

SIVI ELEKTROLİT TEMEL BİLGİLER: ASİT BAZ

Prof. Dr. Tekin AKPOLAT

Liv Hospital-İSTANBUL

İstinye Üniversitesi Tıp Fakültesi

17 Aralık 2018

www.tekinakpolat.com



İSÜ | İSTİNYE
ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL

- <http://tekinakpolat.com/ogrenciler-icin-yararli-kitaplar/>



● <http://tekinakpolat.com/sivi-elektrolit/>

Temel Sivi Elektrolit

Prof. Dr. Tekin AKPOLAT
2018

Plan

- Temel bilgiler
- Temel asit baz bilgileri
- Kavramlar
- Solunumsal asidoz
- Solunumsal alkaloz
- Metabolik asidoz
- Metabolik alkaloz
- Örnek vakalar
- Özet

Sodyum

- Hücresel sıvıda en çok bulunan katyon yani artı yüklü maddedir.
- Çoğunluğu hücre dışında bulunur.
- Sodyum tüm artı yüklü maddeler gibi tek başına bulunmaz yanında mutlaka eksi yüklü bir madde (anyon) olmalıdır.

Su

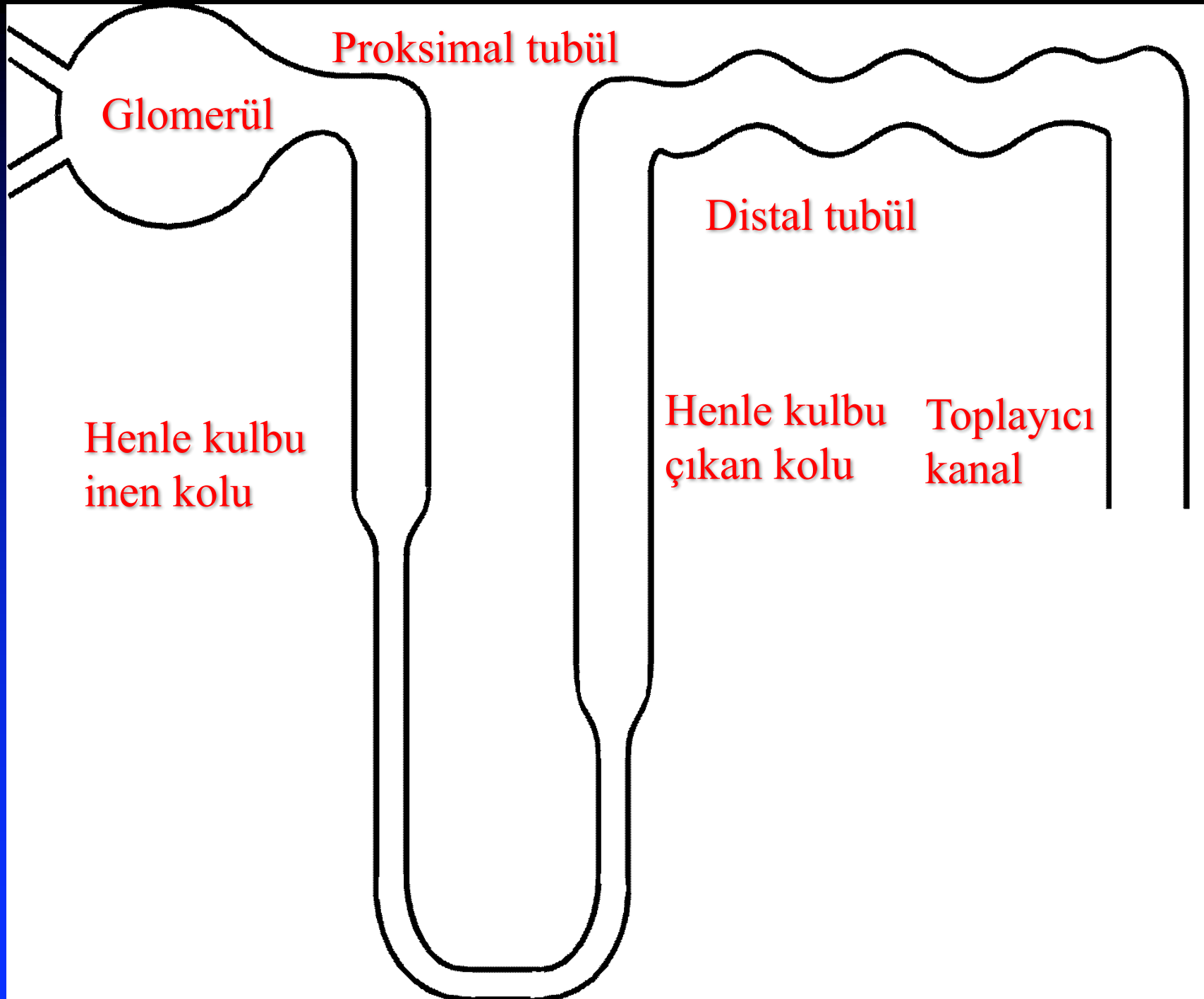
- Vücutumuz aslında içinde moleküller yüzen bir su havuzudur yani su vücutumuzun temel taşıdır.
- Hepimizin ağırlığının yaklaşık %50-60'ı sudur, bu oran yaşa, cinsiyete göre değişir.

Potasyum

- Sodyum gibi vücutta çok bulunan bir katyondur.
- Çoğunluğu hücre içinde bulunur.
- Hücre içi sıvının temel katyonudur (Hücre dışı sıvının temel katyonu sodyumdur).

Molekül ağırlığı/Formül

- **Su (H_2O):** İki hidrojen bir oksijenden oluşur. Molekül ağırlığı 18 (Hidrojen 1, oksijen 16)
- **Sodyum (Na^+):** Molekül ağırlığı 23
- **Potasyum (K^+):** Molekül ağırlığı 39
- **Klor (Cl^-):** Molekül ağırlığı 35.5
- **Hidrojen (H^+):** Molekül ağırlığı 1
- **Bikarbonat (HCO_3^-):** Bir hidrojen bir karbon üç oksijenden oluşur. Molekül ağırlığı 61 (Hidrojen 1, karbon 12, oksijen 16)



| Kaynak: Cogan | Su | Sodyum | Potasyum | Bikarbonat |
|----------------------|-----------|---------------|-----------------|-------------------|
| Konsantrasyon | | 140 mEq/L | 4 mEq/L | 24 mEq/L |
| Molekül ağırlığı | 18 | 23 | 39 | 61 |
| Glomerüler filtrat | 150 | 20000 | 600 | 4500/gün |
| Proksimal tubül | Emilir | Emilir | Emilir | Emilir |
| Henle inen | Emilir | Emilir | +100 | |
| Henle çıkan | - | Emilir | Emilir | |
| Distal tubül | Emilir | Emilir | | |
| Toplayıcı kanal | Emilir | Emilir | Değişken | |
| İdrar | 0.75 | 150 | 100 | 0 |

