



Arter Kan Gazlarının Yorumlanması

Dr Gökay Güngör

Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi EAH
Solunumsal Yoğun Bakım Ünitesi

AKG'ı yorumlamanın önemi

- %40 doğru yorumlanmakta...
- Asit baz değerlendirmesinde yapılan hatalar sonucunda, hastaların 1/3'ünün yönetiminde hataların olduğu tespit edilmiştir.

AKG'ı yorumlamanın önemi

- Var olan **asit-baz dengesi bozukluğunun** tanısı, takibi ve tedaviye yanıtını değerlendirmek,
- Var olan **solunum yetersizliğinin** tanısı, takibi ve tedaviye yanıtını değerlendirmek,
- Ani gelişen ve/veya sebebi açıklanamayan **nefes darlığı, bilinç bulanıklığı gibi patolojilerin** **sebebini** açıklayabilmek.

Arter Kan Gazı İncelenmesi

- Alınan örnek 5 dakika içinde incelenmeli (buzda 30 dk-1saat)
- Uzun süreli oda ısısında lökosit metabolizması nedeniyle $\text{PaO}_2 \downarrow$, $\text{PaCO}_2 \uparrow$
- Alındığı yerde bakılmayacaksa soğuk kalıpla nakledilmeli
- Enjektör fazla heparin içermemeli ($\text{HCO}_3 \downarrow$, yapay metabolik asidoz)
- Hipertermi $\text{PaCO}_2 \uparrow$

Arter Kan Gazı İncelenmesi

- Ortam havası ile AKG arasında etkileşme ($pO_2 \sim 150$, $pCO_2 \sim 0$)
- $pO_2 \uparrow$, $pCO_2 \downarrow$
- Etki hava kabarcığının büyüklüğüne ve süreye bağlıdır.
- Pnömotik tüp transportu etkileşmeyi artırır

AKG Yorumlamada Genel Yaklaşım

- 1) **Oksijenizasyonu** değerlendirmek: PaO_2
 PaO_2/FIO_2
- 2) **Ventilasyonu** değerlendirmek: $PaCO_2$
- 3) **Asit-baz dengesi**
 - pH: Genel değerlendirme
 - $PaCO_2$, HCO_3^- : Olay metabolik mi, solunumsal mı?
 - Kompansasyon var mı yok mu?
 - Anyon açığı hesaplanması
- 4) **Gaz alışverişini** değerlendirmek : $PAO_2 - PaO_2$

Oksijenizasyon

- **Yaşa göre PaO_2 :** $PaO_2 = 104 - (0.27 \times Yaş)$
- $PaO_2 < 80$ mmHg ise; **hipoksemi**

Sınıflama	PaO_2 (mmHg)
Hiperoksemi	>100
Normoksemi	80-100
Hafif hipoksemi	60-80
Orta hipoksemi	40-60
Ciddi hipoksemi	<40 mmHg

Oksijenizasyon

PaO_2 oda havasında
hiperventilasyonla 130 mmHg'ya
kadar artabilir

Normal koşullarda;

$$\text{PaO}_2 \rightarrow \sim 5 \times \text{FiO}_2$$

- $30 \times 5 = 150$
- $40 \times 5 = 200$
- $60 \times 5 = 300$
- $80 \times 5 = 400$
- $100 \times 5 = 500$

Oksijenizasyon

PaO_2 oda havasında
hiperventilasyonla 130 mmHg'ya
kadar artabilir

Normal koşullarda;

$$\text{PaO}_2 \rightarrow \sim 5 \times \text{FiO}_2$$

- $30 \times 5 = 150$
- $40 \times 5 = 200$
- $60 \times 5 = 300$
- $80 \times 5 = 400$
- $100 \times 5 = 500$

$\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2$

Normal -----400-500

Hafif disfonksiyon-----400-300

Orta disfonksiyon--- 300-200

İleri disfonksiyon----- <200

Alveolo-arteryel oksijen gradyenti

Alveol ve arterin kısmi oksijen basınçları arasındaki fark olup, akciğerlerin gaz alışveriş fonksiyonu hakkında genel bilgi verir

Alveolo-arteryel oksijen gradyenti

$$D = P(A-a)O_2 = PAO_2 - PaO_2$$

Alveol ve arterin kısmi oksijen basınçları arasındaki fark olup, akciğerlerin gaz alışveriş fonksiyonu hakkında genel bilgi verir

