

KHÍ MÁU ĐỘNG MẠCH

*BS CKII Bùi Xuân Phúc
Bộ môn Nội- ĐHYD TPHCM*

Mục tiêu:

1. Đánh giá suy hô hấp dựa trên khí máu động mạch.
2. Nắm vững các đáp ứng bù trừ trong rối loạn toan kiềm tiên phát.
3. Phân tích đúng kết quả khí máu động mạch.

I. Đại cương:

- Là xét nghiệm cung cấp thông tin về pH, phân áp và nồng độ của Oxy và CO₂ trong máu động mạch.
- Giúp chẩn đoán các rối loạn thăng bằng- toan kiềm trong cơ thể.
- Giúp chẩn đoán suy hô hấp vì TCLS của suy hô hấp thường không nhạy và không đặc hiệu.

Do đó, đây là một xét nghiệm không thể thiếu trong các khoa bệnh nặng (ICU...).

Chỉ định:

- 1/ Suy hô hấp.
- 2/ Rối loạn toan-kiềm.

Chống chỉ định:

1/ Tại chỗ: chấn thương, bỏng, nhiễm trùng, viêm da nặng, bệnh mạch máu ngoại biên nặng.

2/ Toàn thân: rối loạn đông máu, dự định dùng thuốc tiêu sợi huyết.

II. Kỹ thuật làm khí máu động mạch:

1. Dụng cụ:

Ống tiêm 1 ml, kim 25

Heparin 1000 đơn vị/ml

Cồn 70⁰, gòn, gạc sạch để sát trùng da

Nút cao su hoặc sáp nến để đậy đầu kim

Lidocain 1% không pha Epinephrine để gây tê

Ly nhỏ hoặc túi nhựa dẻo đựng nước đá đập vụn

2. Test Allen:

- Mục đích: xác định ĐM trụ và cung ĐM lòng bàn tay có thể thay thế ĐM quay hay không khi ĐM quay bị tổn thương.
- Cách làm:

BN xòe và nắm bàn tay nhiều lần. Nắm lại thật chặt để dồn máu ra khỏi bàn tay.

Dùng ngón tay ép ĐM quay và ĐM trụ. Khi thấy lòng bàn tay trắng thì buông ngón tay đè ĐM trụ. Nếu bàn tay hồng trở lại trong vòng 6 giây: an toàn.

3. Kỹ thuật lấy máu động mạch:

- Vị trí: ĐM quay (thường nhất), ĐM cánh tay, ĐM đùi.
- Tráng ống tiêm bằng Heparin. Đuổi hết khí ra ngoài, chừa lại một ít Heparin trong ống.
- Tư thế bệnh nhân:
 - ĐM quay: BN ngửa bàn tay, duỗi nhẹ cổ tay.
Vị trí chích khoảng 1.3- 2.5 cm trên nếp gấp cổ tay.
 - ĐM cánh tay: BN ngửa bàn tay, khuỷu duỗi.
Vị trí chích hơi cao hơn nếp gấp khuỷu.
 - ĐM đùi: BN nằm, chân duỗi thẳng.
Chích tại nếp lằn bẹn.

Mang găng vô trùng.

Sát trùng da.

Bắt mạch bằng 2 hay 3 ngón tay.

Nếu BN còn tỉnh và sợ đau: gây tê tạo nốt phỏng da.

Đâm kim tạo một góc $45-60^{\circ}$ với bề mặt da. Động mạch đùi: tạo góc 90° .

Rút 1 ml máu làm xét nghiệm. Nếu chưa lấy được máu, từ từ rút ngược kim ra đến khi máu tràn vào ống tiêm.

Ép chặt vùng chích 5-10 phút. BN rối loạn đông máu: ép lâu hơn.

Giữ ống tiêm thẳng đứng, mũi kim hướng lên trên. Búng nhẹ vào thành ống cho bọt khí nổi lên rồi bơm chúng ra ngoài.

Để nguyên ống tiêm còn gắn kim. Đâm kim vào nắp cao su hoặc sáp nến để ngăn không khí tiếp xúc với mẫu máu. Lưu ý không cầm nút cao su đẩy đầu kim.

Lăn nhẹ ống tiêm giữa hai bàn tay để trộn đều máu.

Đem đến phòng xét nghiệm ngay. Nếu phải đợi hơn 10 phút thì đặt ống tiêm vào túi nước đá.

Các thông số cần cung cấp cho phòng xét nghiệm:
Hemoglobin, thân nhiệt, FiO_2 .

4. Biến chứng:

Thường gặp nhất là khối máu tụ. Phòng ngừa: dùng kim nhỏ và ép chặt vùng chích đủ lâu.

Thuyên tắc khí: khi chích lặp đi lặp lại nhiều lần.

Tổn thương thần kinh: khi chích động mạch cánh tay và động mạch đùi.