| Kaynak: Cogan | Su | Sodyum | Potasyum | Bikarbonat |
|----------------------|-----------|---------------|-----------------|-------------------|
| Konsantrasyon | | 140 mEq/L | 4 mEq/L | 24 mEq/L |
| Molekül ağırlığı | 18 | 23 | 39 | 61 |
| Glomerüler filtrat | 150 | 20000 | 600 | 4500/gün |
| Proksimal tubül | -67.5 | -9000 | -300 | -4500 |
| Henle inen | -60 | -500 | +100 | |
| Henle çıkan | - | -9000 | -340 | |
| Distal tubül | -7.5 | -600 | | |
| Toplayıcı kanal | -14.25 | -450 | Değişken | |
| İdrar | 0.75 | 150 | 100 | 0 |

Tablo: ipuçları

- Glomerüler filtrata geçen günlük miktardır
- Glomerüler filtrat günlük 150 litre/gün (yaklaşık 100 ml/dakika) olarak kabul edilmiştir
- Bir maddenin glomerüler filtrata geçen miktarı plazmadaki serbest (filtre olabilen) konsantrasyonu ile ilişkilidir

Tablo: ipuçları

- Sodyum konsantrasyon 140 mEq/litre
- GFD: 150 litre/gün
- Glomerüler filtrata geçen miktar yaklaşık 20000 mEq (140x150)

Tablo: ipuçları

- Böbrek glomerüler filtrata geçen bikarbonatın tamamını geri emer, üstelik günde 60 mEq da alkali üretir

| Kaynak: Cogan | Kalsiyum | Fosfor | Magnezyum |
|----------------------|-----------------|---------------|--|
| Konsantrasyon | 6 mg/dl | 3 mg/dl | 2.5 mg/dl |
| Molekül ağırlığı | 40 | 31 | 24 |
| Glomerüler filtrat | 9000 mg | 4500 mg | 3500 mg |
| Proksimal tubül | Emilir | Emilir | Emilir |
| Henle inen | Emilir | Emilir | Emilir |
| Henle çıkan | Emilir | | Emilir, En çok |
| Distal tubül | Emilir | Emilir | Emilir |
| Toplayıcı kanal | | Emilir | www.tekinakpolat.com |
| İdrar | 200 | 900 | 100 |

| Kaynak: Cogan | Kalsiyum | Fosfor | Magnezyum |
|----------------------|-----------------|---------------|------------------|
| Konsantrasyon | 6 mg/dl | 3 mg/dl | 2.5 mg/dl |
| Molekül ağırlığı | 40 | 31 | 24 |
| Glomerüler filtrat | 9000 mg | 4500 mg | 3500 mg |
| Proksimal tubül | -4500 | -2925 | -875 |
| Henle inen | -900 | -450 | -525 |
| Henle çıkan | -2700 | | -1750 |
| Distal tubül | -700 | -180 | -250 |
| Toplayıcı kanal | | -45 | |
| İdrar | 200 | 900 | 100 |

Tablo: ipuçları

- Sodyum molekül ağırlığı 23
- Sodyum konsantrasyon 3200 mg/litre
- GFD: 150 litre/gün
- Glomerüler filtrata geçen miktar yaklaşık **480.000 mg** (32000×150)
- Kalsiyum 9.000, fosfor 4500, magnezyum 3500 mg

Proksimal tubülde tamamı geri emilen maddeler

- Glukoz
- Amino asitler
- Düşük molekül ağırlıklı proteinler (retinol bağlayıcı protein, alfa ve beta mikroglobülin)

| | Sodyum | Üre | Kreatinin |
|--------------------|---------------|------------------|--|
| Konsantrasyon | 140 mmol/L | 4 mmol/L | 0.09 mmol/L |
| Molekül ağırlığı | 18 | 60 | 119 |
| Glomerüler filtrat | 20000 | 680 | 15 |
| Proksimal tubül | Emilim | Emilim | Salgılama +1 |
| Henle inen | Emilim | Salgılama | |
| Henle çıkan | Emilim | Salgılama | |
| Distal tubül | Emilim | | |
| Toplayıcı kanal | Emilim | Emilim | www.tekinakpolat.com |
| İdrar | 150 | 360 | 16 |

Tablo: ipuçları

- Böbrek yetmezliği varsa glomerüler filtrata geçen madde miktarları azalır
- Filtrata geçen kreatinin de azalır
- Tubüler salgılama glomerüler hastalıklarda daha az etkilenir
- Bu durumda idrarın içinde salgılanan kreatinin oranı ve miktarı artar

Kreatinin klirensi (ml/dakika)

idrar kreatinin (mg/dl) X Günlük idrar hacmi(ml)

Serum kreatinin (mg/dl) X 1440

24 saat idrar toplayarak

Böbrek yetmezliğinde 24 saat idrar ile hesaplanan
kreatinin klirensi gerçekten yüksek çıkar

Plan

- Temel bilgiler
- Temel asit baz bilgileri
- Kavramlar
- Solunumsal asidoz
- Solunumsal alkaloz
- Metabolik asidoz
- Metabolik alkaloz
- Örnek vakalar
- Özet

Temel bilgiler

- H¼cre i¼i metabolizmanın ¼aliřabilmesi i¼in ortamın pH'sı ¼ok ¼nemlidir.
- Bu nedenle plazma pH'sındaki en ufak değişiklikler v¼cut tarafından kriz olarak algılanır ve d¼zeltilmeye ¼aliřılır.
- Tampon sistemler devreye girer.

| | |
|---|---|
| Kreatinin | 0.6-1.2 mg/dl |
| BUN | 10-20 mg/dl |
| Na⁺ | 135-145 mmol/l |
| K⁺ | 3.5-5 mmol/l |
| Cl⁻ | 95-105 mmol/l |
| Bikarbonat (HCO₃⁻) | 22-26 mmol/l |
| H⁺ | 35-45 nanomol/l=0.035-0.045 mmol/litre |
| Ca⁺² | 9-10.5 mg/dl |
| Mg⁺² | 1.8-3 mg/dl |
| Fosfor | 3-4.5 mg/dl |

Temel bilgiler

- Normalde plazmada 0.00004 mmol/L (40 nmol/L) olan bu değer genellikle hesaplama kolaylığı sağlaması nedeni ile negatif logaritması ($\text{pH}=7.40$) olarak ifade edilir.
- Hidrojen iyon konsantrasyonu pH ile ters bir korelasyona sahiptir yani hidrojen artarsa pH dūşer, azalırca pH yūkselir.
- Plazmadaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun artmasına asidoz, azalmasına ise alkaloz denir.

