

Kan Gazı Nasıl Değerlendirilir?

Kan gazı, hastaların metabolik ve solunumsal durumu hakkında güvenilir bilgi veren en önemli laboratuvar yöntemlerinden biridir.

Kan gazında ölçülen parametreler nasıl değerlendirilir?

1. **PaO2** oksijenlenme değerlendirilir.
2. **PaCO2** ventilasyon değerlendirilir
3. **P(A-a)O2** gaz alışverişini değerlendirmek için hesaplanır.
4. **Asit-baz dengesi**
 - o Genel değerlendirme için **pH**'ya bakılır.
 - o **PaCO2 ve HCO3** incelenerek solunumsal ve metabolik durum saptanır.
 - o Primer asit-baz bozukluğunun ayırıcı tanısı yapıp, kompensasyon olup olmadığı değerlendirilir.
 - o Asit-baz bozukluğunun akut-kronik, basit veya mikst özelliğide belirlenir.

Parametre Normal değer aralığı

pH	7.35-7.45
PaCO2	35-45 mmHg
PaO2	80-100 mmHg
SaO2	%95-97
HCO3-	22-26 mmol/L (standart, aktüel)
BE	±2 mmol/L

pH

Asit-baz dengesinde bu bozuklukları yapan olaylara ve bu olayların doku düzeyinde meydana getirdikleri değişiklikler ise asidoz veya alkaloz olarak adlandırılır.

pH <7.35 olursa, H⁺ iyonu konsantrasyonu normalin üstüne çıkmıştır ve asidemi denir. pH >7.45 olursa H⁺ iyonu konsantrasyonu azalmıştır ve alkalemi denir.

Kangazında; **pH formülü nedir?**

$$pH (7.4) = pK (6.1) + \log \frac{HCO_3^- (24)}{0.03 \times PaCO_2 (40)}$$

Asidoz (pH <7.35) kanda asit yükünün yani H⁺ iyon konsantrasyonunun artması ile oluşur.

Bu durum da ya kanda CO₂'nin artması ya da HCO₃'ün azalması ile ortaya çıkar.

Alkaloz (pH >7.45) ise, kanda asit yükün yani H⁺ iyon konsantrasyonunun azalması ile oluşur. Kanda ya CO₂ azalmış ya da HCO₃- konsantrasyonu artmıştır.

PaO2

Arter kanındaki PaO₂'nin azalmasına hipoksemi denir. Hipoksemi sonucu doku oksijenlenmesinin azalmasına ise hipoksi denir. Yaşlanma ile birlikte PaO₂ değeri düşer. Ama yine de PaO₂ düşüklüğü ≥60 mmHg'dir ve SaO₂ değeri %90 dan büyüktür.

Alveol ve arter arasındaki oksijen farkı

[p(A-a)O₂]: Alveol ve arterin kısmi oksijen basınçları arasındaki fark olup, akciğerlerin gaz alışverişi fonksiyonu hakkında genel bilgi verir.

- **Alveol ve arter arasındaki oksijen farkı hesaplanması:**

$$\text{A-a gradient} = P_{A}O_2 - P_{a}O_2$$

- **P_AO₂ = Alveolar PO₂**

$$P_{A}O_2 = F_iO_2(P_{atm} - P_{H_2O}) - \frac{P_aCO_2}{0.8}$$

- **P_aO₂ = arterial PO₂ (arter kanı ölçümüyle elde edilir)**

Arteri-alveoler Oksijen farkı ; p(A-a) O₂'nin normal bir genç erişkinde **5-15 mmHg** arasında olduğu kabul edilir; yaşla birlikte artar. Ancak hiçbir zaman 30 mmHg'ı geçmez. Hipoksemide yüksek p(A-a)O₂ varlığı intrapulmoner şant varlığını gösterir.

Baz fazlalığı (BE):

Metabolik sistemdeki defekt sonucu oluşan kandaki fazla asit ya da bazı gösterir. Standart bikarbonat koşullarında (37 °C'de ve 40 mmHg pCO₂'de) kan örneğinin pH'sını 7.40'a getirmek için gerekli olan asit veya baz miktarını verir. Metabolik durumun göstergesidir.

