




Solunum sistemi anatomisi ve Fizyolojisi

**Moderatör Prof Dr Mehmet Karadağ
Araştırma Görevlisi Aynur Mammadova**

GİRİŞ

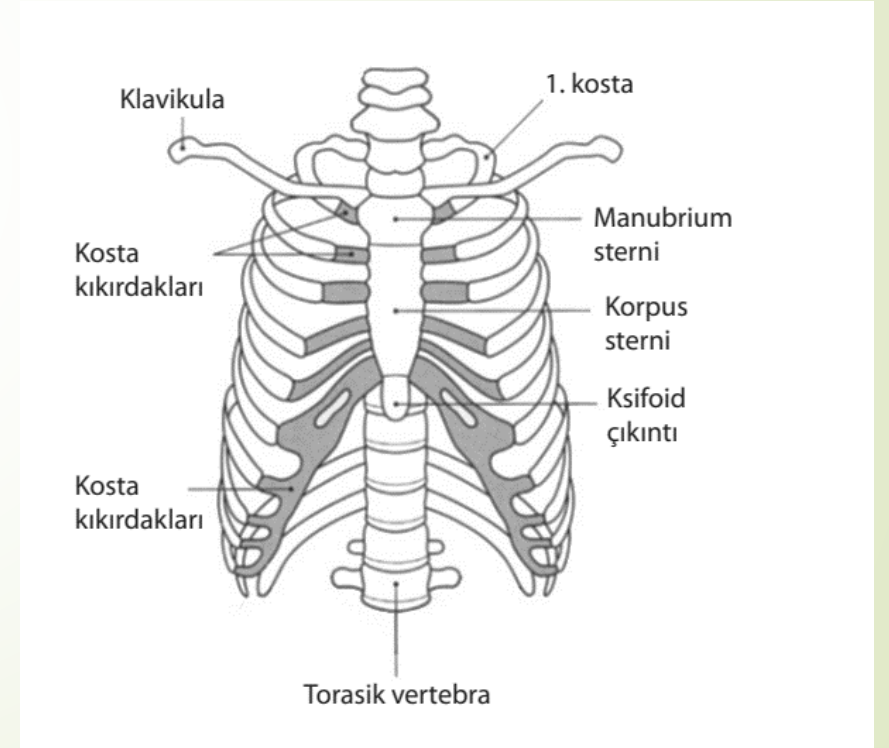
➤ Solunum sisteminin temel fonksiyonu

- Gaz alışverişi
- Asit-baz dengesinin sağlanması
- Fonasyon
- Savunma
- Biyoaktif maddelerin üretimidir

- 
- Fonksiyonel yönden burun boşluğundan başlayan hava iletimi trakeobronşiyal ağaç yoluyla gaz alışverişinin yapıldığı solunum bölgesine kadar sürer
 - Bu iletili bölge hem akciğer dışında, hem de akciğer içinde yer alır
 - Gaz alışverişinin yapıldığı solunum bölgesi ise akciğer içinde yer alan uç havayollarını ve alveol sistemini içerir

Toraks anatomisi

- Kaburgalar (costae) torakal vertebralar, sternum ve kostal kıkırdaklarla birlikte toraks iskeletini yaparlar



Solunum kasları

- Göğüs duvarı hareketleri inspirasyon ve ekspirasyon kasları ile sağlanır
- Diyafragma inspiratuvar solunum kaslarının en önemlisidir
- Soluk havasının %60'ı diyafragma hareketleri ile sağlanır
- Normal soluk alıp verme sırasında diyafragma düzeyi 1.5-2 cm kadar hareket eder. Zorlu solunumda bu vertikal hareket 6-10 cm'ye ulaşır
- Diyafragma normalde kubbe şeklindedir. Diyafragmanın kontraksiyonu göğüs kafesinin vertikal yönde genişletirken, toraks alt kısmının transvers çapını da arttırır

SOLUNUM KASLARI

- Amfizem varlığında diyafragmaların düzleşmesi sonucu, diyafragma kontraksiyonu ile vertikal genişleme yeterli olmaz, transvers çap artacağı yerde azalır
- Diyafragma frenik sinir tarafından innerve edilir. Frenik sinir motor liflerle birlikte diyafragmanın santral bölümünün duyuşal liflerini de taşır
- Bu bölgenin irritasyonu boyun kökü, klavikula üstü ve omuz bölgesinde nefes almakla veya öksürükle artan ağrı oluşturur
- Buna karşılık diyafragmanın periferik bölümlerinin duyuşal sinir liferi 7-12. interkostal sinirlerden sağlandığı için bu bölgelerle ilişkili ağrı göğüs kafesinin alt bölümlerinde ve bazen de üst karın bölgesinde duyulur

SOLUNUM KASLARI

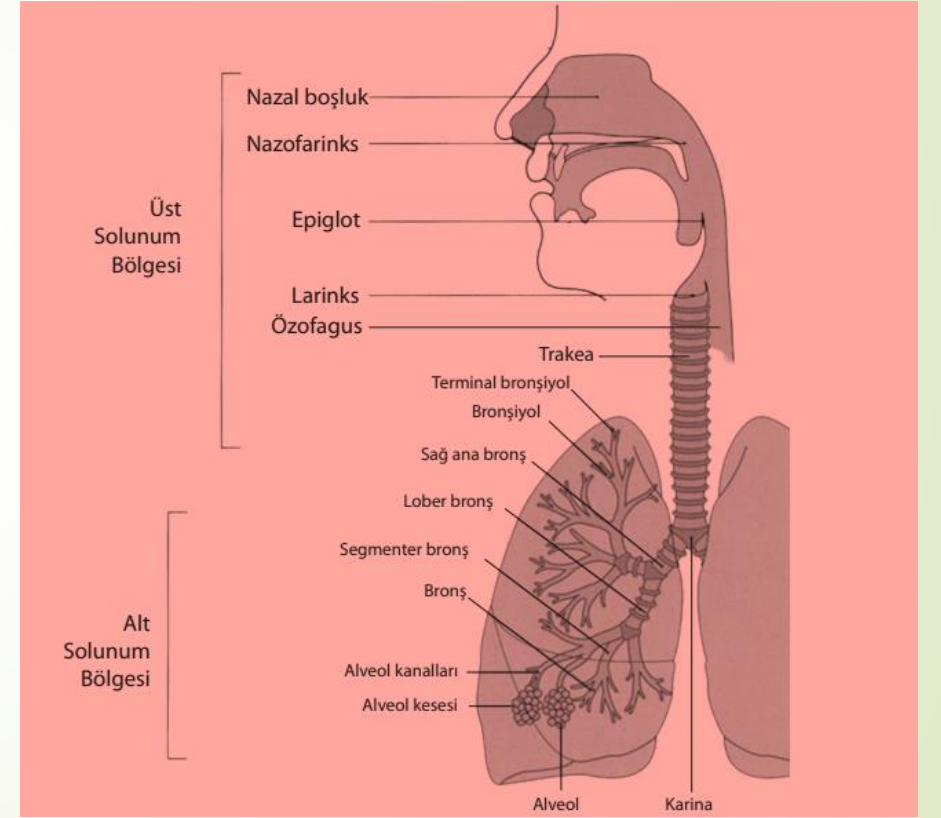
- İstirahat halinde inspirasyondan diyafragma ile birlikte eksternal interkostal kaslar sorumludur
- Eksternal interkostal kaslar kostaları yukarı ve öne doğru çekerek toraksın ön-arka ve lateral çapını arttıırırlar
- Zorlu inspirasyonda m.sternocleidomastoideus, m. scalenus anterior ve media, m.serratus anterior ve posterior, m.pectoralis major ve minor, m.trapezius ve m. rhomboideus gibi yardımcı solunum kasları devreye girer

