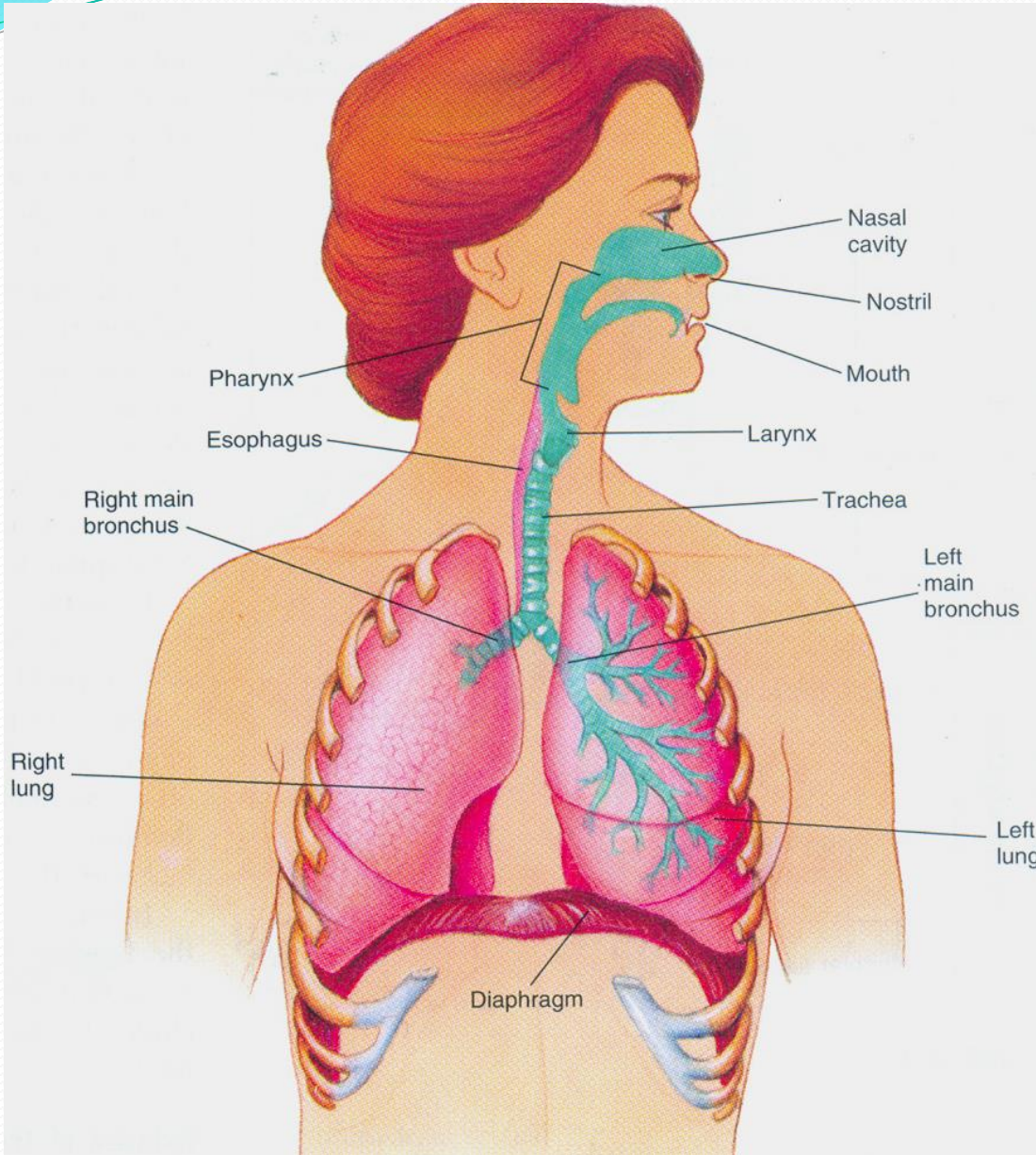


Solunum Fizyolojisi

Arş. Gör. Fırat AKAT

GİRİŞ

- Çok hücreli canlılarda, dış ortamdan gaz alış-verişini sağlamak üzere özelleşmiş bir sistemdir.
 - Akciğerler ve onlara hava taşıyan borucuklardan oluşur.
- Diğer görevleri:
 - Organizmanın pH ve sıcaklığının düzenlenmesi
 - Mikroorganizmalara karşı savunma
 - Konuşma sesinin oluşması (fonasyon)



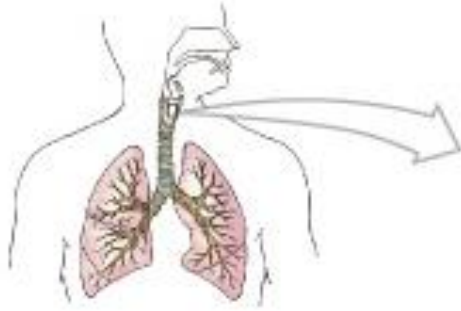
Solunum Sisteminin Bölümleri

- Üst solunum yolları: Burun / ağız, farinks (yutak), larinks (gırtlak)
- Alt solunum yolları:
 - Trakea: kıkırdak halkalar içerir (5/6'sı), bu sayede duvarların birbirine yapışması engellenir.
 - Bronşlar: her iki akciğere ayrı bronş girer. Kıkırdak ve düz kas içerir.
 - Bronşiyoller: düz kastan zengindir, 1,5 mm'den küçük bronşiyollerde kıkırdak yoktur
 - Alveol keseleri

- İletici bölge
(anatomik ölü boşluk):
150 ml hava
 - Trakea-terminal bronşiyoller arası
 - Kan ile gaz değişimi yapılmıyor
- Solunum bölgesi
 - Respiratuar (solunumsal) bronşiyoller-alveol keseleri arası

	Name of branches	Number of tubes in branch
Conducting zone	Trachea	1
	Bronchi	2
		4
		8
	Bronchioles	16
	Terminal bronchioles	32 ↓ 6×10^4
Respiratory zone	Respiratory bronchioles	5×10^5
	Alveolar ducts	↓
	Alveolar sacs	8×10^6

