

Asit Baz Dengesi Bozuklukları ve Tedavisi

Prof. Dr. Tamer Akça

**Tıp Tarihi ve Etik Bilim Doktoru
Felsefe Bilim Uzmanı
Sanat Tarihi Bilim Uzmanı**



**İzmir Tınaztepe Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Genel Cerrahi Anabilim Dalı**

Plan

01 Tanımlar ve Terimler

02 Asit Baz Tampon Sistemleri

03 Asit-Baz Denge Bozukluklarının
Kliniği ve Tedavisi

TANIMLAR VE TERİMLER

asit; vücut sıvılarında ya da herhangi bir eriyikte proton (H^+) verici molekül ya da anyonlar

baz; vücut sıvılarında ya da herhangi bir eriyikte proton (H^+) alıcı molekül ya da iyonlar (sulu çözeltide hidroksit (OH^-) iyonları oluşturmak üzere ayrılan bir madde)

asit-baz bozuklukları olan hastalarda laboratuvar testlerinin doğru yorumlanması; **patofiziolojiyi**

anlamak, **tanı** koymak, etkili **tedavi** planlamak ve **ilerlemeyi** izlemek için çok önemli

hidrojen iyonunun (H^+) kan ve diğer vücut sıvılarındaki konsantrasyonunun **çok dar fizyolojik**

sınırlarda tutulması, hücre fonksiyonları ve yaşamın sürdürülmesi için gerekli

değişiklikler; enzim aktivitelerindeki değişiklikler, elektrolit dengesinde bozukluk, başta merkezi

sinir sistemi, kardiopulmoner ve solunum olmak üzere organ sistemlerinde olan anormallikler ve

medikasyonun farmakolojisiyle ilgili

Henderson-Hasselbalch Denklemi $\text{pH} = \text{pK}_a + \log_{10} (\text{Baz}/\text{Asit})$

pH

kan H^+ kons. : 40 nmol/L

pH (negatif logaritma): 7.4

(arteryel kanda 7.35-7.45
tutulmalı)

pH

venöz kanda 0.01- 0.02
birim daha düşük

hidrojen iyon

konsantrasyonu PaCO_2 ve
serum HCO_3^- dengesi ile
ayarlanır

f: $\text{H}^+ = 24 \times \text{PaCO}_2 / \text{HCO}_3^-$

pH

amaç

$\text{PaCO}_2 / \text{HCO}_3^-$

oranını dengede tutmak

Asidoz

$\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$
ve/ veya
arteriyel $\text{HCO}_3^- < 22 \text{ mmol/L}$

pH'da her zaman değişiklik olmayabilir

Alkaloz

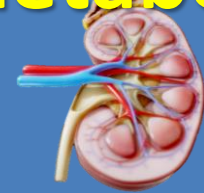
arteriyel $\text{HCO}_3^- > 26 \text{ mmol/L}$
ve/veya
 $\text{PaCO}_2 < 36 \text{ mmHg}$

pH'da her zaman değişiklik olmayabilir

Asidemi

kanda H^+ >44 nmol/L
ve
arteriyel pH <7.35

metabolik



respiratuvar



Alkalemi

kanda H^+ <36 nmol/L
ve
arteriyel pH ≥ 7.45

metabolik



respiratuvar



metabolik asidoz

HCO_3^-
arteriyel pH ↓

metabolik alkaloz

HCO_3^-
arteriyel pH ↑

respiratuvar asidoz

paCO_2
arteriyel pH ↑↓

respiratuvar alkaloz

paCO_2
arteriyel pH ↓↑

Hipoksi

alveoler düzeyde parsiyel oksijen basıncının düşmesi

Hipoksemi

arteryel kanda oksijen içeriğinin azalması

PaO₂

atmosferik basınca, sıcaklığa, solunan oksijen içeriğine ve hasta yaşına bağlı olarak değişiklik gösterir

$$f: 104 - (0.27 \times \text{yaş})$$

F_iO_2

solunan oksijenin
fraksiyonu
(fraction of inspired oxygen)

(PaO_2 daima bununla beraber
değerlendirilmeli)

