



Phân tích: KHÍ MÁU ĐỘNG MẠCH

THS. BS. NGÔ NGUYỄN HẢI THANH
BM. NỘI, ĐẠI HỌC Y DƯỢC TP. HCM
ĐỐI TƯỢNG: Y4 ĐA KHOA

Chỉ định/ Chống chỉ định

2

- ▶ Suy hô hấp cấp/ mạn
- ▶ Rối loạn toan kiềm

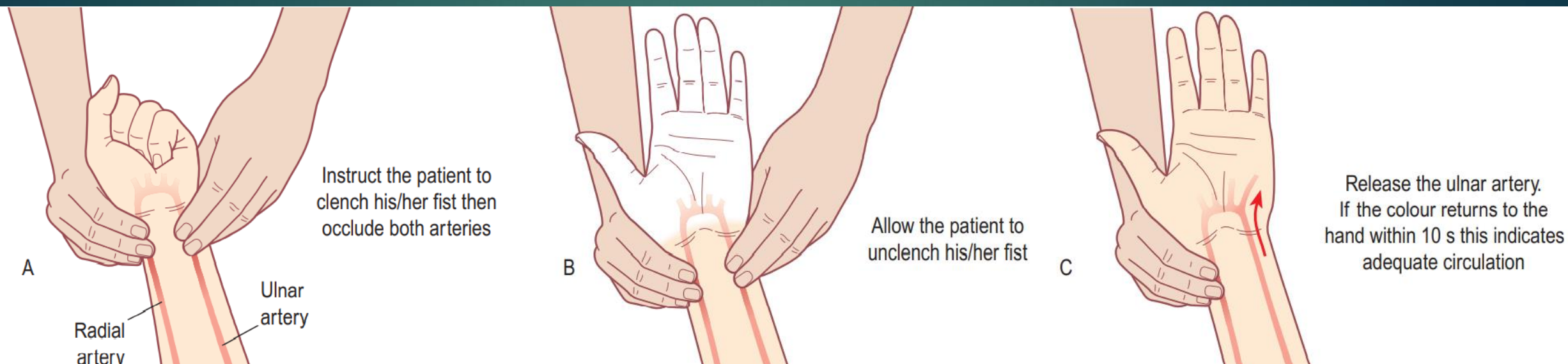
Các bệnh cảnh lâm sàng

3

- ▶ Viêm phổi
- ▶ Suy tim trái
- ▶ Đợt cấp COPD
- ▶ Đợt cấp dẫn phế quản
- ▶ Cơ hen cấp
- ▶ Tai biến mạch máu não
- ▶ Bệnh nhược cơ
- ▶ Guillain Barre
- ▶ Gù vẹo CS
- ▶ Teo cơ, suy kiệt
- ▶ Nôn ói
- ▶ Tiêu chảy cấp
- ▶ Suy thận
- ▶ Nhiễm toan ceton
- ▶ Nhiễm toan acid lactic

