

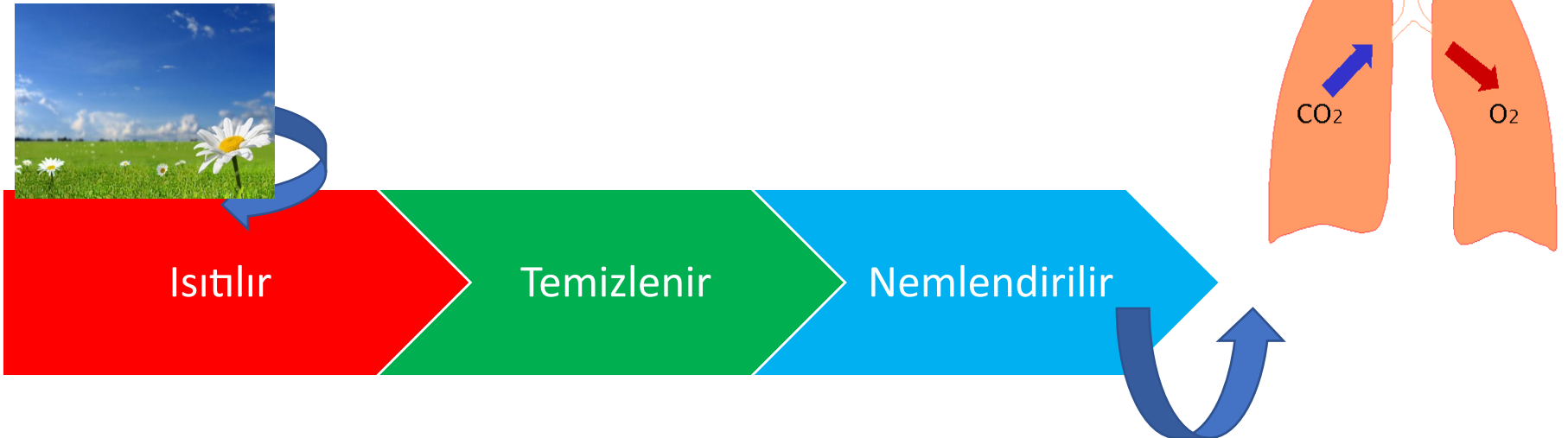
SOLUNUM SİSTEMİ

Doç. Dr. Emrah Şefik Abamor

❖Solunum, dışarıdan alınan hava içindeki oksijen ile, vücuttaki karbondioksitin karşılıklı olarak yer değiştirmesidir.

❖Bu değişim akciğerlerin alveollerinde meydana gelir.

❖Dışarıdan alınan hava, solunum sisteminde geçmiş olduğu yollar içinde; ısıtılır, temizlenir ve gereği kadar nemlendirilerek akciğerlere kadar getirilir.

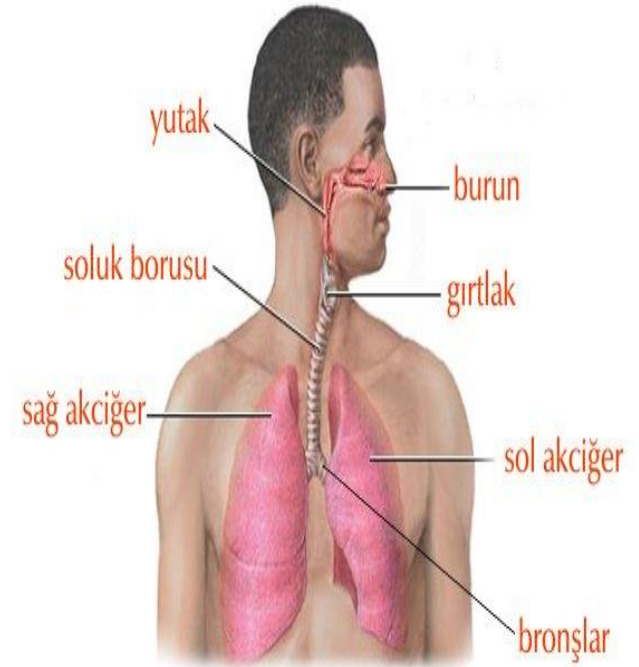


❖ Solunum sistemini oluşturan organlar içerisinde, Burun (boşluğu), Farinks, Larinks, Trake, Bronş'lar ve her iki Akciğer bulunmaktadır.

❖ Bu sistem aşağıdaki gibi ikiye ayrılır.

1. Üst solunum yolları: Burun (boşluğu), Farinks (Yutak)

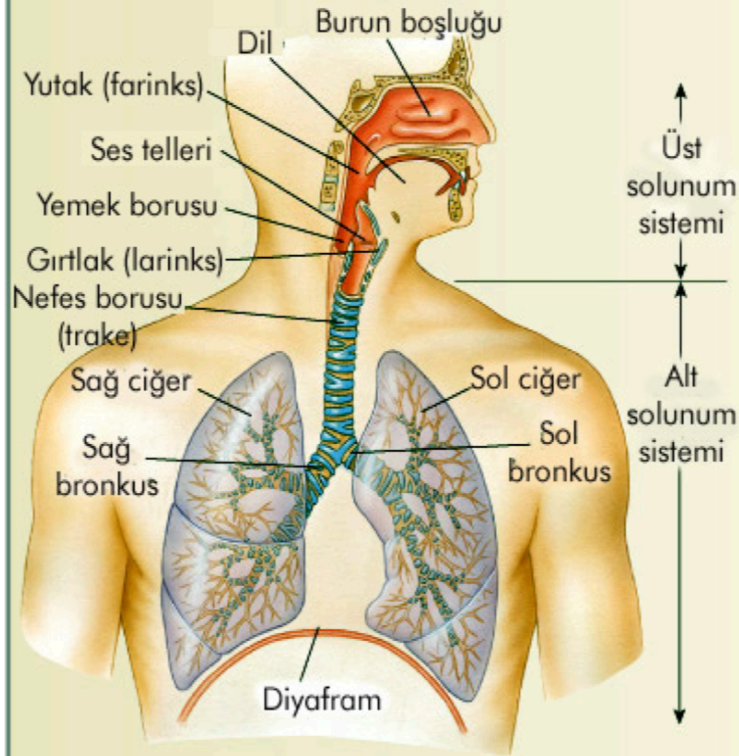
2. Alt solunum yolları: Larinks, Trake, Bronş'lar ve Pulmo (Akciğer)



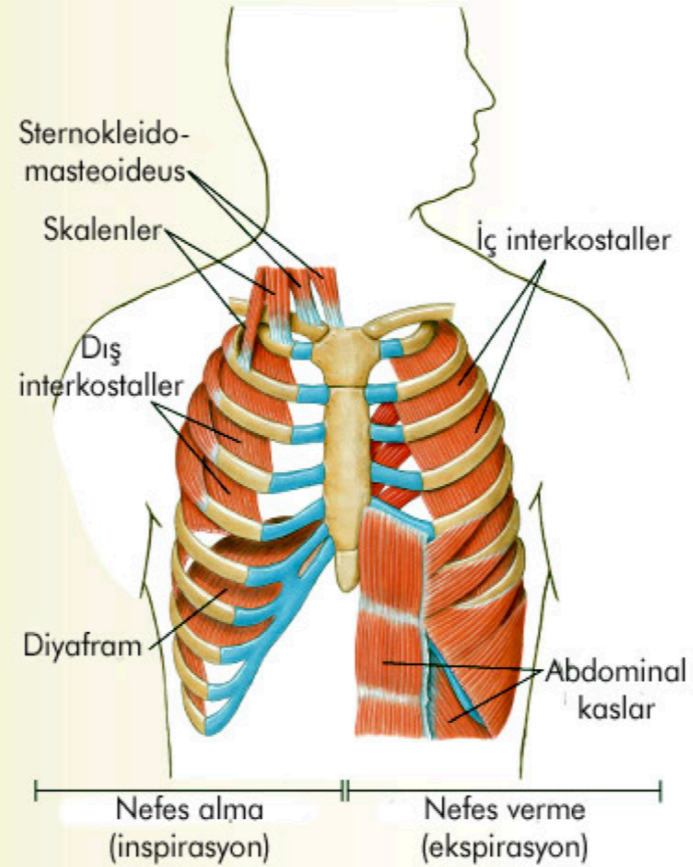
Solunum Sistemi: Genel Bakış

AKCİĞER VE GÖĞÜS BOŞLUĞUNUN YAPISI

SOLUNUM SİSTEMİ



Havalandırma kullanılan kaslar



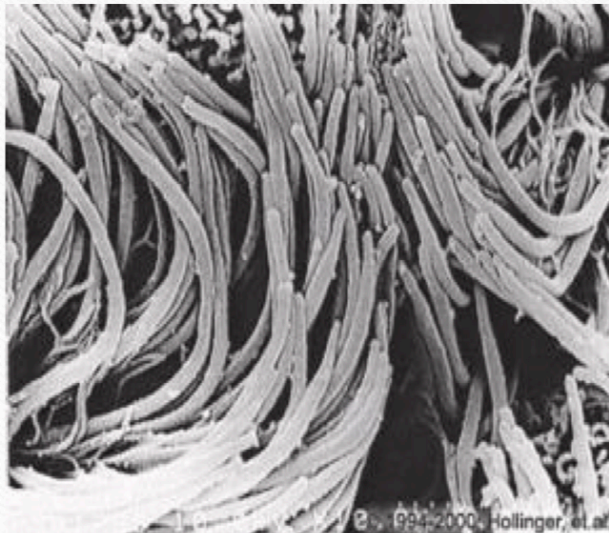
Larinks

Trachea

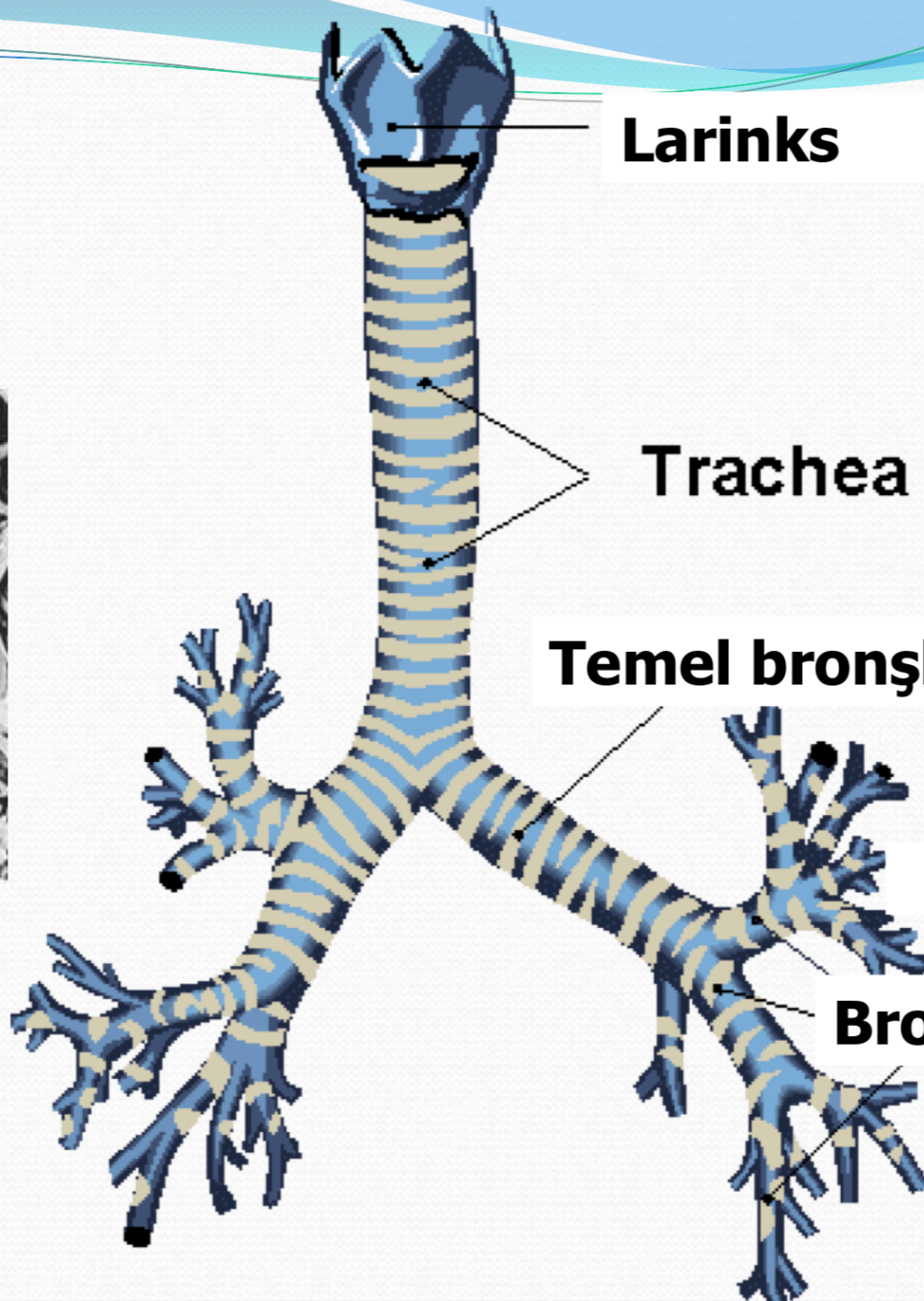
Temel bronşlar

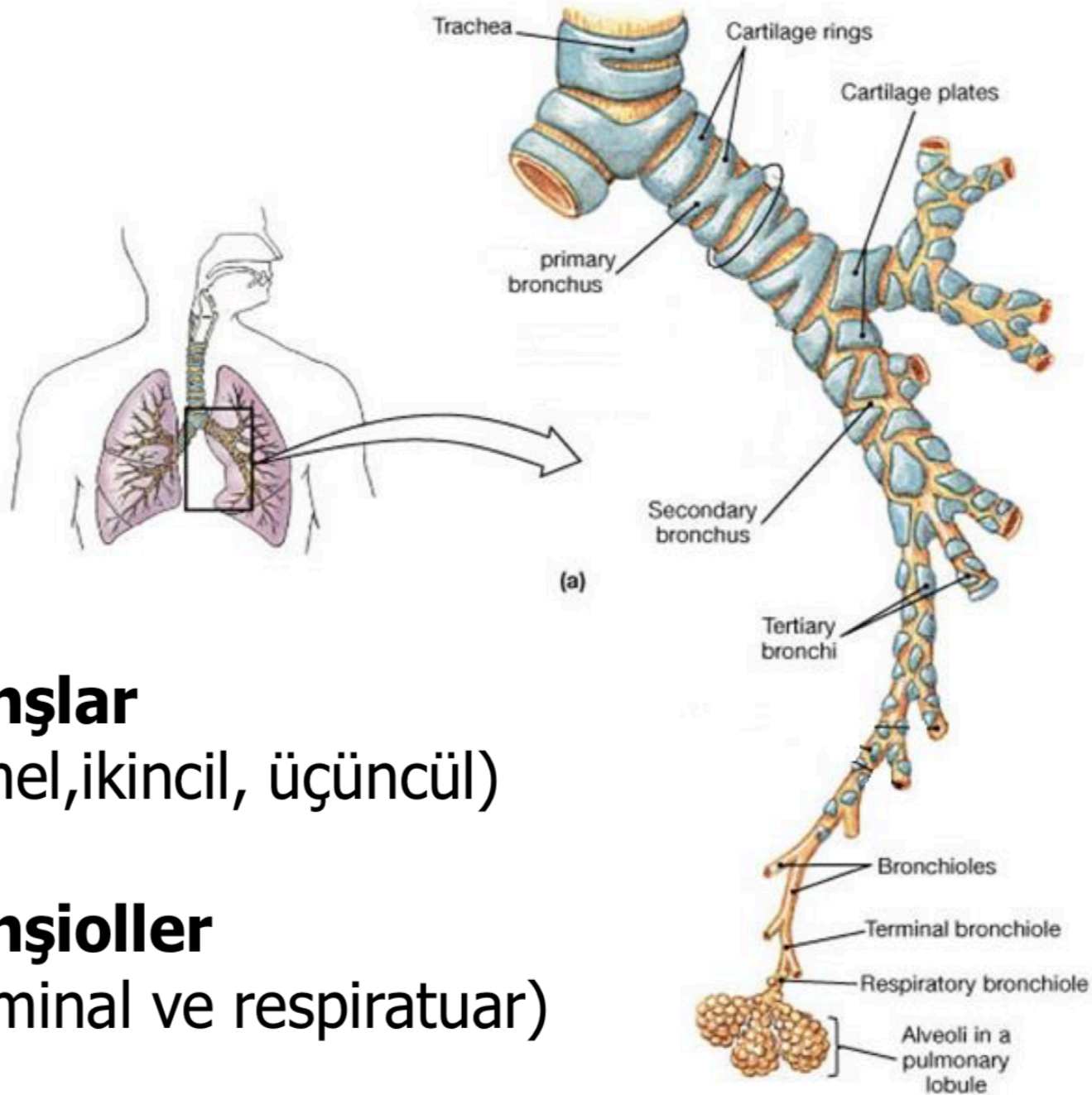
Bronşïoller

• **Trachea**



• **Bronşlar**





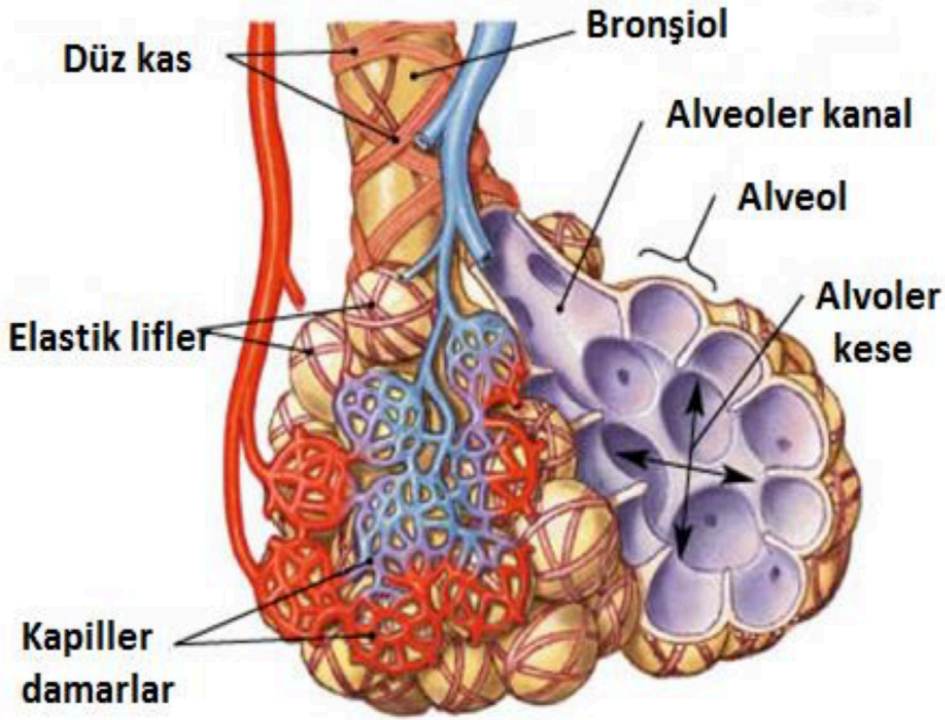
- Bronşlar**

- (Temel, ikincil, üçüncül)

