

SOLUK ALIP VERME ve GAZLARIN TAŞINMA MEKANİZMASI

11. SINIF ÜNİTE, KONU, KAZANIM VE AÇIKLAMALARI

11.1.5. Solunum Sistemi

Anahtar Kavramlar: Alveol, bronş, diyafram, gaz taşınımı, hemoglobin, solunum

11.1.5.1. Solunum sisteminin yapı, görev ve işleyişini açıklar.

b. Soluk alıp verme mekanizması şema üzerinde açıklanır.

11.1.5.2. Alveollerden dokulara ve dokulardan alveollere gaz taşınmasını açıklar.

SOLUK ALIP VERME MEKANİZMASI

Akciğerler kasılıp gevşeme özelliğine sahip değildir. Soluk alıp verme göğüs boşluğundaki basınç değişimi sonucu diyafram ve kaburgalar arası kasların kasılıp gevşemesi ve buna bağlı olarak da akciğer hacminin genişleyip daralması sonucu gerçekleşir.

-Çizgili kastan oluşan diyafram omurgalı canlılar içerisinde sadece memelilerde bulunur.

- Yetişkin bir insan bir dakikada yaklaşık 12-18 kez soluk alıp verir. Enerji ihtiyacının fazla olduğu egzersiz gibi durumlarda bu sayı artar. Çocuklarda soluk alıp verme yetişkinlere oranla daha hızlıdır.

-Solunum hızı, kandaki karbon dioksit miktarına göre düzenlenir. Yani;

-Kandaki CO₂ artarsa, solunum hızı da artar.

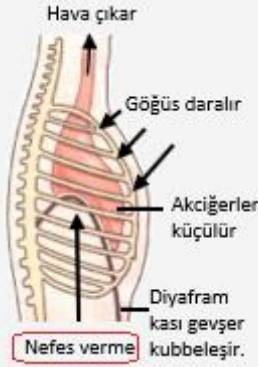
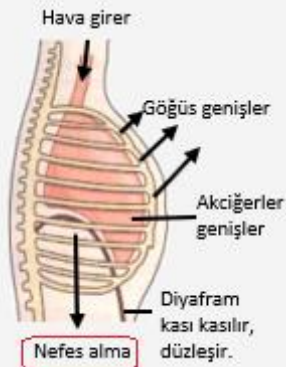
-Kan pH'ı düşerse, solunum hızı artar.

-Atmosfer O₂'si düşerse, solunum hızı artar. (Kandaki oksijen miktarı değişimi, solunum hızını yok edecek kadar az etkiler.)

-Bu durum omurilik soğanındaki solunum merkezinin uyarılmasına neden olur. Omurilik soğanı önce kalp atışlarının daha sonra da nefes alışverişinin hızlanmasını sağlar. Kanda bulunan CO₂ hızla dışarı verilir ve kanın pH'ı normale döner.

Soluk alıp verme sırasında gerçekleşen olaylar

Soluk alma	Soluk verme
Diyafram kası kasılır	Diyafram kası gevşer.
Diyafram düzleşir, kısılır.	Diyafram kubbeleşir, uzar.
Kaburgalar arası kaslar kasılır ve yukarı doğru yükselir.	Kaburgalar arası kaslar gevşer ve kaburgalar aşağı doğru iner.
Göğüs boşluğu genişler, hacmi artar ve basınç azalır.	Göğüs boşluğu daralır, hacmi azalır ve basınç artar.
Akciğerin hacmi artar.	Akciğerin hacmi azalır.
Akciğerin iç basıncı azalır.	Akciğerin iç basıncı artar.
Karın boşluğu daralır, hacmi azalır ve iç basıncı artar.	Karın boşluğu genişler, hacmi artar ve iç basıncı azalır.
Dışardaki hava akciğere dolar.	Akciğerdeki hava dışarı atılır.
O ₂ alveolleri saran kılcal damarlardaki kana, kanda bulunan CO ₂ ise alveollere difüzyonla geçer.	Alveollere geçen CO ₂ dış ortama verilir.
Soluk borusunun nemi azalır, ancak soluk borusu içindeki havanın nemi artar.	Soluk borusunun nemi artar, ancak soluk borusu içindeki havanın nemi azalır.