Alveolo-arteryel oksijen gradyenti

$$D = P(A-a)O_2 = PAO_2 - PaO_2$$

Alveol ve arterin kısmi oksijen basınçları arasındaki fark olup, akciğerlerin gaz alışveriş fonksiyonu hakkında genel bilgi verir

- $PAO_2 = \underbrace{[FiO_2 \times (P_{atm} - P_{H_2O})]} - (PaCO_2/0.8)$

Alveolo-arteryel oksijen gradyenti

$$D = P(A-a)O_2 = PAO_2 - PaO_2$$

Alveol ve arterin kısmi oksijen basınçları arasındaki fark olup, akciğerlerin gaz alışveriş fonksiyonu hakkında genel bilgi verir

$$\bullet \text{ } PAO_2 = \underbrace{[FiO_2 \times (P_{atm} - P_{H_2O})]}_{[0,21 \times (760 - 47)]} - (PaCO_2 / 0.8)$$

Alveolo-arteryel oksijen gradyenti

$$D = P(A-a)O_2 = PAO_2 - PaO_2$$

Alveol ve arterin kısmi oksijen basınçları arasındaki fark olup, akciğerlerin gaz alışveriş fonksiyonu hakkında genel bilgi verir

$$\bullet \text{ } PAO_2 = \underbrace{[FiO_2 \times (P_{atm} - P_{H_2O})]}_{[0,21 \times (760 - 47)]} - (PaCO_2 / 0.8)$$

$$P(A-a)O_2 = [150 - 1.25 \times PaCO_2] - PaO_2$$

Alveolo-arteryel oksijen gradyenti

$$D = P(A-a)O_2 = PAO_2 - PaO_2$$

$$\bullet \text{ } PAO_2 = \underbrace{[FiO_2 \times (P_{atm} - PH_2O)]}_{[0,21 \times (760 - 47)]} - (PaCO_2 / 0.8)$$

$$P(A-a)O_2 = [150 - 1.25 \times PaCO_2] - PaO_2$$

- Normal : 5-15mmHg
 - Normal: Gaz değişimi normal (AC dışı)
 - Artmış: Gaz değişimi bozulmuş (AC kaynaklı)

Alveol ve arterin kısmi oksijen basınçları arasındaki fark olup, akciğerlerin gaz alışveriş fonksiyonu hakkında genel bilgi verir

pH

Vücut sıvılarındaki ve kandaki hidrojen iyonu (H^+) konsantrasyonunu; kısaca bu sıvıların asitlik derecesini gösterir.

İnsanda kan pH'sının yaşam ile bağdaşabilir sınırları 6.8-7.8 arasındadır.

Kandaki normal pH değerleri ise 7.35-7.45 arasındadır.

pH <7.35 olursa **asidemi**, pH >7.45 **alkalemi**

Bu bozuklukları yapan olaylara ve bu olayların doku düzeyinde meydana getirdikleri değişiklikler ise **asidoz veya alkaloz** olarak adlandırılır

$$\text{pH (7.4)} = \text{pK (6.1)} + \log \frac{\text{HCO}_3 \text{ (24)}}{0,03 \times \text{paCO}_2 \text{ (40)}}$$

Handerson - Hasselbach denklemi

$$\text{pH} = \frac{\text{HCO}_3}{\text{paCO}_2}$$

HCO_3

Standart HCO_3 :

- Standart koşullarda ölçülen (37 C sıcaklık, $\text{PaCO}_2=40$ mmHg) HCO_3
- Normal değeri 22-26 mEq/L
- **Yalnızca metabolik değişikliklere bağlıdır.**

Aktüel HCO_3 :

- Plazma örneğinde o anda varolan HCO_3^- değeridir.
- Vücutta asit-baz dengesinin hem respiratuar hem de metabolik komponenti ile ilişkilidir