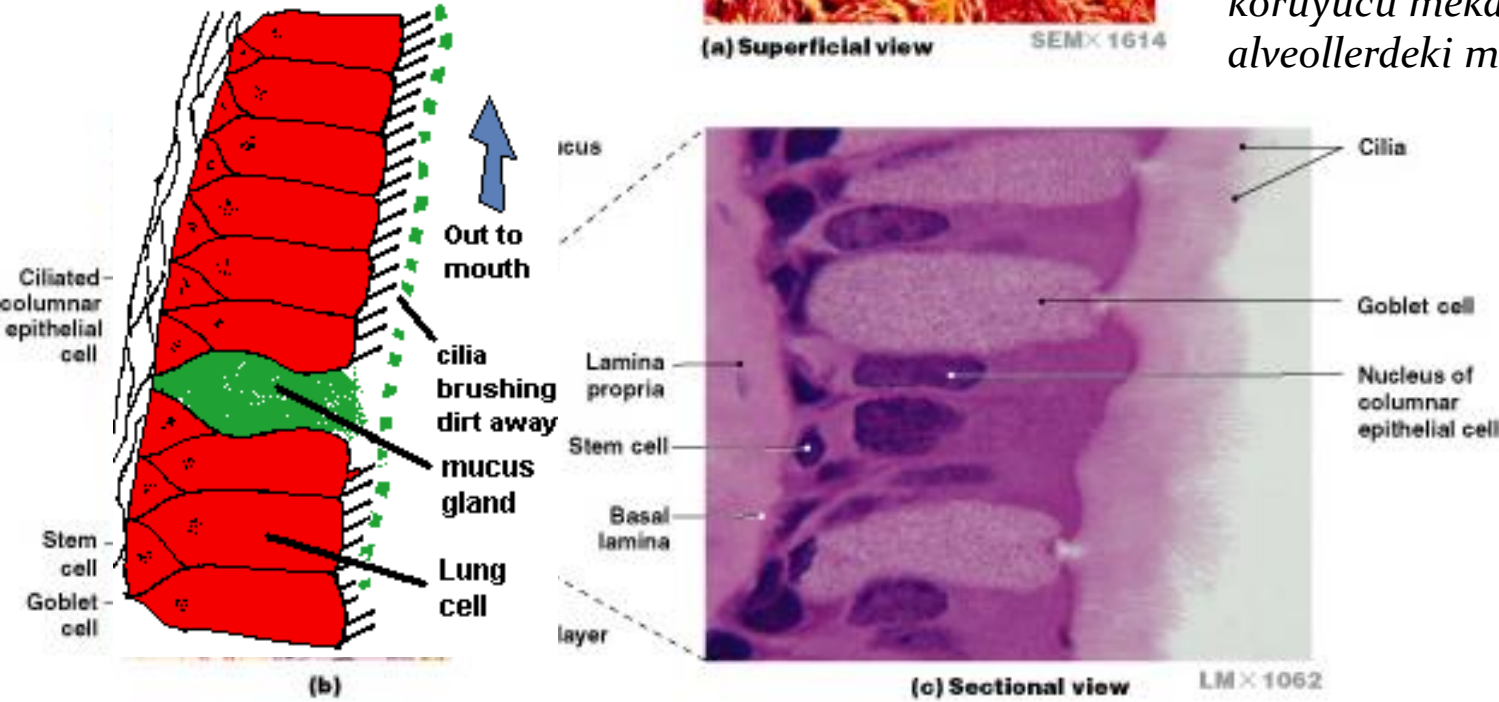
Solunum yolları epitelı



Silyalı epitel, mukus salgılayan goblet hücreleri

- Yabancı Burun – respiratuar bronşiyoller
- partiküller ve mikro-organizmalara karşı savunma işlevi

** Enfeksiyonlara karşı diğer koruyucu mekanizma havayolları ve alveollerdeki makrofajlar!*

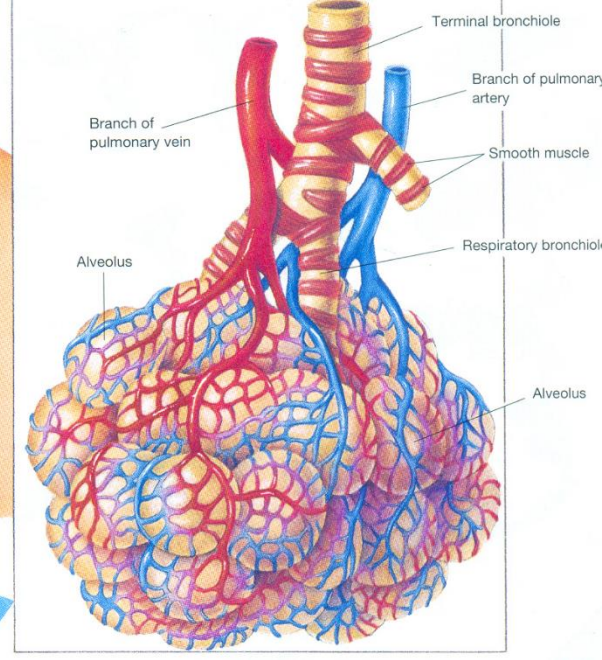
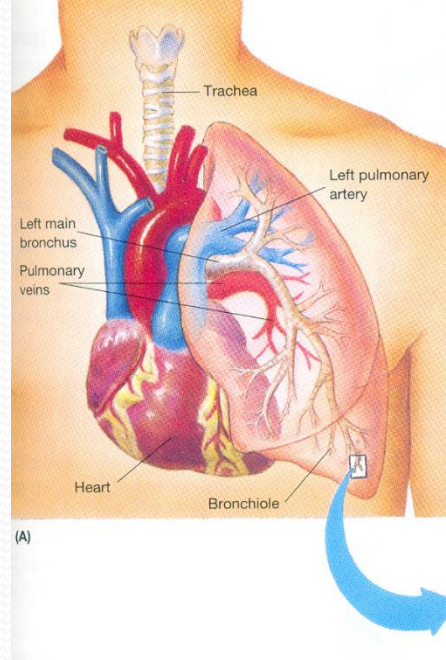
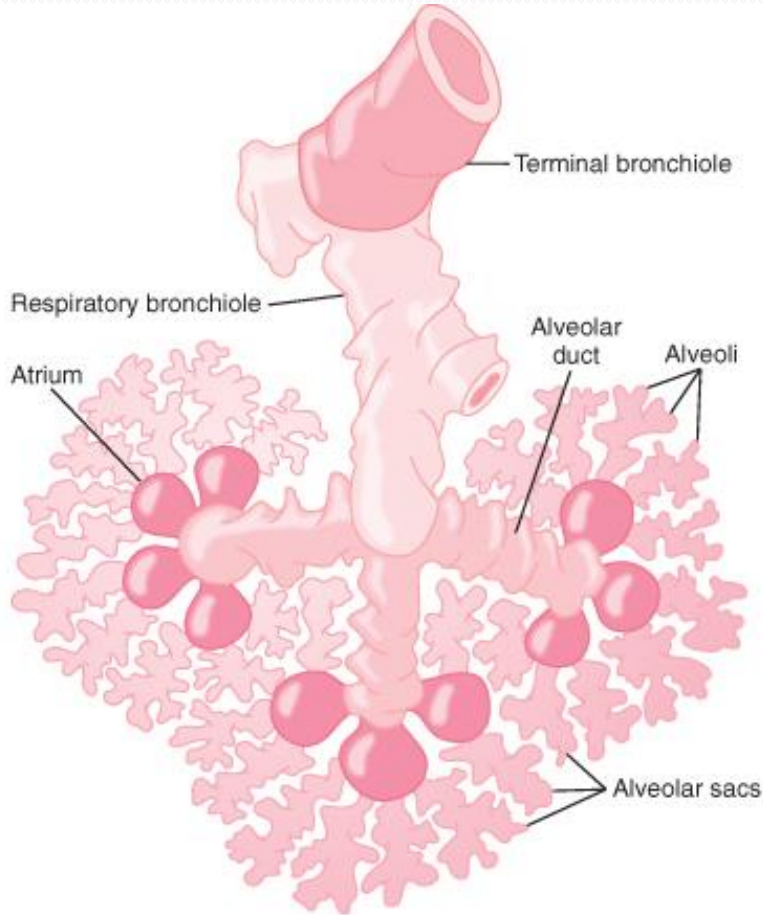


