

# KAN GAZLARININ YORUMLANMASI

Doç.Dr.Ramazan KÖYLÜ

Konya Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Acil Tıp Kliniği

# Arter Kan Gazı Analizi

- ✓ Arter kan gazı (AKG) analizi;  
Hastanın,
  - ventilasyonu ( $\text{PaCO}_2$ ),
  - oksijenizasyonu ( $\text{PaO}_2$ )
  - ve asit-baz durumu ( $\text{pH}$ ,  $\text{BE}$ ,  $\text{HCO}_3$ ) hakkında çok güvenilir bilgiler verir.

# Arter Kan Gazı Analizi

Ancak;

- ✓ Enjektörde hava kabarcığı bulunmamasına,
- ✓ Heparin miktarınının 0.2 mL'den fazla olmamasına,
- ✓ ve 15 dakika içinde çalışılmayacaksa buzlu ortamda tutulmasına dikkat edilmelidir.

# Arter kanı alma tekniđi

- ✓ Kan örneğinin hangi arterden alınacağı, uygulayıcının tecrübesi, hastanın kliniği gibi birçok durumla ilişkilidir.
- ✓ İnvaziv bir yöntemdir.
- ✓ Genellikle, radial, brakial ve femoral arterler kullanılır.
- ✓ Öncelikle radial arter tercih edilir.
- ✓ Eldeki kolleteral dolaşımın yeterliliğini değerlendirmek için → Allen testi

# Endikasyonlar:

- ✓ Bütün asit-baz denge bozukluğunun tanısı ve takibi
- ✓ Solunum yetmezliğinin tipinin saptanması
- ✓ Verilen tedavinin etkinliđinin belirlenmesi
- ✓ Hızlı sonuç verdiğinden dolayı;
  - Htc,
  - biyokimya
  - ve CO-oksometre paneli sayesinde erken tanı amacıyla...

# Tutarlılık

Değerler tutarlı mı? Henderseon-Hasselbach eşitliği:

$$[H^+] = 24(PaCO_2) / [HCO_3^-]$$

$$[H^+] = 80 - \text{pH}'\text{in desimalı}$$

Örn: pH=7.22

$$PaCO_2 = 29$$

$$HCO_3^- = 12$$

$$[H^+] = 24(PaCO_2) / [HCO_3^-]$$

$$[H^+] = 24(28) / [12] = 58$$

$$[H^+] = 80 - \text{pH}'\text{in desimalı}$$

$$[H^+] = 80 - 22 = 58$$

# Arter Kan Gazlarının Deęerlendirilmesi

**Tablo 1.** Normal arteriyel kan gazı deęerleri

pH	7.35-7.45
PaCO <sub>2</sub>	35-45 mmHg
PaO <sub>2</sub>	80-100 mmHg
SaO <sub>2</sub>	%95-97
Std HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	22-26 mEq/L (plazma)
Aktüel HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	22-26 mEq/L (plazma)
BE	±3 mmol/L

# Alveolo-arteriyel oksijen gradienti

## $p(A-a) O_2$

- ✓ Akciğerlerin gaz alışverişi fonksiyonu hakkında genel bilgi verir.

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

- ✓ Normalde alveolo-arteriyel oksijen gradienti 5 mmHg dir, ancak yaşla birlikte artar.
- ✓ Yaşa göre beklenen  $p(A-a)O_2$  :  $(yaş + 10)/4$



# Alveolo-arteriyel oksijen gradienti

$$P_{(A-a)}O_2$$

- ✓ PaO<sub>2</sub> azalması ile birlikte P<sub>(A-a)</sub>O<sub>2</sub>'de artış varsa hipokseminin nedeni; -difüzyon defekti,  
-ventilasyon/perfüzyon (V/Q)  
-sağ-sol şant
- ✓ PaO<sub>2</sub> azaldığı halde P<sub>(A-a)</sub>O<sub>2</sub> çok az artmış ya da N ise hipoksemi muhtemelen hipoventilasyona bağlıdır

# Asit-baz Denge Bozuklukları

- ✓ Normal asit-baz dengesi  $\text{CO}_2$  ile  $\text{HCO}_3$  arasındaki dengeye bağlıdır.
- ✓ Asidoz,  $\text{pH} < 7.35$  ile tanımlanır; karbondioksitin artması ya da bikarbonatın azalması ile ortaya çıkar.
- ✓ Alkaloz,  $\text{pH} > 7.45$  ile tanımlanır; karbondioksitin azalması ya da bikarbonatın artması ile ortaya çıkar.