Hidrojen iyon konsantrasyonu ile pH arasındaki ilişki

| pH | H ⁺ (nmol/l) |
|-----|-------------------------|
| 7.0 | 100 |
| 7.1 | 79 |
| 7.2 | 63 |
| 7.3 | 50 |
| 7.4 | 40 |
| 7.5 | 32 |
| 7.6 | 25 |
| 7.7 | 20 |
| 7.8 | 16 |

Hidrojen iyon konsantrasyonu ile pH arasındaki ilişki

pH'da 0.1 artış H^+ konsantrasyonunu yaklaşık olarak % 80 azaltır.

Pratik bilgi: $H^+ \approx (7.8 - \text{pH}) \times 100$

Karbondiyoksit (PCO_2) ve bikarbonat (HCO_3) arasındaki ilişki

- $\text{H} + \text{HCO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H} + \text{HCO}_3$
- H_2CO_3 = karbonik asit, HCO_3 bikarbonat
- $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- $\text{H} + \text{HCO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H} + \text{HCO}_3$

Henderson eşitliği

$$[H] = 24 \times ([pCO_2] / [HCO_3])$$

[H] nmol/l

[pCO₂] mmHg

[HCO₃] nmol/l

Henderson-Hasselbach eşitliği

$$\text{pH} = 6.1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[0.03 \times \text{pCO}_2]}$$

Birimler: $[\text{HCO}_3^-]$ (mEq/l), $[\text{pCO}_2]$ (mmHg)

pH \approx Böbrek
Akciğer

Temel bilgiler

- Oranı sabit tutmak için pay azalırda payda da azalmalıdır.
- Plazma pH sabit tutmak için bikarbonat azalırda (örneğin böbrekler az çalışırda) karbondioksit de azalmalıdır (örneğin akciğerler solunum sayısını arttırarak daha fazla karbondioksit atar).

Temel bilgiler

- Plazma pH'sı akciğer ve böbreklerin çalışması arasındaki dengeye bağlıdır.
- Birinin bozulması durumunda diğeri durumu toparlamaya, kompanze etmeye çalışır.
- Kompanze etme yani düzeltmeye çalışma hem asit baz dengesi bozukluğunu düzeltmede önemli rol oynar hem de bizim asit baz dengesini daha iyi anlamamıza neden olur.

Böbrekler

- 1.Glomerüler filtrata geçen bikarbonatın geri emilimi (günde 4500 mmol)**
- 2.Asit yükü nötralize etmek için yeni bikarbonat sentezi (normal koşullarda günde 60 mmol)**

60 mmol (mEq) asit yükü kaynağı

1. Diyetle alınan gıdalar: genel olarak hayvansal gıdalar asit da fazla asit yük oluştururlar. **Bitkisel ürünler ise alkali yük oluştururlar.**

2. Günlük metabolizma sonucu

3. Dışkı ile bikarbonat kaybı (böbrekten bikarbonat kaybı olmadığını bir kez daha hatırlatırım).

Akciğerler

- Günde 15.000 mmol CO₂'yi vücuttan uzaklaştırırlar.

Plan

- Temel bilgiler
- Temel asit baz bilgileri
- Kavramlar
- Solunumsal asidoz
- Solunumsal alkaloz
- Metabolik asidoz
- Metabolik alkaloz
- Örnek vakalar
- Özet

Kavramlar

1.Tampon sistemler

2.Kompanzasyon

3.Volatil (uçucu) asit

4.Titre edilebilir asit

5.Titre edilemeyen asit

6.Karışık asit-baz metabolizması bozukluğu

7.Arteriyel ve venöz kan gazı

8.Basit ve karışık asit-baz metabolizması bozukluğu

9.Anyon açığı

Tampon sistemler

- Vücut asit bir yükü karşılaşırsa önce hücre dışı, sonra hücre içi tampon sistemler devreye girer.
- **Hücre dışı tampon sistemler:** En önemli tampon sistemi bikarbonattır.
- **Hücre içi tampon sistemler:** Hemogloblin, proteinler, dibazik fosfatlar ve kemik karbonatı.

Tampon sistemler

- Tampon sistemlerin etkisi sınırlıdır. Daha sonra devreye akciğerler (yaklaşık 6-12 saat sonra) ve böbrekler (yaklaşık 24-72 saat sonra) girer.
- Tüm amaç plazma pH sabit tutmaktır.

pH = Böbrek/Akciğer

- Bir kesirde pay azalır veya payda artarsa o kesrin değeri azalır.
- Plazma pH'sının değışmesini önlemeye çalışan değışikliklerin **kompanzasyon** olarak isimlendirilir.

Kompanzasyon

- **Böbrek kaynaklı bir asit baz metabolizması bozukluğunda akciğerler, akciğer kaynaklı bir asit baz metabolizması bozukluğunda böbrekler durumu toparlamaya çalışır.**
- **Kompanzasyonun devreye girebilmesi için biraz süre gerekir. Bu uyum (adaptasyon) değişikliklerinin belli bir sınırı vardır ve önceden tahmin edilebilir.**

Metabolik asidoz

HCO₃'taki her 1 mEq/l'lik azalma P_aCO₂'yi 1.25 mm Hg düşürür

5 mmHg'ya kadar değişkenlik gösterebilir **veya**

$$P_aCO_2 = (1.5 \times [HCO_3]) + 8$$

2 mmHg'ya kadar değişkenlik gösterebilir

Gereken zaman: 12-24 saat

Pratik bilgi: Metabolik asidozda önce bikarbonat, sonra karbondioksit azalır.

Metabolik alkaloz

HCO₃'taki her 1 mEq/l'lik yükselme P_aCO₂'yi 0.75 mm Hg arttırır

5 mmHg'ya kadar değişkenlik gösterebilir

Gereken zaman: 24-36 saat

Pratik bilgi: Metabolik alkalozda önce bikarbonat, sonra karbondioksit artar.

Akut respiratuvar asidoz

$P_a\text{CO}_2$ 'deki her 10 mm Hg yükselme HCO_3^- 'ı 1 mEq/l arttırır

3 mEq/L'ye kadar değişkenlik gösterebilir

Gereken zaman: 5-10 dakika

Pratik bilgi: Respiratuvar asidozda önce karbondioksit, sonra bikarbonat artar.

Kronik respiratuvar asidoz

P_aCO_2 'deki her 10 mm Hg yükselme HCO_3^- 'ı 4 mEq/l arttırır

4 mEq/L'ye kadar değişkenlik gösterebilir

Gereken zaman: 72-96 saat

Pratik bilgi: Respiratuvar asidozda önce karbondioksit, sonra bikarbonat artar.



