

KAN GAZI DEĞERLENDİRMESİ



Uz. Dr. Eda İlarslan



Asit – Baz Fizyolojisi

1. Hidrojen iyonları ve pH

- Haya ☐ Hücre içi enzimlerin aktivitesi çok dar sınırlı ☐ Hücre zarı bütünlüğünün korunması
- Kandaki serbest H^+ iyonu miktarı 0.00000004 mEq/L
- Ölçüm zor olduğundan H^+ miktarı pH olarak ifade edilir.
- *pH serbest H^+ konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır.*

Asit – Baz Fizyolojisi

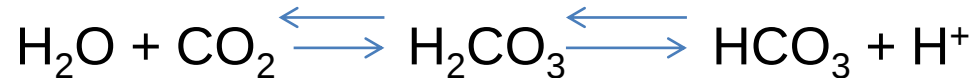
2. Asit – baz dengesi

- H^+ iyonu verme kapasitesi olan maddeler ***asit*** olarak tanımlanırlar.
- H^+ iyonu ile birleşebilen maddeler ***baz*** olarak tanımlanırlar.
- Kan pH değeri asit ve bazlar arasındaki denge ile belirlenir.
- Hücrelerin fonksiyonlarını devam ettirebilmeleri için asitler ve bazlar dinamik olarak düzenlenir ve ***pH homeostazisi*** sürdürülür.
- Akciğerler ve böbrekler kan asit ve baz düzeyini dengede tutmak için çalışırken, tampon sistemleri de kan pH değerindeki kaymaları önlerler.

Asit – Baz Fizyolojisi

2. Asit – baz dengesi

- Asitlerin atılımından akciğerler ve böbrekler sorumludur ancak temel görev akciğerlerindir.
- Akciğerlerin uzaklaştırdığı volatil asit karbonik asittir (H_2CO_3).



- Böbreklerden daha az miktarda sülfirik asit ve fosforik asit atılır.
- Baz regülasyonundan sorumlu organ ise böbreklerdir. Klinik olarak önem taşıyan baz bikarbonattır (HCO_3^-).

Asit – Baz Fizyolojisi

- ***AKCİĞERLER*** : CO₂ atılımı (Dakikalar içerisinde)
- Metabolik bozukluğa kompensatuvar cevap

Metabolik asidoz:

Solunum hızlanır

Metabolik alkaloz:

Solunum yavaşlar

Asit – Baz Fizyolojisi

- ***BÖBREKLER*** : Proksimal tübülüsten HCO_3 'ın geri emilimini sağlar (Saatler ve günler içerisinde)
- Respiratuvar bozukluğa kompensatuvar cevap

Respiratuvar asidoz:

HCO_3 geri emilimini arttırır

Respiratuvar alkaloz:

HCO_3 geri emilimini azaltır

Asit – Baz Fizyolojisi

3. Tampon sistemleri

- ***Ekstrasellüler sıvıda***
 - Plazma bikarbonat
 - Plazma proteinleri (albumin, globulin)
 - İnorganik fosfat
- ***İntrasellüler sıvıda***
 - Bikarbonat
 - Hemoglobin
 - Oksihemoglobin
 - İnorganik fosfat
 - Organik fosfat