# Basit asit-baz dengesi bozuklukları

	pH.	H <sup>+</sup>	PaCO <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Normal	7.4	40 mEq/L	40mmHg	24 mEq/L
Respiratuvar Asidoz	↓	↑	↑	↑
Respiratuvar Alkaloz	↑	↓	↓	↓
Metabolik Asidoz	↓	↑	↓	↓
Metabolik Alkaloz	↑	↓	↑	↑

## Asit-baz dengesi bozuklukları

Respiratuvar Asidoz

↓pH                      ↑ PaCO<sub>2</sub>

Respiratuvar Alkaloz

↑ pH                      ↓ PaCO<sub>2</sub>

Metabolik Asidoz

↓pH                      ↓HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Metabolik Alkaloz

↑ pH                      ↑ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

## Kompansasyon mekanizmaları

Böbrek kompensasyonu

↑ pH                      ↑ HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Böbrek kompensasyonu

↓pH                      ↓HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Akciğer kompensasyonu

↑ pH                      ↓ PaCO<sub>2</sub>

Akciğer kompensasyonu

↓pH                      ↑ PaCO<sub>2</sub>

# Mikst Asit-Baz Dengesi Bozuklukları

- ✓ Basit asit-baz dengesi bozukluğunda meydana gelen kompensasyon düzeyi, beklenen kompensasyon aralığının dışındaysa mikst asit-baz dengesi bozukluğu mevcuttur.

# Kan gazlarının sistematik yorumlanması

✓ 1. Basamak: pH'ya bakmak

pH>7.45 → Alkaloz

pH<7.35 → Asidoz

**1.Kural:** pH ya da PaCO<sub>2</sub> normal aralık dışındaysa, asit-baz dengesi bozukluğu mevcuttur.

# Kan gazlarının sistematik yorumlanması

2.Basamak:  $PCO_2$  değerine ve yönüne bakmak

pH anormalken  $PaCO_2$  de normal aralık dışında ise, değişme yönleri incelenerek primer asit-baz dengesi bozukluğu tespit edilir.

**2.Kural:**

- pH ile  $PaCO_2$  aynı yönde hareket  $\downarrow\downarrow$  veya  $\uparrow\uparrow$   
→ Primer olay metabolik
- pH ile  $PaCO_2$  zıt yönde hareket  $\downarrow\uparrow$  veya  $\uparrow\downarrow$   
→ Primer olay respiratuar

# Kan gazlarının sistematik yorumlanması

✓ Örnek: pH=7.23, PaCO<sub>2</sub> =23 mmHg

Metabolik

✓ Örnek: pH=7.23, PaCO<sub>2</sub> =65 mmHg

Respiratuar

# Kan gazlarının sistematik yorumlanması

✓ **3.Kural:** pH ya da PaCO<sub>2</sub>'den biri normalse, mikst asit-baz dengesi bozukluğu mevcuttur.

Eğer pH normal ise, PaCO<sub>2</sub>'nin değişme yönü respiratuvar bozukluğu tanımlar.

PaCO<sub>2</sub> ↑ ise = Respiratuvar asidoz - metabolik alkaloz

PaCO<sub>2</sub> ↓ ise = Respiratuvar alkaloz - metabolik asidoz

Eğer PaCO<sub>2</sub> normal ise, pH'nın değişme yönü metabolik bozukluğu tanımlar.

pH ↑ ise = Metabolik alkaloz - respiratuvar asidoz

pH ↓ ise = Metabolik asidoz - respiratuvar alkaloz



# Kompansasyon

## 4.Kural:

Eğer primer olay metabolik →  
Kompansatuar olarak PaCO<sub>2</sub> 'deki beklenen değişiklik hesaplanır.

