



**ATUDER**  
Acil Tıp Uzmanları Derneđi

# Kan Gazı Analizi

Yrd. Doç. Dr. M. Akif DOKUZOĐLU  
Hatay MKÜ Tıp Fakóltesi Acil Tıp AD

19. Acil Tıp Kış Sempozyumu - Malatya



# Kan gazı analizi

- **Vücutta bütün metabolik olaylar dar pH sınırları içinde gerçekleşir.**
  - **Bu sınırlardan sapmalar olduğunda,**
    - enzim aktivitelerinde,
    - elektrolit dengesinde,
    - başta solunum, kardiyak ve santral sinir sistemi olmak üzere organ sistemlerinde (Kardiyodepresyon, vazodilatasyon)
    - İlaçların farmakolojisinde (KC detoksifikasyonu bozulur.)
- önemli değişiklikler oluşur.***

# Kan gazı analizi

- Normal arter kanında pH 7.35 ile 7.45 arasında değişir.
- Venöz kanda ise pH 0.03-0.05 daha dūřüktür.
- Asidoz ve alkaloz asit-baz dengesinde doku düzeyindeki bozuklukları ifade eder.
- Yařam sınırları ise = 6.8-7.8 değerleri arasında

# Neden kan gazı analizi?

- Oksijenizasyon ve ventilasyonun deęerlendirilmesi
- Asit-baz dengesinin deęerlendirilmesi
- En hızlı sonuç veren laboratuvar tahlili
- Hastanın takip ve tedavisini yönlendirir

# Kimden kan gazı alalım?

- Öykü: Renal, endokrin, psikiyatrik bozukluk (ilaç alımı)
- Takipne, siyanozla başvuran hasta
- Kussmaul solunumu
- Solunum yetmezliği
- Şok
- Mental durum değişikliği
- Kusma, ishal, diğer akut sıvı kayıpları

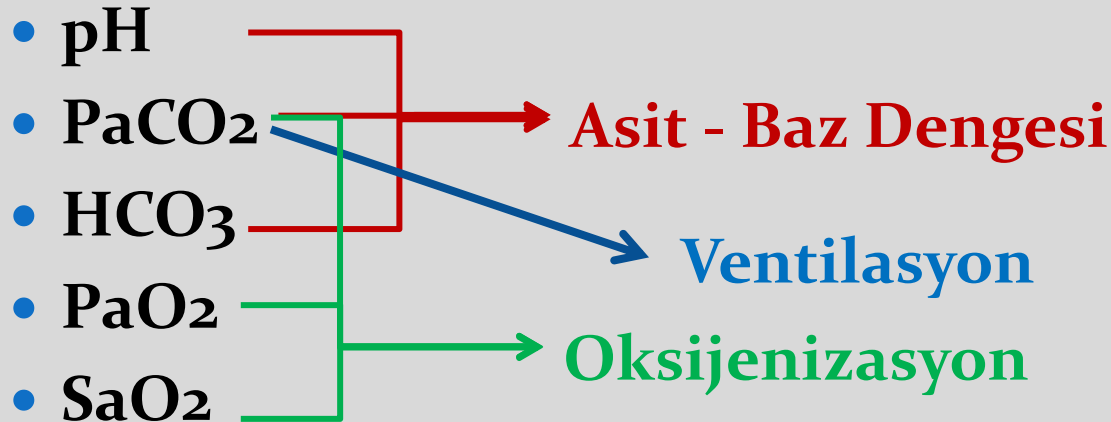
*ile seyreden hastalarda kan gazı istenir.*

# Nelere dikkat edelim?

- Alınan örnek 5 dakika içinde incelenmeli
- Uzun süre oda ısısında kalırsa lökosit metabolizması nedeniyle
  - PaO<sub>2</sub> azalır ve PaCO<sub>2</sub> artar
- Alındığı yerde bakılmayacaksa soğuk kalıpla nakledilmeli
- Alınan kanın arteriyel olması
- Şırınga içinde hava kalmaması
- Enjektörün O<sub>2</sub> 'ye permeabil olmaması

# Kan gazı nedir?

- Kan gazı analizinde:



- Ek olarak

- Elektrolitler (Na,K,Ca) ,*Laktat*, Glukoz, MetHb, *COHb*,*Hemotokrit*

# Değerlendirmesinde eksiklikler

- Hekimlerin %40'ı doğru değerlendiriyor
- Hastaların 1/3'ünde tedavide eksiklikler meydana gelmektedir.

