

Arteryal Kan Gazlarının Analizi: Asit-Baz Dengesinin Değerlendirilmesi

Arterial blood gases analysis: Determination of acid-base balance

SELVET SEVİNÇ*

ABSTRACT

The analysis of arterial blood gases is a method that is frequently used to evaluate the efficiency of pulmonary gas exchange, to determine the acid-base balance of the blood, monitor the effects of respiratory therapy and assess the effectiveness of mechanical ventilation. Through an evaluation of ABG analysis we are able to gain information about the acid-base balance and oxygenation of the patient. Many different methods have been developed to facilitate the analysis of acid-base balance. In this article, I have described the method I have used in my classes that I have found to be very effective in teaching arterial blood gases analysis.

Key words: Arterial blood gases, analysis, acid-base balance

Arteryal kan gazları (AKG) analizi, durumu kritik olan hastalarda tanı ve tedaviyi yönlendirmek için sıklıkla başvurulan bir yöntemdir. Bu nedenle, özellikle yoğun bakım üniteleri, acil klinikler gibi durumu kritik olan hastaların yattığı ünitelerde çalışan hemşireler için, asit-baz dengesizliklerinin tanımlanması gerekli bir beceridir.^(1,2)

Arteryal kan gazları analizinin amaçları :

- Pulmoner gaz değişiminin etkinliğini değerlendirmek;
- Kanın asit-baz dengesini belirlemek;
- Solunum tedavisinin etkisini izlemek;
- Mekanik ventilasyonun etkinliğini değerlendirmekdir.⁽³⁾

Arteryal kan gazı sonuçlarını değerlendirerek hastanın asit-baz dengesi ve oksijenasyon durumu hakkında bilgi edinebiliriz. Asit-baz dengesinin analiz edilmesini kolaylaştırmak için H modeli gibi çeşitli stratejiler geliştirilmiştir.⁽²⁾ Bu makalede, yıllardır çeşitli kurs ve derslerde arteryal kan gazları analizi konusunu anlatırken kullandığım ve öğrenmede oldukça etkili olduğunu gördüğüm yöntemi bulacaksınız.

* S Sevinç, Yard. Doç. Dr.
Koç Üniversitesi Sağlık Yüksek Okulu Öğretim Üyesi
Güzetbahçe Sok. No:20 D Blok, 34365 Niğantaşı / İstanbul
Tel.: 0 212 311 26 08 Faks: 0 212 311 26 02
e-mail: ssevinc@ku.edu.tr

ÖZET

Arteryal kan gazlarının analizi, pulmoner gaz değişiminin etkinliğini değerlendirmek, kanın asit-baz dengesini belirlemek, solunum tedavisinin etkisini izlemek ve mekanik ventilasyonun etkinliğini değerlendirmek amacıyla sıklıkla başvurulan bir yöntemdir. Arteryal kan gazı sonuçlarını değerlendirerek hastanın asit-baz dengesi ve oksijenasyon durumu hakkında bilgi edinebiliriz. Asit-baz dengesi analizinin anlaşılmasını kolaylaştırmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu makalede, arter kan gazları analizi konusunu anlatırken kullandığım ve öğrenmede oldukça etkili olduğunu gördüğüm yöntemi bulacaksınız.

Anahtar kelimeler: Arteryal kan gazları, analiz, asit-baz dengesi

Asit-baz dengesinin değerlendirilmesi

Asit-baz dengesini değerlendirmek için arteryal kan gazı sonuçlarında bakılacak veriler:

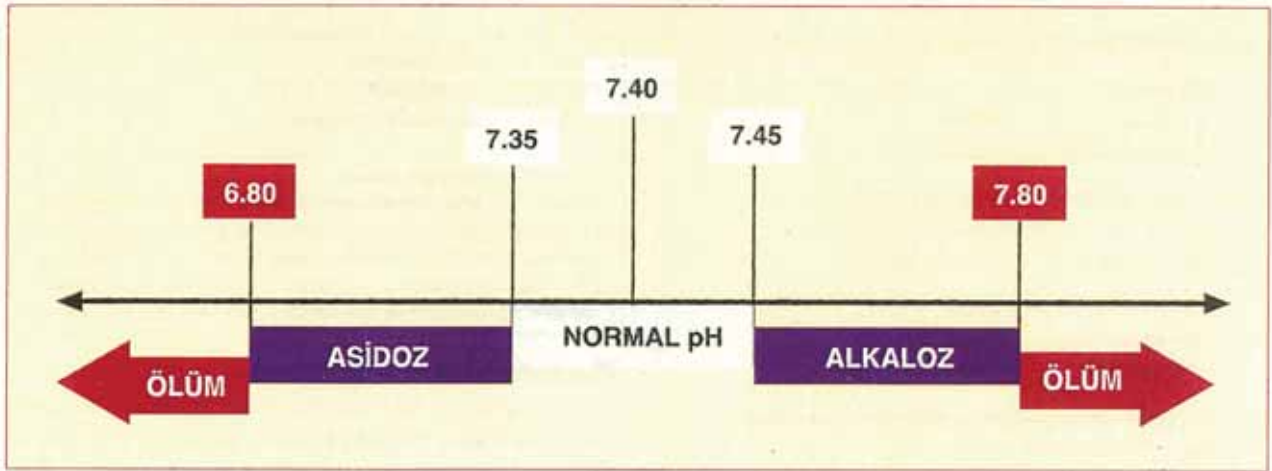
- pH
- PaCO₂ (Parsiyel arteryal karbondioksit basıncı)
- HCO₃⁻ (Bikarbonat)

pH :

Kandaki serbest hidrojen iyon (H⁺) konsantrasyonu hakkında bilgi verir. ^(1,3,4) pH, hidrojen iyonlarının negatif logaritmasıdır, yani H⁺ iyonları arttığında pH düşer (ortam daha asidiktir); H⁺ iyonları azaldığında pH yükselir (ortam daha bazıktır).

Arteryal kanın pH'ına bakarak, hastada asit-baz dengesizliği olup olmadığına karar verebiliriz (Şekil 1).

- **Normal Değeri:** 7.35 - 7.45'tir.
- pH'in 7.35'in altında olması (pH<7.35) *asidozu*,
- pH'in 7.45'in üstünde olması (pH>7.45) *alkalozu* gösterir.



Şekil 1: Arteryal Kan pH'si

Arteryal kan pH'nin normal değeri 7.35 – 7.45'tir. pH'nin 7.35'in altına düşmesi asidozu, pH'nin 7.45'in üzerine çıkması alkalozu gösterir. Vücut asidoz ya da alkalozu uzun süre tolere edemez. Eğer pH 6.8'in altına düşer ya da 7.8'in üzerine çıkarsa ölüm meydana gelir.

• **Asidoz:** Kanda baz (alkali) miktarının normalden daha az ya da asit miktarının normalden daha fazla olduğu patofizyolojik bir durumdur ($pH < 7.35$). Metabolik ya da solunumsal değişikliklerden kaynaklanır.^(1,3)

• **Alkaloz:** Kanda baz (alkali) miktarının normalden daha fazla ya da asitlerin normalden daha az olması sonucu ortaya çıkan patofizyolojik bir durumdur ($pH > 7.45$). Metabolik ya da solunumsal değişikliklerden kaynaklanır.^(1,3)

PaCO₂:

Arteryal kandaki karbondioksitin parsiyel basıncıdır.^(1,4) Plazmada dağılmış halde bulunan karbondioksit miktarını gösterir. Akciğerler tarafından kontrol edilir. Bu nedenle bize asit-baz dengesizliğinin solunumsal olup-olmadığı hakkında bilgi verir.

- **Normal Değeri:** 35 - 45 mmHg'dir.
- PaCO₂'nin 45 mmHg üzerinde olması asidoz ile ilişkili,
- PaCO₂'nin 35 mmHg altında olması alkaloz ile ilişkilidir.
- Solunum sistemini baskılayan ilaçlar; solunumsal, kardiyak, kas-iskelet sistemi ile ilgili ya da nöromusküler hastalıklar gibi hipoventilasyona neden olan durumlarda akciğerlerden karbondioksit (CO₂) atılımı azalacağı için PaCO₂ 45 mmHg üzerine çıkar. Artan karbondioksit su ile birleşerek karbonik asidi ($H_2O + CO_2 = H_2CO_3$) oluşturduğu için PaCO₂'nin artması asidoz ile ilişkilidir.
- Ağrı, anksiyete, bazı ilaçlar, hipoksi, ateş, uygun olmayan ventilatör ayarları gibi hiperventilasyona neden olan durumlarda

akciğerlerden aşırı miktarda CO₂ atılır ve PaCO₂ 35 mmHg altına düşer. Bu durum alkaloz ile ilişkilidir.

