

SOLUNUM SİSTEMİ

İNSANLARDA SOLUNUM SİSTEMİNİN DENETLENMESİ:

- nefes alıp verme olayını **omurilik soğanı**, **pons** adı verilen organla birlikte sağlar.
- insanlarda nefes alıp verme olayı genellikle **istemsiz** olarak kontrol edilir.
- solunum olayının düzenlenmesini sağlayan esas merkezler beyindeki **omurilik soğanında** yer alır.
- nefes alıp verme sıklığı kandaki karbondioksit miktarı, yapılan faaliyetler, atmosfer basıncına bağlı olarak **değişkenlik** gösterir.
- güçlü bir soluk almada negatif geri bildirim mekanizması akciğerleri aşırı derecede genişlemesini önler.
- kanda yer alan oksijen miktarının solunum sisteminin hızı üzerinde pek bir etkisi yoktur.
- kandaki oksijen miktarının aşırı derecede azalması durumunda solunum merkezi uyarılarak soluk alıp verme hızlanır.
- ağır bir geçersiz sırasında bazı sistemlerin çalışmalarının hızlanmasının sırası: **kas sistemi** → **dolaşım sistemi** → **solunum sistemi**

-soluk alıp verme olayını etkileyen bazı faktörler aşağıda verilmiştir.

- a-solunumun hızını kontrol eden esas olay kandaki **karbondioksit miktarıdır**.
Doku hücrelerinde CO₂ artışı → Kandaki CO₂ artışı → pH'ın düşüşü → kanın asitliğinin artışı → omurilik soğanının uyarılması → soluk alıp verişinin hızlanması → CO₂ miktarının azalması → pH değerinin normal değere ulaşması
- b-deniz seviyesinden **yükseltilere doğru çıkıldıkça** havadaki oksijenin azalmasına havanın kısmi basıncı azalır ve soluk alıp verme olayı hızlanır.
- c-hormonlardan **adrenalin** ve **tiroksin hormonları** soluk alıp verme olayını hızlandırır.
- d-merkezi sinir sisteminden gelen **sempatik sinirleri** solunumu hızlandırırken parasempatik sinirler solunumu hızını azaltır.

AKCİĞERLERDE GAZ ALIŞ VERİŞİ:

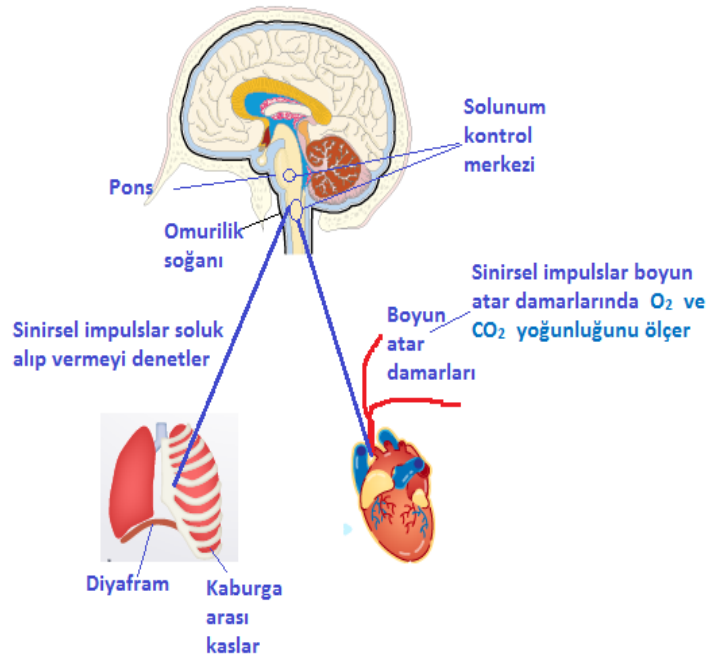
- akciğerlerin temel görevi dışarıdan oksijen almak ve vücutta oluşan karbondioksidi dışarı vermektir.
- solunum gazları olan oksijen ve karbondioksit gazlarının vücut içinde farklı doku ve organlar arasındaki hareketini dolaşım sistemi yerine getirir.
- oksijen karbondioksitin **kısmi basınçları** sayesinde bu gazla vücut içinde yer değiştirir.
- kısmi basınç farkı gazların yer değiştirmesine yardımcı olan en önemli faktördür.
- nefes almayla birlikte akciğerdeki alveollerde oksijenin kısmi basıncı artış gösterir.
- oksijen kısmi basıncının artışı ile oksijen alveolden kan kılcalına doğru geçer.
- alveoldeki oksijenin kısmi basıncının yüksek olmasından dolayı akciğer atar damarı sonundan toplar damar başlangıcına doğru geçen oksijen miktarı artar.

