

ARTER KAN GAZI YORUMLANMASI

SUNAN: ARAŞ.GÖR.DR AYNUR MAMMADOVA

MÖDERATOR: DOÇ.DR ASLI GÖREK DİLEKTAŞLI



GİRİŞ

- **Arter Kan Gazı (AKG)**, akciğerlere oksijen girişi ile akciğerlerden karbondioksit atılımının nasıl yapıldığını tanımlamaktadır
- **AKG analizi, klinik pratikte;**
 - ❖ Akciğerde gaz transferinin yeterliliği,
 - ❖ Asit-baz bozukluklarının ciddiyeti ve nedenleri ile
 - ❖ Kan pH'sını idame ettirmede akciğerler ve böbrekler arasındaki etkileşimin yeterli olup olmadığını değerlendirmede kullanılır

NONİNVAZİV YÖNTEMLER

- Pulse oksimetre
- Transkütanöz gaz monitörleri
- Kapnografi

PULSE OKSİMETRE

- Kapiller kanda oksijen satürasyonunun transkütanöz ölçümü, spektrofotometrik prensiple yapılır
- İki dalga boyunda 660 nm (kırmızı ışık)-940 nm (kırmızı ötesi) elektrodlardan oluşan ışık kaynağı kullanılır
- Vasküler yatağın karşı tarafında fotodetektör bulunur



PULSE OKSİMETRE

- Oksimetre, kızıl ve kızıl ötesi ışıkları farklı miktarda absorbe etme prensibine dayanır
- Işığın absorpsiyonu yolu ile arterial oksihemoglobin saturasyonu ölçülmüş olur
- SaO₂ < %75 ve > %95 olduğu durumlarda duyarlılığı azalır
- Karboksihemoglobinemi, methemoglobinemi, yoğun ışık, anemi, hiperpigmentasyon gibi durumlarda yanlış ölçüm gösterebiliyor

TRANSKÜTANÖZ GAZ MONİTÖRLERİ

- Epidermis üzerinde transkütanöz PO_2 ve PCO_2 'yi ölçebilir
- Bu ölçüm deri yüzeyine yerleştirilen polarografik elektrotlar ile sağlanır
- Elektrotlar deri yüzeyini $44-45^0$ ısıtarak çalışır
- Deri yüzeyinde hiperemi oluşması ve derideki kapiller akımın arteriyelize olması sağlanır



TRANSKÜTANÖZ GAZ MONİTÖRLERİ

- Elektrodlar sıkışmış gaz kabarcıklarından oksijen basıncını ölçer
- Erişkinlerde difüzyonunu bozan kalın deri nedeniyle kullanımı pek yaygın değildir
- Azalmış cilt perfüzyonunda, ödem, obezitede tcPCO₂ ölçümü hatalı olabilir

KAPNOGRAFİ

- Ekspire edilen havadaki CO₂'nin infrared analizatörü ve ya spektrometre aracılığı ile noninvaziv ve devamlı monitörizasyonu ve CO₂'nin dalga boylarının analizi esasına dayanır
- Solunum siklusu boyunca karbondioksit ölçümü kapnometre olarak adlandırılır
- Cihaz düzenli olarak kalibre edilmelidir



KAPNOGRAFI

- Kapnografi başarılı trakeal entübasyonun saptanmasında ve kardiyopulmoner resusitasyonun değerlendirilmesinde önemlidir
- Endotrakeal tüp varlığında, bağlantı kopması, ventilatör arızası, şiddetli pulmoner emboli varlığında kullanışlı olduğu belirtilmektedir

ARTER KAN GAZI ALMA TEKNİĞİ

- **AKG örneği**; perkütanöz yolla artere ponksiyon yapılarak ya da artere kateter yerleştirilerek alınır
- En sık tercih edilen arter '**radial arterdir**'
- Tercih edilmesinin en önemli sebebi kolay palpe edilebilmesi, aynı zamanda elin kollateral dolaşımının iyi olması nedeni ile olası trombüs oluşumu gibi komplikasyonlarda elin iskemisinin önlenebilir olmasıdır