Hingston DM. Respir Care.27:809-815. From: THE ICU BOOK-3 th Ed. (2003)  
Broughton JO, Kennedy TC. Chest.85:148-149. From: THE ICU BOOK - 3 th Ed. (2003)



# Normaller

<b><i>pH</i></b>	7,35-7,45
<b><i>PaCO<sub>2</sub></i></b>	35-45 mmHg
<b><i>PaO<sub>2</sub></i></b>	80-100 mmHg
<b><i>HCO<sub>3</sub></i></b>	22-26 mmol/L
<b><i>Baz açığı</i></b>	(-3)-( +3) mmol/L

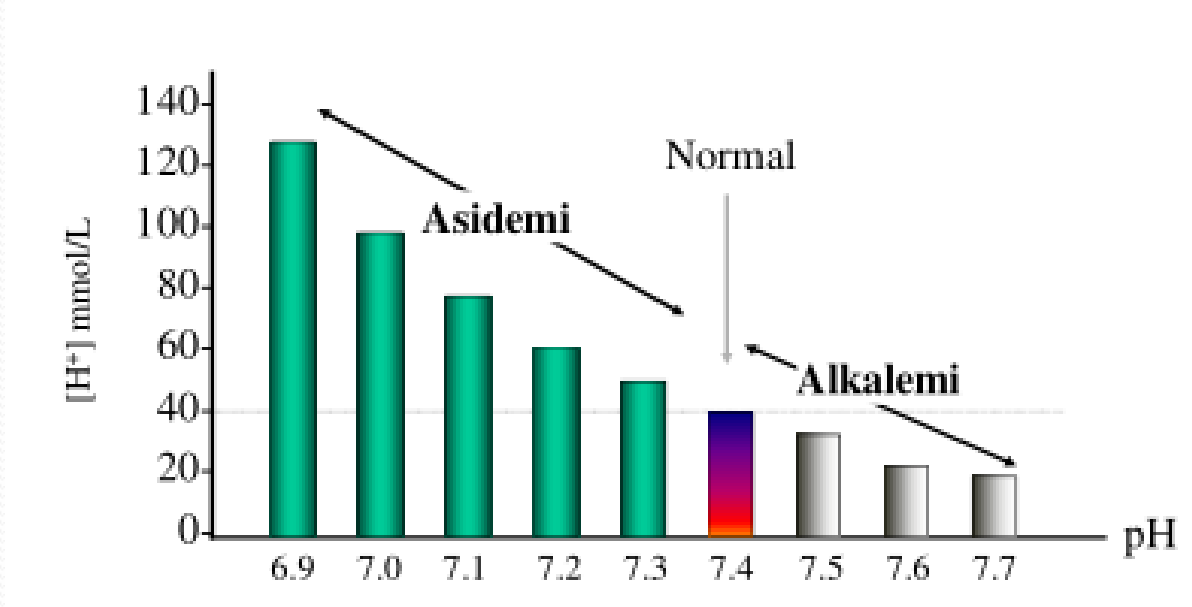
Pat. ID	0203240452		
First-Name			
Last Name			
PCO <sub>2</sub>	58.7 mmHg (+)	[ 35.0 - 45.0 ]	
PO <sub>2</sub>	81.6 mmHg	[ 80.0 - 100.0 ]	
pH	7.473 (+)	[ 7.350 - 7.450 ]	
Na <sup>+</sup>	143.4 mmol/L	[ 135.0 - 148.0 ]	
K <sup>+</sup>	2.51 mmol/L (--)	[ 3.50 - 4.50 ]	
Ca <sup>2+</sup>	0.838 mmol/L (--)	[ 1.120 - 1.320 ]	
Glu	6.0 mmol/L	[ 3.3 - 6.1 ]	
Lac	1.4 mmol/L	[ 0.4 - 2.2 ]	
SO <sub>2</sub>	97.0 %	[ 75.0 - 99.0 ]	
tHb	9.3 g/dL (-)	[ 11.5 - 17.4 ]	
O <sub>2</sub> Hb	94.6 % (-)	[ 95.0 - 99.0 ]	
HHb	2.9 %	[ 1.0 - 5.0 ]	
COHb	2.0 %	[ 0.5 - 2.5 ]	
MethHb	0.5 %	[ 0.4 - 1.5 ]	
Bili	Out of range (-)	[ 3.0 - 49.7 ]	
Baro	920.32 mbar		
P50	23.8 mmHg		
BE <sub>act</sub>	16.9 mmol/L		
BE <sub>ecf</sub>	18.4 mmol/L		
cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	42.1 mmol/L		
cHCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <sub>st</sub>	38.7 mmol/L		
Osm	287 mOsm/kg		