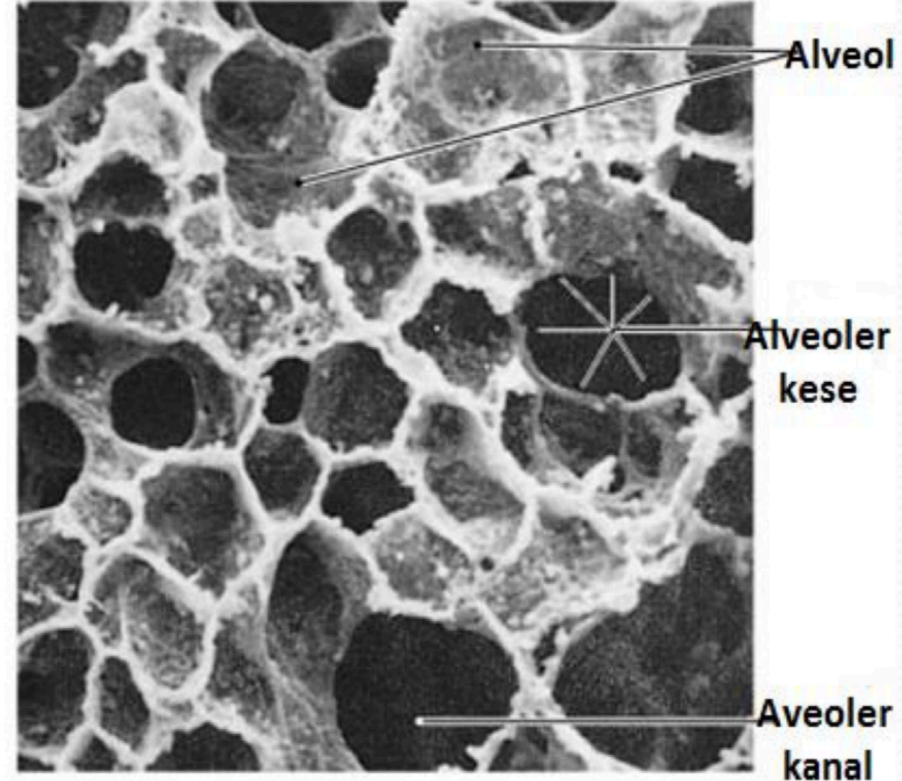
- Bronşioller**

- (Terminal ve respiratuar)

•Alveoller

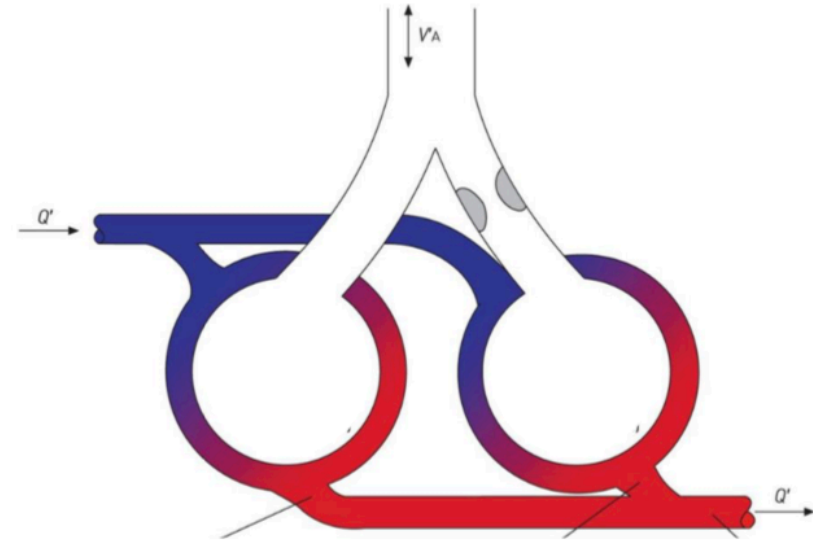


Alveoler Yapı



Alveoler kanallar ve alveoller

- **Ventilasyon:**
Akciğerlerin gaz değişimin sağlamak üzere havalanması
- **Gaz değişimi:** Kan ve hava arasındaki O_2 ve CO_2 değişimi
- **Perfüzyon:** Akciğerlere gaz değişimi için kanın gelişi



Solunum Sisteminin Fonksiyonları

- Gaz değişimi
- Asit- Baz dengesinin sağlanması
- Fonasyon
- Savunma mekanizmaları
- Biyoaktif maddelerin üretimi, metabolizması, düzenlenmesi
- Kan pıhtısının tutulması ve eritilmesi

❖ Solunum yolları içerisinde yer almış olan larinks sayesinde sesin oluşumu ile ilgili önemli bir yapı da oluşturur.

❖ Burun boşluğu ise sadece dışarıdan alınan havanın ısıtılması veya temizlenmesi ile ilgili olmayıp, aynı zamanda koku alma işleminin de yapıldığı yer olarak fonksiyon görür.

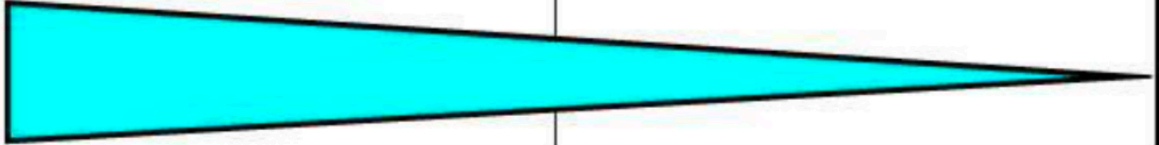
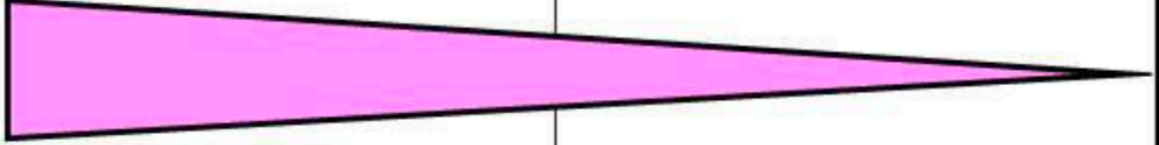
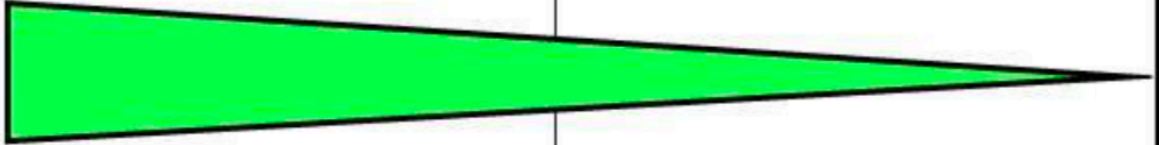
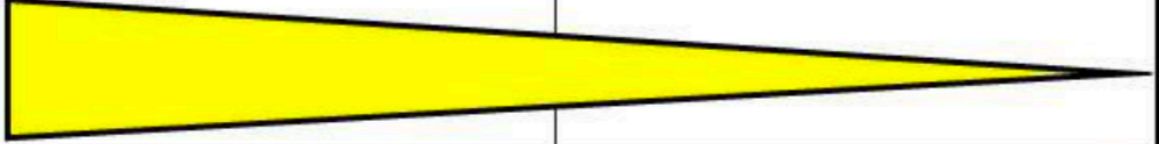
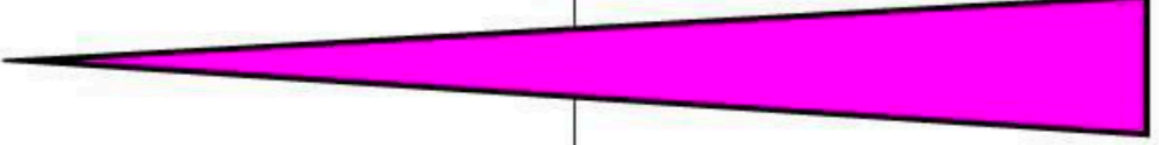
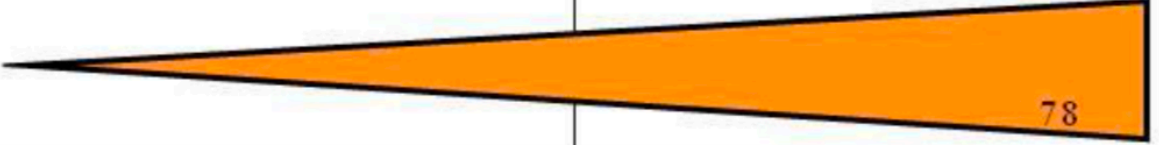
Memelilerde Solunum

- ❖ Memelilerde solunum burun ile başlar.
- ❖ Burun iç yüzeyi nemli, kan damarları ve salgı bezlerince zengin bir mukoza ile örtülüdür.
- ❖ Vücuda giren solunum havasındaki bazı zararlı gazlar bu partiküller tarafından tutulur ve vücuda giren hava nazal yollarda ısıyarak vücuda girer.
- ❖ Burun boşluğu farinkse açılır farinkteki hava içinde ses tellerinin bulunduğu ses kutusu da denilen larinks ile bağlantılıdır.

SOLUNUM SİSTEMİ HİSTOLOJİSİ

❖ Solunum sistemi iki temel bölgeye ayrılır

- 1. İletici bölüm:** Burun boşluğu, nazofarinks, bronşlar, bronşiyoller ve sonlandırıcı (terminal) bronşiyollerden oluşur. İletici bölümün büyük bir bölümü goblet hücrelerince zengin yalancı çok katlı prizmatik titrektürlü solunum epiteli ile döşelidir
- 2. Solunum bölümü:** Solunum (respiratuvar) bronşiyolleri, alveol kanalları ve alveollerden oluşur

	İletici bölüm	Solunum Bölümü
Epitel		
Goblet hücresi		
Bezler		
Kemik-Kıkırdak		
Düz kas		
Elastik lifler		

❖Burun çukurları:

❖Yan duvarında konka denen raf şeklinde üç kemiksi çıkıntı vardır, orta ve alt konkalar solunum epiteli ile döşelidir.

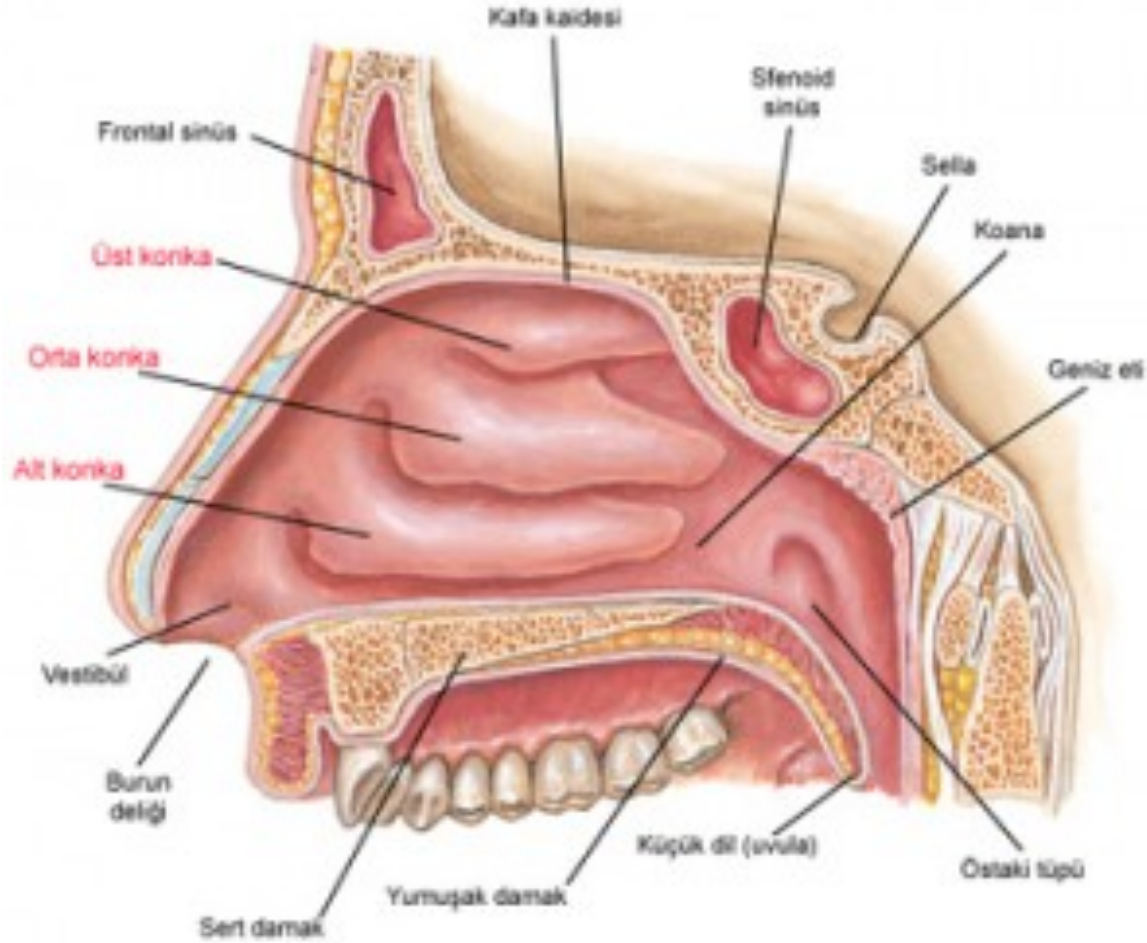
❖Üst konka özelleşmiş koku epiteli ile döşelidir.

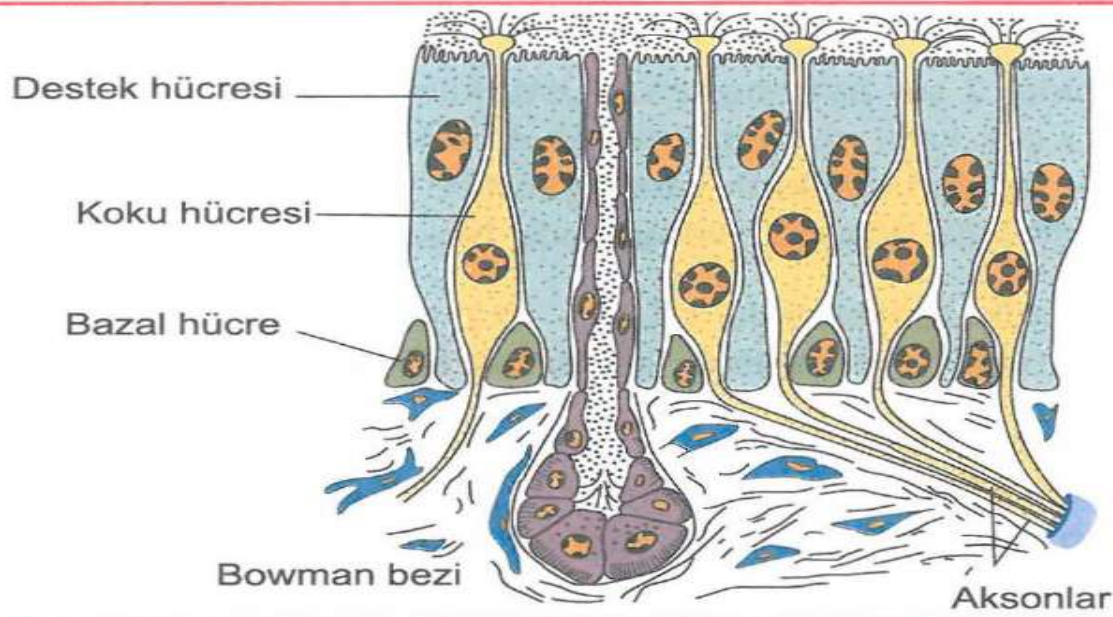
❖Koku (Smell/ Olfaction):

❖Koku kemoreseptörleri üst konkanın müköz zarının özelleşmiş bir bölümü olan olfactory epitheliumda yer alır.

❖Koku epiteli üç tip hücreden oluşan yalancı çok katlı prizmatik epiteldir.

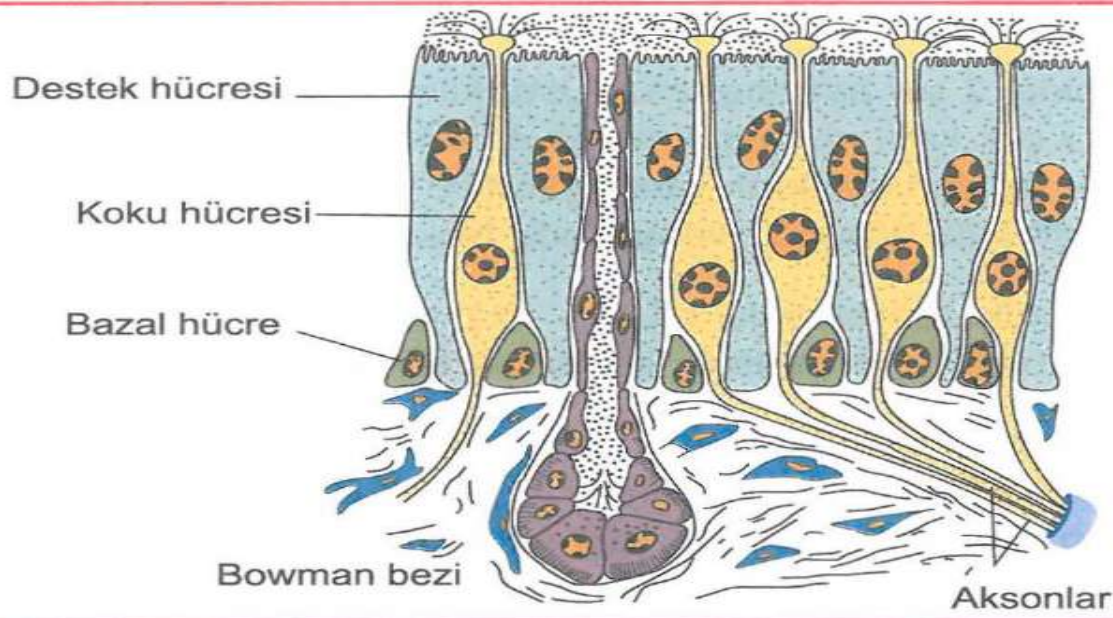
Burun Boşluğu





Koku hücreleri (olfaktör / reseptör hücreleri):

- ❖ Çift kutuplu nöronlardır.
- ❖ Tepelerinde (dendritleri) titrek tüy içeren yüksek ve geniş alanları bulunur.
- ❖ Bu titrek tüyler çok uzun ve hareketsizdir ve kokulu maddelere karşı reseptör potansiyeli oluşturarak yanıt verirler.

