

KAN GAZLARI

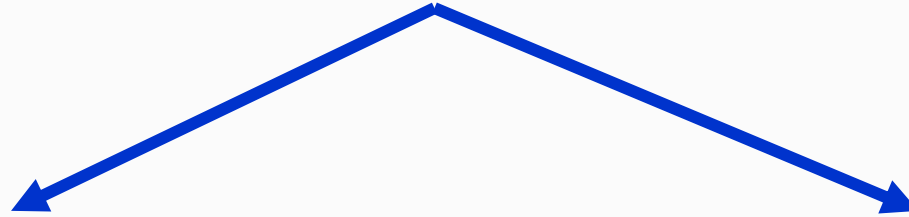
ACID-BASE DISORDERS

Life is a struggle, not against sin, not against money power... but against hydrogen ions.

H.L. Mencken

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
GÖĞÜS HASTALIKLARI ABD/YOĞUN BAKIM BİLİM DALI

2 FARKLI YAKLAŞIM



Henderson - Hasselbalch

pH, kontrolünde $[H^+]$, $[OH^-]$, $[HCO_3^-]$ bağımlı değişkenlerdir, **altta yatan nedeni vermezler !!**

**Fizikokimyasal Yaklaşım
(Stewart Hipotezi)**

- Geleneksel yöntemler **metabolik asidozu ve patofizyolojisini değerlendirmede yetersiz**
- Serum **albümin** düzeyi önemli

KAN GAZLARI HER ZAMAN HASTANIN KLİNİĞİ İLE BERABER DEĞERLENDİRİLMELİDİR

Arter Kan Gazları

Arter kan gazı analizi;

Oksijen parsiyel basıncı (PaO_2)

Karbondiyoksit parsiyel Basıncı ($PaCO_2$)

Oksijen satürasyon yüzdesi (SaO_2)

pH ve bikarbonat (HCO_3)

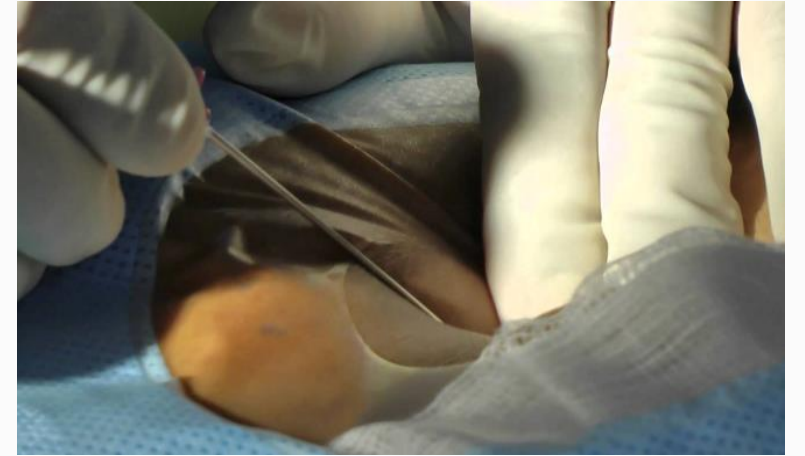
değerlerinin ölçümüne dayanır

Sağlıklı Erişkinde Normal Arter Kan Gazı Değerleri

| | |
|----------|---------------|
| pH | 7.35-7.45 |
| PaO_2 | 85-100 mmHg ? |
| $PaCO_2$ | 35-45 mmHg |
| HCO_3 | 21-27 mEq/L |
| BE | ±2 |
| SaO_2 | %95-100 ? |

AKG Nereden Alınır ?

- Radial arter
- Femoral arter
- Brakial arter
- Axillar arter
- Dorsalis pedis

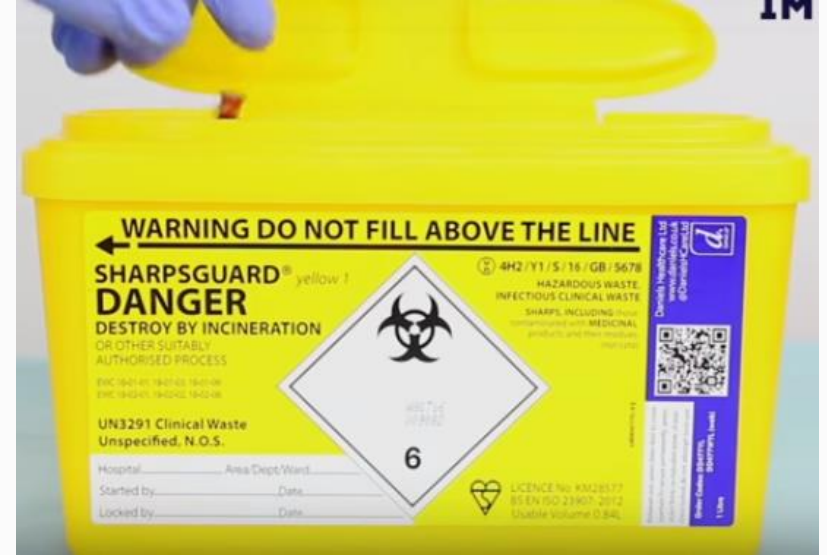
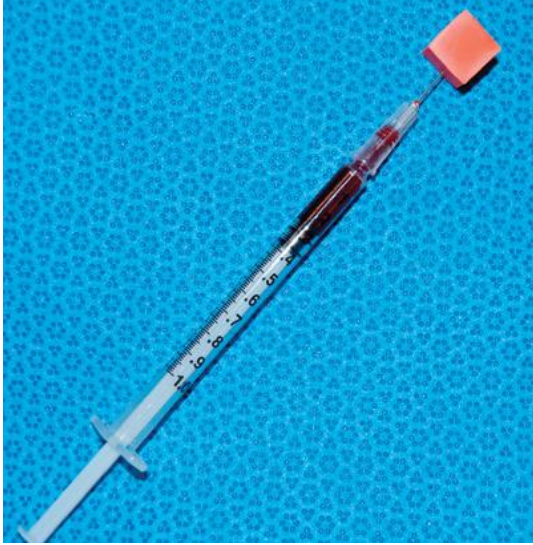


AKG Nasıl Alınır ?

- Enjektör iğnesi steril olmalıdır
- Enjektör ve iğne en az 0.1 mL heparinle yıkanmalıdır
- Palpabl olduğu saptanan arterde dolaşım kontrol edilmelidir
- Arter üstündeki deri sterilize edilmelidir
- Ponksiyonu takiben enjektörün pistonuna müdahale edilmemelidir
- Enjektörde hava kabarcığı olmamasına dikkat edilmelidir
- Materyal hızla ve uygun koşullarda laboratuara ulaştırılmalıdır