ARTER KAN GAZI

- İşlem hastaya anlatılarak hastanın kooperasyonu ve uyumu sağlanır
- El bileği 30°-ekstansiyona getirilir
- Pulsasyona doğru 60° bir açıyla enjektörle ilerlenir. İlerletme sonlandırılarak 2-3 ml kanın enjektöre dolması beklenir ve işlem sonlandırılır
- İşlem sonrası 5 dk süreyle işlem yerine baskı uygulanmalı



ALLEN TESTİ

- Allen testi yapılarak ulnar arter kolleteralleriyle elde yeterince kanlanma olup olmadığı görülmelidir
- Ulnar ve radial artere elde solukluk oluşuncaya dek uygulanan basınç kaldırıldığında; el doğal renginde olmalıdır
- Aksi takdirde, hastanın radial arterini kullanmak sakıncalıdır



AKG YORUMLAMADA GENEL BAKIŞ

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

OKSİJENİZASYON

- Oksijen, atmosferden kana ve kandan dokulara parsiyel basınç farkı ile geçer
- Alveolere kadar ulaşan oksijen, pasif difüzyon ile kana ve yine difüzyon ile dokulara, yüksek basınçtan alçak basınca doğru geçmektedir
- Atmosferden alveola doğru gidildikçe PaO_2 yaklaşık 1/3 oranında azalır
- Bunun nedeni solunum yollarında havanın su ile satüre olması ve alveol düzeyinde 40 mmHg'lik $PaCO_2$ düzeyidir

OKSİJENİZASYON

- Oksijen iki yolla; kanda eriyik ve Hb'le bağlı olarak taşınır
- Oksijenin %2'i eriyik halde taşınır. Oksijenin bu kısmı **PaO2'** meydana getirir
- %98'i eritrositlerin içinde Hb ile birleşmiş (oksihemoglobin) şeklinde



OKSİJENİZASYON

- PaO₂'nin 95 mmHg olması (SaO₂) ise %97'dir
- PaO₂'nin 60 mmHg olması SaO₂ >%90 olmasına denk düşer
- PaO₂<55 mmHg ise doku hipoksisi belirginleşir

HİPOKSI

Dokulara yetersiz oksijenin sunumudur

- **1.**Hipoksemik Hipoksi;ileri derecede hipoksemi **CaO₂'de** düşmeye yol açar
 - **Oksijen Kontenti (CaO₂) (arterial oksijen içeriği) plazmada erimiş ve hemoglobin (Hb)'e bağlı oksijen miktarları toplamıdır**
 - **2.** Dolaşımsal Hipoksi ;Kardiak output azaldığında ortaya çıkar
 - **3.**Anemik Hipoksi;Hb₂nın azalması CaO₂'nin azalmasına neden olur
 - **4.**Histotoksik Hipoksemi;Siyanür zehirlenmesi gibi durumlarda O₂'nin hücrelerde kullanılmamasıdır

OKSİJENİZASYON

- Yaşa göre PaO₂; **PaO₂=104-(0.27 X Yaş)**
- PaO₂< 80 mmHg ise; **hipoksemi**

PaO ₂ değeri (mmHg)	Hipoksemi düzeyi
80-60	Hafif dereceli hipoksemi
40-60	Orta dereceli hipoksemi
<40	Ağır-ileri dereceli hipoksemi