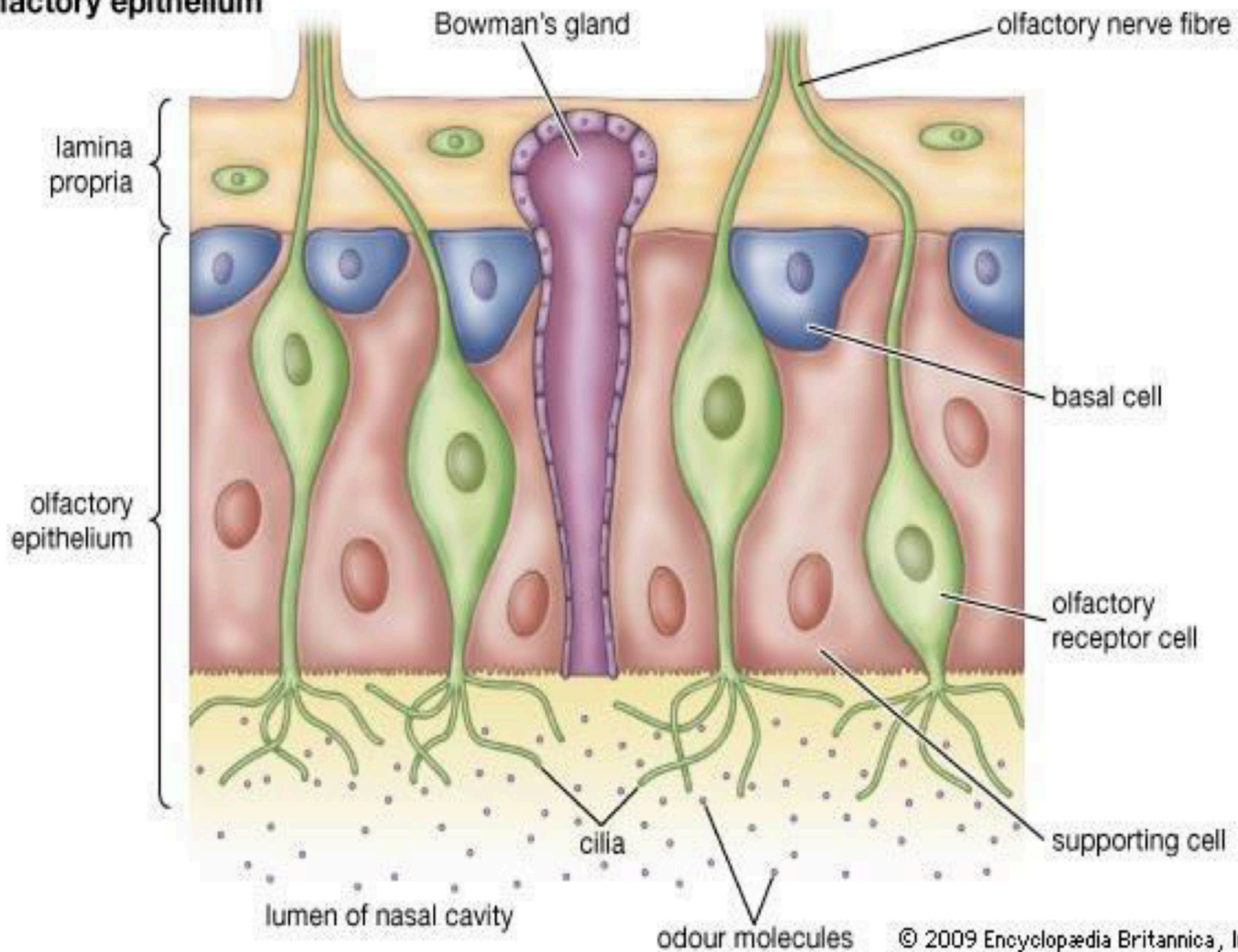


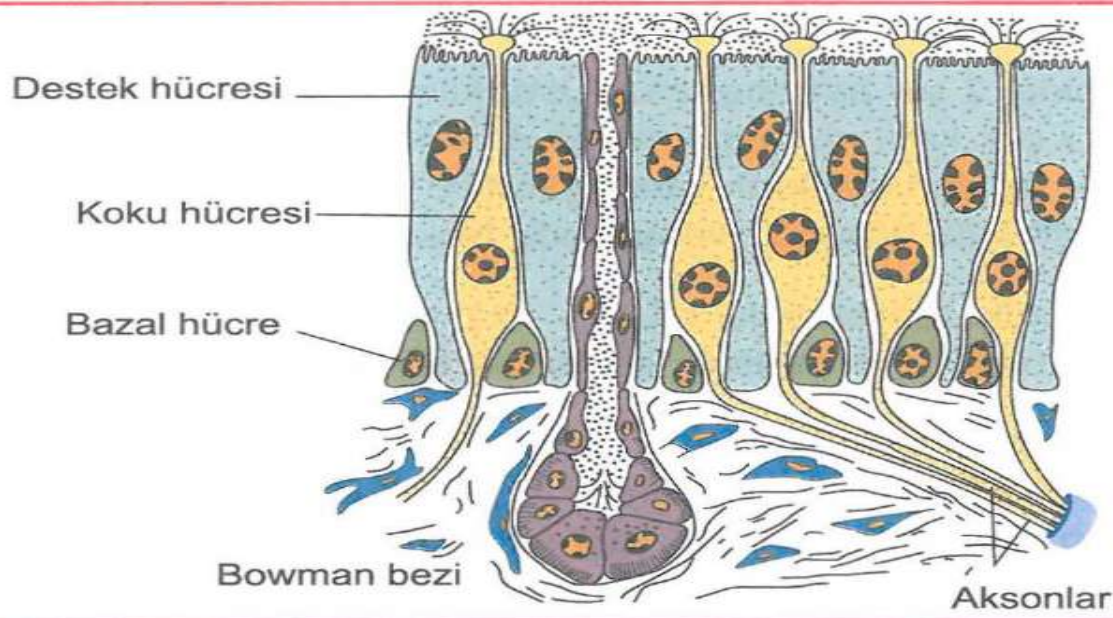
❖ **Destek hücreleri (sustentaküler hücreler):** Tepeleri geniş, silindirik şeklinde, tabanları ise dardır.

❖ Serbest yüzeylerinde mikrovilluslar vardır, lipofuksin benzeri pigment olfaktör epitelin sarı renginden sorumludur.

❖ **Bazal hücreler:** Küçüktürler, küre ya da koni şeklindedir ve epitelin tabanında tek bir kat oluşturur. Bazal hücreler farklılaşmamış kök hücrelerdir.

Olfactory epithelium





Bowman bezleri:

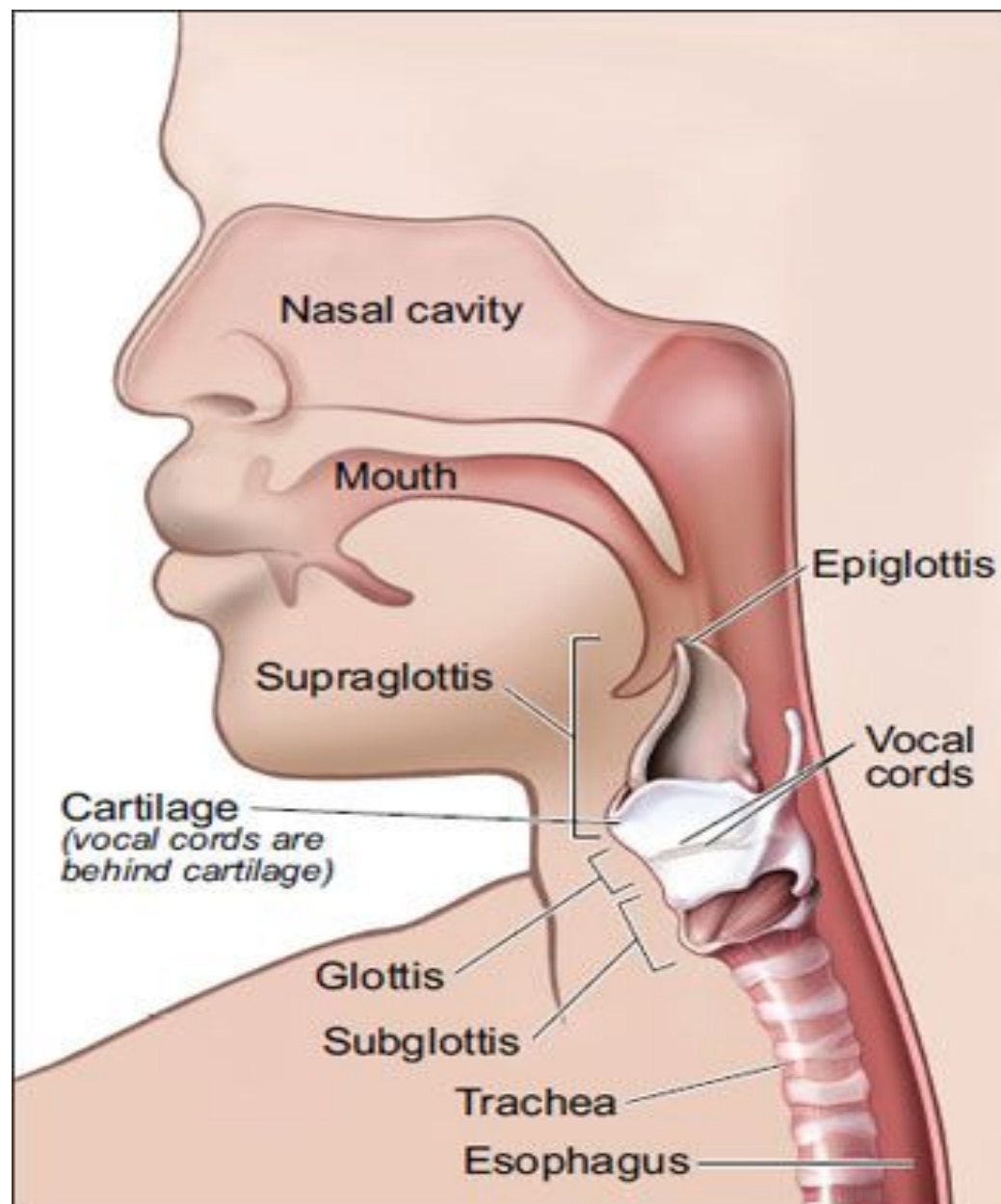
- ❖ Koku epitelinin lamina propriasında bulunur.
- ❖ Salgıları ile titrete tüylerin bulunduğu alanı yıkayıp koku alınmasını kolaylaştırır.
- ❖ Nazofarinks Solunum epiteliiyle döşelidir.

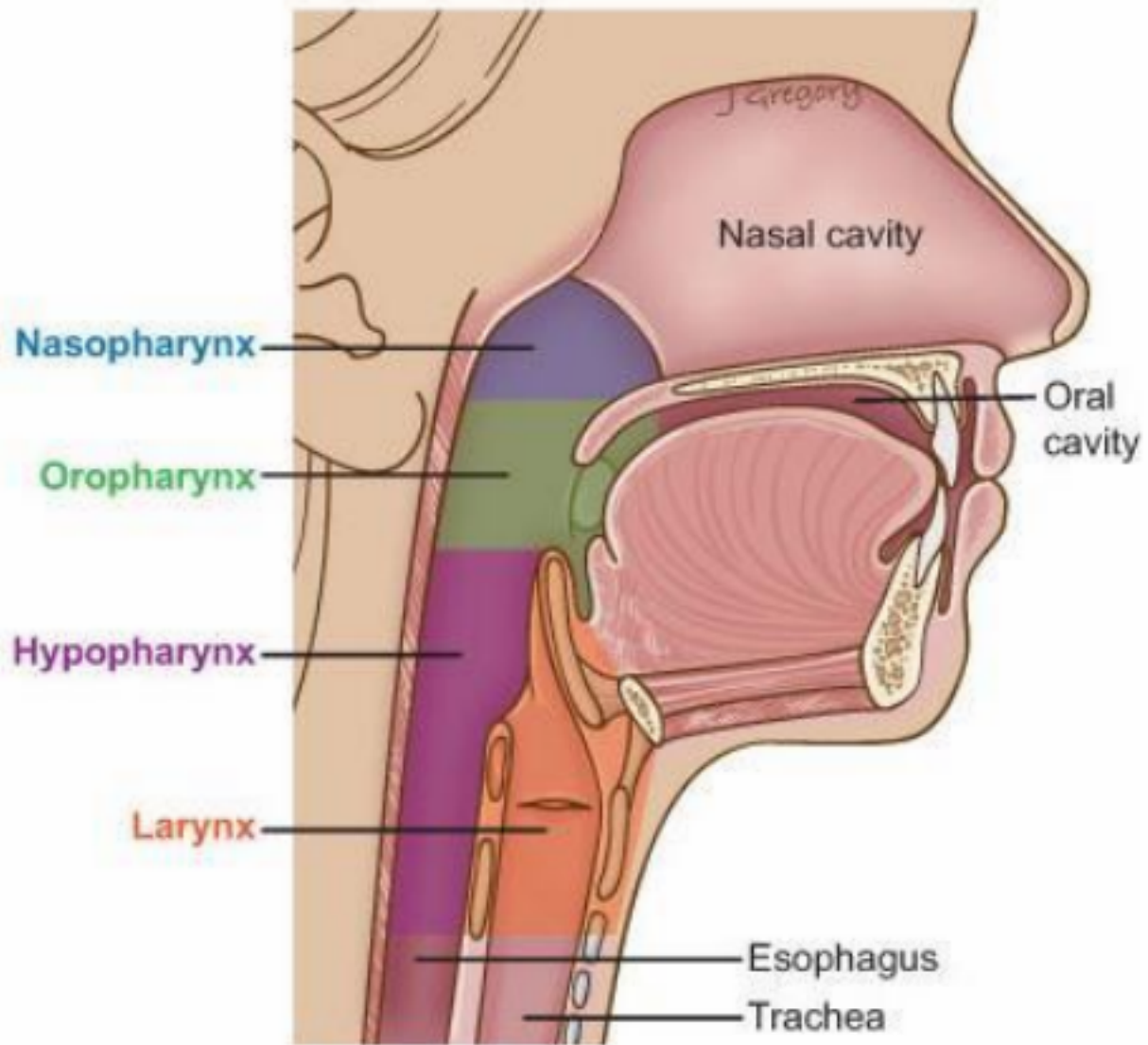
2. Larinks

- ❖ Larinks, kıkırdak, kas ve fibroelastik bağlar'dan oluşan, dil kökü ile trakea arasına yerleşmiş, görevleri bakımından özelleşmiş, hava yolunun önemli bir bölümüdür. Hava larinksden trakeye geçer.
- ❖ Larinks içinden geçen hava buradaki ses tellerini titreştirip sesin meydana gelmesine neden olur.

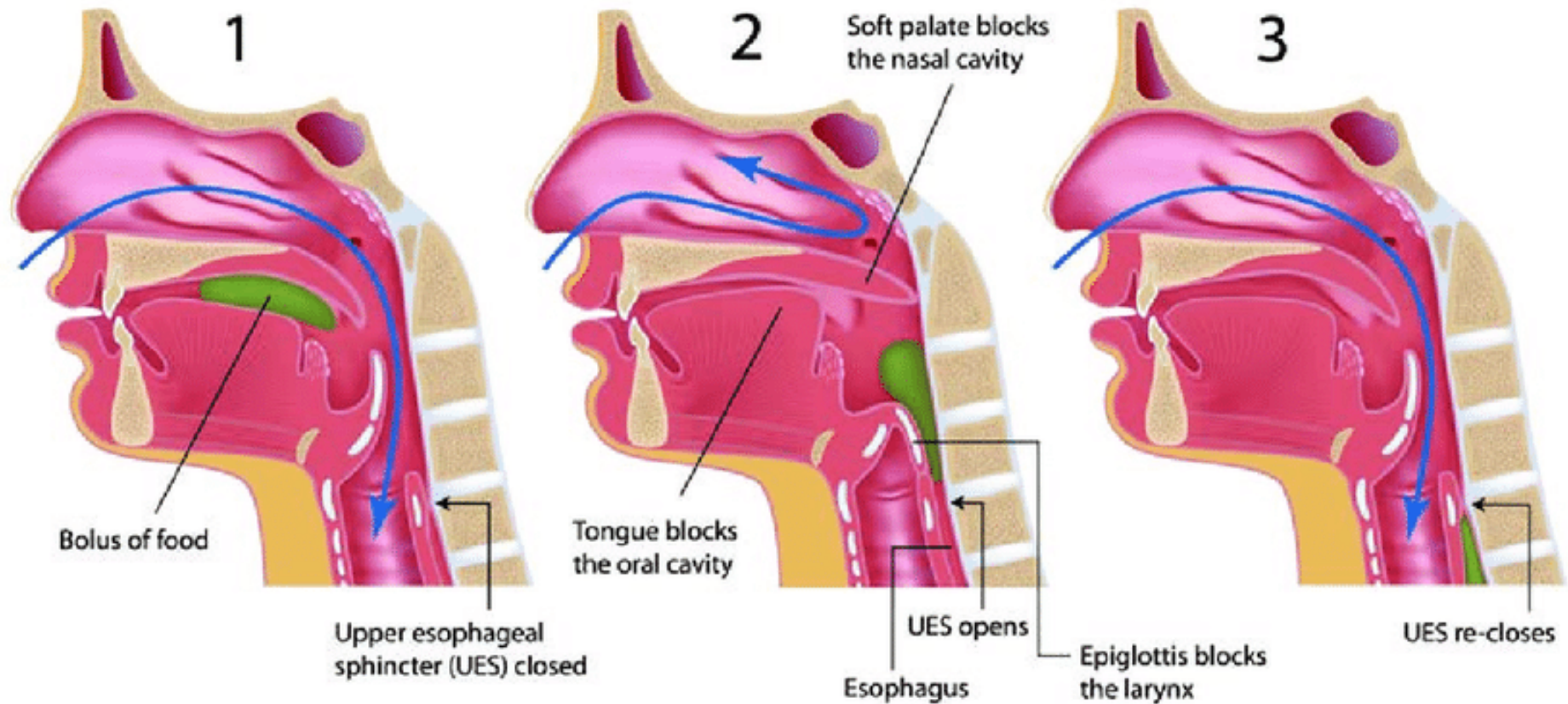
Epiglottis

- ❖ Epiglottis, yutağa doğru uzanan üçgen biçimli kıkırdak yapı.
- ❖ Gırtlığın üst bölümünde yer alır ve bir kapakçık işlevini görür.
- ❖ Yutkunma sırasında yukarıya kalkan gırtlakla birleşerek solunum yolunun kapanmasını ve besinlerin gırtlığa kaçmamasını sağlar.