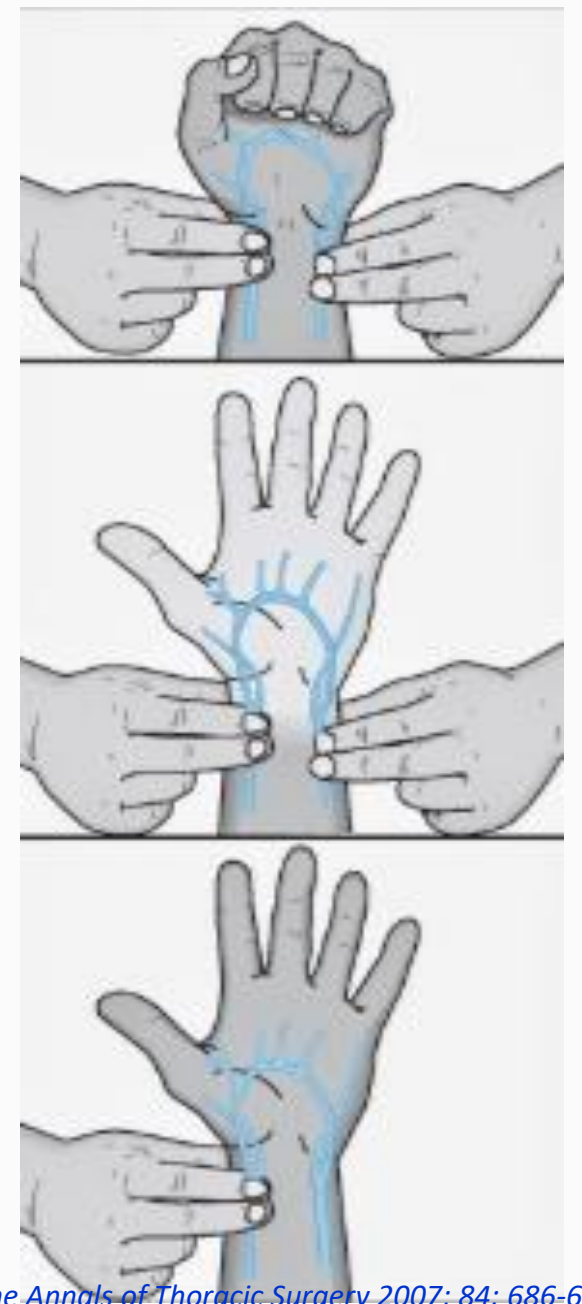
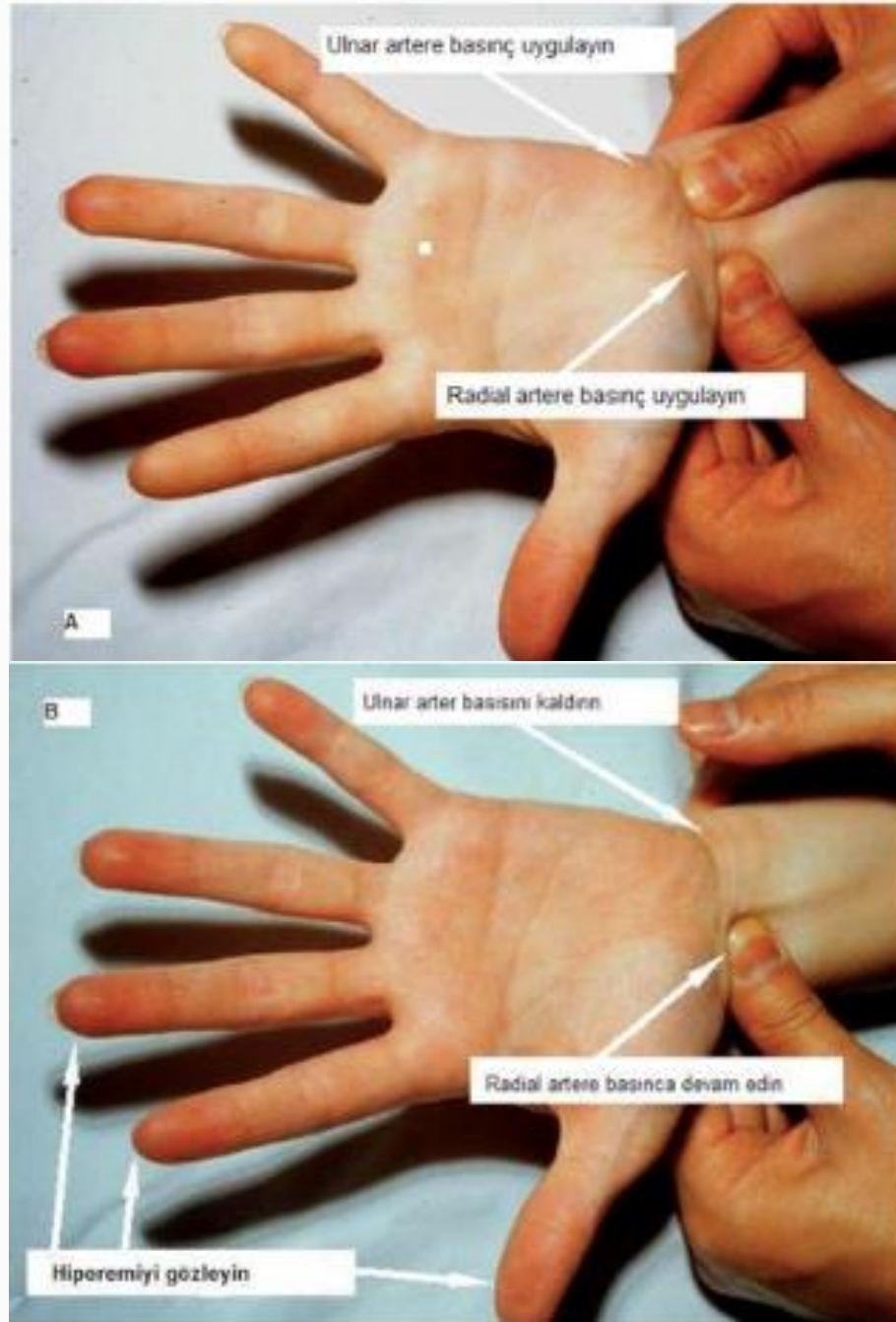
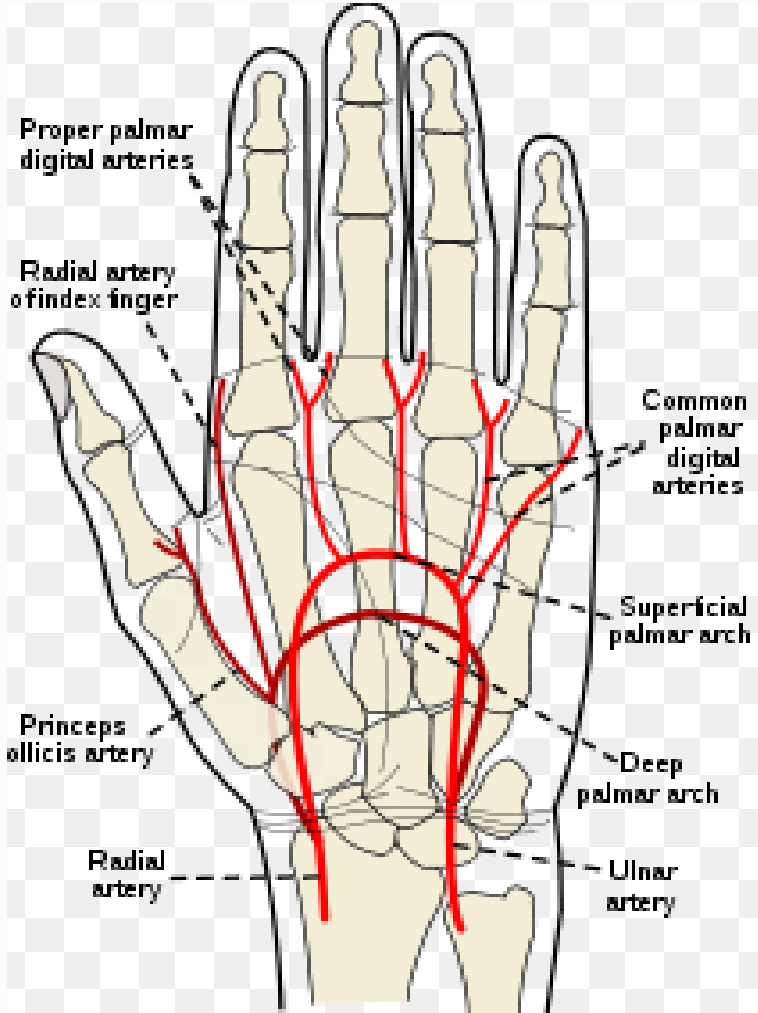
Arter Kan Gazı



AKG örneği **10 dakika** içerisinde analiz edilmeli

30 dakikadan fazla bekleme süresi varsa örnek buz üzerinde saklanmalı

ALLEN TESTİ



Venöz Kan Gazları ile Değerlendirme

Venöz kan gazı değerleri kişinin arteriyel kandan farklıdır

| | Periferik Venöz Kanda | Santral Venöz Kanda |
|-------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| pH | 0.03 - 0.04 birim düşüktür | 0.03 – 0.05 birim düşüktür |
| PaCO₂ | 3 - 8 mmHg yüksektir | 4 – 5 mmHg yüksektir |
| HCO₃ | 1 - 2 mEq /L yüksektir | Aynıdır/Çok hafif yüksektir |

PaO₂ ve SaO₂ ?

J Emerg Med 2002; 22:15

Arter Kan Gazlarının Yorumlanması

OKSİJENLENME

PaO₂-SaO₂

VENTİLASYON

PaCO₂

GAZ ALIŞVERİŞİ

P(A-a)O₂, PaO₂

ASİT-BAZ DENGESİ

Primer asit-baz bozukluğu

pH

Kompanzasyon

PaCO₂-HCO₃

Asit-baz bozukluğunun tipi

Akut, kronik, mikst

OKSİJENLENME

PaO₂: Arteriyel kanda plazmada eriyik halde bulunan oksijenin basıncıdır (%2)

HİPOKSEMİ: Arter kanında parsiyel oksijen basıncının **80 mmHg**'nin altına düşmesi

AKG'da **PaO₂ 60 mmHg** ise doku **hipoksisi**

SaO₂ % : O₂ ile doymuş Hb yüzdesi (%98)

$$PaO_2 = 100 - \text{yaş} / 3$$

| | |
|------------------------|---------------------|
| Hafif Hipoksemi | 80-60 mm-Hg |
| Orta Hipoksemi | 40- 60 mm-Hg |
| Ağır Hipoksemi | 40 mm-Hg ↓ |

VENTİLASYON

Solunum gazlarının akciğere giriş ve çıkış işlemidir

Ortalama dakika ventilasyonu **5.5-6 L**'dir

Ölü boşluk ventilasyonu: Gaz alışverişinde rol almayan bölümdür (respiratuar bronşiyole kadar)

Alveoler ventilasyon: Gaz alışverişinden (CO₂ atılımından) sorumlu olan bölümdür (respiratuar bronşiyol ve distalinde kalan bölüm)

