

SOLUNUM SİSTEMİ

Öğr. Gör. Seher EROL ÇELİK

SOLUNUM SİSTEMİ:

- Organizmayı oluşturan hücrelerin yaşamlarının devam edebilmesi için metabolik gereksinimlerinin sağlanması gereklidir.
- Hücresel düzeyde gerekli olan temel ihtiyaçlardan biri olan O_2 , besin moleküllerindeki kimyasal bağlarda depolanmış enerjinin açığa çıkartılabilmesi için kullanılır.

- Gerekli O₂ 'in sağlanması ve bu faaliyetler sonucu açığa çıkan CO₂ gazının uzaklaştırılması, “solunum” olarak adlandırılmaktadır.

«Solunum sistemi»

- 12-16 /dk
- (toraks) boşluğunun hacmi arttırılırsa akciğerler içerisindeki basınç azalır→ atmosfer havası akciğerlere dolar

- Göğüs boşluğunun hacmi azaltılırsa artan basınçtan dolayı hava dışarıya çıkacaktır.
- solunum kaslarının
- akciğerin elastik yapısı
- Akciğerin elastikiyeti, yapısındaki elastik liflerden kaynaklanır ve her inspirasyondan sonra eski haline dönme kabiliyeti olarak tanımlanır.

Solunum Fonksiyonu:

- Solunum terimi genel olarak, birbiri ile ilişkili 3 farklı fonksiyonu kapsar. Bunlar:
 - ***Ventilasyon (Soluk alıp verme),***
 - ***Gaz değişimi,***
 - ***O₂ kullanımı.***

- Ventilasyon ve hava ile kan arasındaki gaz değişimi → **eksternal (dış) solunum**
- Doku seviyesindeki gaz değişimi ile hücresel reaksiyonlarda O_2 kullanımı → **internal (iç) solunum**

- Trakea → terminal bronşiyol yalnızca hava iletimi
 - anatomik ölü boşluk (150 ml)

- Respiratuvar bronşiyol→alveoller
- Gaz değişiminin gerekleştėđi alan (dış solunum)

- respiratuvar bronşiyol seviyesinden sonra solunum yollarının toplam kesit yüzey alanını hızla artar
- Hava yollarının bu bölümlerinden itibaren havanın akış hızı durma seviyesine yaklaşırken taşınma difüzyon yolu ile gerçekleşir.

Alveoller ve Sürfaktan:

- Alveol: alt solunum yolunun sonlandığı hava dolu mikroskobik keseciklerdir. (ort 300 milyon)
- Alveollerin duvar yapısı tek katlı epitel hücrelerinden oluşur ve oldukça incedir.

- *Bu duvar yapısında iki tür epitel hücresi bulunur.*
 - I. **Tip 1 hücreler** alveol duvarını döşeyen temel hücrelerdir.
 - II. **Tip 2 hücreler** ise Tip 1 hücrelere dönüşme potansiyeli olan ve surfaktan salgılayan hücrelerdir.

- Alveolün epitel yüzeyi **surfaktan** ile örtülmüştür.
- **Surfaktan** tip 2 hücreleri tarafından üretilen, fosfolipitler bakımından zengin jel niteliğinde bir salgıdır.
- Alveollerin içinde bulunan havanın alveol epiteli ile direkt temasını keser.

Surfaktanın temel fonksiyonu

- Yüzey gerilimini azaltarak alveollerin kollabe (çökerek kapanmak, sönmek) olmasını engellemek
- İnspirasyon sırasında alveollerin içerisine hava dolmasını kolaylaştırmaktır.

- **Plevra :**

Plevra iki yapraktan oluşan bir zardır.