Baz Fazlalığı

BE

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

Normal değeri; -2 ile + 2 mEq/L

<-2 ise metabolik asidoz

>+2 ise metabolik alkaloz

Normal AKG Değerleri

pH: 7.35-7.45

PaO₂: 80-100 mmHg

PaCO₂: 35-45 mmHg

SaO₂: %97- %98

HCO₃: 24 ± 2 mEq/L

BE: 0 ± 2 mEq/L

P(A-a)O₂: 5-15 mmHg

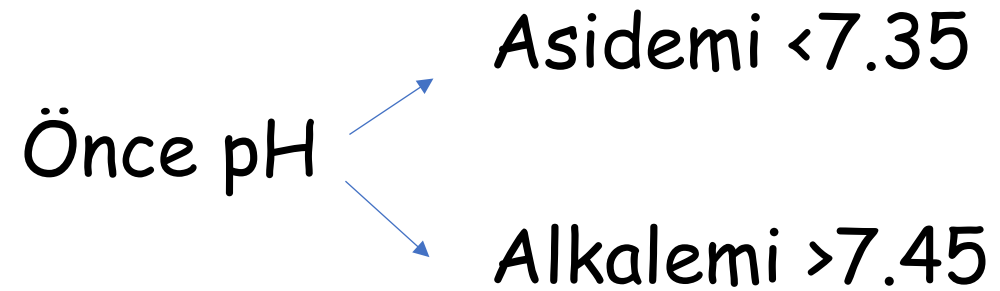
- Tüm AKG cihazlarında pH, PaO₂ ve PaCO₂ ölçülür.
- HCO₃ ve Be hesaplanır.
- SaO₂ ölçülebilen cihazlar olduğu gibi hesaplayabilen cihazlar da vardır.

Arter Kan Gazı İncelenmesi

Venöz kan gazı değerlerinin arter kan gazı değerleri ile kıyaslanması

	Santral Venöz	Periferik Venöz
pH	0.03-0.05 ↓	0.02-0.04 ↓
PaCO ₂	4-5 mmHg ↑	3-8 mmHg ↑
HCO ₃	~ Aynı	1-2 mmol ↑
PaO ₂	Uyumsuz	Uyumsuz

AKG yorumlanması 1. adım



AKG yorumlanması 2. adım

PRİMER PATOLOJİ KAYNAĞI HANGİ SİSTEM?

$\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$ ya da $\text{HCO}_3^- < 22 \text{ mEq/L}$  **ASİDOZ**

$\text{PaCO}_2 < 35 \text{ mmHg}$ ya da $\text{HCO}_3^- > 26 \text{ mEq/L}$  **ALKALOZ**

AKG yorumlanması 2. adım

PRİMER PATOLOJİ KAYNAĞI HANGİ SİSTEM?

$\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$ ya da $\text{HCO}_3^- < 22 \text{ mEq/L}$ $\longrightarrow$ **ASİDOZ**

$\text{PaCO}_2 < 35 \text{ mmHg}$ ya da $\text{HCO}_3^- > 26 \text{ mEq/L}$ $\longrightarrow$ **ALKALOZ**

pH ve PaCO_2 değişimi farklı yönde ise primer patoloji $\longrightarrow$ **Respiratuar**

pH ve PaCO_2 değişimi aynı yönde ise primer patoloji $\longrightarrow$ **Metabolik**

AKG yorumlanması 2. adım

PRİMER PATOLOJİ?	pH	pCO ₂ veya HCO ₃
Respiratuar Asidoz	pH düşük 	pCO ₂ yüksek 
Metabolik Asidoz	pH düşük 	HCO ₃ düşük 
Respiratuar Alkaloz	pH yüksek 	pCO ₂ düşük 
Metabolik Alkaloz	pH yüksek 	HCO ₃ yüksek 

AKG yorumlanması 3. adım

KOMPANSASYON VARLIĞI

pH anormal + kompensasyon başlamamış → Dekompanse

pH anormal + kompensasyon başlamış → Parsiyel kompanse

pH normal + kompensasyon var → Kompanse

ASİT-BAZ DENGESİNİ SAĞLAYAN SİSTEMLER

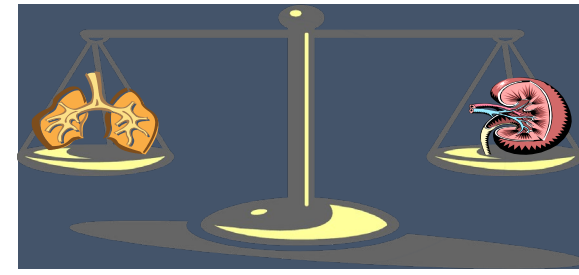
1- Kimyasal tampon sistemleri

- a-Bikarbonat-karbonik asit
- b-Fosfat
- c-Proteinler ve hemoglobin

2- Solunum sistemi (Dakikalar içerisinde başlar, 24 saatte zirveye ulaşır)