Solunum kasları

- İstirahat ekspirasyonu pasif bir hareket olup akciğerlerin elastik geri dönüş kuvvetleri ile sağlanır
- İnternal interkostal kaslar ekspirasyuma yardımcı olurlar
- Özellikle zorlu ekspirasyumda karın kasları (m. rectus abdominus, m.transversus abdominus, internal ve eksternal oblik kaslar, m. quadratus lumborum, m. serratus posterior, inferior ve m.latissimus dorsi) ile birlikte devreye girerler

Solunum Sistem Anatomisi

- Üst solunum bölgesi; nazal ve oral kaviteler, farinks, larinks ve trakeanın başlangıç bölümünden oluşmuştur
- Alt solunum bölgesi; trakeanın alt bölümü, iki ana bronş ve akciğerlerdir
- Alt solunum bölgesine ait yapılar göğüs boşluğu (toraks) içinde yer alır



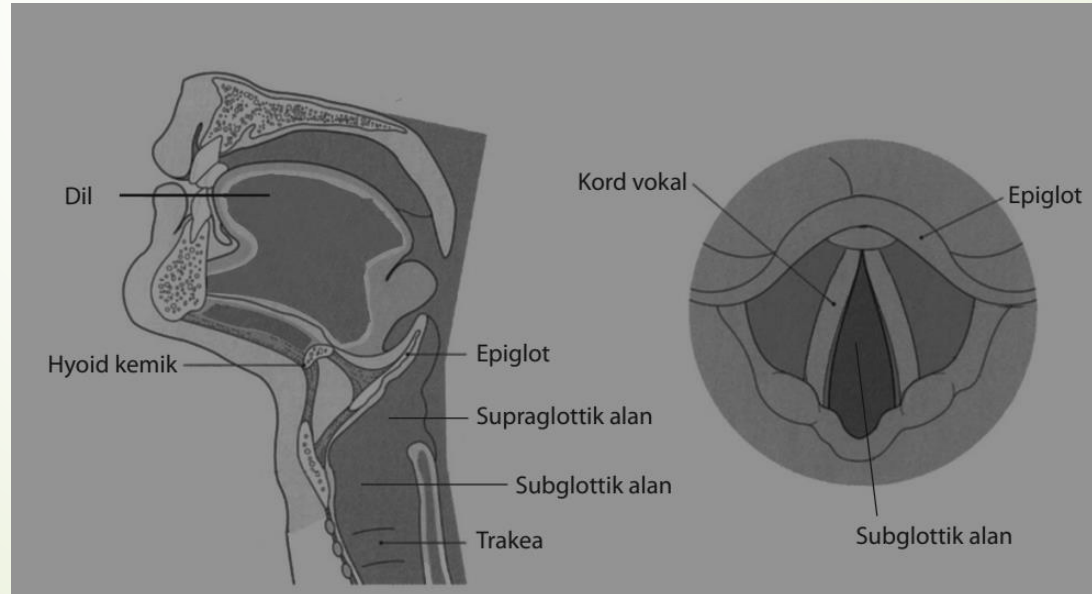
ÜST SOLUNUM YOLLARI

- Burun boşluğu-Kemik ve kıkırdak yapıdaki nazal septum ile ikiye ayrılır. Burun boşlukları; arkada kohana aracılığı ile nazofarinks ile devam ederler
- Sırayla çok katlı, siliyalı prizmatik epitel ile döşeli, serömüköz bezler, plazma ve mast hücrelerinden zengin kan damarlarının pleksuslar yaptığı konka ve septumları içeren respiratuvar bölge ve burun boşluklarının tavanında yer alan koku duyu (olfaktor) bölgeleri yer alırlar
- Nazal mukoza solunan havanın filtrasyonunu, nemlendirilmesini, ısıtılmasını ve koku alınmasını sağlar.

ÜST SOLUNUM YOLLARI

- **Paranasal sinüs**-Burun boşluğuna komşu, içi hava ile dolu kemik yapıda kavernöz boşluklardır
- **Farinks** -Burun ve ağız boşluklarını larinks ve özofagusa bağlayarak hava ve gıdaların geçişini sağlayan bir boşluktur. Burnun arkasında kohanadan itibaren nazofarinks, orofarinks ve laringofarinks adında üç bölümden oluşur
- **Larinks**-Soluk havasının trakeaya iletilmesini, kord vokaller yoluyla ses oluşumunu ve yutkunma sırasında epiglot ile trakeayı kapatarak gıda maddelerinin alt solunum yollarına aspirasyonunu önleyen silindir şeklinde kıkırdak yapılardan oluşmuştur

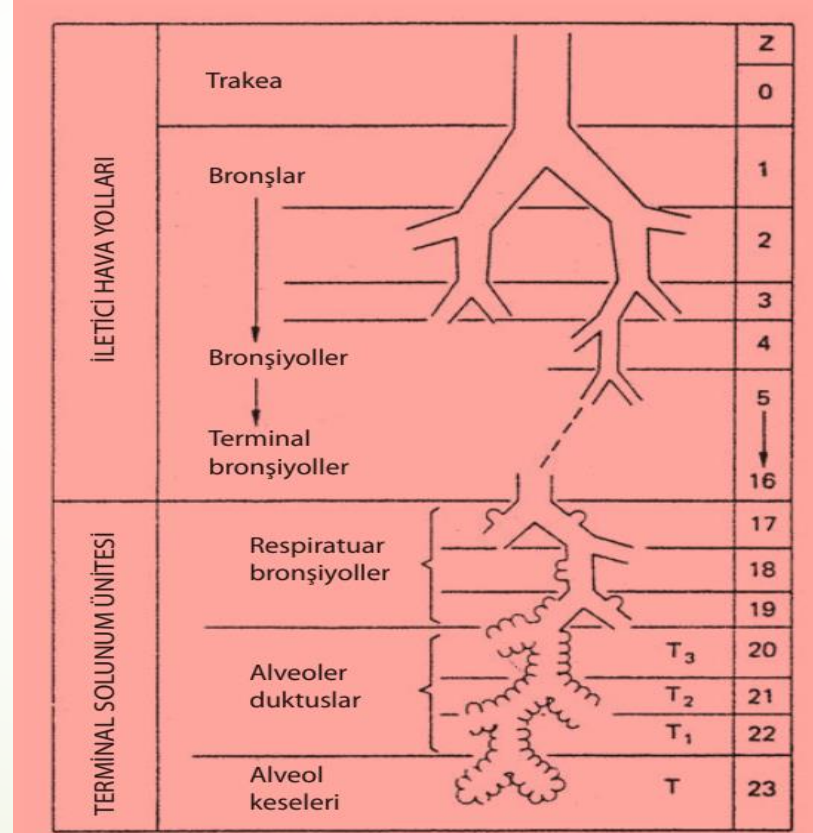
- **Larinks** anatomik olarak üç bölgeden oluşur
- **Supraglottik bölge**; epiglot, yalancı ses telleri (vestibüler katlantı) ve larinks ventriküllerini içerir. Yalancı ses telleri hareketsiz olup, sesin rezonansı üzerine katkıda bulunurlar
- **Glottis bölgesinde** gerçek ses telleri (kord vokal) bulunurlar. Ses oluşturulması, ses tellerinin birbirlerine yaklaştırılması ile sağlanır. Glottis aralığından (rima glottis) ekspirasyonda havanın geçişi sırasında oluşan titreşimler sesi meydana getirirler
- **Subglottik bölge**; ses telleri ile krikoid kıkırdağın alt sınır arasında yer alır. Larinks mukozası yalancı çok katlı siliyalı prizmatik epitel ile döşelidir