# Değerlendirme

## 6 basamaklı değerlendirme

1. pH – Asidemi , alkalemi
2. PaCO<sub>2</sub> – Solunumsal Komponent
3. HCO<sub>3</sub> – Metabolik Komponent
4. Kompansasyon
5. Oksijenizasyon (PaO<sub>2</sub>,sO<sub>2</sub>)
6. Yorum –Ayırıcı Tanı

# 1. Basamak - pH



- Asidemi
  - Asistoli
  - Kollaps
  - Ölüm

- Alkalemi
  - Tetani
  - Aritmi
  - Ölüm

# 1. Basamak - pH

- **pH < 7,35 ...Asidemi (en az bir asidoz tablosu)**
  - Ya asit artışı veya alkali kaybı vardır.
  - $\text{HCO}_3^-$  ↓: Metabolik,  $\text{PCO}_2$  ↑: Respiratuvar
- **pH > 7,45 ...Alkalemi (en az bir alkaloz tablosu)**
  - Ya asit kaybı ya da baz artışı vardır.
  - $\text{HCO}_3^-$  ↑: Metabolik,  $\text{PCO}_2$  ↓: Respiratuvar
- ***Beklenen kompensasyon olmazsa mix tip asit baz bozukluğu olur.***

## 2. Basamak PaCO<sub>2</sub>

<35 mmHg

- **HCO<sub>3</sub> normale**
  - Pri. Resp. Alkaloz
- **HCO<sub>3</sub> düşükse**
  - Metabolik asidoz vardır.
  - Respiratuvar kompensasyona bakılır.

>45 mmHg

- **HCO<sub>3</sub> normale**
  - Pri. Resp. Asidoz
- **HCO<sub>3</sub> yüksekse**
  - Metabolik alkaloz vardır
  - Respiratuvar kompensasyona bakılır.

# 3. Basamak $\text{HCO}_3$

<22 mmol/L

- **pH <7,35**
  - Primer metabolik asidoz
- **pH >7,45**
  - Respiratuvar alkalozun renal kompensasyonu

>26 mmol/L

- **pH >7,45**
  - Primer metabolik alkaloz
- **pH <7,35**
  - Respiratuvar asidozun renal kompensasyonu

pH<7.35=  
Asidoz

HCO<sub>3</sub><22=  
Metabolik

PaCO<sub>2</sub>>45=  
Respiratuar

pH>7.45=  
Alkaloz

HCO<sub>3</sub>>26=  
Metabolik

PaCO<sub>2</sub><35=  
Respiratuar

**Kural-1:** Hangi parametre pH ile uyumlu ise, öncelikle klinik patolojiyi o parametre belirler

**Kural-2:** Anormal pH + aynı yönde değişmiş PaCO<sub>2</sub> = Metabolik durum

**Kural-3:** Anormal pH + zıt yönde değişmiş PaCO<sub>2</sub> = Respiratuar durum

# PaCO<sub>2</sub> 'de

- pH ile **aynı yönde** değişiklik varsa asit-baz bozukluğu **metaboliktir**, (pH artmış, PaCO<sub>2</sub> artmış)
- pH ile **zıt yönde** değişiklik varsa asit-baz bozukluğu **solunumsaldır**. (pH azalmış, PaCO<sub>2</sub> artmış)



# 4. Basamak Kompansasyon

- PaCO<sub>2</sub> ve HCO<sub>3</sub> aynı yönde değişir

Bozukluk	Yanıt	Beklenen değişiklik
Respiratuar asidoz Akut Kronik	↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1 mEq/L / 10mmHg PaCO <sub>2</sub> ↑ 4 mEq /L /10mmHg PaCO <sub>2</sub> ↑
Respiratuar alkaloz Akut Kronik	↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	2 mEq/L / 10mmHg PaCO <sub>2</sub> ↓ 5 mEq/L / 10mmHg PaCO <sub>2</sub> ↓
Metabolik asidoz	↓ PaCO <sub>2</sub>	1,5 x [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]+8 ↓
Metabolik alkaloz	↑ PaCO <sub>2</sub>	0.9 x [HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]+16 ↑

# 4. Basamak Kompansasyon

PaCO <sub>2</sub> 'nin 40 mmHg bazalinden her 10 mmHg değişikliğine karşılık	HCO <sub>3</sub> - 24 mmol/L	
	AKUT	KRONİK
↑PaCO <sub>2</sub>	+1	+4
↓PaCO <sub>2</sub>	-2	-5

# 4. Basamak Kompansasyon

- PaCO<sub>2</sub> ve HCO<sub>3</sub> aynı yönde değişir. Yetersiz kompensasyon olursa aynı yönlü, beklenenden fazla kompensatuvar değişim olursa zıt yönlü asit baz bozukluğu olur.
- Örnek: DKA ph=7,1 HCO<sub>3</sub> =10 PaCO<sub>2</sub>=1,5\*10+8=23
- PaCO<sub>2</sub><23 ise respiratuvar alkaloz, >23 ise respiratuvar asidoz eşlik eder.