Akut respiratuvar alkaloz

- P_aCO_2 'deki her 10 mm Hg azalma HCO_3^- 'i 2 mEq/l düşürür
- 3 mEq/L'ye kadar değişkenlik gösterebilir

Gereken zaman: 5-10 dakika

Pratik bilgi: Respiratuvar alkalozda önce karbondioksit, sonra bikarbonat azalır.

Kronik respiratuvar alkaloz

P_aCO_2 'deki her 10 mm Hg azalma HCO_3^- 'i 4 mEq/l düşürür

3 mEq/L'ye kadar değişkenlik gösterebilir

Gereken zaman: 72-96 saat

Pratik bilgi: Respiratuvar alkalozda önce karbondioksit, sonra bikarbonat azalır.

Metabolik asidozu olan bir hastada HCO_3 düzeyi 10 mEq/l ise pCO_2 'yi kaç beklersiniz?

HCO_3 'taki her 1 mEq/l'lik azalma PCO_2 'yi 1.25 mm Hg düşürür hatırlanırsa

Bikarbonattaki azalma = $24-10 = 14$

PCO_2 'de $14 \times 1.25 = 17.5$ mm Hg azalma beklenir

$40-17.5=22.5$ mm Hg olmalıdır.

Karışık asit-baz metabolizması bozukluğunu

- **Beklenen değerle ölçülen değer arasında uyumsuzluk varsa karışık asit-baz metabolizması bozukluğunu düşündürmelidir.**

Volatil (uçucu) asit

- Vücutumuzda günde yaklaşık 15.000 mmol karbondioksit yani uçucu gaz oluşur.

Titre edilebilir asit

- **Günlük metabolik asit yükün 60 mmol olduğunu ve böbrekler aracılığı ile atıldığını hatırlayalım.**
- **Bazı asitler kolaylıkla idrarla atılabilir bazıları ise atılamaz ve amonyum tuzları şeklinde atılır.**

Titre edilebilir asit

- **Titre edilebilir asit:** İdrardan ayrışarak atılan zayıf asitler (örneğin fosforik asit, H_2PO_4)
- **Titre edilemeyen asit:** Amonyum tuzu şeklinde atılan güçlü asitler (örneğin hidroklorik asit, sülfürik asit)
- Böbreklerden günlük atılan 60 mEq asitin 2/3'ü titre edilemeyen (amonyum tuzları), 1/3'ü titre edilebilir asittir.

Kan gazı

- Asit baz dengesini değerlendirmek için bikarbonat ve karbondioksit yanısıra **arteriyel** oksijene de bakmak lazımdır.
- Bir arterden sık kan almak pratik değildir.
- Metabolik sorunların ön planda olduğu hastalarda akciğer hastalığından şüphelenilmiyorsa venöz kan yeterli olabilir.

Normal arteriyel kan gazı değerleri

| | |
|------------------------------|-----------|
| pH | 7.38-7.42 |
| pCO ₂ , mm Hg | 38-42 |
| pO ₂ , mm Hg | 80-100 |
| O ₂ satürasyonu % | > 95 |
| HCO ₃ , mEq/l | 22-26 |

Venöz kanda değerler

pH Arteriyel (7.38-7.42) – 0.03

pCO₂, mm Hg Arteriyel (38-42) + 4-6

HCO₃, mEq/l Arteriyel (22-26) + 2

- Yani arteriyel kana göre venöz kanda yaklaşık olarak pH 0.03 düşük, pCO₂ 4-6 mm Hg fazla ve HCO₃ 2 mEq/l fazladır.

Metabolik asidozu olan bir hastada HCO_3 düzeyi 10 mEq/l ise pCO_2 'yi kaç beklersiniz?

HCO_3 'taki her 1 mEq/l'lik azalma PCO_2 'yi 1.25 mm Hg düşürür hatırlanırsa

Bikarbonattaki azalma = $24-10 = 14$

PCO_2 'de $14 \times 1.25 = 17.5$ mm Hg azalma beklenir

$40-17.5=22.5$ mm Hg olmalıdır.

Karışık asit-baz

metabolizması bozukluğu

- Bu hastada PCO_2 30 mmHg olur ise (beklenen 22.5 idi) akciğerler karbondioksit atamamışlar yani kompanzasyon görevlerini yapamamış demektir.
- İşte bu durumda **karışık asit baz metabolizması bozukluğu düşünmek gerekir** (metabolik asidozla respiratuvar asidoz **birlikte olabilir**).

Pratik bilgi

- Hastanın klinik durumunu bilmeden yorum yapmak sakıncalıdır bu nedenle metabolik asidozla respiratuvar asidoz birlikte olabilir yazdım.

Anyon açığı

- Karışık asit baz metabolizması bozukluğunu anlamamıza yardımcı olan bir diğer kavram da anyon açığıdır.
- Anyon açığı asit baz metabolizması ayırıcı tanısında da bize yardımcıdır.
- Plazmada aslında anyon açığı yoktur çünkü her anyonla birlikte bir katyon bulunur.

Anyon açığı

- $[\text{Na}^+] - ([\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-])$
- Potasyum ve kalsiyum da önemlidir ama bunların plazma konsantrasyonları daha düşük olduğu için anyon açığına etkileri sınırlıdır.
- Plazma anyon açığınının normal değeri 10-14 mEq/l'dir.

Anyon açığı hesaplanmasına girmeyen katyonlar

| | |
|---------------|-------------------|
| Potasyum | 4 |
| Kalsiyum | 2.5 |
| Magnezyum | 1 |
| Toplam | 7.5 mmol/l |

Anyon açığı hesaplanmasına girmeyen anyonlar

| | |
|------------------------|--------------------|
| Protein | 15 |
| Fosfat | 1 |
| Sülfat | 0.5 |
| Organik asitler | 3 |
| Toplam | 19.5 mmol/l |

Plan

- Temel bilgiler
- Temel asit baz bilgileri
- Kavramlar
- **Solunumsal asidoz**
- Solunumsal alkaloz
- Metabolik asidoz
- Metabolik alkaloz
- Örnek vakalar
- Özet

Solunumsal asidoz

- Akciğerler günde 15.000 mmol CO₂'yi vücuttan uzaklaştırırlar.
- Akciğerlerin karbondioksiti atmasında problem olursa vücutta karbondioksit birikir ve plazma pH'sı düşme eğiliminde olur.
- Akciğerlerden karbondioksit atılımını azaltan/engel olan her durum respiratuvar asidoza neden olabilir.

Nedenleri

1.Hava yollarında tıkanma

2.Solunum merkezini etkileyen hastalıklar

3.Mekanik: Göğüs kafesi veya nöromusküler nedenler...