ALT SOLUNUM YOLLARI

- Solunum yollarının görevi solunan havayı alveolyar alana taşımaktır
- Alt solunum yolları trakea ve bronş ağacından oluşur ve üç bölgeye ayrılır

1. İletim bölgesi
2. Geçiş bölgesi
3. Respiratuar bölge



ALT SOLUNUM YOLLARI

- ▶ **İletişim bölgesi**-Alt solunum yollarının terminal bronşiyolları de içine alan bölümü, solunum havasının iletilmesini sağlar ve bu nedenle "iletilici bölge " adını alır
- ▶ Bu saha **anatomik ölü boşluk** olarak da tanımlanır Anatomik ölü boşlukta bulunan hava hacmi 150 ml'dir. Anatomik ölü boşluk nedeniyle her bir solunum ile akciğerlere alınan 500 ml havanın yalnızca 350 ml'sinde gaz değişimi yapılmaktadır
- ▶ Bu zonda trakea duvarlarında kıkırdak bulunan bronşlar,kıkırdaksız ve alveolsüz bronşiyollar bulunur
- ▶ Terminal bronşiyolların distalinde yer alan respiratuvar bronşiyollar, alveol kanalları ve alveol keseleri havayı hem iletirler, hemde duvarlarında yer alan alveol yapısı ile gaz değişimini sağlarlar
- ▶ Hava daha ilerideki alveollere taşınır. Bu nedenle terminal bronşiyolların distalindeki havayollarına " solunumsal bölge " adı verilir

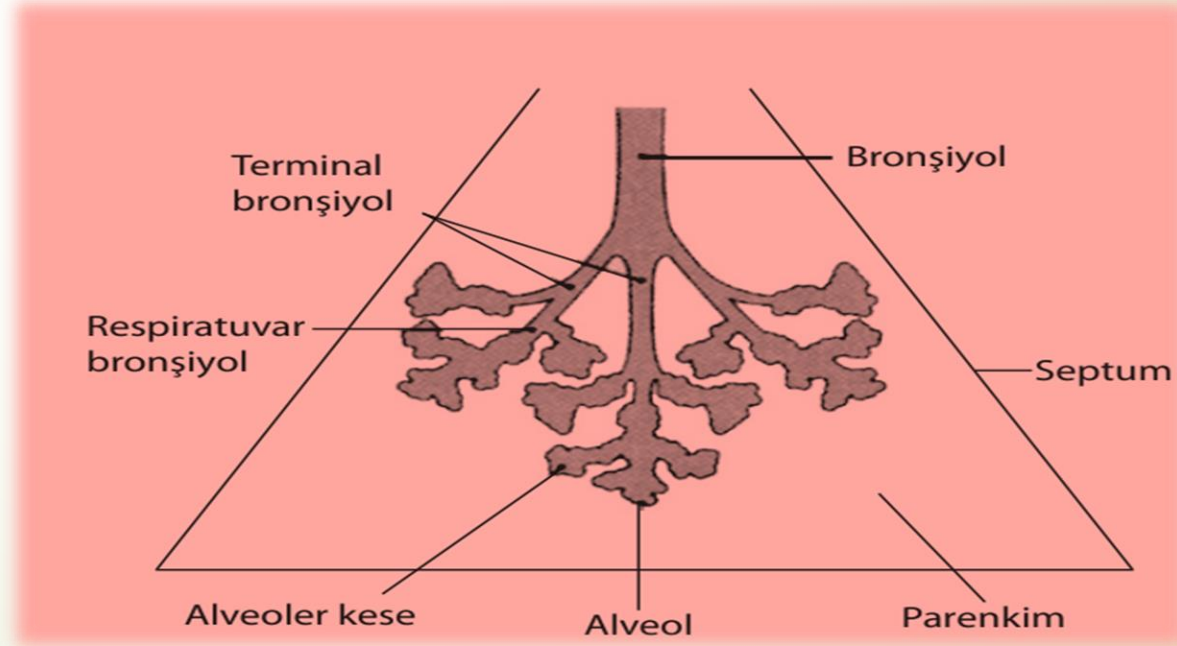
Trakea

- **Trakea** altıncı servikal vertebra hizasında krikoid kıkırdaktan itibaren başlar, arkada dördüncü-beşinci toraks vertebra, önde Louis açısı hizasında ikiye ayrılarak sağ ve sol ana bronşları oluşturur
- Erişkin bir erkekte trakeanın dış transvers çapı 2 cm olup, 10-12 cm uzunluğundadır
- Trakea mobildir ve derin inspiyum sırasında boyu hızla değişebilir
- Bronkoskopik incelemede trakea bifurkasyonunda her iki ana bronşu birbirinden ayıran ve karşıdan bakıldığında trakea içinde yukarı doğru bıçak sırtı şeklinde uzanan çıkıntıya karina adı verilir
- Fibro-müsküler bir tüp şeklinde olan trakeanın ön ve yan duvarı; 16-20 adet, açıklığı arkaya doğru bakan C şeklinde kıkırdak ile desteklenmiştir

Bronşlar

- ▶ Trakea T4 vertebranın alt düzeyinde bifurcatio trachea'da (Y) şeklinde ikiye ayrılır
- ▶ Sağ ve sol akciğere giren ve trakeanın devamı olan bu hava yollarına bronchus principales denir
- ▶ **Bronchus principalis sinistra** 5 cm uzunluğundadır. T6 vertebra düzeyinde radix pulmonis'ten sol akciğere girer
- ▶ **Bronchus principalis dextra 2,5 cm uzunluğunda olup soldan daha kısa ve daha dikey pozisyonundadır**
- T5 vertebra düzeyinde sağ akciğere girer