Solunum yolları düz kasları

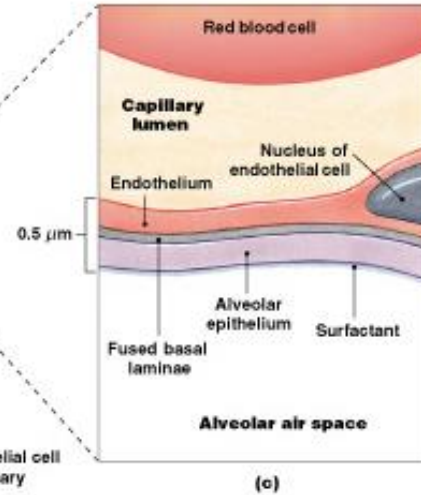
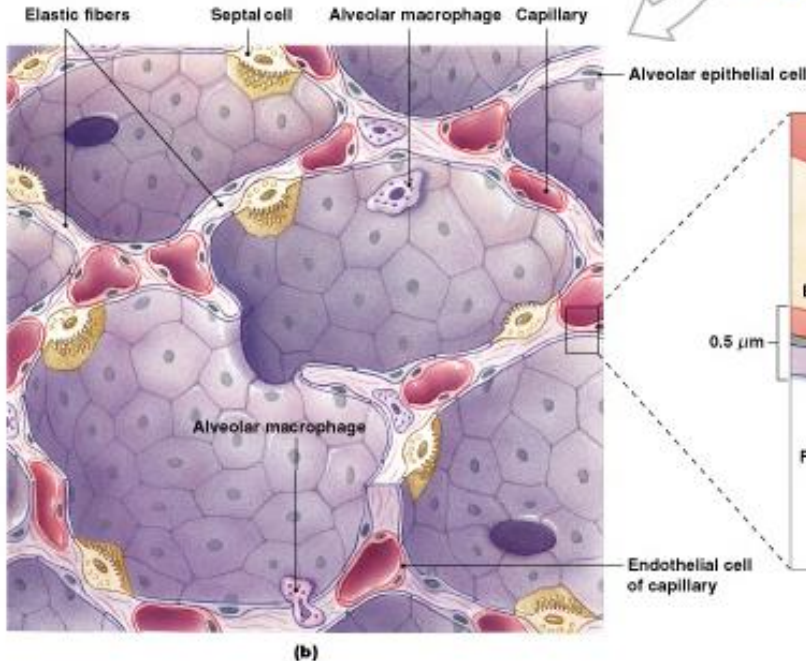
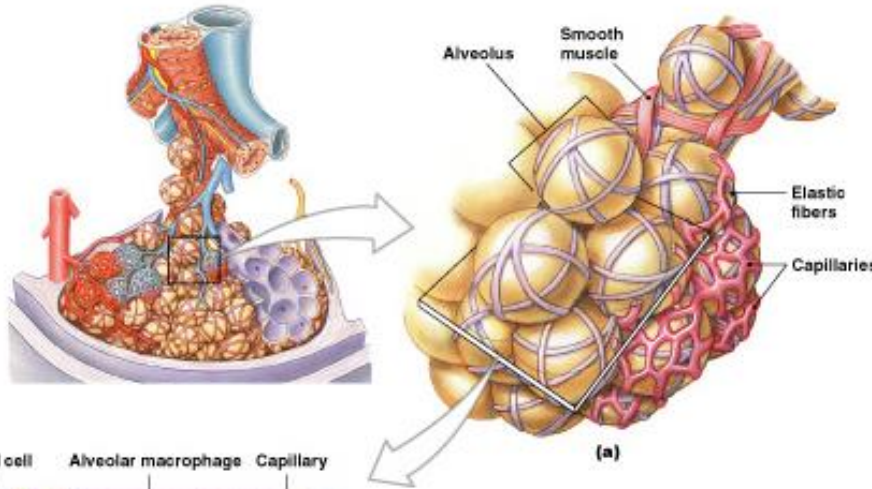
- Otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilir.
 - Parasempatik: bronkokonstriksiyon
 - Sempatikler: bronkodilatasyon

Alveol keseleri

Alveol olarak adlandırılan hava dolu küçük keseciklerden oluşur. Alveoller pulmoner kapillerlerle kaplanmıştır. **Kan ile hava arasında gaz alış-verişinin yapıldığı esas yerdir.**



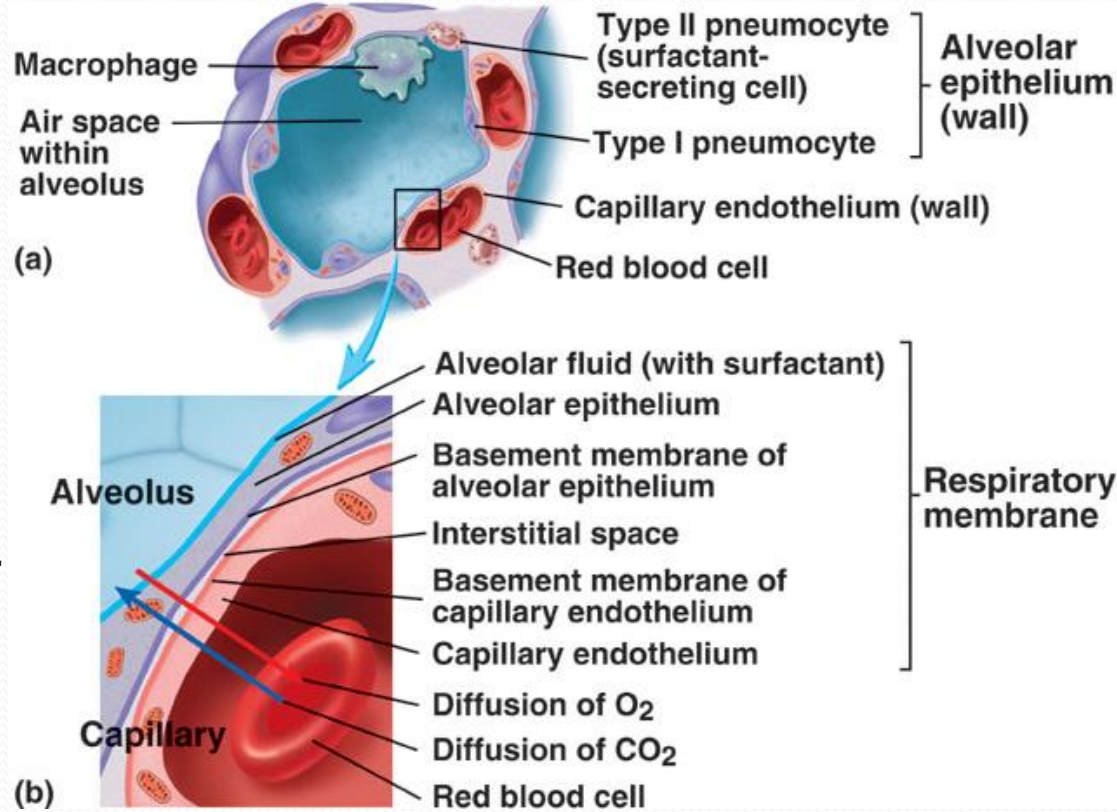
Alveoller



- Alveollerin iç yüzeyleri surfaktan ile kaplıdır. İçte yüzey gerilimi azaltarak hava dolu keseciklerin büzülmesini engeller.
- SORU: Balıklar neden sudan çıkınca “boğulurlar?”

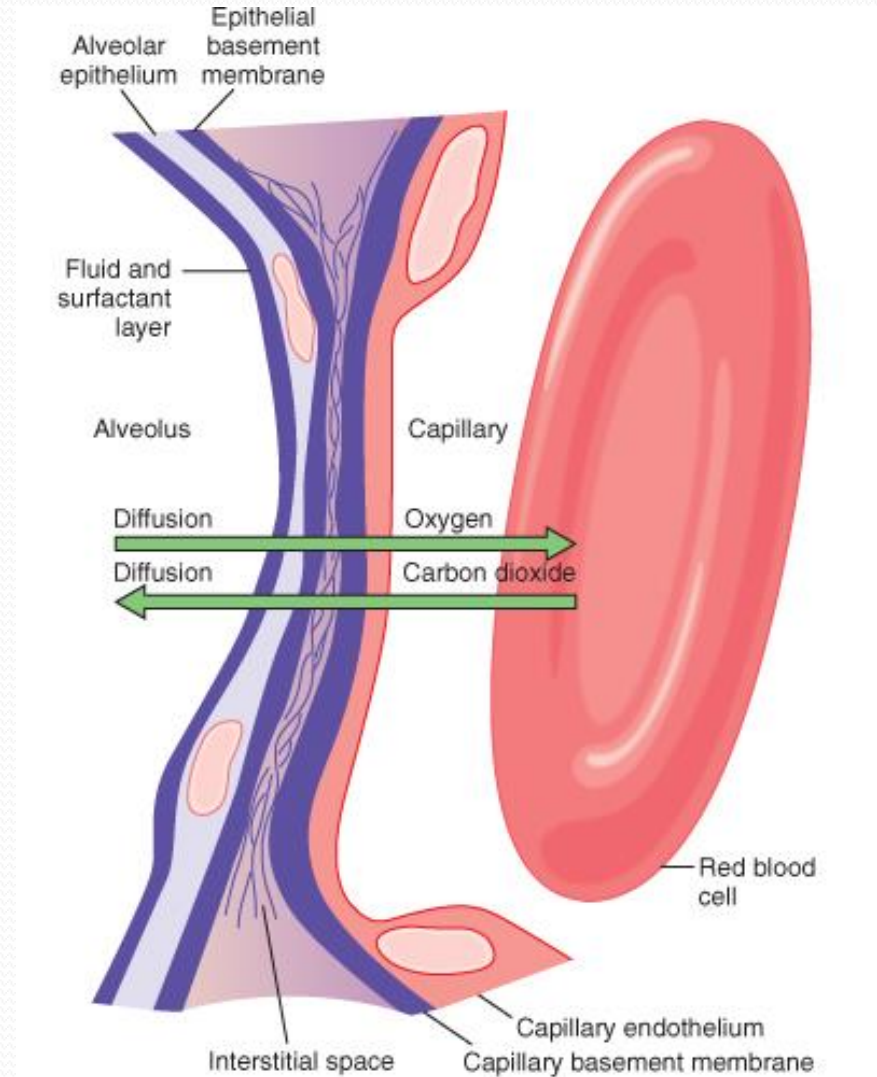
Solunum membranı

- Alveollerde kan ile havayı ayıran ve gaz değişiminin yapıldığı 3 tabakalı ince yapı.
 - Alveol epitel hücresi
 - Kapiller endotel hücresi
 - İnterstisyel aralık
- Toplam yüzey alanı 50-100m²