$PaCO_2$

kanda bulunan
karbondioksitin parsiyel
basıncı

[arteriyel kanda 40 mmHg,
venöz kanda ($PvCO_2$) 45mmHg]

tCO_2

plazmada bulunan aktüel
 HCO_3^- ile beraber
plazmada fiziksel olarak
çözünmüş total CO_2

(N: 24-29 mmol/L
düşük: m. asidoz
yüksek: m. alkoloz)

HCO_3^- act

kanda bulunan gerçek bikarbonat değeri

(N: 24 (22-26) mEq/L
düşük: M. Asidoz
yüksek: M. Alkaloz)

HCO_3^- std

normal PaCO_2 ve PO_2 durumunda kanda bulunması gereken HCO_3^- miktarı

[N: 24 (22-26) mmEq/L]

% SO_2

hemoglobinin oksijen doyumuyla ilgili ve doğrudan PO_2 'ye bağlı (oksihemoglobin disosiasyon eğrisi: PaO_2 ve % SO_2 arasındaki ilişkiyi gösteren eğri)

BE (Base Excess mEq/L)

37°C'de belli bir Hb konsantrasyonunda kan pH'sını 7,40'a getirmek için gerekli asit yada baz miktarı

(N: -3 / +3 mmol/L)

BE

kanın **tamponlama kapasitesinin** bir ölçüsüdür

BE

kandaki pH, pCO₂ ve HCO₃⁻ seviyeleri ölçülerek hesaplanır

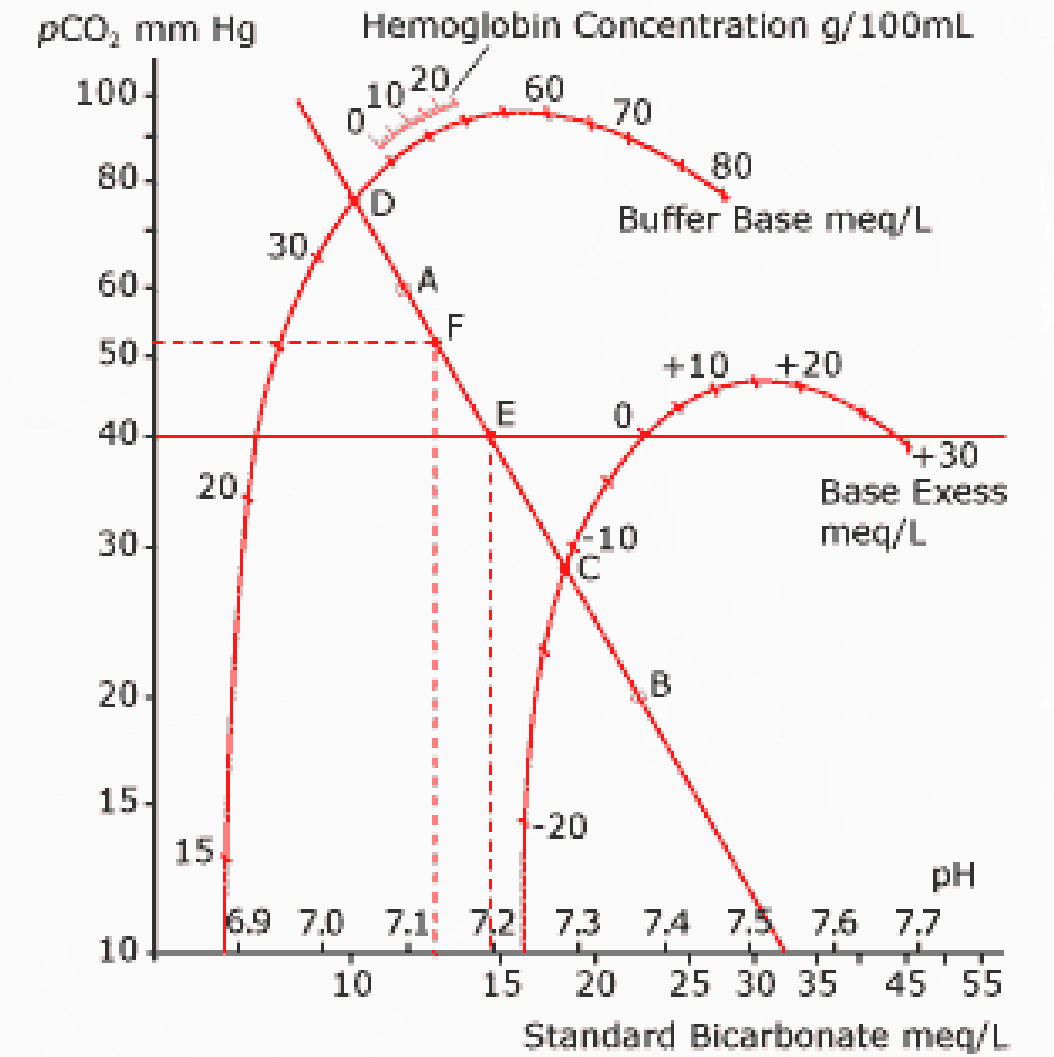
BE

negatif BE
metabolik asidoz

pozitif BE
metabolik alkaloz

BE

BE normalden diğer
öğelerde değişiklik varsa,
solunumsal asidoz veya
alkoloz düşünülür



ASİT-BAZ TAMPON SİSTEMLERİ

asit-baz homeostazı vücudu üç tampon sistemiyle korur

fizyolojik tampon sistemleri

tamponlayıcı maddeler asit ve alkaliler ile hızla birleşerek hidrojen iyon konsantrasyonundaki

büyük pH değişikliklerini önler

