

10. ULUSAL
ACİL TIP KONGRESİ

15 - 18 Mayıs 2014
Gloria Golf Resort Hotel,
Belek-Antalya



ARTERİYEL KAN GAZI

Doç. Dr. Umut Yücel Çavuş

Dışkapı Yıldırım Beyazıt Eğitim ve Araştırma
Hastanesi

Acil Tıp Kliniği Eğitim Görevlisi



Sunum Planı

- Tanım
- Parametreler
- AKG endikasyonları
- Değerlendirme basamakları
- Sonuçların yorumlanması ve Tanılar
- Örnek Olgular

Tanım

- Arter kan gazı analizi; asit-baz ve solunum dengelerinin tayini için arteriyel kanda, oksijen (PaO_2) ve karbondioksit (PaCO_2) parsiyel basınçlarının, oksijen satürasyon yüzdesinin (SaO_2), pH ve bikarbonat değerlerinin ölçümü ile hastanın solunum ve metabolik durumu hakkında güvenilir bilgiler veren önemli bir laboratuvar yöntemidir

(P)

Parametreler (P)

- pH = 7.35-7.45
- pO₂ = 80-100 mmHg
- pCO₂ = 35-45 mmHg
- O₂SAT % = 95-100
- HCO₃ = 22-26 mmol/L
- BE = $\pm$ 2.5
- Laktat = 0.5-1.5 mEq/L
- COHb %= 1-3
- Diğer (K, Na, Ca, Hct)

(P)

pH

- Bir solüsyondaki hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritmasıdır
- **Plazmadaki H^+ yoğunluğu çok düşük** [0.00000004 Eq/L (0.00004 mEq/L ; $4 \times 10^{-8} \text{ Eq/L}$)] olduğu için **pH ile ifade edilir**
- **H^+ arttığında pH düşer ve sıvı asitleşir, H^+ azaldığında pH yükselir ve sıvı alkalileşir**
- Biyokimyasal tepkimelerin gerçekleşebilmesi için pH'nın belirli bir düzeyde sabit tutulması gerekli
- pH'daki çok küçük bir değişiklik biyokimyasal tepkimeleri olumsuz etkiler

(P)

pH

- pH ile HCO_3 ve PaCO_2 değerleri arasında matematiksel bir ilişki vardır
- Asit-baz bozukluğu bunların bir veya ikisinin değişimi ile oluşur
- Kassirer-Bleich eşitliği formülü ile $\text{H}^+ = 24 \times (\text{PaCO}_2 / \text{HCO}_3)$ hesaplanır
- Venöz kanda pH, 0.03-0.05 daha düşüktür
- $\text{pH} < 7$ ya da $> 7,8$ = Ölüm

(P)

- CO₂'nin,
 - ✓ % 70'i HCO₃ halinde
 - ✓ % 23'ü Hb ile birleşmiş olarak
 - ✓ % 7'si plazmada eriyik halde
- PaO₂, plazmada dağılan oksijenin parsiyel basıncı
- Toplam oksijen içeriğinin % 2-3'ü
- O₂'nin,
 - ✓ %98'i kanda Hb'e bağlı halde
 - ✓ % 2'si çözünmüş halde taşınır
- SaO₂, hemoglobinin oksijen ile doyma yüzdesi

(P)

PaO₂

- Genellikle hastanın PaO₂'si 60'ın üzerinde, SaO₂ % 90'nın üzerinde olması hedeflenir
- Trakea havasında PaO₂=149 mmHg
- Alveol havasında PaO₂=109 mmHg
- Arteriyel kanda PaO₂=95 mmHg
- Venöz kanda PaO₂=40 mmHg
(Hiç bir zaman 48 mmHg'den büyük olmaz)
- 60-79 mmHg => Hafif hipoksemi
- 40-59 mmHg => Orta Hipoksemi
- <40 mmHg => Ağır Hipoksemi
- PaO₂>120 mmHg = Hiperoksemi

(P)

