Maske	
7	0.65
8-15	0.70-0.80
Nonrebreathing Maske	
4-10	0.85-1.00

Oksijen Tedavisi

Kesin endikasyonlar

- Akut hipoksemi
- Kardiyak ve pulmoner arrest
- **Hipotansiyon (< 90mmHg)**
- Kardiyak çıktı düşüklüğü
- Metabolik asidoz($\text{HCO}_3 < 18\text{mmol/L}$)
- Solunum sıkıntısı (>24 /dk)

Şüpheli endikasyonlar

- Komplike olmayan Mi
- Hipoksemisiz şiddetli dispne
- Orak hücreli anemi krizi
- Angina pectoris

Oksijen Tedavisi

- **Düşük akımlı sistemler**
 - Nazal kanüller
 - 1-6L/dkFiO₂:%20 - 40
 - Maskeler
 - 5-6 L/dk..FiO₂:%50 - 60
 - Rezervuarlı maskeler
 - 5-8 L/dkFiO₂: % 60 ve üstü

- **Yüksek akımlı sistemler**
- Venturi maskeleri
 - %100 O₂ jet şeklinde
 - Oda havası girişiyle konsantrasyon %25 -50 seviyelerinde sağlanır
- Solunum şekli bozulmuş genç ağır hipoksemik
- **FiO₂nin kontrollü artırılması gereken durumlarda**



Oksijen Maskesi



Ventüri Maske

Oksijen Tedavisi

- **Uzun süreli oksijen tedavisi=USOT=LTOT**
 - $\text{PaO}_2 < 55 \text{ mmHg}$, $\text{SaO}_2 < \%88$Kesin
 - $\text{PaO}_2 : 56-59 \text{ mmHg}$, $\text{SaO}_2 : \%89$ ise;
 - Korpulmonale bulguları, P. ödem, p-pulmonale, polisitemi
 - $\text{PaO}_2 > 59 \text{ mmHg}$ ise
 - Konservatif tedavinin yararsız olduğunun kanıtlanması
- **Kesintili oksijen tedavisi**
 - Düşük egzersiz düzeylerinde $\text{PaO}_2 < 55 \text{ mmHg}$, $\text{SaO}_2 < \%88$
 - Uykuda $\text{PaO}_2 < 55 \text{ mmHg}$, $\text{SaO}_2 < \%88$ olup PHT, gündüz uyuklama, kardiyak aritmi olursa

Oksijen Tedavisi

- **Oksijen kaynakları**

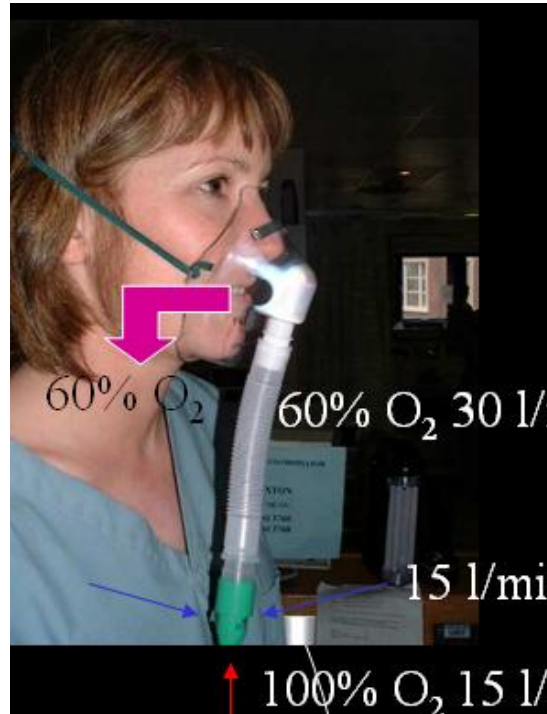
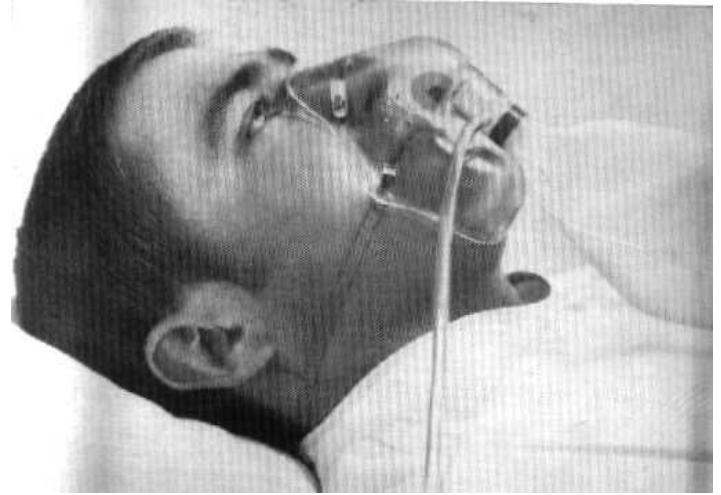
- Oksijen silindirleri:
sıkıştırılmış O_2 içeren tüpler
- Oksijen konsantratörleri:
oda havasından O_2 üreten sistemler
- Likit oksijen sistemleri:
sıvılaştırılmış O_2 içeren tanklar