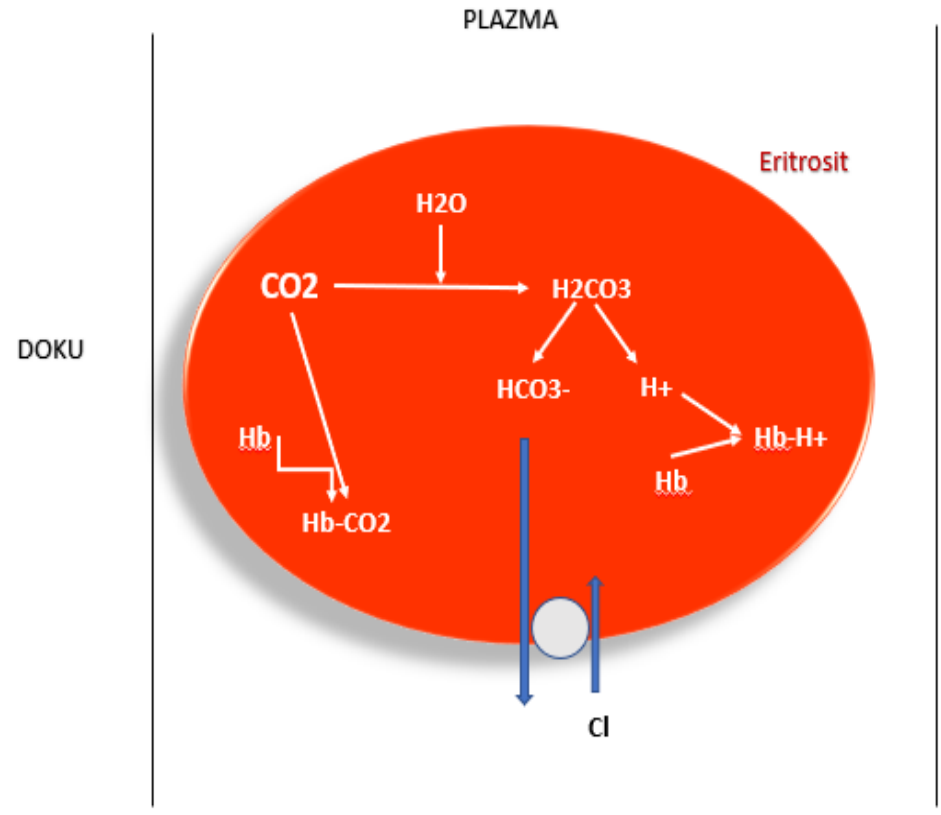
VENTİLASYON

CO₂ kanda üç farklı formda taşınmaktadır

- HCO₃ halinde: CO₂'nin büyük bölümü kanda HCO₃ halinde taşınır (~ %90'ı)



- Plazma proteinlerine ve özellikle de Hb'ye bağlanarak
- Kanda eriyik CO₂ olarak taşınır (%5)- PaCO₂



VENTİLASYON

| Ventilasyon | Kan | PaCO ₂ |
|--------------------|------------|-------------------|
| Hipoventilasyon | Hiperkapni | >45 mmHg |
| Normal ventilasyon | Normokapni | 35-45 mmHg |
| Hiperventilasyon | Hipokapni | < 35 mmHg |

pH ve PaCO₂ : Santral ve periferik kemoreseptörleri etkiler

PaO₂: Periferik kemoreseptörleri etkiler

GAZ ALIŞVERİŞİ (Alveolo-arteriyel oksijen gradienti)

Trakea havasında $P_{aO_2}:149$ mmHg

Alveol havasında $P_{aO_2}:109$ mmHg

Arteriyel kanda $P_{aO_2}:95$ mmHg

Venöz kanda $P_{aO_2}:40$ mmHg (Hiç bir zaman 48 mmHg'den büyük olmaz)

GAZ ALIŞVERİŞİ (Alveolo-arteriyel oksijen gradienti)

$$P(A-a)O_2: PAO_2 - PaO_2$$

$$P(A-a)O_2: [FiO_2 \times (P_{atm} - P_{H_2O}) - (PaCO_2)/R] - PaO_2 \quad 5-15 \text{ mmHg}$$

Deniz seviyesinde barometrik basınç 760 mmHg

FiO₂: 0,21

37 derecede su basıncı 47 mmHg

$$p(A-a) O_2: [0,21 \times (760 - 47) - (1,25 \times PaCO_2)] - PaO_2$$

$$p(A-a) O_2: [150 - (1,25 \times PaCO_2)] - PaO_2$$

Yaőa göre beklenen p(A-a) O₂ : 2.5 + [0.25 x yaş (yıl)]

Artmış P(A-a)O₂ pulmoner disfonksiyonu gösterir..

V/Q boz., Şant, diffüzyon bozukluęunda ARTAR, Hipoventilasyonda **NORMALDİR..**

ASİT BAZ DENGESİ

- pH
- PaCO₂
- Standart bikarbonat
- Aktüel bikarbonat
- Baz fazlalığı (BE)

pH

Hidrojen iyon konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır

Hastanın asidoz ya da alkalozda olduğunu gösterir

Hangi tip asit-baz bozukluğu olduğunu göstermez

$$\text{pH} = \log (1/[\text{H}^+]) = - \log [\text{H}^+]$$

pH asidoz yada alkalozun kompanse olup olmadığını gösterir

Yaşam ile bağdaşan sınırlar 6.8-7.8



Bikarbonat (HCO_3)

Bikarbonat iyonunun serum konsantrasyonudur

Kanda önemli bir tampondur

Asit-baz dengesinin **metabolik komponentini** değerlendirmede kullanılır

Standart Bikarbonat: Standart koşullarda (37 °C sıcaklık ve 40 mmHg PCO_2) kanda bulunması gereken bikarbonat değeridir. Normal değeri 22-26 mEq/L'dir. **Yalnızca metabolik değişikliklerden etkilenir**

Aktüel Bikarbonat: Kanda bulunan **gerçek bikarbonat** değeridir. Normalde 22-26 mEq/L'dir

Solunumsal ve metabolik olaylardan etkilenir

Baz fazlalığı (BE)

Tam oksijenize kanın;

Isısı 37°C, PaCO₂: 40 mmHg iken pH'sını 7.40'a getirmek için gerekli asit veya baz miktarıdır

Metabolik durumun göstergesidir

BE < -2.5 ise metabolik asidoz, **BE > +2.5** ise metabolik alkaloz

Solunumsal ve metabolik asidozu ayırmak sadece baz fazlasına bakmakla mümkündür (baz defisiti)

ASİT-BAZ DENGESİ

PRİMER ASİT-BAZ BOZUKLUKLARI

- Solunumsal Asidozis
- Solunumsal Alkalozis
- Metabolik Asidozis
- Metabolik Alkalozis

Volatil Asit: Karbonik Asit

Volatil Olmayan Asitler: Ketoasit, laktik asit,
sülfirik, fosforik asit

Metabolik Fonksiyon (Böbrek)
pH: _____
Respiratuar Fonksiyon (Akciğer)

$$\text{pH: } 6,10 + \log \frac{\text{HCO}_3}{0.0301 \times \text{PCO}_2 (\text{H}_2\text{CO}_3)}$$

Asit-Baz Dengesini Düzenleyen Sistemler

1. Kimyasal Tampon Sistemleri



Hb

2. Solunum Sistemi Kompanzasyonu 30 dk içerisinde başlar ve 12-24 saatte pik yapar, PaCO₂ > 40 mmHg solunum merkezi uyarılır

3. Renal Yaklaşık 6-12 saat sonra başlar, 3-5 günde tamamlanır

SOLUNUMSAL (RESPIRATUAR) ASİDOZ

Respiratuar Asidozda AKG Bulguları

| PaCO ₂ | pH | Std HCO ₃ | BE | |
|-------------------|---------|----------------------|--------|-------------------------------|
| Artmış | Azalmış | Normal | Normal | Dekompanse Respiratuar Asidoz |
| Artmış | Normal | Artmış | Artmış | Kompanse Respiratuar Asidoz |

SOLUNUMSAL (RESPIRATUAR) ASİDOZ

Hipoventilasyona bağlı gelişen $\text{pH} \downarrow$ ve $\text{PaCO}_2 \uparrow$ ile karakterize

Sık görülen nedenleri:

- ❖ KOAH
- ❖ Astım krizi
- ❖ Havayolu obstrüksiyonu
- ❖ Pulmoner ödem
- ❖ Nöromusküler hastalıklar (Myastenia Gravis...)
- ❖ MSS depresyonu (Opioidler...)

