

# Ventilatördeki Hastada Kan Gazı Analizi

**Prof. Dr. Yakup ASLAN**  
KTÜ TIP FAKÜLTESİ  
Trabzon

# Sunum planı

1. Kan gazlarının önemi ve endikasyonları
2. Kan gazları izlem yöntemleri
3. Kan gazı örneği alınırken uyulması gereken kurallar
4. Kan gaz değerlendirilmesinde kullanılan öğeler ve anlamları
5. Kan gazlarının 6 basamakta yorumlanması
6. Örnek Olgular

# Mekanik ventilasyon tedavisinde başarı için

- Kullanılan ventilatör ve hastalıkların seyri iyi bilinmeli
- Ventilasyon desteği her bebeğe ve hastalığa özgün olarak düzenlenmeli
- Mekanik ventilasyon uygulanan bebeklerin fiziksel incelemesi sık aralıklarla yapılmalı
- Bebekler **gerektikçe kan gazları**, akciğer mekanikleri ve radyolojik incelemelerle izlenmeli
- Değişen durumlara göre ventilatör ayarları yeniden yapılmalıdır

# Kan gazı analizi

“En sık yapılan inceleme”



# Endikasyonları

- **Şunları belirlemek:**
  - Ventilasyon durumu
  - Oksijenizasyon
  - Karbondioksit eliminasyonu
  - Asit-baz durumu
- Ventilasyon sırasında **değiştirilen bir parametreye** veya bir **girişime** alınan **yanıtı değerlendirmek**
- **Karboksihemoglobin ve methemoglobin** düzeylerini **tayin etmek**
- **Laktat, Hb, Htc, tBil, iCa, Na, K, BE** **tayin etmek**

# Önemi

- Vücutta bütün metabolik olaylar **dar pH sınırları** içinde gerçekleşir
- Bu sınırlardan **sapmalar olduğunda**:
  - **Enzim** aktivitelerinde
  - **Elektrolit** dengesinde
  - **Organ** sistemlerinde (başta *solunum, kardiyak, SSS* olmak üzere)
  - **İlaçların** farmakolojisinde (KC detoksifikasyonu bozulur)  
**önemli değişiklikler** oluşur
- **pH'nın 6.8-7.8** dışındaki değerleri yaşamla bağdaşmaz

# İzlem yöntemleri

- **İnvazif yöntemler**
  - **Arteriyel** kan gazı
  - **Venöz** kan gazı
  - **Kapiller** kan gazı
- **İnvazif olmayan yöntemler**
  - **Nabız oksimetresi**
  - **Transkutan** yöntem
  - **Kapnografik** yöntem

**İnvazif**  
**Yöntemlerle Kan Gazı**  
**Tayini**



# İnvazif yöntemlerle kan gazları izlemi-1

- **Arteriyel kan gazı = ideal yöntem**
- **Venöz kan gazı**
  - pH hafif düşük
  - PaCO<sub>2</sub> hafif yüksek
  - PaO<sub>2</sub> değeri yok
- **Kapiller kan gazı (arter kanına daha yakın)**
  - pH hafif düşük
  - PaCO<sub>2</sub> hafif yüksek
  - PaO<sub>2</sub> değeri yok

# İnvazif yöntemlerle kan gazları izlemi-2

- Kan gazlarının **en iyi** değerlendirme yöntemidir
- Kan gazlarına **sık bakılacak** ise **göbek arterine** veya **çevresel bir artere** (örn: radyal arter) kateter konmalıdır
- **Solunum sıkıntısı** olan ve özellikle **1250 g** altındaki veya **sık takip gerektiren** hastalara arteriyel kateter takılmalı
- Arteriyel kateter, durumu düzelen bebeklerde **5-7 gün** sonra çekilebilir
- Genel durumu iyi olmayan veya ağırlığı **1000 g** altında olan bebeklerde kateter **iki hafta** kadar kalabilir

# İnvazif yöntemlerle kan gazları izlemi-3

## İzlem sıklığı

- Mekanik ventilasyon uygulanan bebeklerde kan gazlarını ne sıklıkla ölçülmesi gerektiği konusu **net değil**dir
- Mekanik ventilasyon desteğine olan **ihtiyacı giderek artan** bebeklerin kan gazları **daha sık** değerlendirilmeli

# Hangi sıklıkta kan gazı bakalım?

Hastaya göre davranılmalı



# Göbek arter kateterinde komplikasyonlar

- Enfeksiyon
- Tromboz
- Hipertansiyon
- Bacaklarda dolaşım bozukluğu
- NEK?
- Hava embolisi
- Aort anevrizması
- Mesane yırtılması
- Serebral kan akımında ve oksijenlenmesinde azalma

**İnvazif Yöntemle Kan  
Gazı Almada  
dikkat!**

# Kan gazı örneği alma ve çalışmada dikkat-1

## Arteriyel ve venöz kan alınırken-1

- El hijyeni ve antisepsiye dikkat!
- Bebeğin kliniği bozulduktan veya ventilatör ayarları değiştirildikten **bir süre sonra** (???) örnek alınmalı
- Enjektör **heparinli** sıvı ile yıkanmalı
- Enjektördeki heparinli sıvı **boşaltılmalı**
- Kanın **hava ile teması** önlenmeli

# Kan gazı örneği alma ve çalışmada dikkat-2

## Arteriyel ve venöz kan alınırken-2

- Enjektördeki **hava kabarcığı** yavaşça dışarı atılmalı ve **iğnenin ucu** sakız, cam macunu, sabun vb ile kapatılmalı
- İğne kesinlikle **bükülmemeli**
- Kan örneği **bekletilmeden** alışılmalı
- Bekletilecek ise **buz içine** konulmalı



# Kan gazı örneği alma ve çalışmada dikkat-3

## Kapiller kan örneği alırken:

- Bölge 10 dakika 43°C'ye kadar **ısıtılmış** olmalı
- Örnek mümkün olduğunca **anaerobik** toplanmalı
- Kan, ekstremitelere sıkılmadan **serbest akımla** alınmalı
- Bölgenin **perfüzyonu** iyi olmalı