HCO₃⁻:

Kan plazmasının bikarbonat (HCO₃⁻) konsantrasyonu hakkında bilgi verir.^(4,5) HCO₃⁻ kanın en önemli bazıdır. Hidrojen iyonu kazanma ve kaybetme özelliğinden dolayı kanı pH değişikliklerinden korur. Metabolizmadan etkilendiği için bize asit-baz dengesizliğinin metabolik olup-olmadığı hakkında bilgi verir. Esas olarak böbrekler tarafından kontrol edilir. Böbrekler vücudun gereksinimine göre HCO₃⁻'ü tutar ya da atar.

- **Normal Değeri:** 22 - 26 mmol/L ya da mEq/L'dir.
- HCO₃⁻'ün 22 mmol/L altında olması asidoz ile ilişkili,
- HCO₃⁻'ün 26 mmol/L üstünde olması alkaloz ile ilişkilidir.
- Diyabet gibi endokrin sistem hastalıkları, karaciğer hastalığı, hipoksi, şok, ilaç toksisitesi gibi nedenlerle vücutta organik asitlerin birikimi; böbrek hastalığına bağlı asitlerin vücuttan atılımında yetersizlik; diyareye bağlı HCO₃⁻ kaybı gibi nedenler metabolik asidoza neden olur. Bu durumda, pH ve HCO₃⁻ normal sınırların altındadır ($pH < 7.35$, $HCO_3^- < 22$ mmol/L).
- Uzun süre ve fazla miktarda kusma ya da gastrik aspirasyona bağlı hidroklorik asit kaybı; renal atımda artmaya bağlı (örn: diüretik tedavi) ya da yüksek doz steroid nedeniyle serum potasyum kaybı; aşırı alkali alımı gibi nedenler metabolik alkalozu neden olur. Bu durumda, pH ve HCO₃⁻ değerleri normal sınırların üzerindedir ($pH > 7.45$, $HCO_3^- > 26$ mmol/L).

Asit – Baz Dengesini Değerlendirme Özeti

1. pH'a bakılır;
 - 7.35'den az → Asidoz
 - 7.45'den fazla → Alkaloz
2. PaCO₂'ye bakılır (Solunumsal değer)
 - 35'den az → Alkaloz ile ilişkili
 - 45'den fazla → Asidoz ile ilişkili
3. HCO₃⁻'a bakılır; (Metabolik değer)
 - 22'den az → Asidoz ile ilişkili
 - 26'dan fazla → Alkaloz ile ilişkili
4. Hangi bileşikler pH ile uyuyorsa, öncelikle varolan anormallik odur.

Şimdi bu bilgiler ışığında aşağıda verilen arteriyel kan gazları sonuçlarını birlikte değerlendirelim.

Örnek I

- pH : 7.30 (Asidoz)
- PaCO₂ : 38 (Normal)
- HCO₃⁻ : 16 (Asidoz ile ilişkili)

Tanı : Metabolik Asidoz

Yorum : pH'a bakarak hastada "asidoz" olduğuna karar verdik. Bu asidozun solunumsal mı / metabolik mi olduğuna karar vermek için PaCO₂ ve HCO₃⁻'e bakalım. Hangi değer in yanına "asidoz ile ilişkili" yazdıysak kararımız o olacaktır. Biz HCO₃⁻'in yanına "asidoz ile ilişkili" diye yazdığımıza göre kararımız "metabolik asidoz" olacaktır.

Örnek II

- pH : 7.50 (Alkaloz)
- PaCO₂ : 30 (Alkaloz ile ilişkili)
- HCO₃⁻ : 23 (Normal)

Tanı : Solunum alkalozu

Yorum : pH'a bakarak hastada "alkaloz" olduğuna karar verdik. Bu alkalozun solunumsal mı / metabolik mi olduğuna karar vermek için PaCO₂ ve HCO₃⁻'e bakalım. Hangi değer in yanına "alkaloz ile ilişkili" yazdıysak kararımız o olacaktır. Biz PaCO₂'nin yanına "alkaloz ile ilişkili" diye yazdığımıza göre kararımız "solunum alkalozu" olacaktır.