akciğerlerdeki regülasyon

böbreklerle regülasyon

ASİT-BAZ TAMPON SİSTEMLERİ

**RESPIRATUVAR
BOZUKLUK**



**METABOLİK
CEVAP**

**METABOLİK
BOZUKLUK**



**RESPIRATUVAR
CEVAP**

Fizyolojik Tampon Sistemleri

Bikarbonat (HCO_3^-)/Karbonik Asit (H_2CO_3) Tampon Sistemi

01 çok **güçlü değil** ancak vücuttaki bütün tampon sistemlerinin **en yaygını**

03 solunum sistemi CO_2 'i ayarlar böbrekler HCO_3^- iyonunu ayarlar özellikle **ekstraselüler sıvıda** önemli

02 bikarbonat sisteminin **iki elementinin her birinin** konsantrasyonları düzenlenebilir

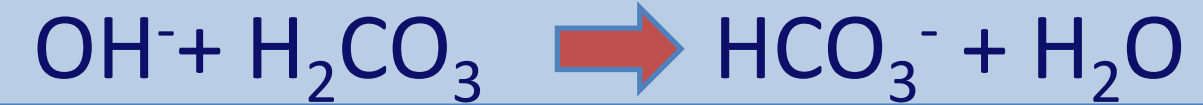
04 asit-baz bozukluğuna **ilk cevap** ancak **geçici**



01 tampona **baz** katılırsa;
erimiş CO_2 ve H_2CO_3 'in büyük
bölümü HCO_3^- iyonlarına
çevrilerek oran değişir

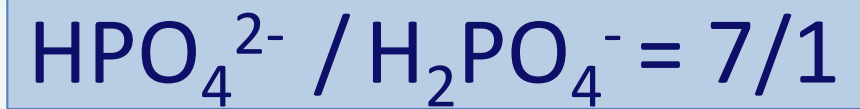
03 tampona **asit** katılırsa;
 HCO_3^- 'ün büyük bölümü önce
 H_2CO_3 'e, daha sonra erimiş CO_2 'ye
dönüşür

02 sonuçta **pH artar**



04 sonuçta **pH düşer**



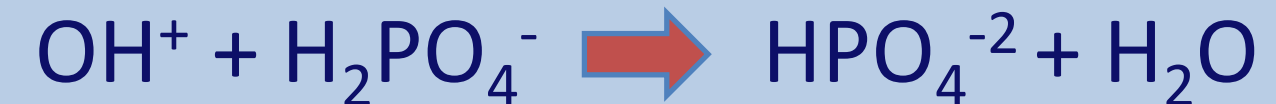


01 hücre içi tamponlamada en önemli sistemi oluştururlar

02 asit fazlalığında



03 baz fazlalığında



01 doku düzeyindeki en önemli tampon sistemi

02 asit fazlalığında $H^+ + \text{proteinat} \rightarrow \text{asit protein}$

03 baz fazlalığında $OH^- + \text{asit protein} \rightarrow \text{proteinat} + H_2O$