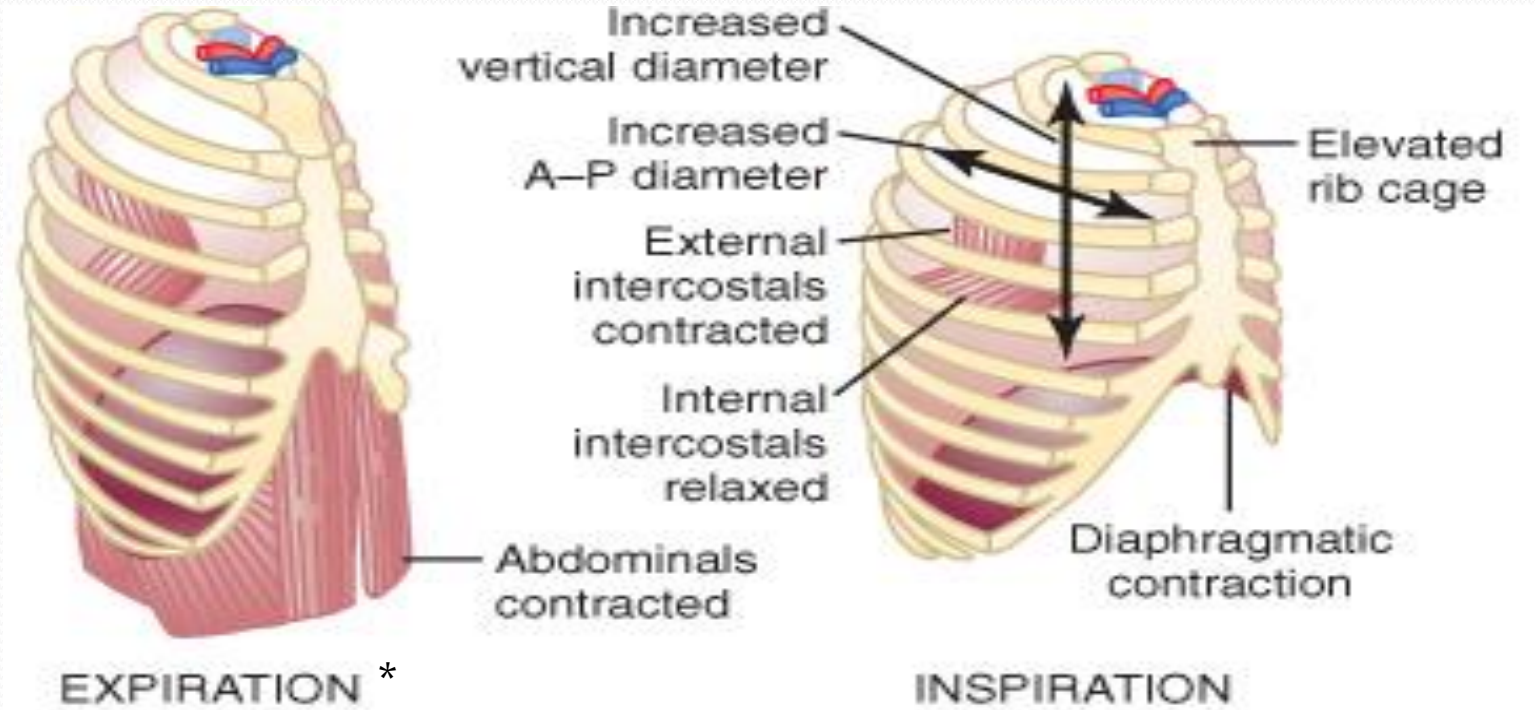
Solunum membranı

- Solunum membranından gazların geçişi difüzyon ile olur.

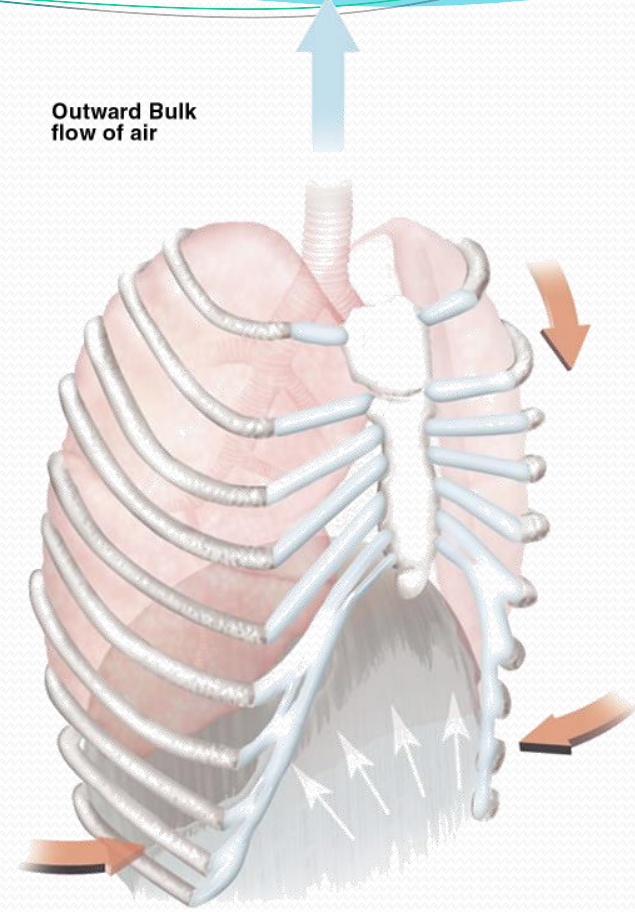
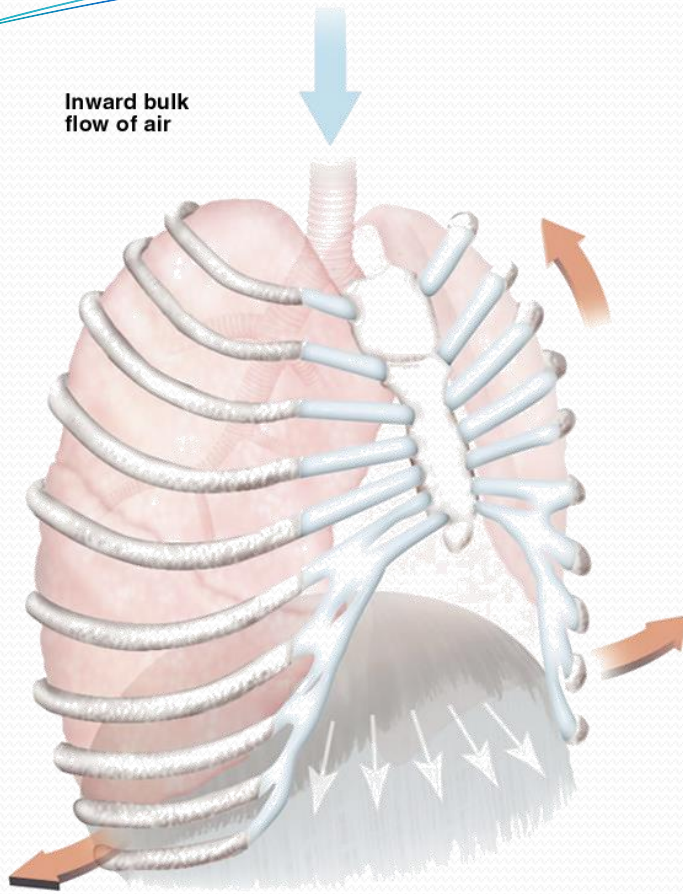


Solunum siklusu ve göğüs boşluğu hacim değişiklikleri

- **İnspirasyon**, nefes alma sırasında dış ortamdan alveollere kadar havanın ilerlemesi; **Ekspirasyon**, nefes verme sırasında alveollerdeki havanın dış ortama bırakılmasıdır.