OKSİJEN TEDAVİSİ YAN ETKİLERİ

- **O₂ toksisitesi:**
 - çok yüksek seviyeler MSS toksisitesi ve epileptik nöbetler
- düşük (FiO₂ > 60%) seviye ve uzun temas süre:
 - kapiller hasar, kaçak ve pulmoner fibrozis (ARDS tablosu)
 - PaO₂ > 150 retrolental fibroplazi- yenidoğanda sık

 - FiO₂ 35 to 40% kesinlikle emniyetle tolere edilir
- CO₂ narkozu:
 - Artmış PaCO₂ solunumsal asidoz, somnolens ve koma
 - PaCO₂ artışının kombine nedenleri
 - a) hipoksik dürtünün bozulması (PaCO₂ ve PaO₂ yüksek)
 - b) ölü boşlukta artış



Tedavi

- **Noninvaziv mekanik ventilasyon**
- **İnvaziv mekanik ventilasyon**

ÇOK ÖNEMLİ:

Mekanik ventilatör endikasyonu olan bir hastada entübasyondan önce NIMV'nun uygulanabilirliği araştırılmalıdır

İnvaziv Mekanik Ventilasyon

ENDİKASYON

- NIMV başarısızlığı ya da Kontrindikasyonlarında
- Orta-ileri dispne, yardımcı solunum kasları kullanımı
- Paradoks solunum
- Solunum sayısı > 35/dak
- Derin hipoksi($PaO_2 > 40$ mmHg veya $PaO_2/FiO_2 < 200$ mmHg)
- İleri asidoz (pH < 7.25), hiperkapni ($PaCO_2 > 60$ mmHg)
- Solunum arresti, somnolans, bilinç kaybı
- Hipotansiyon, şok, kalp yetmezliği, AMI
- Metabolik bozukluk, sepsis, pnömoni gibi durumlar



NIMV endikasyonları akut Hiperkapnik solunum yetersizliği

Akut solunum sıkıntısı bulgu ve belirtileri

- Orta-ciddi dispne
- Dakika solunum sayısı > 24 , paradoks solunum ve yardımcı solunum kaslarının kullanılması