- **Plevra sıvısı:** İki yaprak arasında kayganlığı sağlar

•Solunum Kasları:

1- İspiratuar Kaslar:

- Diyafagma- C3-4-5 !!!
- Eksternal interkostaller- T1-12
- Parasternal internal interkartilaj kasları

- SCM- 11. kranial sinir
- Skalenius ant/med/post – C1-2
- Pectoralis major/ minor
- Latissimus dorsi
- Serratus ant/ post-sup
- Rhomboid major/minor
- Trapez
- Levator costarum

2- Ekspiratuar Kaslar: Normalde pasiftir. Zorlu ekspirasyonda

- İnternal interkostaller- T1-12
- Parasternal interkartilaj kasları
- Rectus abdominis
- Eksternal / internal oblik / transversus abdominis - T7-L1
- Quadratus lumborum
- Serratus posterior-inferior

Plevra

- Yassı epitel tabaka ile onun altına yerleşmiş, elastik liflerden zengin bağ dokusundan oluşan mezodermal orijinli yapıdır.

1. Parietal Plevra:

- kosta ve interkostal kasların iç; diafragmanın üst ve mediasteninin yan yüzlerini örter.
- Ağrıya duyarlıdır
- N. Frenikus, n.interkostalis, n. Vagus, sempatik zincirler

2. Visseral Plevra:

- Akciğerin dış yüzlerini ve interlober fissürleri sarar.
- Ağrıya duyarlı değildir.
- N. Vagus ve sempatik zincirler
- Parietal – visseral plevra yaprakları hiluslarda birleşir.
- Plevra yaprakları arasında 50 ml civarında sıvı vardır. Bu sıvı solunum hareketleri sırasında kayganlık yaratarak kolay ekspansiyon sağlar.

Akciğer

- Hiluslarla mediastene bağlanır.
- **Hilus:** bronş ve kan yapılarının akciğere giriş yaptığı yerdir. Sinir pleksusları, lenf damarları lenf bezleri de bulunur.
- Akciğerler **fissür** denilen ve periferden hiluslara kadar uzanan yüzeyel planlarla loblara ayrılırlar.

- Segment, kendilerine ait bronş, arter ve vene sahip yapılardır. Bu yapılar sayesinde akciğer duvarının hareketine uyum sağlar. Sağ akciğerde 10; sol akciğerde 8 tanedir.

SAĞ

Üst

Apikal

Ant

Post

Ort

Lat

Med

Alt

Ant-bazal

Post-bazal

Med-bazal

Lat-bazal

Sup-bazal

SOL

Üst

Apikal- post

Ant

Lingula

super

İnf

Alt

Lat- bazal

Sup-bazal

Ant-bazal

Post-bazal

- Trakeadan itibaren bronşlar perifere doğru yaklaşık 23 dallanma yapar.
- Ana bronşlar → Lob bronşları → Segment Bronşları → Orta ve Küçük Boy Bronşlar → Bronşiyoller (çap < 1 mm)

- Birbirine komşu alveollerin epitel örtülerine ait bazal membranlar arasında kalan aralığa **alveoller arası interstisyum** denir.
- İnterstisyel aralıkta;
 - kapiller ağ,
 - elastik kollejen lifler,
 - fibroblastlar,
 - monositler
 - makrofajlar bulunur.

- Alveollerin ventilasyonu bronşiyoller dışında kollateral yollarla da sağlanır → **Kollateral ventilasyon**

- Kollateral ventilasyonu sağlayan yapılar:

1- Kohn Delikleri (Gözenekleri): her bir alveol duvarında 1-7 adet bulunur. 2-13 mikron çapındadır. Post natal dönemde yaklaşık 1 yılda gelişimini tamamlar.

2- Lambert Kanalları: Bronşiyollerle komşu asinüsteki alveoller arasında hava geçişini sağlar.

- Akciğerin 2 ayrı kan dolaşımı vardır:

1. Pulmoner arter dolaşımı → sağ ventriküldeki karışık venöz kanı akciğer kapillere taşır.

Respiratuar bronşiyollerde kapiller hale gelir.

Vena pulmonalis alveoller kapiller ağdan başlar.