# 4. Basamak Kompansasyon

- Kompansasyon genellikle pH'ı tamamen normale getirmez.
- Hiçbir zaman over-kompansasyon olmaz
- Solunumsal kompansasyon 1-24 saatte
- Metabolik kompansasyon 12 saat-5 günde görülür.

# 5. Basamak PaO<sub>2</sub>

- sO<sub>2</sub> % 95 - %99

PaO <sub>2</sub>	
>80 mmHg	Normal
60-79 mmHg	Hafif Hipoksemi
40-59 mmHg	Orta Hipoksemi
< 40 mmHg	Ağır Hipoksemi

# 6. Basamak Yorum

- **Anyon Açığı**

- $[Na] - [Cl + HCO_3] = 12 \pm 3 \text{ mEq/L}$

- **Baz Açığı**

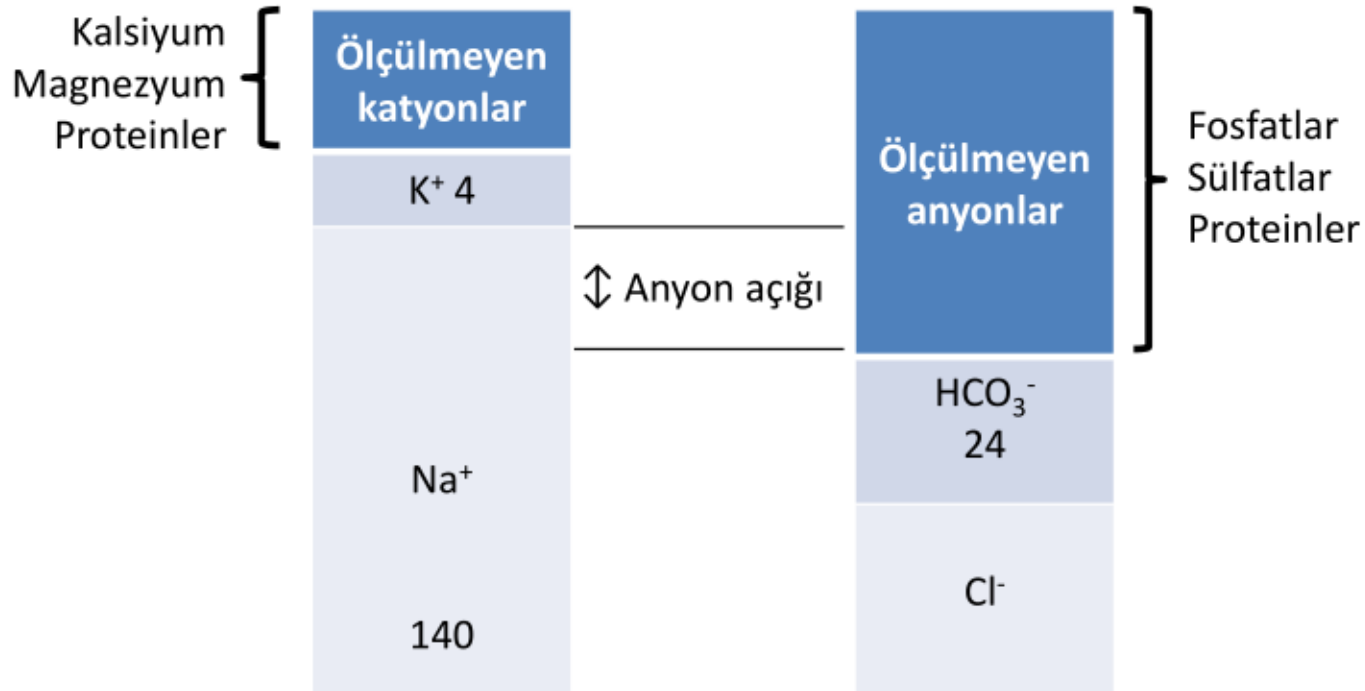
- $(HCO_3 - 24) + 12 (pH - 7,4) = \pm 3$