SATO2 %

- Arteriyel veya miks venöz kanda O2 ile doymuş Hb yüzdesi (SaO2 % 95-100 iken, ScvO2 % 60-80)
- Pulmoner arterlerden alınan kan örneği ile ölçülen SmvO2 (miks venöz oksijen saturasyonu) Swan-Ganz kateteri ile ölçülebilir ve dinlenme halinde % 75'tir
- Santral venöz saturasyon (ScvO2) sağ atriyumdan ölçülür ve SmvO2 ile koreledir. Bu nedenle acil şartlarında santral venöz kateter ile ölçülebilir
- ScvO2, travma ve ciddi sepsis hastalarının resüsitasyonunda yol göstericidir
- ScvO2, kan basıncı ve kardiyak output ölçümü ile tespit edilemeyen doku oksijenasyon durumunu yansıtır. Doku oksijenasyon yeterliliğinin önemli bir göstergesi

(P)

HCO₃

- Metabolik komponenti gösterir
- HCO₃-act : Aktüel bikarbonat. O anda hesaplanan gerçek değerdir. Normal aralığı 22-26 mmol/L'dir
- HCO₃-std : Standart (düzeltilmiş) bikarbonat. Normal PaCO₂ ve PaO₂ şartlarında olması gereken bikarbonat değeridir.
- HCO₃⁻ açığı (mEq/L) = HCO₃⁻ dağılım alanı × HCO₃⁻ eksiği (mEq/L)
= (0.7 × Vücut ağırlığı) × (İstenen [HCO₃⁻] - Hastanın [HCO₃⁻])
(HCO₃⁻ dağılım alanı, total vücut ağırlığının %70'i)

(P)

Laktat

- Stres ve hipoperfüzyonda artan global anaerobik metabolizma belirteci
- Şok hastalarında resüsitasyon takip parametresi
- Ciddi sepsis ve septik şok hastalarında sağ kalım göstergesi
- 4 mmol/L'den yüksek seviyeler % 28 mortalite hızı ile ilişkili

(P)

Baz Ekstresi (BE)

- Metabolik değişiklikler sonucu bir litre kanda artmış ya da azalmış toplam asit ve bazların düzeyini belirlemek için kullanılır
- $BE_{ecf} = HCO_3 - 24,8 + 16,2 (pH - 7,4)$
 - ✓ Negatif BE (< -2.5) = Metabolik asidoz
 - ✓ Pozitif BE ($> + 2.5$) = Metabolik alkaloz
 - ✓ Normal BE = Respiratuar problem

Anyon Açığı (AA)



- Kanın anyonları Cl ve HCO₃
- Kanın katyonu ise Na
- **Anyon Açığı = (Na) - (Cl + HCO₃)**
- Normal Anyon Açığı = 12 ± 4 mEq/l





Anyon açığı hesabının ne faydası var ?

- AA olan metabolik asidoz ile AA olmayan metabolik asidozun etiyolojileri ve tedavileri farklıdır
- Anyondan maksat HCO_3
Genel bir yaklaşımla,
- Anyon açığı yoksa asidoz tedavisi = Sıvı replasmanı
- Anyon açığı varsa asidoz tedavisi = Sıvı + NaHCO_3
- Tüm elektrolit ve AKG parametreleri normal sınırlarda olduğu halde hastanın anyon açığı olabilir.
(Örn: AA metabolik asidoz + metabolik alkaloz)

FiO2

- NŞA'da 0.21
- Her 1 L/dk nazal O2 alan hastada FiO2 %4 artar
- Örn: 5 L/dk'dan O2 alan hastanın FiO2'si
 $0.21 + (5 \times 4) = 0.41$ 'dir
- PaO2/FiO2 oranı hesaplanmalı

DİKKAT !