Örnek III

- pH : 7.28 (Asidoz)
- PaCO₂ : 70 (Asidoz ile ilişkili)
- HCO₃⁻ : 25 (Normal)

Tanı : Solunum Asidozu

Yorum : pH'a bakarak hastada "asidoz" olduğuna karar verdik. Bu asidozun solunumsal mı / metabolik mi olduğuna karar vermek için PaCO₂ ve HCO₃⁻'e bakalım. Hangi değer in yanına "asidoz ile ilişkili" yazdıysak kararımız o olacaktır. PaCO₂'nin yanına "asidoz ile ilişkili" diye yazdığımıza göre kararımız "solunum asidozu" olacaktır.

Örnek IV

- pH : 7.52 (Alkaloz)
- PaCO₂ : 45 (Normal)
- HCO₃⁻ : 33 (Alkaloz ile ilişkili)

Tanı : Metabolik alkaloz

Yorum : pH'ya bakarak hastada "alkaloz" olduğuna karar verdik. Bu alkalozun solunumsal mı / metabolik mi olduğuna karar vermek için PaCO₂ ve HCO₃⁻'e bakalım. Hangi değer in yanına "alkaloz ile ilişkili" yazdıysak kararımız o olacaktır. Biz HCO₃⁻'ün yanına "alkaloz ile ilişkili" diye yazdığımıza göre kararımız "metabolik alkaloz" olacaktır.

Kompansasyonun değerlendirilmesi

Vücudumuzda varolan iç denge sürekli korunur. Dengenin bozulması durumunda derhal ilgili sistemler devreye girerek durumu düzeltmeye, dengeyi yeniden kurmaya çalışır. Buna kompansasyon (yerine koyma) denir.

Daha önce belirtildiği gibi, arteriyel kanın pH'sı 7.35–7.45'tir. Normal hücresel fonksiyonları sürdürmek, sağlığı ve yaşamı devam ettirmek için vücut sıvılarının asit-baz dengesi korunmalıdır. Vücut, anormal pH'ı düzeltmek için çeşitli kompansasyon mekanizmalarına sahip olmakla beraber eğer bu mekanizmalar yetersiz kalırsa hücresel fonksiyonlar bozulur ve en sonunda ölümlü sonuçlanır.⁽¹⁾ Eğer pH 6.8'in altına düşer ya da 7.8'in üzerine çıkarsa ölüm meydana gelir (Şekil 1).

Kompansasyon, vücudun pH'ı normale döndürme girişimidir. Solunumsal bir dengesizlik metabolik olarak, metabolik bir dengesizlik solunumsal olarak kompanse edilmeye çalışılır.⁽²⁾

Örneğin; diyabetik ketoasidozdaki hastada varolan metabolik asidozu vücut, solunum hız ve derinliğini artırarak solunumsal olarak kompanse etmeye çalışır. Hızlı ve derin solunumlar karbondioksitin daha fazla miktarda dışarı atılmasına ve PaCO₂'nin 35mmHg altına düşmesine yani solunumsal değer in alkaliye doğru kaymasına neden olur. Böylece pH normal sınırlarına geri döndürülmeye çalışılır.

Solunum sistemi asit-baz dengesizliğine metabolik sistemden daha hızlı reaksiyon gösterir. Solunumsal kompansasyon saniyeler ya da dakikalar içinde meydana gelirken, metabolik kompansasyonun başlaması için saatler ya da günler geçer.^(1,2)

Arteriyel kan gazlarını değerlendirirken pH, PaCO₂ ya da HCO₃⁻'te asidoz ya da alkalozu doğru bir kayma varsa kompansasyonun başlayıp-başlamadığını da değerlendirebiliriz. Eğer hastada solunumsal bir dengesizlik varsa metabolik değere (HCO₃⁻) bakarak; eğer hastada metabolik bir dengesizlik varsa solunumsal değere (PaCO₂) bakarak kompansasyon hakkında bilgi edinebiliriz.