Thực hiện

4



Allen Test

Thực hiện

5

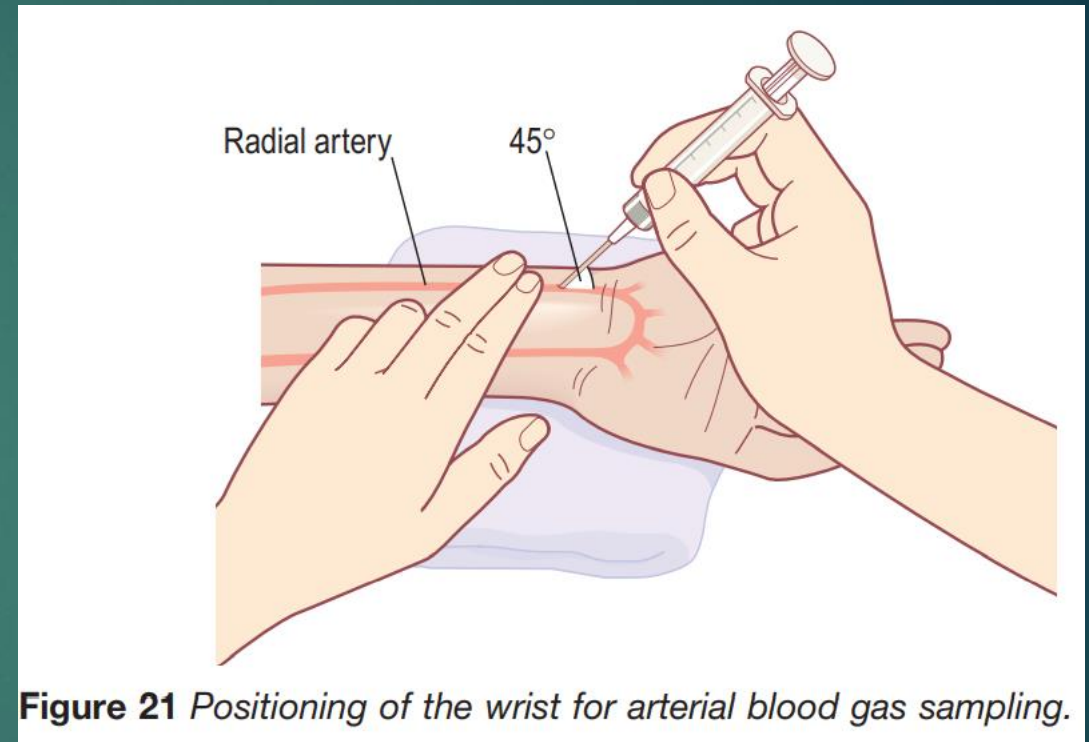


Figure 21 Positioning of the wrist for arterial blood gas sampling.

Các thông số chính

6

- ▶ pH
- ▶ PaCO₂
- ▶ PaO₂
- ▶ HCO₃⁻

AaDP_{O2} (hay còn gọi là P(A-a)O₂ Gradient) là sự chênh lệch giữa phân áp oxy phế nang (PAO₂) và phân áp oxy động mạch (PaO₂).

- ▶ $P(A-a) = P_AO_2 - P_aO_2$
- ▶ $P_AO_2 = (P_B - P_{H_2O}) \times FiO_2 - P_aCO_2 / R$

▶ Trong đó:

P_B : áp lực khí quyển, 760 mmHg ở ngang mực nước biển.

P_{H_2O} : áp suất phần của hơi nước, 47 mmHg.

FiO_2 : nồng độ phân suất oxy trong khí hít vào.

R : thương số hô hấp, bình thường là 0.8

Xác định FiO2

8



$20 + 4n$



$10(n-2)$



$10n$



Đáp ứng đủ lưu lượng hít vào
FiO2 ổn định
24%, 28%, 31%, 35%, 40%, 60%

Đánh giá tính chính xác của kết quả KMĐM

9

- ▶ Tương thích bên trong: Quy tắc số 8

| | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| pH | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 |
| HỆ SỐ | 8/8 | 6/8 | 5/8 | 4/8 | 2.5/8 | 2/8 |

$$|\text{HCO}_3\text{—TÍNH TOÁN} - \text{HCO}_3\text{—BỆNH NHÂN}| \leq 4$$

- ▶ Tương thích bên ngoài
 1. Bệnh cảnh lâm sàng đối lập kết quả KMĐM
 2. HCO_3 tĩnh mạch – HCO_3 động mạch $> 5 \text{ mmol/L}$
 3. $\text{SpO}_2 \neq \text{SaO}_2$
 4. $\text{PaO}_2 > 5 \times \text{FiO}_2$

Phân tích PaO₂

10

| | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Tuổi < 60 * FiO ₂ = 21% | PaO ₂ < 80 mmHg | Giảm oxy máu nhẹ |
| | PaO ₂ < 60 mmHg ** | Giảm oxy máu trung bình |
| | PaO ₂ < 45 mmHg | Giảm oxy máu nặng |

* Từ 60 tuổi trở lên, cứ thêm mỗi một năm sẽ giảm bớt 1 mmHg cho mức độ giảm oxy máu nhẹ và vừa. Vào bất kỳ lứa tuổi nào, nếu PaO₂ < 40 mmHg cũng được kể là nặng.