- bu şekilde kalbe doğru ilerleyen kandaki oksijen miktarı artar ve kalbe oksijen bakımından zengin kan ulaştırılmış olur.
- doku hücrelerinde oksijenin kullanımına bağlı olarak oksijen kısmi basıncı azalır ve oksijen kandan doku sıvısına geçer.
- doku hücrelerinde oluşan karbondioksit miktarı sürekli artış gösterir. CO₂ artışıyla CO₂ kısmi basıncı artar. Artan kısmi basınç CO₂'nin kılcal damara ve akciğerlere doğru gittikçe kandaki CO₂ miktarı artış gösterir.
- akciğerlere gelen kandaki CO₂ miktarı fazla yani akciğerlere gelen kandaki CO₂'nin kısmi basıncı fazla olduğu için CO₂ kandan alveole ve buradan nefes vermeye dışarı atılır.

SOLUNUM PİGMENTLERİ ve ORTAK ÖZELLİKLERİ:

- taşıyıcı proteinleri olarak adlandırılırlar.
- solunum pigmentleri kanın gaz taşıma kapasitesini artırır.
- solunum pigmentleri bazı canlılarda kanın plazma kısmında yer alırken bazı canlılarda kan hücrelerinin içinde yer alır.
- solunum pigmentlerinin yapısında çeşitli metal iyonları yer alır.
- solunum pigmentleri genelde protein ve metal iyonlarından oluşurlar.
- solunum pigmentleri O₂ ve CO₂ ile tersinir reaksiyona girerler.
- solunum gazlarının fazla olduğu bölgede gazla birleşirken kısmi basıncının az olduğu yerde gazı serbest bırakırlar.
- oksijenin fazla olduğu akciğer kılcalıklarında oksijenle bağlanırken doku kılcalıklarında oksijen oranı az olduğu için oksijeni serbest bırakırlar.
- karbondioksitin fazla olduğu doku kılcalıklarında karbondioksiti bağlarken karbondioksitin az olduğu akciğer kılcalıklarında karbondioksiti serbest bırakırlar.
- taşındıkları çeşitli metal iyonlarından dolayı kana renk verirler.
- çeşitli solunum pigmentleri bulunur: **hemoglobin**, **hemosiyanin**, **miyogloblin**, **hemoeritrin**, **klorokruorin**

Pons ve omurilik soğanının solunum denetlemesi mekanizması



Solunum gazlarının taşınması

Pigment	Renk	Element	Yeri	Hayvan	100 ml. Kandaki O ₂ miktarı
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvar	Memeliler	25
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvar	Kuşlar	18,5
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvar	Sürüngenler	9
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvar	Kurbağalar	12
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Alyuvar	Balıklar	9
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Plazma	Halkalı solucanlar	6,5
Hemoglobin	Kırmızı	Demir	Plazma	Yumuşakçalar	1,5
Hemosiyanin	Mavi	Bakır	Plazma	Yumuşakçalar	2-8
Klorokruorin	Yeşil	Demir	Plazma	Halkalı solucanlar	9
Hemoeritrin	Kırmızı	Demir	Plazma	Halkalı solucanlar	2

Gazlar sıvılarda az çözüldüğünden gaz taşınması metal iyonlarından oluşan taşıyıcı pigmentler yapar. Pigmentler gaz taşınmasının yanında kana renk de verirler.

Trake solunumu yapan solunum kanla taşınmadığında solunum pigmentleri bulunmaz.