Swallowing



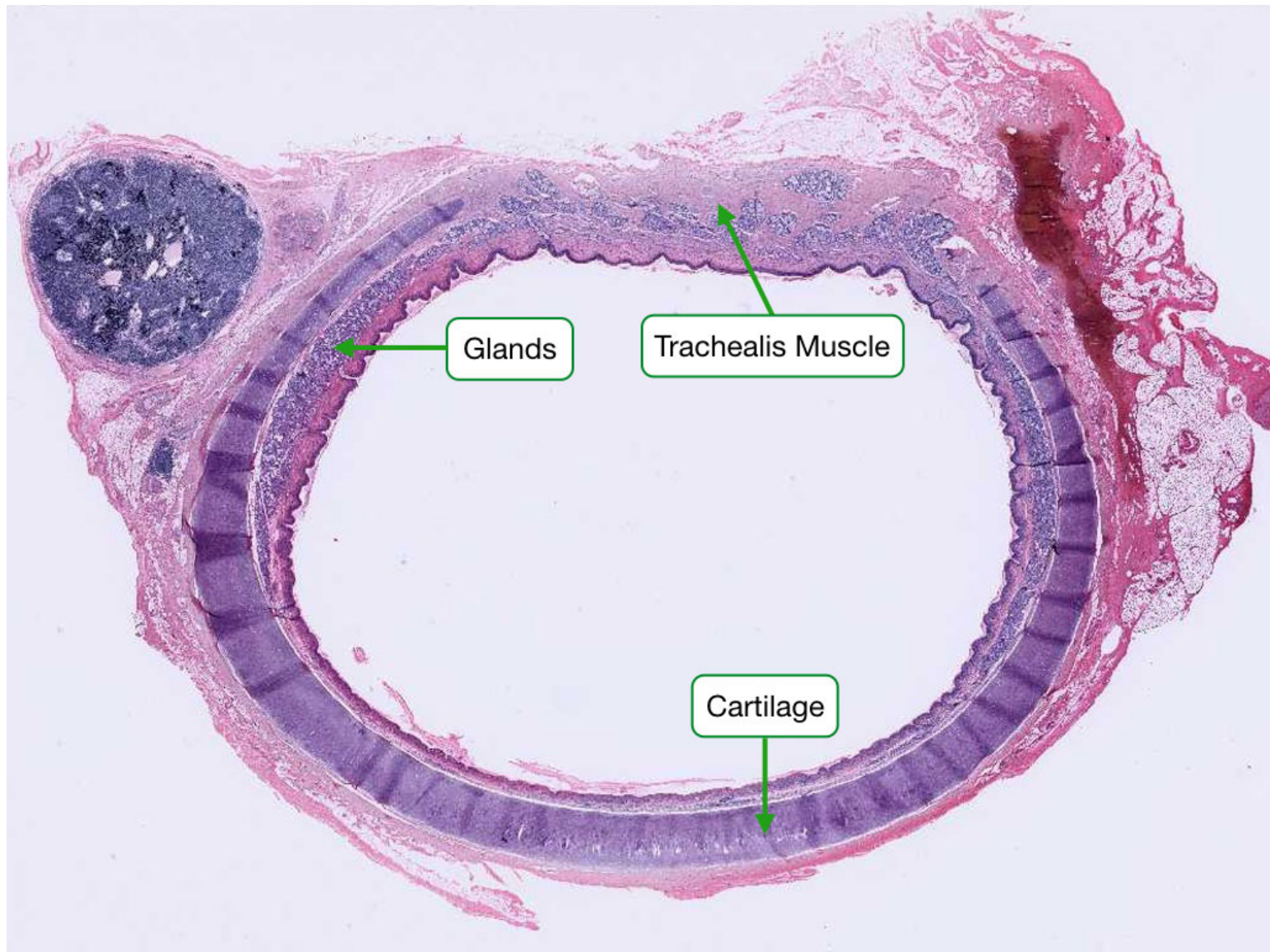
3. Ses Telleri (kord vokaller)

- ❖ Epiglot altında sağ ve solda 2 şer adet bulunur.
- ❖ Üsttekiler **yalancı ses telleri** olup yalancı çok katlı prizmatik silyalı epitel ile döşelidir.
- ❖ Alttaki çift katlanma ise **gerçek ses telleridir**; yüzeyleri çok katlı yassı epitel ile kaplıdır.
- ❖ Gerçek ses telleri dışında larinks bölgeleri solunum epiteli ile döşelidir ve aşağıda trakea ile devam eder.

4. Trakea

- Farinks ya da larinksi akciğerlere bağlayan trakeanın en önemli fonksiyonu hava için bir geçit oluşturmaktır. Trakea aynı zamanda nefes borusu olarak da bilinir.
- Trakea mukus üreten goblet hücreleri ve silialı epitelyum hücreleri ile döşelidir.
- Hava, trakeadan geçerken mukus bariyerde hem nemlendirilir hem de akciğerlere geçmeden yabancı partiküllerden temizlenir.
- Mukus tarafından tutulan partiküller ya farinks ve larinks aracılığıyla mideye gönderilir ya da balgam olarak atılır.

Trache

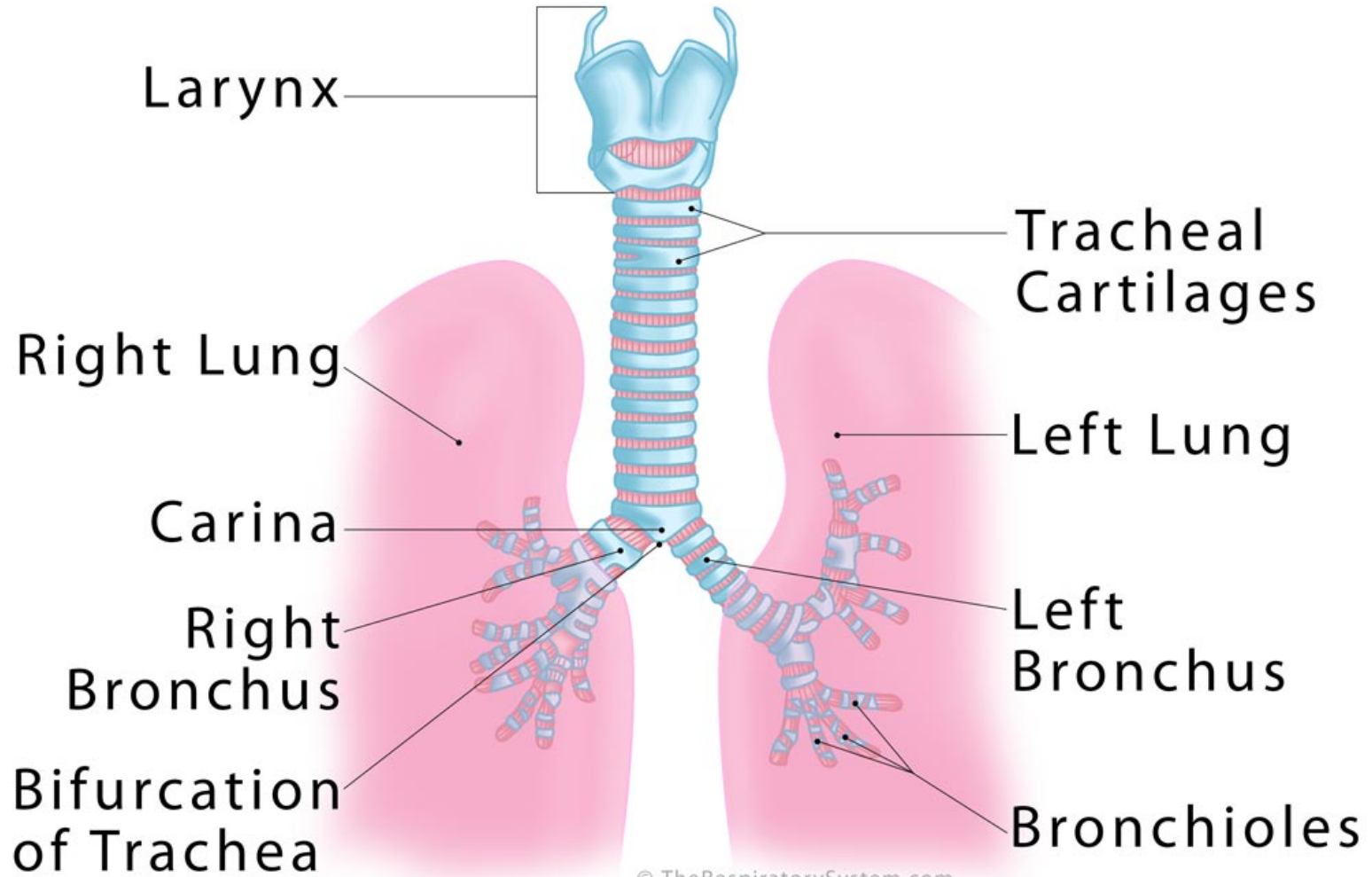




Goblet cell

Cilia

Trachea



5. Ana bronşlar

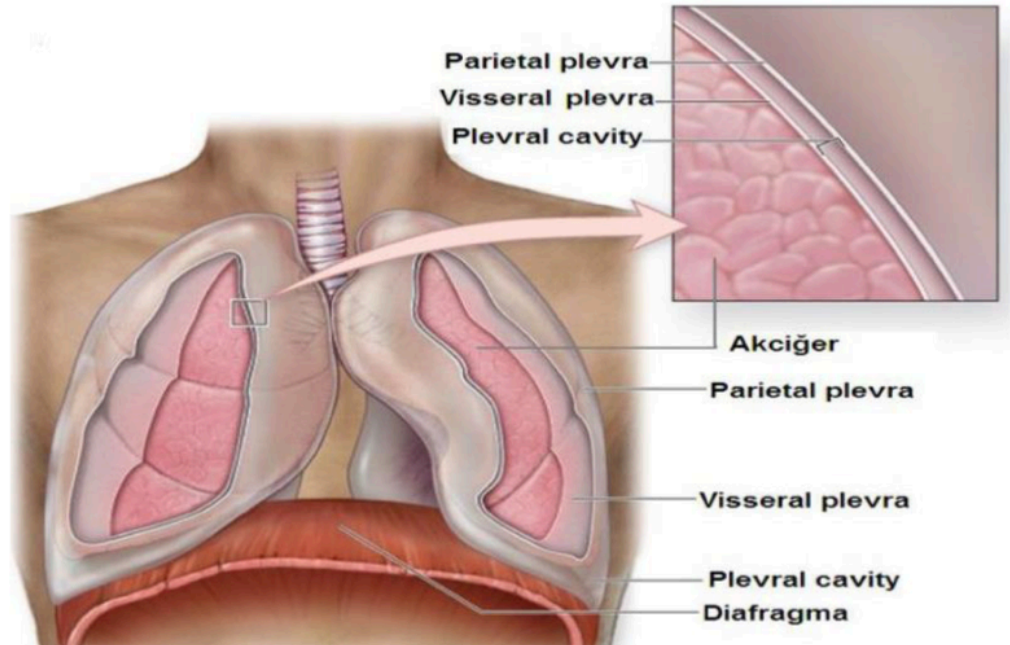
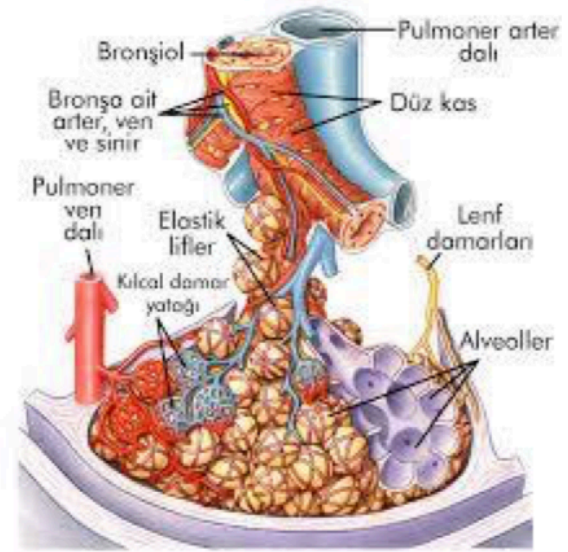
- ❖ Trakea daha sonra iki bronşa ayrılır daha sonra her bronş akciğer içine girerek bronşioilleri oluşturur
- ❖ Hava yolları bölünerek akciğerlerin daha derinlerine ilerlerken daralır, kısalır ve pek çok dala ayrılır. Alveol bulunmayan en küçük hava yolları terminal bronşiyollerdir.
- ❖ Hava yolları, terminal bronşiyollere kadar dallara ayrılır.
- ❖ Respiratuvar bronşiyoller ise alveol kesecikleriyle bağlantı halindedir. Solunuma katılırlar

Anatomik Ölü Boşluk

- Trakeadan terminal bronşiyollere kadarki hava yolları alveol içermez, bu nedenle gaz değişimine katılmazlar. Bu hava yolları yetişkinlerde yaklaşık 150 ml hacmi olan **anatomik ölü boşluğu** oluştururlar.

Akciğerler

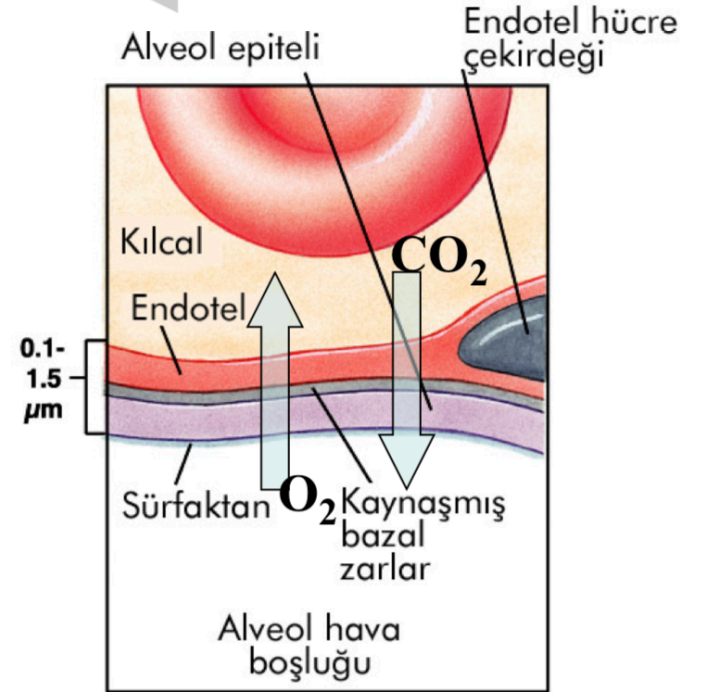
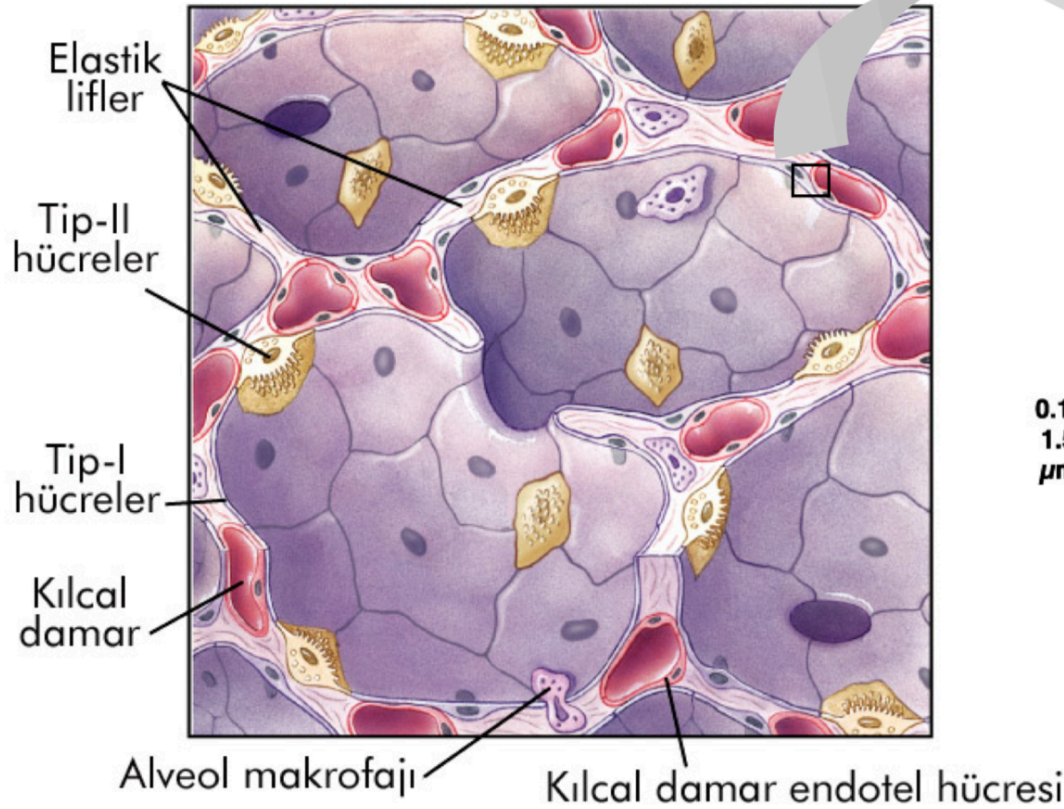
- Akciğerler milyonlarca **ALVEOL** ile doludur
- Alveoller pulmoner kapillerler tarafından çevrelenir
- Akciğerlerin çevresi **PLEVRA** adı verilen çift katlı bir epitel tabakası ile kaplıdır
- Bu iki tabaka arasındaki **SIVI** akciğer hareketlerinde kayganlık sağlar



Alveoller

- Alveol alt solunum yolunun sonlandığı hava dolu mikroskobik keseciklerdir. (Ort. 300 milyon)
- Alveollerin duvar yapısı tek katlı epitel hücrelerinden oluşur ve oldukça incedir.
- Elastik lifler soluk alma ile alveollerin genişleyebilmesini ve soluk verme sırasında pasif olarak büzülebilmesini sağlarlar.

Alveoller



Alveoller

- Bu duvar yapısında iki tür hücre bulunur:
- Tip 1 hücreler alveol duvarını döşeyen temel hücrelerdir.
- Tip 2 hücreler ise Tip 1 hücelere dönüşme potansiyeli olan ve surfaktan salgılayan hücrelerdir.

