

# **KHÍ MÁU ĐỘNG MẠCH**

**Th.S Bs Vũ Trần Thiên Quân**

## Mục tiêu học tập

1. Mô tả được chỉ định khí máu động mạch
2. Đánh giá được tiêu chuẩn khí máu động mạch
3. Mô tả được giới hạn bình thường của  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$ , pH.
4. Phân tích được oxy hóa máu
5. Phân tích được  $\text{PaCO}_2$
6. Phân tích được cân bằng toan kiềm

## Nội dung bài giảng

1. Đại cương
2. Chỉ định khí máu động mạch
3. Sự phù hợp pH máu và  $[H^+]$
4. Chỉ số  $PaO_2$
5. Chỉ số  $PaCO_2$
6. Chỉ số  $AaDO_2$
7. Chỉ số pH
8. Phân tích thẳng bằng toan kiềm

# Đại cương

Nguyên tắc đo máy phân tích khí máu

- Các chỉ số đo trực tiếp:  $P_{O_2}$ ,  $P_{CO_2}$  và pH
- Các chỉ số tính toán được:  $HCO_3^-_A$ ,  $HCO_3^-_{st}$ , BB, BE, BEecf,  $CO_2T$ , AaDPO<sub>2</sub>
- Các chỉ số đọc trên toán đồ:  $Q_{SP}/Q_T$ ,  $V_D/V_T$

# Đại cương

Ba nhóm thông tin từ máy phân tích khí máu

- Khả năng oxy hoá máu từ phổi:  $PaO_2$ ,  $AaDPO_2$  và Shunt  $Q_{SP}/Q_T$
- Khả năng thông khí của phổi:  $P_{CO_2}$  và pH,  $V_D/V_T$
- Tình trạng thăng bằng toan kiềm:  $P_{CO_2}$ , và pH,  $HCO_3^-_A$ ,  $HCO_3^-_{st}$ , BB, BE, BEecf,  $CO_2T$

## Chỉ định của khí máu động mạch

- Khi nghi ngờ suy hô hấp: để chẩn đoán, phân độ và tìm nguyên nhân.
- Khi sử dụng oxy: để cho chỉ định, định mức độ và theo dõi hiệu quả.
- Để theo dõi mức thông khí phế nang, thông khí khoảng chết.
- Khi thở máy: để cài đặt các thông số máy thở, theo dõi hiệu quả và quyết định cai máy.

## Chỉ định của khí máu động mạch

- Khi có nghi ngờ rối loạn thăng bằng toan kiềm: để phân loại rối loạn, xác định mức độ, tính toán lượng toan kiềm phải cho bệnh nhân và tìm nguyên nhân.
- Đánh giá chức năng hô hấp trước khi giải phẫu lồng ngực hay vùng bụng cao.
- Trong hồi sức cấp cứu và các tình trạng nguy kịch khác để theo dõi tình trạng cung cấp oxy cho mô.

# Sự phù hợp pH máu và [H<sup>+</sup>]

- $[H^+] = \frac{24(PaCO_2)}{[HCO_3^-]}$
- Bảng đối chiếu pH máu và nồng độ H<sup>+</sup>

pH	Approximate [H <sup>+</sup> ] (mmol/L)
7.00	100
7.05	89
7.10	79
7.15	71
7.20	63
7.25	56
7.30	50
7.35	45
7.40	40
7.45	35
7.50	32
7.55	28
7.60	25
7.65	22



## Phân áp oxy trong máu động mạch - $\text{PaO}_2$

- Phân áp oxy ( $\text{P}_{\text{O}_2}$ ) trong máu là áp suất phần của khí oxy đã cân bằng với máu.
- $\text{PO}_2$  trong phế nang ký hiệu là  $\text{PAO}_2$ .
- $\text{PO}_2$  trong máu động mạch ký hiệu là  $\text{PaO}_2$ .
- $\text{PO}_2$  trong máu tĩnh mạch trộn ký hiệu là  $\text{P}\bar{\text{u}}\text{O}_2$

# Phân áp oxy trong máu động mạch - PaO<sub>2</sub>

Giới hạn bình thường

Đối tượng	PaO <sub>2</sub> (mmHg)
– Người lớn, trẻ em	90 ± 5 Giới hạn dưới: 80
– Trẻ sơ sinh	40 – 70
– Người già	(Giới hạn dưới):
60 tuổi	80
70 tuổi	70
80 tuổi	60
90 tuổi	50