01

karbondioksitin HCO_3^- şeklinde taşınmasında etkilidir

02

hücrel metabolizmada oluşan CO_2 doku boşluklarına ve kan plazmasına geçer
plazmada konsantrasyonu artan CO_2 de eritrositlere geçer

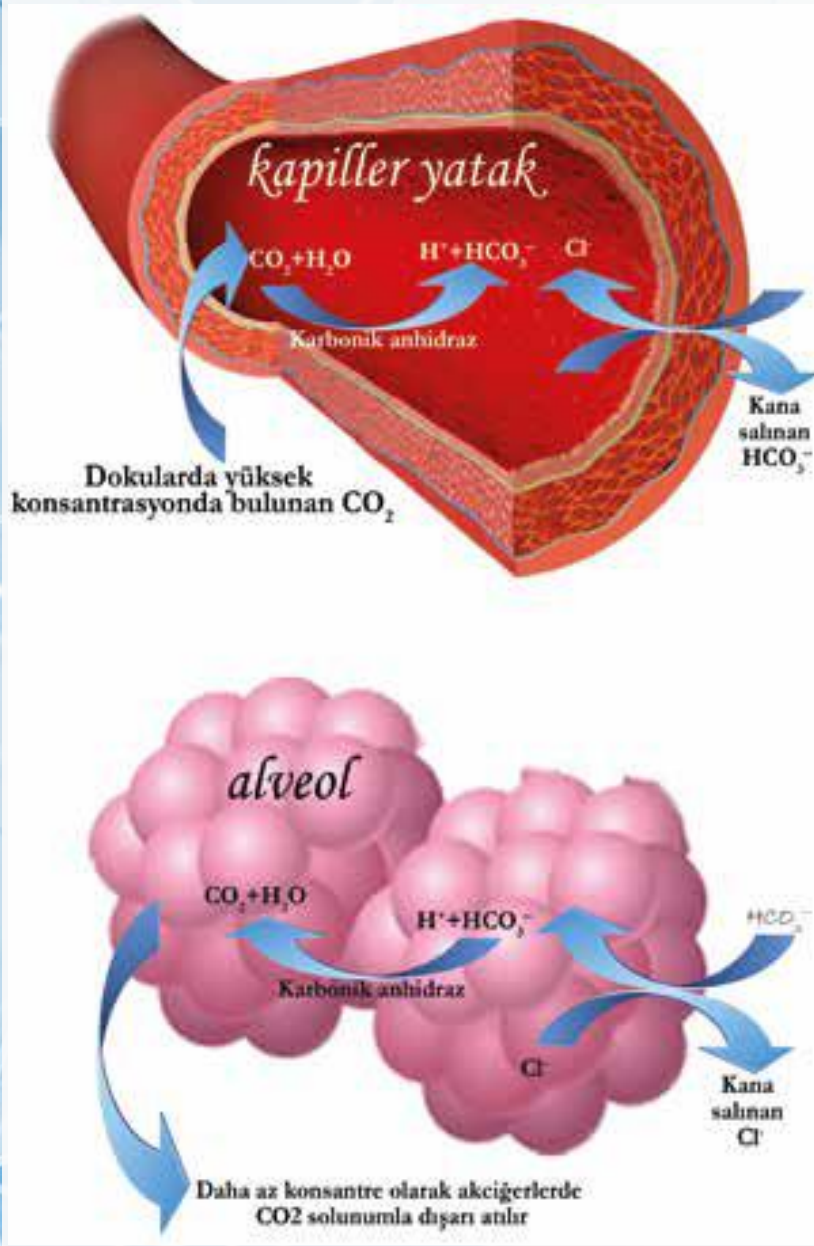
03

eritrositlerde CO_2 , karbonik anhidraz etkisiyle H_2CO_3 haline dönüştürülür; H_2CO_3 de, H^+ ve HCO_3^- 'a disosiye olur