* Normal ekspirasyon pasiftir

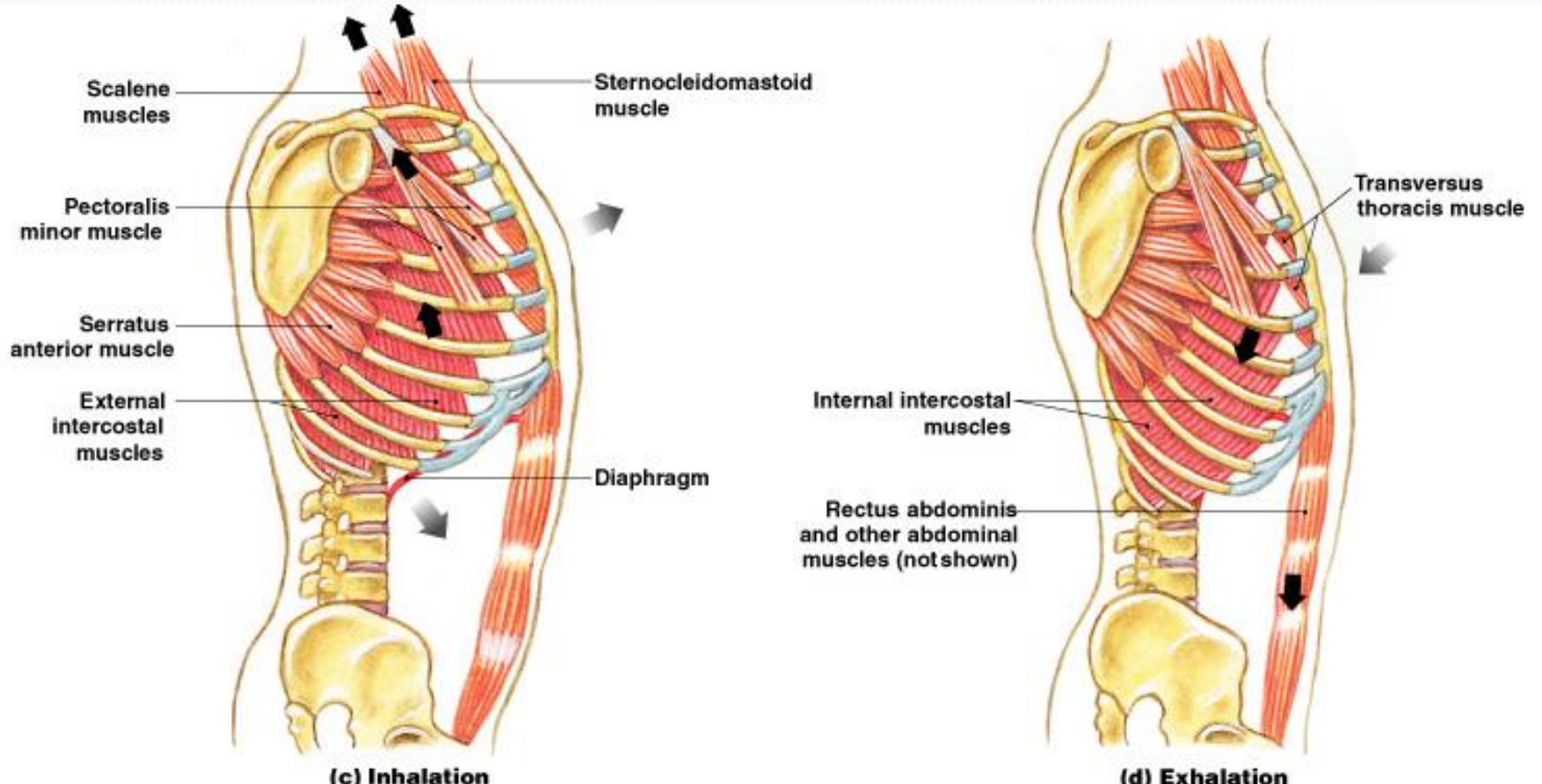


İnspirasyonda diyafram kası kasılır ve kaburgalar arası açılarak hacim artar, göğüs içi basıncı düşer ve içeriye hava girer. Bu sırada göğüs boşluğu genişlemiştir.

Ekspirasyonda diyafram kası gevşer, kaburgalar birbirine yaklaşarak hacim azalır, göğüs iç basıncı artar ve dışarıya hava verilir. Bu esnada göğüs boşluğu daralmıştır.

Solunum kasları

- Diyafragma*, eksternal interkostal kaslar
- İnternal intercostal kaslar, karın kasları



Solunum frekansı

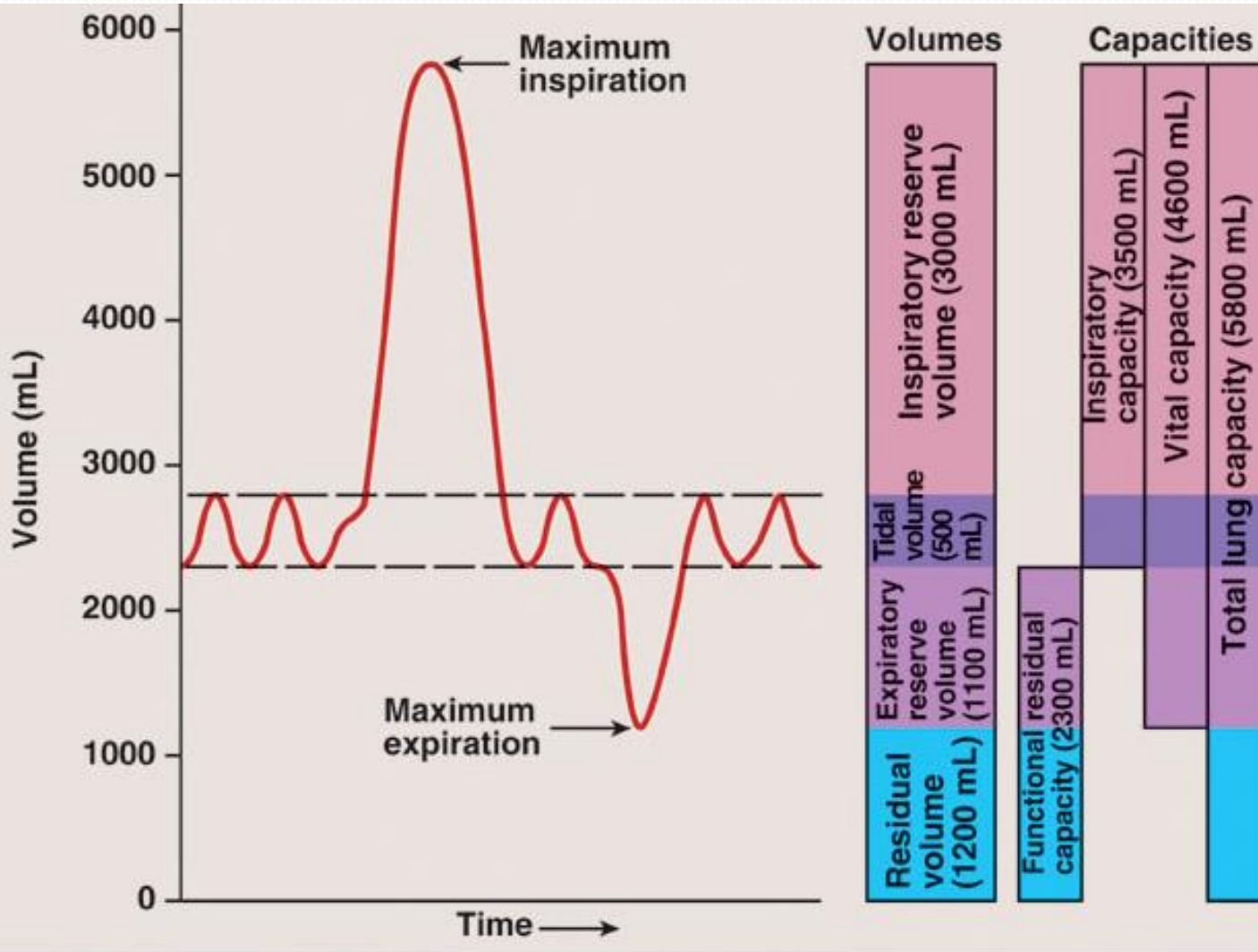
- Yetiřkinlerde 12-16/dak
- Yenidoęan – 6 ay: 30-60/dak