3- Böbrekler (Saatler içerisinde başlar, 5-7 günde zirveye ulaşır)

Kompansasyon



Klinik Patoloji	AKG Bulgusu	Kompansasyon Yolu
Respiratuar Asidoz	$\text{PaCO}_2 \uparrow$	$\text{HCO}_3 \uparrow$ (Böbreklerde tutulur)
Respiratuar Alkaloz	$\text{PaCO}_2 \downarrow$	$\text{HCO}_3 \downarrow$ (Böbreklerden atılır)
Metabolik Asidoz	$\text{HCO}_3 \downarrow$	Hiperventilasyon ($\text{PaCO}_2 \downarrow$)
Metabolik Alkaloz	$\text{HCO}_3 \uparrow$	Hipoventilasyon ($\text{PaCO}_2 \uparrow$)

Kompansasyon

Akut Respiratuvar Asidoz

pCO_2 **10** mmHg $\uparrow$ ----> HCO_3 **1** mEq/L $\uparrow$

Akut Respiratuvar Alkaloz

pCO_2 **10** mmHg $\downarrow$ ----> HCO_3 **2** mEq/L $\downarrow$

Kronik Respiratuvar Asidoz

pCO_2 **10** mmHg $\uparrow$ ----> HCO_3 **4** mEq/L $\uparrow$

Kronik Respiratuvar Alkaloz

pCO_2 **10** mmHg $\downarrow$ ----> HCO_3 **5** mEq/L $\downarrow$

Kompansasyon

Metabolik Alkaloz

Olması gereken $\text{PaCO}_2 = 0.7 \times [\text{HCO}_3] + 22$

ya da

HCO_3 'de her 10 mmol/l $\uparrow \rightarrow \text{pCO}_2$ 'yi 6 mmHg $\uparrow$

Metabolik Asidoz

Olması gereken $\text{PaCO}_2 = 1.5 \times [\text{HCO}_3] + 8 (\pm 2)$

ya da

(pH son iki rakam)
 $\text{HCO}_3 > 10$ ise

Anyon gap

- Metabolik asidozda mutlaka değerlendirir !
- $[\text{Na}^+] - [(\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)]$ Normal değeri; 12 ± 4 mEq/L
- ↑ nedenleri : Eksojen asit ilavesi veya bikarbonat ile nötralize edilemeyen endojen asitlerin oluşumu
- Laktik asidoz, Üremik asidoz, Diabetik ketoasidoz, İntoksikasyonlar (metanol, salisilat, INH)
- Hipoalbuminemi varsa; her 1 mg/dL ↓ için anyon gap 2.5 mEq/L ↓

ÖRNEKLER

Vaka 1

- 23 y E
- Bilinç konfüe, DSS:9/dk, NDS:60/dk,TA:100/50
- SaO₂:%83
- Kolunda IV madde kullanımına bağlı izler mevcut

AKG

FiO₂:0.21

pH:7.35

PaCO₂:36 mmHg

PaO₂:110 mmHg

HCO₃:23 mEq/l

Vaka 1

- 23 y E
- Bilinç konfüe, **DSS:9/dk**, NDS:60/dk, TA:100/50
- **SaO2:%83**
- Kolunda IV madde kullanımına bağlı izler mevcut

AKG

FiO2:0.21

pH:7.35

PaCO2:36 mmHg

PaO2:110 mmHg

HCO3:23 mEq/l

Klinik ve saturasyon değerleri AKG ile uyumlu değil

AKG'da teknik hata(hava varlığı)

AKG'ı yorumlarken mutlaka hastanın kliniğinden haberdar ol !!!

Vaka 2

- 52 yaşında bayan hasta
- Öksürük, balgam çıkartma, sağ yan ağrısı şikayeti ile acile başvuruyor
- FM DSS:26/dk TA:120/70 NDS:110

AKG

FiO ₂	0.21
pH	7.48
PaCO ₂	33 mmHg
PaO ₂	68 mmHg
SaO ₂	%93
HCO ₃	23 mEq/l

Hafif hipoksemi

$$P(A-a)O_2 = [150 - (1.25 \times 33)] - 68 = 41 \uparrow$$

pH $\uparrow$, paCO₂ $\downarrow$, HCO₃ N

Dekompanse solunumsal alkaloz

Vaka 2

- PA grafide sağ alt zonda pnömoni saptanıyor
- Servise yatırılan hastanın 4 saat sonra solunum sıkıntısı giderek artıp genel durumu bozuluyor.
- Ateş 38.4 C°
- TA:85/50, DSS:36/dk, NDS:130/dk
- AKG:
 - pH:7.26
 - PaCO₂:28 mmHg
 - PaO₂:48 mmHg
 - HCO₃:14 mEq/l
 - SaO₂:%81
 - FIO₂0.4