Kompansasyon 3 şekilde görülebilir:

1. Başlamamış
2. Başlamış ancak tamamlanmamış (Kısmi kompansasyon)
3. Tamamlanmış

1. Kompansasyon başlamamış ise; varolan dengesizliğin karşıt değeri normal sınırlar içindedir. Eğer hastada solunum asidozu / alkalozu varsa bikarbonat (HCO_3^-) değeri; eğer hastada metabolik asidoz / alkaloz varsa solunumsal değer (PaCO_2) normal sınırlarındadır.

Örnek:

- pH : 7.30 (Asidoz)
 - PaCO_2 : 52 (Asidoz ile ilişkili)
 - HCO_3^- : 25 (Normal)
- } Solunum asidozu, kompansasyon başlamamış

2. Kompansasyon başlamış ancak tamamlanmamış (kısmi kompansasyon) ise; varolan dengesizliğin karşıt değeri pH'ın ters yönüne doğru kaymış, ancak pH normal değerlere ulaşmamıştır.

Örnek: Hastada solunum asidozu varsa, bikarbonat (HCO_3^-) değeri normal sınırın üzerindedir, yani alkali ile ilişkilidir.

- pH : 7.30 (Asidoz)
 - PaCO_2 : 52 (Asidoz ile ilişkili)
 - HCO_3^- : 30 (Alkaloz ile ilişkili)
- } Solunum asidozu, kompansasyon başlamış tamamlanmamış

3. Kompansasyon tamamlanmış demek için ise; pH'ın normal sınırlarında olması gerekir. Ancak PaCO_2 ve HCO_3^- değerleri normal sınırların dışında olup genellikle biri asidoz biri alkaloz ile ilişkilidir. Öncelikle varolan dengesizliğin hangisi olduğunu anlamak için pH'ın 7.40'a göre konumunu değerlendirmek gerekir. Eğer pH 7.35 ile 7.40 arasında ise asidozdan dönmüştür; eğer pH 7.40 ile 7.45 arasında ise alkalozdan dönmüştür.

Örnek:

- pH : 7.45 (Normal)
 - PaCO_2 : 25 (Alkaloz ile ilişkili)
 - HCO_3^- : 15 (Asidoz ile ilişkili)
- } Solunum alkalozu, kompansasyonu tamamlanmış

Şimdi de bu bilgilerimizi kullanarak, yanda verilen arteryal kan gazı örneklerini, kendi kendimize çözelim.

Daha sonra verilen çözümler ile karşılaştırarak ne ölçüde değerlendirebildiğimizi kıyaslayalım.

**KENDİ KENDİNE DEĞERLENDİRME
SORULAR**

1.	<p>pH : 7.15 PaCO_2 : 70mmHg HCO_3^- : 24mmol/L</p> <p>Asit-baz durumu :..... Kompansasyon :.....</p>
2.	<p>pH : 7.45 PaCO_2 : 28mmHg HCO_3^- : 19.8mmol/L</p> <p>Asit-baz durumu :..... Kompansasyon :.....</p>
3.	<p>pH : 7.15 PaCO_2 : 30mmHg HCO_3^- : 17mmol/L</p> <p>Asit-baz durumu :..... Kompansasyon :.....</p>
4.	<p>pH : 7.39 PaCO_2 : 40mmHg HCO_3^- : 24mmol/L</p> <p>Asit-baz durumu :..... Kompansasyon :.....</p>
5.	<p>pH : 7.63 PaCO_2 : 26.6mmHg HCO_3^- : 29.4mmol/L</p> <p>Asit-baz durumu :..... Kompansasyon :.....</p>