# Phân áp oxy trong máu động mạch - PaO<sub>2</sub>

- Suy hô hấp ở trẻ em và người lớn khi PaO<sub>2</sub> < 60mmHg
- Giá trị dự đoán của PaO<sub>2</sub> khi cho thở oxy, P<sub>B</sub> = 760 mmHg

FiO <sub>2</sub>	PaO <sub>2</sub> (mmHg)
0,30	> 150
0,40	> 200
0,50	> 250
1,00	> 500

# Phân áp oxy trong máu động mạch - PaO<sub>2</sub>

PaO<sub>2</sub> để đánh giá hiệu quả khi cho thở oxy

PaO <sub>2</sub> (mmHg)	Ý nghĩa và cách xử lý
PaO <sub>2</sub> < 60	– Giảm oxy máu chưa điều chỉnh được, nếu PaO <sub>2</sub> vẫn nhỏ hơn 60 mmHg dù có tăng FiO <sub>2</sub> .
60 < PaO <sub>2</sub> < 100	– Giảm oxy máu đã điều chỉnh được. Nhưng bệnh nhân sẽ bị giảm oxy trong máu nếu giảm FiO <sub>2</sub> .
100 < PaO <sub>2</sub> < PaO <sub>2</sub> dự đoán (bảng 6)	– Bệnh nhân sẽ bị giảm oxy máu nếu ngừng oxy, nhưng có thể giảm FiO <sub>2</sub> được.
PaO <sub>2</sub> > PaO <sub>2</sub> dự đoán	– Giảm oxy máu đã điều chỉnh quá dư. – Có thể không giảm oxy máu khi ngưng oxy, nhưng phải giảm FiO <sub>2</sub> dần dần.

## Khuyênh áp oxy giữa phể nang và máu động mạch (AaDPO<sub>2</sub>)

- AaDPO<sub>2</sub> là sự chênh lệch giữa phân áp oxy trong phể nang và trong máu động mạch.

$$\begin{aligned} \text{AaDPO}_2 &= P_{\text{A}}\text{O}_2 - P_{\text{a}}\text{O}_2 \\ &= \text{FiO}_2 (P_{\text{B}} - 47) - P_{\text{a}}\text{CO}_2 / RQ - P_{\text{a}}\text{O}_2 \\ &= 150 - P_{\text{a}}\text{CO}_2 / RQ - P_{\text{a}}\text{O}_2 \end{aligned}$$

- Trị số bình thường của AaDPO<sub>2</sub> theo FiO<sub>2</sub>

FiO <sub>2</sub>	AaDPO <sub>2</sub> (mmHg)
0,21	< 10, ở người 20 tuổi
> 0,3	20-30, ở người trên 60 tuổi
1	< 50, ở người 30-60 tuổi

## Khuyñh áp oxy giữa phé nang và máu động mạch ( $AaDPO_2$ )

### Ý nghĩa

- Không thay đổi theo  $FiO_2$
- Bình thường  $> 0,75$
- Chỉ chính xác khi  $FiO_2 > 0,30$  và  $PaO_2 < 100\text{mmHg}$
- $AaDPO_2$  gia tăng có thể do sự bất thường trong oxy hóa máu động mạch do phổi hoặc tim.
- Nếu  $PaO_2$ ,  $PaCO_2$ , và pH bất thường, mà  $AaDPO_2$  bình thường, thì các rối loạn này không do bệnh lý của nhu mô phổi.

## Phân áp carbon dioxide trong máu động mạch – $\text{PaCO}_2$

- Phân áp  $\text{CO}_2$  trong máu ( $\text{P}_{\text{CO}_2}$ ) là áp suất phần của khí  $\text{CO}_2$  đã thăng bằng với máu.
- $\text{PCO}_2$  trong phế nang ký hiệu là  $\text{PACO}_2$ .
- $\text{PCO}_2$  trong máu động mạch ký hiệu là  $\text{PaCO}_2$
- $\text{PCO}_2$  trong máu tĩnh mạch trộn ký hiệu là  $\text{P}\bar{\text{u}}\text{CO}_2$

## Phân áp carbon dioxide trong máu động mạch – PaCO<sub>2</sub>

- Giới hạn bình thường của PaCO<sub>2</sub>

	PaCO <sub>2</sub> (mmHg)
Khoảng trị số bình thường	40 ± 5
Khoảng giới hạn chấp nhận được	40 ± 10

- PaCO<sub>2</sub> không thay đổi theo tuổi tác.
- PaCO<sub>2</sub> có thể giảm khi đối tượng gia tăng thông khí
- PaCO<sub>2</sub> cao (hypercapnia) khi lượng CO<sub>2</sub> trong máu động mạch trên 45 mmHg.
- PaCO<sub>2</sub> thấp (hypocapnia) khi lượng CO<sub>2</sub> trong máu động mạch dưới 35 mmHg.