Surfaktanın Fonksiyonları

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

Surfaktan ve Yüzey Gerimi Üzerine Etkisi

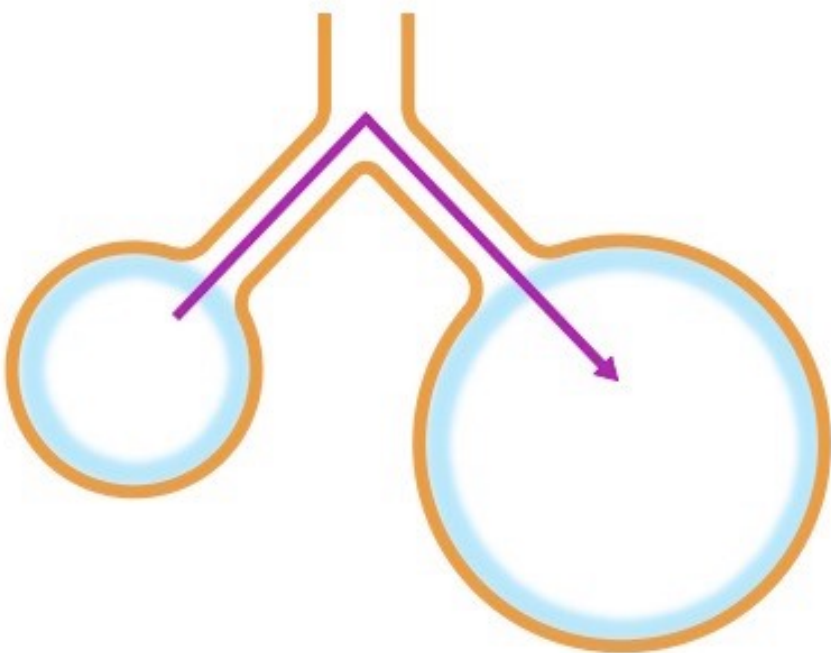
❖ Surfaktan bir sıvının yüzeyi üzerine yayıldığı zaman yüzey gerilimini önemli derecede azaltan bir yüzey aktif ajandır.

❖ Özellikle en fazla bulunan komponent olan *Dipalmitoilfosfatidilkolin*, yüzey geriliminin düşürülmesinden sorumludur.

Surfaktan komponentleri

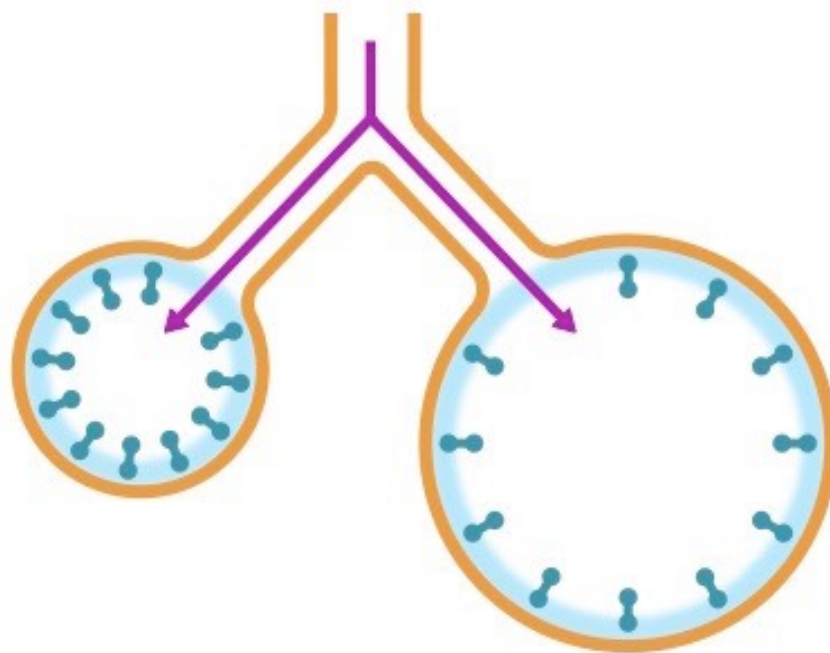
Komponent	%
Dipalmitoilfosfatidilkolin	62
Fosfatilgliserol	5
Diğer fosfolipidler	10
Nötral lipidler	13
Proteinler	8
Karbonhidrat	2

Without Surfactant



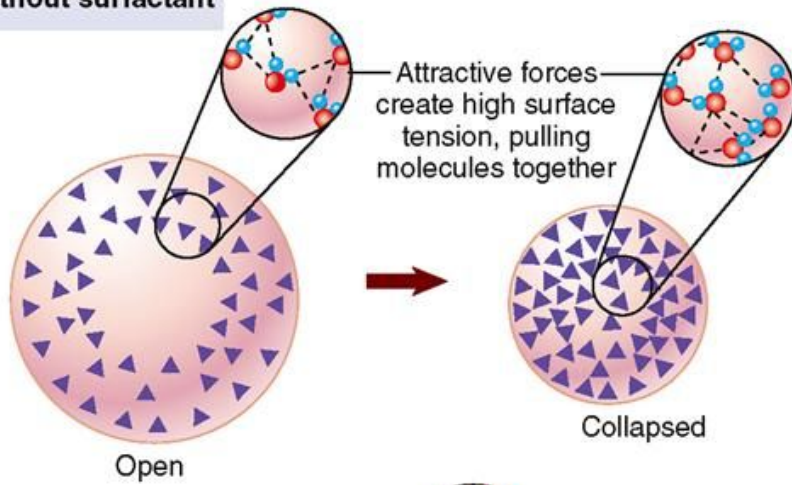
Alveoli **1** and **2** have equal surface tension
1 has higher pressure (due to smaller radius)
1 more likely to collapse and be harder to inflate

With Surfactant

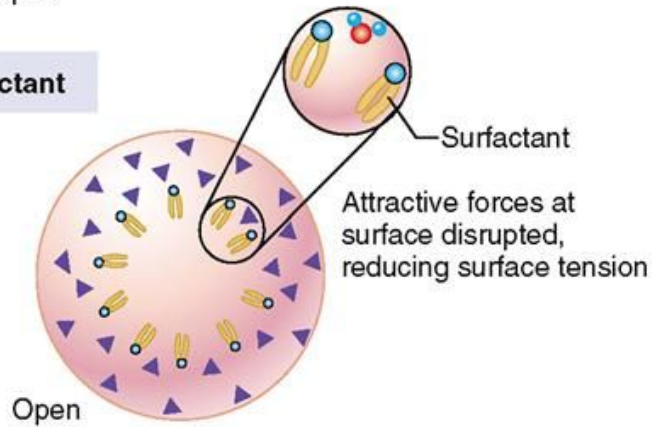


1 has less surface tension (more surfactant per area)
1 and **2** have equal pressure (due to surfactant)
1 will inflate at a faster rate than **2** (until equal in size)

Without surfactant

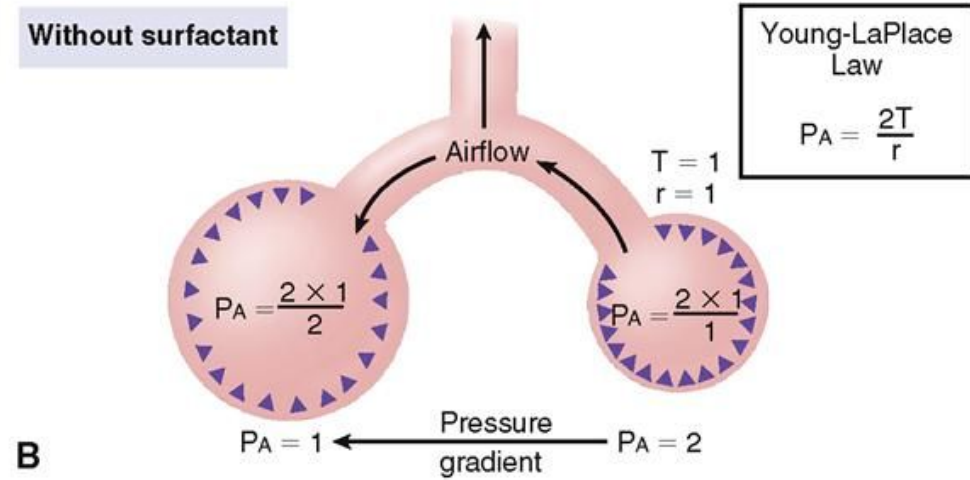


With surfactant



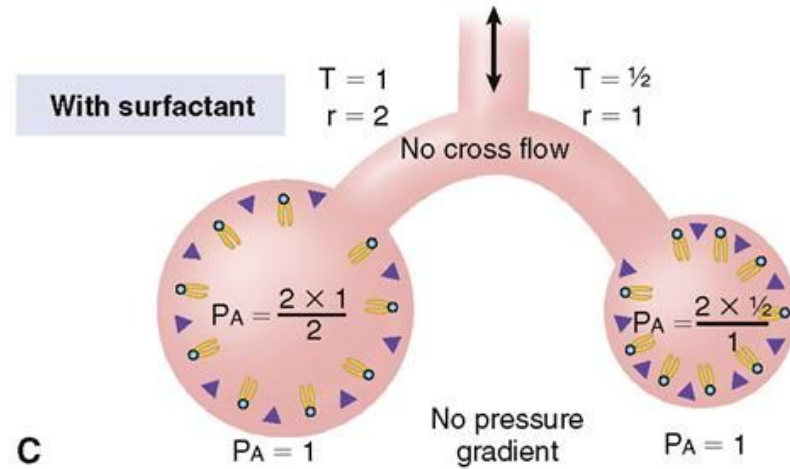
A

Without surfactant



B

With surfactant



C

SOLUNUM SİSTEMİ FİZYOLOJİ

❖ Akciğerlerde Havanın İç ve Dış Hareketi-Buna Neden Olan Basınçlar;

1. Plevral basınç:

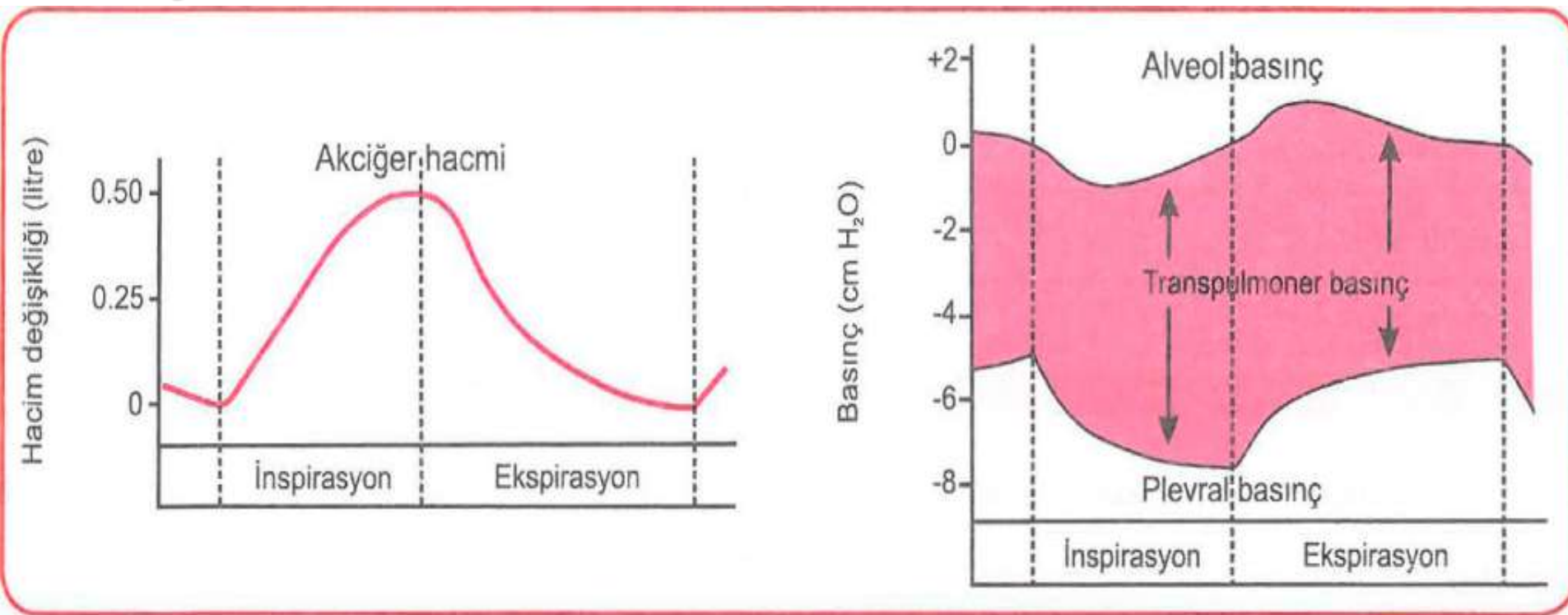
- ❖ İntraplevral alanda bulunan normalde negatif olan sıvı basıncıdır.
- ❖ İnspirasyonun başlangıcında normal plevra basıncı - 5 cm su civarındadır ve akciğerlerin istirahat durumunda açık kalması için gerekli emme basıncını oluşturur.
- ❖ Daha sonra normal inspirasyon sırasında göğüs kafesinin genişlemesi, ortalama -7,5 cm su'ya kadar düşen daha negatif bir basınç yaratır ve akciğer hacminde 0,5 litre artış yapar.

2. Alveoler Basınç

- ❖ Akciğer alveollerinin içindeki basınçtır.
- ❖ Inspirasyonda havanın içe doğru akışını sağlamak üzere yaklaşık - 1 cm su basıncına düşer ve 2 saniyelik inspirasyon sırasında 0,5 lt havanın akciğerlere girmesi için yeterlidir.
- ❖ Ekspirasyonda tam tersine değişiklikler meydana gelir.
- ❖ Alveoler basınç +1 cm su kadar yükselir, havayı, 2 veya 3 saniyelik sürede akciğerlerden dışarıya atar.

3. Transpulmoner Basınç

Alveoler ve plevral basınçlar arasındaki basınç farkına **transpulmoner basınç** adı verilir ve akciğerlerde **büzülme basıncı** olarak adlandırılan elastik kuvvetlerin bir ölçüsüdür.



Normal solunum sırasındaki hacim - basınç değişiklikleri

Akciğerler

- Akciğerler ve akciğerlerin içinde bulunduğu göğüs kafesi elastik yapıdadır.
- Gerçekte akciğerleri göğüs kafesinin duvarlarına bağlayan bir yapı yoktur.
- Akciğerleri göğüs kafesine doğru çeken ve onların göğüs duvarından ayrılmalarını engelleyen güç, iki plevra yaprağı arasında bulunan sıvı ve negatif basınçtır.
- Plevra yaprakları arasındaki negatif basınç, soluk verme sırasında akciğerlerin göğüs kafesinden daha fazla ayrılmalarına izin vermez.
- Akciğerleri tekrar göğüs duvarına doğru çeker.

Soluk Alıp Verme

- Soluk alma (inspirasyon) sırasında plevra boşluğundaki negatif basınç daha da negatif değere düşürülmektedir.
- Solunum kaslarının kasılması sonucunda genişletilen göğüs kafesi ile birlikte akciğerler de göğüs duvarına doğru çekilir.
- İnspirasyon aktif bir olaydır.
- Ancak solunum kaslarının kasılması ile yapılmaktadır.
- İnspirasyonun en önemli kası diafragmadır.

Diyafram Kasılması

- Diafragmanın kasılması ile göğüs kafesi genişler.
- Bunu akciğerlerin genişlemesi ve akciğer içi basıncın düşmesi takip etmektedir.
- Bu olayların sonucunda dışarıdaki hava akciğerlere doğru çekilir.
- Normal inspirasyonu takip eden ekspirasyon tamamen pasif bir olaydır.
- **Fakat zorlamalı ekspirasyon bazı kasların örneğin, karın kaslarının kasılması ile yapılmaktadır.**

İnspirasyon Mekanizması

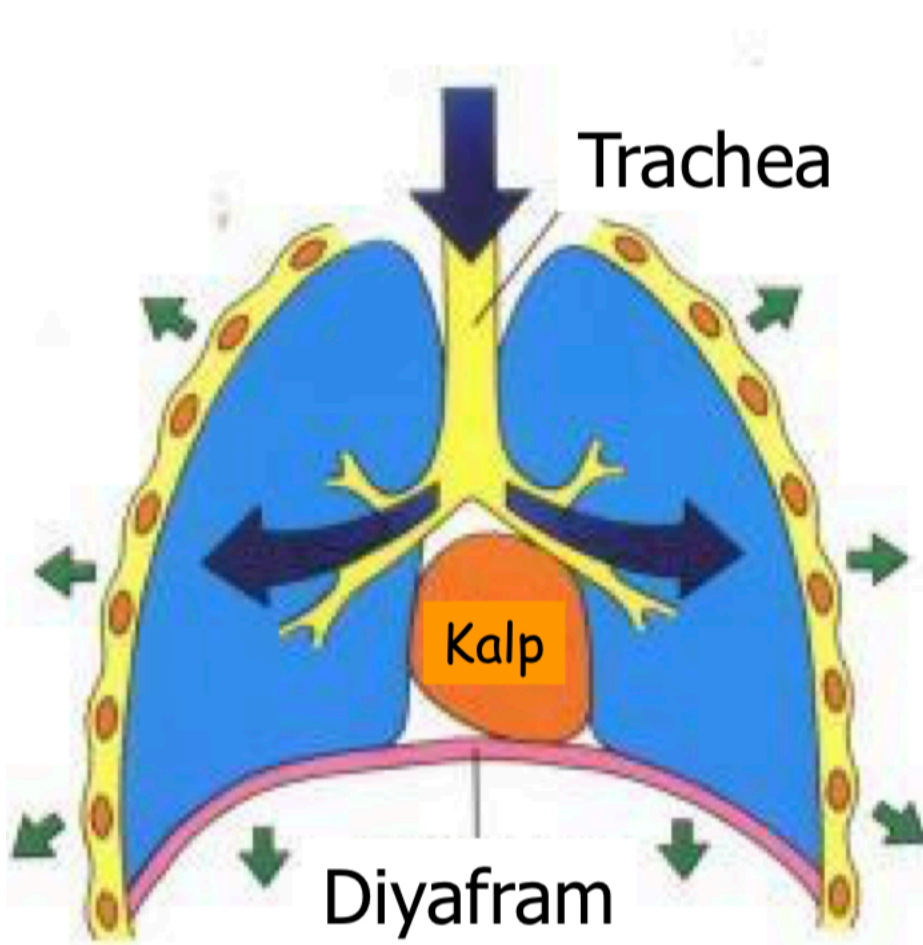
1. Diyaframın kontraksiyonu ve düzleşmesi
2. Kostaların öne ve yukarı hareketi
3. Göğüs kafesi ile akciğerlerin genişlemesi ve intrapulmonik basıncın azalmasıyla akciğerlere hava girmesidir.