Vaka 2

- PA grafide sağ alt zonda pnömoni saptanıyor
- Servise yatırılan hastanın 4 saat sonra solunum sıkıntısı giderek artıp genel durumu bozuluyor.
- Ateş 38.4 C°
- TA:85/50, DSS:36/dk, NDS:130/dk

- **AKG:** pH:7.26
PaCO₂:28 mmHg
PaO₂:48 mmHg
HCO₃:14 mEq/l
SaO₂:%81
FIO₂0.4

PaO₂/FIO₂= 120 (Ağır hipoksemi)

P(A-a)O₂=200

pH ↓ PaCO₂ ↓ HCO₃ ↓

Olması gereken PaCO₂= 1.5 × [HCO₃]+8 (±2)

1.5 × [14]+8 (±2)= 27-31mmHg Ek resp pat ∅

Parsiyal kompanse metabolik asidoz

Vaka 2

- PA grafide sağ alt zonda pnömoni saptanıyor
- Servise yatırılan hastanın 4 saat sonra solunum sıkıntısı giderek artıp genel durumu bozuluyor.
- Ateş 38.4 C°
- TA:85/50, DSS:36/dk, NDS:130/dk

- AKG: pH:7.26
PaCO₂:28 mmHg
PaO₂:48 mmHg
HCO₃:14 mEq/l
SaO₂:%81
FIO₂0.4

Na:141
Cl:100
HCO₃:13

Anyon Gap: Na-(Cl+HCO₃)
Anyon Gap:141-(100+13)= 28 N:12±4
Anyon Gap ↑ Metabolik Asidoz
(sepsis,laktat 4mEq/L)

Vaka 2

- Hastanın medikal tedaviye rağmen kliniği kötüleşiyor.
- Yardımcı solunum kasları kullanımı (+), paradoks solunum(+)
- **AKG:** pH: 7.18
PaCO₂:43 mmHg
PaO₂:46 mmHg
HCO₃:12 mEq/l
SaO₂:%81
FIO₂:%60

Vaka 2

- Hastanın medikal tedaviye rağmen kliniği kötüleşiyor.
- Yardımcı solunum kasları kullanımı (+), paradoks solunum(+)
- **AKG:** pH: 7.18

PaCO₂:43 mmHg

PaO₂:46 mmHg

HCO₃:12 mEq/l

SaO₂:%81

FIO₂:%60

pH ↓ PaCO₂ N HCO₃ ↓

Olması gereken PaCO₂: $1.5 \times [\text{HCO}_3] + 8 (\pm 2)$

$1.5 \times [12] + 8(\pm 2) = 26 \pm 2$

Mevcut PaCO₂ 43 > 24-28 Ek resp. asidoz mevcut

Mixt (Respiratuar+metabolik) asidoz

Vaka 2

- Hasta entübe edilip YBÜ'e alınıyor. Pnömoniye bağlı ağır sepsis nedeniyle ab tedavisi başlanıyor. IMV altında kliniği toparlayan hastada 3.günde ekstübasyon planlanıyor.
- AKG değerleri
 - pH:7.51
 - PaCO₂:28 mmHg
 - PaO₂:100 mmHg
 - SaO₂:%98
 - HCO₃:21
 - FIO₂:%40

Vaka 2

- Hasta entübe edilip YBÜ'e alınıyor. Pnömoniye bağlı ağır sepsis nedeniyle ab tedavisi başlanıyor. IMV altında kliniği toparlayan hastada 3.günde ekstübasyon planlanıyor.