# Kan gazı sonuçlarını etkileyen hatalar

- **Bebeğin kliniği** bozulduktan veya **ventilatör ayarları** değiştirildikten hemen sonra örnek alınması
- **Sıvı heparin / İzotonik fazlalığı**
  - pH ve PaCO<sub>2</sub> düşük çıkabilir
- **Oda havası ile kontaminasyon**
  - PaCO<sub>2</sub> azalır, PaO<sub>2</sub> artar (**PaO<sub>2</sub> <150** mmHg olan bebekte)
- **Normal ısıda kanın bekletilmesi**
  - pH ve PaO<sub>2</sub> düşer, PaCO<sub>2</sub> artar

# Kan gazlarını etkileyen fizyopatolojik durumlar

- **Vücut sıcaklığında düşme:** PaO<sub>2</sub> ve PaCO<sub>2</sub>'yi düşürür, pH'yı artırır
- **Vücut sıcaklığında artış** : PaO<sub>2</sub> ve PaCO<sub>2</sub>'yi artırır, pH'yı azaltır
- **Lökositoz ve trombositoz** : Artan oksijen tüketimine bağlı PaO<sub>2</sub> düşer

# Kan Gazı Değerlendirme Öğeleri

# Kan gazı değerlendirme ögeleri-1

## Ölçülen parametreler

- pH
- PaCO<sub>2</sub>
- PaO<sub>2</sub>
- Na, K, iCa
- Glukoz
- Laktat
- Htc

## Hesaplanan parametreler

- HCO<sub>3</sub>, HCO<sub>3</sub>std
- TCO<sub>2</sub>
- BEecf
- BE (B)
- SO<sub>2</sub>
- THbc
- Ca<sup>++</sup>

# Kan gazı değerlendirme ögeleri-2

## pH-1

- Kanın **H<sup>+</sup> durumunu** belirlemek için kullanılır
- **Asidoz** ya da **alkalozu** gösterir, ancak **tipini** belirlemez
- **pH ↓** (H<sup>+</sup> iyonunun artması) = **Asidoz** (metabolik ve/veya solunumsal)
- **pH ↑** (H<sup>+</sup> iyonunun azalması) = **Alkaloz** (metabolik ve/veya solunumsal)
- **pH'nin normal** sınırlarda olması asit-baz dengesinin normal olduğu **anlamına gelmez**
- **Venöz kanda**, arteriyel kana göre **0.05 birim** daha düşüktür

# Kan gazı değerlendirme öğeleri-3

## pH-2

- Kan pH değerinin normal sınırlarda tutulması için  $\text{HCO}_3/\text{PaCO}_2 = \sim 1/2$  olmalıdır
- pH Normal değerleri **haftaya göre** değişim gösterir
- **Metabolik asidoz** ( $\text{HCO}_3 \downarrow$ ):
  - Denge için Akciğerden **CO<sub>2</sub> atılımı**  $\uparrow$
- **Solunumsal asidoz** ( $\text{CO}_2 \uparrow$ ):
  - Denge için Böbrekten **HCO<sub>3</sub> atılımı**  $\downarrow$

# Kan gazı değerlendirme öğeleri-4

## Parsiyel Arteriyel Oksijen Basıncı (PaO<sub>2</sub>)

- Arteriyel kandaki oksijenin parsiyel basıncıdır
- **Oksijenizasyonun** değerlendirilmesinde kullanılır
- PaO<sub>2</sub> normal değerleri **haftaya göre** değişim gösterir



# Kan gazı değerlendirme öğeleri-5

## PaCO<sub>2</sub>

- Alveoler **ventilasyonun** göstergesidir.
  - Ventilasyon ↑: PaCO<sub>2</sub> ↓
  - Ventilasyon ↓: PaCO<sub>2</sub> ↑
- Handerson-Hasselbach denklemi:  $H^+ = 24 \times PaCO_2 / HCO_3$
- PaCO<sub>2</sub> normal değerleri **haftaya göre** değişim gösterir
- Normal şartlarda CO<sub>2</sub>, HCO<sub>3</sub>'ün **2 katı** kadardır

# Kan gazı değerlendirme öğeleri-6

## PaCO<sub>2</sub>

- **Görüş birliği** sağlanmış bir üst ve alt değer yok
- **PaCO<sub>2</sub> azalması** → Beyinde vazokonstriksiyon → Periventriküler beyaz cevherde iskemi ve nekroz → **PVL**
  - PaCO<sub>2</sub> **30 mmHg** altına düşmemeli
- **PaCO<sub>2</sub> artışı** → Beyinde vazodilatasyon → **Ventrikül içi kanama**
  - PaCO<sub>2</sub> **55-65 mmHg** düzeyini aşmamalı

# Anormal CO<sub>2</sub> üretimine yol açan durumlar

1. **Hipertermi-ateş:** Her **1 derece** ısı artışında CO<sub>2</sub> üretimi **%10** artar
2. **Aşırı kas hareketi, titreme, konvülsiyon:** CO<sub>2</sub> üretimi **3-5 kat** artar
3. **Protein olmayan kalorinin %50'den fazlasının glukoz tarafından karşılanması:** CO<sub>2</sub> üretimini **2-8 kat** artırır

# Kan gazı değerlendirme ögeleri-7

## Bikarbonat-1

- Asit-baz dengesinin **metabolik bileşenini** değerlendirmede kullanılır
- İki türü vardır

### 1. Aktüel Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ - A)

- Kanda **ölçülen, var olan** bikarbonat değeridir.
- Normalde standart bikarbonata **eşittir**
- Normal değeri **haftaya göre** değişim gösterir