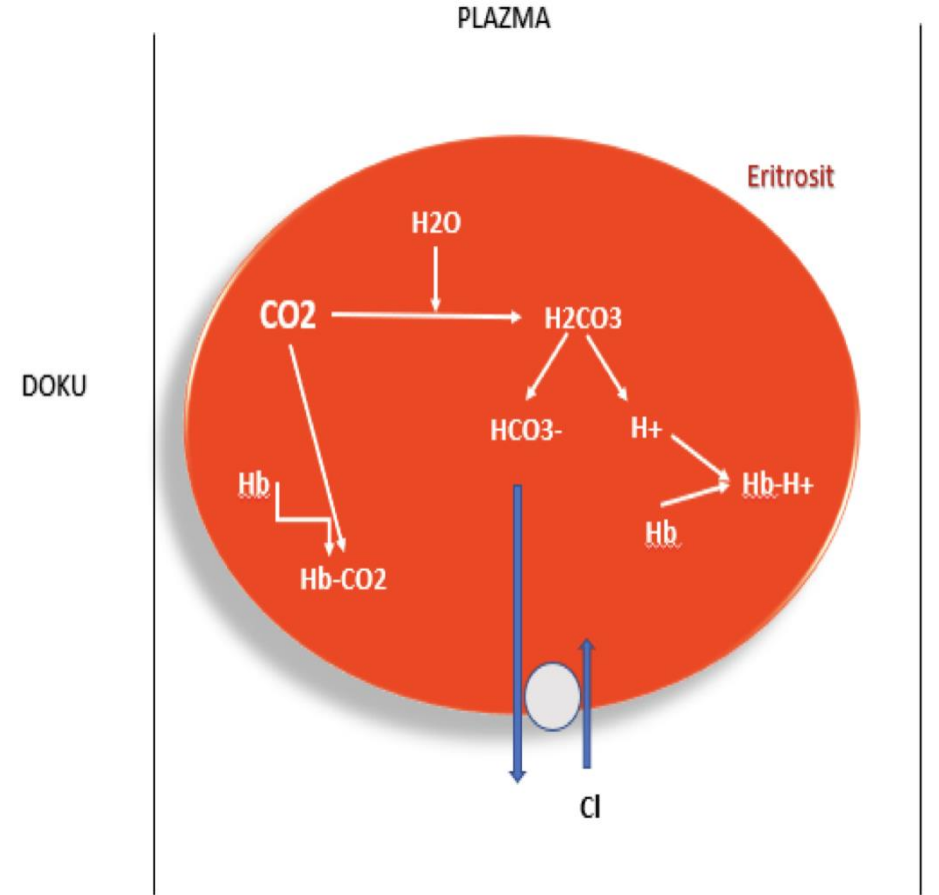
VENTİLASYON(V_t)

- Solunum gazlarının akciğere giriş çıkış işlemidir
- Ortalama dakika ventilasyonu 6l/dk'dır
- İki tip ventilasyon mevcut
 - **1. Ölü boşluk ventilasyonu; gaz alış verişinde rol almayan bölümdür= V_d (respiratuar bronşiyole kadar)**
 - **2. Alveoler ventilasyon; CO_2 atılımından sorumlu olan bölümdür= V_a (espiratuar bronşiyol ve distalinde kalan bölüm)**

$$V_t = V_d + V_a$$

KARBONDİOKSİT

- Dokuların enerji üretimi sırasında oksijen kullanılır ve aerobik metabolizma sonucunda hücrelerde karbondioksit açığa çıkar
- CO₂ kanda üç farklı formda taşınmaktadır
 - ❑ HCO₃ halinde: CO₂'nin büyük bölümü kanda HCO₃ halinde taşınır (%90)
 - ❑ Plazma proteinlerine ve özellikle de Hb'ye bağlanarak
 - ❑ Kanda eriyik CO₂ olarak taşınır (%5)- PaCO₂



KARBONDİOKSİT

- Arter kanında PaCO₂'nin 45 mmHg ve üzerinde olmasına hiperkapni denir
- Hiperkapni oluşum mekanizmaları
 - **Hipoventilasyon**
 - **Ventilasyon/perfüzyon oranının bozuk olması**

GAZ ALIŐVERİŐİ (Alveolo-arteriyel oksijen gradienti)