Asit – Baz Denge Bozuklukları

RADIOMETER ABL800 BASIC				
ABL800 Basic		07:59 AM		11/25/2013
Patient Report	Syringe - S 195 uL	Sample #		77208
Identifications				
Patient ID				
Patient Last Name				
Sex	Male			
Sample type	Arterial			
FO ₂ (I)	21.0%			
T	37.0% <i>C</i>			
pH	7.407		[7.350 - 7.450]	
pCO ₂	41.1	mmHg	[35.0 - 45.0]	
pO ₂	104	mmHg	[83.0 - 108]	
cHCO ₃ ⁻ (P.st) <i>c</i>	25.5	g/dL		
↓ ctHb	9.2	g/dL	[12.0 - 16.0]	
sO ₂	98.1	%	[95.0 - 99.0]	
cK ⁺	4.1	mmol/L	[3.5 - 4.5]	
↑ ctHb	139	mg/dL	[70.0 - 105.0]	
↓ cLac	0.5	mmol/L	[0.5 - 1.6]	
↓ cNa ⁺	124	mmol/L	[135 - 145]	
↓ cCl ⁻	95	mmol/L	[98 - 106]	
↓ cCa ²⁺	1.06	mmol/L	[1.15 - 1.29]	
ABEc	1.2	mmol/L		
Calculated Values				
cCa ²⁺ (7.4) <i>c</i>	1.07	mmol/L		
ctCo ₂ (P) <i>c</i>	59.7	vol%		
Anion Gap _c	3.1	mmol/L		
Anion Gap, K ⁺ <i>c</i>	7.1	mmol/L		
Hct _c	28.6	%		
pH(st) <i>c</i>	7.416			
p50 _e	26.44	mmHg		
pO ₂ (A-a) _e	---	mmHg		
pO ₂ (a/A) _e	104.6	%		
RI _e	-4	%		
mOsm _c	255.2	mmol/kg		
Temperature Corrected Values				
pH(<i>T</i>)	7.407			
pCO ₂ (<i>T</i>)	41.1	mmHg		
pO ₂ (<i>T</i>)	104	mmHg		
Notes				
↑	Value(s) above reference range			
↓	Value(s) below reference range			
c	Calculated value(s)			
e	Estimated value(s)			

pH

pCO₂

HCO₃

Figure 2. A typical arterial blood gas analysis report.

Kan gazında pH, pCO₂ ve HCO₃ normal aralıkları

ARTERİYEL KANDA

- ✓ pH= 7.35-7.45
- ✓ pCO₂= 35-45 mmHg
- ✓ HCO₃= 22-28 mEq/L

VENÖZ KANDA

- ✓ pH< 7.35-7.45
- ✓ pCO₂ >35-45 mmHg
- ✓ HCO₃ <22-28 mEq/L

Terminoloji

- **Asidemi:** $\text{pH} < 7.35$
- **Alkalemi:** $\text{pH} > 7.45$
- **Asidoz:** H^+ konsantrasyonunda artış
- **Alkaloz:** H^+ konsantrasyonunda azalma
- ***Asidemi* ve *alkalemi*** pH değerindeki değişikliği, ***asidoz* ve *alkaloz*** ise buna neden olan patolojik durumu ifade eder.

Asit – baz denge bozuklukları

- *Metabolik asidoz*
- *Metabolik alkaloz*
- *Respiratuar asidoz (akut/kronik)*
- *Respiratuar alkaloz (akut/kronik)*
- *Miks tipte asit- baz bozuklukları*

Asit – baz denge bozuklukları

Bozukluk	pH	Birincil değişiklik	Kompanzasyon (ikincil değişiklik)
Metabolik asidoz	Azalır	HCO_3 azalır	pCO_2 azalır (Akciğer)
Metabolik alkaloz	Artar	HCO_3 artar	pCO_2 artar (Akciğer)
Respiratuar asidoz	Azalır	pCO_2 artar	HCO_3 artar (Böbrek)
Respiratuar alkaloz	Artar	pCO_2 azalır	HCO_3 azalır (Böbrek)

Terminoloji

Kan gazı ilk değerlendirildiğinde

$\text{pH} = 7.35 - 7.45$

$\text{pH} < 7.35$ veya > 7.45

Kompanze asit – baz
bozukluğu

Dekompanze asit – baz
bozukluğu

Kompanzasyon Mekanizmaları

Bozukluk	Beklenen kompanzasyon
Metabolik asidoz	$p\text{CO}_2 = 1.5 \times [\text{HCO}_3] + 8 \pm 2$
Metabolik alkaloz	$[\text{HCO}_3]$ deki her 10 mEq/L artış için $p\text{CO}_2$ 7 mmHg artar
Akut respiratuar asidoz	$p\text{CO}_2$ deki her 10 mmHg artış için $[\text{HCO}_3]$ 1 mEq/L artar, pH 0.08 düşer
Kronik respiratuar asidoz	$p\text{CO}_2$ deki her 10 mmHg artış için $[\text{HCO}_3]$ 3.5 mEq/L artar, pH 0.03 düşer
Akut respiratuar alkaloz	$p\text{CO}_2$ ' deki her 10 mmHg düşüş için $[\text{HCO}_3]$ 2 mEq/L azalır
Kronik respiratuar alkaloz	$p\text{CO}_2$ ' deki her 10 mmHg düşüş için $[\text{HCO}_3]$ 4 mEq/L azalır

ÖRNEK

pH: 7,25
HCO₃: 9 mEq/L



Beklenen pCO₂
nedir?

