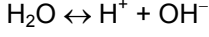


Asit-baz bozukluklarının tedavisi

56

ASİDOZ ve ALKALOZU TANIMLAMA



$$K_{su} = [H^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$$

$$pH = -\log[H^+]$$

Normal arteriyel pH=7.4 olduğu için arteriyel $[H^+] = 40 \text{ nmol/L}$ 'dir.

pH'nın normal sınırları erişkinde 7.36-7.44'tür.

PaCO₂'nin normal sınırları: 38-42 mm Hg.

HCO₃⁻'nin normal sınırları: 24-28 meq/L.

Asidoz: pH'yı düşürme eğilimi olan herhangi bir hastalıktır.

Alkaloz: pH'yı artırma eğilimi olan herhangi bir hastalıktır.

Eğer hastalık primer olarak PaCO₂'ye etki ediyorsa **respiratuardır**.

Eğer hastalık primer olarak HCO₃⁻'ye etki ediyorsa **metaboliktir**.

Eğer sadece bir patolojik süreç söz konusuysa asit-baz bozukluğu **basittir**.

İki veya daha fazla primer süreç varsa **karmaşıktır**.

Kompensasyon mekanizmaları nedeniyle, arteriyel pH'nın normal sınırlarda ölçülmesi, yani asidemi veya alkalemi olmaması, asidoz veya alkaloz olmadığını göstermez.

Tablo 56.1 Asit baz bozukluklarını tanımlama ve normal kompensatuar cevaplar.

Hastalık	Primer değişiklik	Kompensatuar cevap
Respiratuar asidoz		
Akut	PaCO ₂ artışı	HCO ₃ ⁻ , PaCO ₂ 'de her 10 mm Hg artışa karşı 1 meq/L artar.
Kronik	PaCO ₂ artışı	HCO ₃ ⁻ , PaCO ₂ 'de her 10 mm Hg artışa karşı 4 meq/L artar.
Respiratuar alkaloz		
Akut	PaCO ₂ düşüşü	HCO ₃ ⁻ , PaCO ₂ 'de her 10 mm Hg artışa karşı 2 meq/L düşer.
Kronik	PaCO ₂ düşüşü	HCO ₃ ⁻ , PaCO ₂ 'de her 10 mm Hg artışa karşı 4 meq/L düşer.
Metabolik asidoz	HCO ₃ ⁻ düşüşü	PaCO ₂ , HCO ₃ ⁻ konsantrasyonunda her 1 meq/L düşüşe karşılık 1.2 mm Hg düşer.
Metabolik alkaloz	HCO ₃ ⁻ artışı	PaCO ₂ , HCO ₃ ⁻ konsantrasyonunda her 1 meq/L artışa karşılık 0.7 mm Hg artar.

ASİDOZUN FİZYOLOJİK ETKİLERİ

pH özellikle 7.20'nin altında ise, kalp ve damar düz kaslarının endojen katekolaminlere duyarlılığı düşer; kalp kasılma gücü, kardiyak output ve periferik vasküler rezistans azalır. Sonuçta hipotansiyon gelişir. Plazma potasyumu pH'daki her 0.1 azalmaya karşılık ortalama 0.6 meq/L artış gösterir. Ventriküler fibrilasyona eğilim artar.

Asidozda hemoglobin-oksijen saturasyon eğrisini sağa kayar, hemoglobinin oksijene afinitesinin azalır ve dokulara O₂ bırakma yeteneği artar, ancak buna rağmen hemodinami bozukluğu sonucu doku hipoksisi çok ileri derecededir.

Respiratuar asidozda artan CO₂ seviyeleriyle birlikte karbondioksit narkozu oluşur. Bu durumda serebral kan akımı artar ve intrakraniyal hipertansiyon gelişir.

ALKALOZUN FİZYOLOJİK ETKİLERİ

pH özellikle 7.60'ın üzerinde ise, sistemik vasküler rezistans artar. Koroner vazospazm ve nöromusküler irritabilite oluşur.

Hemoglobinin oksijene afinitesi artar ve dokulara O₂ bırakma yeteneği azalır.