- **Alveoler-Arterial Oksijen Gradienti - P(A-a)O<sub>2</sub>**

- $150 - [PaO_2 + (1.25 \times PaCO_2)]$

- $145 - [PaO_2 + PaCO_2]$

$$[\text{Katyonlar}] = [\text{Anyonlar}]$$



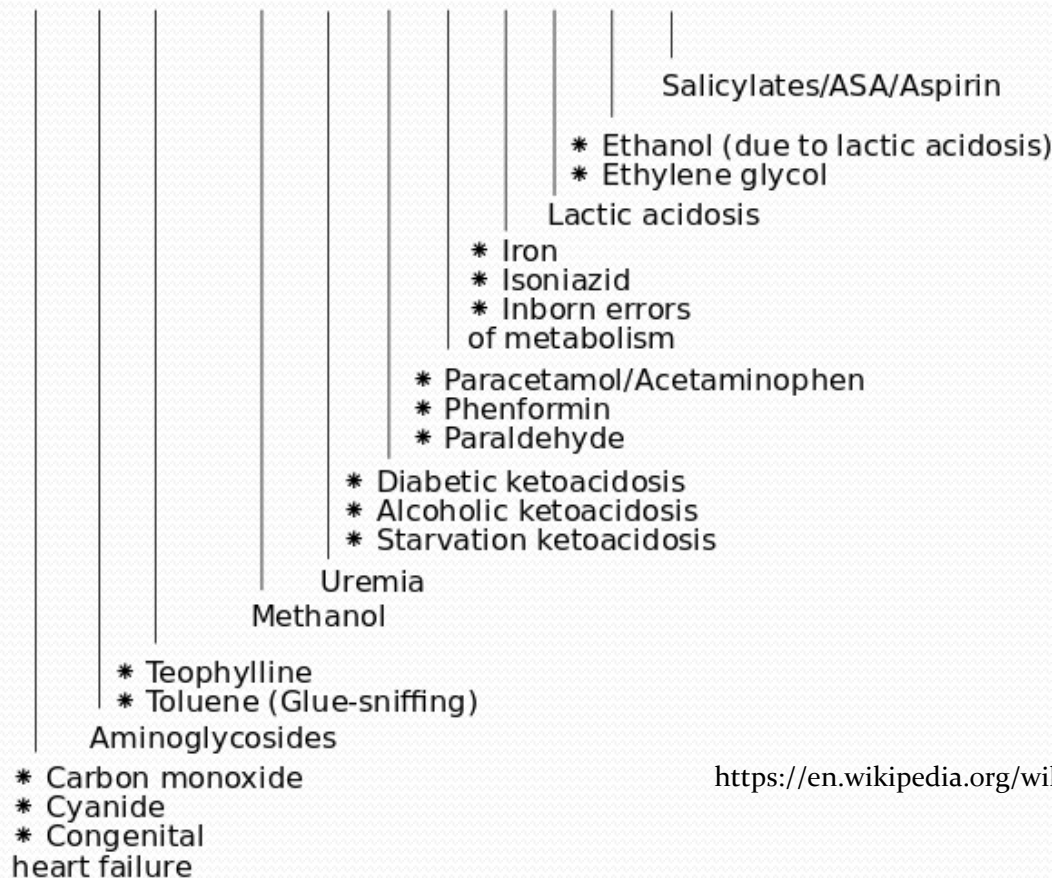
$$\text{Anyon açığı} = [\text{Na}^+] - \{[\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-]\}$$

Normal aralığı:  $\approx 8-12$  mEq/L (lab spesifik)

# Artmış Anyon Açığı

Causes of high anion-gap metabolic acidosis

**C A T M U D P I L E S**



[https://en.wikipedia.org/wiki/High\\_anion\\_gap\\_metabolic\\_acidosis](https://en.wikipedia.org/wiki/High_anion_gap_metabolic_acidosis)



# Normal Anyon Açığı

- Gastrointestinal bikarbonat kaybı (en sık)
- Renal bikarbonat kaybı
- Dilüsyonel bikarbonat azlığı
- Klorür içeren asitlerin artmış alımı
- Diare

# Baz Açığı

- pH=7,4 olması için ne kadar asit veya baz eklemek gerektiğini gösterir.
- $BE = (HCO_3 - 24) + 12 (pH - 7,4)$
- $BE > +3 =$  Metabolik Alkaloz
- $BE < -3 =$  Metabolik Asidoz

# P(A-a)O<sub>2</sub>

$$Aa \text{ Gradient} = \left( 150 - \frac{5}{4}(P_{CO_2}) \right) - P_aO_2$$

- $P(A-a)O_2 = 150 - [(1.25 \times PaCO_2) + PaO_2]$
- Akciğerlerin gaz alışverişi fonksiyonu
- $p(A-a)O_2 = 5-15$  mmHg arasında
- Yaşla değişir=  $10 + (yaş/10)$
- Hiçbir zaman 30 mmHg'ı geçmez.