- Akcięerin gaz alıŐveriŐ fonksiyonu hakkında bilgi verir
- Alveoler membran d¼zeyinde, her bir gaz parsial basıncı daha d¼Ő¼k olan tarafa doğru dif¼ze olur
- Oksijen kana doğru hareket eder ve hemoglobin tarafından tutulur, karbondioksit de alveole doğru dif¼ze olur ve atılır
- Y¼ksek gradient kana oksijen pasajı ile ilgili bir problem varlığını g¼stermektedir

(ALVEOLO-ARTERİYEL OKSİJEN GRADİENTİ)

- $P(A-a)O_2: PAO_2 - PaO_2$
- $P(A-a)O_2: [FiO_2 \times (Patm - PH_2O) - (PaCO_2)/R] - PaO_2$ 5-15 mmHg
- Deniz seviyesinde barometrik basınç 760 mmHg $FiO_2: 0,21$ 37 derecede su basıncı 47 mmHg

$$p(A-a) O_2: [0,21 \times (760 - 47) - (1,25 \times PaCO_2)] - PaO_2$$

$$p(A-a) O_2: [150 - (1,25 \times PaCO_2)] - PaO_2$$

- Yaşa göre beklenen $p(A-a) O_2: 2,5 + [0,25 \times \text{yaş}(\text{yıl})]$

Artmış $P(A-a)O_2$ pulmoner disfonksiyonu gösterir..
 V/Q boz., şant, diffüzyon bozukluğunda ARTAR, Hipoventilasyonda NORMALDIR..

ASİT BAZ DENGESİ

- **PH**
- **PaCO₂**
- **Standart bikarbonat**
- **Aktüel bikarbonat**
- **Baz fazlalığı (BE)**

pH

- Vücut sıvılarındaki ve kandaki H⁺ iyonu konsantrasyonunu göstermektedir. Bu sıvıların asitlik derecesini göstermektedir
- H⁺ konsantrasyonunun negatif logaritması pH'yı belirler



Handerson - Hasselbach denklemi

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



- **Kanda önemli bir tampondur**
- Asit-baz dengesinin **metabolik komponentini** değerlendirmede kullanılır
- **Standart Bikarbonat;** (37 °C sıcaklık ve 40 mmHg PCO₂) kanda bulunması gereken bikarbonat değeridir. Normal değeri 22-26 mEq/L'dir. **Yalnızca metabolik değişikliklerden etkilenir.**
- **Aktüel Bikarbonat;** Kanda bulunan **gerçek bikarbonat** değeridir
- Normalde 22-26 mEq/L'dir

Solunumsal ve metabolik olaylardan etkilenir

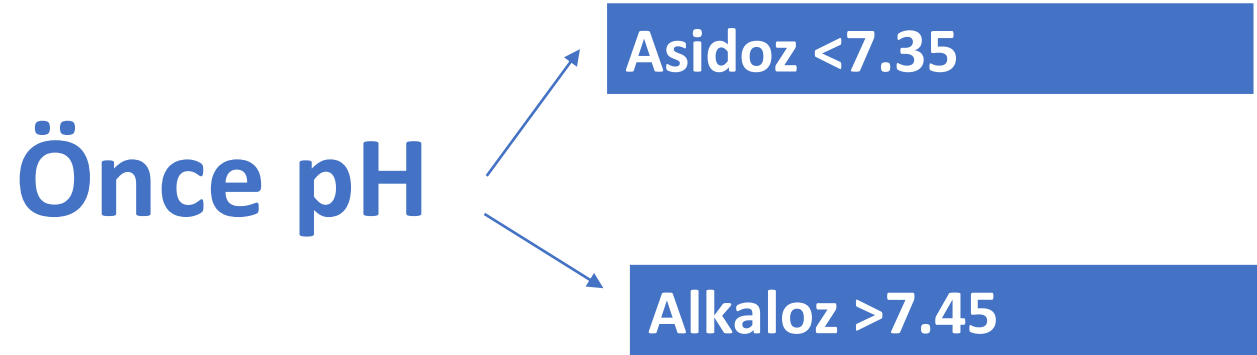
BAZ FAZLALIĞI (BE)