# Kan gazı değerlendirme öğeleri-8

## Bikarbonat-2

### 2. Standart Bikarbonat ( $HCO_3^- S$ )

- 37 °C ve %100 O<sub>2</sub> satürasyonunda, PaCO<sub>2</sub> 40 mmHg'ye ayarlanarak ölçülen bikarbonat yoğunluğudur
- Normal değerleri **haftaya göre** değişim gösterir
- Aktüel bikarbonat standart bikarbonata **eşit ise solunumsal sorun yoktur**

# Kan gazı değerlendirme öğeleri-9

## Bikarbonat-3

- Bikarbonat ↓ → Metabolik asidoz
- Bikarbonat ↑ → Metabolik alkaloz
- $\text{HCO}_3$  : <17 mmol/L → Ağır asidoz
- $\text{HCO}_3$  : >35 mmol/L → Ağır alkaloz

# Kan gazı değerlendirme ögeleri-10

## Bazlar-1

### Baz fazlalığı (base excess = BE) - Baz açığı (BA)-1

- Kan pH'sını 7.4'e getirmek için gerekli baz miktarıdır
- **Metabolik** durumu belirler
- $BE = (HCO_3 - 24) + 12 \times (pH - 7.4)$
- BE normal değeri: **-3 ile +3 mmol/L** (<30 h: +4 ile -4)
- **Baz negatif yönde (<-3) artmış = BA = Metabolik asidoz var**
- **Baz pozitif yönde (>+3) artmış = BE = Metabolik alkaloz var**

# Kan gazı değerlendirme öğeleri-11

## Bazlar-2

### Baz fazlalığı (base excess = BE) - Baz açığı (BA)-2

- BA **<-10** mmol/L = **Ağır asidoz**
- BE **>+12** mmol/L = **Ağır alkaloz** söz konusudur
- **BA <-10 mEq/L** veya **HCO<sub>3</sub> <15 mEq/L** olduğu metabolik asidoz durumunda bebeğe **alkali verilmesi** düşünülmeli



# Kan gazı değerlendirme öğeleri-12

## Bazlar-3

### Tampon bazlar (Buffer base)

- Kanın asit veya bazları **tamponlama gücünü** gösterir
- Tampon bazlar; **bikarbonat, hemoglobin ve plazma proteinlerinin** negatif yüklü gruplarının toplamıdır
- Tampon bazlarının normal değeri **50 mEq/L**'dir

# Kan gazı değerlendirme öğeleri-13

## Anyon açığı (Anionic gap)

- Kanın pozitif ve negatif yüklü iyonlarının normalde **eşit** olması beklenir
- Özellikle **organik asidemiler** gibi doğumsal metabolik hastalıkların tanısında önemlidir
- Normal değeri:  $[(Na+K)-(Cl+HCO_3)] = 8-16 \text{ mmol/L}$ 'dir (<1000 g bebekte **18 mmol/L**)

# Kan gazı değerlendirme öğeleri-14

## Alveolo-Arteriyel oksijen gradiyenti [p(A-a)O<sub>2</sub>]

- Alveolo-Arteriyel parsiyel oksijen basınçları arasındaki fark olup akciğerlerin **gaz alışverişi** fonksiyonu hakkında bilgi verir
- $P(A-a)O_2 = 150 - [(1.25 \times PaCO_2) + PaO_2]$
- Normal: **5-15 mmHg**
- Ancak yaşla birlikte artar, **20 yaşından sonra** her 10 yıl için 4 mmHg'lik artış olur, ancak **30 mmHg**'yi geçmez

# Oksijenizasyon indeksi (OI)

- $OI = MAP \times FiO_2 \times (100) / PaO_2$ 
  - 0-25 : İyi
  - 25-40 : Ölüm ihtimali >%40
  - 30-1000 >4 saat: Kötüleşme ve ölüm riski artmış
  - 40-1000 : ECMO düşün

## Kullanım alanları:

- İleri ventilasyon (HFO, HFV vb)
- İleri tetkik (EKO? Pulmoner basınç ölçümü)
- İleri tedavi (Sildenafil, iNO)
- ECMO
- İleri merkeze sevk  
konularına **karar vermede** kullanılır

# ARTERİYEL KAN GAZI NORMAL DEĞERLERİ

	Term	30-36 hafta	<30 hafta
pH	7.32-7.38	7.30-7.35	7.27-7.32
PaCO <sub>2</sub>	35-45	35-45	38-50
PaO <sub>2</sub>	80-95	60-80	45-60
HCO <sub>3</sub>	24-26	22-25	19-22
BE	-3 ile +3	-3 ile +3	-4 ile +4

**Non-invazif**  
**Yöntemlerle Kan Gazı**  
**Tayini**

# Non-invazif yöntemlerle kan gazı izlemi-1

## Nabız Oksimetresi-1

- Oksihemoglobinin indirgenmiş hemoglobinden farklı bir renkte olmasından dolayı farklı dalga boyunda soğrulması ilkesi ile çalışır
- **Fizyolojik sınırlar** içerisindeki oksijenlenmeyi **mükemmele** yakın değerlendirir

# Non-invazif yöntemlerle kan gazı izlemi-2

## Nabız Oksimetresi-2

### Yetersizlikleri:

- Hiperoksinin derecesini **saptayamaz**
  - PaO<sub>2</sub> 80 mmHg iken de 180 mmHg iken de oksihemoglobin satürasyonu (SpO<sub>2</sub>) %100
- Satürasyon **<%80 iken** hata payı yüksek
  - SpO<sub>2</sub> %80-90: Hata pay %1-2
  - SpO<sub>2</sub> < %80 : Hata pay %10





# Non-invazif yöntemlerle kan gazı izlemi-3

## Nabız Oksimetresi-3

### Kullanımı kısıtlayan durumlar:

- Bebeğin **hareketli** olması
- Ortamı **Floresan lamba** ile aydınlatma yanlış ölçüme yol açabilir
- **Perfüzyon** bozukluğu
- **Ödem** (arteriyel akımı bozacak düzeyde)
- **Anemi** (ciddi)
- **Hemoglobin değişiklikleri:** COHb ve MetHb varlığı