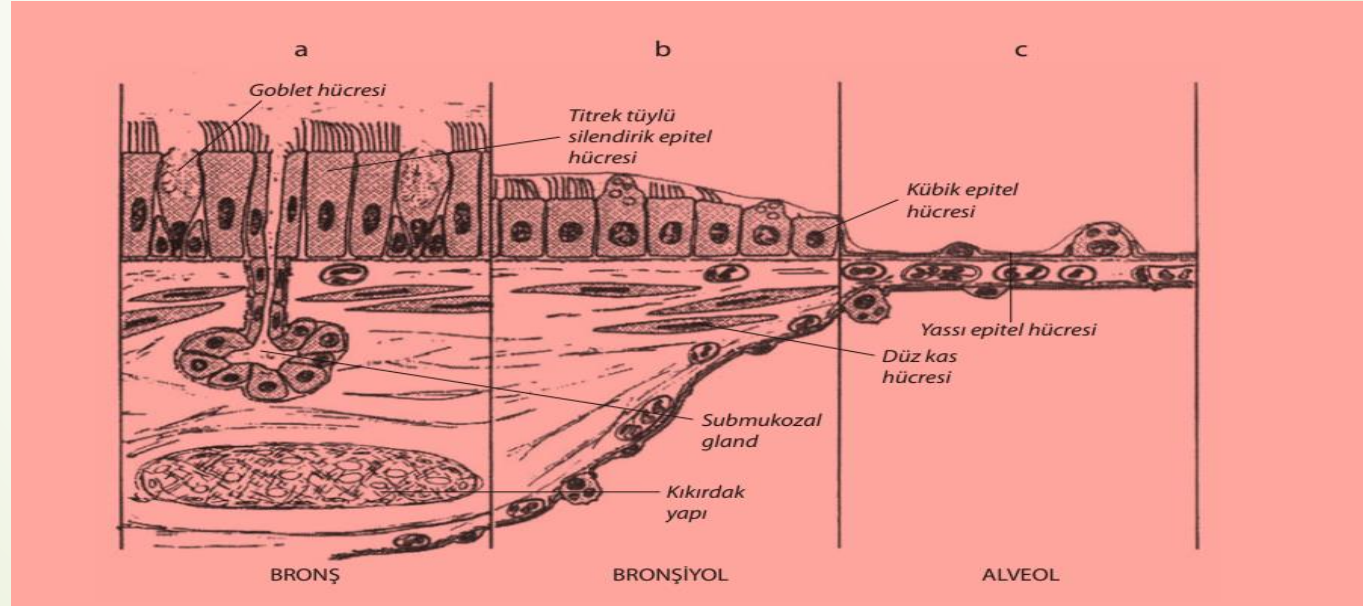
- Sağ ana bronş trakeadan sola göre daha geniş açı ile ayrılır
- Bu özellik nedeniyle aspirasyonlar, sağ akciğere daha sık olmaktadır. Sağ ana bronş üst lob bronşunu verdikten sonra intermedier (ara) bronş adını alarak aşağıya doğru ilerler
- Bronş ağacı trakeadan itibaren “ dikotom” tarzında ikiye ayrılarak ortalama 23 dallanma yapar. Lob ve segment bronşlarının yapısı trakeaya benzer
- Trakeadan itibaren 10-12. dallanma düzeyinde bronşiyoller bulunur





Bronşlar

- Bronşlar titretilmiş tüylü yüksek silindirik epitel ile kaplıdır
- Lamina propria altında bol miktarda muköz ve seröz submukozal sekretuar bezler ve sekretuar Goblet hücreleri yer alır
- Bronşiolara doğru Goblet hücre sayısı azalır ve küçük bronşiyollerden itibaren kaybolurlar

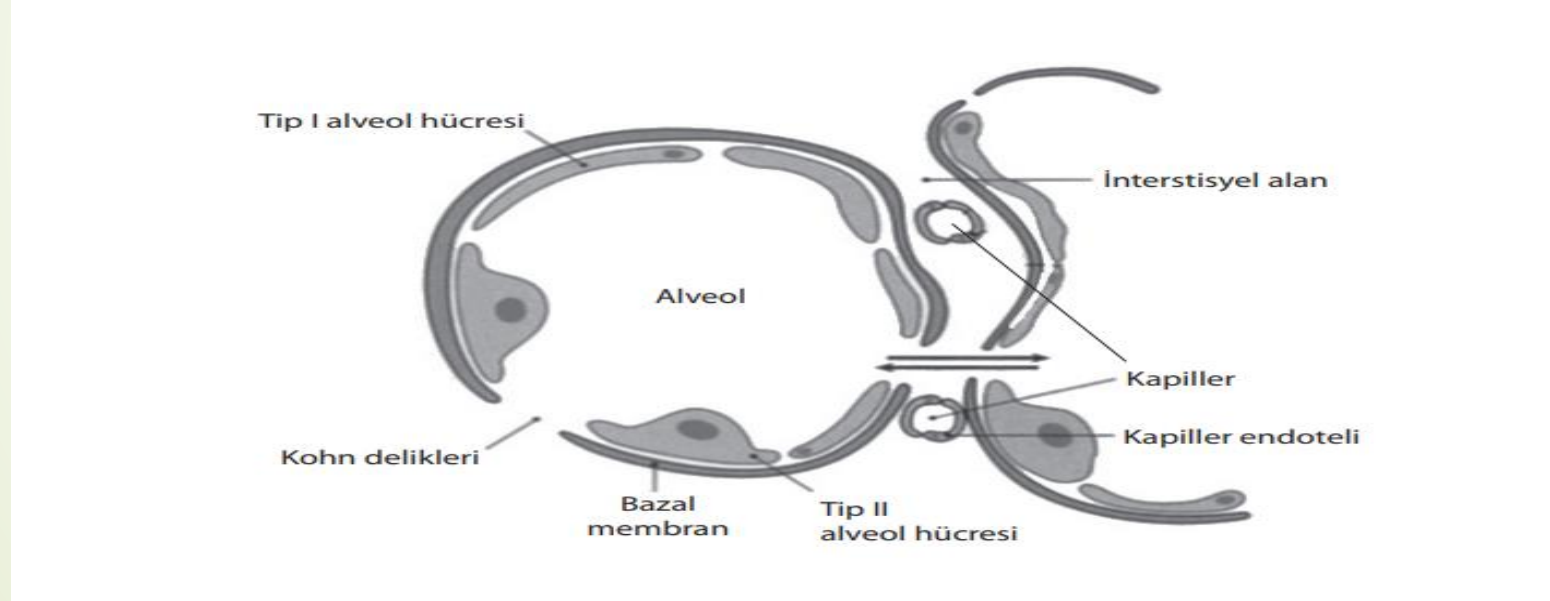
- Çapları 1 milimetrenin altında olan bronşiyollerin duvarlarında kıkırdak ve submukozal bez yapısı yoktur. Buna karşılık düz kas tabakası oldukça gelişmiştir
- Özellikle astım hastalığında bu bölgedeki düz kasların kasılması havayolu obstrüksiyonuna neden olur
- Terminal bronşiyollerin duvarında ciddi oranda Clara hücreleri yer alır. Bu hücreler özellikle ekspiryumda bronşiyol lümeninin kollapsını önleyen yüzey gerilim azaltıcı sürfaktan benzeri madde üretirler




- 
- Terminal bronşiyoller, iletici hava yolları ile solunumsal hava yolları arasında sınır oluştururlar
 - Her bir terminal bronşiyolün distalinde asinüs adı verilen terminal solunum üniteleri yer alır
 - Asinus (**terminal bronşiol respiratuvar bronşiyol ve alveollardan oluşur**)
 - Respiratuvar bronşiyollerden itibaren havayolu duvarlarında bulunan alveollerin sayısı giderek artar, alveol kanallarının yüzeyleri tamamen alveollerle kaplanmıştır. Alveoler kanallar iki veya üç alveol kesesine açılırlar