## Phân áp carbon dioxide trong máu động mạch – PaCO<sub>2</sub>

- **Ý nghĩa:** PaCO<sub>2</sub> phản ánh trực tiếp việc mức độ thông khí phế nang có phù hợp với tốc độ chuyển hóa của cơ thể hay không.
- **Dùng PaCO<sub>2</sub> để đánh giá tình trạng thông khí phế nang**

PaCO <sub>2</sub> (mmHg)	Tình trạng thông khí	Ý nghĩa
40 ± 5	Bình thường	Mức thông khí phù hợp với tình trạng chuyển hóa của cơ thể.
> 45	Giảm thông khí phế nang	Mức thông khí thấp hơn nhu cầu thải CO <sub>2</sub> của cơ thể.
< 35	Tăng thông khí phế nang	Mức thông khí cao hơn nhu cầu thải CO <sub>2</sub> của cơ thể.

# Chỉ số pH máu

- Nồng độ  $H^+$  trong huyết tương là  $0,0000004 \text{ mol/L}$ .
- $pH \text{ huyết tương} = -\log[H^+] = 7,40$ .
- $pH_a$  là pH của huyết tương máu động mạch.
- Giới hạn bình thường và chấp nhận được của pH huyết tương máu động mạch ( $pH_a$ )

Giới hạn	$pH_a$
Bình thường	$7,40 \pm 0,05$
Chấp nhận được	$7,40 \pm 0,10$

# Chỉ số pH máu

- pH cho biết trạng thái thăng bằng toan kiềm

pH	Trạng thái toan kiềm
< 7,35	Toan
> 7,45	Kiềm

- pH trong giới hạn bình thường thì trạng thái thăng bằng toan kiềm bình thường. Nhưng cần lưu ý tình trạng **rối loạn thăng bằng toan kiềm hỗn hợp** đưa đến pH bình thường.

# Chỉ số bicarbonate

## $\text{HCO}_3^-$

- $\text{HCO}_3^-$  phản ánh nồng độ bicarbonate trong huyết tương
- Khoảng giới hạn của  $\text{HCO}_3^-$

Giới hạn	$\text{HCO}_3^-$ -A (mmol/L)
Bình thường	$24 \pm 2$
Chấp nhận được	$24 \pm 4$

# Chỉ số bicarbonate

## $\text{HCO}_3^-$

- $\text{HCO}_3^-$  dùng trong chẩn đoán, phân loại và định nguyên nhân rối loạn thăng bằng toan kiềm.
- Phải luôn luôn phân tích  $\text{HCO}_3^-$  cùng với pH và  $\text{pCO}_2$ .

$\text{HCO}_3^-$ tăng do	$\text{HCO}_3^-$ giảm do
<ul style="list-style-type: none"><li>– Kiềm chuyển hóa hoặc</li><li>– Đáp ứng bù cho toan hô hấp</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Toan chuyển hóa hoặc</li><li>– Đáp ứng bù cho kiềm hô hấp</li></ul>

# Phân tích thăng bằng kiềm toan

- Công thức Henderson – Hasselbach

- $$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{\text{H}_2\text{CO}_3}$$

- pK: hằng số phân ly của  $\text{H}_2\text{CO}_3$

pH	Trạng thái toan kiềm
< 7,35	Toan
> 7,45	Kiềm

# Phân tích thăng bằng kiềm toan

Rối loạn	H <sup>+</sup>	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PaCO <sub>2</sub>	Bù trừ
Toan chuyển hóa	↑	↓	↓	↓	11–15 mmHg PaCO <sub>2</sub> / -10 mmol HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Kiềm chuyển hoá	↓	↑	↑	↑	+6 → 7mmHg PaCO <sub>2</sub> /+10 mmol HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
Toan hô hấp	↑	↓	↑	↑	- Cấp: +1 mmol HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / +10 mmHg PaCO <sub>2</sub> - Mạn: +3,5 mmol HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /+10mmHg PaCO <sub>2</sub>
Kiềm hô hấp	↓	↑	↓	↓	- Cấp: -2,5 mmol HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / -10 mmHg PaCO <sub>2</sub> - Mạn: - 5 mmol HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / - 10mmHg PaCO <sub>2</sub>