SOLUNUMSAL (RESPIRATUAR) ALKALOZ

Respiratuar Alkalozda AKG Bulguları

| PaCO ₂ | pH | Std HCO ₃ | BE | |
|-------------------|--------|----------------------|---------|--------------------------------|
| Azalmış | Artmış | Normal | Normal | Dekompanse Respiratuar Alkaloz |
| Azalmış | Normal | Azalmış | Azalmış | Kompanse Respiratuar Alkaloz |

SOLUNUMSAL (RESPIRATUAR) ALKALOZ

Hiperventilasyona bağlı gelişen $\text{pH}\uparrow$ ve $\text{PaCO}_2\downarrow$ ile karakterize

Sık görülen nedenleri:

- Ağrı
- Ateş
- Hipoksi
- Sepsis
- Anksiyete
- Travmatik Beyin Hasarı
- Pulmoner emboli
- Gebelik
- Pnömotoraks
- Aşırı mekanik ventilasyon

METABOLİK ASİDOZ

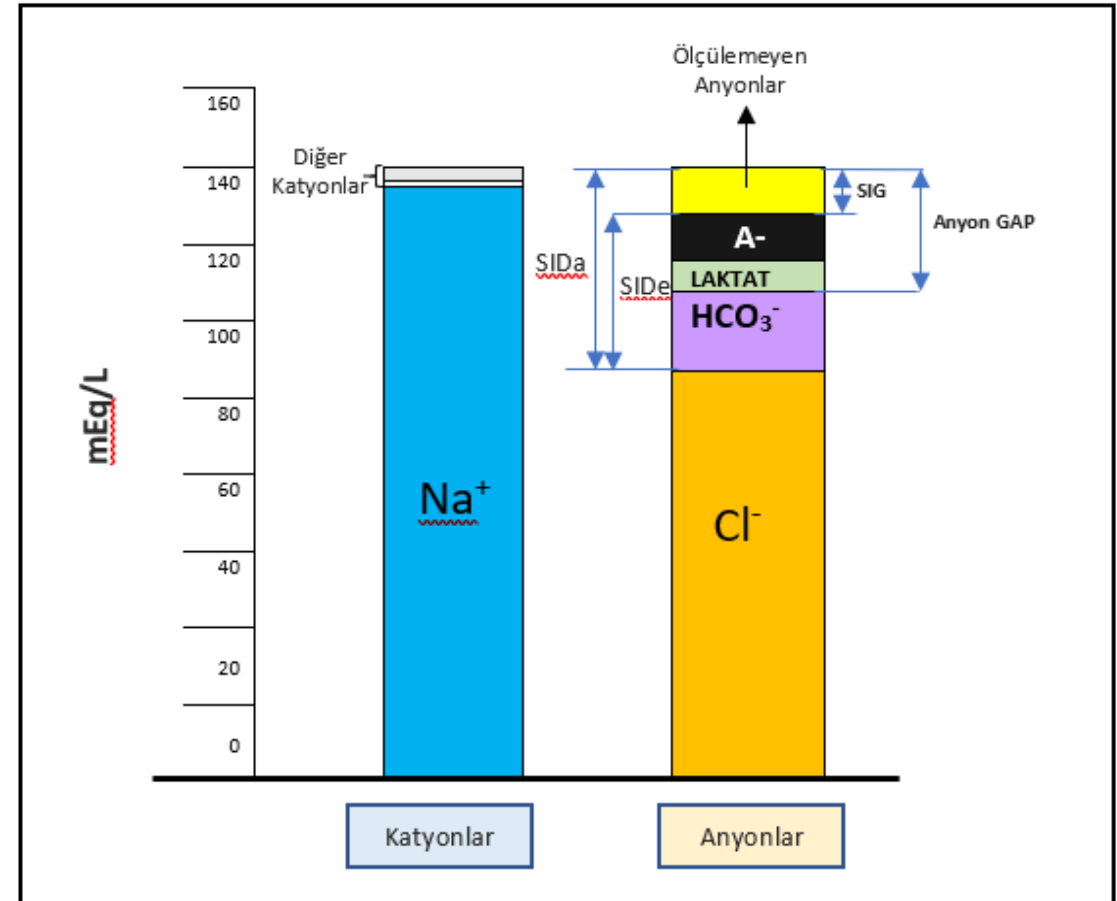
Metabolik Asidoz

| pH | HCO ₃ | PaCO ₂ | |
|---------|------------------|-------------------|-----------------------------|
| Azalmış | Azalmış | Normal | Dekompanse Metabolik Asidoz |
| Normal | Azalmış | Azalmış | Kompanse Metabolik Asidoz |

ANYON GAP (Anyon Açığı)

$$AG = Na^+ - (HCO_3^- + Cl^-)$$

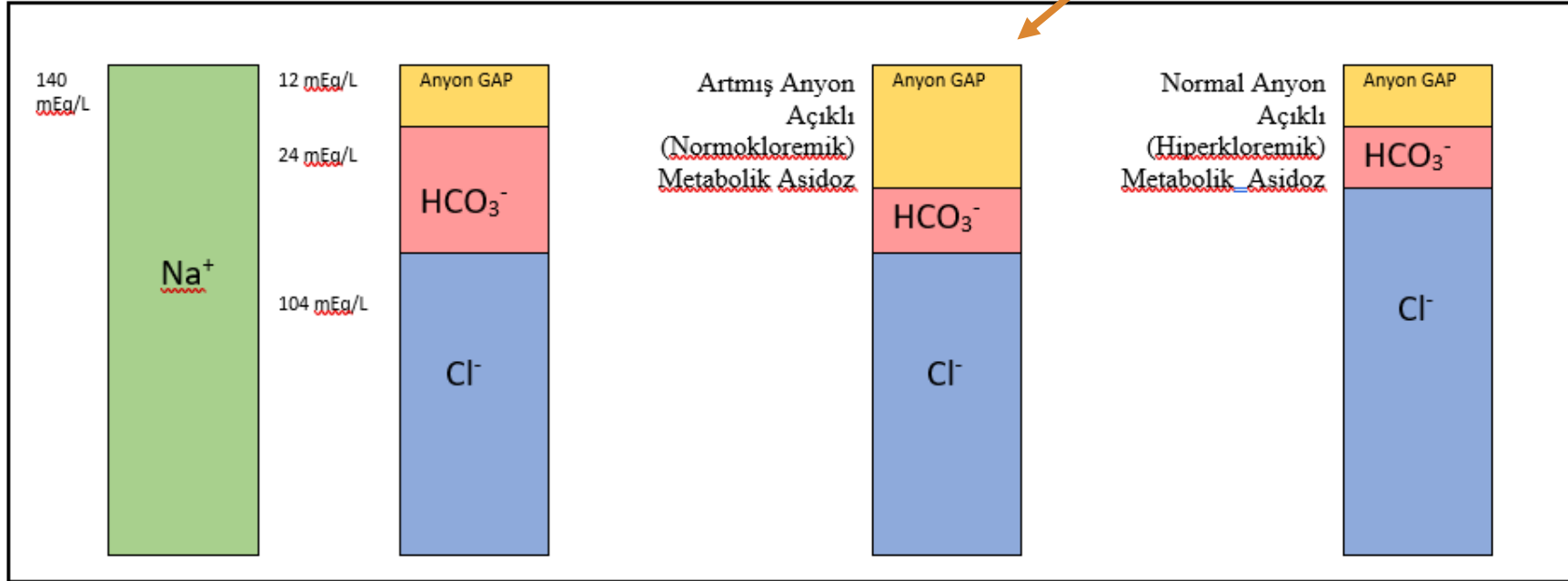
Normal AG : 12 ± 4 mEq/L



ANYON GAP (Anyon Açığı)

Volatil olmayan asitlerde artış

Anyon Açığına Göre Metabolik Asidoz Çeşitleri



$$\text{Albumine Göre Düzeltmiş AA} = \text{AA} + (0.25 \times [4 - \text{Ölçülen Albumin g/dL}])$$

Hipoalbuminemi varsa; her 1 mg/dL azalma için anyon gap 2.5 mEq/L azalır

ANYON GAP (Anyon Açığı)

Artmış AA'lı metabolik asidozda ikinci bir metabolik asit-baz dengesi bozukluğu var mı?

$$\text{Delta-Delta Açığı} = \frac{\Delta\text{AA}}{\Delta\text{HCO}_3} = \frac{\text{Hesaplanan AA}-12}{24 - \text{Ölçülen HCO}_3}$$

1: Artmış Anyon Açıklı Metabolik Asidoz
>1: Artmış Anyon Açıklı Metabolik Asidoz
+
Metabolik Alkaloz
<1: Artmış Anyon Açıklı Metabolik Asidoz
+
Metabolik Asidoz

ANYON GAP (Anyon Açığı)

Artmış Anyon Gap Metabolik Asidoz

Laktik asidoz

Ketoasidoz

Son dönem böbrek yetmezliği

Metanol intoksikasyonu

Etilen glikol intoksikasyonu

Propil alkol intoksikasyonu

Salisilat intoksikasyonu

Normal Anyon Gap Metabolik Asidoz

Diyare

İzotonik salin infüzyonu

Böbrek yetmezliğinin erken evreleri

Renal tübüler asidoz

Asetazolamid

Üreteroenterostomi

METABOLİK ALKALOZ

Metabolik Alkaloz

| pH | HCO ₃ | PaCO ₂ | |
|--------|------------------|-------------------|------------------------------|
| Artmış | Artmış | Normal | Dekompanse Metabolik Alkaloz |
| Normal | Artmış | Artmış | Kompanse Metabolik Asidoz |