04

oluşan H^+ iyonları hemoglobinat tarafından nötralize edilir ($\text{H}^+ + \text{Hb}^- \rightarrow \text{HHb}$). HCO_3^- iyonu ise eritrositlerde birikir ve konsantrasyonu plazmadakinden yüksek bir düzeye eriştiğinde eritrositlerden plazmaya geçer



01 vücut sıvılarında CO_2 'nin **artması asidoz, azalması alkaloz**
fizyolojik şartlarda metabolik asit/baz bozukluklarında **akciğerler 12 saatte kompensasyon** geliştirir

03 **metabolik alkaloz** varlığında;
bradipne başlar ve PaCO_2 **artışı** ile HCO_3^- 'deki **artış** dengelenir

02 **metabolik asidoz** varlığında;
taşipne başlar ve PaCO_2 **düşüşü** ile HCO_3^- 'deki **düşüş** dengelenir

04 kapasitesi **kısıtlı**
problem giderilmezse **normal olmayan pH** değişiklikleri görülür

01 sekresyon esasen **proksimal tübülde**
ancak H^+ iyonu sekresyonu en etkin **distal tübülde**

03 patolojik koşullarda atılım düzeyindeki değişiklik **amonyumda**

02 H^+ sekresyonu titre **edilebilen** (fosfat/fosforik asit; 25 mEq/lt) ve titre **edilemeyen** asit (NH_4^+ /amonyum; 35 mEq/lt) şeklinde olur