NOT:

Soluk verme **sadece** göğüs boşluğunun hacminin azalmasına bağlı gerçekleşmez. Aynı zamanda akciğerlerin geri yaylanma basıncının da etkisi vardır. Bu basınç, akciğerlerin yapısındaki elastik lifler etkisiyle ve pleura boşluğundaki sıvının oluşturduğu yüzey gerilimiyle sağlanır. Bu nedenle soluk alma enerji gerektiren aktif bir olay olduğu hâlde soluk verme enerji gerektirmeyen pasif bir olaydır.

SOLUNUM GAZLARININ TAŞINMASI

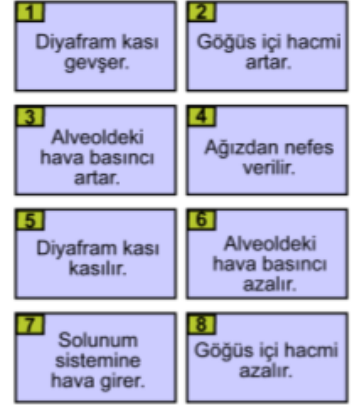
-Kanda solunum gazlarını taşıyan, protein ve metal iyonlarından oluşan **solunum pigmentleri** bulunur. Solunum pigmentlerine sahip olan canlılarda kan, renklidir. Bu pigmentler küçük derişim değişimi olduğunda O₂ ve CO₂ ile kolayca birleşip ayrılabilirdiğinden kanın solunum gazlarını tutma ve taşıma kapasitesini artırır.

-İnsanlarda solunum pigmenti hemoglobindir. Alyuvarlarda bulunur.

-İnsandaki bir alyuvarında yaklaşık 280 milyon hemoglobin molekülü vardır. Bu durum kanın oksijen taşıma kapasitesini artırır. Oksijen hemoglobinle taşınmamış olsaydı vücudumuzdaki kan miktarının 75 kat daha fazla olması veya 75 kat daha hızlı akması gerekirdi.

SORU 1. (2014 – LYS2 / BİY)

Aşağıda, insanda soluk alma ve soluk verme sırasında gerçekleşen bazı olaylar verilmiştir.



Buna göre, bu olaylardan soluk alma sırasında gerçekleşenler, aşağıdakilerin hangisinde doğru sıralanmıştır?

- A) 1 – 2 – 6 – 8
B) 5 – 2 – 3 – 7
C) 5 – 2 – 6 – 7
D) 7 – 2 – 3 – 4
E) 7 – 3 – 2 – 5

SORU 2. (2016-LYS2/BİY)

Aşağıdakilerden hangisinin gerçekleşebilmesi için enerji **harcanmaz**?

- A) Oksijenin alveollerden kana geçmesi
B) Paramesyumun sillerinin hareketiyle yer değiştirmesi
C) Sinir hücrelerinde impulsun iletilmesi
D) Ribozomlarda polipeptit sentezlenmesi
E) Glikozun hücre solunumunda yıkılması

SORU 3. (2013- LYS2 / BİY)

İnsanda akciğerlerle alınan oksijenin vücut hücrelerine taşınması sırasında meydana gelen;

- I. doku kılcal damarlarındaki kanda karbondioksit miktarı arttığı için oksijenin hemoglobinden ayrılması,
II. alveollere dolan havadaki oksijenin difüzyonla akciğer kılcal damarlarına geçmesi,
III. oksijenin alyuvarlardaki hemoglobinle birleşerek oksihemoglobin oluşturması,
IV. plazmadaki oksijenin doku sıvısına geçtikten sonra difüzyonla hücrelere geçmesi,
V. oksijence zengin kanın kalpten vücuda pompalanması
- olaylarının doğru sıralaması aşağıdakilerin hangisinde verilmiştir?**

- A) I, II, III, IV, V
B) II, I, III, IV, V
C) II, III, V, I, IV
D) III, IV, I, V, II
E) III, V, I, II, IV

Kanın gaztaşıma kapasitesini artıran faktörler;