- **Apne:** solunumun durması
- **Takipne:** solunumun hızlanması
- **Bradipne:** solunumun yavaşlaması

Ventilasyon

- Alveollere hava getirme işlemidir. Atmosfer havası ile alveoller arasında hava değişimi olur.
 - Normal soluk hacmi 500ml, solunum frekansı 12-16/dak.
 - Ölü boşluk havası 150 ml
 - Pulmoner ventilasyon (V_p)= $12 \times 500 = 6000 \text{ml/dak}$
 - Alveolar ventilasyon (V_a)= $12 \times (500 - 150) = 4200 \text{ml/dak}$

Akciğer hacim ve kapasiteleri



Akciğer hacimleri

- Soluk hacmi
- İnspirasyon yedek hacmi
- Ekspirasyon yedek hacmi
- Rezidüel hacim

Akciğer kapasiteleri

- İnspirasyon kapasitesi
- Fonksiyonel rezidüel kapasite
- Vital kapasite
- Total Akciğer kapasitesi

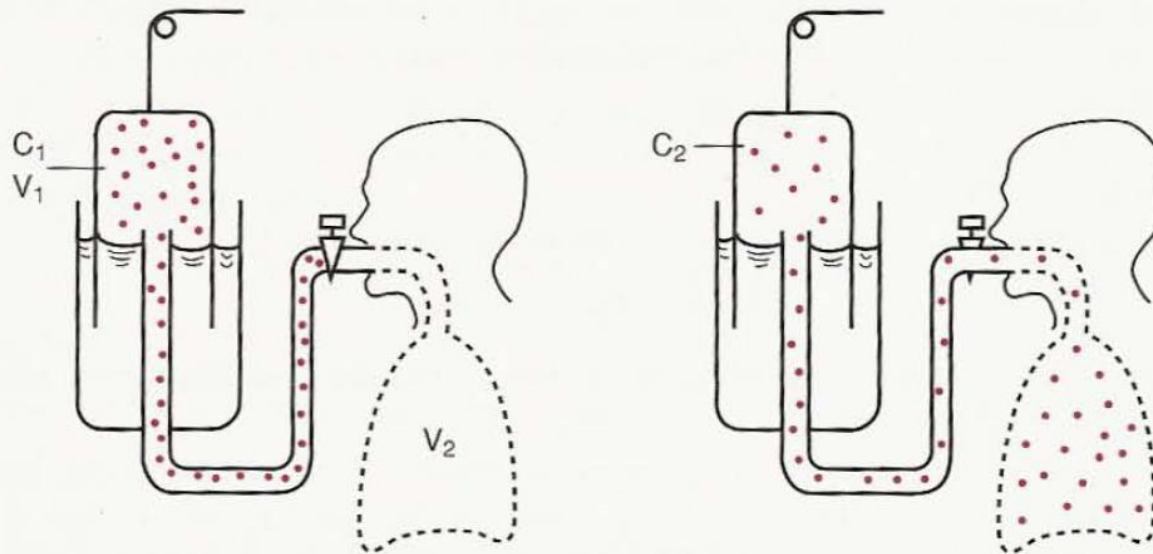
AC Hacimlerinin Ölçümü

- Fonksiyonel rezidüel kapasite ve rezidüel volüm klasik spirometre ile ölçülemez.
- Ölçüm için çeşitli yöntemler kullanılabilir.

Helyum Dilüsyon Metodu

From this:

$$V_2 = V_1 (C_1 - C_2) / C_2$$



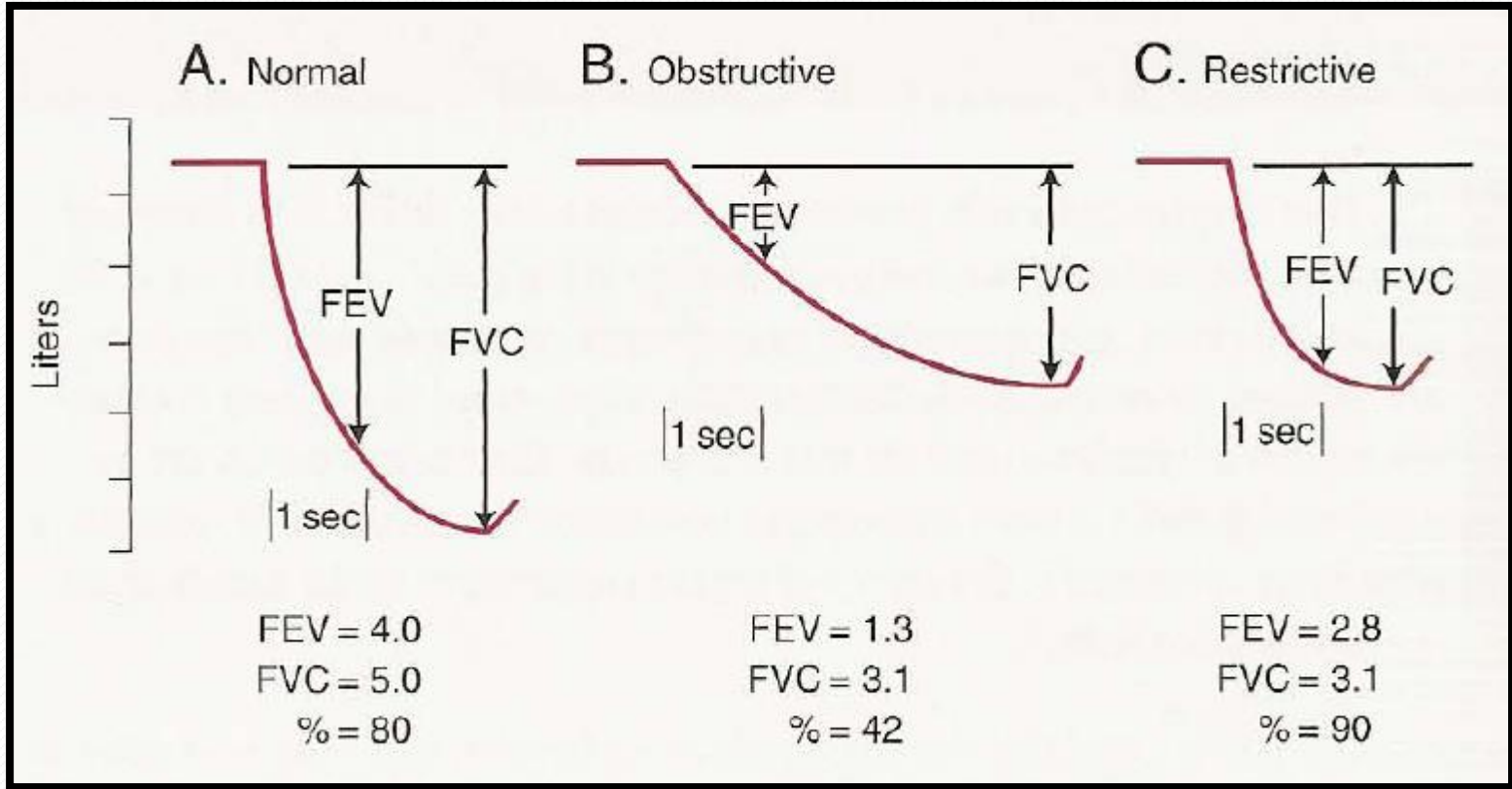
Before equilibration

After equilibration

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times (V_1 + V_2)$$

Figure 2-3. Measurement of the functional residual capacity by helium dilution.