Ekspirasyon Mekanizması

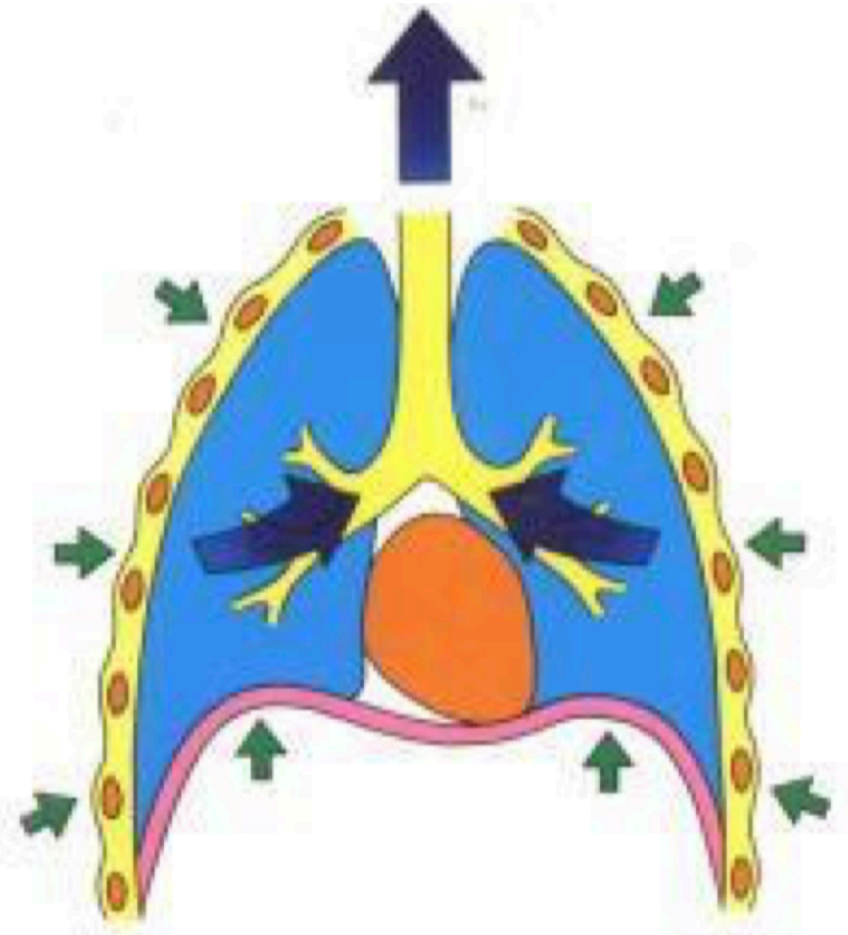
1.Diyaframın gevşemesi ve dışbükeyliğini artırması

2.Kostaların geriye ve aşağı hareketi

3-Göğüs kafesi ile akciğer volümünün küçülmesi ve intrapulmonik basıncın artmasıyla akciğerlerdeki havanın dışarı çıkmasıdır.



İNSPİRASYON



EKSPİRASYON

Solunum Fazları

1. Ventilasyon
2. Difüzyon
3. Perfüzyon

Ventilasyon

- Akciğerdeki hava kesecikleri alveol ile atmosfer havası arasındaki gaz değişimi pulmoner ventilasyon (akciğer havalanması) olarak adlandırılır.
- Pulmoner ventilasyon inspirasyon ve ekspirasyon ile sağlanır.

Difüzyon

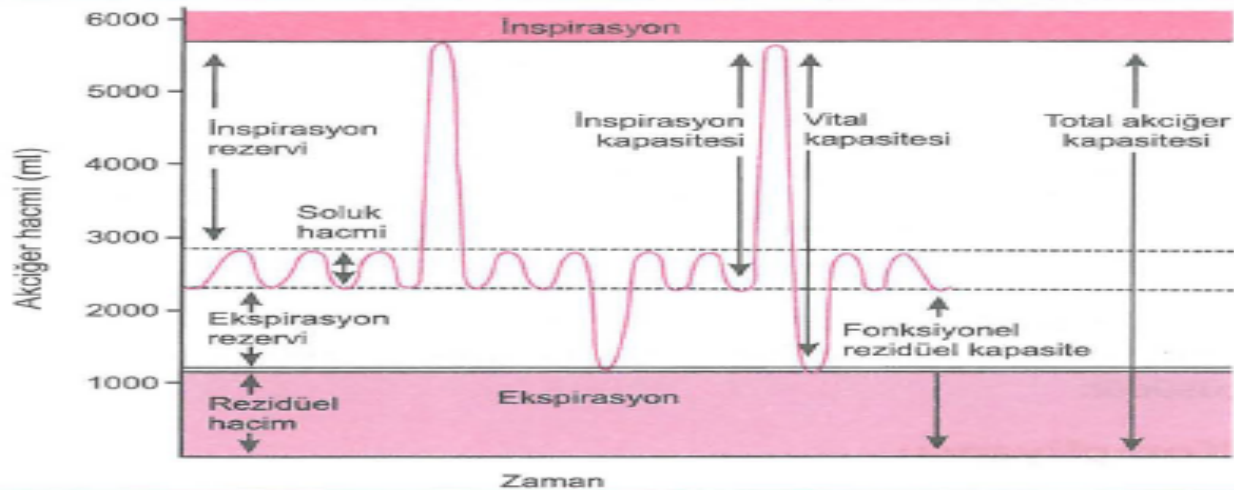
- Solunum membranı yoluyla akciğer alveollerindeki oksijenin akciğer kapilleri içindeki kana, kandaki karbondioksitin yine aynı yolla alveollere geçişi solunum difüzyon fazını oluşturur.
- Atmosfer havası ile kan arasındaki gaz değişiminin olduğu bu faz **dış solunum** olarak da adlandırılır.

Perfüzyon

- Akciğer kapillerindeki kana geçen oksijenin dolaşım sistemi yolu ile hücrelere, hücrelerde metabolizma sonucu oluşan karbondioksitin kana ve akciğer kapillerine iletilmesine solunumun taşıma fazı denir.
- Bu fazda oluşan kan ile hücreler arasında gerçekleşen gaz değişimi iç solunum olarak adlandırılır.

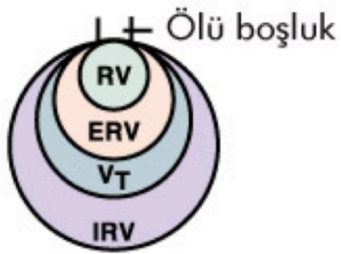
Akciğer Hacimleri

- ❖ **Soluk hacmi (tidal volüm);** her normal solunum hareketi ile akciğerlere alınan veya akciğerlerden çıkarılan hava hacmidir, (500 ml)
- ❖ **Inspirasyon rezerv hacmi,** normal soluk hacminin üzerine alınabilen fazladan soluk hacmidir; (3000 ml)
- ❖ **Ekspirasyon rezerv hacmi,** normal ekspirasyon hareketinden sonra, zorlu bir ekspirasyonla fazladan çıkarılabilen hava hacmidir; (1100 ml)
- ❖ **Rezidüel (tortu) hacim,** zorlu bir ekspirasyondan sonra akciğerlerde kalan hava hacmidir. (1200 ml)



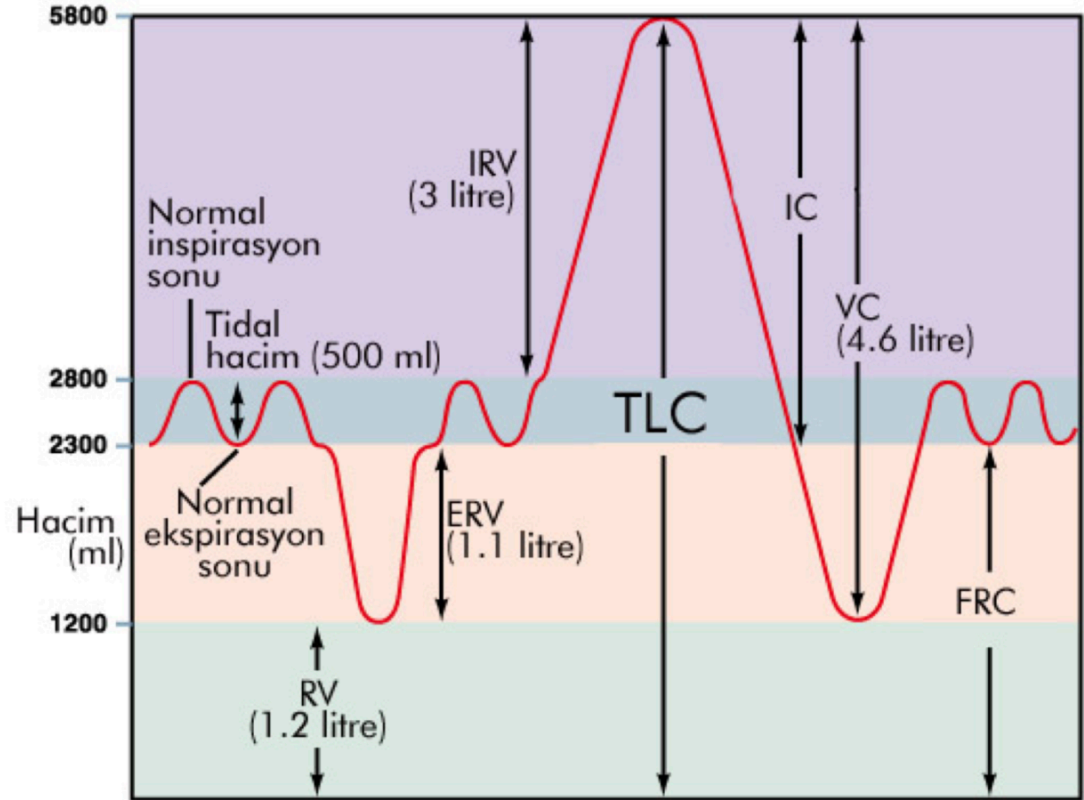
Akciğer hacim ve kapasitesi

Akciğer Hacim ve Kapasiteleri



RV = Tortu hacim
ERV = Ekspirasyon yedek hacmi
 $V_T = V_T$ = Tidal hacim
IRV = İnspirasyon yedek hacmi

VC = Vital kapasite
TLC = Toplam akciğer kapasitesi
IC = İnspirasyon kapasitesi
FRC = Fonksiyonel tortu kapasite



Akciğer Kapasiteleri:

1. *İnspirasyon kapasitesi;*

❖ *Soluk hacmi ile inpirasyon rezervinin toplamına eşittir.*

❖ Bu bir kişinin, normal ekspirasyon düzeyinden başlayarak, akciğerlerin maksimum olarak gerilmesine kadar inspirasyonla alınabilen (yaklaşık 3500 ml) hava hacmidir.

2. *Fonksiyonel rezidüel kapasite;*

❖ *Ekspirasyon rezervi ile rezidüel hacmin toplamına eşittir.*

❖ Bu normal ekspirasyonun sonunda akciğerlerde kalan (yaklaşık 2300 ml) hava miktarıdır.

3. *Vital kapasite,*

❖ *İnspirasyon rezervi hacmi, soluk hacmi ve ekspirasyon rezervlerinin* toplamına eşittir.

❖ Bu, kişinin akciğerleri maksimum düzeyine kadar doldurduktan sonra, maksimal bir ekspirasyonla akciğerlerden çıkarabildiği **(yaklaşık 4600 ml)** hava miktarıdır.

4. *Total akciğer kapasitesi;*

❖ Akciğerlerin, mümkün olan en geniş inspirasyon hareketi ile gerilmesinden sonraki **(yaklaşık 5800 ml)** maksimum hacmidir, *vital kapasite* ile *rezidüel hacmin* toplamına eşittir.

Gaz değişimi; Solunum membranlarında Oksijen ve Karbondioksit değişimi

- Gaz değişimi basınç/konsantrasyon farkına ve gazların eriyebilirlik derecelerine göre difüzyon ile gerçekleşir.
- Atmosfer havasından alveollere Oksijen
- Alveollerden atmosfere ise CO₂ geçer.

Parsiyel basınç-difüzyon hızı

- Bir hava karışımı oluşturan gazların her birinin tek başına oluşturdıkları basınca parsiyel basın denir ve gazın difüzyonu parsiyel basınç ile doğru orantılıdır.
- Gazın parsiyel basıncı büyüdükçe, o karışımdaki konsantrasyonu da artmaktadır.

Gazların parsiyel basınçları

Gazın adı	Yüzdesi	Basıncı
Oksijen	% 20.8	159 mmHg
Nitrojen (azot)	% 79	597 mmHg
Karbondioksit Ve diğerleri	% 0.04	0.3 mmHg
Su	% 0.50	3.7 mmHg
Toplam	100	760

Solunum yollarındaki havanın parsiyel basıncı

- Solunum yollarına giren kuru hava alveollere ulaşmadan önce nemlendirilir.
- 37 C de su buharı basıncı 47 mmHg dır.
- Alveollerdeki basınç 760 mmHg dan daha yüksek olamayacağı için su buharı, isnpirasyon yollarındaki diğer tüm gazları seyreltir.

Solunum Yollarındaki Gazların Parsiyel Basınçları

Gazın adı	Yüzdesi	Basıncı
Oksijen	% 19,67	149 mmHg
Nitrojen (azot)	% 74	564 mmHg
Karbondioksit Ve diğerleri	% 0.03	0.4 mmHg
Su	% 6,20	47 mmHg
Toplam	100	760

Alveol havasındaki gazların basınçları

- Alveollerdeki artık volüm nedeniyle her soluk alışverişte yeni gelen hava ile alveolde bulunan eski hava karışır. Özellikle CO₂ miktarının artması diğer gazları seyreltir.

Alveol havasındaki gazların parsiyel basınçları

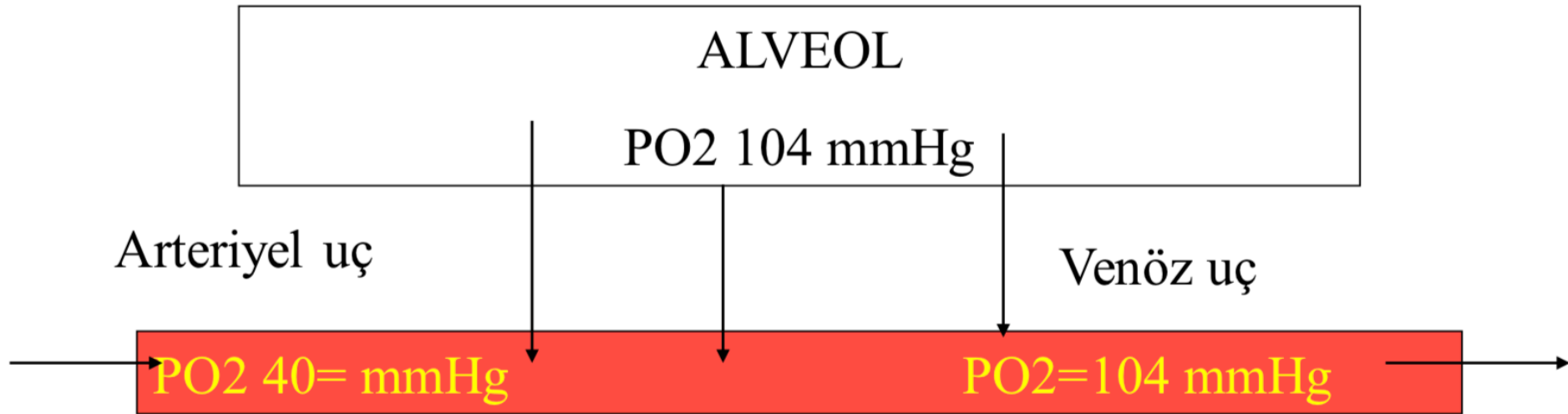
Gazın adı	Yüzdesi	Basıncı
Oksijen	% 13,6	104 mmHg
Nitrojen (azot)	% 79.4	596 mmHg
Karbondiyoksit Ve diğerleri	% 5,3	40 mmHg
Su	% 6,2	47 mmHg
Toplam	100	760

Alveol havasındaki gazların parsiyel basınçları

Gazın adı	Yüzdesi	Basıncı
Oksijen	% 13,6	104 mmHg
Nitrojen (azot)	% 79.4	596 mmHg
Karbondiyoksit Ve diğerleri	% 5,3	40 mmHg
Su	% 6,2	47 mmHg
Toplam	100	760

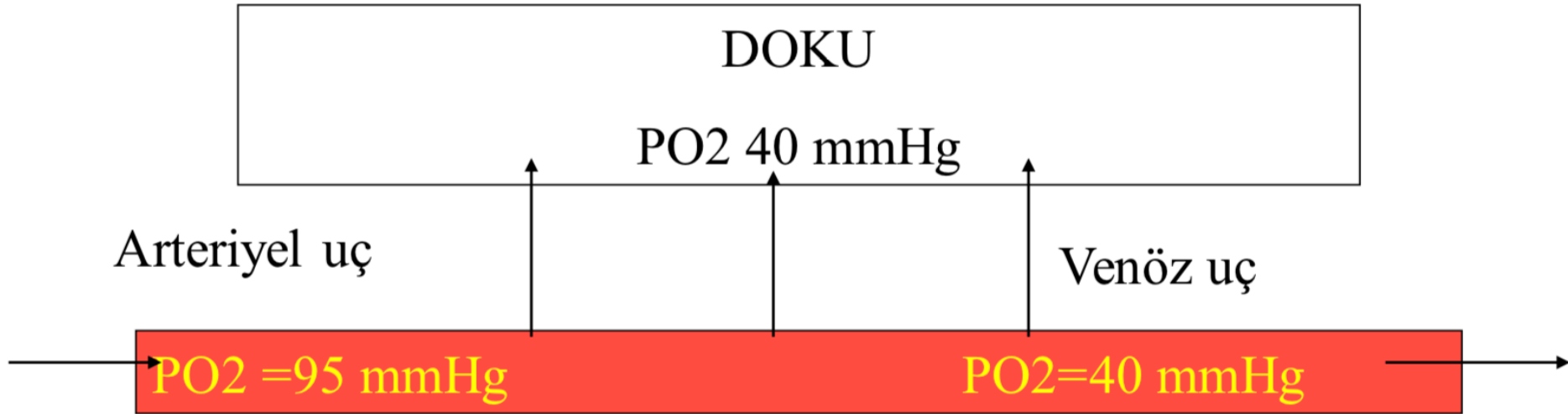
Akciğerlere Gelen Kandaki Gazların Basınçları

- Pulmoner arterlerle akciğerlere gelen kanda oksijen parsiyel basıncı 40 mmHg, CO₂ basıncı ise 45 mmHg dır.
- Diğer bir ifadeyle akciğerlere gelen venöz kanda, alveol içindeki atmosfer havasına oranla, CO₂ basıncı daha yüksek, O₂ basıncı ise daha düşüktür; bu sebeble, CO₂ 5 mmHg lık bir fark ile alveol içine geçerken, O₂ de 64 mmHg lık bir farkla alveolden kana geçmektedir.
- Böylece alveolü terkeden kanda PO₂ 104, PCO₂ 40 mmHg olur.
- Kanın bir bölümü alveoler kapillerlerden geçmez ve alveollerden gelen temiz kan ile karışır.
- Böylece arteriyel kanın PO₂ si 104 den 95 mmHg ya düşer.
- Diğer bir ifadeyle kan akciğerleri 95 mmHg lık PO₂ ve 40 mmHg lık PCO₂ ile terk eder.