4.Diğer: Uyku apnesi, karıdyak arrest, kardiyojenik şok, mekanik hipoveritilasyon...

Belirtileri

- Çoğu karbondioksit birikime bağlıdır.
- Baş ağrısı, gerginlik, bilinç bulanıklığı, huzursuzluk, titreme, uykuya eğilim (karbondioksit narkozu) olabilir.
- Taşikardi, periferik vazodilatasyon, ventriküler aritmiler olaya eşlik edebilir. Hiperkapni böbrekten asit atılımını arttırarak plazma bikarbonat düzeyini yükseltir.

Tanı

- İlk koşul asidoz olmasıdır yani arteriyel pH 7.38'den düşük olmalıdır.
- İkinci koşul plazmada karbondioksitin artmasıdır.
- Eşlik eden başka bir asit baz metabolizması bozukluğu var mı?

Yardımcı bilgiler

- 1.Hastanın öyküsü ve eşlik eden sorunları
- 2.Beklenen adaptif değişikliklerin hastanın bulguları ile uyumu
- 3.Plazma anyon açığı

Pratik bilgiler

- **Respiratuvar asidozu olan bir hastada bikarbonat artmamış ise (artması beklenir) eşlik eden metaboliz asidoz olabilir (örneğin böbrek yetmezliği)**
- **Respiratuvar asidozu olan bir hastada anyon açığı yüksek çıkarsa eşlik eden başka bir hastalık olabilir (örneğin laktik asidoz).**

Tedavi

- **Nedene yöneliktir ve solunumun düzeltilmesidir.**
- **Kronik solunumsal asidozun oksijenle tedavisi solunum merkezindeki oksijen kemoreseptör stimülasyonunu azaltabilir yani hiperkapni ağırlaşabilir (plazma karbondioksit artabilir).**

Plan

- Temel bilgiler
- Temel asit baz bilgileri
- Kavramlar
- Solunumsal asidoz
- **Solunumsal alkaloz**
- Metabolik asidoz
- Metabolik alkaloz
- Örnek vakalar
- Özet

Solunumsal alkaloz

- Akciğerler günde 15.000 mmol CO₂'yi vücuttan uzaklaştırırlar.
- Akciğerler daha fazla karbondioksiti atarsa plazma pH'sı yükselme eğiliminde olur.
- Akciğerlerden karbondioksit atılımını artıran her durum (solunum sayısının artması) respiratuvar alkalozu neden olabilir.

Nedenleri

1.Merkezi sinir sistemi bozuklukları

2.Solunum sistemi bozuklukları

**3.Metabolik durumlar: Salisilat
intoksikasyonu, gram negatif sepsis...**

**4.Diğer: Hipoksi, şiddetli ağrı, şiddetli anemi,
yüksek rakım, fazla mekanik ventilasyon...**

Belirtileri

- Belirtiler akut respiratuvar alkalozla bağlı beyin kan akımının azalması ile ilişkilidir.
- Uyuşma, kas krampları sersemlik, bilinç bulanıklığı, baş dönmesi ve bayılma olabilir.
- Göğüs ağrısı, aritmiler olaya eşlik edebilir.
- Hipokapni böbrekten asit atılımını azaltarak plazma bikarbonat düzeyini düşürür.

Belirtileri

- **Laktik asit ve sitrik asit üretimini arttırdığı için anyon açığı çok az artabilir.**
- **Respiratuvar alkalozu yol açan hastalığa ait belirtiler de vardır.**

Tanı

- İlk koşul alkaloz olmasıdır yani arteriyel pH 7.42'den yüksek olmalıdır.
- İkinci koşul plazmada karbondioksitin düşmesidir.
- Eşlik eden başka bir asit baz metabolizması bozukluğu var mı?

Pratik bilgiler

1.Respiratuvar alkalozu olan bir hastada bikarbonat azalmamış ise (azalması beklenir) eşlik eden metaboliz alkaloz olabilir (örneğin kusma)

2.Respiratuvar alkalozu olan bir hastada anyon açığı yüksek çıkarsa eşlik eden başka bir hastalık olabilir (örneğin alkol zehirlenmesi).

Tedavi

- Nedene yöneliktir, hiperventilasyon önlenmelidir.
- Ağrı varsa ağrı kesici, oksijen düşükse oksijen verilmesi, anksiyete varsa gerginliğin giderilmesi yararlıdır.
- Panik halinde acil servise gelen hastada solunumun bir torba gibi kapalı sistemde yapılması hastayı rahatlatabilir.

Tedavi

- **Yüksek rakım ile ilişkili ise asetazolamid yararlı olabilir.**

Pratik sorgulama

1.İyi öykü alındı mı?

2.Arteriyel kan gazı bulguları kendi içinde tutarlı mı? (Internal consistency)

3.Asidoz mu? Alkaloz mu?

4.Metabolik mi? Solunumsal mı?

5.Adaptif değişiklikler beklendiği gibi mi?

Basit mi? Karışık mı? Akut mu? Kronik mi?

Kronik üzerine akut mu?

6.Anyon açığı nedir?

Pratik sorgulama

7.Hastadaki klinik durum(lar)da beklenen asit baz dengesi bozukluğu nedir?

8.Hastalığa yol açan nedeni bulabildik mi?

9.Hastanın hidrasyon durumu nasıl?

10.Başka elektrolit bozukluğu veya eşlik eden sorun var mı?

11.Böbrek ve/veya kalp sorunu var mı?

- **2.Arteriyel kan gazı bulguları kendi içinde tutarlı mı? (Internal consistency)**

Henderson eşitliği

Hidrojen iyon konsantrasyonu ile pH arasındaki ilişki

Hastadaki klinik durum(lar)da beklenen asit baz dengesi bozukluğu nedir?

Böbrek yetmezliği

Metabolik asidoz

KOAH

Solunumsal asidoz

İshal

Metabolik asidoz

Nazogastrik aspirasyon

Metabolik alkaloz

Biliyer drenaj

Metabolik asidoz

Salisilat intoksikasyonu

Metabolik asidoz

Solunumsal alkaloz

Diüretikler Metabolik asidoz, Metabolik alkaloz

Hastadaki klinik durum(lar)da beklenen asit baz dengesi bozukluğu nedir?

| | |
|-----------------------|--------------------|
| Methanol (sahte iki) | Metabolik asidoz |
| Alkol intoksikasyonu | Metabolik asidoz |
| Etilen glikol | Metabolik asidoz |
| Karaciğer yetmezliği | Metabolik asidoz |
| | Solunumsal alkaloz |
| Diyabetik ketoasidoz | Metabolik asidoz |
| Sepsis | Metabolik asidoz |
| | Solunumsal alkaloz |
| Açlık | Metabolik asidoz |

Hastadaki klinik durum(lar)da beklenen asit baz dengesi bozukluğu nedir?