- Solunum pigmentlerinin alyuvar içinde bulunması
- Memelilerin olgun alyuvarların çekirdeksiz olması

NOT:

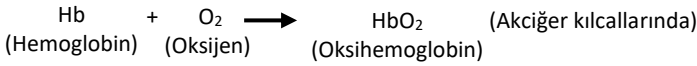
- Solunum pigmentleri O₂ ve CO₂ taşıyan ve kana renk veren maddelerdir.
- Bütün omurgalıların solunum pigmenti hemoglobin olup alyuvarların içinde bulunur. Solunum pigmenti alyuvarlarda bulunursa O₂ taşıma kapasitesi, plazmada bulunursa O₂ depolama kapasitesi fazladır.

SOLUNUM PİGMENTLERİNİN ORTAK ÖZELLİKLERİ

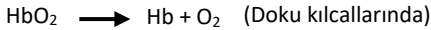
- Protein yapıdırlar.
- Kana renk verirler.
- O₂ ve CO₂ ile kolayca birleşip ayrılırlar.
- Solunum gazları ile tersinir (çift yönlü) tepkime yaparlar.
- Kanın oksijen taşıma kapasitesini artırır.
- Oksijenle birleştikleri bölgede demir, bakır gibi metal iyonları bulunur.

A. Oksijenin taşınması

- Alveollerden dokulara doğru taşınır.
- %98'i hemoglobinle oksihemoglobin (HbO₂) şeklinde, %2'si kan plazmasında çözülmüş olarak taşınır.
- Alveollerde O₂ basıncı fazla olduğu için hemoglobin CO₂'yi bırakıp O₂ bağlar ve HbO₂ oluşur.



- HbO₂ taşıyan kan önce akciğer toplardamarı ile kalbe, sonra dokulara gider.
- Dokularda CO₂ basıncı yüksek olduğundan, hemoglobin O₂'yi bırakır. CO₂'yi bağlar.

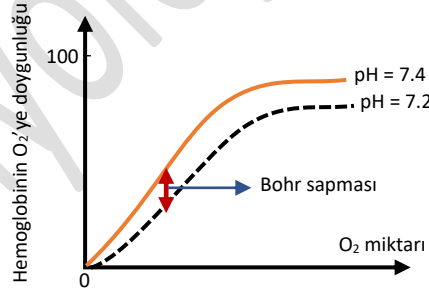


- Serbest kalan oksijen difüzyonla önce doku sıvısına, doku sıvısından da hücrelere geçer.

-O₂'nin hemoglobinle birleşmesi ve ayrılması enzimatik bir tepkime değildir.



Hemoglobinin oksijeni bırakmasındaki en önemli faktör doku kılcallarındaki düşük pH'tır. Kanda CO₂'nin kısmi basıncının doku kılcallarında artması pH'ı düşürür ve hemoglobinin oksijene ilgisi azalarak oksijeni serbest bırakır. Bu duruma **Bohr kayması** denir.



B. Karbondioksitin taşınması

- Dokulardan alveolere doğru taşınır.
- Hücre sel solunum sonucu oluşan CO₂, difüzyon ile doku hücrelerinden doku sıvısına daha sonra da doku kılcal damarlarına geçer.
- Kanda CO₂'nin taşınması üç şekilde gerçekleşir.

1. **Çözülmüş hâlde:** Taşınan CO₂'nin yaklaşık %5-7'si kan plazmasında çözülmüş hâlde taşınır.

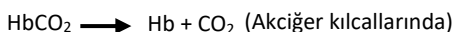
NOT:

Görüldüğü gibi çözülmüş olarak taşınan CO₂ miktarı (%7) çözülmüş olarak taşınan O₂ miktarından (%2) daha fazladır. Bunun sebebi CO₂'nin sudaki çözünürlüğünün O₂'den daha fazla olmasıdır.

2. **Karbominohemoglobin şeklinde (HbCO₂):** CO₂'nin yaklaşık %15-20'si alyuvarlarda hemoglobin ile birleşerek karbominohemoglobin şeklinde taşınır.