Respiratuar alkaloz serebral kan akımını azaltır, bronkokonstriksiyon yapar.

pH DEĞİŞİKLİKLERİNE KARŞI KOMPENSATUAR MEKANİZMALAR

Hemen başlayan kimyasal tampon sistemleri

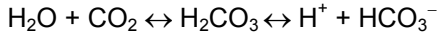
Respiratuar kompensasyon

(mümkün olduğu sürece; kapasite 15 mol CO₂/gün, yani yaklaşık 340 L CO₂/gün)

Yavaş fakat daha efektif böbrek cevabı (kapasite 1 meq H⁺/kg/gün)

VÜCUT KİMYASAL TAMPON SİSTEMLERİ

Majör sistemler:	Bikarbonat (H ₂ CO ₃ / HCO ₃ ⁻) Hemoglobin (HbH / Hb ⁻)
İntraselüler sistemler:	Diğer hücre içi proteinler (HPr / Pr ⁻)
Üriner tamponlar:	Fosfatlar (H ₂ PO ₄ ⁻ / HPO ₄ ²⁻) Amonyak (NH ₃ / NH ₄ ⁺)
Diğer sistemler:	Ekstraselüler H ⁺ ile kemiklerdeki Na ⁺ ve Ca ²⁺ 'nin değişimi Ekstraselüler H ⁺ ile intraselüler K ⁺ değişimi

Bikarbonat tampon sistemi

$$\text{pH} = \text{pK}' + \log \left\{ \frac{[\text{HCO}_3^-]}{(0.03 \text{ PaCO}_2)} \right\}$$

pK' = 6.1; 0.03= karbondioksitin erime katsayısı

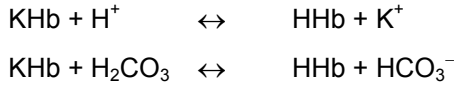
Bu nedenle: [H⁺] = 24PaCO₂ ÷ [HCO₃⁻] (birimler sırasıyla meq/L, mm Hg, meq/L)

Normal değerleri: PaCO₂ = 40 mm Hg; [HCO₃⁻] = 24 meq/L.

pK' plazma pH'sına yakın değildir ancak bikarbonat sistemi iki nedenle önemlidir:

1. Bikarbonat ekstraselüler sıvılarda rölatif olarak yüksek konsantrasyonlarda bulunur.
2. PaCO₂ ve plazma [HCO₃⁻] akciğer ve böbrekler tarafından sürekli regüle edilir.

Ancak, bikarbonat tampon sistemi metabolik asit-baz bozukluklarında etkin olsa da respiratuarlarda fazla etkili değildir.

Hemoglobin tampon sistemi

Bikarbonat tampon sisteminin aksine hemoglobin, hem karbonik (CO_2 , volatil) hem de nonkarbonik (nonvolatil) asitleri tamponlar.

ASİDEMİ ve ALKALEMİYE RESPIRATUAR KOMPENSASYON

PaCO_2 'de her 1 mm Hg artışa karşılık dakika ventilasyonu 1-4 L/dakika artar.

Metabolik asidozda respiratuar kompensasyon

Plazma $[\text{HCO}_3^-]$ 'de her 1 mmol/L düşüğe karşılık PaCO_2 40 mm Hg'nin altına 1-1.5 mm Hg (ortalama 1.2 mm Hg) iner. Ancak, pH normal değerlere getirilemez.

Metabolik alkalozda respiratuar kompensasyon

Arteriyel kan pH'sındaki yükselmeler solunum merkezini deprese eder. Bu nedenle PaCO_2 artar ve arteriyel pH normale yönelir.

Genel kural olarak $[\text{HCO}_3^-]$ 'de her 1 mmol/L artışa karşılık PaCO_2 0.25-1 mm Hg (ortalama 0.7 mm Hg) artar.

ASİDEMİ ve ALKALEMİYE RENAL KOMPENSASYON**Asidozda renal kompensasyon**

Asidemiye böbrek cevabı üç şekildedir:

1. Filtre edilen HCO_3^- reabsorpsiyonunda artış
2. Titre edilen asitlerin ekskresyonunda artış
3. Amonyak üretiminde artış

Bu mekanizmalar muhtemelen hemen aktif olsa da etkileri genellikle 12-24 saatten önce belirgin olmaz ve 5 güne kadar da maksimuma ulaşamayabilir.

Alkalozda renal kompensasyon

Normalde filtre edilen ve daha sonra reabsorbe edilen HCO_3^- miktarının çok yüksek olması, böbreklerin gerektiği zaman hızla çok fazla miktarda HCO_3^- atabilmesine yol açar. Metabolik alkaloz bu nedenle genellikle birlikte sodyum eksikliği veya mineralokortikoid fazlalığı varsa oluşur. Çünkü sodyum eksikliği proksimal tübülde Na^+ reabsorpsiyonunu artırır. Buna benzer olarak mineralokortikoid aktivitesi artışı distal tübülde aldosteron-aracılı Na^+/H^+ değişimini (Na^+ reabsorpsiyonu- H^+ sekresyonu) artırır.