- 
- Alveol yüzeyinin yaklaşık %90-95'i bazal membran üzerinde örtücü özellikteki Tip-I yassı epitel hücreleri ile kaplanmıştır
 - Alveol köşelerinde yer alan Tip-II epitel hücreleri daha büyük olup, sürfaktan sentezleyen fosfolipidden zengin granüller içerirler
 - Bu hücreler alveol alanının %5-10'unu kaplamalarına karşılık, pnömonositlerin sayıca %60'ını oluştururlar. Birbirine komşu alveollere ait epitel tabakaları arasında kalan bölüme, " alveoller arası septum" adı verilir. Bu septum " interstisyum " adı verilen potansiyel bir aralığı barındırır
 - İnterstisyel aralıkta kapiller ağı dışında elastik ve kollagen lifler, perisitler, fibroblastlar, monositler, makrofajlar ve bazen de lenfositler bulunur

- Sürfaktant maddeler alveol epitelyum yüzeyinde bulunurlar ve alveol söndükçe yüzey gerilimini azaltarak, küçük çaptaki alveollerin atelektaziye uğramalarını önlerler
- Sürfaktantların ayrıca interstisyumdan alveollere sıvı sızması için gerekli basıncı yükselttikleri, alveollere sıvı sızması durumunda ise sıvının interstisyuma geri dönmesini kolaylaştırdıkları saptanmıştır. Bu etki alveoler ödem gelişimini zorlaştırır



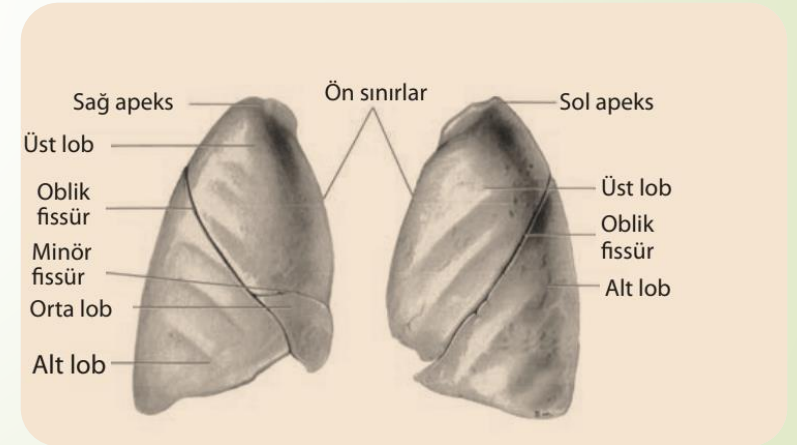
- 
- Alveollerin ventilasyonu bronşiyoller dışında kollateral yollarla da sağlanabilir. Birbirine komşu alveoller arasında gaz geçişi, alveoler septalarda bulunan 2-13 mikron çapındaki Kohn delikleri ile sağlanır
 - İnciriyumda çapları genişler. Kohn delikleri komşu alveoller arasındaki basıncın dengelenmesinde rol oynadıkları gibi, pnömoni sırasında bakteriyel geçiş nedeniyle enfeksiyonun yayılmasını da kolaylaştırırlar
 - Akciğerlerde ayrıca bronşiyollerle, bunlara komşu asinüslerdeki alveoler arasında Lambert kanalları bulunur. Özellikle kronik obstrüktif akciğer hastalığında ekspiratuvar küçük havayolu kollapsına rağmen bu delik ve kanalların sağladığı kollateral ventilasyon sayesinde alveollerin kollabe olmaları önlenir

Akciğerler

- ▶ Akciğerler göğüs kafesi içinde mediasten adı verilen anatomik boşluğun iki yanında yer alır. Hiluslar ile mediastinal yapılara bağlanmışlardır
- ▶ Hiluslarda bronş, arter, ven, sinir pleksusları, lenf damarları, lenf bezleri ve pulmoner ligament yer alır
- ▶ Hiluslar dışında akciğerlerin tüm yüzeyleri viseral plevra ile kaplanmış olarak serbest halde bulunur
- ▶ Akciğerleri örten viseral plevra, fissür yüzeylerini de örterek lobların birbirinden bütünüyle ayrılmalarını sağlar

Akciğerler

- Sağ akciğerde oblik (major) ve horizontal (minör) fissürler ile ayrılmış üç lob
- Sol akciğerde oblik fissür ile ayrılmış iki lob bulunur
- Sağda horizontal fissür üst lobu orta lobtan, oblik fissür üst ve orta lobu alt lobtan ayırır
- Sol akciğerde orta lobun karşıtı olan lingula üst loba aittir. Oblik fissür sol akciğerde üst ve alt lobları birbirinden ayırır



SEGMENTAR ANATOMİ

- Akciğer lobları bronş dallanmasına uygun olarak segmentlere ayrılmıştır
- Segmentler; kendilerine ait bronşu, arteri ve veni bulunan, fonksiyonel olarak bağımsız akciğer üniteleridir
- Bunlar tepesi hilusa, tabanı perifere doğru yönelik piramid biçiminde yapılardır
- Segmentler, en küçük anatomik birim olan ve ince bir bağ dokusu septasıyla birbirlerinden kısmen ayrılabilen 1-2 cm çaplı lobüllerden oluşmuşlardır
- Pulmoner lobüller pulmoner asinüslerden oluşur

Segmenter anatomi

Sağ üst lob

1. Apikal segment
- 2 Posterior segment
- 3 Anterior segment

Sağ orta lob lob

4. Lateral segment
5. Medial segment

Sağ alt lob

- 6 Superior
- 7 Mediobazal
- 8 Anterior-bazal
- 9 lateral-bazal
- 10 Posterior-bazal