# Non-invazif yöntemlerle kan gazı izlemi-4

## Nabız Oksimetresi-4

### Hedef satürasyon değerleri:

- Pretermelerde hedef SpO<sub>2</sub> değeri konusunda **fikir birliği yok**, ancak en çok kabul gören **%90-94**, geç preterm ve termelerde **%90-98**'dir
- Farklı oksijen satürasyonu hedef aralıklarının yararları ve zararları üzerinde **yerel uygulamalar** (alarm sınırı ayarları, personel sayısı ve kalifikasyonu, başlangıçtaki riskler) etkindir
- Örneğin: Mortalite oranları düşük ve ROP oranları yüksek olan ünitelerde daha **düşük SpO<sub>2</sub>** hedef değerlerinin tercih edilebilir
- **Alarm sınırları** hedef değerlere **%1-2** yakınlıkta ayarlanmalıdır

# Non-invazif yöntemlerle kan gazı izlemi-5

## Transkutan kan gazı ölçümü

- Oksijen ve karbondioksit elektrotları ile deriden indirekt olarak arteriyel  $O_2$  ve  $CO_2$  basınçlarının sürekli izlemi
- Nabız oksimetresinin yaygın olarak kullanımı nedeni ile son yıllarda **daha nadir** kullanılmaktadır
- Deri yolu ile ölçülen  **$CO_2$**  arteriyel kandan yapılan ölçümden biraz daha **yüksektir**
- **Kan basıncı düşüklüğü** ve doku **dolaşımında bozulma** söz konusu olduğunda deriden ölçülen  **$TcCO_2$  artar**

# Non-invazif yöntemlerle kan gazı izlemi-6

## Kapnografi

- Ekspiryum havasındaki karbondioksit ölçülür
- Ucuz, taşınabilir ve kullanımı kolaydır
  - Sürekli kullanım → Soluk havasındaki CO<sub>2</sub> takibi
  - Tek kullanım → Trakeal entübasyonu doğrulama

Mor: Maalesef

Sarı: Süper!

- Ölçüm için ekspiryumdaki **hava akışı** yeterli olmalı
- Yenidoğan bebeklerde arteriyel kandaki ölçümler ile **uyum?**
- MV uygulanan bebeklerin izleminde arteriyel kan gazının **yerini alamaz**

Yöntem	Üstünlükler	Kısıtlılıklar
Göbek arteri kateteri	Sürekli ve güvenilir KG izlemi sağlar Genellikle kolay yerleştirilebilir Sıvı ve ilaçlar verilebilir, KB izlenebilir	İstenmeyen etki olasılığı yüksektir %10-15 olguda kateter takılamayabilir
Çevresel arter kateteri	Sürekli ve güvenilir kan gaz izlemi sağlar Kan basıncı da sürekli izlenebilir	İskemi olasılığı yüksektir %25 kateter takılamaz
Aralıklı olarak arterden kan alınması	Kolay bir yöntemdir	Sık kan almada başarı şansı azalır İskemi olasılığı vardır
Kapiller örnekleme	Kolay uygulanır İstenmeyen etki oranı düşüktür	PaO <sub>2</sub> bilgisi uygun değildir Ödem + dolaşım bozuk ise hatalı
Deri yoluyla yapılan ölçümler	İnvazif değildir BPD'li hastalarda PaO <sub>2</sub> ve PaCO <sub>2</sub> 'nin sürekli izlemine sağlar	Pahalıdır Dolaşım iyi değilse yanlış sonuç Elektrot yerinde yanık olasılığı var
Nabız-Oksimetresi	İnvazif değildir O <sub>2</sub> sürekli olarak izlenebilir	Bebeğin hareketinden etkilenir Ödem + dolaşım bozuk ise hatalı
Kapnografi	İnvazif değildir PaCO <sub>2</sub> 'nin sürekli izlemine olanak sağlar Trakeal entübasyon başarısını gösterir.	Düşük hacimle ventile edilen bebekler için uygun değildir Ölü boşluğu artırır

# Ventilatör parametrelerini değiştirmeden önce

## Kan gazları sonucu:

- **Doğru mu?** inanıyor musun?
- **Klinik tablo** ile uyumlu mu?
- **Beklenen seyirle** uygun mu (surfaktan sonrası?)
- **Hedefin ne?**

sorularına cevap verilmeli



**6 basamakta**  
**kan gazlarını**  
**değerlendirme ve yorumlama**



# Yorum-Değerlendirme

## Değerlendirme 6 basamakta yapılır

1. **pH:** Asidemi, alkalemi ?
2. **PaCO<sub>2</sub>:** Solunumsal komponent ?
3. **HCO<sub>3</sub>, BE artış yönü ve pH:** Metabolik komponent ?
4. **Kompansasyon ?**
5. **Oksijenizasyon (PaO<sub>2</sub> ve SpO<sub>2</sub>) ?**
6. **Yorum - Ayırıcı Tanı**

# Yorum-değerlendirme-1

1. **Aşama** pH değerine göre **asidoz** veya **alkaloz** olup olmadığı değerlendirilir

- **pH <7.35** = Asidoz, **pH >7.45** = Alkaloz
- Asidoz ya da alkaloz **normal pH** ile de birlikte olabilir
- Bu nedenle **PaCO<sub>2</sub>**, **HCO<sub>3</sub>** ve **anyon açığı** da kontrol edilmelidir

# Yorum-değerlendirme<sub>2</sub>

**2. Aşama:** PaCO<sub>2</sub> değerlendirilerek sorunun metabolik mi yoksa **solunumsal** nedene mi bağlı olduğu belirlenir

- pH değişikliği solunumsal olay (PaCO<sub>2</sub> değişikliği) sonucu mudur?
- PaCO<sub>2</sub>'nin **40 mmHg'den** her **12 sapması** pH değerini **0.1** etkiler
- pH ile PaCO<sub>2</sub> **aynı yönde** değişmiş ise bozukluk **metabolik**
- pH ile PaCO<sub>2</sub> **zıt yönde** değişmiş ise bozukluk **solunumsal**