# Arterial Blood Gas Analysis

ABG Parameter			ABG result	Calculation and interpretation		
<b>pH</b>	>7.45	Alkalaemia		<b>pH</b>	<b>pCO2</b>	<b>Interpretation</b>
	7.36-44	Normal				
	<7.35	Acidaemia		↓	↓	Metabolic acidosis
<b>pCO2</b>	>45	High		↑	↑	Metabolic alkalosis
	35-45	Normal		↑	↓	Respiratory alkalosis
	<35	Low		↓	↑	Respiratory acidosis
<b>HCO3</b>	>26	High		<b>Corrected standard AG for albumin</b>		
	24+/- 2	Normal		$\frac{\text{Albumin} + 1.5 \times \text{Phosphate}}{4}$		
	<22	Low				
<b>AG</b>	> 16	High		<b>Anion Gap calculation</b>		
	12+/-4	Normal		$\{[\text{Na}^+] - [\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-]\} = 12 \pm 4$		
	< 8	Low		<b>Corrected Na+ for AG in hyperglycemia</b>		
<b>Glucose</b>	>10	High		Corrected Na+ = $\text{Na} + \frac{\text{Glucose} - 5}{3}$		
	< 2	Low				
<b>Gap: Gap</b>	$\frac{\Delta \text{AG}}{\Delta \text{HCO}_3} = \frac{\text{AG} - 12}{24 - \text{HCO}_3}$			<b>Gap: Gap calculation for metabolic acidosis</b>		
				<0.4	Low or Normal AG metabolic acidosis	
				0.4-0.8	Normal + high AG metabolic acidosis	
<b>Lactate</b>	<1.9	Normal		0.8-2.0	Pure high metabolic acidosis	
	>2.0	High		>2.0	Metabolic acidosis with metabolic alkalosis/respiratory acidosis	
<b>pO2</b>	80-100	Normal		<b>PAO2 = [713 x FiO2] - [pCO2 x 1.25]</b>		
	< 80	Hypoxia		<b>A-a gradient = PAO2 - PaO2 = <math>\frac{\text{Age} + 4}{4}</math></b>		

### Compensation rules for

Expected PCO2	Metabolic acidosis		Metabolic alkalosis	
		1.5 X [HCO3] + 8 (+/- 2)		0.7 X [HCO3] + 20 (+/- 5)
Expected HCO3	Respiratory acidosis		Respiratory alkalosis	
	Acute	Chronic	Acute	Chronic
	$24 + \frac{\text{pCO}_2 - 40}{10} \times 1$		$24 + \frac{\text{pCO}_2 - 40}{10} \times 4$	
	$24 - \frac{40 - \text{pCO}_2}{10} \times 2$		$24 - \frac{40 - \text{pCO}_2}{10} \times 5$	

# Örnek Olgularla Arteriyel Kan Gazı Yorumlanması

# Olgu 1

- Nefes darlığı ile acil servise başvuran 35 yaş bayan hasta.

- Kan gazı analizi
- pH= 7,47
- PaCO<sub>2</sub> = 31 mmHg
- HCO<sub>3</sub> = 25 mEq/L
- PaO<sub>2</sub> = 72 mmHg
- SaO<sub>2</sub> = %91

# Olgu 1

pH= 7,47  
PaCO<sub>2</sub> = 31 mmHg  
HCO<sub>3</sub> = 25 mEq/L  
PaO<sub>2</sub> = 72 mmHg  
SaO<sub>2</sub> = %91

1. Basamak : pH= ....**Alkaloz**
2. Basamak : PaCO<sub>2</sub> = Azalmış
  - pH ile zıt yönlü değişiklik = **Solunumsal (Res. Alk.)**
3. Basamak : HCO<sub>3</sub> = Normal
4. Basamak: Kompansasyon HCO<sub>3</sub>= 24-2=22 mEq/L olmalı
  - 10 mmHg PaCO<sub>2</sub> için 2 mEq/L HCO<sub>3</sub> değişikliği olmalı
  - HCO<sub>3</sub> beklenenden az azalmış (**Metabolik Alkaloz**)
5. Basamak : PaO<sub>2</sub> = Hafif Hipoksemi
6. Basamak : **Respiratuvar Alkaloz** + **Metabolik Alkaloz** , Hafif Hipoksemi