Metabolik asidoz

Beklenen karşılama: $1.5 \times 9 + 8 \pm [2] = 21,5 \pm 2$

pCO₂: 19.5-23.5 mmHg arasında olması beklenir

pCO₂ < 19.5 mmHg: + respiratuvar alkaloz

pCO₂ > 23.5 mmHg: + respiratuvar asidoz

ÖRNEK

pH: 7,52
HCO₃: 38 mEq/L



Beklenen pCO₂
nedir?

Metabolik alkaloz

Beklenen karşılama:

HCO₃ düzeyindeki her 10 mEq/L artış için pCO₂ düzeyi 7 mmHg artar

pCO₂ = 45 + 7 = 52 mmHg olmalıdır

pCO₂ < 52 mmHg: + respiratuvar alkaloz

pCO₂ > 52 mmHg: + respiratuvar asidoz

ÖRNEK

pH: 7,23
pCO₂: 65 mmHg
(Akut)



Beklenen HCO₃
nedir?

Akut Respiratuvar Asidoz

Beklenen karşılama:

pCO₂ düzeyindeki her 10 mmHg artış için HCO₃ düzeyi 1 mEq/L artar
pCO₂ 20 mmHg artmıştır.

HCO₃ = 28 + (2x1) = 30 mEq/L olmalıdır

HCO₃ < 30 mEq/L: + metabolik asidoz

HCO₃ > 30 mEq/L: + metabolik alkaloz

ÖRNEK

pH: 7,50
pCO₂: 25 mmHg
(Kronik)



Beklenen HCO₃
nedir?

Kronik Respiratuvar Alkaloz

Beklenen karşılama:

pCO₂ düzeyindeki her 10 mmHg azalma için HCO₃ düzeyi 4 mEq/L azalır

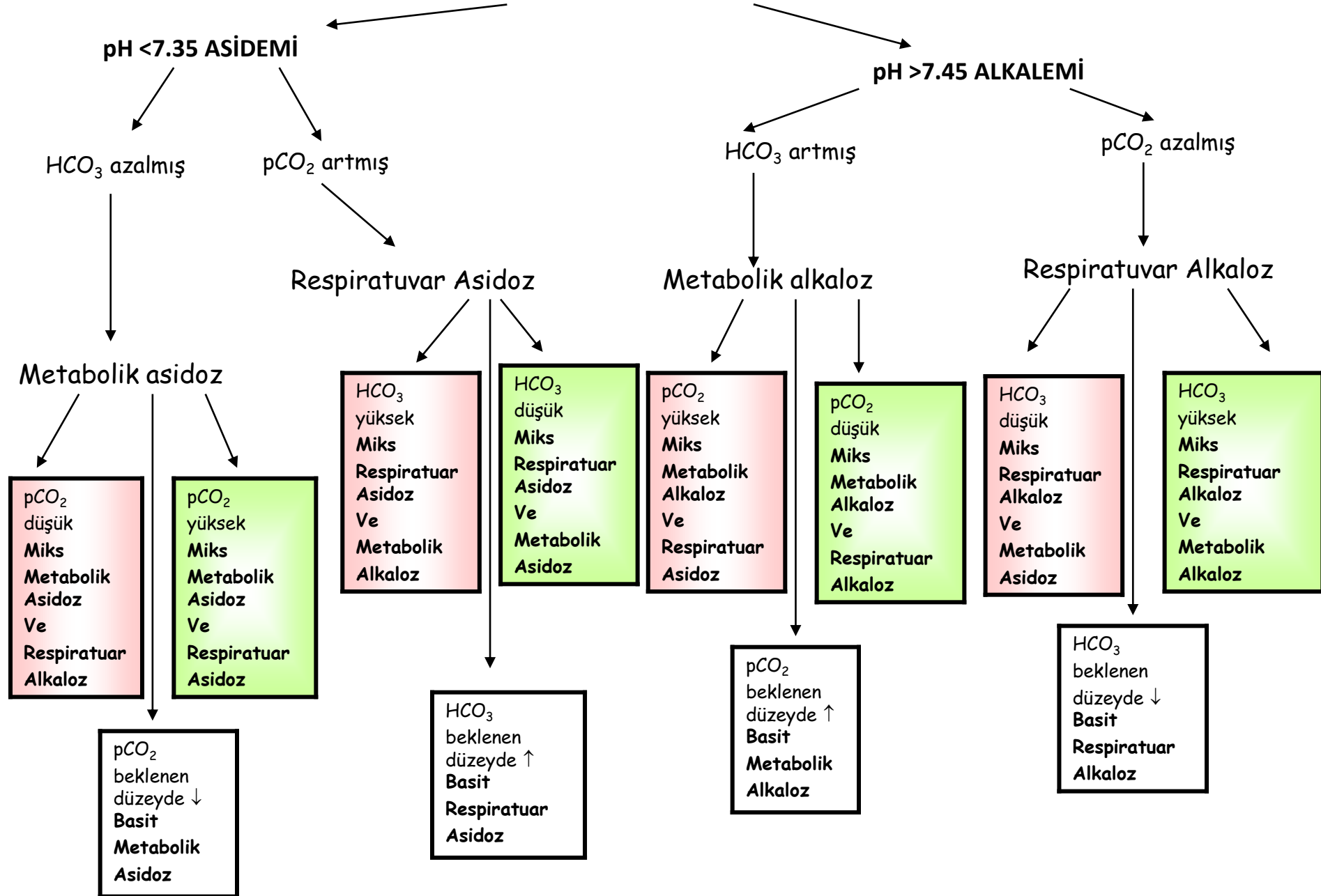
pCO₂ 10 mmHg azalmış

HCO₃ = 22 - (1x4) = 18 mEq/L olmalıdır

HCO₃ < 18 mEq/L: + metabolik asidoz

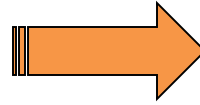
HCO₃ > 18 mEq/L: + metabolik alkaloz

Basit ve Miks Asit-Baz Bozuklukları



KURALLAR - pH normal sınırlarda değilken

pH ve pCO_2 aynı yönde değişiyorsa



OLAY
METABOLİKTİR

pH: 7.28 ↓
pCO₂: 26 ↓
HCO₃: 14

Metabolik asidoz

pH: 7.52 ↑
pCO₂: 54 ↑
HCO₃: 36

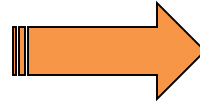
Metabolik alkaloz



Beraberinde
respiratuar
bozukluk var mı?

KURALLAR - pH normal sınırlarda değilken

pH ve $p\text{CO}_2$ farklı yönde değişiyorsa



OLAY
RESPIRATUVAR

pH: 7.28 ↓
 $p\text{CO}_2$: 52 ↑
 HCO_3 : 31

**Respiratuar
asidoz**

pH: 7.52 ↑
 $p\text{CO}_2$: 18 ↓
 HCO_3 : 14

**Respiratuar
alkaloz**



Beraberinde
metabolik
bozukluk var mı?

ÖRNEK

pH: 7,26

pCO₂: 34

HCO₃: 18



Beklenen karşılama yeterli mi?

Asit-baz bozukluğunu tanımlayınız

Beklenen karşılama:

$$pCO_2 = 1.5 \times 18 + 8 \pm [2] = 35 \pm 2 \text{ mmHg (33-37) olmalıdır}$$

METABOLİK ASİDOZ

ÖRNEK

pH: 7,23
pCO₂: 34
HCO₃: 14



Beklenen karşılama yeterli mi?
Asid-baz bozukluğunu tanımlayınız

Beklenen karşılama:

$pCO_2 = 1.5 \times 14 + 8 \pm [2] = 29 \pm 2 \text{ mmHg (27-31)}$ olmalıdır

$pCO_2: 34 \text{ mmHg} > 31 \text{ mmHg}$

METABOLİK ASİDOZ+ RESPİRATUVAR ASİDOZ

ÖRNEK

pH: 7,54
pCO₂: 55
HCO₃: 43



Beklenen karşılama yeterli mi?
Asid-baz bozukluğunu tanımlayınız

Beklenen karşılama:

$pCO_2 = 1.5 \times 7 = 10; 45 + 10 = 55$ mmHg olmalıdır

METABOLİK ALKALOZ

ÖRNEK

pH: 7,11
pCO₂: 65
HCO₃: 30
(Akut)



Beklenen karşılama yeterli mi?
Asid-baz bozukluğunu
tanımlayınız

Beklenen karşılama:

$HCO_3 = 2 \times 1 = 2; 28 + 2 = 30$ mEq/L olmalıdır

$HCO_3 = 30$ mEq/L

RESPIRATUVAR ASİDOZ

ÖRNEK

pH: 7,08

pCO₂: 65

HCO₃: 27

(Kronik)



Beklenen karşılama yeterli mi?