Kardiyojenik Şok

Metabolik asidoz

Primer hiperaldosteronizm

Solunumsal asidoz

Kafa içi olayları

Metabolik alkaloz

AteŐ

Solunumsal alkaloz

Anksiyete

Solunumsal alkaloz

Kusma

Solunumsal alkaloz

Metabolik alkaloz

Pratik bilgi

- İshalde metabolik asidoz beklenir ama hipopotasemi olursa metabolik alkaloz da gelişebilir.

Plan

- Temel bilgiler
- Temel asit baz bilgileri
- Kavramlar
- Solunumsal asidoz
- Solunumsal alkaloz
- **Metabolik asidoz**
- Metabolik alkaloz
- Örnek vakalar
- Özet

Böbrekler

- 1. Glomerüler filtrata geçen bikarbonatın geri emilimi (günde 4500 mmol)**
- 2. Asit yükü nötralize etmek için yeni bikarbonat sentezi (normal koşullarda günde 60 mmol)**

60 mmol (mEq) asit yükü kaynağı

1. Diyetle alınan gıdalar: genel olarak hayvansal gıdalar asit da fazla asit yük oluştururlar. **Bitkisel ürünler ise alkali yük oluştururlar.**

2. Günlük metabolizma sonucu

3. Dışkı ile bikarbonat kaybı (böbrekten bikarbonat kaybı olmadığını bir kez daha hatırlatırım).

Pratik bilgiler

- Metabolik asidozda anyon açığı etkilenebilir.
- Anyon açığı artmış bir hastada akla öncelikle metabolik asidoz gelmelidir.

Nedenleri

Metabolik asidozlar ikiye ayrılır:

- 1. Normokloremik (artmış anyon açığı).**
- 2. Hiperkloremik (normal anyon açığı)**

Anyon açığı artmış metabolik asidozun sık nedenleri

- Böbrek yetmezliği
- Diyabetik ketoasidoz
- Laktik asidoz (şok, hipoksi, doku beslenme bozuklukları)
- Methanol
- Alkolik ketoasidoz
- Paraldehit
- Etilen glikol (antifriz zehirlenmesi)
- Salisilatlar

Anyon açığı normal metabolik asidozun sık nedenleri

- Gastrointestinal sıvı kaybı (ishal, pankreas fistülü, ileostomi)
- Renal tübüler asidozlar
- İlaçlar (asetazolamid, sülfamisin)
- Total parenteral beslenme (amino asitler)
- Amonyum klorür kullanımı
- HCl ile alkaloz tedavisi
- Hızlı parenteral izotonik NaCl uygulanması

Belirtiler

- Metabolik asidoza özgü belirti yoktur yani genel belirtiler vardır.
- Belirtiler çoğu kez metabolik asidoza yol açan nedenle ilişkilidir.
- Metabolik asidozda kompanzasyon mekanizması karbondioksitin azalması idi, karbondioksit atılımını arttırmak için solunum sayısının sıklığı ve derinliği artar, bu durum Kussmaul solunumu olarak isimlendirilir.

Belirtiler

- Karın ağrısı, bulantı, kusma, kalp kasılmasında azalma, hipotansiyon, akciğer ödemi izlenebilir.
- Asidozun sinir sistemi semptomları halsizlik, yorgunluk, uykuya eğilim, bilinç bulanıklığı ve komadır.
- Asidoz glomerüler filtrasyon değerinde azalmaya yol açabilir.
- Kronik asidozu olan hastalarda kemik hastalığı (osteomalazi, kırıklar) görülebilir.

Tanı

- İlk koşul asidoz olmasıdır yani arteriyel pH 7.38'den düşük olmalıdır.
- İkinci koşul plazmada bikarbonat azalmasıdır.
- Eşlik eden başka bir asit baz metabolizması bozukluğu var mı?