- Alınan örnek 5 dakika içinde incelenmeli
- Uzun süre oda ısısında kalırsa lökosit metabolizması nedeniyle PaO₂ azalır ve PaCO₂ artar
- Alındığı yerde bakılmayacaksa soğuk kalıpla nakledilmeli
- Alınan kanın arteriyel olması
- Şırınga içinde hava kalmaması
- Enjektörün O₂'ye permeabil olmaması
- Enjektörün fazla heparin içermemesi (yapay metabolik asidoz)

AKG Endikasyonları

- ✓ Ani gelişen ve sebebi açıklanamayan dispne etiyolojisinin araştırılması
- ✓ Metabolik-Respiratuar asidoz ve alkolozun tanı ve takibi
- ✓ Solunum yetmezliğinin tipinin saptanması
- ✓ Verilen tedavinin etkinliğinin belirlenmesi
- ✓ Oksijen tedavisinin endikasyonu ve takibi
- ✓ Karboksihemoglobin düzeyinin saptanması

Değerlendirme Basamakları (DB)

- 1) Oksijenasyonu değerlendirmek: PaO_2 , SatO_2 % (Hipoksi?)
- 2) Ventilasyonu değerlendirmek: PaCO_2 (Hiperkarbi, Hipokapni?)
- 3) Asit-baz dengesini değerlendirmek
 - pH: Genel değerlendirme (Asidoz mu, Alkaloz mu?)
 - $\text{PaCO}_2, \text{HCO}_3$: Metabolik mi, Solunumsal mı?
 - Anyon açığı hesaplanması
 - Akut mu, Kronik mi?
 - Kompanzasyon var mı, yok mu?
- 4) Gaz alış verişini değerlendirmek : FiO_2 - PaO_2 ilişkisi

METABOLİK DENGİE TRİADI

- **Asit-Baz Dengesi:** Kan pH'sına göre
- **Elektrolit Dengesi:** Na, K, Cl, HCO₃ ölçümlerine göre
- **Sıvı Dengesi:** Na ve kan osmolaritesi ile değerlendirilir

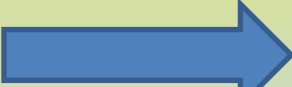


ASİT-BAZ DENGESİNİ SAĞLAYAN SİSTEMLER

- 1- Kimyasal tampon sistemleri
 - a-Bikarbonat-karbonik asit
 - b-Fosfat
 - c-Proteinler ve hemoglobin
- 2- Solunum sistemi
- 3- Böbrekler



ASİT-BAZ (pH) PROBLEMİNE YAKLAŞIM

- 1- Asidoz mu ?, Alkaloz mu ?  pH
- 2- Metabolik mi ?, Respiratuar mı ?  HCO₃, PaCO₂
- 3- Respiratuar ise → Akut mu ?, Kronik mi ?
- 4- Met. Asidoz ise → Anyon açığı var mı ?
- 5- Met. Alkaloz ise → İdrarda klor atılımı ne kadar ?
- 6- Kompanze mi ? Dekompanze mi ?

Özet Tablo Görünümü

<u>Klinik Patoloji</u>	<u>AKG Bulgusu</u>	<u>Kompanzasyon Yolu</u>
Metabolik Asidoz	HCO ₃ ↓	Hiperventilasyon (PaCO ₂ ↓)
Metabolik Alkaloz	HCO ₃ ↑	Hipoventilasyon (PaCO ₂ ↑)
Respiratuar Asidoz	PaCO ₂ ↑	HCO ₃ ↑ (Böbreklerde tutulur)
Respiratuar Alkaloz	PaCO ₂ ↓	HCO ₃ ↓ (Böbreklerden atılır)

$\text{pH} < 7.35 =$
Asidoz

$\text{HCO}_3 < 22 =$
Metabolik

$\text{PaCO}_2 > 45 =$
Respiratuar

$\text{pH} > 7.45 =$
Alkaloz

$\text{HCO}_3 > 26 =$
Metabolik

$\text{PaCO}_2 < 35 =$
Respiratuar

Kural-1: Hangi parametre pH ile uyumlu ise, öncelikle klinik patolojiyi o parametre belirler