- Bu birleşme ortamdaki CO₂ konsantrasyonuna bağlıdır. CO₂'nin fazla olduğu doku kılcal damarlarında bağlanma gerçekleşirken akciğer kılcal damarlarında tam tersi gerçekleşir. CO₂ hemoglobinden ayrılarak önce kan plazmasına, daha sonra akciğere geçerek soluk verme ile dışarı atılır.



SORU 4. (2011- LYS2 / BİY)

Normal bir insanda yoğun egzersiz sonunda gerçekleşen olaylar aşağıda verilmiştir.

- Kan pH'sının düşmesi
 - Solunum merkezlerinin uyarılması
 - Hücrelerde oluşan karbondioksit miktarının artması
 - Diyafram ve kaburgalar arası kasların uyarılması
 - Soluk alıp vermenin hızlanması
- Bu olayların gerçekleşme sırası aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?
- A) I-II-V-III-IV B) III-I-II-IV-V
C) III-IV-I-II-V D) IV-I-II-III-V
E) IV-II-V-I-III

SORU 5. (2009- ÖSS / FEN-2)

Aşağıdakilerden hangisi solunum sisteminin sinirsel denetimine örnek olarak gösterilebilir?

- A) Sigara dumanında bulunan karbonmonoksitin alyuvarların oksijen bağlama kapasitesini düşürmesi
B) Dalğıkların hızla yüzeye çıkmaları sonucunda kanda erimiş hâldeki azotun gaz hâline geçmesi
C) Kandaki karbondioksit miktarının artışına bağlı olarak soluk alıp vermenin hızlanması
D) Astım hastalarının alveollerinin daralması sonucu soluk alıp vermelerinin güçleşmesi
E) Yüksek yerlerde yaşayan insanların kanındaki alyuvar sayısının fazla olması

SORU 6. (2007 ÖSS)

Normal bir insanda yoğun bir egzersiz sonucunda aşağıdakilerden hangisi gerçekleşmez?

- A) Kandaki karbondioksit miktarının artması
B) Kan pH'sının yükselmesi (Kanın bazikleşmesi)
C) Soluk alıp verme hızının artması
D) Dokulardaki oksijen miktarının azalması
E) Hücrelerdeki ADP miktarının artması

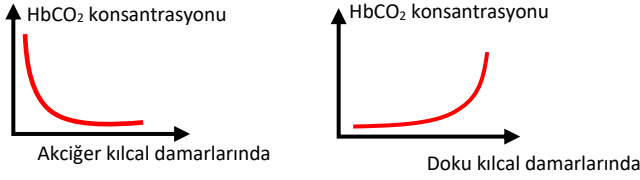
SORU 7. (2002 ÖSS)

Bir sporunun koşmaya başlamasından sonra,

- soluk alıp-verme mekanizmasının uyarılması
 - dokularda CO₂ miktarının artması
 - kanda CO₂ miktarının artması
- durumlarının, ortaya çıkışlarına göre sıralanışı aşağıdakilerden hangisidir?
- A) I, II, III B) II, I, III C) II, III, I
D) III, I, II E) III, II, I

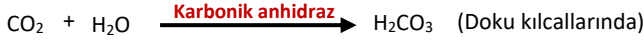
SORU 8. İnsanda,

- Oksijenin hemoglobinden ayrılması
 - Bazı yıkım ürünlerinin dış ortama atılması
 - CO₂'nin hemoglobinden ayrılması
- olaylarından hangileri akciğerlerin görevidir?
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

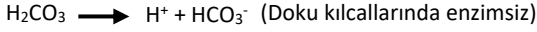


3. Bikarbonat şeklinde

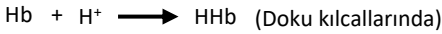
-CO₂'nin büyük bir kısmı (%73- 80) ise alyuvarlar içinde su ile birleşerek karbonik asidi oluşturur.



-Karbonik asit kararsız olduğundan hemen hidrojen (H⁺) ve bikarbonat (HCO₃⁻) iyonlarına ayrılır.