✓ Metabolik asidoz ⇔ R.alk

$$\text{PaCO}_2 = 1.5 [\text{HCO}_3] + 8 \pm 2$$

$$\text{HCO}_3 = 10; \text{PaCO}_2 = 23 \pm 2$$

✓ Metabolik alkaloz ⇔ R.asid

$$\text{PaCO}_2 = 0.9 [\text{HCO}_3] + 15 \pm 2$$

$$\text{HCO}_3 = 40; \text{PaCO}_2 = 51 \pm 2$$

# Örnek

- pH= 7.23
- pCO<sub>2</sub> =23 mmHg
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>= 10 meq
- AG=12

Basit metabolik asidoz  
Uygun respiratuvar kompensasyon

## Metabolik Asidoz

$$\begin{aligned} \text{paCO}_2 &= (1.5 \times \text{HCO}_3) + (8 \pm 2) \\ \text{paCO}_2 &= (1.5 \times 10) + (8 \pm 2) = 23 \pm 2 \end{aligned}$$

# Kompansasyon

## 5.Kural:

Eğer primer olay respiratuvar → Kompansatuar olarak  $\text{HCO}_3$  'daki beklenen değişiklik hesaplanır.

✓ Respiratuar asidoz  $\Leftrightarrow$  M.alk

$$\text{Akut: } \Delta[\text{HCO}_3] = \Delta\text{PaCO}_2 / 10$$

$$\text{Kronik: } \Delta[\text{HCO}_3] = \Delta\text{PaCO}_2 / 2.5$$

$$\begin{array}{l} \text{A: PaCO}_2=60; \text{HCO}_3=2\uparrow \\ \text{K: PaCO}_2=60; \text{HCO}_3=8\uparrow \end{array}$$

✓ Respiratuar alkaloz  $\Leftrightarrow$  M.asid

$$\text{Akut: } \Delta[\text{HCO}_3] = \Delta\text{PaCO}_2 / 5$$

$$\text{Kronik: } \Delta[\text{HCO}_3] = \Delta\text{PaCO}_2 / 2$$

$$\begin{array}{l} \text{A: PaCO}_2=25; \text{HCO}_3=3\downarrow \\ \text{K: PaCO}_2=25; \text{HCO}_3=7.5\downarrow \end{array}$$

# Örnek

- pH= 7.27
- pCO<sub>2</sub> =70 mmHg
- HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>= 31 meq
- AG=12

Basit respiratuvar asidoz  
Metabolik yanıt akut ve kronik  
respiratuvar asidoz arasında  
bir yerde, yeterli

## Respiratuvar Asidoz

$$\text{Akut kompensasyon} = \Delta[\text{HCO}_3^-] = \Delta\text{PaCO}_2 / 10 = 30/10 = 3 \uparrow$$
$$\text{Kronik kompanzasyon} = \Delta[\text{HCO}_3^-] = \Delta\text{PaCO}_2/2.5 = 30/2.5 = 12 \uparrow$$

# Örnek

- pH=7.31
- pCO<sub>2</sub>=17
- HCO<sub>3</sub>=10
- AG=12

Mikst metabolik asidoz  
ve respiratuvar alkaloz

Metabolik Asidoz

$$\begin{aligned} \text{paCO}_2 &= (1.5 \times \text{HCO}_3) + (8 \pm 2) \\ \text{paCO}_2 &= (1.5 \times 10) + (8 \pm 2) = 23 \pm 2 \end{aligned}$$

# Kan gazlarının sistematik yorumlanması

## ✓ 3.Basamak:

Metabolik asidozun tipini belirlemek ve üçlü asit-baz dengesi bozukluklarının tanısı;

-Anyon Gap (anyon açığı) hesaplanır.