İki akciğerden toplam 4 adet vena pulmonalis sol atriuma gider.

2. Bronşial arter dolaşım → sistemik dolaşımdan kaynaklanarak akciğerlerin besleyici yapısını oluşturur.

- Akciğerlerin lenf drenajı ise yüzeysel ve derin lenf damarları ile sağlanır.

Alveolde Gaz Değişimi:

- Alveoller ile kapiller damar arasındaki gaz (O_2 ve CO_2) geçişleri difüzyon yolu ile gerçekleşir.

- Alveoller oldukça yoğun bir kapiller ağ ile sarılmıştır.
- gaz değişiminin gerçekleştiği alan → **solunum**
membranı

• Oldukça geniş alanda ve hızla gerçekleşen bu gaz değişimi belirli faktörler tarafından etkilenebilir. Bunlar:

1. Membranın kalınlığındaki değişimler,
2. Membranın toplam yüzey alanındaki değişimler,
3. Gazların membranı geçişinde etkili olan difüzyon katsayısı,
4. Membranın iki tarafındaki gaz basınçları arasındaki farktır.

- Solunum membranından geçen gazların her birinin *difüzyon katsayısı* membrandan difüze olacak gazın hızını belirler.
- Belirli bir basınç değerinde CO₂, O₂ 'e göre 20 kat daha hızlı difüze olur.
- Difüzyon katsayısı gazın solunum membranında eriyebilirliği ile doğru orantılıyken, moleköl ağırlığı ile ters orantılıdır.

❖Erime (absorbsiyon) katsayısı: 1 ml sıvının belirli bir sıcaklık ve basınç değerinde, absorbe edebileceği gaz hacmidir. Bir gazın parsiyel basıncı ve sıvının o gaz için absorbsiyon katsayısı biliniyorsa sıvıda bulunan gaz miktarı hesaplanabilir.

Kan Gazlarının Parsiyel Basınçları ve Difüzyon:

- Soluduğumuz atmosfer havası çoğunluğu N₂ (azot) ve O₂ 'den oluşan bir gaz kütesidir.
- Atmosfer gibi karışık gaz kütlelerinin toplam basıncının yanı sıra, karışımı oluşturan gazların her biri diğer gazlardan bağımsız olarak, kendi miktarları doğrultusunda bir basınç yaparlar (Dalton Yasası).
- Bu basınç gazların parsiyel (kendilerine ait) basıncı olarak adlandırılır.

❖ Dalton Yasası: Gaz karışımında bulunan herhangi bir gazın sanki tek başına bulunmuşçasına yaptığı basınca o gazın “kısmi basıncı” denir.

- Gazlar, parsiyel basınçları doğrultusunda, basınçlarının yüksek olduğu taraftan daha düşük olan tarafa doğru hareket ederler.
- Alveollerin içerisindeki havada O_2 parsiyel basıncı (100 mmHg) sistemik dolaşımdan gelen kandaki O_2 basıncından (40 mmHg) daha fazla olduğundan, O_2 parsiyel basıncının daha fazla olduğu yerden daha az olduğu tarafa yani alveol kapillerlerine doğru difüze olur.

- Gaz değişiminin etkin olabilmesi için hem alveoler ventilasyonun hem de alveol kapillerlerindeki kan akımının yeterli miktarda olması gerekir.

- Alveoler dakika vantilasyon hacmi ile 1 dakikada akciğer kapillerlerinden geçen kan miktarı oranına “**ventilasyon/perfüzyon oranı**” denir.
- İdeal durumda bu oran **4/5** 'dir.
- Bu oranın bozulması kanın O₂ 'lenmesinin yetersizliği anlamına gelecektir.

Kanda Solunum Gazlarının Taşınması:

- Hem O₂ hem de CO₂ kan yolu ile taşınırlar.