Zorlu Ekspirasyon



- $FEV_{1.0}$: Zorlu ekspirasyon hacmi (1.saniye)
- FVC: Zorlu vital kapasite

Zorlu Ekspirasyon

- $FEV_{1.0}$ FVC'nin %80'i olmalıdır.
- Restriktif durumda, ikisi de düşmüştür. Oran artmıştır.
- Obstrüktif durumda, FEV çok fazla azaldığı için, oran azalmıştır.

Zorlu Ekspirasyon

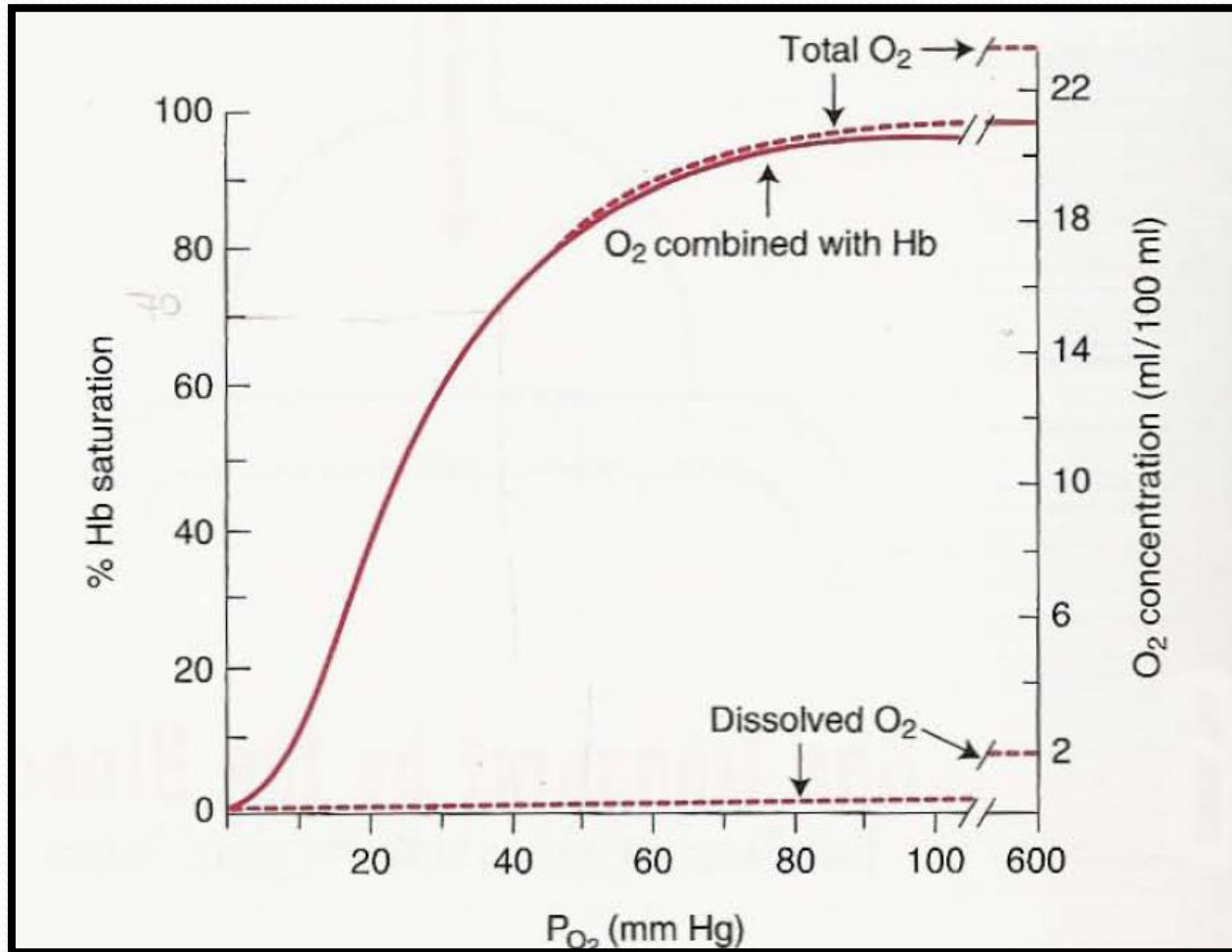
- $FEF_{\%25-75}$:Zorlu ekspirasyon akım hızı
- Ekspirasyonun ortalarında ölçülen akım hızıdır. $FEV_{1.0}$ ile ilişkilidir.

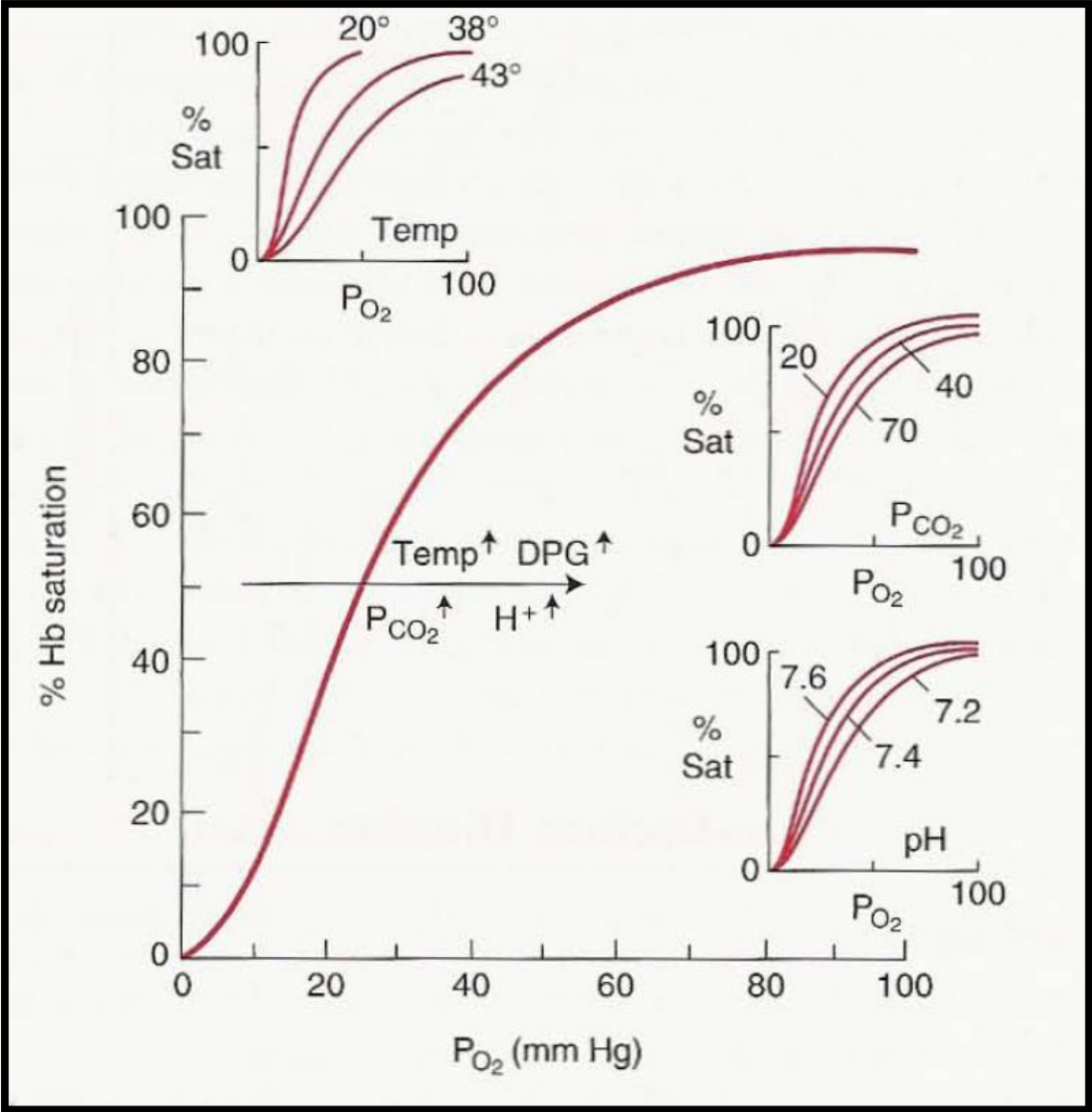
Kan Gazlarının Taşınıımı

Oksijenin Taşınımı

- Oksijen kanda akciğerlerden dokulara iki yolla taşınır:
 - Hemoglobine bağlı formda (%98)
 - Plazmada çözünmüş olarak (%2)
- $O_2 + Hb \leftrightarrow HbO_2$
Hb ile O_2 reversibl şekilde bağlanarak oksihemoglobini (HbO_2) oluşturur. O_2 hemoglobinden ayrılırsa deoksihemoglobin (Hb) oluşur.