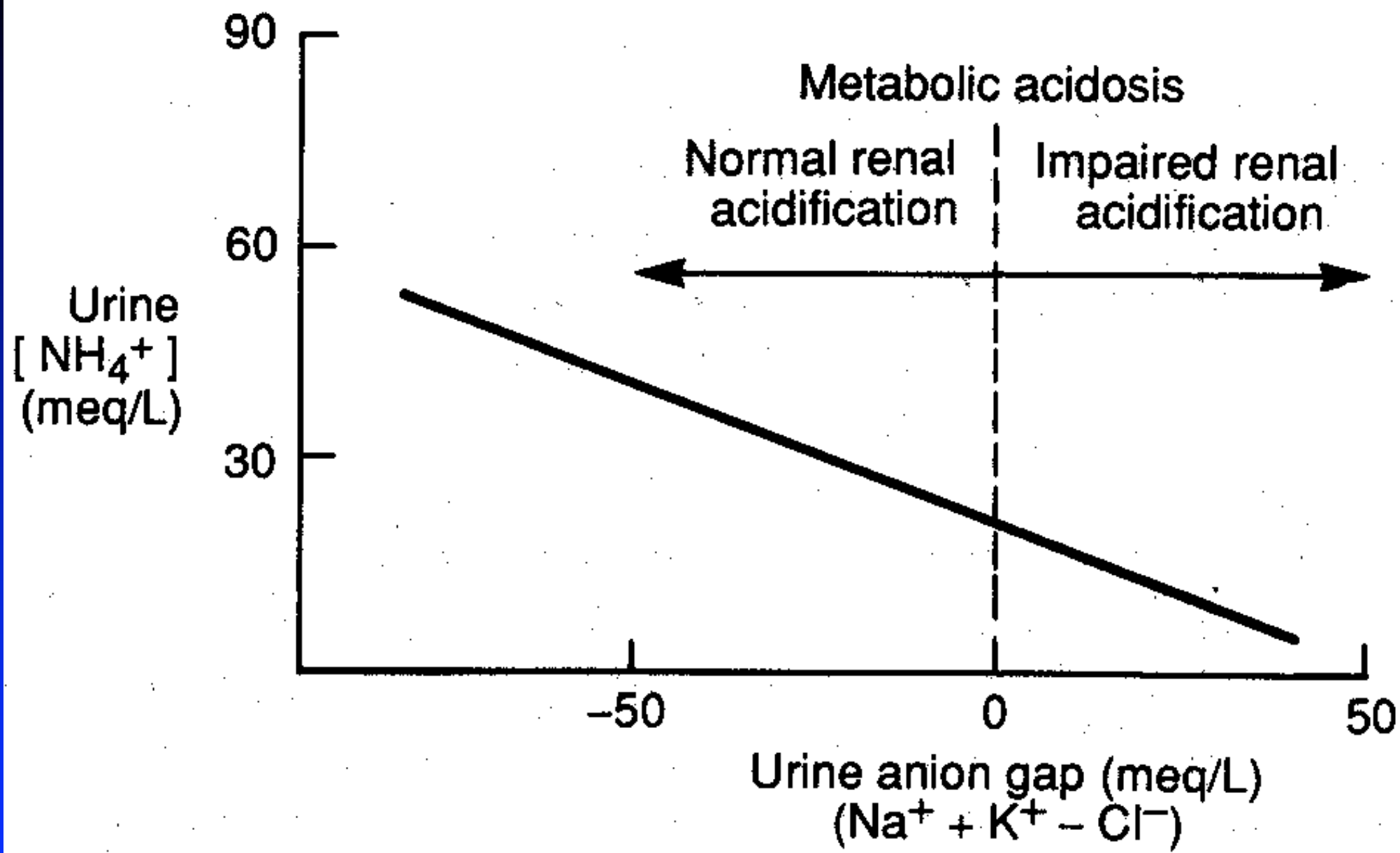
Yardımcı bilgiler

- 1.Hastanın öyküsü ve eşlik eden sorunları
- 2.Beklenen adaptif değişikliklerin hastanın bulguları ile uyumu

İdrar anyon açığı

$$([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) - ([\text{Cl}^-])$$

- Normal değeri +30-50 mmol/l'dir.
- Negatif değer idrar NH_4^+ atılımı ile kompanse edilen gastrointestinal bikarbonat kaybını işaret eder.



- **Pratik olarak normal anyon açıklı metabolik asidoz böbreklerden veya gastrointestinal sistemden (ishal) bikarbonat kaybı ile oluşur.**
- **Normal anyon açıklı metabolik asidozun ayırıcı tanısında idrar anyon açığı (İAA) kullanılır.**

- Normal değeri +30-50 mmol/l'dir.
- Negatif değer idrar NH_4^+ atılımı ile kompanse edilen gastrointestinal bikarbonat kaybını işaret eder.

Pratik bilgiler

- 1. Metabolik asidozu olan bir hastada karbondioksit düşmemiş ise (düşmesi beklenir) eşlik eden respiratuvar asidoz olabilir (örneğin kronik obstrüktif akciğer hastalığı)
- 2. Metabolik asidozu olan böbrek yetmezlikli bir hastada anyon açığı normal çıkarsa (artması beklenir) eşlik eden başka bir hastalık olabilir (örneğin paraprotein artışı, hiperkalsemi).

Tedavi

1.Öncelikle nedene yöneliktir

2.Alkali tedavisi.

Alkali tedavisi

- Alkali tedavisinde bikarbonat veya sitrat kullanılabilir.
- En çok kullanılan sodyum bikarbonattır ama hastasına göre değişir.
- Pratik bilgi: Gereğinden fazla veya hızlı bikarbonat verilir ise metabolik alkaloz dahil yan etkiler izlenir.
- Pratik bilgi: Verilecek bikarbonatı hesaplamak için bikarbonat açığı hesaplanır.

Bikarbonat açığı

- Bikarbonat açığı = Bikarbonatın dağılım hacmi X (Normal bikarbonat – Hastanın bikarbonatı)
- Bikarbonatın dağılım hacmi = 0.5 X Vücut ağırlığı
- Bikarbonat açığı ve hastaya verilmesi gereken bikarbonat farklı kavramlardır.

Alkali tedavisinin yan etkileri

- Sodyum bikarbonat verilmesine bağlı hipernatremi
- Hipervolemi
- Hiperkapni
- Hipopotasemi
- Serbest kalsiyumda azalma
- Metabolik alkaloz

Plan

- Temel bilgiler
- Temel asit baz bilgileri
- Kavramlar
- Solunumsal asidoz
- Solunumsal alkaloz
- Metabolik asidoz
- **Metabolik alkaloz**
- Örnek vakalar
- Özet

Metabolik alkaloz

- Normal koşullarda sistem bikarbonatı korumak, oluşan asit yükü nötralize etmek üzerine kurulu.
- Metabolik alkalozda ise bikarbonat fazladır veya asit kaybı vardır.

Nedenleri

- 1.Dışardan alkali verilmesi
- 2.Böbrekten asit kaybı
- 3.Gastrointestinal sistemden asit kaybı

2.Sınıflandırma

A.Hidrojen kaybı

B.Bikarbonat birikimi

C.Sıvı kaybı

3.Sınıflandırma

- A.Klorür tedavisine cevap veren
- B.Klorür tedavisine dirençli

Belirtiler

- Hafif metabolik alkalozlarda belirti olmayabilir.
- Belirtiler çoğu kez güçsüzlük, uyuşma, poliüri, polidipsi, kas krampları, postüral hipotansiyon gibi nonspesifiktir.
- Ayrıca uykuya eğilim, bilinç bulanıklığı ve konvülsiyonlara yatkınlık da izlenebilir.
- Hipopotasemi ve hipokalsemi ile ilişkili sorunlar, özellikle aritmiler görülebilir.

Tanı

- İlk koşul alkaloz olmasıdır yani arteriyel pH 7.42'den yüksek olmalıdır.
- İkinci koşul plazmada bikarbonatın artmasıdır.
- Eşlik eden başka bir asit baz metabolizması bozukluğu var mı?
- Anyon açığı artmış normal mi artmış mı

Pratik bilgiler

1. Metabolik alkalozu olan bir hastada karbondioksit artmamış ise (artması beklenir) eşlik eden respiratuvar alkaloz olabilir (örneğin merkezi sinir sistemi bozukluğuna bağlı takipne)

2. Metabolik alkalozu olan bir hastada karbondioksit beklenenden çok artmış ise eşlik eden respiratuvar asidoz olabilir (örneğin kronik obstrüktif akciğer hastalığı)

Pratik bilgiler

3. Metabolik alkalozu olan bir hastada anyon açığı beklenenden çok artmış ise eşlik eden metabolik asidoz olabilir (örneğin böbrek yetmezliği).

Tedavi

- **Öncelikle nedene yöneliktir**
- **Asit tedavisi.**

1.Sınıflandırma

1.Dışardan alkali verilmesi: Alkali kaynağının önlenmesi

2.Böbrekten asit kaybı: Nedene yönelik

3.Gastrointestinal sistemden asit kaybı: Sıvı kaybının önlenmesi

2.Sınıflandırma

A.Hidrojen kaybı: Hidrojen kaybının önlenmesi

B.Bikarbonat birikimi: Bikarbonat kaynağının önlenmesi

C.Sıvı kaybı: Sıvı tedavisi

3.Sınıflandırma

A.Klorür tedavisine cevap veren: İntravenöz sodyum klorür ve/veya potasyum klorür

B.Klorür tedavisine dirençli: Nedene yönelik

Plan

- Temel bilgiler
- Temel asit baz bilgileri
- Kavramlar
- Solunumsal asidoz
- Solunumsal alkaloz
- Metabolik asidoz
- Metabolik alkaloz
- Örnek vakalar
- Özet

Örnek hasta

- 45 yaşında, KOAH var
- Hangi asit-baz bozukluğunu beklersiniz?