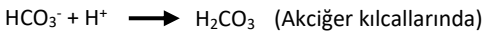
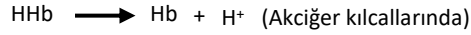


-Hidrojen iyonları hemoglobinin molekülüne bağlanır ve alveol kılcallarına kadar bu şekilde taşınır.

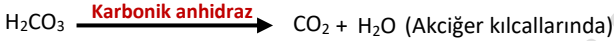


-Bikarbonat iyonları ise alyuvarlardan difüzyonla plazmaya geçerek taşınır.

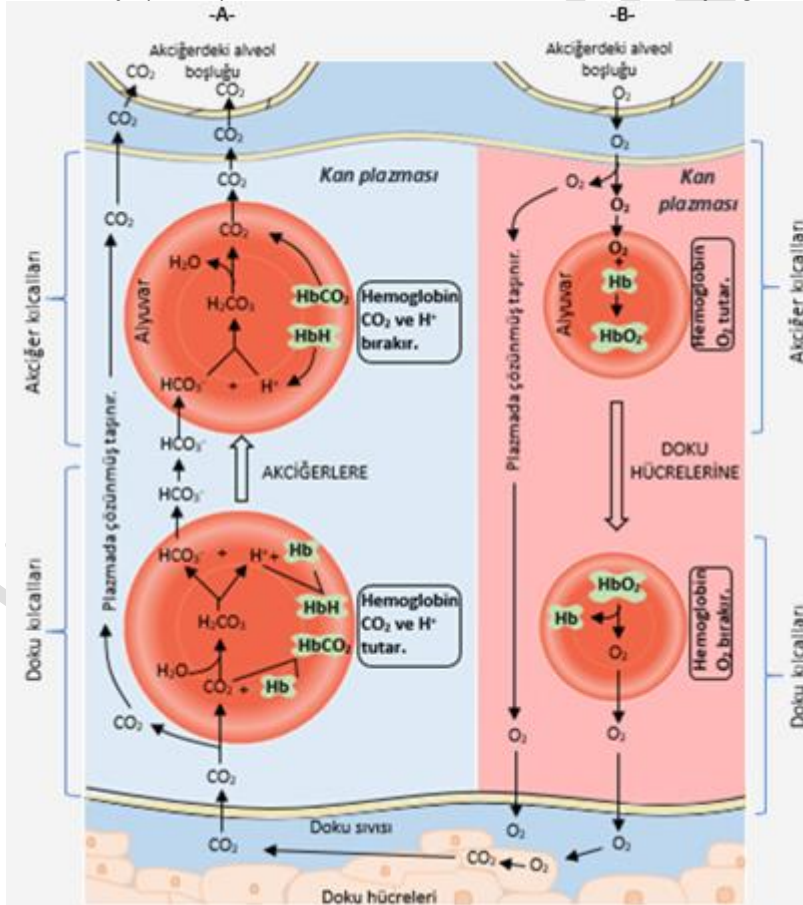
-CO₂ bakımından zengin kan önce kalbe, kalpten de akciğerlere ulaşır. Akciğer kılcallarında kan plazmasındaki bikarbonat iyonları yeniden alyuvarlara girerek burada hemoglobinden ayrılan hidrojen iyonlarıyla birleşir ve tekrar karbonik asidi oluşturur.



Karbonik asit ise yine **karbonik anhidraz** enziminin etkisiyle H₂O ve CO₂'ye ayrışır.



-CO₂ alyuvarlardan çıkıp, difüzyon ile alveole oradan da soluk verme sırasında dışarı gönderilir.



Şekil: Kanda CO₂ (A) ve O₂ (B) taşınması

SOLUNUMUN DENETLENMESİ

-Solunum refleksi omurilik soğanındaki solunum merkezinden kontrol edilir.

-Beyindeki solunum merkezi ise istemli solunumu kontrol eder. Örneğin bir nefesin tutulabilmesi gibi.

-Solunum hızını denetleyen temel faktör kandaki CO₂ oranıdır.