04 **fosfat-fosforik asit** atılımı nispeten sabit

01

glomerüler filtrattaki HCO_3^- 'ün tamamına yakını geri emilir

%85 proksimal tübül

%5 henle tüpü

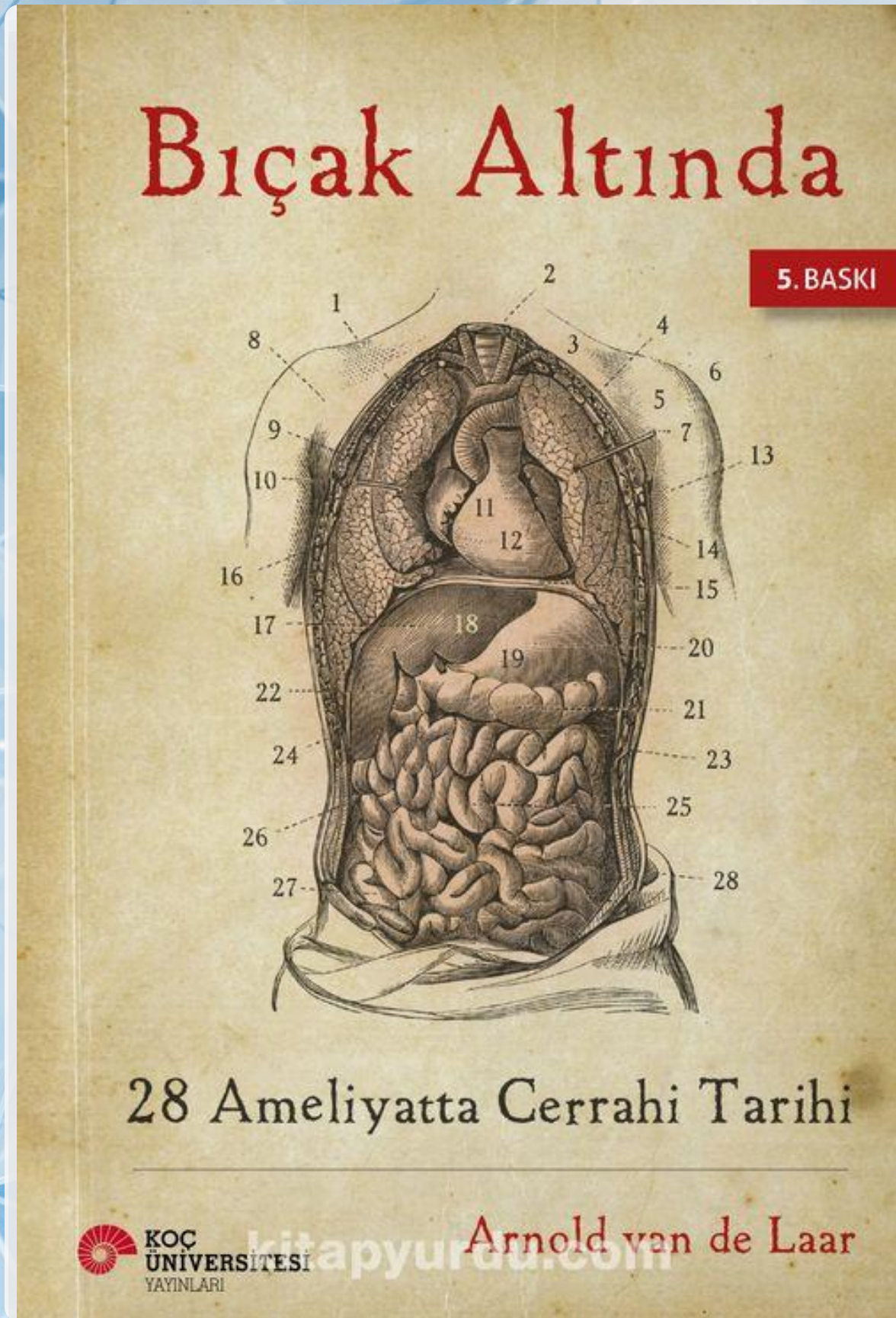
%5 distal tübül

%5 toplayıcı tübül

01 **respiratuvar asidoz** varlığında;
kan HCO_3^- düzeyi **arttırılır**
 PaCO_2 'nin **yükselişi**
dengelenmeye çalışılır

02 **respiratuvar alkaloz** varlığında;
kan HCO_3^- düzeyi **düşürülür**
 PaCO_2 'nin **düşüşü** dengelenmeye
çalışılır

03 akciğer kompensasyonu **12** saatte
renal kompensasyon **72** saat



BIÇAK ALTINDA 28 Ameliyatta Cerrahi Tarihi

Arnold van de Laar
KOÇ ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI

ASİT BAZ DENGE BOZUKLUKLARININ KLİNİĞİ VE TEDAVİSİ

PRİMER VE SEKONDER ASİT-BAZ DEĞİŞİKLİKLERİ

ESAS BOZUKLUK	KOMPANZATUVAR YANIT
PaCO ₂ artışı (respiratuvar asidoz)	HCO ₃ ⁻ artışı (metabolik alkaloz)
PaCO ₂ azalması (respiratuvar alkaloz)	HCO ₃ ⁻ azalması (metabolik asidoz)
HCO ₃ ⁻ azalması (metabolik asidoz)	PaCO ₂ azalması (respiratuvar alkaloz)
HCO ₃ ⁻ artışı (metabolik alkaloz)	PaCO ₂ artışı (respiratuvar asidoz)

RESPIRATUVAR ASİDOZ

Tanım

pH <7.35
PaCO₂ yüksek

esas sorun

CO₂'nin akciğer alveollerinden dışarı atılamaması
hiperventilasyona sebep olan hastalıklarla

akut ve kronik akciğer hastalıkları

KOAH, akciğer ödemi vb.

akciğerin ekspansiyonunu engelleyen hastalıklar

plevral efüzyon, pnömotoraks vb.

nöromusküler hastalıklar

MG, beyin sapı ve spinal kord tm. vb.

pH <7.35

PaCO₂ 

RESPIRATUVAR ASİDOZ

Klinik

nöromusküler

anksiyete, letarji, stupor, koma, deliryum, nöbetler, tremor, myoklonus, başağrısı, papil ödemi, fokal pareziler vb.

kardiovasküler

taşikardi, vazodilatasyon, ventriküler aritmi vb.

pH <7.35

PaCO₂ 

pH < 7.35
PaCO₂ ↑

altta yatan sebebin düzeltilmesi ve yeterli ventilasyonun sağlanması için;
obstrüksiyonun giderilmesi (aspirasyon, trakeostomi)
hipotermi ve sedatiflerle oksijen ihtiyacının azaltılması
ağrıların giderilmesi
gerekirse mekanik ventilasyon
anemi, hiperpotasemi tedavi edilmeli
acil entübasyon veya trakeostomi gerekebilir