- Bikarbonat gibi alkali maddelerin alınması
- Kusma
- Diüretik kullanımı
- Şiddetli hipokalemi
- Primer hiperaldosteronizm

| ASİT-BAZ BOZUKLUĞU | KOMPANZASYON |
|-----------------------------|--|
| SOLUNUMSAL ASİDOZ (Akut) | Her 10 mmHg PaCO ₂ artışı için HCO ₃ ⁻ 1 mmol/L artar, pH 0.08 azalır |
| SOLUNUMSAL ASİDOZ (Kronik) | Her 10 mmHg PaCO ₂ artışı için HCO ₃ ⁻ 3-4 mmol/L artar, pH 0.03 azalır |
| SOLUNUMSAL ALKALOZ (Akut) | Her 10 mmHg PaCO ₂ azalışı için HCO ₃ ⁻ 2 mmol/L azalır, pH 0.08 artar |
| SOLUNUMSAL ALKALOZ (Kronik) | Her 10 mmHg PaCO ₂ azalışı için HCO ₃ ⁻ 5 mmol/L azalır, pH 0.03 artar |
| METABOLİK ASİDOZ | HCO ₃ ⁻ 'de 1 mmol/L 'lik azalma için PaCO ₂ 1.0-1.3 mmHg azalır |
| METABOLİK ALKALOZ | HCO ₃ ⁻ 'deki her 1 mmol/L 'lik artış için PaCO ₂ 0.6-0.7 mmHg artar |

Asit Baz Bozukluklarında Kompanzasyon

Metabolik asidozda beklenen PaCO₂ değerleri;

$$\text{PaCO}_2 = 1.5 \times \text{Serum HCO}_3 + 8 (\pm 2) \text{ (Winter Formülü)}$$

veya

$$\text{PaCO}_2 = \text{Serum HCO}_3 + 15$$

veya

$$\text{pH: } 7,xy \quad \text{PaCO}_2: xy$$

Metabolik alkalozda beklenen PaCO₂;

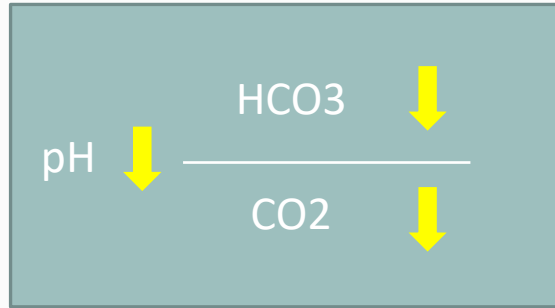
$$\text{PaCO}_2 = 0.7 \times [\text{HCO}_3] + 22$$

veya

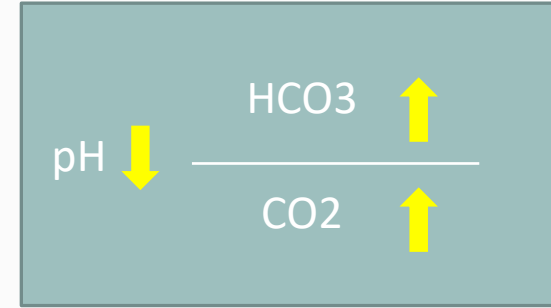
HCO₃'de her 10 mmol/l -> pCO₂'yi
6 mmHg↑

Solunumsal kompanzasyon ile PaCO₂ **8- 12 mmHg**'nin altına düşmez

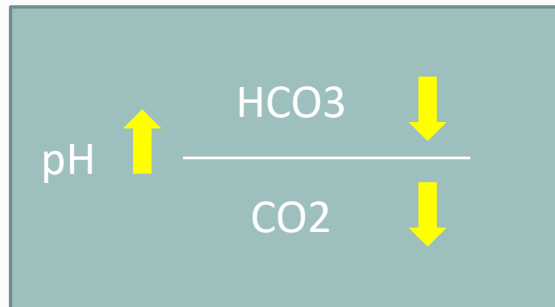
Arter Kan Gazı Değerlendirme



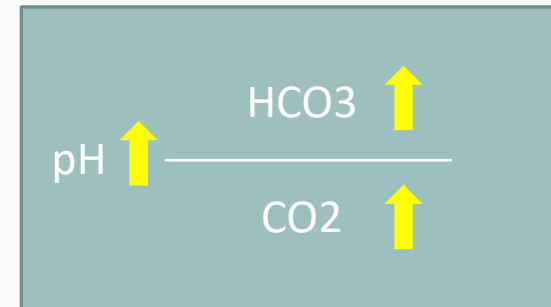
Metabolik Asidoz
Solunumsal Kompanzasyon



Solunumsal Asidoz
Metabolik Kompanzasyon



Solunumsal Alkaloz
Metabolik Kompanzasyon



Metabolik Alkaloz
Solunumsal Kompanzasyon

KG değerlendirme Sıralama...

1- **SO₂'ye bak** Kan gazı arter-ven?

2- **pH analizi** Primer bozukluk asidoz-alkaloz?

3- **pCO₂ ve HCO₃, BE** Primer bozukluk metabolik - solunumsal

PaCO₂ >45 mmHg ya da HCO₃ <22 mEq/L → **ASİDOZ**

PaCO₂ <35 mmHg ya da HCO₃ >26 mEq/L → **ALKALOZ**

pH ve PaCO₂ değişimi farklı yönde ise primer patoloji → **Respiratuar**

pH ve PaCO₂ değişimi aynı yönde ise primer patoloji → **Metabolik**

| PRİMER PATOLOJİ? | pH | pCO ₂ veya HCO ₃ |
|---------------------|-------------|--|
| Respiratuar Asidoz | pH düşük ↓ | pCO ₂ yüksek ↑ |
| Metabolik Asidoz | pH düşük ↓ | HCO ₃ düşük ↓ |
| Respiratuar Alkaloz | pH yüksek ↑ | pCO ₂ düşük ↓ |
| Metabolik Alkaloz | pH yüksek ↑ | HCO ₃ yüksek ↑ |

KG değerlendirme Sıralama...

Pratik Öneri:

1. Hem pH, hem de PaCO₂ normal aralık dışında ise, değişme yönleri incelenerek primer asitbaz dengesi bozukluğu tespit edilir

Örnek: pH 7.21, PaCO₂ 21 mmHg gibi bir kan gazı değeri düşük, primer sorun metabolik asidoz

2. pH ya da PaCO₂'den biri normalse, mikst asit-baz dengesi

Örn: Eğer PaCO₂ normal ise, pH'nın değişme yönü metabolik

| Test Adı | Sonuç | Birim | H/L | Ref. Aralığı |
|------------------------|-------|--------|----------|--------------|
| Kan Gazı Servis | | | | |
| pH | 7.479 | | H | 7.35 - 7.45 |
| pCO ₂ | 41.5 | mmHg | | 35 - 46 |
| pO ₂ | 101.8 | mmHg | H | 70 - 100 |
| HCO ₃ -std | 30.0 | mmol/L | H | 21 - 26 |
| BE (ecf) | 6.6 | mmol/L | H | -2 - +3 |
| ctHb | 11.1 | g/dL | L | 12 - 16 |
| ctO ₂ (a) | 15.1 | VOL/% | | |
| sO ₂ | 97.5 | % | | 96 - 100 |
| FO ₂ Hb | 96.1 | % | | 96 - 100 |
| FCOHb | 1.1 | % | | 0 - 2 |
| FMetHb | 0.3 | % | | 0 - 1.5 |
| FHHb | 2.5 | % | | 0 - 5 |
| Ca ⁺⁺ | 1.05 | mmol/L | L | 1.15 - 1.35 |
| Na ⁺ | 131.3 | mmol/L | L | 135 - 145 |

KG değerlendirme Sıralama...

4- Beklenen yanıtın değerlendirilmesi

- Eğer primer **metabolik asidoz ya da alkaloz** saptandı ise; **Beklenen CO2 hesaplanır..**
- Eğer **solunumsal asidoz veya alkaloz mevcut ise**, **durumun akut, kısmi olarak kompanse edilmiş ya da tam kompanse edilmiş olup olmadığına bakılır**

| | |
|-----------------------------|--|
| Solunumsal asidoz (akut) | Her 10 mmHg PaCO ₂ artışı için HCO ₃ ⁻ 1 mmol/L artar, pH 0.08 azalır |
| Solunumsal asidoz (kronik) | Her 10 mmHg PaCO ₂ artışı için HCO ₃ ⁻ 3-4 mmol/L artar, pH 0.03 azalır |
| Solunumsal alkaloz (akut) | Her 10 mmHg PaCO ₂ azalışı için HCO ₃ ⁻ 2 mmol/L azalır, pH 0.08 artar |
| Solunumsal alkaloz (kronik) | Her 10 mmHg PaCO ₂ azalışı için HCO ₃ ⁻ 5 mmol/L azalır, pH 0.03 artar |

KG değerlendirme Sıralama...