Solunumsal asidoz

Örnek hasta

- 70 yaşında, erkek hasta
- Sigara +, 2 paket/gün, 40 yıldır
- 10 yıldır kronik bronşit ve KOAH tanısı ile izleniyor
- Kullandığı ilaçlar: Monoket long, Furosemide, Ventolin inhaler
- Genel durumu bozulduğu için başvurdu

Örnek hasta (devam)

- Arteriyel kan gazı (oda havası solunurken)

pH 7.4, PCO₂: 60 mm Hg, HCO₃: 36 mEq/l, PO₂: 69 mm Hg

- Hematokrit % 62

- Serum elektrolitleri

Na: 140 mEq/l, K 3 mEq/l, Cl 90 mEq/l, Anyon açığı 14 mEq/l, Serum keton -, serum glukoz 100 mg/dl

Yorumunuz nedir?

Asit-baz metabolizması bozukluğu olan hasta

- Arteriyel kan gazı bulguları kendi içinde tutarlı mı? (Internal consistency) **EVET**
- Asidoz mu? Alkaloz mu? **NORMAL**
- Metabolik mi? Solunumsal mı? **??**
- Adaptif değişiklikler beklendiği gibi mi? Basit mi? Karışık mı?
Akut mu? Kronik mi? Kronik üzerine akut mu?
- Anyon açığı nedir?
- Başka elektrolit bozukluğu veya eşlik eden sorun var mı?
- Hastadaki klinik durum(lar)da beklenen asit baz dengesi bozukluğu nedir?

Adaptif değişiklikler, KOAH'ta beklenen solunumsal asidoz

- Akut respiratuvar asidoz

PaCO₂'deki her 10 mm Hg artış HCO₃'ı 0.75 mEq/l yükseltir, 5 mEq/L'ye kadar değişkenlik gösterebilir

Gereken zaman: 5-10 dakika

- Kronik respiratuvar asidoz

PaCO₂'deki her 10 mm Hg artış HCO₃'ı 4 mEq/l yükseltir, 4 mEq/L'ye kadar değişkenlik gösterebilir

Gereken zaman: 72-96 saat

Hastada oran 20/12, kronikle uyumlu olabilir ama beklenen 20/8

Anyon açığı

- Hastada 14 mmol/l
- Metabolik alkalozda bikarbonattaki her 1 mEq/l artış plazma anyon açığını 0.4-0.5 mEq/l arttırır

Örnek hasta (yorum)

- PH normal sınırlarda
- PaCO₂ ve HCO₃ artmış
- Bir anormallik olmalı
- Birbirine zıt 2 olay olmalı
- Asidoz (solunumsal) + Alkaloz (furosemide bağlı metabolik)

Örnek hasta

- 35 yaşında erkek hasta acil servise alkol komasında geliyor?
- Hangi asit-baz bozukluğunu beklersiniz?

Metabolik asidoz

Plan

- Temel bilgiler
- Temel asit baz bilgileri
- Kavramlar
- Solunumsal asidoz
- Solunumsal alkaloz
- Metabolik asidoz
- Metabolik alkaloz
- Örnek vakalar
- **Özet**

Pratik sorgulama

1.İyi öykü alındı mı?

2.Arteriyel kan gazı bulguları kendi içinde tutarlı mı? (Internal consistency)

3.Asidoz mu? Alkaloz mu?

4.Metabolik mi? Solunumsal mı?

5.Adaptif değişiklikler beklendiği gibi mi?

Basit mi? Karışık mı? Akut mu? Kronik mi?

Kronik üzerine akut mu?

6.Anyon açığı nedir?

Pratik sorgulama

7.Hastadaki klinik durum(lar)da beklenen asit baz dengesi bozukluğu nedir?

8.Hastalığa yol açan nedeni bulabildik mi?

9.Hastanın hidrasyon durumu nasıl?

10.Başka elektrolit bozukluğu veya eşlik eden sorun var mı?

11.Böbrek ve/veya kalp sorunu var mı?

- **2.Arteriyel kan gazı bulguları kendi içinde tutarlı mı? (Internal consistency)**

Henderson eşitliği

Hidrojen iyon konsantrasyonu ile pH arasındaki ilişki

Hastadaki klinik durum(lar)da beklenen asit baz dengesi bozukluğu nedir?

Böbrek yetmezliği

Metabolik asidoz

KOAH

Solunumsal asidoz

İshal

Metabolik asidoz

Nazogastrik aspirasyon

Metabolik alkaloz

Biliyer drenaj

Metabolik asidoz

Salisilat intoksikasyonu

Metabolik asidoz

Solunumsal alkaloz

Diüretikler Metabolik asidoz, Metabolik alkaloz

Hastadaki klinik durum(lar)da beklenen asit baz dengesi bozukluğu nedir?

| | |
|-----------------------|--------------------|
| Methanol (sahte iki) | Metabolik asidoz |
| Alkol intoksikasyonu | Metabolik asidoz |
| Etilen glikol | Metabolik asidoz |
| Karaciğer yetmezliği | Metabolik asidoz |
| | Solunumsal alkaloz |
| Diyabetik ketoasidoz | Metabolik asidoz |
| Sepsis | Metabolik asidoz |
| | Solunumsal alkaloz |
| Açlık | Metabolik asidoz |

Hastadaki klinik durum(lar)da beklenen asit baz dengesi bozukluğu nedir?

Kardiyojenik Şok

Metabolik asidoz

Primer hiperaldosteronizm

Solunumsal asidoz

Kafa içi olayları

Metabolik alkaloz

AteŐ

Solunumsal alkaloz

Anksiyete

Solunumsal alkaloz

Kusma

Solunumsal alkaloz

Metabolik alkaloz

● <http://tekinakpolat.com/sivi-elektrolit/>

Temel Sivi Elektrolit

Prof. Dr. Tekin AKPOLAT
2018

www.tekinakpolat.com

Nefroloji Online

Prof. Dr. Tekin AKPOLAT
2019

Hastalık yoktur hasta vardır

Hasta yoktur insan vardır

Empati olmazsa olmaz

Hekim hasta ilişkisi insani bir ilişkidir

Tek doğru yoktur