**PaCO<sub>2</sub> normal ise solunumsal sorun yoktur**

pH-pCO<sub>2</sub> değişimi

<b>Asidoz</b>	Respiratuar	pH ↓	PaCO <sub>2</sub> ↑
<b>Asidoz</b>	Metabolik	pH ↓	PaCO <sub>2</sub> ↓
<b>Alkaloz</b>	Respiratuar	pH ↑	PaCO <sub>2</sub> ↓
<b>Alkaloz</b>	Metabolik	pH ↑	PaCO <sub>2</sub> ↑

# Yorum-değerlendirme<sub>-3</sub>

**3. Aşama-1:**  $\text{HCO}_3$  , Baz artış yönü (BE/BA) ve pH ilişkisi değerlendirilerek **metabolik durum** belirlenir

- **pH değişikliği** metabolik olay (**Baz değişikliği**) sonucu mudur?
- BE'nin **normal değerinden (0)** her **6 sapması** pH değerini **0.1** etkiler

### 3. Aşama-2: Baz artış yönü (BE/BA) değerlendirilir

Asidoz + Baz <b>negatif</b> yönde artmış (BA)	Metabolik asidoz
Asidoz + BE <b>pozitif</b> yönde artmış (BE)	Solunumsal asidoz
Alkaloz + BE <b>negatif</b> yönde artmış (BA)	Solunumsal alkaloz
Alkaloz + BE <b>pozitif</b> yönde artmış (BE)	Metabolik alkaloz

# Yorum-değerlendirme<sup>-4</sup>

## 4. Aşama<sup>-1</sup>: Kompansasyon durumu belirlenir

- **Metabolik Asidoz**'da **kompansasyon** için solunum sisteminin PaCO<sub>2</sub>'yi düşürmesi beklenir
  - **Metabolik asidoz + PaCO<sub>2</sub> yüksekliği var ise**; asidoz hem metabolik hem de solunumsaldır
- **Solunumsal Asidoz**'da **kompansasyon** için bikarbonat düzeyinin yükselmesi beklenir
  - **PaCO<sub>2</sub> yüksek + Bikarbonat düşük ise**; asidoz hem solunumsal hem de metaboliktir

**HCO<sub>3</sub> <22 mmol/L**

**pH <7.35**

- Primer metabolik asidoz

**pH >7.45**

- Respiratuar alkalozun renal kompensasyonu

**HCO<sub>3</sub> >26 mmol/L**

**pH >7.45**

- Primer metabolik alkaloz

**pH <7.35**

- Respiratuar asidozun renal kompensasyonu



## 4. Aşama-2: Kompansasyon

- $\text{PaCO}_2$  ve  $\text{HCO}_3$  **aynı yönde** değişir
- Kompansasyon genellikle **pH'ı tamamen normale getirmez**
- Hiçbir zaman **aşırı kompansasyon olmaz**
- **Solunumsal** kompansasyon **1-24 saatte** gelişir
- **Metabolik** kompansasyon **12 saat-5 günde** gelişir

Asit baz bozukluklarını kompanse etmek için beklenen yanıtlar

	<b>PRİMER BOZUKLUK</b>	<b>KOMPANZASYON</b>
<b>Respiratuvar</b>	<b>PaCO<sub>2</sub></b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>
Akut asidoz	1 mmHg ↑	0.1 mEq/L ↑
Akut alkaloz	1 mmHg ↓	0.25 mEq/L ↓
Kronik asidoz	1 mmHg ↑	0.5 mEq/L ↑
Kronik alkaloz	1 mmHg ↓	0.5 mEq/L ↓
<b>Metabolik</b>	<b>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	<b>PaCO<sub>2</sub></b>
Asidoz	1 mEq/L ↓	1.25 mmHg ↓
Alkaloz	1 mEq/L ↑	0.2-0.9mmHg ↑

PaCO<sub>2</sub> sapmaları **40 mmHg**'dan, HCO<sub>3</sub> sapmaları **24 mEq/L**'den hesaplanır

## 4. Aşama-3: Kompansasyon

- Kompansasyonda rol alacak öğede **değişim olmamış** ve **pH anormal** = **DEKOMPANSE** = **mikst** = **kompleks**
- Kompansasyonda rol alacak öğe **beklenen yönde ancak yetersiz** **değişmiş** ve **pH normale** gelmemiş = **PARSİYEL KOMPANSE** = **mikst** = **kopmleks**
- Kompansasyonda rol alacak öğe **beklenen yönde** ve **yeterli** **değişmiş** ve **pH normale** gelmiş = **KOMPANSE** = **basit**

asit baz dengesi bozukluğu vardır

Basit asit-baz dengesi bozuklukları

Sorun	pH	Primer Problem	Kompansasyon
<b>Metabolik Asidoz</b>	↓	$\text{HCO}_3^-$ ↓	$\text{PaCO}_2$ ↓
<b>Metabolik Alkaloz</b>	↑	$\text{HCO}_3^-$ ↑	$\text{PaCO}_2$ ↑
<b>Respiratuar Asidoz</b>	↓	$\text{PaCO}_2$ ↑	$\text{HCO}_3^-$ ↑
<b>Respiratuar Alkaloz</b>	↑	$\text{PaCO}_2$ ↓	$\text{HCO}_3^-$ ↓

# Yorum-değerlendirme<sup>-5</sup>

**5. Basamak:** PaO<sub>2</sub> değerlendirilerek **hipoksemi** varlığı ve derecesine bakılır

- Yenidoğan bebekte değerleri farklıdır

# Yorum-değerlendirme<sub>6</sub>

**6. Basamak:** Metabolik asidoz varsa önce **anyon açığı** (Anionic Gap = AG) hesaplanır.

- Anyon Gap (Anyon Açığı = AG) =  $[\text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)]$
- Normal AG: **8-16 mmol/L**
- **Hipoalbüminemi** varsa normal AG **12 mEq/L**'nin altındadır
- Albüminde **1 g/dL düşme**, AG'ı **2.5 mEq/L** düşürür