** PaO₂ < 60 mmHg là giảm oxy có ý nghĩa trên lâm sàng.

| | | |
|------------------------|---|---------------------------------|
| FiO ₂ > 21% | PaO ₂ < 60 mmHg | Giảm oxy máu không điều chỉnh |
| | 60 mmHg < PaO ₂ < 100 mmHg | Giảm oxy máu đã điều chỉnh |
| | 100 mmHg < PaO ₂ < giá trị dự đoán | Giảm oxy máu điều chỉnh quá mức |

Phân tích chỉ số Oxy hóa máu

11

PaO₂/FiO₂: đánh giá tình trạng oxy hóa máu.

| Tỷ lệ PaO ₂ /FiO ₂ | | |
|--|-------------|------------|
| 400 – 500 | Bình thường | |
| < 400 | | Nhẹ |
| < 300 | ALI | Trung bình |
| < 200 | ARDS | Nặng |

Phân tích chỉ số $AaDO_2$

12

- ▶ Nhận diện V/Q mismatch (ngay cả khi PaO_2 bình thường)
- ▶ Phân biệt Suy hô hấp loại 2 thuần hay hỗn hợp loại 1 và 2

Alveolar-arterial oxygen gradient ($AaDO_2$):

- Difference between alveolar (PAO_2) and arterial (PaO_2) partial pressures of O_2
 $AaDO_2 = PAO_2 - PaO_2$
- Normal A-a O_2 gradient: 5-15 mm Hg
- A-a O_2 gradient increases with age
Quick estimate: $AaDO_2 \approx (\text{age} + 10) / 4$
E.g.: $AaDO_2 \approx 10$ mm Hg at age 30
- A-a O_2 gradient increases with increasing FIO_2
Quick estimate: about 5 to 7 mm Hg per 10% increase (≈ 6 mm Hg / 10%)

Phân tích tiêu chuẩn Δ Suy hô hấp

13

- ▶ **Suy hô hấp loại 1:** Giảm PaO₂, PaCO₂ thường giảm do tăng thông khí bù trừ. Thường liên quan V/Q mismatch.
- ▶ **Suy hô hấp loại 2:** Tăng PaCO₂, do thông khí phế nang không đầy đủ nên thường kèm giảm PaO₂. Bất kì trường hợp suy hô hấp loại 1 nào cũng có thể dẫn đến suy hô hấp loại 2 nếu BN kiệt sức.
- ▶ Hỗn hợp loại 1 và 2

Nguyên nhân suy hô hấp

14

Box 1.3.1 Common causes of type 1 respiratory impairment*

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| Pneumonia | Acute asthma |
| Pulmonary embolism | Acute respiratory distress syndrome |
| Pneumothorax | Fibrosing alveolitis |
| Pulmonary oedema | Chronic obstructive pulmonary disease |

*The usual mechanism is \dot{V}/\dot{Q} mismatch; however, some conditions (e.g. alveolitis) impair diffusion of gases across the alveolar capillary membrane.

Box 1.3.2 Common causes of type 2 respiratory impairment

| | |
|--|--------------------------------|
| Chronic obstructive pulmonary disease* | Opiate/benzodiazepine toxicity |
| Exhaustion | Inhaled foreign body |
| Flail chest injury | Neuromuscular disorders |
| Kyphoscoliosis | Obstructive sleep apnoea |

*May lead to either type 1 or type 2 respiratory impairment.