Yukarıdaki solunum pigmentleri: -protein yapıldır. -O₂ ve CO₂ ile tersinir reaksiyona girerler

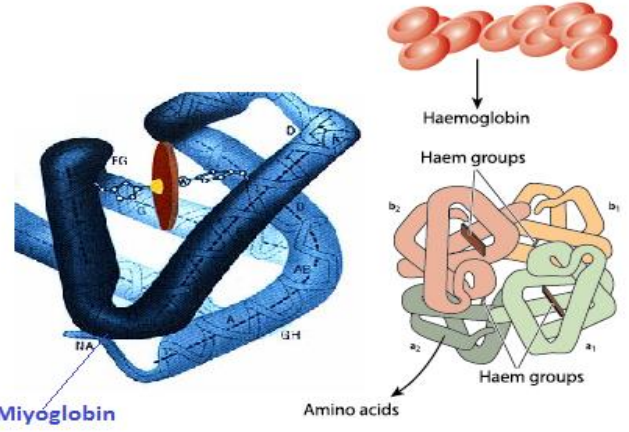
İnsanlarda solunum pigmenti olan hemoglobin kanın gaz taşıma kapasitesini 75 kat artırdığı söyleniyor. Aksi durumda kanın 75 kat miktar daha fazla olması gerektirdi.

SOLUNUM SİSTEMİ

Hemoglobin Pigmenti:

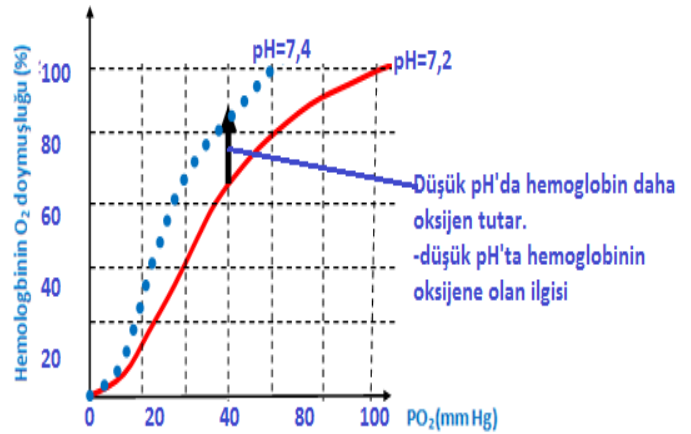
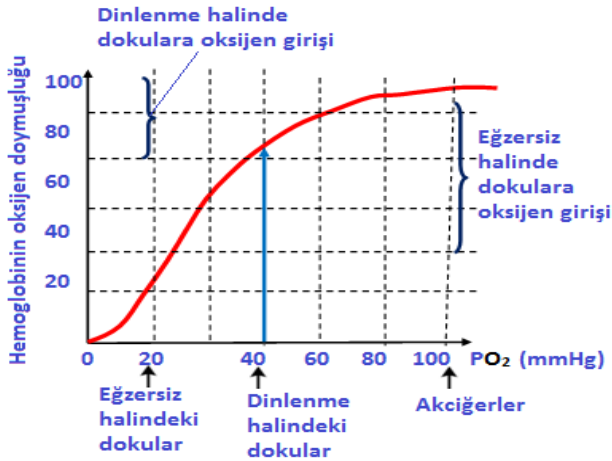
Hemoglobin Pigmenti:

- bazı omurgasız hayvanlarda ve tüm omurgalı hayvanlarının kanlarında yer alan **demir içerikli bir pigmenttir.**
- hemoglobin pigmenti: protein(globin) ve demir atomu taşıyan **hem** grubundan oluşur.
- kanın **solunum gazı taşıma kapasitesini artırır.**
- bir alyuvarda yaklaşık 280 milyon kadar **hemoglobin pigmenti** yer alır.
- hemoglobin pigmenti taşıdığı demir atomu sayesinde kana **kırmızı rengini** verir.
- taşıdığı demir atomu sayesinde **dört adet oksijen** molekülünü taşıyabilir.
- hemoglobin insanların kanın gaz taşıma kapasitesini **75 kat** artırır.
- hemoglobin oksijenle çok kolay ayrılırken karbonmonoksit ile daha sıkı birleşir.
- bol karbonmonoksitli ortamda hemoglobinler CO ile sıkı birleştiklerinden dolayı oksijen taşıyan hemoglobinlerin yetersizliğinden gaz zehirlenmeleri meydana gelir. Hemoglobin Hb ile gösterilir.
- $Hb + O_2 \rightarrow HbO_2$ (oksihemoglobin),
- $Hb + CO_2 \rightarrow HbCO_2$ (karboksihemoglobin)



- akciğerler kılcalardan geçen hemoglobinler oksijenle bağlanır **HbO₂ oluşur.** $Hb + O_2 \rightarrow HbO_2$ (oksihemoglobin)
- akciğer kılcalların hemoglobinin oksijen doymuşluğu çok yüksektir.
- doku kılcallarından geçen hemoglobin daha önce bağladığı oksijenleri burada serbest bırakır. $HbO_2 \rightarrow Hb + O_2$
- dinlenme durumlarında hemoglobinlerin oksijen doymuşluğu % 98'lerde iken ağır egzersizlerde hemoglobinlerin oksijen doymuşluğu % 70 civarındadır.