Kan pH

- Normal sınırlarda ancak PaCO₂ ve HCO₃ değerleri anormal ise
- Bu durumda hastanın asidotik ya da alkalotik olabileceğini ancak tam kompanse ettiğini gösterir.
- 7.40'ı sınır olarak kabul edip mevcut pH'ın hangi tarafa yakın olduğunu saptamak önemlidir.
- 7.35.....7.40.....7.45
- 7.35 - 7.39 = Asidoz
- 7.41 - 7.45 = Alkaloz

| Kan Gazı Servis | | | | |
|-----------------------|-------|--------|---|-------------|
| PH | 7.394 | | | 7.35 - 7.45 |
| pCO ₂ | 56.9 | mmHg | H | 35 - 46 |
| pO ₂ | 79.0 | mmHg | | 70 - 100 |
| HCO ₃ -std | 31.8 | mmol/L | H | 21 - 26 |
| BE (ecf) | 9.1 | mmol/L | H | -2 - +3 |
| ctHb | 8.0 | g/dL | L | 12 - 16 |
| ctO ₂ (a) | 10.7 | VOL/% | | |
| sO ₂ | 95.9 | % | L | 96 - 100 |
| FO ₂ Hb | 94.1 | % | L | 96 - 100 |
| FCO ₂ Hb | 1.6 | % | | 0 - 2 |
| FMetHb | 0.3 | % | | 0 - 1.5 |
| FHHb | 4.0 | % | | 0 - 5 |
| Ca ⁺⁺ | 1.02 | mmol/L | L | 1.15 - 1.35 |
| Na ⁺ | 146.0 | mmol/L | H | 135 - 145 |

5- Metabolik Asidozda **anyon açığının (AA)** değerlendirilmesi

6- AA artmış ise **delta-delta açık** hesaplanarak normal AA'lı metabolik asidoz ya da metabolik alkalozun eşlik edip etmediği tespit edilir

OLGU-1

pH 7.26, PaCO₂ 28 mmHg, PaO₂ 107 mmHg, HCO₃⁻ 12 mmol/L, SaO₂ %97, Na⁺ 139 mEq/L, Cl 104 mEq/L

OKSİJENASYON DEĞERLENDİRME

1. **pO₂ 107 mmHg**, normal diyebilmek için kan gazının alındığı şartları, hastanın oksijen alıp almadığını bilmemiz gerekiyor (Normoksemik)

2. **PCO₂ 28 mmHg**, düşük (hiperventile gözüküyor)

3. **Gaz alış verişini için p(A-a) O₂** hesapla Deniz seviyesinde ve oksijen almadığını varsayalım

$$p(A-a)O_2 = [150 - (1.25 \times PaCO_2)] - PaO_2$$

$$[150 - (1.25 \times 28)] - 107 = 8 \text{ (Normal alveolo-arteriyel oksijen farkı var)}$$

pH 7.26, PaCO₂ 28 mmHg, PaO₂ 107 mmHg, HCO₃⁻ 12 mmol/L, SaO₂ %97, Na⁺ 139 mEq/L, Cl 104 mEq/L

1. Basamak: Asidoz-Alkaloz: Asidoz (pH: 7.26)

2. Basamak: pH-pCO₂ aynı yönde değişmiş; **metabolik asidoz (ikisi de azalmış)**

3. Basamak: Beklenen PaCO₂ = 1.5 x HCO₃⁻ + 8 (±2) = (1.5x12)+8=26±2

Beklenen PaCO₂ yanıtı olması gereken sınırlarda; **Metabolik asidoz**

4. Basamak: AA = Na⁺ - (Cl⁻ + HCO₃⁻) = 139 - (104+12) = 23 **Artmış AA'lı metabolik asidoz**

$\Delta AA / \Delta HCO_3^- = 23 - 12 / 24 - 12 = 1$ Sadece artmış AA'lı metabolik asidoz bulunmaktadır

OLGU-2

pH 7.34, PaCO₂ 60 mmHg, PaO₂ 57 mmHg, HCO₃ - 31 mmol/L, BE: +4, SO₂: 92

OKSİJENASYON DEĞERLENDİRME

1. **PO₂ 57 mmHg**, KG alındığı şartları, hastanın O₂ alıp almadığını bilmemiz gerekiyor (Yine de hasta hipoksemik)
2. **PCO₂ 60 mmHg**, yüksek, hipoventile veya karbondioksit yükü artmış
3. **Gaz alışverişini değerlendirmek için p(A-a) O₂** hesaplanması gerekir

Deniz seviyesinde ve oksijen almadığını varsayıp hesaplayalım

p(A-a)O₂ = [150-(1.25x PaCO₂)]- PaO₂ formülüyle hesaplanabilir

[150-(1.25x60)]-57 = 18, çok hafif artmış; intrapulmoner şant düşündürmez

pH 7.34, PaCO₂ 60 mmHg, PaO₂ 57 mmHg, HCO₃⁻ - 31 mmol/L, BE: +4, SO₂: 92

1. Basamak: Asidoz-Alkaloz: Sınırdaki asidoz (pH=7.34)

2. Basamak: pH-pCO₂ farklı yönde değişmiş: **Solunumsal asidoz**

Her 10 mmHg PaCO₂ artışı için HCO₃⁻ 1 mmol/L artar, pH 0.08 azalır

HCO₃⁻ 2 mmol/L artması, pH'nın 0.16 azalması gerekirdi

Yani pH 7.24, HCO₃⁻ 28 olması gerekirdi. pH daha az azalmış, HCO₃⁻ ise daha fazla artmış

Yani olaya **metabolik alkaloz eklenmiş** denilebilir

Eğer olay **kronikse** her 10 mmHg PaCO₂ artışı için HCO₃⁻ 3-4 mmol/L artar, pH 0.03 azalır

HCO₃⁻ 6-8 mmol/L artar, pH 0.06 azalır

Yani pH 7.34, HCO₃⁻ 30-32 mEq/L olmalı **Olay kompanse olmuş olarak yorumlanabilir**

Hikaye, yani semptomun süresi çözüm için önemli

ÖRNEK-3

pH 7.21, pCO₂ 86 mmHg, pO₂ 39 mmHg, HCO₃⁻ 34.8 mmol/L, SO₂ %62

OKSİJENASYON DEĞERLENDİRME

Oksijen saturasyonu çok düşük olan bu kan gazı örneği arter kan gazı örneği midir?

Periferik ven kanında PO₂ daima <40 mmHg ve sıklıkla <30 mmHg'dır

pO₂ >40 mmHg, SO₂ >%75 ise arter kanı olma olasılığı yüksektir

1. Basamak: Asidoz-Alkaloz: **Asidoz (pH=7.21)**

2. Basamak: pH–pCO₂ farklı yönde değişmiş; **solunumsal asidoz**

pH 7.21, pCO₂ 86 mmHg, pO₂ 39 mmHg, HCO₃⁻ 34.8 mmol/L, SO₂ %62

Olay akut ise;

Her 10 mmHg PaCO₂ artışı için HCO₃⁻ 1 mmol/L artar, pH 0.08 azalır

HCO₃⁻ 4.6 mEq/L artması, pH'nın 0.368 azalması gerekirdi

Yani pH 7.032, HCO₃⁻ 30.6 olması gerekirdi

pH daha az azalmış, HCO₃⁻'de daha fazla artmış

Yani **metabolik alkaloz da olaya** eklenmiş

Kronik ise;

Her 10 mmHg PaCO₂ artışı için HCO₃⁻ 3-4 mmol/L artar, pH 0.03 azalır

HCO₃⁻ 13.8-18.4 mmol/L artar, pH 0.138 azalır

Yani pH 7.262, HCO₃⁻ 39.8 - 44.4 mmol/L olmalı

Hasta daha kompanse olmamış Hastanın hikayesindeki olayın süresi önem taşımakta

Olgu - 4

pH 7.46, PaCO₂ 20 mmHg, HCO₃⁻ 9 mmol/L, AA 35 mEq/L

1. Basamak: Asidoz-Alkaloz: Alkaloz (pH=7.46)
2. Basamak: pH–PaCO₂ farklı yönde değişmiş; **solunumsal alkaloz**

Akut durumda; her 10 mmHg PaCO₂ azalışı için HCO₃⁻ 2 mmol/L azalır, pH 0.08 artar; HCO₃⁻ 20, pH 7.56 olmalıydı

Kronik durumda; her 10 mmHg PaCO₂ azalışı için HCO₃⁻ 5 mmol/L azalır, pH 0.03 artar. HCO₃⁻ 14, pH 7.46 olmalıydı

pH 7.46, PaCO₂ 20 mmHg, HCO₃⁻ 9 mmol/L, AA 35 mEq/L

3. Basamak: AA yüksek ve HCO₃⁻ beklenenden daha düşük olduğu için hastada **artmış AA'lı metabolik asidoz** da bulunmaktadır

Artmış AA'lı hastada **delta-delta** açığına bakılacak

Delta-delta açığı ($\Delta AA / \Delta HCO_3^- = 35 - 12 / 24 - 9 = 23 / 15 = 1.53$, (**>1 olduğu için**) **metabolik alkaloz** da bulunmaktadır

SONUÇ: Solunumsal alkaloz, metabolik asidoz ve metabolik alkaloz

Olgu-5

59 y E, pnömoni

- Ateş 38.4 C, TA:85/50, SS:36/dk, Nb:130/dk

AKG:

pH:7.26

PaCO₂:28 mmHg

PaO₂:48 mmHg

HCO₃:14 mEq/l

SaO₂:%81

FIO₂:0.4

PaO₂/FIO₂= 120 (A

P(A-a)O₂=200

pH ↓ PaCO₂ ↓ HC

Olması gereken PaC

$1.5 \times [14] + 8 (\pm 2) = 2$

Dekompanse metabo

Na:141

Cl:100

HCO₃:13

Anyon Gap: Na-(Cl+HCO₃)