# Phân tích thăng bằng kiềm toan

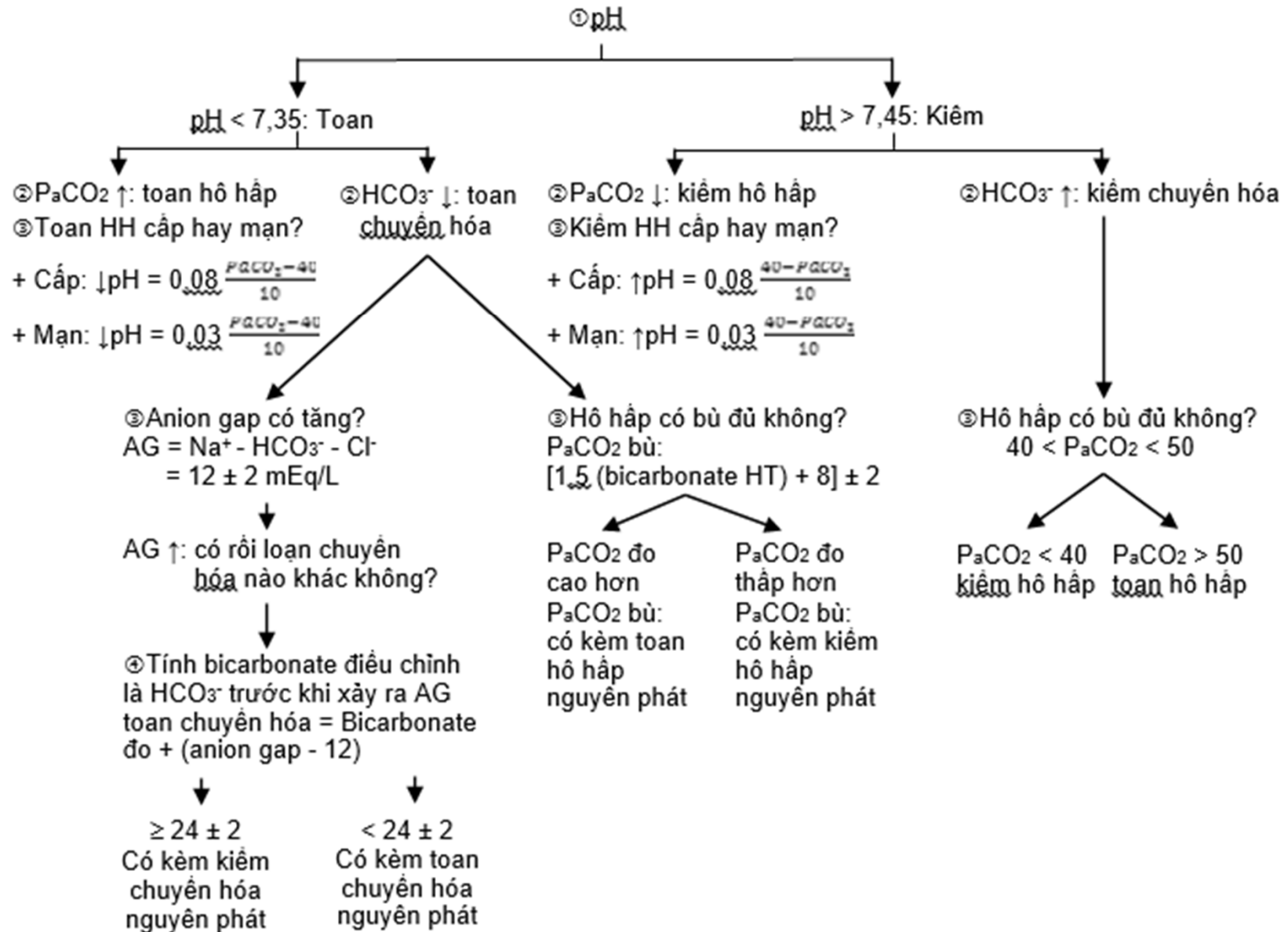
- Toan do hô hấp: ứ  $\text{CO}_2$ 
  - Giảm thông khí
  - V/Q bất xứng
- Kiềm hóa do hô hấp : giảm  $\text{CO}_2$ 
  - Giảm  $\text{O}_2$
  - Cao độ
  - pH giảm
  - CNS



# Phân tích thăng bằng kiềm toan

- Toan hoá do chuyển hóa (không do  $\text{CO}_2$ )
  - $\text{CO}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$  : respiratory acid
  - Các acid khác : metabolic acid hay Fied acid
  - Metabolic acid tăng : thận, đưa vào, tạo ra
  - Mất bases
- Kiềm do chuyển hóa
  - Thuốc
  - Ói
  - Lợi tiểu