Hb-Oksijen İlişkisi

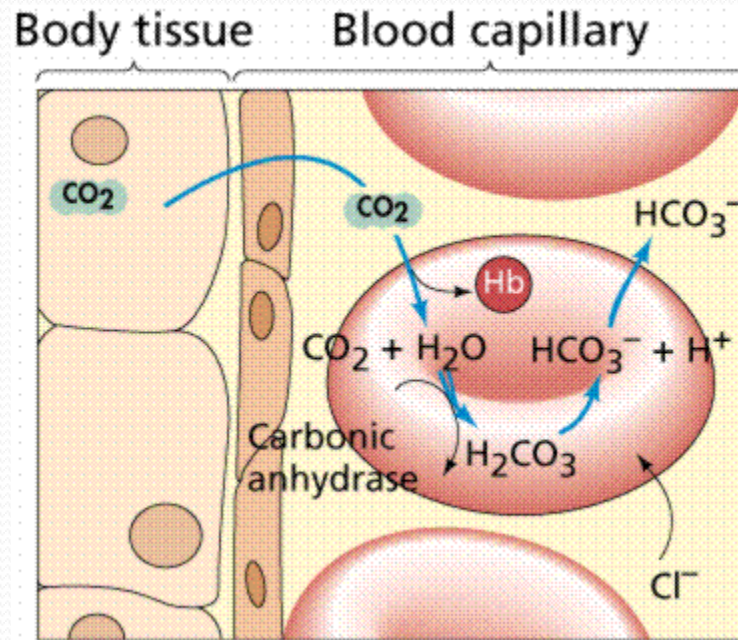




Karbondioksitin Taşınımı

- Kanda CO₂ üç ayrı formda taşınır
 - Plazmada çözünmüş olarak (%10)
 - Bikarbonat formunda (%60)
 - Karbamino bileşikleri formunda (%30)

- Klor kayması



Solunumun Regülasyonu

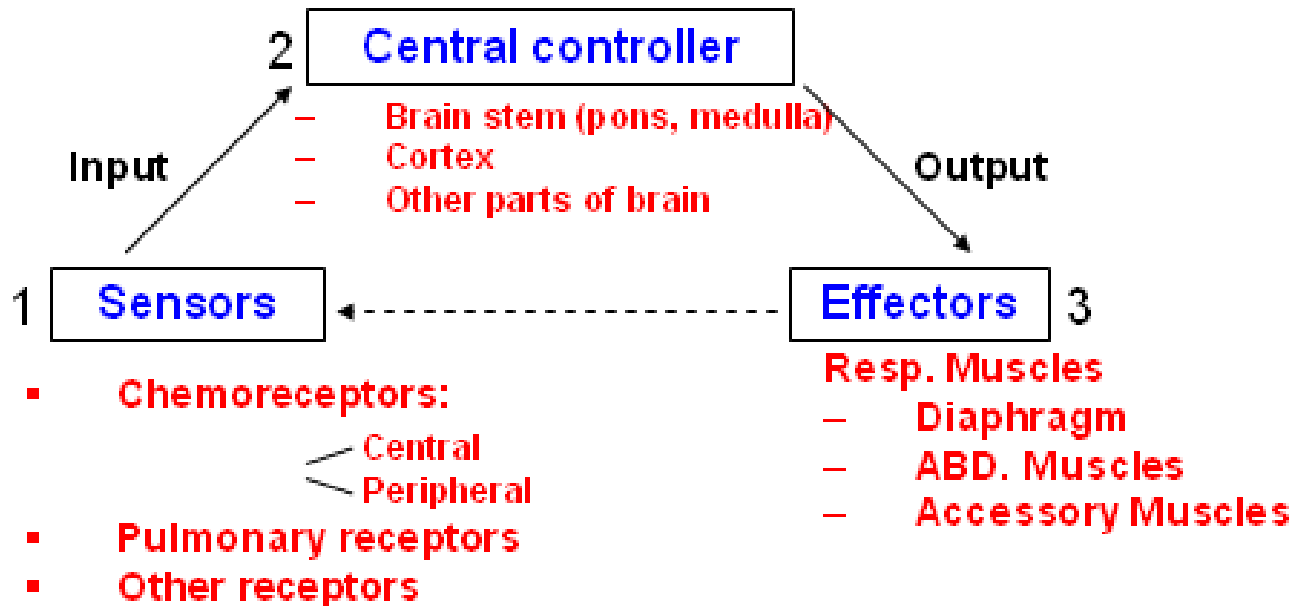
- Solunumun düzenlenmesi ile ilgili sistem üç temel elemana sahiptir:
 1. Reseptörler
 2. Santral düzenleyiciler
 3. Effektörler

Regulation of Respiration

Objective:

To maintain normal levels of PO_2 & PCO_2 in arterial blood.

Respiratory control system: Three basic elements:-



Santral Düzenleyiciler

- Santral düzenleyiciler beyin sapının değişik bölgelerinde bulunan nöron gruplarıdır.
 1. Medullar Merkez: Rampa sinyalini oluşturur.
 - i. Dorsal solunum grubu (İnspirasyon)
 - ii. Ventral solunum grubu (Ekspirasyon)
 2. Apnötik Merkez: Dorsal grubu uyarıcı sinyaller gönderir.
 3. Pnömotaksik Merkez: Medullar merkezler üzerine inhibe edici sinyaller gönderir.

Reseptörler

Santral Kemoreseptörler

- Beyin sapında bulunurlar.
- Kan-Beyin bariyerinin (KBB) gerisinde kalmaktadırlar.
- pH değişimine duyarlıdırlar.
- KBB H⁺ iyonlarını geçirmez. Bu nedenle kandaki pH değişiminden etkilenmezler.
- CO₂ KBB'yi geçer ve aşağıdaki reaksiyon gerçekleşir:
$$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_2 \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_2^-$$

Reseptörler

Periferik Kemoreseptörler

- Karotis arterlerinin bifurkasyonundaki karotid cisimlerde ve arcus aortadaki aortik cisimlerde bulunur.
- P_{aO_2} ve arteriyel kan pH değişimine duyarlıdırlar.

Akciğer Reseptörleri

- **Pulmoner Gerim Reseptörleri:** Akciğerlerin gerilmesine duyarlıdır. Gerim artarsa inpirasyonu sonlandırırlar.
- **İrritan Reseptörler:** Solunum yollarındaki epitel hücreleri arasında bulunur. İrrite edici ajanların etkisiyle bronkokonstriksiyon ve hiperpneye neden olur.
- **J Reseptörleri:** Rollerini kesin değil. İntersitisyel sıvı volümü artınca uyarılır ve dispne duyusuna neden olur.

Asit-Baz Dengesinin Regülasyonu

- Asit-Baz dengesi bozukluklarına karşı solunum sistemi en önemli savunma mekanizmasıdır.
- Ekstrasellüler sıvıdaki CO₂ düzeyini arttırıp azaltabilir.
- Respiratuvar asidoz/alkaloz
- Metabolik asidoz/alkaloz