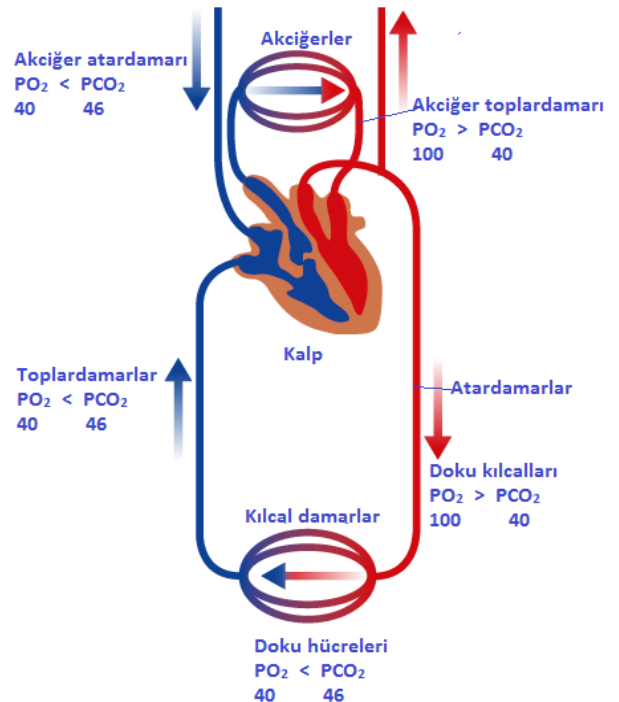
- doku hücrelerinde hücre solunum olayı sonucu CO₂ meydana gelir.
- oluşan CO₂'lerin bir kısmı hemoglobin ile taşınır.
- doku kılcallarında oksijen oranının azalması hemoglobinlerin CO₂'ile birleşmesini hızlandırır.
- doku kılcallarında artan CO₂ oranı ortamın pH'nın düşmesine yol açar.
- düşük pH hemoglobinin oksijene olan ilgisini azaltır ve oksijeni serbest bırakır. (Bohr etkisi)**
- bohr etkisi durumunda:**kanın pH' düşer ve hemoglobin daha çok oksijen serbest bırakır ve hemoglobinin oksijen doymuşluğu azalır.
- ağır egzersiz durumlarında veya dokularda CO₂'nin artış gösterdiği dokularda hemoglobin daha çok oksijen bırakır.
- yani CO₂'nin çok olduğu kılcal damarlarda hemoglobinin oksijen doymuşluğu çok azdır.



İNSANLARDA SOLUNUM GAZLARININ TAŞINMASI:

a-Oksijenin kanda taşınması:

- soluk alma ile alınan oksijen gazı alveol boşluğundan difüzyonla kan kılcalına geçer.
- oksijenin hemoglobine bağlanması ve hemoglobinden ayrılması enzimatik gerçekleşen bir reaksiyon değildir.
- hemoglobinin oksijene bağlanıp ayrılması ortamdaki oksijen yoğunluğuna bağlı olarak gerçekleşir. Oksihemoglobin bakımından zengin kan açık kırmızı renklidir.
- oksihemoglobin** bakımından zengin kan akciğer toplar damarı ile kalbin sol kulaklığına getirilir.
- alveol kılcallarında oksijen oranı fazla olduğu için hemoglobin çok kolay oksijenle birleşir.
- doku kılcallarında pH düşük olduğu için hemoglobinin oksijene olan ilgisi azalır ve oksijeni bırakır.
- düşük pH hemoglobinin oksijen olan ilgisini azaltır(Bohr kayması).**
- deniz seviyesinde atmosferde daha fazla oksijen bulunduğu için oksijenin alınması daha kolaydır.
- yükseklere çıkıldıkça havadaki oksijen oranının azalmasına bağlı olarak alyuvarlardaki hemoglobin sayısı artış gösterir.
- 1-akciğer kan kılcalına gelen oksijenin % 2'lik kadar kısmı kanın plazmasında çözülmüş halde doku ve organlara taşınır.
- 2-akciğer kan kılcalına gelen oksijenin %98'i alyuvarlardaki hemoglobinlere tutunarak doku ve organlara taşınır: $Hb + O_2 \rightarrow HbO_2$ (oksihemoglobin)
- akciğer doku kılcallarında: alyuvara geçen oksijen hemoglobinle birleşerek oksihemoglobini oluşturur. $Hb + O_2 \rightarrow HbO_2$ (oksihemoglobin)
- doku kılcallarında: hemoglobin tuttuğu oksijenleri serbest bırakır: HbO_2 (oksihemoglobin) \rightarrow $Hb + O_2$