# CÁC BƯỚC PHÂN TÍCH TRẠNG THÁI THĂNG BẰNG TOAN KIỀM



# Ý nghĩa và ứng dụng của các chỉ số chính trong khí máu

Tên chỉ số	Ý nghĩa và áp dụng	Giới hạn chấp nhận được trên lâm sàng	Bất thường
Phân áp oxy trong máu động mạch $\text{PaO}_2$	<p>Đánh giá khả năng oxy hóa máu của phổi.</p> <p>Chẩn đoán và phân độ suy hô hấp.</p> <p>Theo dõi kết quả của oxy liệu pháp để điều chỉnh lượng oxy cho phù hợp.</p> <p>Theo dõi kết quả thở máy.</p>	<p>Người lớn, trẻ em: <math>90 \pm 5</math> mmHg.</p> <p>Trẻ sơ sinh, người già: tùy độ tuổi (bảng 3).</p>	<p><math>\text{PaO}_2</math> tăng: tăng oxy máu.</p> <p><math>\text{PaO}_2</math> giảm: thiếu oxy máu (suy hô hấp cấp).</p>
Phân áp $\text{CO}_2$ trong máu động mạch $\text{PaCO}_2$	<p>Đánh giá khả năng thông khí của phổi.</p> <p>Chẩn đoán suy hô hấp (<math>\text{PaCO}_2 &gt; 50</math> mmHg).</p> <p>Theo dõi hiệu quả của việc thở máy.</p> <p>Cho biết vai trò của hô hấp trong rối loạn thăng bằng toan kiềm.</p>	<p><math>40 \pm 5</math> mmHg cho trẻ em lẫn người lớn.</p> <p><math>40 \pm 10</math> mmHg</p>	<p><math>\text{PaCO}_2</math> tăng: giảm thông khí phế nang.</p> <p><math>\text{PaCO}_2</math> giảm: tăng thông khí phế nang.</p>

## Ý nghĩa và ứng dụng của các chỉ số chính trong khí máu

Tên chỉ số	Ý nghĩa và áp dụng	Giới hạn chấp nhận được trên lâm sàng	Bất thường
Nồng độ $H^+$ trong máu, đo bằng pH $pH = -\log[H^+]$	Cho biết tình trạng toan kiềm của máu. Theo dõi điều trị rối loạn thăng bằng toan kiềm.	$7,40 \pm 0,05$ $7,40 \pm 0,10$	pH tăng: kiềm hóa máu pH giảm: toan hóa máu
Bicarbo-nate thật sự trong huyết tương $HCO_3^-A$	Cho biết vai trò của phần chuyển hóa trong thăng bằng toan kiềm. Cùng với pH, $pCO_2$ giúp chẩn đoán, phân loại, định nguyên nhân rối loạn thăng bằng toan kiềm.	$24 \pm 2 \text{ mmol/L}$ $24 \pm 4 \text{ mmol/L}$	$HCO_3^-$ tăng: kiềm chuyển hóa hay bù cho toan hô hấp. $HCO_3^-$ giảm: toan chuyển hóa hay bù cho kiềm hô hấp.

# Các bước phân tích kết quả khí máu

1. Kiểm tra thông tin bệnh nhân
2. Kiểm tra xem kết quả phân tích khí trong máu có chính xác không?
  - $\text{HCO}_3^-$  máu tĩnh mạch (đo từ total  $\text{CO}_2$ ) =  $\text{HCO}_3^-$  A  
máu động mạch (đo từ phương trình Henderson  
Hasselbalch)  $\pm 3$  mmol/L.
3. Tính  $A-a\text{DO}_2$  : chênh lệch giữa sự trao đổi khí tại phổi

## Các bước phân tích kết quả khí máu

4. Xem  $\text{PaO}_2$ : đánh giá tình trạng oxy hóa.
5. Xem  $\text{PaCO}_2$ : đánh giá tình trạng thông khí.
6. Đánh giá tình trạng thăng bằng toan kiềm.
7. Xác định nguyên nhân gây rối loạn  $\text{PaO}_2$ ,  $\text{PaCO}_2$  và thăng bằng toan kiềm (cần có anion gap, osmotal gap,  $\text{Cl}^-$  nước tiểu,  $\text{K}^+$  huyết tương...)

## Các điểm cần nhớ

- Nắm vững lý thuyết và các bước thực hành để xác định các rối loạn trên khí máu
- Xác định nguyên nhân rối loạn bằng toan kiềm : anion gap, osmolal gap,  $K^+$  huyết tương,  $Cl^-$  nước tiểu , urine anion gap ...
- Điện giải và bằng toan kiềm

**CẢM ƠN SỰ THEO DÕI  
CỦA QUÍ VỊ**