sol üst lob

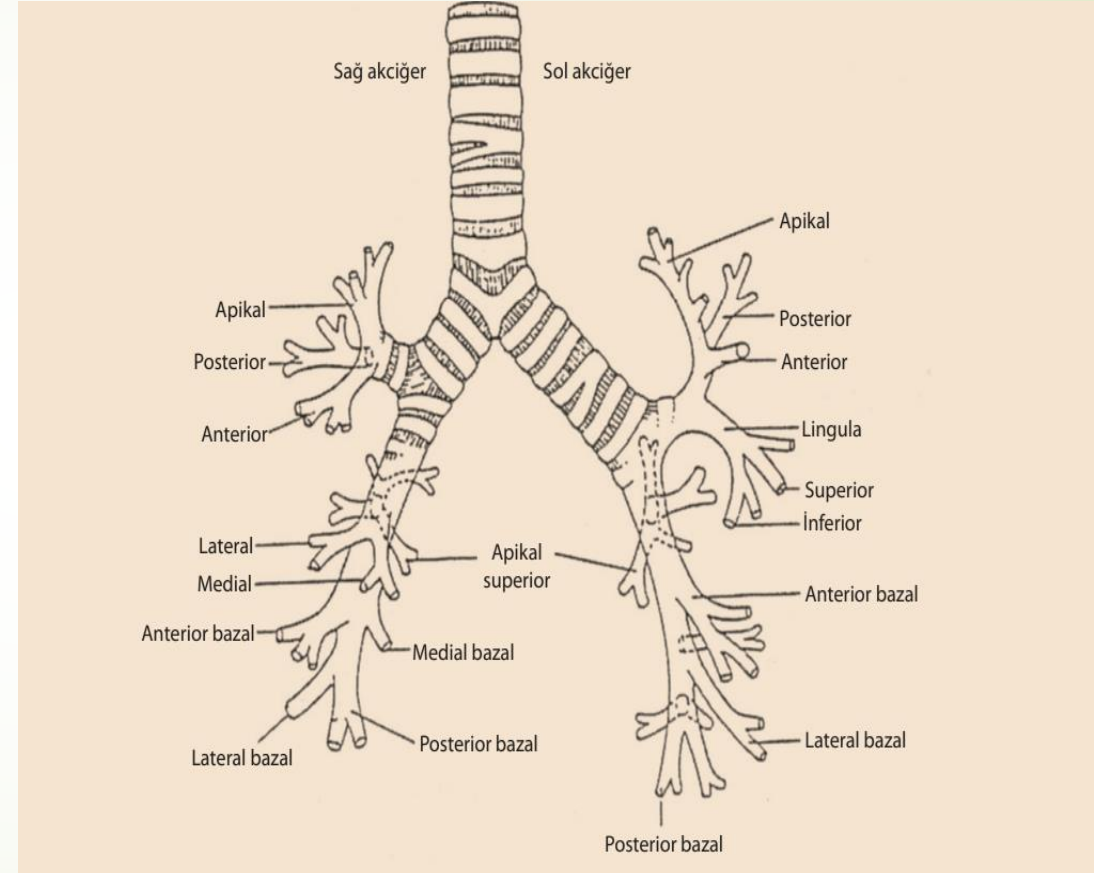
- Apikal
- Posterior
- Anterior

Lingula superior

Lingula inferi

Sol alt lob

- Superior
- Anterior bazal
- Lateral bazal
- Posterior bazal



PLEVRA

- ▶ Plevra, solunum sırasında akciğerlerin toraks içindeki hareketlerini kolaylaştıran, akciğerlerin üzerini ve göğüs duvarının iç yüzeyini kaplayan iki katlı bir seröz zardır
- ▶ Viseral plevra akciğerlerin tüm dış yüzünü ve interlober fissürleri örterek, hilusta pariyetal plevra ile kaynaşır
- ▶ Pariyetal plevra kostaların ve interkostal kasların iç yüzeyleri ile mediasteninin yan yüzeylerini ve diyafragmanın üst yüzeyinin büyük bölümünü örter
- ▶ Her iki plevra yaprağı inspiyum sırasında birçok bölgede birbiriyle temas halinde bulunur. Viseral ve pariyetal plevra yaprakları hiluslarda birbiriyle birleşirler
- ▶ İki plevra yaprağı arasında 18-20 mikron genişliğinde plevra boşluğu bulunur. Bu boşlukta kayganlığı sağlayan toplam 5-10 ml, protein içeriği 1.5 mg/dl den az olan protein içeğinde, renksiz bir sıvı bulunur

Solunum fizyolojisi

- Solunum sisteminin başlıca fonksiyonu dış ortamdan oksijeni alarak alveolardan kana geçişi ve hücrel metabolizma sonucunda oluşan karbondioksitin mikst venöz kan aracılığıyla alveollare ulaşarak vücuttan atılımını sağlamaktır
- Gaz alışverişi
 - Ventilasyon
 - Perfüzyon
 - Difüzyon ile gerçekleştirilir.

VENTİLASYON

- Dokulardaki gaz değişimi için gerekli olan temiz hava akciğerlere alınıp, kandaki CO2 atılır
- Sağlıklı bir erişkinin, istirahatte, her solukta aldığı hava Tidal Völüm (TV) olarak tanımlanır ve ortalama 500 ml değerindedir. Normal koşullarda, istirahat halinde dakikada 12-16 solunum yapılır. Buna göre dakika ventilasyonu 6-8 L/dk. Dır

$$\begin{aligned} \text{Dakika ventilasyonu} &= \text{Tidal völüm} \times \text{Solunum sayısı} \\ &= 500\text{ml} \times 12-16/\text{dk} \\ \text{VE} &= 6-8\text{L}/\text{dk} \end{aligned}$$

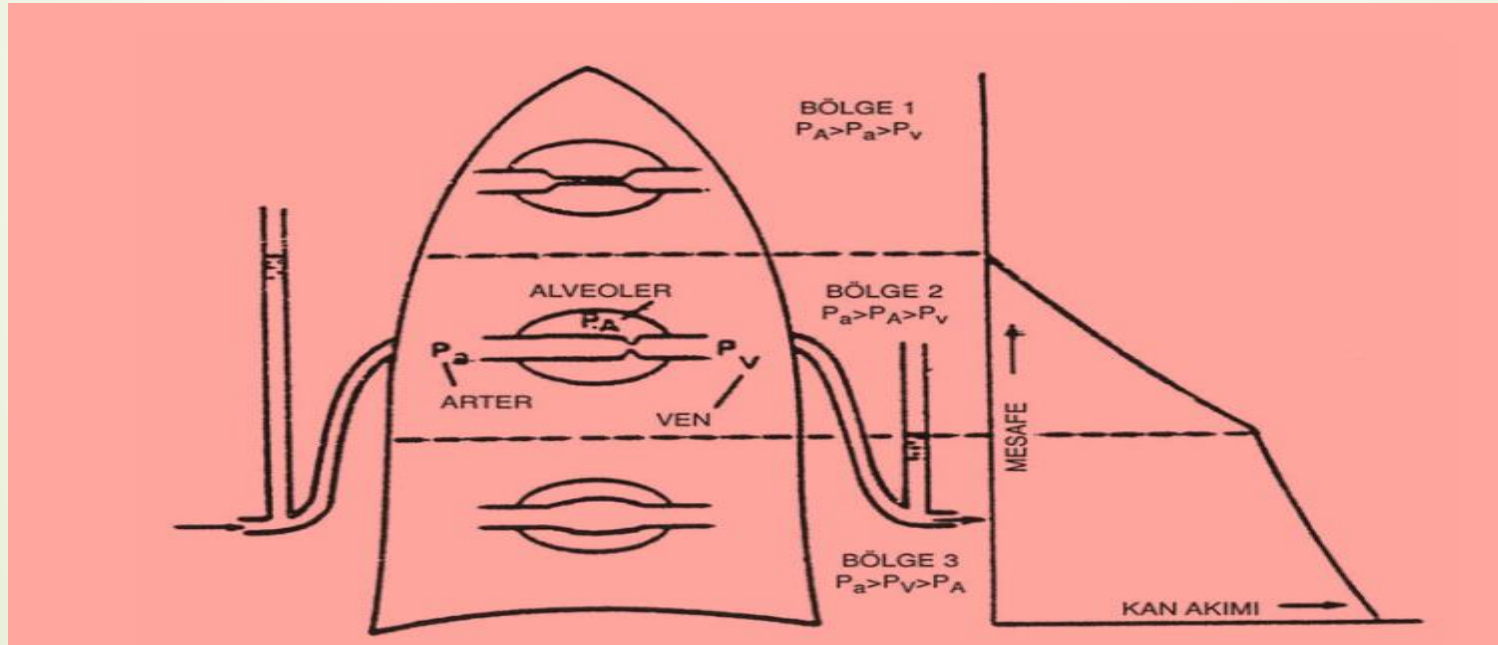
Ventilasyon

- Akciğere her solukta alınan hava gaz değişiminde kullanılmaz, havanın bir kısmı ileti havayollarında kalır, akciğer distaline erişemez. Gaz değişimine katılmayan bu kısım ölü boşluk olarak tanınır
- Anatomik ölü boşluk larinks, trakea ve bronşlardan oluşur ve ortalama 150 ml'dir
- Bazı hastalık durumlarında akciğerin bazı alanları solunuma katılamaz yani ventilasyon normal olsa da perfüzyon defektine bağlı alveole dolan temiz havadaki gazlar kapillere geçemez
- Bu koşullarda fizyolojik bir ölü boşluk oluşur ve bu hacim anatomik ölü boşluktan daha büyük değerlere erişebilir