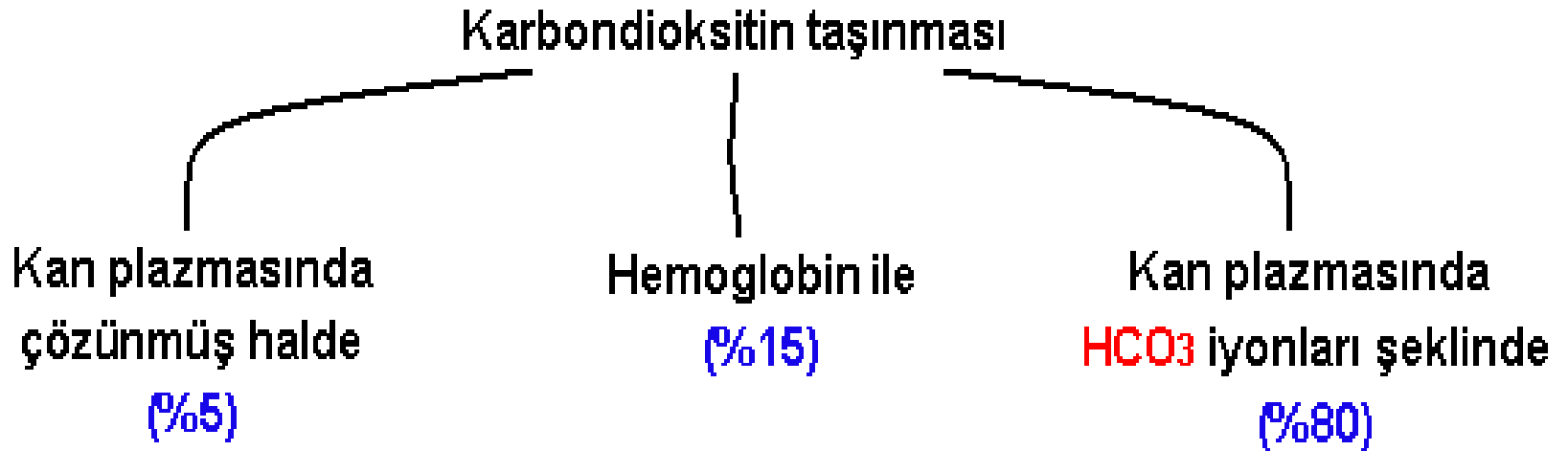
Oksijenin Taşınması:

- O₂ iki farklı yoldan:
 1. Plazmada çözünmüş halde,
 2. Hemoglobine bağlı halde taşınır.

- Kan PO_2 'si arttığında O_2 'e bağlı hemoglobin oranı da artacaktır.
- Bu koşulda hemoglobinin bir **doygunluk oranı (saturasyon yüzdesi)** olmalıdır.
- Sistemik *arteryel kanın PO_2 'si yaklaşık **95 mmHg** 'dır.*
- Hemoglobin doygunluğu ise **%97** civarlarındadır.
- Yani 100 ml arteryel kanda yaklaşık 19,4 ml O_2 , hemoglobine bağlı olarak taşınır.

Karbondioksitin Taşınması:

- CO₂ üç farklı yoldan:
 1. Plazmada çözünmüş halde,
 2. Hemoglobine bağlı halde,
 3. Bikarbonat iyonu halinde taşınır.



Ventilasyona Etki Eden Faktörler

- Solunum merkezleri
- Solunum kasları
- Göğüs kafesinin yapısı

Perfüzyona Etki Eden Faktörler

- Kalbin pompalama gücü
- Hidrostatik basınç
- Damar direnci
- Akciğer hacmi
- Gazların parsiyel basıncı

Ventilasyon/ Perfüzyon Eşitsizliği

- $V/P > \text{Optimal} \rightarrow$ Fizyolojik ölü boşluk
- $V/P = \text{Optimal}$
- $V/P < \text{Optimal} \rightarrow$ Fizyolojik şant

Komplians : Her bir basınç değişikliğine karşılık gelen hacim değişikliği. Belirli bir basınç altında belirli bir maddenin ne kadar esneyebildiğine o maddenin kompliyansı denir

Recoil : İspirasyonda genişleyen akciğerlerin ekspirasyonda elastik geri çekilimidir.