Asid-baz bozukluğunu tanımlayınız

Beklenen karşılama:

$\text{HCO}_3 = 2 \times 3.5 = 7; 28 + 7 = 35 \text{ mEq/L}$ olmalıdır

$\text{HCO}_3 = 27 \text{ mEq/L} < 35$

RESPIRATUVAR ASİDOZ+ METABOLİK ASİDOZ

ÖRNEK

pH: 7,50
pCO₂: 25
HCO₃: 18
(Akut)



Beklenen karşılama yeterli mi?
Asid-baz bozukluğunu tanımlayınız

Beklenen karşılama:

$\text{HCO}_3 = 1 \times 2 = 2; 22 - 2 = 20 \text{ mEq/L}$ olmalıdır

$\text{HCO}_3 = 18 < 20 \text{ mEq/L}$

RESPIRATUVAR ALKALOZ+ METABOLİK ASİDOZ

ÖRNEK

pH: 7,55

pCO₂: 25

HCO₃: 15

(Kronik)



Beklenen karşılama yeterli mi?

Asid-baz bozukluğunu tanımlayınız

Beklenen karşılama:

$\text{HCO}_3 = 22 - 4 = 18 \text{ mEq/L}$ olmalı

$\text{HCO}_3 = 15 < 18 \text{ mEq/L}$

RESPIRATUVAR ALKALOZ+ METABOLİK ASİDOZ

Anyon Açığı

- Elektriksel dengenin sağlanması için serumda bulunan anyon ve katyonların miktarı birbirine eşit olmalıdır.
- ❖ **Temel anyon (-):** HCO_3^- ve Cl^-
- ❖ **Temel katyon (+):** Na^+
- ❖ **Ölçülemeyen anyonlar:** Protein, organik asit, fosfat, sülfat
- ❖ **Ölçülemeyen katyonlar:** K^+ , Ca^{+2} , Mg^+

Anyon Açığı



$$\underbrace{\ddot{\text{O}}\text{A} - \ddot{\text{O}}\text{K}} = \text{Na} - (\text{HCO}_3 + \text{Cl})$$

*Anyon
açığı*



*N = 8-16
mEq/L*

Normal ionogram

	unmeasured anions
	HCO_3^-
Na^+	Cl^-

Addition of HCl

	unmeasured anions
	HCO_3^-
Na^+	Cl^-

Addition of lactic acid

	unmeasured anions
	HCO_3^-
Na^+	Cl^-

Metabolik Asidozda Anyon Açığı

- ***ANYON AÇIĞI ARTMIŞ*** (Ölçülemeyen anyonlar ↑)
- ***ANYON AÇIĞI NORMAL*** (Ölçülemeyen anyonlarda artış olmaz; dengeyi sağlamak için Cl^- ↑)

Anyon Açığı Artmış Metabolik Asidoz

- **Diyabetik ketoasidoz:** β -hidroksibütürat, asetoasetat
- **Kronik böbrek yetmezliği:** Fosfat, ürat, sülfat
- **Zehirlenmeler:** Metanol, etilen glikol, salisilat
- **Doğuştan metabolizma hastalıkları:** Laktat ve organik asitler
- **Laktik asidoz:** Laktat

Anyon Açığı Normal Metabolik Asidoz

- İshal
- Renal tübüler asidoz
- Üriner diversiyon ameliyatları
- Sigmoidostomi, ileostomi

OLGU-1

- 4 yaş kız hasta;
- Son 10 gündür kilo kaybı, halsizlik çok su içme, idrar kaçırma, sık idrar yapma
- ***Fizik inceleme:***