D) I ve II E) I ve III

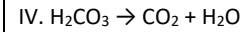
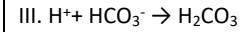
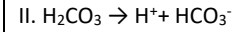
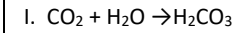
SORU 9. Bir solunum pigmentinin görevini yapabilmesi için sahip olması gereken en önemli özellik aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Demir atomunu taşıması
- B) Oksijenle tersinir reaksiyona girebilmesi
- C) Kan plazmasında çözünmesi
- D) Alyuvar içinde organize olması
- E) Oksijenle kararlı bileşik oluşturması.

SORU 10. Aşağıdakilerin hangisinde, verilen iki olayın birlikte gerçekleşmesi, normal bir insanın soluk almasını sağlar?

- A) Diyafram kasının kasılması-Karın iç basıncının azalması
- B) Diyafram kasının kasılması-Göğüs boşluğu hacminin artması
- C) Kaburgalar arası kasların kasılması-Göğüs boşluğu hacminin azalması
- D) Diyafram kasının gevşemesi-Göğüs boşluğu hacminin azalması
- E) Kaburgalar arası kasların gevşemesi- Karın iç basıncının azalması

SORU 11.



Yukarıda verilen tepkimelerden hangileri akciğer kılcallarında, hangileri doku kılcallarında gerçekleşir?

	Doku kılcalı	Akciğer kılcalı
A)	I ve III	II ve IV
B)	I ve II	III ve IV
C)	II ve IV	I ve III
D)	II ve III	I ve IV
E)	III ve IV	I ve II

CEVAPLAR ve ÇÖZÜMLERİ

1. 5 – Diyafram kasılır. 2 – Göğüs içi hacmi artar. 6 – Alveoldeki hava basıncı azalır. 7 – Solunum sistemine hava girer.

Cevap: C

2. Solunum gazları (CO₂ ve O₂) her zaman difüzyon ile yer değiştirir. Enerji harcanmaz.

Cevap: A

3. II. alveollere dolan havadaki oksijenin difüzyonla akciğer kılcal damarlarına geçmesi, III. oksijenin alyuvarlardaki hemoglobine birleşerek oksihemoglobin oluşturması, V. oksijence zengin kanın kalpten vücuda pompalanması

I. doku kılcal damarlarındaki kanda karbondioksit miktarı arttığı için oksijenin hemoglobinden ayrılması, IV. plazmadaki oksijenin doku sıvısına geçtikten sonra difüzyonla hücrelere geçmesi,

Cevap: C

-Kandaki O₂ yoğunluğunun solunum denetleme merkezi üzerindeki etkisi çok azdır. Ancak atmosferdeki O₂ düzeyi aşırı düşük olursa (deniz seviyesinin çok üzerinde yüksek bölgelerde) solunum denetleme merkezi uyarılır ve soluk alıp verme hızı artar.

Solunumu etkileyen faktörler

-Kandaki CO₂ miktarının artması ile pH düşer. Bu durum omurilik soğanındaki solunum merkezini etkiler. Solunum merkezinden gelen impulslar kaburga kasları ve diyaframı uyarır. Soluk alışverişi hızlanır.

NOT:

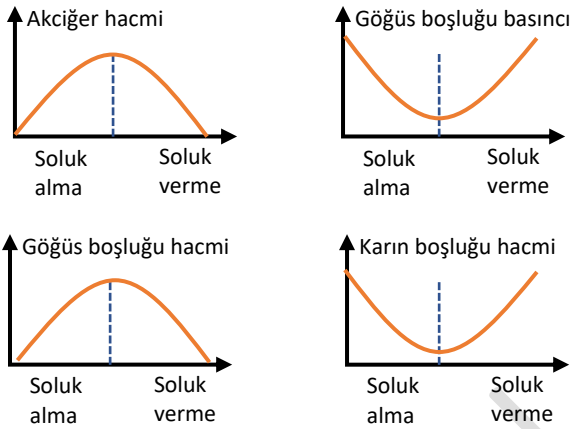
Kanda CO₂ miktarının artması ile; Kan pH'ı düşer → Omurilik soğanı uyarılır → Soluk alışverişi hızlanır → Kan pH'sı yükselir (asitlik azalır.)