Kural-2: Anormal pH + aynı yönde değişmiş PaCO_2 = Metabolik durum

Kural-3: Anormal pH + zıt yönde değişmiş PaCO_2 = Respiratuar durum

Metabolik Asidoz

- Vücutta asit birikmesi veya HCO_3 kaybı sonucu görülen $\text{pH} \downarrow$ ve $\text{HCO}_3 \downarrow$ ile karakterize
- Sık görülen nedenleri:
 - ✓ Diabetik ketoasidoz
 - ✓ Böbrek yetmezliği
 - ✓ Metanol zehirlenmesi
 - ✓ Salisilat zehirlenmesi
 - ✓ Uzun süreli açlık
- **Winter formülü: Beklenen $\text{PaCO}_2 = 1.5 \times (\text{HCO}_3^-) + 8 \pm 2$**
- Eğer beklenen PaCO_2 , ölçülenden fazla ise eşlik eden **respiratuar asidoz**, eğer düşük ise eşlik eden **respiratuar alkaloz** mevcuttur

Artmış anyon açıklı Metabolik Asidoz

- Aşırı asit üretimine bağlı
 - ✓ Şok
 - ✓ Salisilat zehirlenmesi
 - ✓ Diabetik ketoasidoz
 - ✓ Metanol zehirlenmesi
 - ✓ Etilen glikol zehirlenmesi
 - ✓ Laktik asidoz
- Anyon açığı $> 15 \text{ mEq/L}$

Normal anyon açıklı Metabolik Asidoz

- Hiperkloremik Metabolik Asidoz'dur
 - ✓ Böbrek yetmezliği
 - ✓ Diare
 - ✓ Aşırı diüretik kullanımı
 - ✓ TPN
 - ✓ Pankreas-safra ve ince barsak fistülleri
- Anyon açığı $< 15 \text{ mEq/L}$
- Denge Cl artışı ile sağlanır

Metabolik Alkaloz

- Vücutta fazla miktarda HCO_3 bulunması veya H^+ iyonu kaybı sonucu görülen $\text{pH} \uparrow$ ve $\text{HCO}_3 \uparrow$ ile karakterize
- Sık görülen nedenleri:
 - ✓ Aşırı kusma
 - ✓ Nazogastrik aspirasyon
 - ✓ Diüretikler (Potasyum kaybı) (idrar $\text{Cl} > 20 \text{ mEq/L}$)
 - ✓ Aşırı bikarbonat alınması
 - ✓ Masif kan transfüzyonu (Sitrat bikarbonata metabolize olur)
 - ✓ Kronik steroid tedavisi
 - ✓ Kronik hiperkapninin hızlı düzeltilmesi (Böbrekler tarafından hızlı kompanzasyon)



GİS Kayıpları (idrar $\text{Cl} < 20 \text{ mEq/L}$)