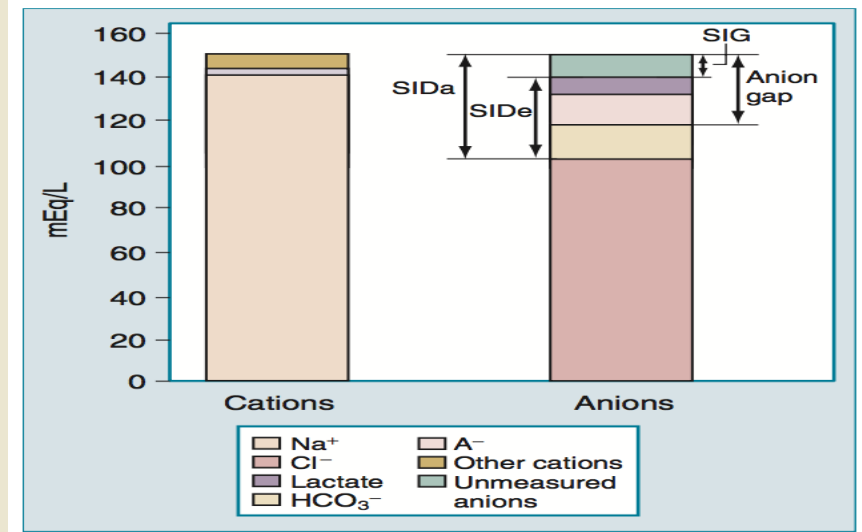
-AG  $\uparrow$  ise;

“Delta-Delta Gap” ve “Osmolar Gap” hesaplanır.

# Anyon Açığı

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

- ✓ Ölçülen serum katyonları (pozitif yüklü partiküller) ile anyonları (negatif yüklü partiküller) arasındaki farkı ifade eder.
- ✓ Günlük pratikte ölçülen katyon sodyum, anyonlar ise klor ve bikarbonattır.



# Anyon Açığı (Anyon Gap-AG)

- ✓ Metabolik asidozun nonvolatil asitlerin (laktik asit, ketoasitler vb.) birikmesine mi yoksa bikarbonat kaybına bağlı olarak mı geliştiğini gösterir.

## ↑ AG metabolik asidoz

Laktik asidoz

Ketoasidoz

Son dönem böbrek yetmezliği

Metanol intoksikasyonu

Etilen glikol intoksikasyonu

Propil alkol intoksikasyonu

Salisilat intoksikasyonu

## Normal AG metabolik asidoz

Diyare

İzotonik salin infüzyonu

Böbrek yetmezliğinin erken evreleri

Renal tübüler asidoz

Asetazolamid

Üreteroenterostomi



# Anyon Açığı (Anyon Gap-AG)

- ✓ Normal AG =  $12 \pm 4$  mEq/L
- ✓ Ölçülemeyen anyonların büyük çoğunluğunu albümin oluşturur.
- ✓ Albümin düzeyi düşük olan hastalarda, AG albümin düzeyine göre değerlendirilmelidir.

**Beklenen AG =**

**Hesaplanan AG + [2.5X (4.2- albümin düzeyi)]**

# “Delta-Delta Gap” ( $\Delta AG/\Delta HCO_3$ )

- ✓ Yüksek AG metabolik asidozun varlığında ikinci bir metabolik asit-baz dengesi bozukluğu var mı?

$$\Delta AG/\Delta HCO_3 = (\text{Hesaplanan AG}-12) / (24-\text{ölçülen } HCO_3)$$

↑AG metab. asidoz varlığında →  $\Delta AG/\Delta HCO_3 = 1$ 'dir.