**6. Basamak:** Metabolik asidoz var ve AG artmış ise, **AG artışı ile  $\text{HCO}_3^-$  düşüşü** arasındaki ilişki incelenir

- **$\Delta\text{AG}/\Delta\text{HCO}_3^-$**  oranını değerlendir
  - **1-2** ise, **komplike olmayan metabolik asidoz** var
  - **<1** ise, **non-anyon gap metabolik asidoz** var
  - **>2** ise, **eşzamanlı metabolik alkaloz** var

# Asit-baz dengesini değerlendirmede ÖYKÜ

- Öykü, asit-baz dengesi bozukluklarını değerlendirmede **önemlidir**
- Özellikle **respiratuar** patolojilerde yol göstericidir
- Respiratuar patolojilerde **beklenen metabolik kompensasyon sürecinin akut** ya da **kronikliği** öykü ile belirlenir



# Asit Baz Dengesi Bozuklukları ve Arteriyel Kan Gazları

	pH	PaCO <sub>2</sub>	BE	Olası Neden
<b>NORMAL</b>	7,35-7,45	35-45 mmHg	(-3)-(-4) mmol/L	
<b><u>SOLUNUMSAL</u></b>				
<b>Akut Asidoz</b>	↓	↑	N	Hipoventilasyon Pnömotoraks, MSS Bozuklukları
<b>Kronik Asidoz</b>	N	↑	↑	Hipoventilasyon MSS Bozuklukları Kas Hastalıkları
<b>Akut Alkaloz</b>	↑	↓	N	Hipoksemi Hiperventilasyon
<b>Kronik Alkaloz</b>	N	↓	↓	Uzun süreli MV
<b><u>METABOLİK</u></b>				
<b>Akut Asidoz</b>	↓	N	↓	Ketoasidoz, ishal HCO <sub>3</sub> kaybı Üremi
<b>Kronik Asidoz</b>	N	↓	↓	Diyabetik Asidoz Laktik Asidoz
<b>Akut Alkaloz</b>	↑	N	↑	HCl kaybı, kusma HCO <sub>3</sub> alımı
<b>Kronik Alkaloz</b>	N	↑	↑	Birincil hipokalemik alkaloz

# Respiratuar Asidoz Nedenleri

- **Hava yolu obstrüksiyonu:** Üst hava yolu obstrüksiyonu, alt hava yolu obstrüksiyonu
- **SSS depresyonu:** Hipoventilasyon, perinatal hipoksi, diğer
- **Akciğer hastalıkları:** Pnömoni, pnömotoraks, pulmoner ödem, pulmoner hemoraji
- **Karbondiyoksit üretiminde artış:** Titreme, kasılma, konvülsiyon, hipermetabolizma, aşırı karbonhidrat tüketimi
- **Kalp-damar hastalığı:** Semptomatik PDA

# Respiratuar Alkaloz Nedenleri

- **Santral sinir sisteminin uyarılması:** Ateş, ağrı, beyin ödemi, beyin travması, SSS enfeksiyonları
- **Hipoksemi ya da hipoksi:** Anemi, düşük FiO<sub>2</sub>
- **Solunum reseptörlerinin uyarılması:** Akciğer ödemi, plevral effüzyon, pnömoni, pnömotoraks, pulmoner emboli
- **Mekanik ventilasyon:** Hiperventilasyon
- **İlaçlar, hormonlar:** Salisilatlar, katekolaminler, karaciğer hastalığı, sepsis, hipertiroidi

# Metabolik Asidoz Nedenleri-1

- **Metabolik asit**, solunum yolu ile atılamayıp ancak böbrekler tarafından metabolize olan, nötralize edilen veya atılan karbondioksit dışı asittir
- **PaCO<sub>2</sub> ile açıklanamayan** her pH değişikliği metabolik nedene bağlıdır

# Metabolik Asidoz Nedenleri-2

## Artmış anyon açığı:

- Üremi
- Açlık ketoasidozu
- Diyabetik ketoasidoz
- Zehirlenme (Salisilat, etanol, metanol)
- **Laktik asidoz:**
  - ***Doku hipoksisi var - hipoperfüzyon var***
    - Asfiksi, sepsis, şok, hipotermi, kalp yetmezliği, anemi
  - ***Doku hipoksisi yok – hipoperfüzyon yok***
    - **Doğuştan metabolik hastalık,,** karaciğer yetmezliği

# Metabolik Asidoz Nedenleri-3

**Normal anyon açığı** (Nedeni **HCO<sub>3</sub>** kaybı veya **H<sup>+</sup>** birikimi)

## 1. HCO<sub>3</sub> kaybı

- **Renal**: RTA tip 2, böbrek immatüritesi, ABY)
- **GİS** : Kronik İshal, ileostomi, proksimal kolostomi

## 2. Renal H<sup>+</sup> kaybının azalması

- RTA tip 1, 2, 4

**3. Klor içeren madde alımı**: Yüksek proteinli beslenme, kalsiyum klorür, magnezyum klorür, vb

## 4. Mineralokortikoid eksikliği

# Metabolik Alkaloz Nedenleri

- **Klor kaybı ile hipovolemi birlikteliği (Klora yanıt verir):**
  - **Gastrointestinal yoldan H<sup>+</sup> kaybı:** Kusma, gastrik drenaj, klor kaybettiren ishal
  - **Renal yoldan H<sup>+</sup> kaybı:** Loop ve tiazid diüretikler, posthiperkapni
- **Klor fazlalığı ile hipervolemi birlikteliği (Klora dirençli):**
  - **Renal yoldan H<sup>+</sup> kaybı:** Ödematöz durumlar (kalp yetmezliği, siroz, nefrotik sendrom), hiperaldosteronizm, hiperkortizolizm, ACTH fazlalığı, ekzojen steroidler, hiperreninemi, renal arter stenozu, bikarbonat alımı