III. Các thông số phân tích trong một mẫu khí máu động mạch:

pH: đo tính toan hay kiềm của máu

PaO_2 : phân áp Oxy (hòa tan) trong máu ĐM

PaCO_2 : phân áp CO_2 trong máu ĐM

SaO_2 : độ bão hòa oxy của Hb trong máu ĐM (thường suy ra từ PaO_2 qua đường cong Barcroft).

AaDP0_2 : khuynh áp oxy qua màng phế nang mao mạch

$\text{HCO}_3\text{-A}$ (Actual Bicarbonate): nồng độ HCO_3 thật sự (nồng độ thực tế của bicarbonate trong huyết tương).

$\text{HCO}_3\text{-St}$ (Standard Bicarbonate): nồng độ HCO_3 chuẩn hóa ($\text{PaCO}_2 = 40 \text{ mmHg}$, bão hòa với oxy và ở 37°C).

Là chỉ số về RL thăng bằng toan kiềm do CH, không bị nhiễu bởi hô hấp.

BB (Base Buffer): kiềm đệm. Là tổng số anion đệm (có thể nhận H^+) trong một lít máu (tổng lượng kiềm trong một lít máu).

BE (Base Excess): kiềm dư. Là 1 trị số tính toán lượng acid hay bazơ mạnh cần phải thêm vào máu (trong điều kiện hô hấp chuẩn $PaCO_2 = 40 \text{ mmHg}$) để đưa pH máu về 7.4

BEecf (Base Excess of extracellular fluid): kiềm dư trong dịch ngoại bào. Thông số này đại diện cho lượng kiềm dư của toàn cơ thể → chính xác hơn kiềm dư trong máu.

TCO_2 (Total CO_2): lượng carbon dioxide tổng cộng, bao gồm CO_2 hòa tan và bicarbonate.

Các thông số chính:

pH

PaCO_2

PaO_2

HCO_3

Viết tắt:

$\text{pH} \rightarrow \text{PaCO}_2 \rightarrow \text{PaO}_2 \rightarrow \text{HCO}_3$