- ✓  $\Delta AG/\Delta HCO_3 < 1$  ise + hiperkloremik metabolik asidoz
- ✓  $\Delta AG/\Delta HCO_3 > 1$  ise + metabolik alkaloz

$$\uparrow AG \rightarrow \Delta AG + HCO_3 = 24$$

# Örnek

pH=7.46  
PaCO<sub>2</sub> =20  
HCO<sub>3</sub> =14  
AG=35

pH↑, PaCO<sub>2</sub> ↓

Primer bozukluk: Respiratuar alkaloz

Beklenen  $\Delta[\text{HCO}_3] = \Delta \text{PaCO}_2 / 5$

Beklenen HCO<sub>3</sub>(20)>ölçülen HCO<sub>3</sub>(14)→ + metabolik asidoz

AG artmış olduğu için→Yüksek AG metabolik asidoz  
Bu durumda “Delta-Delta Gap” ( $\Delta\text{AG}/\Delta \text{HCO}_3$ ) hesaplanır.

# Örnek

“Delta-Delta Gap” ( $\Delta AG/\Delta HCO_3$ ) =

$$\frac{\text{Hesaplanan AG}-12}{(24-\text{ölçülen } HCO_3)}$$

$$(35-12)/(24-14)=23/20= 1.15$$

- ✓ Yüksek AG metabolik asidozun varlığında,  $\Delta AG/\Delta HCO_3 = 1$ 'dir.
- ✓  $\Delta AG/\Delta HCO_3 < 1$  ise + hiperkloremik metabolik asidoz
- ✓  $\Delta AG/\Delta HCO_3 > 1$  ise + metabolik alkaloz

**Sonuç:** Respiratuvar alkaloz  
Yüksek AG metabolik asidoz  
Metabolik alkaloz

pH=7.46  
PaCO<sub>2</sub>=20  
HCO<sub>3</sub>=14  
AG=35

# Osmolar Açık (OA)

- ✓ Artmış AG'li metabolik asidozda OA da hesaplanmalıdır:
- ✓ OA da yüksek ise;
  - Etilen glikol, izopropanol, metanol, propilen glikol, mannitol, kontrast madde

$$\text{OA} = \text{Ölçülen osm} - \text{hesaplanan osm}$$

$$\text{Hesaplanan osm} = 2[\text{Na}] + [\text{glu}/18] + [\text{BUN}/2.8] + [\text{etanol}/3.7]$$

Beklenen OA < 10 mosm/kg

- ✓ >50 ise; neredeyse kesinlikle toksik alkol alımı

# Steward Metodu (Kantitatif Teori)

- ✓ Vücut, hemostazın bir gereği olarak, ne olursa olsun nötr kalmak zorundadır.
- ✓ Bu sebeple asit-baz dengesini aradığımız kan da bir solüsyon olarak bu dengeye erişmeye çalışır ve elektriksel olarak nötrlük sağlar.
- ✓ *Bağımlı ve Bağımsız Değişkenler:*
  - Bağımlı değişkenler:  $[H^+]$  ve  $[HCO_3^-]$
  - Bağımsız değişkenler:  $[CO_2]$ ,  $[A_{tot}]$ ,  $SID^+$

# Steward Metodu (Kantitatif Teori)

- Bağımlı değişkenler: [H+] ve [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>]
- ✓ Vücut sınırsıza yakın [H+] ve bikarbonat [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] havuzuna sahiptir.
- ✓ [H+], vücut tarafından diğer değişkenlere bağlı olarak ne kadar gerekliyse o kadar sağlanır, dolayısı ile bağımlı bir değişkendir.

# Steward Metodu (Kantitatif Teori)

- Bağımsız değişkenler: [CO<sub>2</sub>], [Atot], SID+
- ✓ PaCO<sub>2</sub>: PCO<sub>2</sub> > 45 → asidoz, PCO<sub>2</sub> < 35 → alkaloz
- ✓ Zayıf Asitler [Atot]:

Albümin zayıf asit olduğundan, arttığında asiditeye, azaldığında alkaliteye katkıda bulunur ve asit-baz durumunu etkileyen en önemli değişkenlerden biridir. [ 2.5 X (4.2- Hasta albumini)]

- ✓ Güçlü iyonlar (SID+):

Solüsyon içerisinde tamamen çözünen anyon ve katyonlar(Örn. Na ve Cl )



# Steward Metodu (Kantitatif Teori)

$$\text{SID}(\text{strong Ion Difference}) = \text{Na} - \text{Cl} = 140 - 102 = 38$$

✓ Eğer bu fark daralırca;

Örn: Na:140, Cl:120 → fark 20'ye düşer.