- **AKG değerleri**

pH:7.51

PaCO₂:28 mmHg

PaO₂:100 mmHg

SaO₂:%98

HCO₃:21

FIO₂:%40

pH ↑, paCO₂ ↓, HCO₃ ↓

Resp alkaloz

10mmHg PaCO₂ ↓ ----> 2mEq/L HCO₃

40-28=12 mmHg CO₂ ↓ ----->2.4mEq/L HCO₃ ↓

HCO₃:24-2.4=21.6 olmalı mevcut değer 21mEq/L ek patoloji yok

Parsiyel kompanse solunumsal alkaloz

Vaka 3

- 67 yaşında morbid obez hasta
- Diz operasyonu için hastaneye yatıyor.
- VKİ:41

AKG (oda havası)

pH: 7.37

PaCO₂:56 mmHg

PaO₂: 70 mmHg

HCO₃:30 mEq/l

SaO₂:%93

AKG analizi

- Kan pH
 - Normal sınırlarda ancak PaCO_2 ve HCO_3 değerleri anormal ise
 - Bu durumda hastanın asidotik ya da alkalotik olabileceğini ancak tam kompanse ettiğini gösterir.

- 7.40'ı sınır olarak kabul edip mevcut pH'ın hangi tarafa yakın olduğunu saptamak önemlidir

- 7.35.....7.40.....7.45

- 7.35 - 7.39 = Asidoz

7.41 - 7.45 = Alkaloz

Vaka 3

- 67 yaşında morbid obez hasta
- Diz operasyonu için hastaneye yatıyor.
- VKİ:41

AKG (oda havası)

pH: 7.37

PaCO₂:56 mmHg

PaO₂: 70 mmHg

HCO₃:30 mEq/l

SaO₂:%93

Hafif hipoksemi

pH N, PaCO₂ ↑ HCO₃ ↑

10mmHg PaCO₂ ↑ ----> 4mEq/L HCO₃ ↑(kompansasyon süreci kronik)

56-40=16 mmHg PaCO₂ ↑-----6.4mEq/L HCO₃ ↑

24+6.4=30.4 mEq/L olması gereken değer Ek alkaloz yok

Kompanse respiratuar asidoz

TEŞEKKÜRLER.....

Vaka 4

- 28 yaşında bayan hasta,
- 8 aylık hamile
- 5 gündür artan kusma nedeniyle acil servise başvurdu. AKG

Vital bulgular

Kan basıncı	130/80 mmHg
SS	25/dk
Nabız	110/dk
Ateş	37 °C

AKG

FiO ₂	0.21
pH	7.58
PaCO ₂	31 mmHg
PaO ₂	65 mmHg
SaO ₂	%92
HCO ₃	32 mEq/l

Vaka 4

- 28 yaşında bayan hasta,
- 8 aylık hamile
- 5 gündür artan kusma nedeniyle acil servise başvurdu. AKG

Vital bulgular

Kan basıncı	130/80 mmHg
SS	25/dk
Nabız	110/dk
Ateş	37 °C

AKG

FiO ₂	0.21
pH	7.58
PaCO ₂	31 mmHg
PaO ₂	65 mmHg
SaO ₂	%92
HCO ₃	32 mEq/l

Hafif hipoksemik

pH ↑, PaCO₂ ↓, HCO₃ ↑

Mikst metabolik ve respiratuar alkalozis

Vaka 5

- 69 y E
- KOAH+KKY tanılı
- Bronkodilatör+ diüretik kullanım öyküsü var
- Nefes darlığında artma, prodüktif öksürük, ödem +/-
- AKG

pH:7.33

PaCO₂:74 mmHg

PaO₂:57 mmHg

SaO₂:%88

HCO₃:48 mEq/l

FIO₂:%28

Vaka 5

- 69 y E
- KOAH+KKY tanılı
- Bronkodilatör+ diüretik kullanım öyküsü var
- Nefes darlığında artma, prodüktif öksürük, ödem +/-
- AKG

pH:7.33

PaCO₂:74 mmHg

PaO₂:57 mmHg

SaO₂:%88

HCO₃:48 mEq/l

FIO₂:%28

Orta derecede hipoksemi

P(A-a) O₂ ↑

pH ↓, PaCO₂ ↑, HCO₃ ↑

Akut resp asidoz 10mmHg PaCO₂ ↑ ---> 1mEq/L HCO₃ ↑

Kronik resp asidoz 10mmHg PaCO₂ ↑ ---> 4mEq/L HCO₃ ↑

74-40:34 mmHg PaCO₂ ↑---->3.4-13.6 mEq/L HCO₃ ↑

24+ 3.4-13.6= 27.4-37.6 mEq/L

Mevcut değer 48 > olması gereken Ek alkaloz mevcut

Parsiyel kompanse solunumsal asidoz + metabolik alkaloz