# Olgu 2

- Sık ve zorlu nefes alma şikayeti ile acil servise başvuran 65 yaşında bayan hasta

- Kan gazı analizi
- pH= 7,26
- PaCO<sub>2</sub> = 36 mmHg
- HCO<sub>3</sub> = 12 mEq/L
- PaO<sub>2</sub> = 95 mmHg
- SaO<sub>2</sub> = %97



# Olgu 2

pH= 7,26  
PaCO<sub>2</sub> = 36 mmHg  
HCO<sub>3</sub> = 12 mEq/L  
PaO<sub>2</sub> = 95 mmHg  
SaO<sub>2</sub> = %97

1. Basamak : pH= ....**Asidoz**
2. Basamak : PaCO<sub>2</sub> = Normal sınırlarda azalmış
  - pH ile aynı yönlü değişiklik = **Metabolik (Met. Asd.)**
3. Basamak : HCO<sub>3</sub> = **Azalmış**
4. Basamak: Kompansasyon PaCO<sub>2</sub> = 1,5x12+8 = 22 mmHg
  - PaCO<sub>2</sub> = 1,5x HCO<sub>3</sub> +8 olmalı
  - PaCO<sub>2</sub> beklenenden kadar azalmamış (Yüksek kalmış : **Resp. Asd.**)
5. Basamak : PaO<sub>2</sub> = Normal
6. Basamak : **Metabolik Asidoz + Respiratuvar Asidoz**

# Olgu 3

- 35 yaşında erkek hasta, bilinç kaybı ve siyanoz nedeni ile komşuları tarafından acile getiriliyor.

- Kan gazı analizi
- pH= 7,27
- PaCO<sub>2</sub> = 84 mmHg
- HCO<sub>3</sub> = 26 mEq/L
- PaO<sub>2</sub> = 46 mmHg
- SaO<sub>2</sub> = %78

# Olgu 3

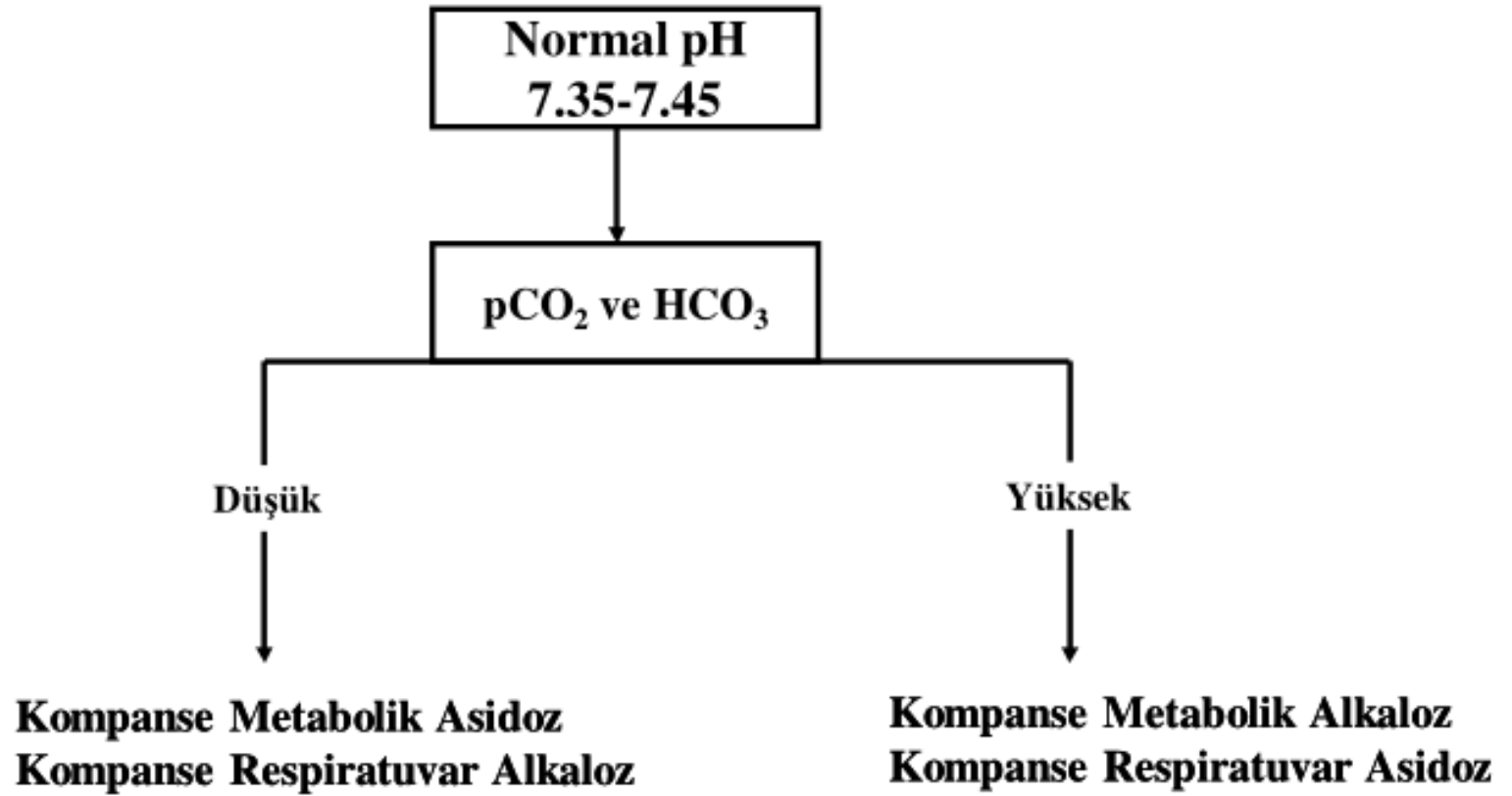
pH= 7,27  
PaCO<sub>2</sub> = 84 mmHg  
HCO<sub>3</sub> = 26 mEq/L  
PaO<sub>2</sub> = 46 mmHg  
SaO<sub>2</sub> = %78