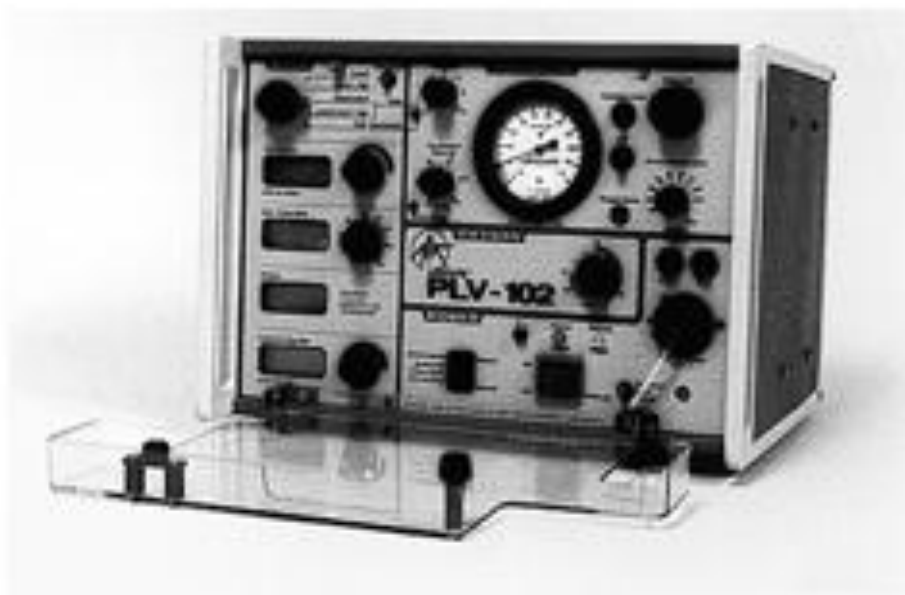
Gaz değişim anormalliklerin gözlenmesi

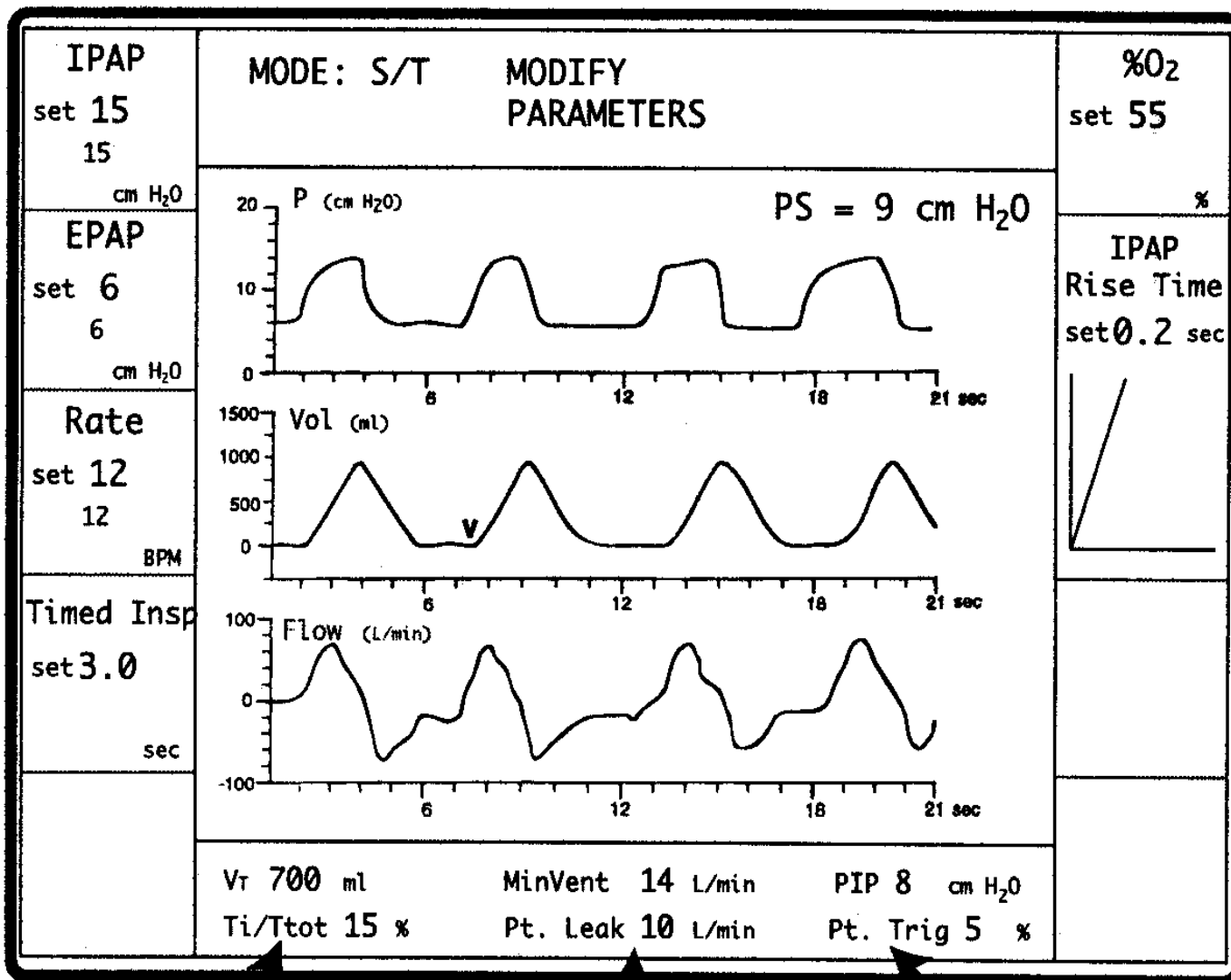
- $\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$, $\text{pH} < 7.35$

NPPV kontrendikasyonları

- Kalp/solunum durması
- Solunum dışı organ yetersizliği
 - Ciddi ensefalopati
 - Ciddi üst gastrointestinal sistem kanaması
 - Stabil olmayan hemodinami ya da kalp patolojisi)
- Yüz cerrahisi, travması, yanık ya da deformitesi
- Üst hava yolu obstrüksiyonu
- Hava yollarının korunamaması
- Sekresyonların atılamaması
- Yüksek aspirasyon riski







Inspiratory Time/
Total Cycle Time

Patient Leak

Percentage of
Patient-Triggered
Breaths