- ✓ Yani normalden 18 mEq'lik bir sapma meydana gelir.
- ✓ Vücut nötr kalmak zorunda olduğundan bu aradaki farkı [H+] ile kapatmaya çalışır.
- ✓ Hiperkloremik metabolik asidoz meydana gelir.
- ✓ Asidozun buradaki sebebi SID'in daralması

# Steward Metodu (Kantitatif Teori)

- ✓ Ya da Na:140 ve Cl:90 → Fark:50
- ✓ Vücut, fazladan pozitif yükü negatif yük ile dengelemek zorunda olduğu için  $\text{HCO}_3^-$ 'ü devreye sokacak.
- ✓ Bu da alkalozu sebep olur.
- ✓ SID artarsa alkaloz, azalır/daralır asidoz meydana gelir.
- ✓  $[\text{H}^+]$  ve  $[\text{HCO}_3^-]$  yer değişimine neden olarak asit baz dengesini belirleyen esas etmenler → “bağımsız” değişkenlerdir.  $[\text{CO}_2]$ ,  $[\text{Atot}]$ ,  $\text{SID}^+$

# Steward Metodu (Kantitatif Teori)

## Laktat

>2 ise hiperlaktatemi

>4 ise enfeksiyonu düşün (EHYT)

Enfeksiyon yoksa → Laktatı yükselten diğer nedenler.....

Şok, nöbet, barsak iskemisi, karaciğer yetmezliği

Malignensi, aşırı ekzersiz, beta agonist kullanımı

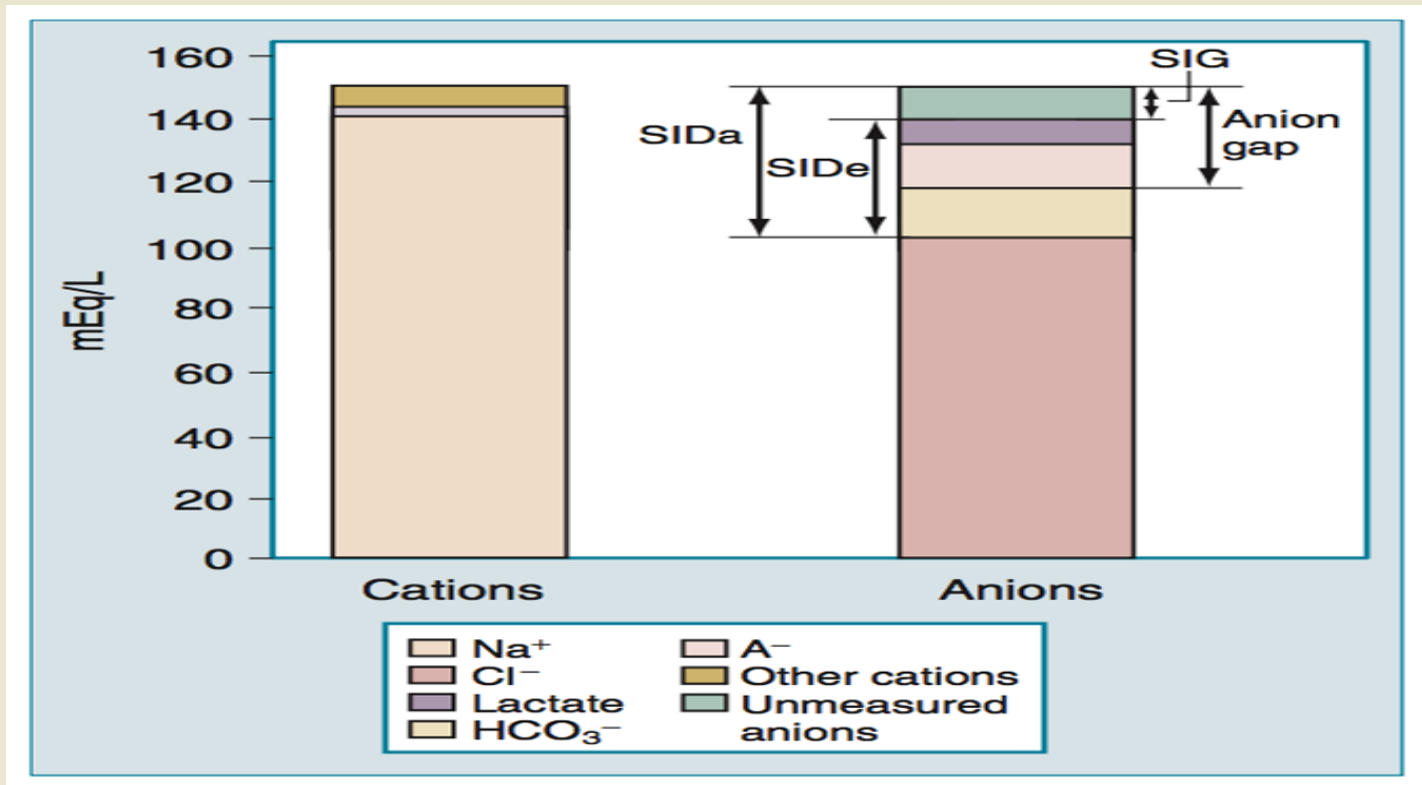
Diğer toksikolojik ajanlar:

Siyanür, CO, Metformin, kokain vs..

# Steward Metodu (Kantitatif Teori)

✓ SIG(Strong Ion Gap):

$SIG = BE(\text{Base Deficit}) + (SID - 38) + 2.5(4.2 - \text{albumin}) - \text{laktat}$



# Steward Metodu (Kantitatif Teori)

✓ SIG(Strong Ion Gap):

$SIG = BE(\text{Base Deficit}) + (SID - 38) + 2.5(4.2 - \text{albumin}) - \text{laktat}$

SIG > 2 ise SIG metabolik asidozu

DKA

Üremi

Toksikolojik(ASA, etilen glikol, metanol...

Laktik asidoz

Negatif SIG → Hiperkalsemi, hipermagnezemi,  
hiperkalemi, nitratlar, lityum

# Steward Metodu (Kantitatif Teori)

## Kompansatuar Değişiklikler:

- ✓ Eğer primer olay respiratuar ve kronik →  
beklenen metabolik kompensasyonu hesapla
- ✓ Beklenen  $\Delta BE$  (veya SID'da beklenen  $\downarrow$ ) =  $0.4 \times \Delta CO_2$
- ✓ Eğer primer olay metabolik asidoz →  
Beklenen  $CO_2 \downarrow = BE$
- ✓ Eğer primer olay metabolik alkaloz →  
Beklenen  $CO_2 \uparrow = 0.6 \times BE$

# Steward Metodu (Kantitatif Teori)

- ✓ 1. Basamak: Numune (KG, Lact, albumin, aseton, BK)
- ✓ 2. Basamak: pH
- ✓ 3. Basamak: CO<sub>2</sub>
- ✓ 4. Basamak: SID = Na-Cl
- ✓ 5. Basamak: Laktat
- ✓ 6. Basamak: SIG = 
$$\frac{\text{BE}}{1} + \frac{(\text{SID}-38)}{2} + \frac{2.5(4.2-\text{alb.})}{3} - \frac{\text{lact}}{4}$$
- ✓ 7. Basamak: Kompansasyon
- ✓ 8. Basamak: Osmolar Gap

# TEŞEKKÜR EDERİM