# Olgu-1

## Kan gazı analizi

- pH = 7.47
- PaCO<sub>2</sub> = 31 mmHg
- HCO<sub>3</sub> = 25 mEq/L
- PaO<sub>2</sub> = 84 mmHg  
SaO<sub>2</sub> = %94

## Yorum-Değerlendirme

1. **Basamak:** pH= **Alkaloz**
2. **Basamak:** PaCO<sub>2</sub> = **Azalmış**  
pH ile **zıt yönlü** değişiklik = **Solunumsal alkaloz**
3. **Basamak:** HCO<sub>3</sub> = **Normal**
4. **Basamak:** HCO<sub>3</sub> = Normal = **Kompansasyon yok = Metabolik Alkaloz**
5. **Basamak:** PaO<sub>2</sub> = Normal
6. **Basamak:** ***Dekompanse Solunumsal Alkaloz + Metabolik Alkaloz***



# Olgu-2

## Kan gazı analizi

- **pH** = 7.48
- **PaCO<sub>2</sub>** = 20 mmHg
- **HCO<sub>3</sub>** = 21 mEq/L
  
- **PaO<sub>2</sub>** = 86 mmHg
- **SaO<sub>2</sub>** = %96

## Yorum-Değerlendirme

1. **Basamak:** pH= **Alkaloz**
2. **Basamak:** PaCO<sub>2</sub> = **Azalmış**  
pH ile **zıt yönlü** değişiklik = **Solunumsal alkaloz**
3. **Basamak:** HCO<sub>3</sub> = **Azalmış**
4. **PaCO<sub>2</sub>'de 1 azalma = HCO<sub>3</sub>'te 0.25 azalmamalı**  
HCO<sub>3</sub> = **3 mmol/L azalmış** = **Metabolik Alkaloz**
5. **Basamak:** PaO<sub>2</sub> = Normal
6. **Basamak:** **Parsiyel Kompanse Solunumsal Alkaloz + Metabolik Alkaloz**

# Olgu-3

## Kan gazı analizi

- pH = 7.44
- PaCO<sub>2</sub> = 30 mmHg
- HCO<sub>3</sub> = 20 mEq/L
  
- PaO<sub>2</sub> = 86 mmHg  
SaO<sub>2</sub> = %96



## Yorum-Değerlendirme

1. **Basamak:** pH= Normal
2. **Basamak:** PaCO<sub>2</sub> = Azalmış  
pH ile **zıt yönlü** değişiklik = **Solunumsal alkaloz**
3. **Basamak:** HCO<sub>3</sub> = Azalmış
4. **PaCO<sub>2</sub>'de 1 azalma = HCO<sub>3</sub>'te 0.25 azalma** almalı  
HCO<sub>3</sub> = 4 mEq/L azalmış = **Tam kompensasyon**
5. **Basamak:** PaO<sub>2</sub> = Normal
6. **Basamak:** **Tam Kompansasyon Solunumsal Alkaloz**

# Olgu-4

## Kan gazı analizi

- pH = 7.26
- PaCO<sub>2</sub> = 36 mmHg
- HCO<sub>3</sub> = 12 mEq/L
  
- PaO<sub>2</sub> = 95 mmHg  
SaO<sub>2</sub> = %99



## Yorum-Değerlendirme

1. **Basamak:** pH = **Asidoz**
2. **Basamak:** PaCO<sub>2</sub> = Normal  
pH ile **aynı yönlü** değişiklik = **Metabolik asidoz**
3. **Basamak:** HCO<sub>3</sub> = **Azalmış**
4. **Basamak:** PaCO<sub>2</sub> = Normal = **Kompansasyon yok = Solunumsal asidoz**
5. **Basamak:** PaO<sub>2</sub> = Normal
6. **Basamak:** ***Dekompanse Metabolik Asidoz + Solunumsal asidoz***

# Olgu-5

## Kan gazı analizi

- pH = 7.21
- PaCO<sub>2</sub> = 30 mmHg
- HCO<sub>3</sub> = 10 mEq/L
- PaO<sub>2</sub> = 92 mmHg  
SaO<sub>2</sub> = %97



## Yorum-Değerlendirme

1. **Basamak:** pH = **Asidoz**
2. **Basamak:** PaCO<sub>2</sub> = Azalmış  
pH ile **aynı yönlü** değişiklik = **Metabolik asidoz**
3. **Basamak:** HCO<sub>3</sub> = **Azalmış**
4. **HCO<sub>3</sub>'te 1 azalma = PaCO<sub>2</sub>'de 1.25 azalma** azalmalı  
PaCO<sub>2</sub> = **10 mmHg** azalmış = **Solunumsal asidoz**
5. **Basamak:** PaO<sub>2</sub> = Normal
6. **Basamak:** **Parsiyel Kompense Metabolik Asidoz + Solunumsal asidoz**

# Olgu-6

## Kan gazı analizi

- pH = 7.36
- PaCO<sub>2</sub> = 29 mmHg
- HCO<sub>3</sub> = 16 mEq/L
- PaO<sub>2</sub> = 92 mmHg  
SaO<sub>2</sub> = %97



## Yorum-Değerlendirme

1. **Basamak:** pH = Normal
2. **Basamak:** PaCO<sub>2</sub> = Azalmış  
pH ile aynı yönlü değişiklik = Metabolik asidoz
3. **Basamak:** HCO<sub>3</sub> = Azalmış
4. HCO<sub>3</sub> 'te 1 azalma = PaCO<sub>2</sub> 'de 1.25 azalmalı  
PaCO<sub>2</sub> 11 mmHg azalmış = Tam Kompansasyon
5. **Basamak:** PaO<sub>2</sub> = Normal
6. **Basamak:** *Tam Kompansasyon Metabolik Asidoz*