Anyon Gap:141-(100+13)= **28** N:12±4

Artmış AG Metabolik Asidoz
(sepsis, laktat 4mEq/L)

Olgu-5

Hastada medikal tedaviye rağmen klinik bozulma

AKG:

pH: 7.18

PaCO₂:43 mmHg

PaO₂:46 mmHg

HCO₃:12 mEq/l ,BE:-8

SaO₂:%81

FIO₂:%60

pH ↓ PaCO₂ N HCO₃ ↓

Olması gereken PaCO₂: $1.5 \times [\text{HCO}_3] + 8 (\pm 2)$

$1.5 \times [12] + 8 (\pm 2) = 26 \pm 2$ Mevcut

PaCO₂ 43 > 24-28 Ek resp. asidoz mevcut

Mixt (Respiratuar+metabolik) asidoz

Olgu-5

Hasta entübe edilip YBÜ'e alınıyor, pnömoniye bağlı ağır sepsis ile ab tedavisi başlanıyor
IMV altında kliniği toparlayan hastada ekstübasyon planlanıyor

AKG değerleri

pH:7.51

PaCO₂:25 mmHg

PaO₂:100 mmHg

SaO₂:%98

HCO₃:21

FIO₂:%40

pH ↑ PaCO₂ ↓ HCO₃ ↓

Akut resp alkaloz

10mmHg PaCO₂ ↓ ---> 2mEq/L HCO₃ ↓

40-25=15 mmHg CO₂ ----->3 mEq/L HCO₃ ↓

HCO₃:24-3=21 olmalı mevcut değer 21mEq/L ek patoloji yok

Dekompanse solunumsal alkaloz

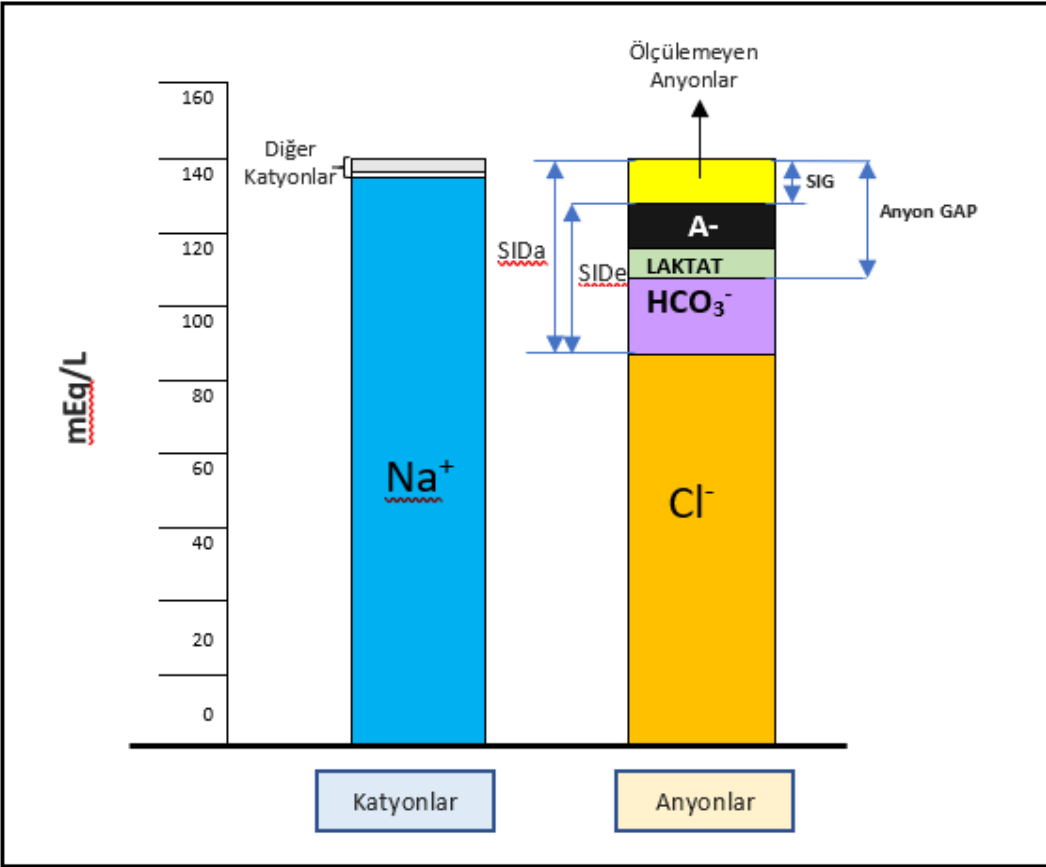
STEWART YÖNTEMİ

STEWART YÖNTEMİ

- Henderson-Hasselbach metodu kullanışsız
- Pratikte kabul edilemeyecek düzeyde hatalı sonuçlara neden olabiliyor
- Problemin ana kaynağını tam olarak göstermiyor
- Çözüm yolu göstermiyor

$$\text{pH: } 6,10 + \log \frac{\text{HCO}_3}{0.0301 \times \text{PCO}_2}$$

STEWART YÖNTEMİ



Yükün Korunması = Nötrlük

Vücut, hemostazın bir gereği olarak nötr kalmak zorundadır

Bağımsız Değişkenler:

CO₂, Uçucu Olmayan zayıf asitler [Atot], Strong iyon difference (SID)

Bağımlı Değişkenler: H⁺, HOC₃⁻

Normal anyon açıklığı diye bir şey yoktur!

Normal anyon açıklığı olarak bize öğretilen nedir?
+12

Peki »**normal**« olan bu anyon açıklığında neler yer alır ?

Albümin, laktat, güçlü iyonlar arasındaki fark, fostat

- H-H denklemiyle AA-MA hipoalbüminemi, laktik asidoz, hiperkloremik metabolik asidoz gibi bariz bozukluklar geçmekte
- Yine bu sebepten ötürü “albümine göre düzeltilmiş anyon açıklığı” kavramı

STEWART YÖNTEMİ- Bağımsız Değişkenler

➤ **CO₂**: Hiperkarbi → Asidoz
Hipokarbi → Alkaloz

➤ **Zayıf Asitler [Atot]**: Albümin, sülfat, fosfat

Hiperalbüminemi: Asidoz

Hipoalbüminemi :Alkaloz

(4,2- Hastanın Albümin

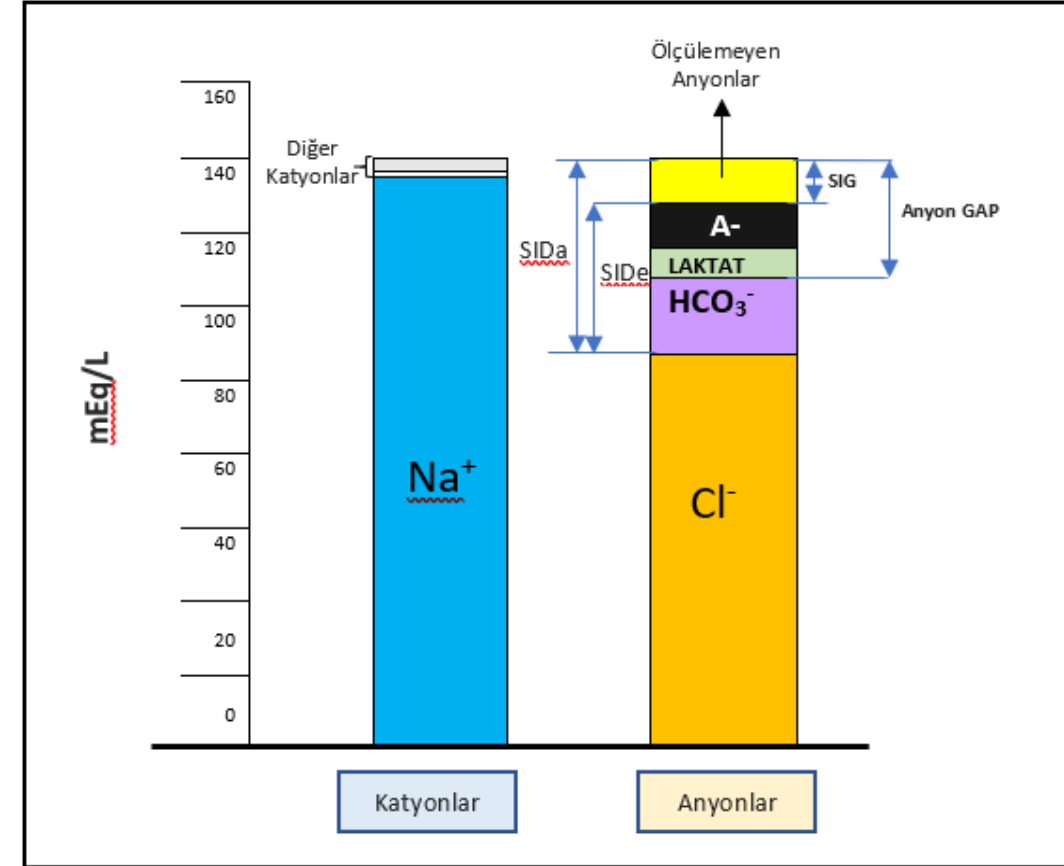
➤ **Güçlü iyonlar Farkı (SID+)**

< 38 Asidoz

> 38 Alkaloz

Na⁺ - Cl⁻ : 38

(140) (102)