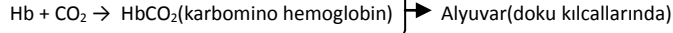


SOLUNUM SİSTEMİ

b-Karbondioksitin kanda taşınması:

b-Karbondioksitin kanda taşınması:

- doku hücrelerinde oluşan CO₂ doku sıvından doku kılcalındaki kan sıvısına geçiş yapar.
- CO₂ kanın pH'ını etkilediği için farklı şekillerde taşınır.
- CO₂'nin alyuvarda değişiminde **karbonik anhidraz** enzimi kullanılır.
- kılcal damara gelen CO₂ molekülü üç farklı şekilde taşınarak akciğerlere getirilir.
- 1-karbondioksitin çok az bir kısmı (% 7 kadarı) **kanın plazmasında çözülmüş** olarak taşınarak akciğerlere ulaştırılır.
- 2- % 23'lük bir kısmı doku kılcallarında **alyuvarlara girip hemoglobine bağlanarak** taşınır ve akciğerlere taşınır(karbomino hemoglobin şeklinde)

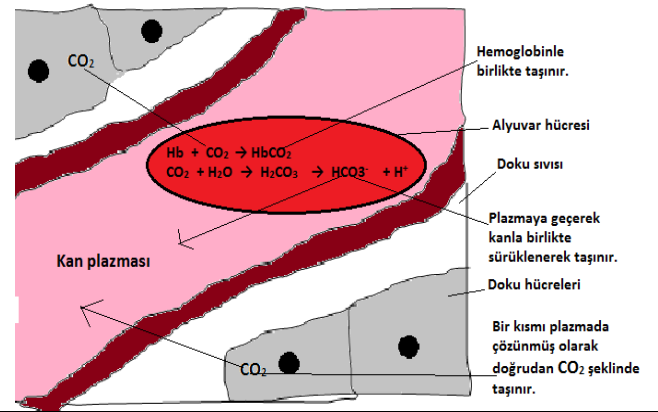


-akciğer kılcallarına gelen karbondioksit Hb'den ayrılarak alyuvardan çıkarak alveole geçiş yapar.



3-CO₂'nin çok büyük kısmı % 70 kadarı kanın plazmasında **bikarbonat iyonları(HCO₃⁻)** şeklinde taşınır.

- doku sıvısından doku kan kılcalına gelen CO₂'nin büyük kısmı burada alyuvar girer.
- alyuvara giren CO₂ burada karbonik anhidraz enzimi etkisiyle H₂O ile birleşerek bikarbonik asidi(H₂CO₃) oluşturur.
- oluşan karbonik asit H⁺ ve HCO₃⁻ iyonlarına ayrışır.
- oluşan H⁺ iyonları alyuvar içinde hemoglobine tutunarak akciğer kılcallarına kadar taşınır.
- bikarbonat iyonları(HCO₃⁻) tekrar doku sıvısına geçerek akciğer kılcallarına kadar kanda çözülmüş olarak taşınır.
- akciğer kılcallarına gelindiğinde HCO₃⁻ iyonları tekrar alyuvarın içine giriş yapar.
- alyuvarın içinde hemoglobine bağlı olarak taşınan H⁺ iyonları alyuvarın içinde serbest hale gelir.
- HCO₃⁻ H⁺ iyonları ile birleşerek H₂CO₃ asidi oluşturur.
- H₂CO₃ molekülü karbonik anhidraz enzimi ile CO₂ ve H₂O'ya dönüşür.
- akciğer kılcalında yer alan CO₂ alveole geçiş yapar ve kanın pH derecesi kısmen yükselir.
- hemoglobinin oksijen olan ilgisi artar ve hemoglobin kolayca oksijene bağlanır.



Alveoller ile akciğer kılcalları arasında gaz değişimi