- BE < -2 mmol/L ise metabolik asidoz,
- BE > +2 mmol/L ise metabolik alkalozdur.

Bikarbonat (HCO₃)

Bikarbonat iyonunun serum konsantrasyonudur. Kanda önemli bir tampondur, asit-baz dengesinin belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biridir.

Standart bikarbonat: Solunumsal nedenli HCO₃⁻ değişikliklerini elimine etmek için standart koşullarda (37 °C sıcaklık ve 40 mmHg pCO₂ altında) kanda bulunması gereken HCO₃⁻ konsantrasyonudur.

Solunumsal asidoz:

Kangazı **pH değerinin 7.35'in altında, PaCO₂ değerinin 45 mmHg'nın üzerinde** olduğu klinik tablodur. Başlıca mekanizması alveolar hipoventilasyon sonucu CO₂ atılımının azalması ve kanda CO₂ değerinin yükselmesidir. Solunumsal olayların kompensasyonu metabolik yoldan olur. Bunun için böbrekler devreye girer; H⁺ iyonu atılır ve HCO₃⁻ iyonu tutulur. Metabolik kompensasyon yavaş gerçekleşir; optimal 2-5 günde oluşur.

Metabolik asidoz:

pH 7.35'in, HCO₃⁻ düzeyi 22 mmol/L'nin altındadır. Kuvvetli bir asit alımı ve asit yükü artımı veya böbrekler ya da gastrointestinal sistem yolu ile aşırı HCO₃⁻ kaybı nedeniyle

ortaya çıkar. En sık asit yükü artışına bağlı oluşur. Kompansasyon öncelikli olarak solunum sistemi aracılığıyla olur. Artan H⁺ iyon konsantrasyonu solunum merkezini uyararak hiperventilasyon yapar. “Kussmaul solunum” ile CO₂ atılımı artar. Solunumsal kompansasyon dakikalar içinde başlar ve 12-24 saatte en üst düzeye ulaşır. Eğer metabolik asidozun birincil nedeni böbrekler değilse, böbrekler de daha sonradan kompansasyona katılır.

Alkalozlar

Solunumsal alkaloz:

Kangazı pH değerinin 7.45 üzerinde ve PaCO₂ değerinin 35 mmHg'nin altında olduğu tablodur. En sık mekanizma artmış solunum hızı ve/veya derinliği nedeniyle PaCO₂ azalmasıdır. Bu durum pH'yı hızla yükseltir. Asit baz dengesini korumak için böbrekler HCO₃⁻ kaybını artırır. Metabolik kompansasyon 2-5 günde optimal olur.



Metabolik alkaloz:

Kangazı pH değeri 7.45'in, HCO₃⁻ düzeyi 26 mmol/L'nin üzerindedir. Sıklıkla kuvvetli asit kaybına, daha az sıklıkla ise baz artışına bağlı olarak meydana gelir.

Standart HCO₃⁻ yükselmiştir ve baz fazlalığı vardır. Solunumsal kompansasyon dakikalar içinde başlar ve 12-24 saatte en üst düzeye erişir. Solunum sayısı azaltılarak CO₂ yükselir. Eğer metabolik alkaloz uzar ise ve neden böbrek kaynaklı değil ise böbrekler de kompansasyona katılır. Hidrojen iyonunu tutar ve HCO₃⁻ iyonu atar.

Kangazı pH'sının normal sınırlarda tutulması için Henderson-Hasselbalch denkleminde göre **HCO₃⁻/PaCO₂ oranı 20** olmalıdır. Kompansasyon mekanizmaları bu amaçla çalışır.

Anyon açığı

Metabolik asidoz veya mikst asit-baz dengesizliği olduğu düşünölen hastalarda mutlaka anyon açığı (AA) ve anyon açığı var ise de delta-delta açığı ($\Delta AA / \Delta HCO_3^-$) hesaplanmalıdır.

Anyon açığı ölçölen serum katyonları (pozitif yüklü partiköller) ile anyonları (negatif yüklü partiköller) arasındaki farkı ifade eder. Günlük pratikte ölçölen katyon sodyum, anyonlar ise klor ve bikarbonattır.