KENDİ KENDİNE DEĞERLENDİRME
ÇÖZÜMLER

1.	<p>pH : 7.15 (Asidoz) PaCO₂ : 70mmHg (Asidoz ile ilişkili) HCO₃⁻ : 24mmol/L (Normal)</p> <p>Asit-baz durumu : Solunum Asidozu Kompansasyon : Başlamamış</p>	<p>pH'ya göre hastada "asidoz" olduğuna karar verdik. Bu asidozun solunumsal mı, metabolik mi olduğuna karar vermek için PaCO₂ ve HCO₃⁻'e bakarak hangisinin pH ile uyumlu olduğunu bulduk. Solunumsal değer olan PaCO₂ "asidoz ile ilişkili" olduğu için kararımız solunum asidozu olacaktır.</p> <p>HCO₃⁻ normal sınırlarında olduğuna göre kompansasyon başlamamıştır.</p>
2.	<p>pH : 7.45 (Normal) PaCO₂ : 28mmHg (Alkaloz ile ilişkili) HCO₃⁻ : 19.8mmol/L (Asidoz ile ilişkili)</p> <p>Asit-baz durumu : Solunum alkalozu varmış Kompansasyon : Tamamlanmış</p>	<p>pH normal sınırları içinde, PaCO₂ ve HCO₃⁻ normal sınırlarında değil. Bu durum bize hastada daha önce bir asit-baz dengesizliği olduğunu, kompansasyonun başladığını ve tamamlandığını gösterir. Önceden varolan dengesizliğin ne olduğunu bulmak için pH'ın 7.40'a göre konumunu değerlendirelim. pH 7.40'tan büyük olduğuna göre alkalozdan dönmüştür. Yanına "alkaloz ile ilişkili" diye yazdığımız solunumsal değer (PaCO₂) olduğu için hasta solunum alkalozundan dönmüştür.</p>
3.	<p>pH : 7.15 (Asidoz) PaCO₂ : 30mmHg (Alkaloz ile ilişkili) HCO₃⁻ : 17mmol/L (Asidoz ile ilişkili)</p> <p>Asit-baz durumu : Metabolik asidoz Kompansasyon : Kısmi (başlamış, ancak tamamlanmamış)</p>	<p>pH'ya göre hastada "asidoz" var. Bu asidozun solunumsal mı, metabolik mi olduğuna karar vermek için PaCO₂ ve HCO₃⁻'e bakarak hangisinin pH ile uyumlu olduğunu bulduk. Metabolik değer olan HCO₃⁻ "asidoz ile ilişkili" olduğu için kararımız metabolik asidoz olacaktır.</p> <p>PaCO₂ pH'ın tersine alkaloz ile ilişkili olduğuna göre kompansasyon başlamış ancak henüz tamamlanmamıştır. Çünkü, pH henüz normal sınırlarına geri dönmemiştir.</p>
4.	<p>pH : 7.39 (Normal) PaCO₂ : 40mmHg (Normal) HCO₃⁻ : 24mmol/L (Normal)</p> <p>Asit-baz durumu : Normal kan gazı sonucu Kompansasyon : Gerek yok</p>	<p>Tüm değerler normal sınırlarında olduğuna göre bu hastada asit-baz dengesizliği yoktur. Normal kan gazı değerleri olduğu için kompansasyon edilecek bir durum da yoktur.</p>
5.	<p>pH : 7.63 (Alkaloz) PaCO₂ : 26.6mmHg (Alkaloz ile ilişkili) HCO₃⁻ : 29.4mmol/L (Alkaloz ile ilişkili)</p> <p>Asit-baz durumu : Metabolik ve solunum alkalozu Kompansasyon : Değerlendirilemez</p>	<p>pH'ya göre hastada "alkaloz" var. Bu alkalozun solunumsal mı, metabolik mi olduğuna karar vermek için PaCO₂ ve HCO₃⁻'e bakarak hangisinin pH ile uyumlu olduğunu bulduk. Hem solunumsal (PaCO₂) hem de metabolik (HCO₃⁻) değer "alkaloz ile ilişkili" olduğu için hastada metabolik alkaloz ve solunum alkalozu vardır.</p> <p>Her iki değer de pH ile uyumlu olduğuna göre kompansasyon değerlendirilemez.</p>

KAYNAKLAR

- Berry BE, Pinard AE. Assessing tissue oxygenation. Critical Care Nurse 2003; 22(3):22-40.
- Kirksey KM, Holt-Ashley M, Goodroad BK. Academic education: An easy method for interpreting the results of arterial blood gas analysis. Critical Care Nurse 2001; 21(5):49-54.
- Arterial blood gas analysis. In: Springhouse. Diagnostic test implications (Clinical skillbuilders). Pennsylvania: Springhouse Corp.; 1991. p.19-22.
- Bullock BL. Normal and altered acid-base balance. In: Bullock BL, editor. Pathophysiology: Adaptations and alterations in function. 4th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers; 1996. p. 212-24.
- Littrell K. Arterial blood gas analysis: The matching game. Focus on Critical Care 1983; 10(4):49-51.