Respiratuar Asidoz

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

Respiratuar Alkaloz

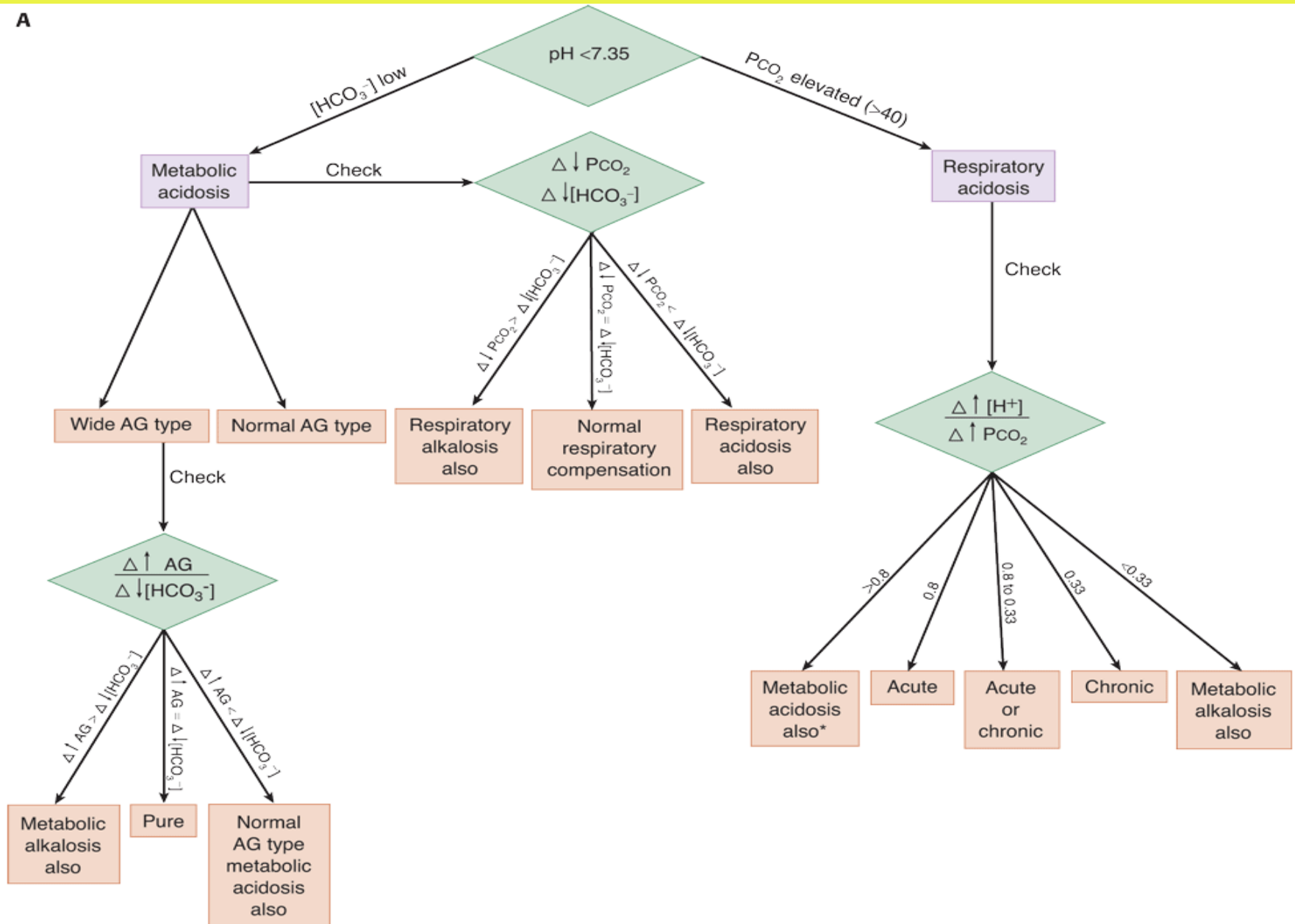
- Hiperventilasyona bağlı gelişen $\text{pH} \uparrow$ ve $\text{PaCO}_2 \downarrow$ ile karakterize
- Sık görülen nedenleri:
 - ✓ Ağrı
 - ✓ Ateş
 - ✓ Hipoksi
 - ✓ Sepsis
 - ✓ Anksiyete
 - ✓ Travmatik Beyin Hasarı
 - ✓ Pulmoner emboli
 - ✓ Gebelik
 - ✓ Pnömotoraks
 - ✓ Aşırı mekanik ventilasyon