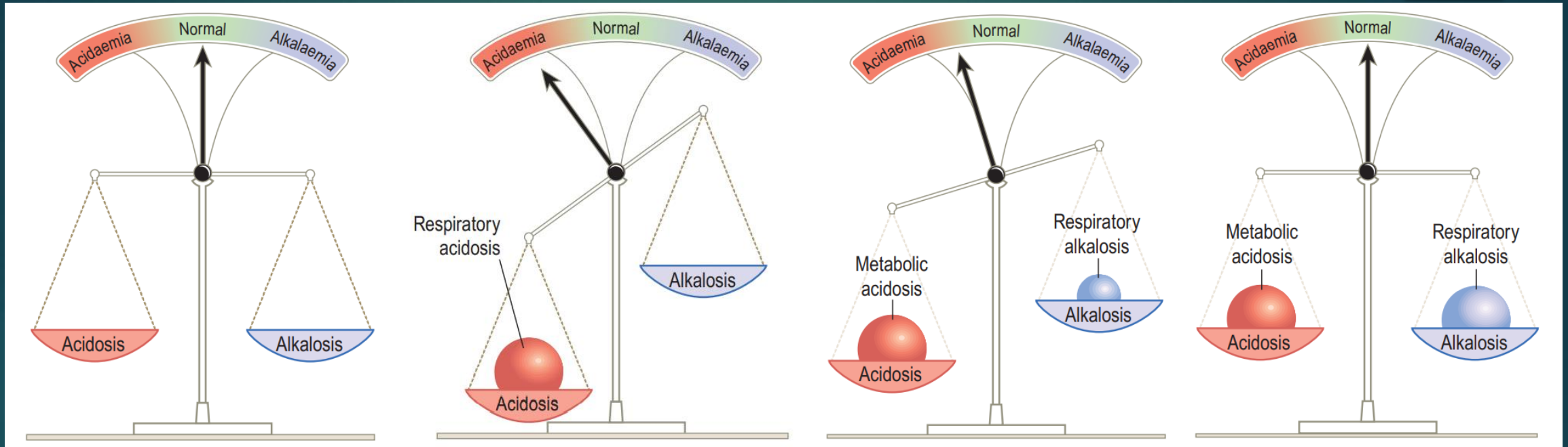
Table 1.3.4 Patterns of ABG abnormality in disorders of gas exchange

| | Pao_2 | $Paco_2$ | HCO_3 |
|-------------------------------|---------|----------|---------|
| Respiratory impairment | | | |
| Type 1 | ↓ | ↓/→ | → |
| Acute type 2 | ↓/→ | ↑ | → |
| Chronic type 2* | ↓/→ | ↑ | ↑ |
| Hyperventilation | → | ↓ | →/↓ |

*Acute on chronic distinguished from chronic by presence of $\uparrow H^+$.

Phân tích rối loạn cân bằng Toan – Kiềm

15



- ▶ Không bao giờ bù trừ **DƯ**
- ▶ Luôn kết hợp bệnh cảnh lâm sàng

Phân tích rối loạn cân bằng Toan – Kiềm

16

Rối loạn tiên phát do Hô Hấp

Xác định cấp tính hay mãn tính dựa vào $X = \Delta \text{pH} / \Delta \text{PaCO}_2$:

► Toan hô hấp:

$X = 0,008$: cấp

$0,003 < X < 0,008$: cấp trên nền mãn

$X = 0,003$: mãn

$X > 0,008$: có toan chuyển hóa phối hợp

$X < 0,003$: có kiềm chuyển hóa phối hợp

► Kiềm hô hấp:

$X = 0,008$: cấp

$0,003 < X < 0,008$: cấp trên nền mãn

$X = 0,003$: mãn

$X > 0,008$: có kiềm chuyển hóa phối hợp

$X < 0,003$: có toan chuyển hóa phối hợp

Phân tích rối loạn cân bằng Toan – Kiềm

17

Rối loạn tiên phát do Hô Hấp

$$X = \Delta \text{pH} / \Delta \text{PaCO}_2$$

► Toan hô hấp:

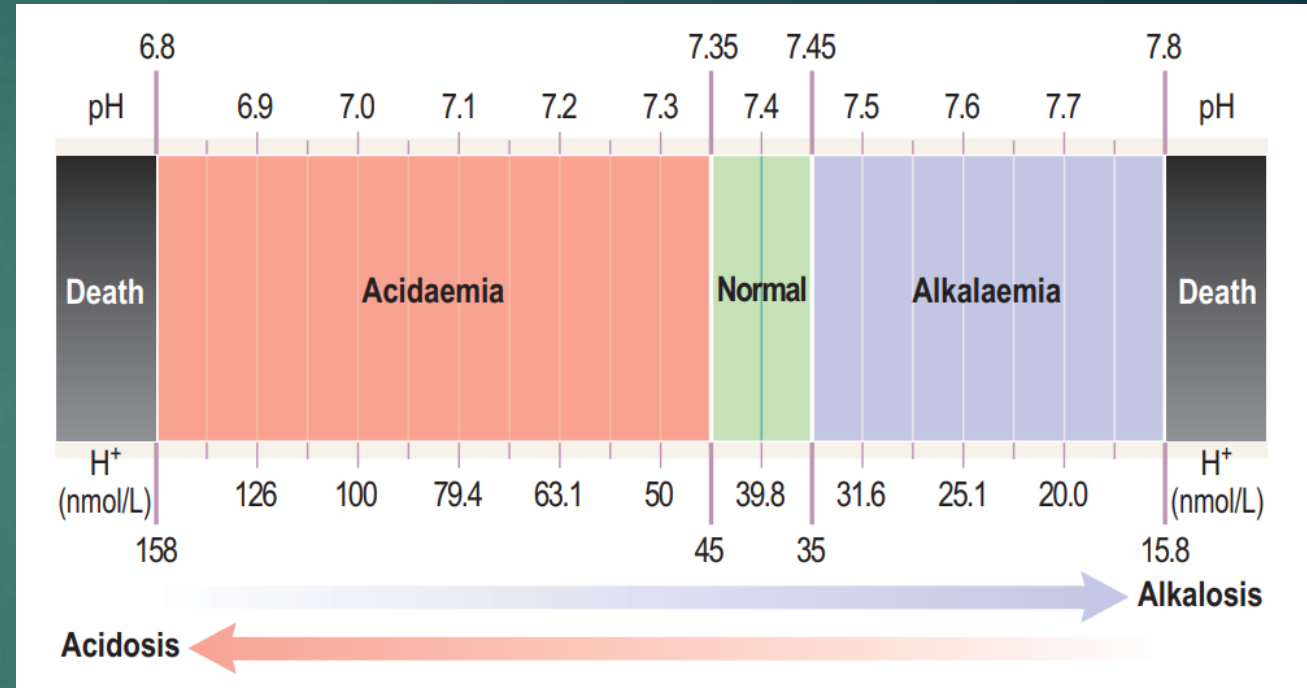
$X > 0,008$: có toan chuyển hóa phổi hợp

$X < 0,003$: có kiềm chuyển hóa phổi hợp

► Kiềm hô hấp:

$X > 0,008$: có kiềm chuyển hóa phổi hợp

$X < 0,003$: có toan chuyển hóa phổi hợp



Phân tích rối loạn cân bằng Toan – Kiềm

Rối loạn tiên phát do Chuyển Hóa

18

Xem hô hấp có bù đủ hay không.

► Toan chuyển hóa:

$$Y = PaCO_2 \text{ dự đoán} = 1.5 \times [HCO_3] + 8 \quad (\pm 2) \quad (> 10)$$

So sánh với $PaCO_2$ thật sự của bệnh nhân.

Nếu $PaCO_2 = Y$: toan chuyển hóa có bù trừ.

Nếu $PaCO_2 > Y$: có toan hô hấp phối hợp

Nếu $PaCO_2 < Y$: có kiềm hô hấp phối hợp

► Kiềm chuyển hóa:

$$Y = PaCO_2 \text{ dự đoán} = 0.7 \times [HCO_3] + 21 \quad (\pm 2) \quad (< 55)$$

So sánh với $PaCO_2$ thật sự của bệnh nhân.

Nếu $PaCO_2 = Y$: kiềm chuyển hóa có bù trừ.

Nếu $PaCO_2 > Y$: có toan hô hấp phối hợp

Nếu $PaCO_2 < Y$: có kiềm hô hấp phối hợp

Phân tích rối loạn cân bằng Toan – Kiềm

19

| Rối loạn tiên phát | Đáp ứng bù trừ |
|----------------------------|--|
| Toan chuyển hóa | PaCO_2 giảm 1,2 mmHg cho mỗi mmol/L HCO_3 giảm |
| Kiềm chuyển hóa | PaCO_2 tăng 0,7 mmHg cho mỗi mmol/L HCO_3 tăng |
| Toan hô hấp: Cấp Mạn | HCO_3 tăng 1 mmol/L cho mỗi 10 mmHg PaCO_2 tăng HCO_3 tăng 3,5 mmol/L cho mỗi 10 mmHg PaCO_2 tăng |
| Kiềm hô hấp: Cấp Mạn | HCO_3 giảm 2,0 mmol/L cho mỗi 10 mmHg PaCO_2 giảm HCO_3 giảm 4,5 mmol/L cho mỗi 10 mmHg PaCO_2 giảm |

Tính Anion gap:

Giúp xác định nguyên nhân toan chuyển hóa

20

$$\text{Anion gap (AG)} = [\text{Na}^+] - [\text{HCO}_3^-] - [\text{Cl}^-]$$



- ▶ $\Delta\text{AG}/\Delta\text{HCO}_3 < 1$: Toan chuyển hóa tăng AG + Toan chuyển hóa không tăng AG
- ▶ $\Delta\text{AG}/\Delta\text{HCO}_3 = 1-2$: Toan chuyển hóa tăng AG đơn thuần
- ▶ $\Delta\text{AG}/\Delta\text{HCO}_3 > 2$: Toan chuyển hóa tăng AG + Kiềm chuyển hóa

Nguyên nhân của các rối loạn chuyển hóa

21

Box 1.5.1 Metabolic acidosis (low HCO_3^-)

With raised anion gap

Lactic acidosis (e.g. hypoxaemia, ischaemia, shock, sepsis)
Ketoacidosis (diabetes, starvation, alcohol excess)
Renal failure (accumulation of sulphate, phosphate, urate)
Poisoning (aspirin, methanol, ethylene glycol)
Massive rhabdomyolysis

With normal anion gap

Renal tubular acidosis (types 1, 2 and 4)
Diarrhoea (HCO_3^- loss)
Adrenal insufficiency
Ammonium chloride ingestion
Urinary diversion (e.g. ureterosigmoidostomy)
Drugs (e.g. acetazolamide)

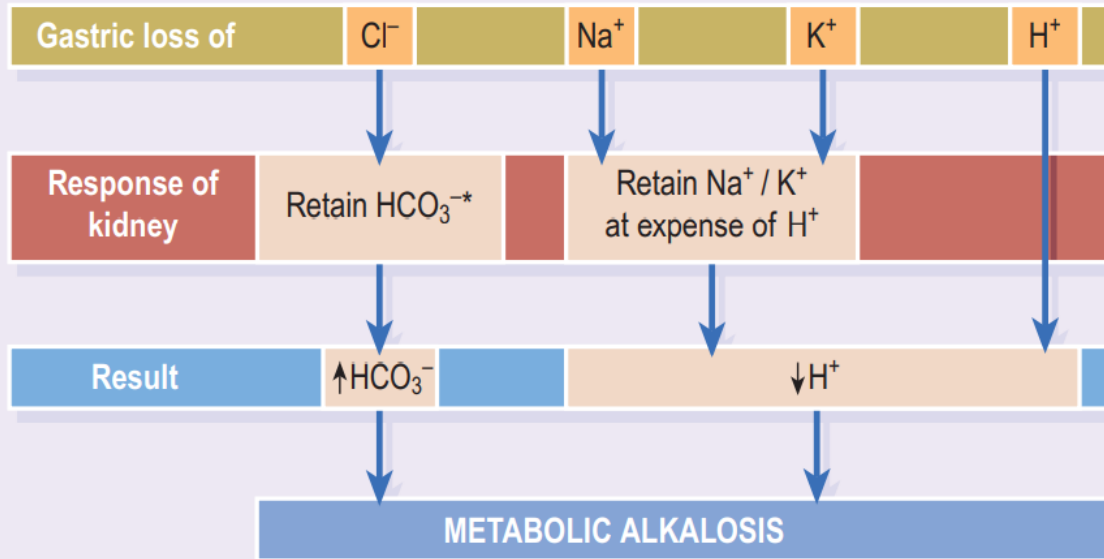
Box 1.5.3 Metabolic alkalosis (high HCO_3^-)

Loss of gastric secretion (vomiting, NG suction)
Potassium depletion (e.g. diuretics)
Cushing syndrome
Conn syndrome (primary hyperaldosteronism)
Chloride-rich diarrhoea (e.g. villous adenoma)
Excessive administration of sodium bicarbonate

NG, nasogastric.