1. Basamak : pH= ....**Asidoz**
2. Basamak : PaCO<sub>2</sub> = **Artmış**
  - pH ile **zıt yönlü** değişiklik = **Solunumsal(Resp. Asd.)**
3. Basamak : HCO<sub>3</sub> = **Artmış**
4. Basamak: Kompans. HCO<sub>3</sub> = 24+4,4=28,4 mEq/L olmalı
  - PaCO<sub>2</sub>'de 10 mmHg akut yükselmede HCO<sub>3</sub> 1 mEq/L artmalı
  - HCO<sub>3</sub> beklenenden az artmış (Düşük kalmış : **Met. Asd.**)
5. Basamak : PaO<sub>2</sub> = **Ciddi Hipoksemi**
6. Basamak : **Respiratuvar Asidoz +Metabolik Asidoz + Ciddi Hipoksemi**

**pH normale  
herşey yolunda mı?**

- PaCO<sub>2</sub> 40 mmHg
- HCO<sub>3</sub> 24 mEq/L ise

YOLUNDA



**pH 7.4'den düşük ise;** → Primer bozukluk Asidoz

**pH 7.4'den yüksek ise;** → Primer bozukluk Alkaloz

# Hatırda kalacaklar

- Önce pH
- Sonra PaCO<sub>2</sub> ile pH ile aynı/zıt yönde mi?
- Kompansasyonu değerlendir
- Tüm parametrelerin normal olması, hastada asit-baz bozukluğu olmadığı anlamına gelmez
- COHb ve Laktat gibi diğer parametrelere bakmayı unutma

# Kaynaklar

- Tintinalli 7th Edition
- E-Medicine
- Türk Toraks Derneđi
- <http://lifeinthefastlane.com/investigations/acid-base/>
- Gülbin Aygencel, Arter kan gazlarının yorumlanması, Türk Kardiyol Dern Arş - Arch Turk Soc Cardiol 2014;42(2):194-202, dx.doi.org/10.5543/tkda.2014.29499
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Alveolar%E2%80%93arterial\\_gradient](https://en.wikipedia.org/wiki/Alveolar%E2%80%93arterial_gradient)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/High\\_anion\\_gap\\_metabolic\\_acidosis](https://en.wikipedia.org/wiki/High_anion_gap_metabolic_acidosis)
- Turgut DENİZ, Arter Kan Gazı Analizi, ATUDER
- İsa KILIÇASLAN, Arteriyel Kan Gazı Yorumlanması, 15. Acil Tıp Sempoiumu, 28-30 Ağustos 2014, Trabzon.
- Umut Yücel ÇAVUŞ, Arteriyel Kan Gazı, 10 Ulusal Acil Tıp Kongresi



# TEŐEKKÜRLER