Oksijenin kapillerlerden dokuya geçişi

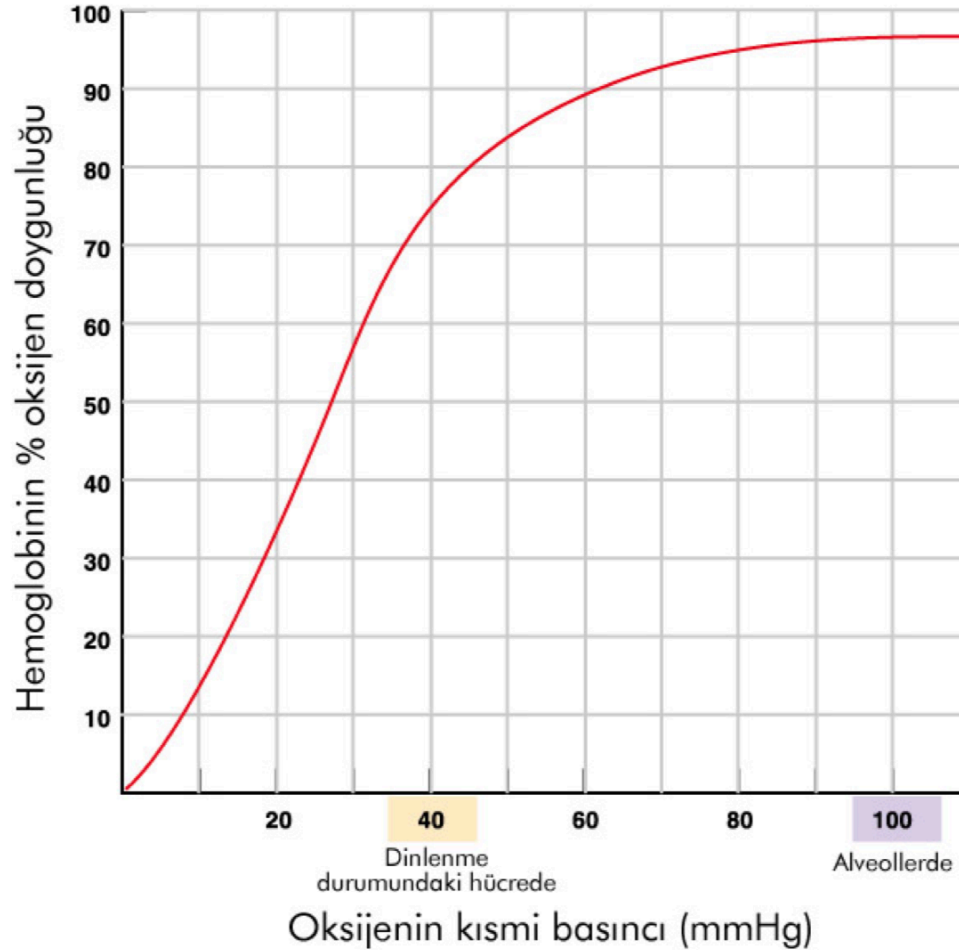
- Kanın bir bölümü alveoler kapillerlerden geçmez ve akciğerlerden gelen temiz kan ile karışır. Böylece arteriyel kanın PO₂ si 104 den 95 mmHg ya düşer
- Oksijen doku hücreleri tarafından sürekli kullanılmaktadır.
- Bu nedenle dokuda hücre içi O₂ si kapillerdeki O₂ den düşüktür.
- Hücre içi PO₂ si 5-40 mmHg arasında değişir, ortalama 23 mmHg dır.
- Kan PO₂ si kapillerlere geldiğinde hızla 40 mmHg ya düşer.



- 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.

Gaz Alış-Verişi – O₂ Taşınması

- Oksijen-hemoglobin *disosiyasyon* eğrisi

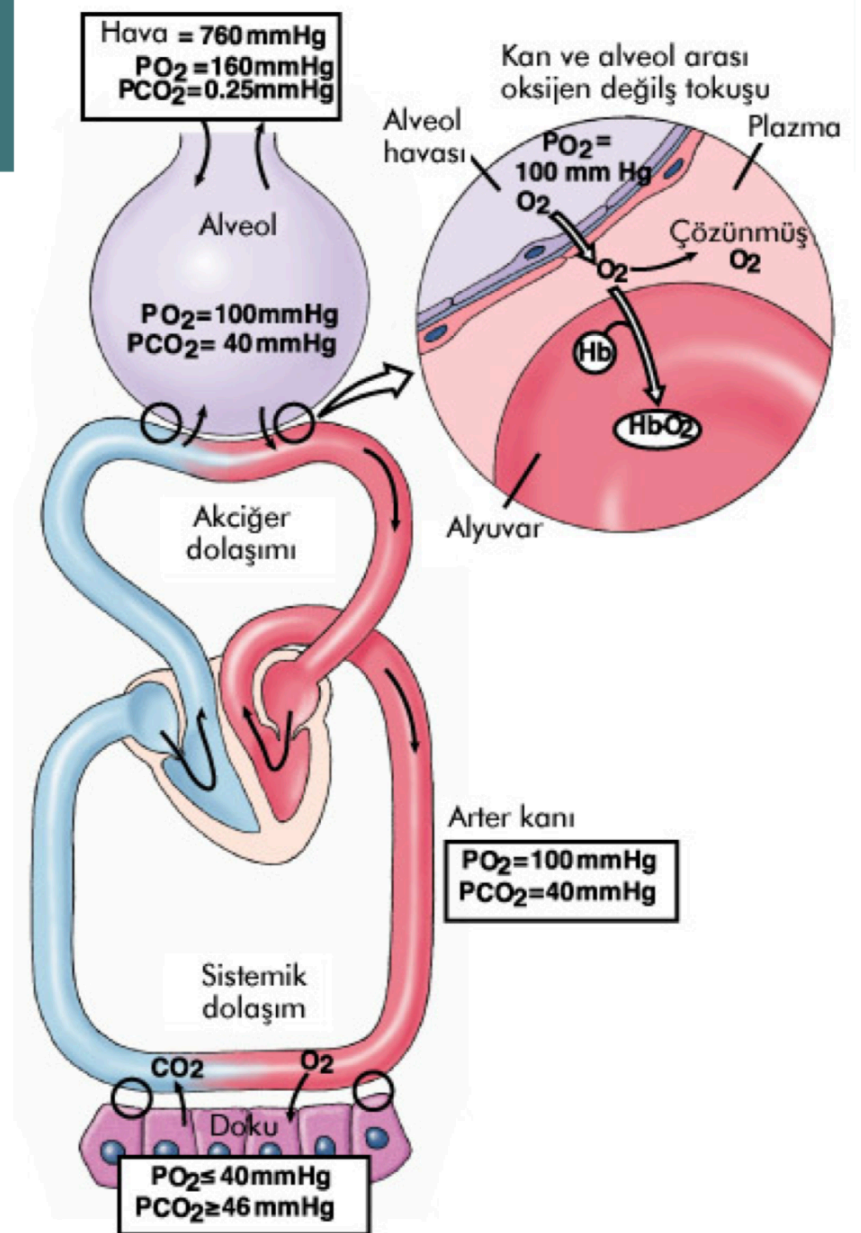


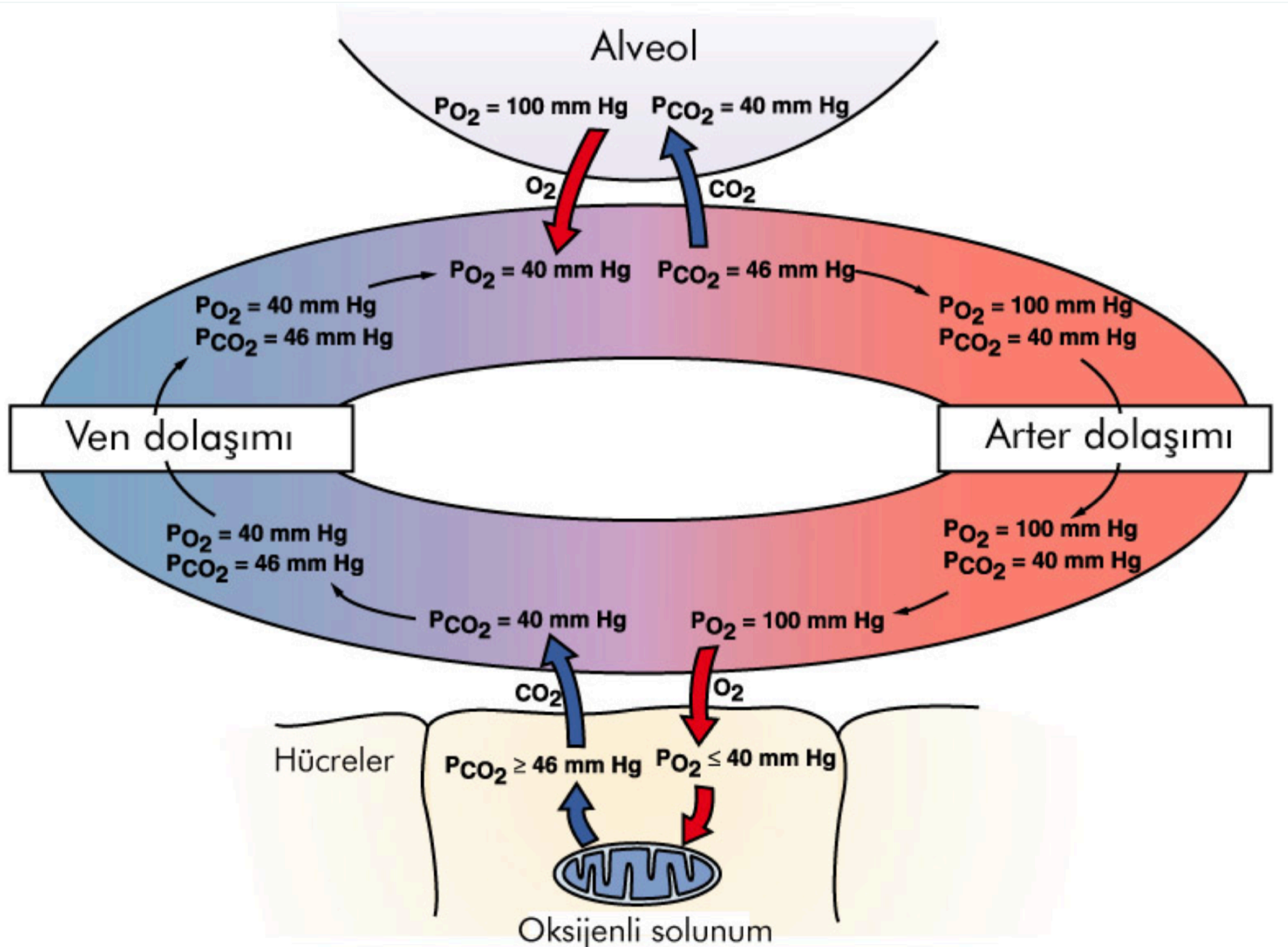
O₂ Taşınması

Venöz kanda

P_{CO₂}: 46 mmHg

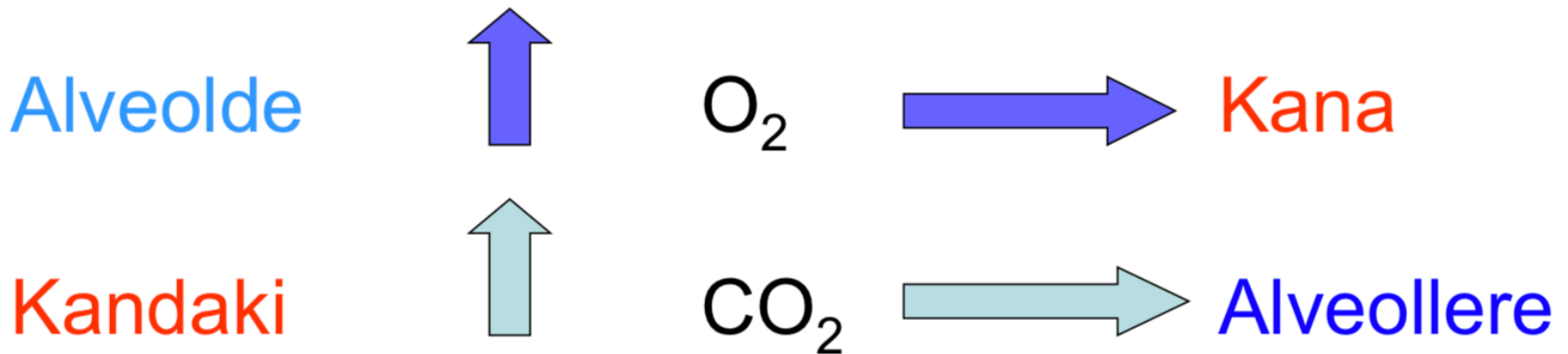
P_{O₂}: 40 mmHg





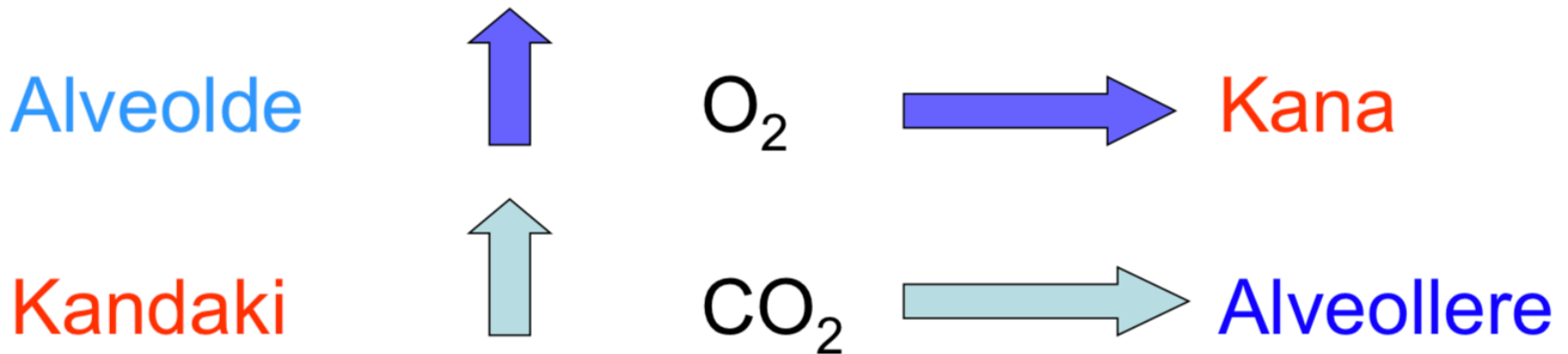
Gaz Değişimi

- ✓ Alveol ile kan arasındaki gaz alış-verişi difüzyon ile olur.
- ✓ Difüzyonda madde, konsantrasyonu yüksek olan yerden düşük olan yere geçer.



Gaz Değişimi

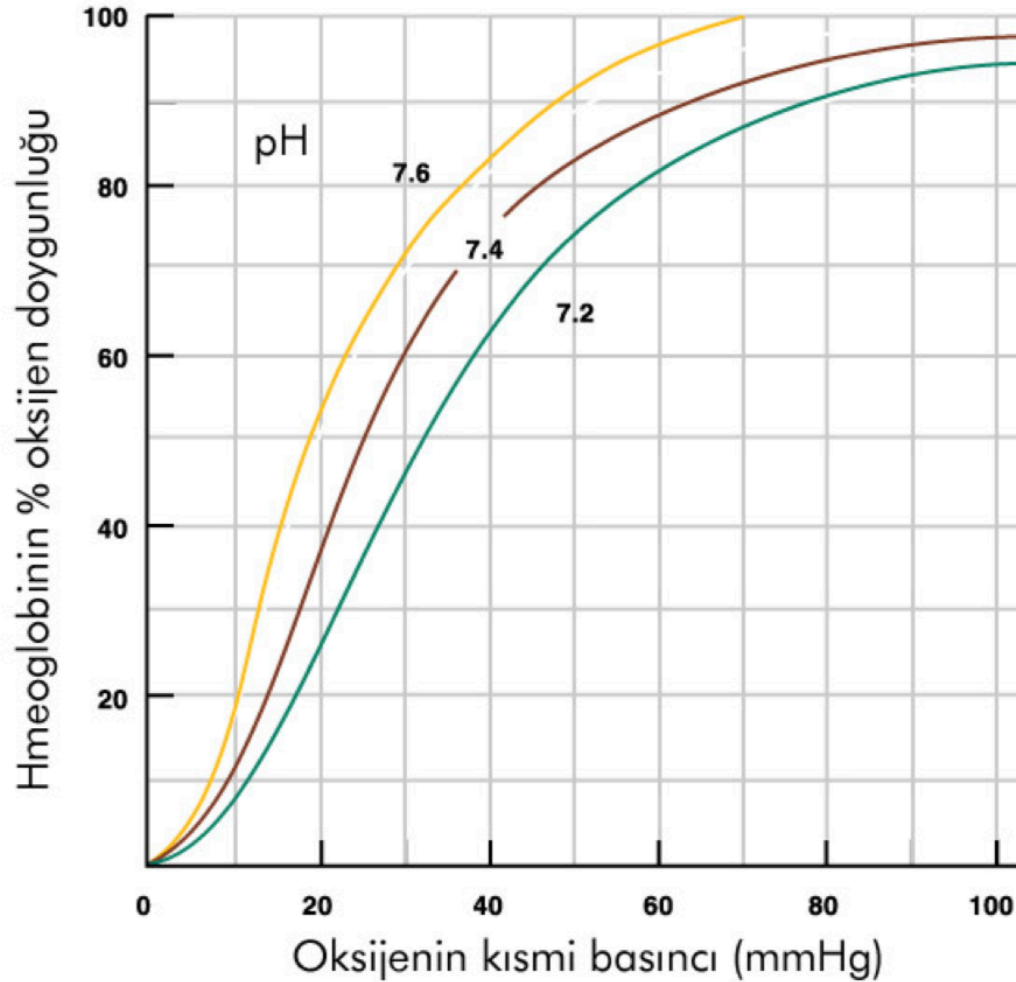
- ✓ Alveol ile kan arasındaki gaz alış-verişi difüzyon ile olur.
- ✓ Difüzyonda madde, konsantrasyonu yüksek olan yerden düşük olan yere geçer.