Perfüzyon

- Pulmoner dolaşım pulmoner arterle başlar sağ ventrikülden pulmoner arterlere pompalanan taşıdığı venöz kan hava yollarının etrafında dallanan pulmoner arterlerle kapiler yatağına ulaşır
- Alveolların etrafında uzanan kapiller ağ sayesinde oksijenlenen kan küçük pulmoner venler aracılığıyla taşınır ve şoradan daha geniş venlerden sol atriyuma boşalır
- Pulmoner dolaşımında basınçlar sistemik dolaşımdan çok daha küçükdür
- Ortalama pulmoner arter basıncı 15mm Hg'dır

Pulmoner kapiller yataktaki kan akımının bölgesel dağılımı da farklılık gösterir ve yerçekiminin etkisi altındadır
ayakta duran bi kişide apekslerde pulmoner damarlarda basınç bazaldeki damarlara göre 25 smH₂O daha düşüktür
kan akımı bazallerde daha fazla olduğundan perfüzyon da bazaldeki kapillerde apekslere göre daha fazladır



Difüzyon

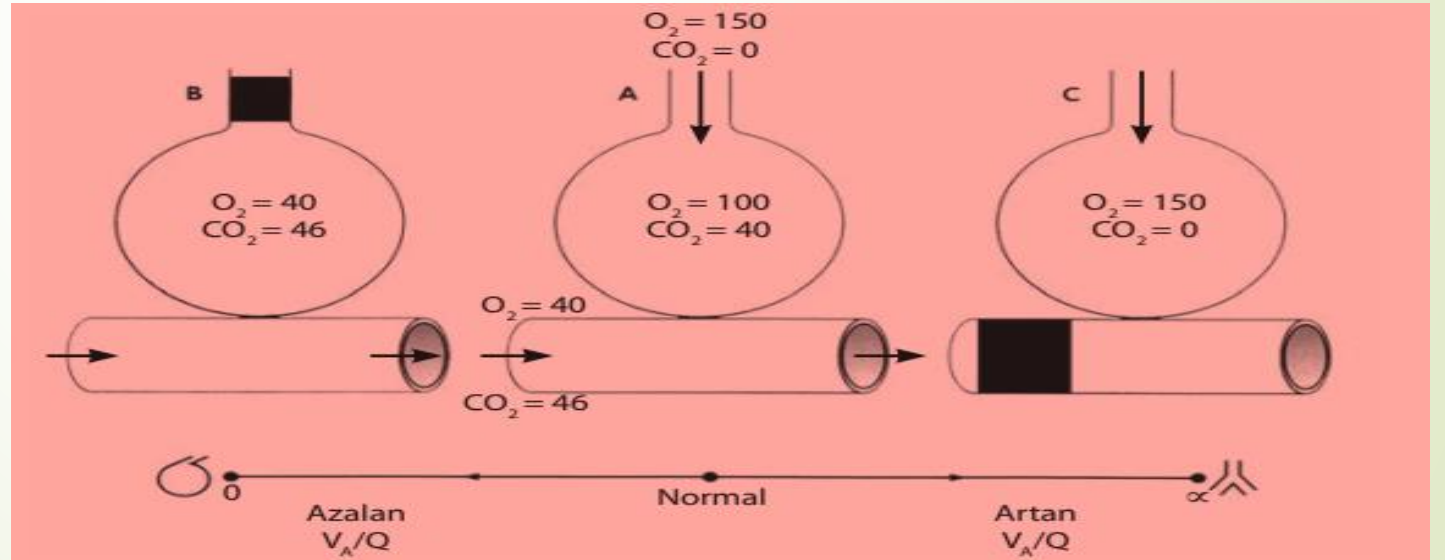
- Solunum fizyolojisinde difüzyon başlıca O₂ ve CO₂ 'nin alveol ve pulmoner kapiller arasındaki geçişini tanımlar
- Bu gazların her birinin difüzyon hızı aynı gazın tek başına ortamda oluşturduğu basınç ile doğru orantılıdır
- Gazların alveolden kana geçebilmek için alveol duvarı, kapiller duvar, plazma ve eritrosit membranlarını kat etmeleri gerekir
- Alveolkapiller membranı alveol epiteli kapiller endoteli ve ikisinin arasındaki interstisyum oluşturur
- Bu bölgelerin herhangi birinde meydana gelecek bozukluk difüzyonun o bölgede gerçekleşmesini engeller

DİFÜZYON

- Tüm gazlar alveolo-kapiller membrandan basit difüzyon yoluyla geçer
- Fick kanununa göre bir membrandan gazın difüzyonu membran yüzey alanı ve gazın parsiyel basınç farkıyla orantılıdır
- Membran kalınlığı ile ters orantılıdır
- Ayrıca gazın geçiş hızı difüzyon sabitesi ile ilişkilidir . Bu değer ise gazın solubilitesi eriyebilirliği ve dlokunun özelliğine bağlıdır
- Bu durumda Karbondioksit oksijene göre 20 kat daha hızlı geçer çünkü çok daha yüksek solubiliteye sahiptir

Difüzyon

- İstirahette pulmoner kapillerde kan 0.75 sn kalır. Egzersiz sırasında bu süre 0.25 sn'e iner
- İstirahat halinde akciğerlere gelen kanda parsial oksijen basıncı 40 mmHg'dır
- Alveolda ise PO₂ 100 mmHg'dır. Oksijen bu basınç gradyentine bağlı olarak hızla kana geçer ve kanda PO₂ yükselir
- Oksijenin alveolo-kapiller membrandan geçişi sadece difüzyon ile değil perfüzyonla da belirlenmektedir



Oksijenin transportu

- Solunan havada oksijen yaklaşık %21 'dir Atmosferik havada su buharı basıncının 47mmHg olduğu bilinmektedir
- Buna göre gerçek atmosferik basınç $760-47 = 713\text{mmHg}$, parsiyel oksijen basıncı da $0.21 \times 713=150 \text{ mmHg}$ olur
- İnspire edilen hava normalde üst hava yolunda nemlendirilerek alt hava yoluna doğru iletilir. Bu nedenle trakea ve bronşlara erişen havada PO_2 150 mmHg'dir