# Olgu-7

## Kan gazı analizi

- pH = 7.27
- PaCO<sub>2</sub> = 84 mmHg
- HCO<sub>3</sub> = 26 mEq/L
- PaO<sub>2</sub> = 38 mmHg  
SaO<sub>2</sub> = %58



## Yorum-Değerlendirme

1. **Basamak:** pH = **Asidoz**
2. **Basamak:** PaCO<sub>2</sub> = **Artmış**  
pH ile **zıt yönlü** değişiklik = **Solunumsal asidoz**
3. **Basamak:** HCO<sub>3</sub> = Normal
4. **Basamak:** HCO<sub>3</sub> = Normal = **Kompans. yok** =  
**Metabolik asidoz**
5. **Basamak:** PaO<sub>2</sub> = **Ciddi Hipoksemi**
6. **Basamak:** ***Dekompanse Solunumsal Asidoz + Metabolik Asidoz + Ciddi Hipoksemi***

# Olgu-8

## Kan gazı analizi

- **pH** = 7.28
- **PaCO<sub>2</sub>** = 90 mmHg
- **HCO<sub>3</sub>** = 27 mEq/L
- **PaO<sub>2</sub>** = 40 mmHg  
**SaO<sub>2</sub>** = %71

## Yorum-Değerlendirme

1. **Basamak:** pH = **Asidoz**
2. **Basamak:** PaCO<sub>2</sub> = **Artmış**  
pH ile **zıt yönlü** değişiklik = **Solunumsal asidoz**
3. **Basamak:** HCO<sub>3</sub> = **Artmış**
4. **PaCO<sub>2</sub>'de 1 artış = HCO<sub>3</sub>'te 0.1 artış.** artmalı  
HCO<sub>3</sub> **3 mEq/L** artmış = **Metabolik asidoz**
5. **Basamak:** PaO<sub>2</sub> = **Ciddi Hipoksemi**
6. **Basamak:** ***Parsiyel Kompense Solunumsal Asidoz + Metabolik Asidoz + Ciddi Hipoksemi***

# Olgu-9

## Kan gazı analizi

- **pH** = 7.38
- **PaCO<sub>2</sub>** = 80 mmHg
- **HCO<sub>3</sub>** = 31 mEq/L
- **PaO<sub>2</sub>** = 78 mmHg  
**SaO<sub>2</sub>** = %92



## Yorum-Değerlendirme

1. **Basamak:** pH = Normal
2. **Basamak:** PaCO<sub>2</sub> = Artmış  
pH ile **zıt yönlü** değişiklik = **Solunumsal asidoz**
3. **Basamak:** HCO<sub>3</sub> = Artmış
4. **PaCO<sub>2</sub>'de 1 artış = HCO<sub>3</sub>'te 0.1 artış** artmalı  
HCO<sub>3</sub> **7 mEq/L** artmış = **Tam Kompansasyon**
5. **Basamak:** PaO<sub>2</sub> = Normal
6. **Basamak:** **Tam Kompansasyon Solunumsal Asidoz**



# Özet<sup>-1</sup>

- **ALTIN STANDART** arter kan gazıdır, ancak
- **Kapiller kan gazı** ile az miktarda kan ile (0.2 ml) küçük prematüre bebeklerde hem biyokimyasal hem diğer parametrelere kolayca bakılabilir
- **İnvazif olmayan işlemlere** (Nabız oksimetre, transkutan CO<sub>2</sub>) öncelik verilmeli

## Özet-2

- Kan gazı **alma, saklama ve çalışma koşullarına** riayet et
- Ölçüm sonrasında kan gazının **tutarlılığını** değerlendir
- **Kan gazını değerlendir;**
  - Oksijenizasyonu değerlendirmek için **PaO<sub>2</sub>** incelenir
  - Ventilasyonu değerlendirmek için **PaCO<sub>2</sub>** incelenir
  - Gaz alışverişini değerlendirmek için **P(A-a)O<sub>2</sub>** hesaplanır

# Özet<sup>-3</sup>

## 6 basamakta kan gazını değerlendir-Yorumla:

1. pH'ya bak → Asidoz / Alkaloz var mı?
2. PaCO<sub>2</sub>? → Solunumsal komponent ?
3. HCCO<sub>3</sub>, BE artış yönü-pH ilişkisi? → Metabolik komponent ?
4. Kompansasyon ? → bozukluk basit mi, mikst mi ?
5. Oksijenizasyon (PaO<sub>2</sub> ve SpO<sub>2</sub>) ? → Hipoksemi ?
6. Metabolik asidoz varsa AG? (hipoalbuminemiye dikkat)
  - Eğer AG artmışsa, AG ve HCO<sub>3</sub> değişim oranını hesapla
  - AG +/-AG- ayrımı yap

## Özet<sup>-4</sup>

- Tüm parametrelerin **normal olması**, hastada asit-baz bozukluğu **OLMADIĞI** anlamına gelmez
- **COHb ve Laktat** gibi diğer parametrelere bakmayı unutma
- Kan gazı izlem yöntemleri hastanın fizyolojik durumu ile ilgili değerli bilgiler sağlasa da bu değerlerden anlam çıkarabilmek için **sistemik** bir yaklaşım sergilenmeli
- Hiçbir izlem yöntemi hastanın dikkatli **linik değerlendirilmesi** ve **fizik muayenesinin yerini alamaz**

# 2016 European Guideline

## Prematüre bebeklerde

- SaO<sub>2</sub> hedefi: %90-94 (**B2**)
- SaO<sub>2</sub> alarm limitleri: %89-95 (**D2**)
- **Hipokarbiyi** önleyin (**A1**)
- **Hiperkarbiyi** de engelleyin (**C2**)
- pH >7.22 tutarak hafif-orta derecede hiperkarbi tolere edilebilir (**B2**)

**TEŐEKKÖR EDERİM**