RESPIRATUVAR ASİDOZ Tedavi

önemli bir komplikasyonu CO₂ narkozu
PaCO₂ 65 mmHg'yi geçerse solunum merkezi CO₂ değişikliklerine olan duyarlılığını yitirir; solunum yavaşlar; PaCO₂ artar; asidoz derinleşir ve koma ile ölüm
ventilasyonu düzeltmek için;
bronkodilatasyon, narkosisin düzeltilmesi, tedaviye respiratuvar stimulan (doxapram) eklenmeli
diürez yapılabilir
sodyum bikarbonat (NaHCO₃⁻) uygulamak geçici PaCO₂ artışına neden olur

METABOLİK ASİDOZ

Tanım

esas olarak HCO_3^- 'ün azalmasıyla tanımlanır
 H^+ artar, PaCO_2 düşer (kompansasyon)

anyonik gap

kanda ölçülebilen temel katyon ile temel anyonlar arasındaki fark

bu fark ölçülebilir katyonun, ölçülebilir anyonlardan daha fazla ya da daha az olmasına bağlıdır

METABOLİK ASİDOZ

Tanım

serumda anyon-katyon dengesi

$(\text{Na}^+) + \text{ölçülemeyen katyonlar} = (\text{Cl}^-) + (\text{HCO}_3^-) + \text{ölçülemeyen anyonlar}$

anyonik gap = $\text{Na} - (\text{Cl} + \text{HCO}_3^-) = 10-12 \text{ mEq/L}$
[(140-(104+24))]

>25mEq/L anyonik gap asidozu gösterir

metabolik asidoz hastaları anyonik gap hesaplanarak değerlendirilir

HCO_3^- ↓
 H^+ artar, PaCO_2 düşer
(kompansasyon)

ANYON AÇIĞI (mEq/L) = $\text{Na} - (\text{Cl} + \text{HCO}_3^-)$					
Na ⁺	ANYON AÇIĞI	Na ⁺	ANYON AÇIĞI	Na ⁺	ANYON AÇIĞI
	HCO ₃ ⁻		HCO ₃ ⁻		HCO ₃ ⁻
	Cl ⁻		Cl ⁻		Cl ⁻
NORMAL 8-16	ARTMIŞ >16	AZALMIŞ <8			

HCO_3^- ↓
 H^+ artar, PaCO_2 düşer
(kompansasyon)

artmış anyon açığı ile birlikte

laktik asidoz

KBY (H^+ atılımının azalması)

ketoasidoz (DM, alkol, açlık)

intoksikasyonlar (salisilat, metanol vb.)

normal anyon açığı ile birlikte (hiperkloremik metabolik asidoz)

HCO_3^- kaybına neden olan durumlar

(diyare, enterostomiden kayıplar, pankreato-kütanöz fistül vb.)

böbreklerden asit atılımının azalması

(renal tübüler asidoz, hipoaldosteronizm, azalmış böbrek perfüzyonu)

aşırı asidik sıvı alınması

(HCl içeren amino asitlerle hiperalimentasyonu yapılması)

METABOLİK ASİDOZ

Klinik

nonspesifik

oryantasyon bozukluğu, kas zayıflığı, stupor ve komaya kadar değişen serebral etkiler

H⁺ arttıkça; taşikardi ve ventriküler aritmiler
pH<7.15 ise; bradikardi, myokard kontraktilitesinin azalması ve sekonder hipotansiyon

ağır hücre içi asidozda kalp debisinde düşme, bağırsak motilitesinde azalma

yaygın karın ağrısı (pseudoperitonitis), bulantı, kusma

HCO₃⁻ ↓
H⁺ artar, PaCO₂ düşer
(kompansasyon)

METABOLİK ASİDOZ

Tedavi

sebebe yönelik tedavi

solunum kontrol altında tutulmalı

pH 7,1'in altına düşmedikçe HCO_3^- replasmanı yapılmaz ve pH 7.2'de kesilir

alkali yükünü önlemek için genellikle 1mEq/kg verilir

HCO_3^- ↓
H⁺ artar, PaCO₂ düşer
(kompansasyon)

METABOLİK ASİDOZ

Tedavi

bikarbonat açığı formülü

HCO_3^- açığı = $0.4-0.5 \times \text{vücut ağırlığı} \times (\text{hedef } \text{HCO}_3^- - \text{hasta } \text{HCO}_3^-)$