- 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 ARTER KAN GAZI DEĞERLERİ

Parametreler	Normal değerler
pH	7.35-7.45
PaCO ₂	35-45
PaO ₂	80-100
SaO ₂	%95-97
Standart HCO ₃ mEq/l (plazma)	22-26
Aktüel HCO ₃ mEq/l (plazma)	22-26
BE mmol/l	+/- 2.5

AKG YORUMLANMASI 1.ADIM



AKG YORUMLANMASI 2.ADIM




- **PRİMER PATOLOJİ KAYNAĞI HANGİ SİSTEM?**
- PaCO₂ >45 mmHg ya da HCO₃ <22 mEq/L → **ASİDOZ**
- PaCO₂ <35 mmHg ya da HCO₃ >26 mEq/L → **ALKALOZ**

- pH ve PaCO₂ deęiřimi **farklı yönde** ise primer patoloji >>>>> [Respiratuar](#)
- pH ve PaCO₂ deęiřimi **aynı yönde** ise primer patoloji >>>>> [Metabolik](#)

AKG YORUMLANMASI 2.ADIM

Primer Patoloji	pH	pCO ₂ e ya HCO ₃
Respiratuar Asidoz	↓	pCO ₂ yüksek ↑
Metabolik Asidoz	↓	HCO ₃ düşük ↓
Respiratuar Alkaloz	↑	pCO ₂ düşük ↓
Metabolik Alkaloz	↑	HCO ₃ yüksek ↑

AKG YORUMLANMASI 3.ADIM (KOMPANSASYON VARLIĞI)

- pH anormal + kompensasyon başlamamış  Dekompanse
- pH anormal + kompensasyon başlamış  Parsiyel kompanse
- pH normal + kompensasyon var  Kompanse

KOMPANSASYON

KLİNİK	AKG BULGUSU	KOMPANSASYON YOLU
RESPIRATUAR ASİDOZ	PaCO ₂ ↑	HCO ₃ ↑
RESPIRATUAR ALKALOZ	PaCO ₂ ↓	HCO ₃ ↓
METABOLİK ASİDOZ	HCO ₃ ↓	Hiperventilasyon (PaCO ₂) ↓
METABOLİK ALKALOZ	HCO ₃ ↑	Hipoventilasyon (PaCO ₂) ↑

KOMPANSASYON

Akut Respiratuvar Asidoz	Her 10 mmHg PaCO ₂ artışı	HCO ₃ >>1 mmol/L artar
Kronik Respiratuvar Asidoz	Her 10 mmHg PaCO ₂ artışı	HCO ₃ >> 3-4 mmol/L artar
Akut Respiratuvar Alkaloz	Her 10 mmHg PaCO ₂ azalışı	HCO ₃ >> 2 mmol/L azalır
Kronik Respiratuvar Alkaloz	Her 10 mmHg PaCO ₂	HCO ₃ >> 5 mmol/L azalır

KOMPANSASYON

Metabolik Asidoz	HCO ₃ 'de 1 mmol/L'lik azalma	PaCO ₂ 1.0-1.3 mmHg azalır
Metabolik Alkaloz	HCO ₃ 'deki her 1 mmol/L'lik artış	PaCO ₂ 0.6-0.7 mmHg artar

SOLUNUMSAL (RESPIRATUAR) ASİDOZ

pH	pCO ₂	Std HCO ₃	BE	
Azalmış	Artmış	Normal	Normal	Dekompanse Respiratuar Asidoz
Normal	Artmış	Artmış	Artmış	Kompanse Respiratuar Asidoz

SOLUNUMSAL RESPIRATUAR ASİDOZ

- Hipoventilasyona bağlı gelişen $\text{pH} \downarrow$ ve $\text{PaCO}_2 \uparrow$ ile karakterize
- Sık görülen nedenler;
 - ❖ KOAH
 - ❖ Astım krizi
 - ❖ Havayolu obstrüksiyonu
 - ❖ Pulmoner ödem
 - ❖ Nöromusküler hastalıklar (Myastenia Gravis...)
 - ❖ MSS depresyonu (Opioidler...)