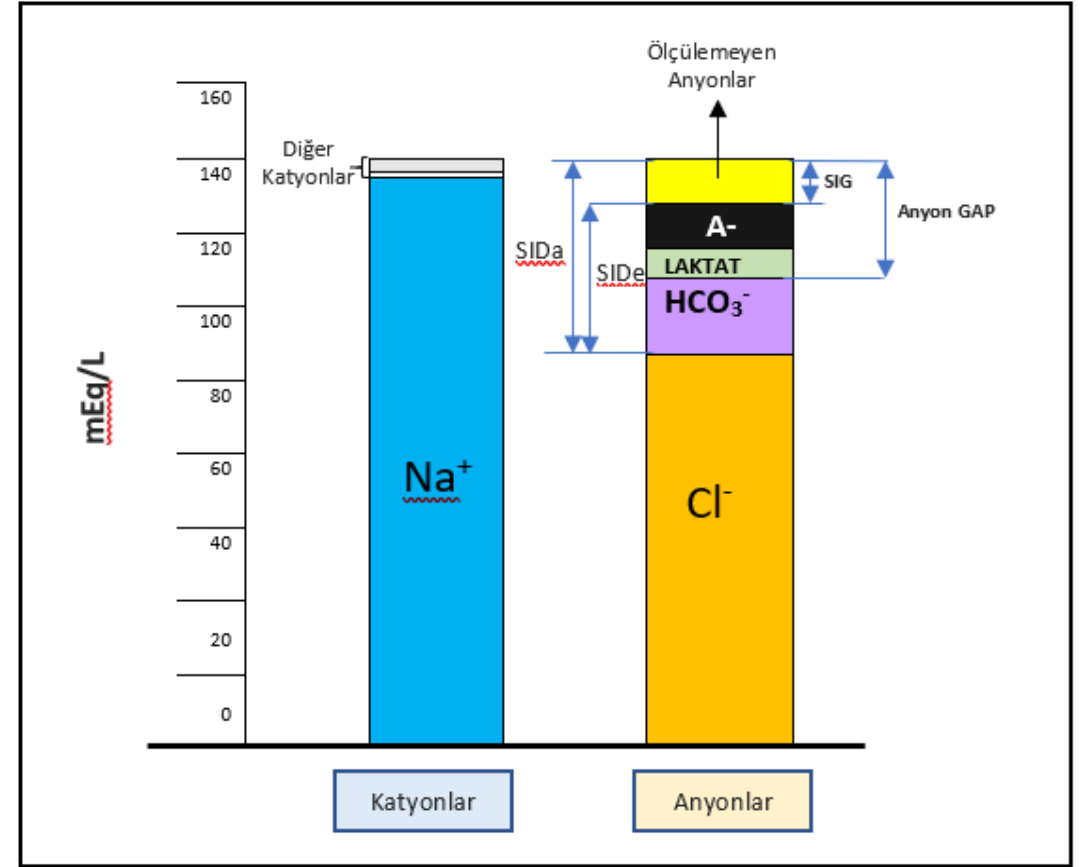
STEWART YÖNTEMİ

Güçlü İyon Açıklığı (Strong Ion Gap = SIG)

Ketoasitler, toksik alkoller, Aspirin

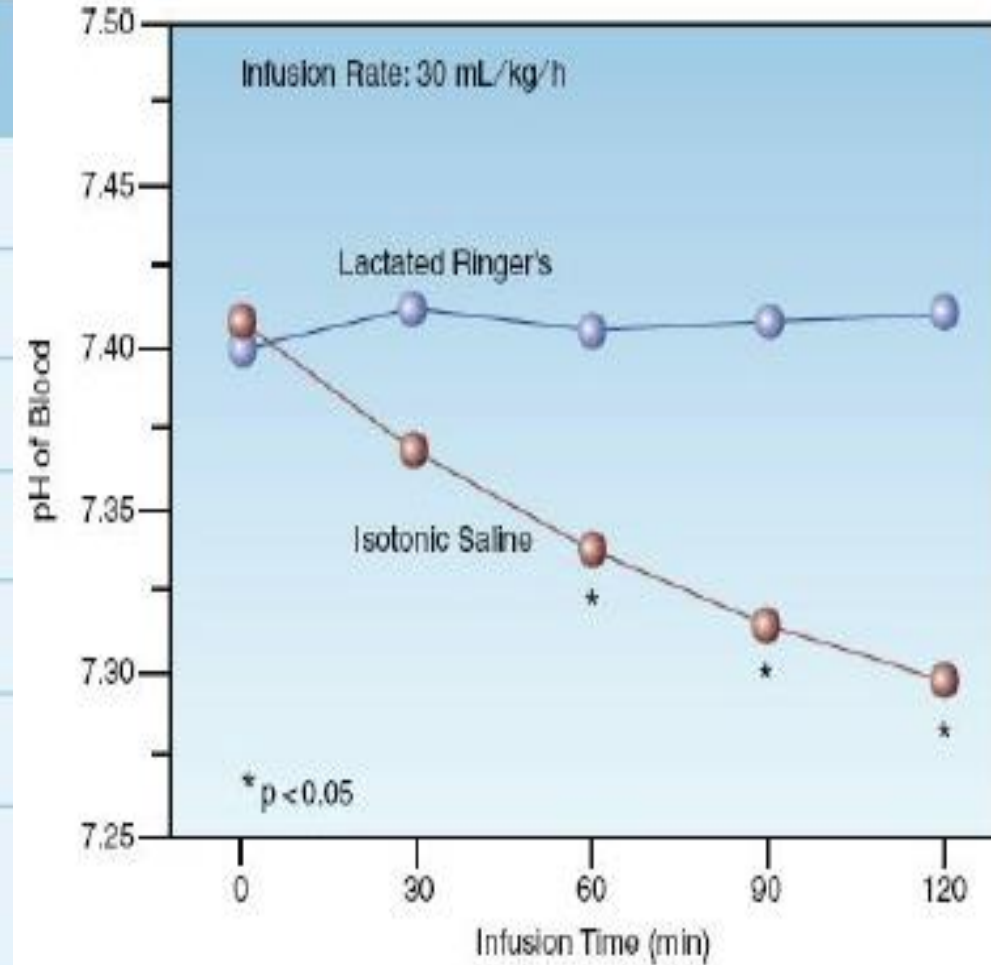
$$\text{SIG} = \text{BE} - (\text{SID} + \text{albümin} + \text{laktat})$$

BE (Baz Exces): Isısı 37°C, PCO₂: 40 mmHg iken pH'sını 7.40'a getirmek için gerekli asit veya baz miktarıdır



Peki sıvılar asit baza nasıl etki ediyor?

| Fluid | mEq/L | | | | | | pH | Osmolality (mOsm/L) |
|---------------------------|-------|------|---|------------------|----|------------------------------------|-----|---------------------|
| | Na | CL | K | Ca ²⁺ | Mg | Buffers | | |
| Plasma | 140 | 103 | 4 | 4 | 2 | HCO ₃ ⁻ (25) | 7.4 | 290 |
| 0.9% NaCL | 154 | 154 | - | - | - | - | 5.7 | 308 |
| 7.5% NaCL† | 1283 | 1283 | - | - | - | - | 5.7 | 2567 |
| Ringer's Injection | 147 | 156 | 4 | 4 | - | - | 5.8 | 309 |
| Ringer's Lactate | 130 | 109 | 4 | 3 | - | Lactate (28) | 6.5 | 273 |
| Ringer's Acetate | 131 | 109 | 4 | 3 | - | Acetate (28) | 6.7 | 275 |
| Normosol Plasma-Lyte A | 140 | 98 | 5 | - | 3 | Acetate (27) Gluconate (23) | 7.4 | 295 |



Verilen sıvının SID'i hastanın bikarbonat düzeyinden daha yüksek ise hasta alkalotik, daha düşük ise asidotik olacaktır.

STEWART YÖNTEMİ

ÖRNEK:

pH: 7,20

PCO₂: 65

PO₂: 55

SaO₂: %85

HCO₃: 15

BE: -15

Na: 140

Cl: 115

Albümin: 2,2, Laktat: 7

1. Solunumsal Asidoz + Metabolik Asidoz
2. BE: -15 15 birimlik asit fazlası var, nereden geliyor ?
3. SIG: BE- (SID+Alb+Laktat)
4. SID: 140-115: 25 < 38 Aradaki fark 13, SID 13 birimlik asidoz sağlıyor
5. Albüminin katkısı alkaloz yönünde: $(4,2 - 2,2) \times 2,5$: 5 birimlik alkaloz sağlıyor
6. Laktat: 7
7. SIG: 15 - (13-5+7) SIG: 0 (Hastada açıklanamayan problem yok)

Sonuç: Solunumsal Asidoz + Hipekloremik Metabolik Asidoz, Hipoalbüminemik Metabolik Alkaloz ve Laktik Asidoz