Baz fazlalığı (açığı): 37 °C'ta ve %100 O_2 satürasyonunda, PaCO_2 'si 40 mm Hg olan kanın pH'sını 7.40'a getirmek için eklenmesi gereken asit veya baz miktarıdır. Çizelgelerle (örn. Siggaard-Andersen nomogramı) veya bilgisayar programlarıyla hesaplanabilir.

Anyon açığı: Rutin biyokimyasal analizlerde ölçülen katyon ve anyon konsantrasyonları arasındaki farktır. Yani:

Anyon açığı	=	Majör plazma katyonları	–	Majör plazma anyonları
	=	$[\text{Na}^+]$	–	$([\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-])$
		140		104 24

Aslında serumda var olan bütün anyonlar ve katyonlar hesaba alınsa (örn. Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- gibi) anyon açığı ortaya çıkmayacaktır yani gerçekte hesaplanan sanal bir değerdir. Anyon açığının normal sınırları, 9-15 meq/L'dir; 20 meq/L'ye kadar olan hafif artmış değerler tanıda yardımcı olmayabilir, ancak 25 meq/L'nin üstündeki değerler genellikle yüksek anyon açıklı asidozu temsil eder. Hiperkloremik asidoz Cl^- 'un, HCO_3^- 'ün yerini aldığını gösterir.

RESPIRATUAR ASİDOZUN TEDAVİSİ

Amaç CO₂ üretimi ile alveolar ventilasyon arasındaki dengesizliği gidermektir.

Bazı durumlarda CO₂ üretimi azaltılabilir:

Malign hipertermi	→	dantrolen
Status epileptikus	→	kas paralizisi
Tiroid krizi	→	antitiroid tedavi
Nutrisyon tedavisi	→	karbonhidrat kısıtlaması

Alveolar ventilasyonu arttırmak için aşağıdakiler yapılabilir:

Bronkodilatasyon (bronkodilatörler)
 Anestezinin sonlandırılması
 Respiratuvar stimulan kullanımı (doksapram)
 Akciğer kompliansını düzeltme (diürez)

METABOLİK ASİDOZUN TEDAVİSİ

Altta yatan hastalığın tedavi edilmesi en önemli strateji olmalıdır (örn. diabetik ketoasidozda sıvı ve insülin tedavisi).

Asidemnin herhangi bir respiratuvar komponenti düzeltilmelidir (PaCO₂ 30 mm Hg'nin altında tutulmalıdır). Eğer arteriyel pH 7.20'nin altında ise alkali tedavisi uygulanmalıdır (%8.4 NaHCO₃ solüsyonu; bu solüsyonun her mL'si yaklaşık 1 meq'dır).

Ampirik olarak 1 meq/kg veya baz açığına göre:

NaHCO₃ = baz açığı × %30 × vücut ağırlığı

Pratikte genellikle hesaplanan dozun sadece %50'si verilir.

Arteriyel pH'yı 7.20-7.30 aralığına yükseltmek genellikle yeterlidir.

Metabolik asidoz yapabilen bazı ilaçlar

Asetazolamid	Paraldehit
Fenformin	Salisilatlar
Metformin	Spironolakton

Renal tübüler asidoz yapabilen bazı ilaçlar

Asetazolamid	Tetrasiklinler
Amfoterisin B	

RESPIRATUAR ALKALOZUN TEDAVİSİ

Altta yatan hastalık tedavi edilmelidir.

Ağır alkalemide (arteriyel pH>7.60) İV HCl veya amonyum klorür kullanılmalıdır.

METABOLİK ALKALOZUN TEDAVİSİ

Altta yatan hastalık tedavi edilmedikçe metabolik alkaloz tamamen düzeltilemez.

Hipokloremik metabolik alkalozun tedavisinde ilk seçenek İV serum fizyolojik ve oral KCl replasmanıdır.

Mide sıvılarının aşırı miktarda kaybı önemsenecek değerlerdeyse simetidin veya ranitidin, ödemli hastalarda asetazolamid faydalı olabilir.

Mineralokortikoid aktivitesinde primer artışlarda spironolakton kullanılır.

Eğer arteriyel pH>7.60 ise İV HCl (0.1 mol/L), amonyum klorür (0.1 mol/L), C vitamini (5-10 g/gün), arjinin hidroklorür veya hemodiyaliz yapılır.

PaCO₂'yi normale getirmek için mekanik ventilasyon uygulanarak, dakika ventilasyonu düşürülerek alkalemiye katılan respiratuvar komponent düzeltilebilir.