Respiratuar asidoz ve alkaloz'da akut/kronik ayırımı

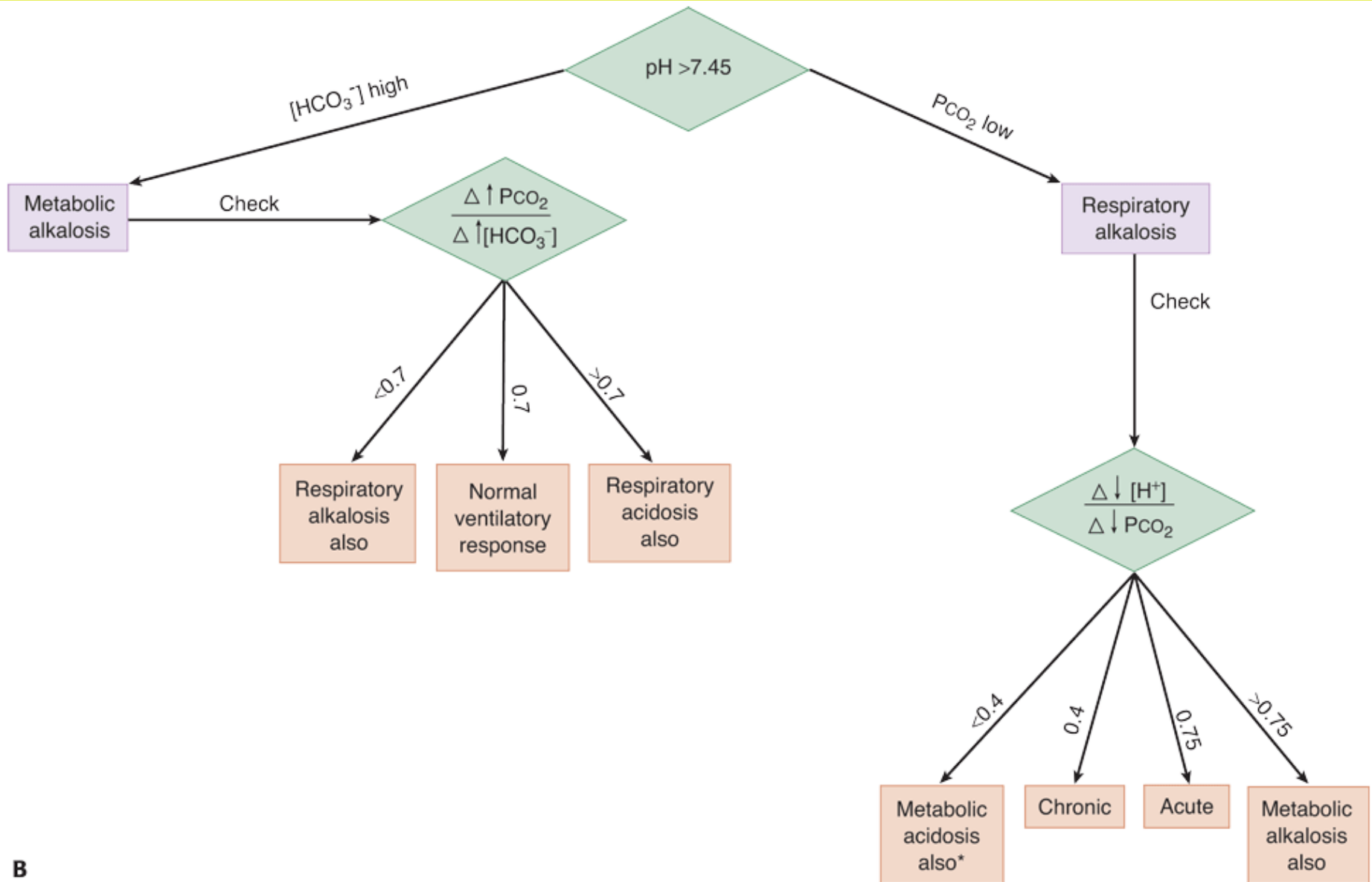
- Akut Respiratuar Asidoz:
 - Her 10 mmHg PaCO₂ artışına 1 mmol/L'lik HCO₃ yükselmesi
- Kronik Respiratuar Asidoz:
 - Her 10 mmHg PaCO₂ artışına 4 mmol/L'lik HCO₃ yükselmesi eşlik eder
- ✓ Akut Respiratuar Alkaloz:
 - Her 10 mmHg PaCO₂ azalmasına 2 mmol/L'lik HCO₃ azalması
- ✓ Kronik Respiratuar Alkaloz:
 - Her 10 mmHg PaCO₂ azalmasına 4 mmol/L'lik HCO₃ azalması eşlik eder