Table 1.3.3 Common causes of hyperventilation

| | | |
|-----------|---------------------------------------|----------------------------------|
| Primary | Anxiety (psychogenic) | Pain or distress |
| | Hypoxaemia | Fever |
| | Salicylate toxicity | Central nervous system disorders |
| | Hepatic cirrhosis | |
| Secondary | Metabolic acidosis (of any aetiology) | |



* When Cl^- is in short supply, the kidney must keep HCO_3^- to preserve *electroneutrality* (the overall balance of positive and negative charges in the body)

Balancing acts in the kidney

There are two major 'balancing acts' that influence acid–base regulation:

1. Sodium ions (Na^+) are retained by swapping them for either a potassium ion (K^+) or H^+ . When K^+ is in short supply, H^+ has to take up the slack (and vice versa), and therefore, more H^+ are excreted in exchange for Na^+ .
2. Cl^- and HCO_3^- are the main negatively charged ions (anions) that have to balance with positively charged ions (cations; predominantly Na^+ and K^+). During times of high Cl^- loss, more HCO_3^- is retained; when HCO_3^- losses are high (via the kidney or gastrointestinal tract), more Cl^- is retained.

Therefore, generally speaking, K^+ and H^+ levels have a tendency to move in the same direction, whereas a primary fall in either Cl^- or HCO_3^- will usually cause the other to move in the opposite direction.

Bài tập 1:

- ▶ Bệnh nhân nam khoảng 20 tuổi, được phát hiện hôn mê nằm ngoài đường. Bệnh nhân được người đi đường mang vào, không có thân nhân, không khai thác được tiền căn và bệnh sử.

- ▶ Khám:

Bệnh nhân mê, môi tím nhẹ, SpO₂ 82%

Thở chậm, yếu, có lúc ngưng thở ngắn.

Đồng tử 2 bên co nhỏ

- ▶ **Câu hỏi:** Hãy phân tích kết quả khí máu động mạch trên.

| Khí máu động mạch (bệnh nhân thở khí phòng, FiO ₂ 21%) | |
|---|-----------|
| pH | 7,26 |
| pCO ₂ | 58 mmHg |
| pO ₂ | 71 mmHg |
| HCO ₃ ⁻ | 25 mmol/l |
| BE | -1 |

Bài tập 2:

- ▶ Bệnh nhân nam 19 tuổi, nhập viện vì mệt.
- ▶ Tiền căn: đái tháo đường típ 1
- ▶ Vài ngày nay, bệnh nhân tự ngưng một số lần tiêm insulin, sau đó có triệu chứng khát và tiểu nhiều.
- ▶ Khám lâm sàng ghi nhận bệnh nhân không sốt, tim đều, phổi trong.
- ▶ **Câu hỏi:** Hãy phân tích kết quả khí máu động mạch trên.

| Kết quả xét nghiệm máu: | |
|-------------------------------|------------|
| Na ⁺ | 136 mEq/l |
| K ⁺ | 4,8 mEq/l |
| Cl ⁻ | 99 mEq/l |
| Glucose | 19 mm/l |
| BUN | 24 mg/dl |
| Creatinin | 0,9 mg/dl |
| Khí máu động mạch: | |
| pH | 7,26 |
| pCO ₂ | 18 mmHg |
| pO ₂ | 128 mmHg |
| HCO ₃ ⁻ | 8,1 mmol/l |
| TPTNT: | |
| Glucose | + |
| Ketone | 4+ |

Bài tập 3:

▶ BN nam 65 tuổi, NV vì khó thở, ho khan, bệnh 2 tuần.

▶ Tiền căn: COPD, Bệnh tim thiếu máu cục bộ, Tăng huyết áp

▶ Khám:

NT: 28 l/p, HA: 160/90 mmHg, SpO₂ 90% khí trời, tĩnh mạch cổ nổi, ran nổ, ran ẩm 2 phế trường.

▶ **Câu hỏi:** Hãy phân tích kết quả khí máu động mạch trên.

Khí máu động mạch

(Bệnh nhân thở oxy canula 4 lít/phút)

pH=7.521

PaCO₂= 60.4 mmHg

PaO₂=58.2 mmHg

HCO₃⁻=49.9 mmol/l

Bài tập 4:

- ▶ Bệnh nhân nữ, 58 tuổi, nhập viện vì Sốt, Ho khạc đàm, bệnh 6 ngày
- ▶ Tiền căn: Lao phổi, Hen/COPD?

- ▶ **Câu hỏi:** Hãy phân tích kết quả khí máu động mạch trên.

Khí máu động mạch

(Bệnh nhân thở oxy canula 3 lít/phút)

pH=7.446

PaCO₂= 58.7 mmHg

PaO₂=92.1 mmHg

HCO₃⁻=36.8 mmol/l