SOLUNUMSAL RESPIRATUAR ALKALOZ

pH	PaCO ₂	Std HCO ₃	BE	
Artmış	Azalmış	Normal	Normal	Dekompanse Respiratuar Alkaloz
Normal	Azalmış	Azalmış	Azalmış	Kompanse Respiratuar Alkaloz

SOLUNUMSAL (RESPIRATUAR) ALKALOZ

- Hiperventilasyona bağlı gelişen pH↑ ve PaCO₂↓ ile karakterize

- **Sık görülen nedenleri;**

- Ağrı Pulmoner Emboli
- Ateş Pnömotoraks
- Hipoksi Aşırı meknik ventilasyon
- Sepsis Travmatik beyin hasarı
- Anksiyete
- Gebelik

METABOLİK ASİDOZ

pH	HCO ₃	PaCO ₂	
Azalmış	Azalmış	Normal	Dekompanse
Normal	Azalmış	Azalmış	Kompanse

- Laktik asidoz
- Ketoasidoz
- Son dönem böbrek yetmezliği

- Metanol intoksikasyonu
- Etilen glikol intoksikasyonu
- Salisilat intoksikasyonu
- Renal tübüler asido

METABOLİK ALKALOZ

pH	HCO ₃	PaCO ₂	
Artmış	Artmış	Normal	Dekompanse
Normal	Artmış	Artmış	Kompanse

- Kusma
- Şiddetli hipokalemi
- Bikarbonat gibi alkali maddelerin alınması
- Diüretik kullanımı
- Primer hiperaldosteronizm



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)**

ANYON GAP (ANYON AÇIĞI)

- Metabolik asidozda mutlaka değerlendirir !
- $[Na^+] - [(Cl^- + HCO_3^-)]$ Normal değeri; 12 ± 4 mEq/L

Anyon gap artıran 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 

ÖRNEK 1.

- pH:7.33 PaCO₂:74 mmHg PaO₂:57 mmHg SaO₂:%88 HCO₃:48
- **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 ---->Akut res asidoz>>3.4/
- Kronik resp asidoz>> 13.6 mEq/L HCO₃ ↑
- 24+ 3.4/13.6= 27.4-37.6 HCO₃ mEq/L
- **Mevcut değer 48 olması gereken Ek alkaloz mevcut**

Parsiyel kompanse solunumsal asidoz + metabolik alkaloz

TEST ADI	SONUÇ	
pH	7,33	7,35 - 7,45
pCO ₂	74.1 mmHg	35 - 45
pO ₂	57,3 mmHg	83 - 108
Hb	14,3 g/dL	11,5 - 17,4
Hct	43,9 %	35 - 50
sO ₂	88,6 %	95 - 99
O ₂ Hb	79,8 %	94 - 98
COHb	6,5 %	0,5 - 1,5
HHb	12,4 %	1 - 5
Methb	1,3 %	0 - 1,5
pO ₂ (a/A)	15,4 %	-
K+	3,4 mmol/L	3,4 - 4,5
Na+	138 mmol/L	135 - 145
Ca +2	1,04 mmol/L	1,15 - 1,29
Cl-	98 mmol/L	98 - 106
Anyon Gap	4,2 mmol/L	7 - 16
Anyon Gap , K+	7,6 mmol/L	10 - 20
Glukoz	212 mg/dL	60 - 110
Laktat	40 mg/dL	4,5 - 14,4
Bilirubin	0,9 mg/dL	0,2 - 1,2
Osmolalite	288,6 mmol/kg	275 - 295
pH(T)	7,353	-
pCO ₂ (T)	66,1 mmHg	-
pO ₂ (T)	54,3 mmHg	-
tO ₂	7,2 mmol/L	-
p50	3,64 mmHg	-
Base(Ecf) (SBE)	10,1 mmol/L	-3 - 3
Base (Ecf, ox)	9,9 mmol	-
HCO ₃ (st)	48.5 mmol/L	21 - 28