Kangazı **Anyon açığı = Na – (HCO₃ + Cl) (Normali: 12±4 mEq/L)**

Metabolik asidozun volatil olmayan asitlerin (laktik asit, ketoasitler, vb.) birikmesine mi (artmış anyon açıklı, normokloremik metabolik asidoz), bikarbonat kaybına mı bağı olduğunu (normal Anyon açıklı, hiperkloremik metabolik asidoz) göstermek için kullanılır. Albümin düzeyi düşük olan hastalarda, Anyon açığı albümin düzeyine göre düzeltilmelidir.

Artmış artmış anyon açıklı metabolik asidozun varlığında ikinci bir metabolik asit-baz dengesi bozukluğunu ortaya çıkarmak için “delta-delta açığı” hesaplanır. Hesaplama artmış anyon açığın daki artış, HCO₃'daki azalmayla kıyaslanır.

$\Delta AA/\Delta HCO_3^- = (\text{Hesaplanan AA} - 12) / (24 - \text{ölçölen HCO}_3^-)$

Sadece artmış artmış anyon açıklı metabolik asidoz varlığında $\Delta AA/\Delta HCO_3^- = 1$ 'dir.

- Eğer hiperkloremik metabolik asidozda mevcutsa $\Delta AA/\Delta HCO_3^- < 1$ 'dir.
- Eğer metabolik alkaloz da mevcutsa $\Delta AA/\Delta HCO_3^- > 1$ 'dir.

Artmış anyon açıklı (normokloremik) metabolik asidoz	Normal anyon açıklı (hiperkloremik) metabolik asidoz
Laktik asidoz	Diyare
Ketoasidoz	İzotonik salin infüzyonu
Son dönem böbrek yetersizliği	Böbrek yetersizliğinin erken dönemi
İntoksikasyonlar (metil ve propil alkol, etilen glikol, Asetazolamid salisilat vb)	Üreteroenterostomi Renal tübüler asidoz

Venöz kan gazı

Son zamanlarda venöz kan gazları, acil servislerde arteriyel kan gazlarına kıyasla daha çok tercih edilmektedir. Araştırmalar, venöz pH'ın arteriyel pH'akabul edilebilir, uyumlu bir alternatif olduğunu göstermektedir. Yine de bu durum bazı uzmanlıklar tarafından kabul edilmemektedir. Bazı ortamlarda arteriak kan gazı tercih edilmelidir. bunlar; şok durumlarında veya karışık asit-baz bozukluklarıdır. Arterial kan gazı PaO₂'yi belirler, metabolik ortamı pH, PaCO₂ ve HCO₃ belirlemek için hala altın standart testtir.

Venöz kan gazı değerlerinin arteriyel kan gazına göre farkları

- **pH** biriminde **+0.035** fark vardır.
- **pCO₂**, ortalama fark **+5.7 mmHg** dir, normo-kapnide pCO₂ değeri ile iyi korelasyon gösterir.
- **HCO₃**, ortalama fark **-1,41 mmol/L** İyi korelasyon gösterir.
- **Laktat**, Ortalama fark **0,08** ancak 2 mmol/L'nin üzerinde ayrışma gösterir.
- **Baz fazlalığı**, ortalama fark **0,089 mmol/L** İyi korelasyon gösterir. PO₂

- **PO 2**, arteriyel pO2 tipik olarak venözden **36,9 mm Hg** daha fazladır ve önemli değişkenlik gösterir (%95 güven aralığı 27,2 - 46,6 mm Hg)

Kan gazında asit-baz dengesinin yorumlanması

1-Primer asit-baz dengesi bozukluğunun bulunması

- pH ve/veya PaCO2 normal aralık dışındaysa, asit-baz dengesi bozukluğu mevcuttur.
- Hem pH, hem de PaCO2 normal aralık dışında ise, değişme yönleri incelenerek primer asitbaz dengesi bozukluğu tespit edilir.
- pH ya da PaCO2'den biri normalse, **mikst asit-baz dengesi bozukluğu** mevcuttur
 - pH normal ise, PaCO2'nin değişme yönü solunumsal bozukluğu;
 - PaCO2 normal ise, pH'nın değişme yönü metabolik bozukluğu tanımlar.