SS: 50/dk **Kalp hızı:** 146/dk **TA:** 100/70 mmHg **VI:** 36.5 C°

VA: 16 kg (1 hafta öncesinde göre 2 kg azalmış) (%25-50)

Boy: 107 cm (%50-75)

Genel durumu bozuk, uykuya meyilli

Dehidratasyon bulguları mevcut, nefesinde aseton kokusu

Laboratuvar

➤ Venöz kan şekeri: **398** mg/dl

➤ Kan ketonu: **4,8** mmol/L

pH: 7,26

pCO₂: 18

HCO₃: 7

➤ Üre: 16,5 mg/dl

➤ **Cre: 1,04 mg/dl**

➤ **Na: 128 mEq/L**

➤ K: 3,7 mEq/L

➤ Ca: 10,3 mg/dl

➤ P: 4,6 mg/dl

➤ **Cl: 89 mEq/L**

OLGU-1

- ✓ Olgunun asit-baz bozukluğu nedir?
- ✓ Beklenen karşılama sağlanmış mıdır?
- ✓ Anyon açığını hesaplayın
- ✓ Olası tanınız nedir?

OLGU-1

pH: 7.26
pCO₂: 18
HCO₃: 7



pH ve pCO₂ aynı
yönde değişmiş:
Metabolik asidoz

Beklenen karşılama:

$$pCO_2 = 1.5 \times 7 + 8 \pm [2] = 18,5 \pm 2 = 16,5-20,5$$

pCO₂: 18; karşılama yeterli;

METABOLİK ASİDOZ

OLGU-1

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

Na: 123 mEq/L

Cl: 89 mEq/L

HCO₃: 7 mEq/L

$$123 - (7 + 89) = 27 \text{ mEq/L}$$

***Anyon açığı artmış metabolik asidoz
Diyabetik ketoasidoz***

OLGU-2

- 6 aylık erkek bebek
- **Yakınma:** Kanlı ishal, havale geçirme
- **Öykü:** Bir haftadır yeşil renkli ishali ve iki gündür 39°C olan ateşi varmış. Dün gece havale geçiren hasta acil polikliniğe sevk edilmiş.
- **Fizik inceleme:**

VA %25p **Boy:** %25p **VI:**39.8°C **Kalp hızı:** 196/dk
SS: 70/dk

Genel durumu bozuk, letarjik.

Göz küreleri, fontanel çökük, turgor bozuk

Kussmaul solunumu (+)

Laboratuvar

pH: 7,28
pCO₂: 26
HCO₃: 12,4

- Üre: 19,5 mg/dl
- **Cre:1,04 mg/dl**
- **Na:146 mEq/L**
- **K: 3,3 mEq/L**
- Ca: 10,3 mg/dl
- P: 4,6 mg/dl
- **Cl: 121 mg/dl**

OLGU-2

- ✓ Olgunun asit-baz bozukluğu nedir?
- ✓ Beklenen karşılama sağlanmış mıdır?
- ✓ Anyon açığını hesaplayınız
- ✓ Olası tanınız nedir?

OLGU-2

pH: 7.28
pCO₂: 26
HCO₃: 12,4



pH ve pCO₂ aynı
yönde değişmiş:
Metabolik asidoz

Beklenen karşılama:

$$pCO_2 = 1.5 \times 12,4 + 8 \pm [2] = 26,5 \pm 2 = 24,5-28,5$$

pCO₂: 26; karşılama yeterli

METABOLİK ASİDOZ

OLGU-2

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

Na: 146 mEq/L

146- (12,4+121)= 12,6 mEq/L

Cl: 121 mEq/L

HCO₃: 12,4 mEq/L

***HİPOPOTASEMİK, HİPERKLOREMİK, ANYON AÇIĞI NORMAL
METABOLİK ASİDOZ - AGE***

Metabolik Asidoz Tedavisi ve Bikarbonat

- Esas amaç nedeni bulup tedavisini yapmaktır.
- Sıvı, elektrolit (Na, K) dengesizliği düzeltilmelidir.

HCO₃ FAZLA veya HIZLI verilirse

- ✓ Aşırı CO₂ oluşabilir! (Solunum eforu yetersizse)
- ✓ Hücre içi asidoz gelişebilir
- ✓ Hipopotasemi ve hipofosfatemi görülebilir
- ✓ Alkaloz gelişebilir