Oksijen transportu

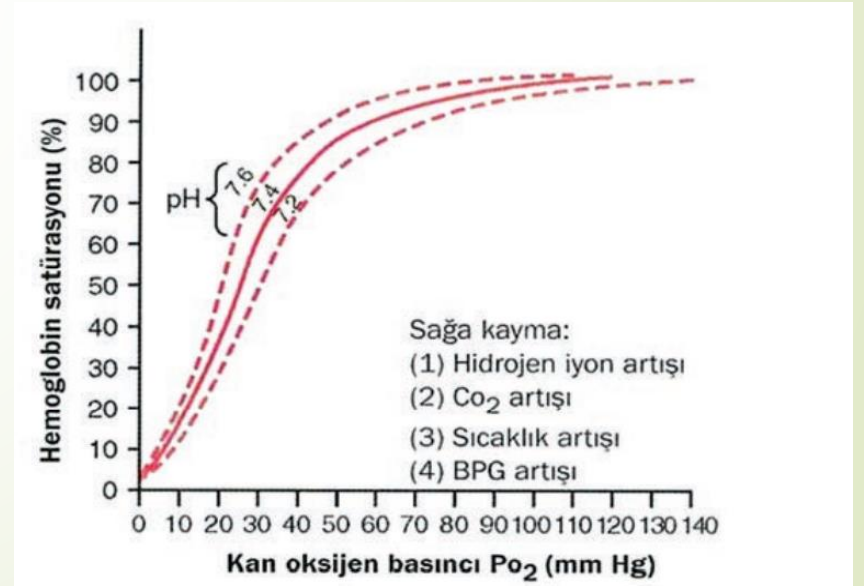
- Oksijen kanda iki yolla taşınır: kanda çözünmüş olarak (%3) ya da hemoglobinin hem bölümüne bağlanarak (%97)
- Kandan dokulara oksijen taşınması neredeyse tümüyle hemoglobin aracılığı ile gerçekleşir. Oksijen molekülü zayıf olarak hemoglobine bağlıdır
- Kanda parsiyel oksijen basıncı yüksekse oksijen hemoglobine bağlanır ancak düşükse tıpkı doku kapillerlerinde olduğu gibi hemoglobinden ayrılır
- Bu durum oksijenin akciğerden taşınabilmesi için temel mekanizmadır


OKSİJEN-HEMOGLOBİN DİSOSİYASYON EĞRİSİ

- Kanda PO₂ yüksek olduğu durumda hemoglobin oksijene doyunlaşır ve bir noktadan sonra ortamda daha fazla serbest hemoglobin kalmadığı için daha fazla doyum gerçekleşemez ve oksijen-hemoglobin disosiyasyon eğrisi plato çizer
- Akciğerden ayrılıp sistemik artere giden kan PO₂ yaklaşık 95mmHg iken O₂ saturasyonu ise %97' dir
- Periferik venöz kanda PO₂ 40 mmHg ve Hb saturasyonu yaklaşık %75' dir
- PO₂ 60mmHg olduğunda oksijenin yaklaşık %90' ı hemoglobine bağlıdır
- PO₂ 60mmHg üzerinde iken arter kanında oksijen saturasyonu %10 oranında ek oksijen taşıyabilir.

Oksijen disosiasiyon eğrisi

- Oksijen-hemoglobin disosiasiyon eğrisi çeşitli koşullarda sağa ya da sola kayabilir. Örneğin kan PH düşüşü, PCO₂ artışı, ısı artışı, 2-3 difosfogliserat düzeylerindeki artış bu eğriyi sağa kaydırır, yani oksijenin hemoglobine bağlanması güçleşir. Kanda hemoglobine bağlı gezen oksijen azalır
- Kanda hemoglobine bağlı gezen oksijen azalır. Buna karşın, kan PH yüksekliliği, PCO₂ düşüş, ısı azalması, 2-3 difosfogliserat düzeylerinde azalma eğriyi sola kaydırır ve hemoglobinin oksijene bağlanma yatkınlığı artar



- 
- Oksijenin kanda taşınmasında sadece PO₂ değil, hemoglobin düzeyi de belirleyicidir. Anemi varlığında daha az oksijen hemoglobin ile bağlanabilir ve dokulara daha az oksijen sunulabilir
 - Dokulara oksijen sunumunu etkileyen bir diğer faktör de kalp debisidir. Hemoglobin düzeyi yada kardiyak debide düşüş oksijenin dokulara taşınmasını olumsuz etkiler
 - Özetle arteriyel **kanda PO₂ , hemoglobin düzeyi ve kalp debisi** dokulara oksijen sunumunu belirleyen üç temel unsurdur
 - Kan sistemik kapillerlere geldiğinde dokuların oksijen gereksinimi nedeniyle kandaki oksijen düşük PO₂ olan dokuya geçer ve sonuçta venöz kanda hemoglobine bağlı oksijen azalır

KARBONDİOKSİTİN TAŞINMASI

- Karbondioksit kanda 3 farklı formda bulunur
- 1. **Bikarbonat (HCO_3) miktar olarak en fazla bu şekildedir**
- 2. **Plazmada eriyik olarak**
- 3. **Karbaminohemoglobin şeklinde (hemoglobinin terminal amino gruplarına bağlı olarak kanda taşınır)**

Solunum Kontrolü


- Ventilasyon değişen oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimine göre ayarlanır
- Beyin sapında bulunan santral solunum merkezi ,akciğerler,havayolları, göğüs duvarı ve damarlarda bulunan periferik reseptörlerden oluşan sistem tarafından kontrol edilir
- Santral kontrol,beyin sapındaki solunum merkezi tarafından yönetilir
- Pons ve medullada yer alan nöronlar inspiyum ve ekspiyumun periodik olarak sürdürülmesini kontrol eder

Solunum kontrolü

- Medüller solunum merkezi dördüncü ventrikül tabanındaki medullada bulunan retiküler formasyonda yer alır. Dorsal grup inspiyumu ventral respiratuar grup ekspişyumu kontrol eder
- Apnöstik merkez ponsun alt bölümünde yer alır. Hayvandaki deneşsel modellerde bu düzeyde bir kesi olduğunda uzamış apneler olduğu gözlenmiştir
- Pnömotaksik merkez-ponsun üst bölümünden yerleşmiştir. Bu alan inspişyumu inhibe eder ve böylece soluk hacmi ve solunum hızını düzenler
- Korteks istemli solunum kontrolünü sağlar

Solunum kontrolü

- Solunumu düzenleyen en önemli uyarıcı karbondioksittir
- Kemoreseptörler Pa CO₂ ve Pa O₂ deki değişiklikleri algılar ve medulladaki kontrol merkezine iletir
- Pa CO₂ duyarlı olan en önemli kemoreseptör medulla ventrolateral bölgede bulunan **“santral kemoreseptör”dür**
- paco₂ artışına bağlı olarak kan-beyin bariyerini difüzyon yoluyla geçen karbondioksit miktarı ve hidrojen iyonları artar. Hidrojen iyonlarının artışı dakika ventilasyonunu artırır
- Periferik kemoreseptörler ise karotis arterlerinde ve sol atriyumda bulunur. Karotis arterlerin bifurkasyonunda yerleşen karotis cisimcikleri en önemli periferik kemoreseptörlerdir.

- 
- **Periferik kemoreseptörler** PACO₂ ve arterial PH değişikliklerine yanıt verir ve solunum merkezine solunum değiştiren uyarıları vagal afferent aracılığıyla iletirler
 - **Santral kemoreseptörlerin** aksine karotis cisimcikleri arterial oksijen basıncı değişikliklerini de algırlar. Hipoksemiye sekonder solunum artışıyla yanıt verilmesini sağlar
 - Bu temel reseptörler dışında germe reseptörleri havayolu düz kasında bulunur, inspiriyum sonlandırılmasında sorun varsa gerektiğinde devreye girer
 - **İritan reseptörler** havayollarında bulunur ve iritan madde inhalasyonu olursa bronkokonstriksiyon öksürük mukus sekresyonuna neden olurlar
 - Bu temel reseptörler dışında germe reseptörleri havayolu düz kasında bulunur, inspiriyum sonlandırılmasında sorun varsa gerektiğinde devreye girer



TEŞEKKÜR EDERİM