- Adrenalin ve tiroksin hormonu artışı da solunumu hızlandırır.
- Ortam sıcaklığının azalması solunumu hızlandırır.
- Ortamın basıncı arttıkça soluk alıp verme derinliği azalır.
- Yükseklere çıktıkça oksijenin kısmi basıncı azalır ve soluk alıp verme hızlanır.

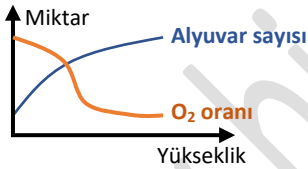
MERAKLISINA: Diyaframın ani istemsiz kasılmaları havayı ses tellerinden geçirerek hıçkırığa neden olur.

HATIRLATMALAR

-Sağlıklı bir insanda soluk alıp verme sırasında gerçekleşecek değişimleri ifade eden grafikler:



-Yükseklere çıktıkça atmosferdeki oksijen oranı ve kandaki alyuvar sayısı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik:



-**Karbonmonoksit (CO) zehirlenmesi:** Hemoglobinin CO ile bağ yapması O₂'ye göre oldukça yüksektir. Solunan havada CO varsa hemoglobin, CO'ye, O₂'den çok daha hızlı bağlanır. Fakat oksijen gibi kolayca ayrılmaz. Bu durumda doku ve hücrelere taşınan oksijen miktarı azalır. Buna **CO zehirlenmesi** denir.

NOT:

Gaz zehirlenmelerinde kişi derhal açık havaya çıkarılmalıdır. Çünkü yüksek oksijen Hemoglobinin CO'ten ayrılıp, O₂'ye bağlanmasını sağlar.

-**Vurgun:** Vücut sıvısındaki erimiş gazların özellikler **azotun**, dış ortam basıncının hızla azalması sonucu gaz haline gelerek kılcalları tıkanması olayına denir. Felç ya da ölüme sonuçlanabilir.

Not: CO₂ ve O₂ kabarcıkları kısmen dokular tarafından alınabilir ya da hemoglobin ile bağ yapabilir, N₂ bağ yapamaz. Onun için vurguna neden olan daha çok N₂ gazlarıdır.

4. III. Hücrelerde oluşan karbondioksit miktarının artması
I. Kan pH'sının düşmesi
II. Solunum merkezlerinin uyarılması
IV. Diyafram ve kaburgalar arası kasların uyarılması
V. Soluk alıp vermenin hızlanması
Cevap: B

5. Kandaki karbondioksit miktarının artışı kan pH'sının düşmesine neden olur. Buna bağlı olarak omurilik soğanı uyarılır soluk alıp verme hızlanır.
Cevap: C

6. Normal bir insanda yoğun bir egzersiz sonucunda oluşan CO₂ kan pH'sının **düşmesine** neden olacaktır.
Cevap: B

7. Gerekli enerji için önce oksijenli solunum ile dokularda CO₂ artar. Kana verilir. Kanda CO₂ miktarının artması ile soluk alıp-verme mekanizması uyarılır.
Cevap: C

8. Solunum sonucu oluşan CO₂ akciğerler tarafından dışarı atılır. O₂'nin ve CO₂'nin hemoglobinden ayrılması ve birleşmesi bunların kısmi basıncına bağlı olarak kanda gerçekleşir.
Cevap: B

9. Solunum pigmentlerinin en önemli özelliği oksijenle **kararsız** ve tersinir bileşik oluşturmasıdır. Kolay birleşir. Kolay ayrılır.
Cevap: B

10. Diyafram kasının kasılması ile aşağı doğru düzleşir. Göğüs boşluğunun iç hacmi artar. Hava akciğerlere dolar.
Cevap: B

11. **Karbonik asit (H₂CO₃)** oluşumu ve H⁺, HCO₃⁻ iyonlarına ayrılması doku kılcallarında, bu iyonların birleşerek karbonik asidi oluşturmaları, karbonik asidin de su ve CO₂'yi oluşturması akciğer kılcallarında gerçekleşir.
Cevap: B