- ✓ Kana geçen O_2 Hemoglobin ile birleşip venler aracılığıyla kalbe döner.
- ✓ CO_2 ise soluk verme ile vücut dışına atılır.
- ✓ O_2 diffüzyon ile alveolden kana geçip eritrosite geçer.
- ✓ Kan damarlarında O_2 hemoglobin ile birleşir ve Oksihemoglobini oluşturur. Hücrelerde O_2 düşüktür bu nedenle O_2 kapillerden hücrelere geçer. Burada tekrar Hemoglobin ve O_2 olarak ayrılır.

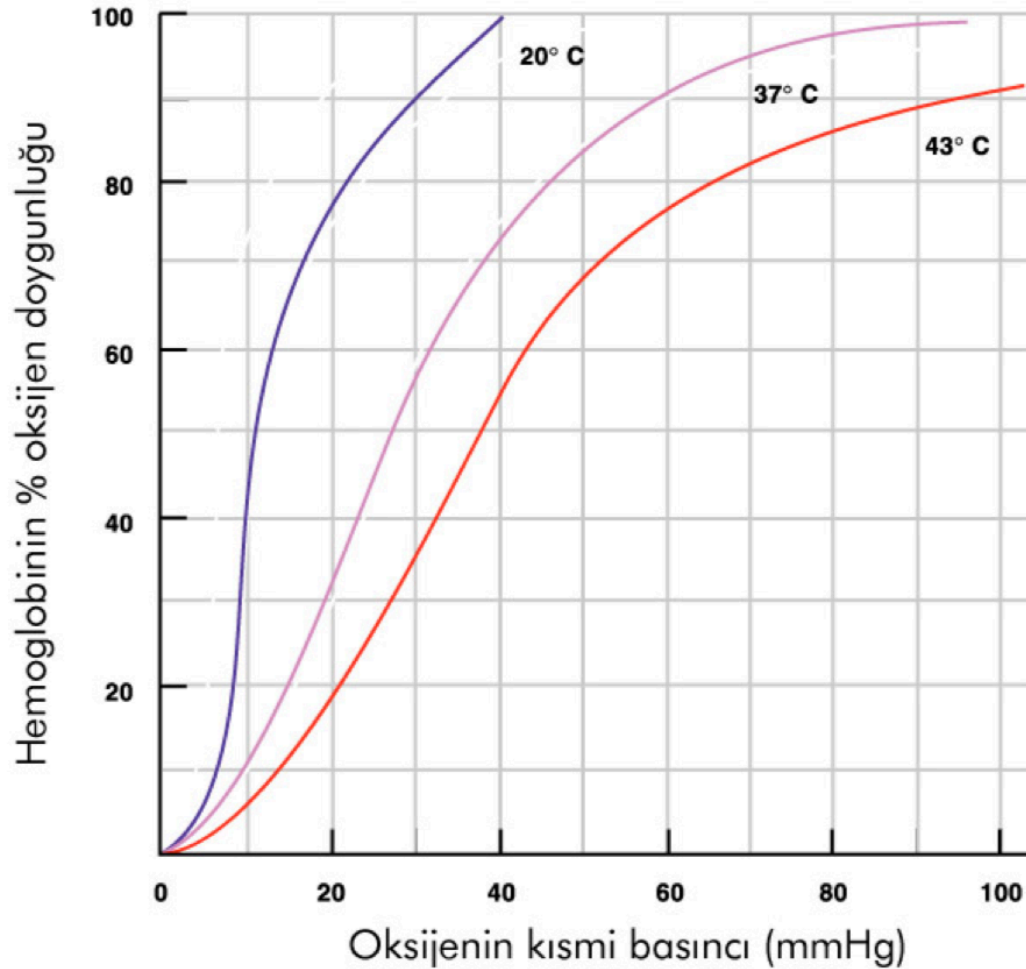
Gaz Alış-Verişi – O₂ Taşınması

- pH'nın etkisi



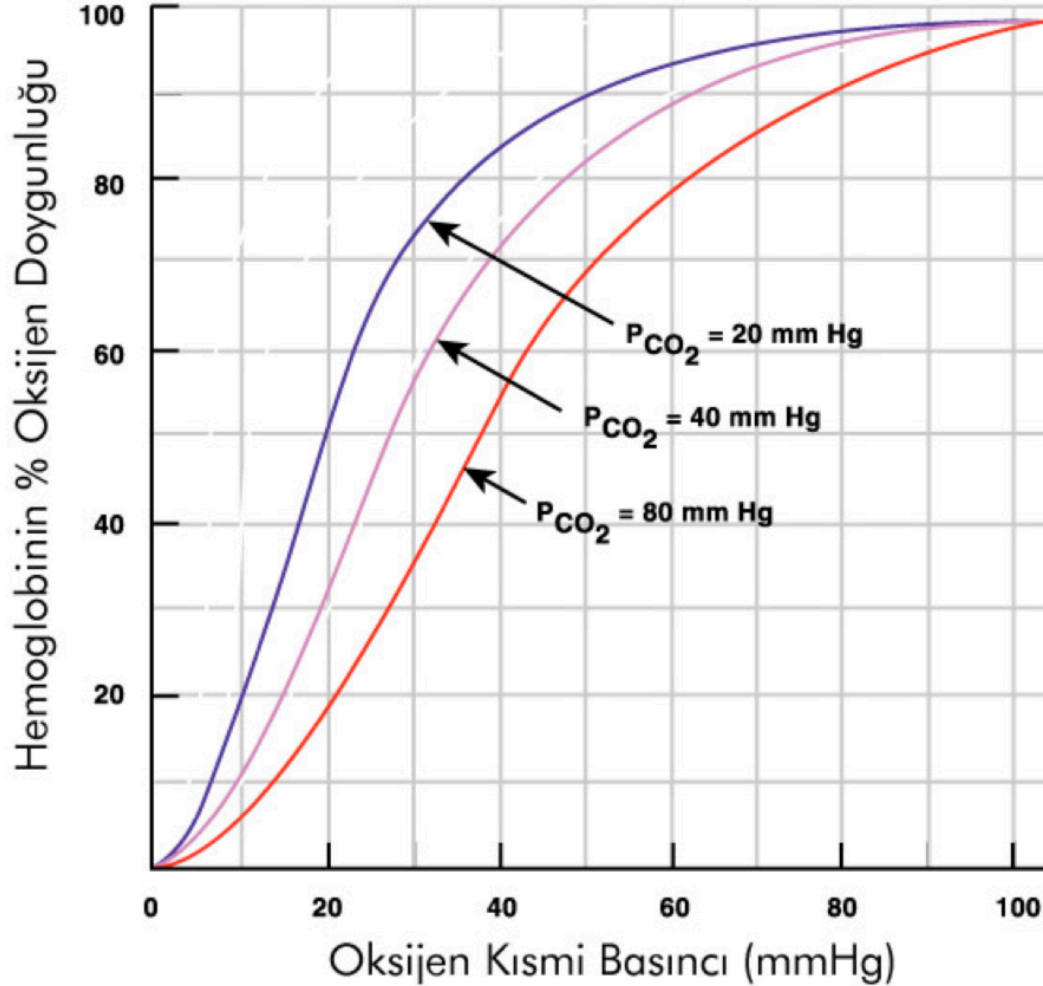
Gaz Alış-Verişi – O₂ Taşınması

- Sıcaklığın etkisi



Gaz Alış-Verişi – O₂ Taşınması

- Karbondioksitin etkisi (*Bohr etkisi*)

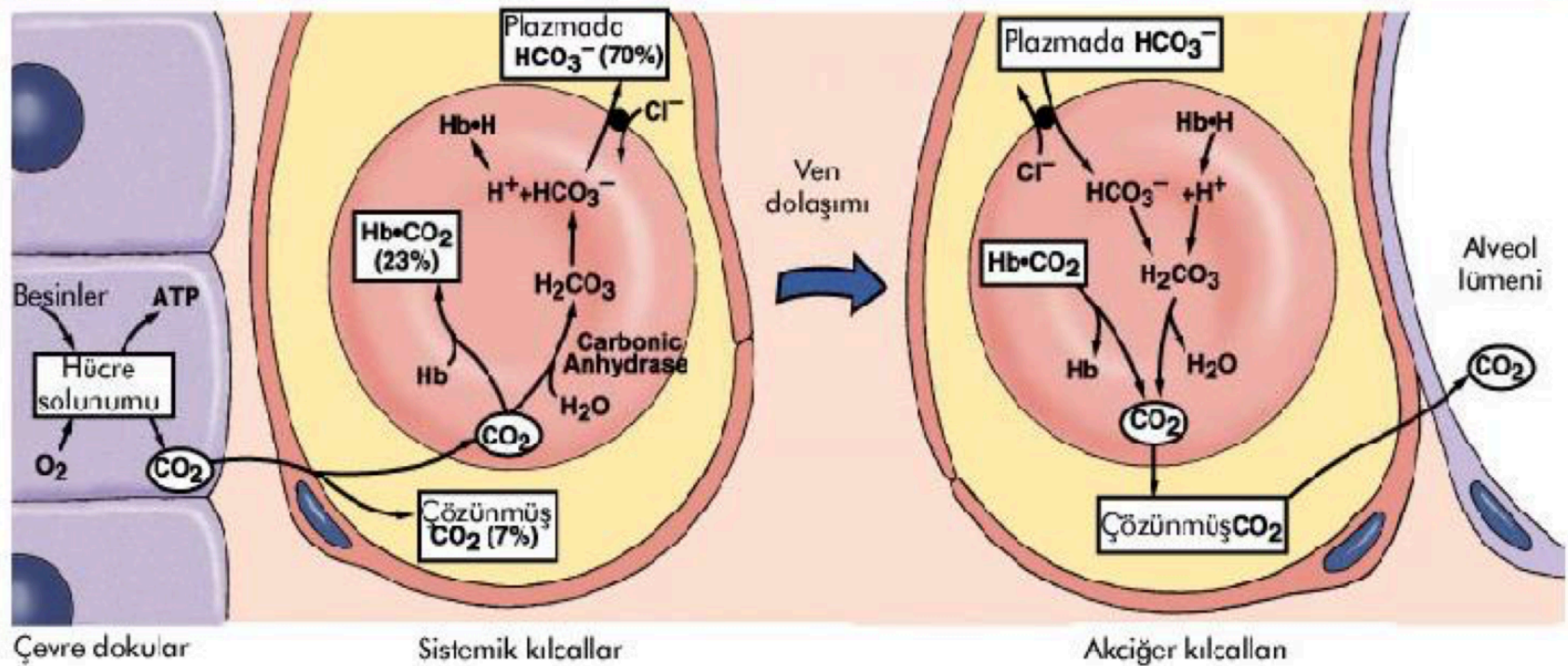


Kanda CO₂ Taşınması

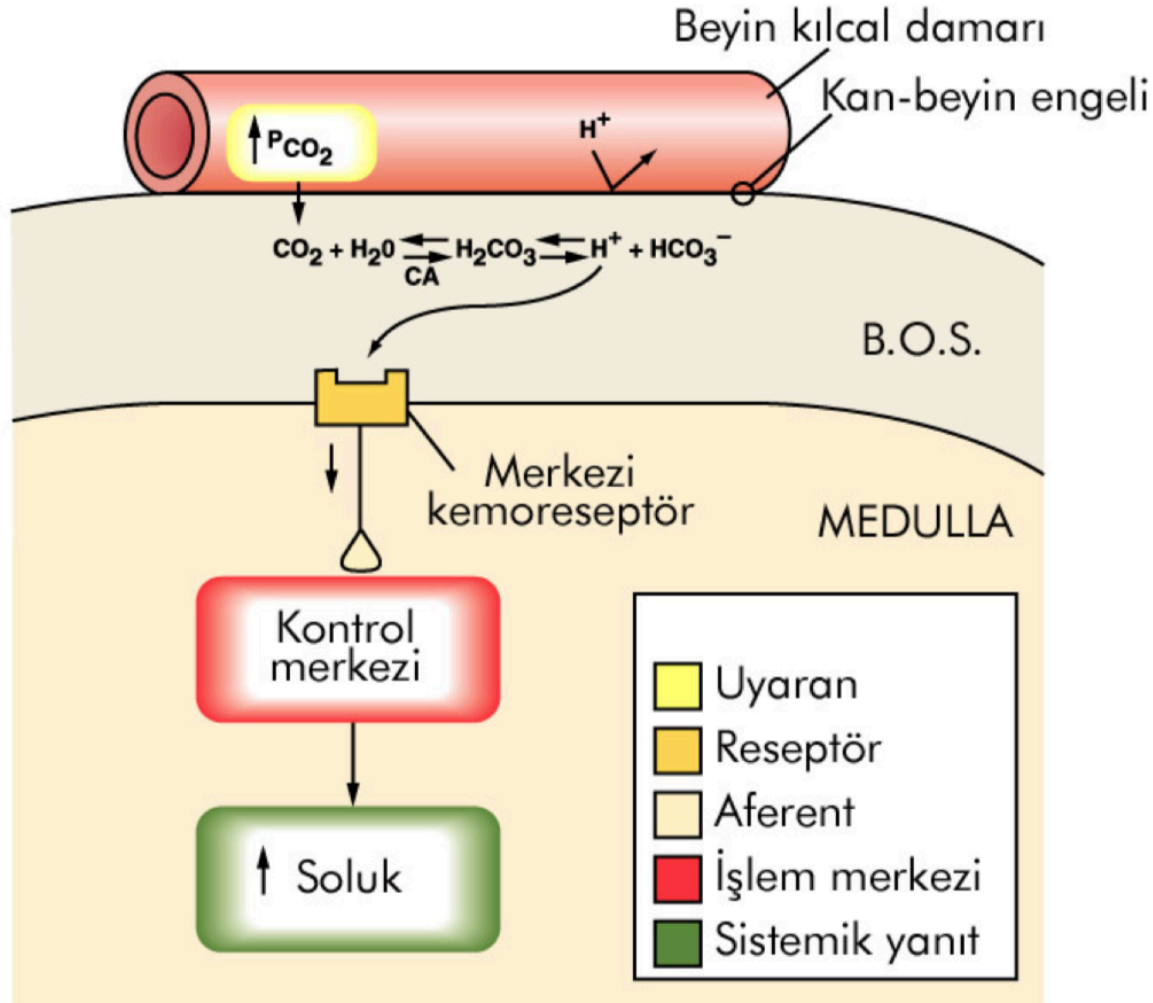
- ❑ Karbondioksit taşınması üç şekilde yapılmaktadır.
- 1. Plazmada HCO₃ iyonu şeklinde taşınması,**
- ✓ Hücrelerde oluşan CO₂, hücre düzeyinde kana geçtiği zaman eritrositler içine alınır. Eritrositler içinde CO₂, H₂O ile birleşir.
- ✓ H₂CO₃ oluşur. Bu asit hemen H⁺ ve HCO₃ şeklinde iyonlarına ayrılır. Hidrojen iyonları hemoglobin molekülüne bağlanır, bikarbonat iyonları ise eritrositlerden plazmaya çıkar ve akciğerlere kadar plazmada gelir.
- ✓ Kan akciğerlere gelince bikarbonat iyonlarının eritrositler içine girmesi ile reaksiyon tersine döner, sonuçta su ve karbondioksit oluşur ve solunum yolu ile dışarı atılır.
- ✓ Karbondioksitin % 70 i bu yolla taşınmaktadır

2. Karbondioksitin (CO_2) bir kısmının doğrudan hemoglobin molekülüne bağlanarak taşınması.
3. Plazmada fiziksel olarak çözünmüş halde taşınması (Serbest CO_2 şeklinde).

Gaz Alış-Verişi – CO₂ Taşınması

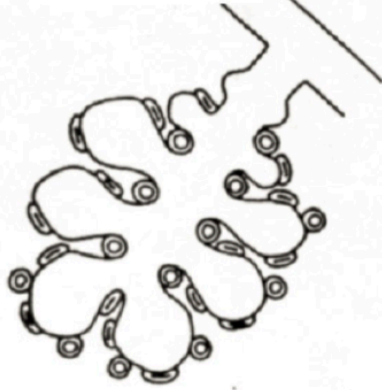


Havalandırmanın Refleks Kontrolü

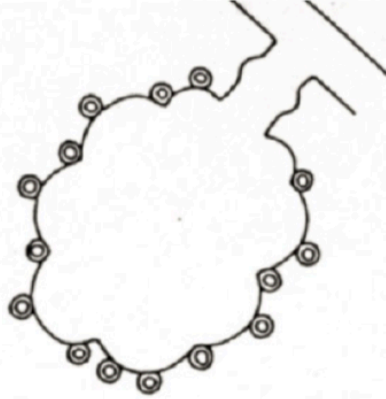


Gaz Değiş-Tokuş Anormallikleri

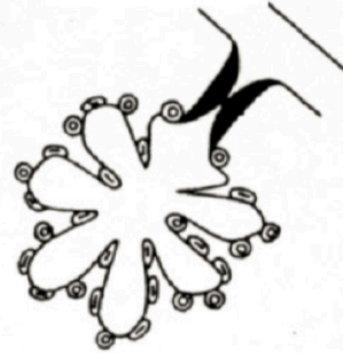
Normal



Amfizem



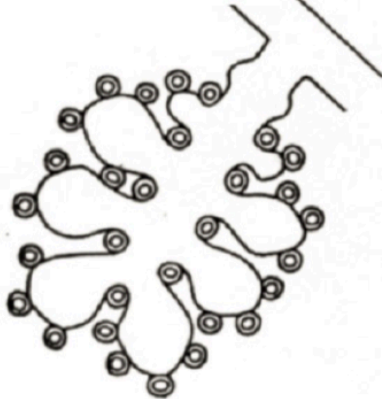
Astım



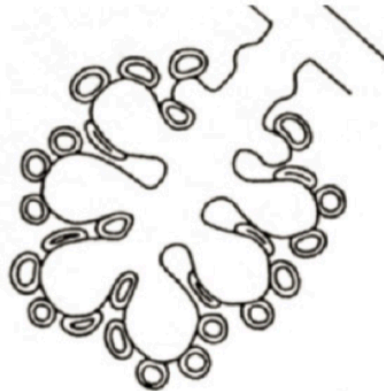
Azalmış
pulmoner
dolaşım



Egzersiziz



Kılcallarda genişleme
Ör: mitral stenoz



Ödem veya
akciğer fibrozu

Difüzyon mesafesinde
artış



Solunum Tipleri

- **Apne:** Solunumun durmasıdır.
- **Dispne:** Güç ve sıkıntılı soluk alıp vermedir.
- **Bradipne:** Solunum sayısının 10' un altına inmesidir.
- **Taşipne:** Solunum sayısının dakikada 24' ün üstüne çıkmasıdır.
- **Hiperpne:** Solunum derinliğinin artmasıdır.
- **Hipopne:** Solunum derinliğinin azalmasıdır.
- **Hiperventilasyon:** Solunum hızı ve derinliğinin artmasıdır.
- **Hipoventilasyon:** Solunum hızı ve derinliğinin azalmasıdır.