HCO_3^- ihtiyacı = $0.4 \times \text{BE} \times \text{vücut ağırlığı}$

HCO_3^- ihtiyacının yarısı ilk saatte IV bolus şeklinde verilir

daha sonra yapılan analizlere göre tekrar değerlendirilir

akut hemodiyaliz gerekebilir

aşırı miktarda NaHCO_3 kullanımı hücresel düzeyde paradoksal asidoza sebep olup kardiyak arrest ile sonuçlanabilir

HCO_3^- ↓
 H^+ artar, PaCO_2 düşer
(kompansasyon)

RESPIRATUVAR ALKALOZ

Tanım

pH >7.45
PaCO₂ düşük

CO₂ üretimine karşı uygunsuz alveoler ventilasyon artması ile

hastanelerde **en sık karşılaşılan** asit baz sorunu

santral sinir sistemi hastalıkları

anksiyete, konversiyon, infeksiyon ve tümör

solunum sistemi bozuklukları

mekanik ventilasyon, pnömoni, pulmoner emboli ve KKY

metabolik nedenler

sepsis, ateş, ağrı, gebelik, ileri derecede karaciğer yetmezliği, salisilat zehirlenmesi

pH >7.45

PaCO₂



RESPIRATUVAR ALKALOZ

Klinik

nöromusküler

sersemlik, konfüzyon, senkop, ağız çevresinde parestezi, kramp

kardiyovasküler

taşikardi

gastrointestinal

bulantı, kusma

pH >7.45

PaCO₂



RESPIRATUVAR ALKALOZ

Tedavi

öncelik emboli, sepsis, hipoksi gibi altta yatan problemlerin giderilmesinde

pH >7.60 ise IV hidroklorik asit veya amonyum klorid ventilatör desteği

anksiyetede hastayı torbaya solutmak

ağrının önlenmesi

pH >7.45
PaCO₂ ↓

METABOLİK ALKALOZ

Tanım ve Etiyoloji

plazma HCO_3^- artar
 H^+ azalır
 PaCO_2 artar (kompanzasyon)

METABOLİK ALKALOZ

Etyoloji

aşırı ekzojen alkali yükü

akut alkali verilmesi, süt-alkali sendromu, masif kan transfüzyonu

hipovolemi ile seyreden metabolik alkaloz

mideden asit kaybı (kusma, aspirasyon vb.)
diüretik kullanımı
renal klor kaybı (hiperkapni sonrası vb.)

volüm artışı ile giden metabolik alkaloz

MCC artışı (primer hiperaldesteronizm vb)
ağır potasyum eksikliği

HCO_3^- ↑
 H^+ azalır, PaCO_2 artar
(kompansasyon)

METABOLİK ALKALOZ

Klinik

sinir sisteminin aşırı duyarlılığı

genellikle önce periferik sinirler etkilenir (tetani)
hipoventilasyon, aritmi, güçsüzlük, parestezi,
krampolar, reflekslerin azalması, uyku meyli,
konfüzyon, konvülziyon, idrar çıkışında artma,
postural hipotansiyon

idrarda klor düzeyinin görülmesi; metabolik
alkaloz **tip ayırımının** yanında **uygun tedavinin**
planlanması için **en yararlı test**



METABOLİK ALKALOZ

Tedavi

tedavisi zor, önlemek daha önemli

alkaliler **kan ve idrar pH'sı** dikkatle izlenerek verilir
alkaloza neden olan **bozukluğu** düzeltmek ve
kaybedilen **sıvı ve elektrolitleri** vermek

klor tedavisine cevap verir (NaCl, KCl, HCl)

klor açığı formülü

[0.27 x vücut ağırlığı x (100 – hasta Cl)]

tedaviye cevap, **idrar pH'sının takibi** ile

(idrar pH'sının alkali yöne kayması alkaloz tedavisine cevap)

HCO_3^- ↑
 H^+ azalır, PaCO_2 artar
(kompansasyon)



Beynine Bir Kez Hava Değmeye Görsün

Dr. Frank Vertosick Jr.
TÜBİTAK YAYINLARI