ASİDOZA YAKLAŞIM ALGORİTMASI

A



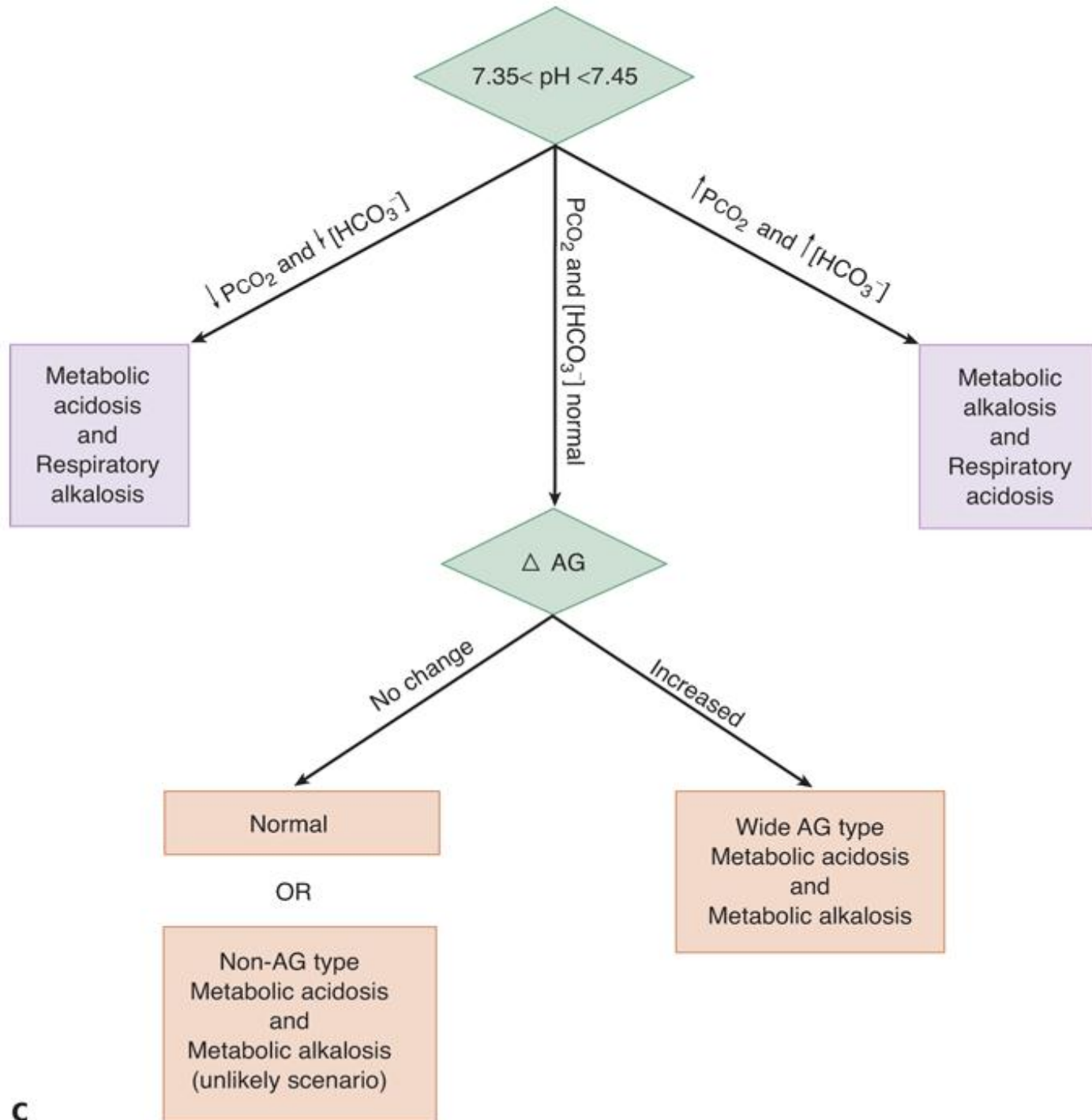
ALKALOZA YAKLAŞIM ALGORİTMASI





pH normal ise herşey yolunda mı?





İSTERSEN
AKŞAM SENİ EVİNE
BIRAKABİLİRİM
NURCAN..

KAHROL CEMAL..
KİLOMLA DALGA
GEÇİYON Dİ Mİ?