ÖRNEK 2.

pH 7.26, PaCO₂ 28 mmHg, PaO₂ 107 mmHg, HCO₃⁻ 12 mmol/L, SaO₂ %97, Na⁺ 139 mEq/L, Cl 104 mEq/L

- **1. Basamak:** Asidoz-Alkaloz: Asidoz (pH: 7.26)
- **2. Basamak:** pH-pCO₂ aynı yönde değişmiş; metabolik asidoz (ikisi de azalmış)
- **3. Basamak:** Beklenen PaCO₂ = $1.5 \times \text{HCO}_3^- + 8 (\pm 2) = (1.5 \times 12) + 8 = \mathbf{26 \pm 2}$
Beklenen PaCO₂ yanıtı olması gereken sınırlarda; Metabolik asidoz
- **4. Basamak:** AA = $\text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-) = 139 - (104 + 12) = 23$ Artmış AA'lı metabolik asidoz

Artmış AA'lı Metabolik Asidoz

ÖRNEK 3

- pH:7.27 PaCO₂:85 pO₂:55 SaO₂:%77 HCO₃:31
- **1.Adım>>> Asidemi? Alkalemi? -----pH ↓ Asidemi**
- **2.Adım>>Metabolik? Respiratuar? (pH ve PaCO₂ farklı yönde olduğu için → Respirator Asidoz**
- **3.Kompansasyon?**

Akut → HCO₃ 4.5 mEq/l

Kronikde → HCO₃ 18 mEq/l

HCO₃: $24 + \frac{4.5}{18} = 28.5/42$ olması gerek mevcut değer 31 demek-->>Dekompanse

ÖRNEK 4.»

pH:7.42 pCO₂:66.6 pO₂:57.5 SaO₂:%88 HCO₃:38

1.Adım→7.42 >>>> Normal

2.Adım→CO₂ artmış HCO₃: artmış

3.Adım→ Kompanse

Sonuç Tarihi : 28.02.2024 15:11:55

TEST ADI	SONUÇ	
pH	7,424	7,35 - 7,45
pCO2	66,6 mmHg	35 - 45
pO2	57,5 mmHg	83 - 108
Hb	13,4 g/dL	11,5 - 17,4
Hct	41,3 %	35 - 50
sO2	88,2 %	95 - 99
O2Hb	85,2 %	94 - 98
COHb	1,6 %	0,5 - 1,5
HHb	11,4 %	1 - 5
Methb	1,8 %	0 - 1,5
pO2 (a/A)	17,0 %	-
K+	2,9 mmol/L	3,4 - 4,5
Na+	143 mmol/L	135 - 145
Ca +2	1,09 mmol/L	1,15 - 1,29
Cl-	95 mmol/L	98 - 106
Anyon Gap	5,4 mmol/L	7 - 16
Anyon Gap , K+	8,4 mmol/L	10 - 20
Glukoz	132 mg/dL	60 - 110
Laktat	34 mg/dL	4,5 - 14,4
Bilirubin	1,9 mg/dL	0,2 - 1,2
Osmolalite	293,8 mmol/kg	275 - 295
pH(T)	7,424	-
pCO2(T)	66,6 mmHg	-
pO2(T)	57,5 mmHg	-
tO2	7,2 mmol/L	-
p50	3,73 mmHg	-
Base(Ecf) (SBE)	17,2 mmol/L	-3 - 3
HCO3 (st)	38,9 mmol/L	21 - 28



TEŞEKKÜRLER.....