2.Beklenen yanıtın değerlendirilmesi

A- Eğer mikst bozukluk tespit edilmişse: Metabolik asidozda anyon açığının değerlendirilir. Metabolik asidozu olan hastalarda metabolik asidozun tipini belirlemek için ve üçlü asit-baz dengesi bozukluklarının tanısı için gereklidir. Önce anyon açığı hesaplanır; Anyon açığı artmış ise delta açık hesaplanarak normal AA'lı metabolik asidoz ya da metabolik alkalozun eşlik edip etmediği tespit edilir.

B-Primer asit-baz dengesi bozukluğu tesbit edilmişse;

- **Beklenen PaCO2** hesaplanır

Beklenen PaCO2 = 1.5 x HCO3- + 8±2 (veya HCO3 de 1 mmol/L'lik azalma PaCO2 de 1.0-1.3 mmHg'lik azalma yapar)

- **PaCO2** beklenen aralıkta ise, **kompansasyon** söz konusudur.
- **PaCO2** beklenen değerden fazla ise **eşlik eden solunumsal asidoz** mevcuttur.
- **PaCO2** beklenen değerden az ise, **eşlik eden solunumsal alkaloz** mevcuttur.
- **Solunumsal asidoz veya alkaloz mevcut ise**, durumun akut, kısmi olarak kompanse edilmiş ya da tam kompanse edilmiş olup olmadığı tespit edilir.
- **Solunumsal asidozda, pH** akut solunumsal asidozda beklenen değer altındaysa, eşlik eden metabolik asidoz mevcuttur. Eğer kronik solunumsal asidozda beklenen değer üzerindeyse, eşlik eden metabolik alkaloz mevcuttur.
- **Solunumsal alkalozda, pH** akut solunumsal alkalozda beklenen değer üzerindeyse, eşlik eden metabolik alkaloz mevcuttur. Eğer kronik solunumsal alkalozda beklenen değer altındaysa, eşlik eden metabolik asidoz mevcuttur

Basit asit-baz dengesi bozukluğunda beklenen kompansatuvar yanıt değerleri

Metabolik asidoz	HCO3 de 1 mmol/L'lik azalma PaCO2 de 1.0-1.3 mmHg'lik azalma yapar
Metabolik alkaloz	HCO3-'daki her 1 mmol/L'lik artış için PaCO2 0.6-0.7 mmHg artar
Solunumsal asidoz (akut)	Her 10 mmHg PaCO2 artışı için HCO3- 1 mmol/L artar, pH 0.08 azalır
Solunumsal asidoz (kronik)	Her 10 mmHg PaCO2 artışı için HCO3- 3-4 mmol/L artar, pH 0.03 azalır

Solunumsal alkaloz (akut) Her 10 mmHg PaCO₂ azalışı için HCO₃⁻ 2 mmol/L azalır, pH 0.08 artar
Solunumsal alkaloz (kronik) Her 10 mmHg PaCO₂ azalışı için HCO₃⁻ 5 mmol/L azalır, pH 0.03 artar

Kaynaklar

1. Day J, Pandit JJ. Analysis of blood gases and acid-base balance. Surgery Oxford 2011;29:107-11.
2. Woodrow P. Arterial blood gas analysis. Nurs Stand 2004;18:45-52.
3. Marik PE. Acid-base disturbances. In: Marik PE, editor. Handbook of evidence-based critical care. New York: Springer; 2010. p.453-61.
4. Dokwal CP. Interpretation of arterial blood gases. Pulse 2009;3:15-9.
5. Williams AJ. ABC of oxygen: assessing and interpreting arterial blood gases and acid-base balance. BMJ 1998;317:1213
6. Byrne AL, Bennett M, Chatterji R, Symons R, Pace NL, Thomas PS. Peripheral venous and arterial blood gas analysis in adults: are they comparable? A systematic review and meta-analysis. Respirology. 2014 Jan 3.
7. Kelly AM, McAlpine R, Kyle E. Venous pH can safely replace arterial pH in the initial evaluation of patients in the emergency department. Emerg Med J. 2001 Sep;18(5):340-2