KASIM
GEMAL

Örnek Olgularla Algoritmik Değerlendirme

1. Adım: pH anormal ve PaCO₂ ile aynı yönde değişmiş ise primer bozukluk metaboliktir

Olgu 1:

- pH=7.23 ↓
- PaCO₂=29.4 mmHg ↓
- PaO₂=90.4 mmHg
- HCO₃=13 meq/L
- Primer bozukluk **metabolik asidoz**

Olgu 2:

- pH=7.48 ↑
- PaCO₂=67.2 mmHg ↑
- PaO₂=44.9 mmHg
- HCO₃=39.5 meq/L
- Primer bozukluk **metabolik alkaloz**

2. Adım: Metabolik bozuklukla beraber respiratuar problem var mı?

- Metabolik asidoz için,
Beklenen $\text{PaCO}_2 = 1.5 \times \text{HCO}_3 + 8 (\pm 2)$ mmHg
 1. Olguda respiratuar problem yok
- Metabolik alkaloz için,
Beklenen $\text{PaCO}_2 = 0.7 \times \text{HCO}_3 + 20 (\pm 1.5)$ mmHg
 2. Olguda respiratuar asidoz eşlik ediyor
- **Ölçülen PaCO_2 , beklenen PaCO_2 'den $\uparrow$ ise birlikte respiratuar asidoz**
- **Ölçülen PaCO_2 , beklenen PaCO_2 'den $\downarrow$ ise birlikte respiratuar alkaloz**

3. Adım: pH ve PaCO₂ farklı yönlerde değişiyor ise primer bozukluk respiratuardır

Olgu 3:

- pH=7.132 ↓
- PaCO₂=76.5 mmHg ↑
- PaO₂=93.3 mmHg
- HCO₃=24.7 meq/L
- Primer bozukluk **respiratuar asidoz**

Olgu 4:

- pH=7.52 ↑
- PaCO₂=32 mmHg ↓
- PaO₂=91.8 mmHg
- HCO₃=26.4 meq/L
- Primer bozukluk **respiratuar alkaloz**

4. Adım: Respiratuar bozuklukla beraber metabolik problem var mı?

- Respiratuar asidoz için

$\text{pH farkı} = 0.008 \times (\text{PaCO}_2 - 40)$ kadar fark beklenir

Ölçülen $\text{pH} = 7.40 - \text{pH farkı}$ olmalıydı

3. Olguda pH daha yüksek olduğundan respiratuar asidoza metabolik alkaloz eşlik ederek kompanze edilmeye çalışılmış

- Respiratuar alkaloz için,

$\text{pH farkı} = 0.008 \times (40 - \text{PaCO}_2)$ kadar fark beklenir

Ölçülen $\text{pH} = 7.40 + \text{pH farkı}$ olmalıydı

4. Olguda pH daha yüksek olduğundan respiratuar alkalozla metabolik alkaloz da eşlik etmiş

5. Adım: pH normal ve PaCO₂ anormal ise mikst tip (metabolik+respiratuar) bozukluk

- PaCO₂ ↑ = Mikst respiratuar asidoz ve metabolik alkaloz
- PaCO₂ ↓ = Mikst respiratuar alkaloz ve metabolik asidoz
- PaCO₂ de normal ise normal asit-baz durumunu gösterebilir
- Ancak AA metabolik asidoz + metabolik alkaloz olmadığından emin olmak için anyon açığı hesaplanmalı

ÖZET

- 1- Önce pH
- 2- Sonra HCO_3 ve PaCO_2 ve pH ile yönlerine bak
- 3- Anyon açığı hesapla
- 4- Akut/kronik ayırımı
- 5- Kompanze/dekompanze ayırımı
- 6- Tüm parametrelerin normal olması, hastada asit-baz bozukluğu olmadığı anlamına gelmez
- 7- COHb ve Laktat gibi diğer parametrelere bakmayı unutma

KAYNAKLAR

- E-Medicine
- Tintinalli's Emergency Medicine
- Türk Toraks Dergisi

TEŞEKKÜR EDERİM