- **Hava Yolu Direnci** : Hava akımı, ağız- burun ile alveoller arasındaki basınç farkı ile doğru orantılıdır
- Normalde hava yolu direnci çok küçüktür ve hava akımına engel olmaz.
- Büyük hacimlerde hava akışını sağlamak için çok az basınç farkı yeterli olur.
- Sakin solunumda $P(\text{atm}) - P(\text{alv}) < 1 \text{ mmHg}$

Akciğer Volümleri

1. Tidal volüm (TV)
2. İspiratuar rezerv volüm (IRV)
3. Ekspiratuar rezerv volüm (ERV)
4. Rezidüel volüm (RV)
5. Ölü boşluk
6. Ventilasyon hızı

Akciğer Kapasiteleri

1. İspiratuar kapasite (IC)
2. Fonksiyonel rezidüel kapasite (FRC)
3. Vital kapasite
4. Total akciğer kapasitesi (TAK)
5. Zorlu ekspiratuar volüm (FEV1)
6. Zorlu vital kapasite (FVC)

Tidal volüm (V_T): Sakin solunum sırasında akciğerlere giren veya çıkan hava hacmidir. Ortalama 500 ml.dir.

İnspiratuvar yedek volüm (IRV):

- Sakin solunum sırasında inspirasyon tamamlandıktan sonra derin inspirasyonla alınan hava volümüdür.

Ekspiratuvar yedek volüm (ERV)

- Sakin solunum sırasında ekspiryum tamamlandıktan sonra tam bir ekspirasyonla atılan maksimum hava volümüdür.

Rezidüel volüm (RV)

- Maksimum bir ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan hava volümüdür.

Total Akciğer Kapasitesi

- Maksimal inspirasyondan sonra akciğerlerde bulunan hava miktarıdır.
- Tüm volümlerin toplamından oluşur ($RV+ERV+V_T+IRV$)

Inspiratuvar kapasite

- Sakin solunum sırasında ekspiryum tamamlandıktan sonra maksimum inspirasyonla alınan hava hacmidir.
- VT ile IRV'ün toplamından oluşur.

Vital kapasite (VC)

- Maksimum bir inspirasyondan sonra tam bir ekspirasyonla çıkartılan (ekspiratuvar VC), maksimal ekspirasyondan sonra tam bir inspirasyon ile akciğerlere alınan (inspiratuvar VC) hava volümüdür.
($VT + IRV + ERV$)

Fonksiyonel Rezidüel Kapasite (FRC)

- Normal bir ekspirasyonun sonunda akciğerlerde bulunan hava volümüdür ($RV + ERV$)
- $FRC =$ ekspiryum sonu akciğer volümüne (EELV)

- **Birinci saniye zorlu ekspirasyon volümü (FEV1):** Sağlıklı bireylerde değışkenliği 60-270 ml(183ml) dir. Genellikle büyük havayollarını yansıtır.
- **Zorlu Vital Kapasite (FVC):** Maksimum inspirasyondan sonra zorlu olarak alınabilinan ve zorlu olarak verilabilinan hava hacmidir.
- **FEV1/FVC (Tiffeneau oranı):**Havayolu obsrüksiyonu ve restriktif hastalıkları ayırdetmede

oldukça kullanışlıdır. Obstrüksiyonlarda FEV1 , FVC den daha fazla azalma gösterdiğinden dolayı oran genellikle < %70 iken, restriksiyonlarda heriki parametrede aynı oranlarda azaldığından oan normal kalır. Obstrüksiyonun derecelendirilmesinde kullanılmaktadır;