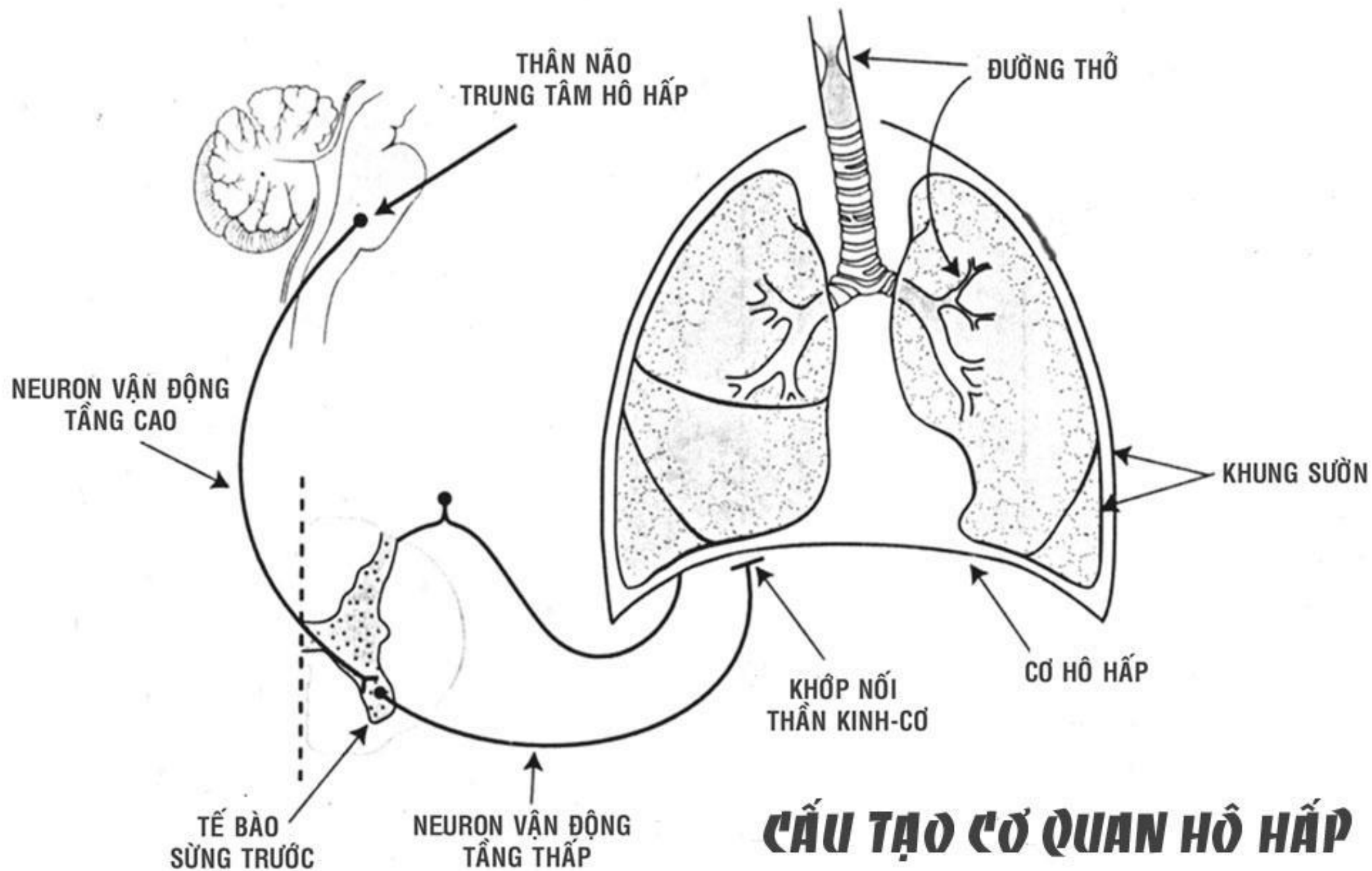
Ví dụ: 7.4/40/85/24

IV. Phân tích kết quả khí máu động mạch.

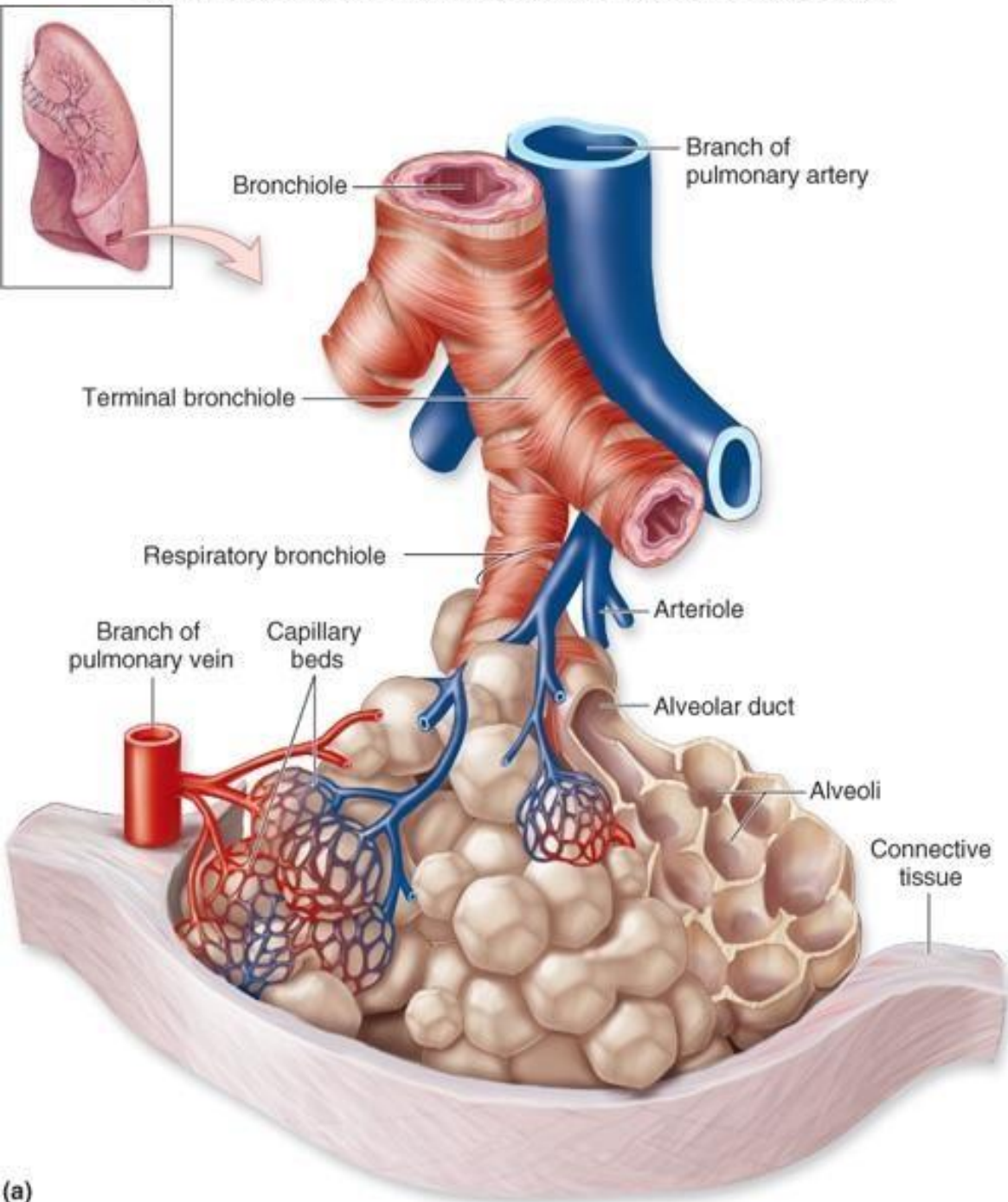
A. Đánh giá suy hô hấp:

Có 3 loại:

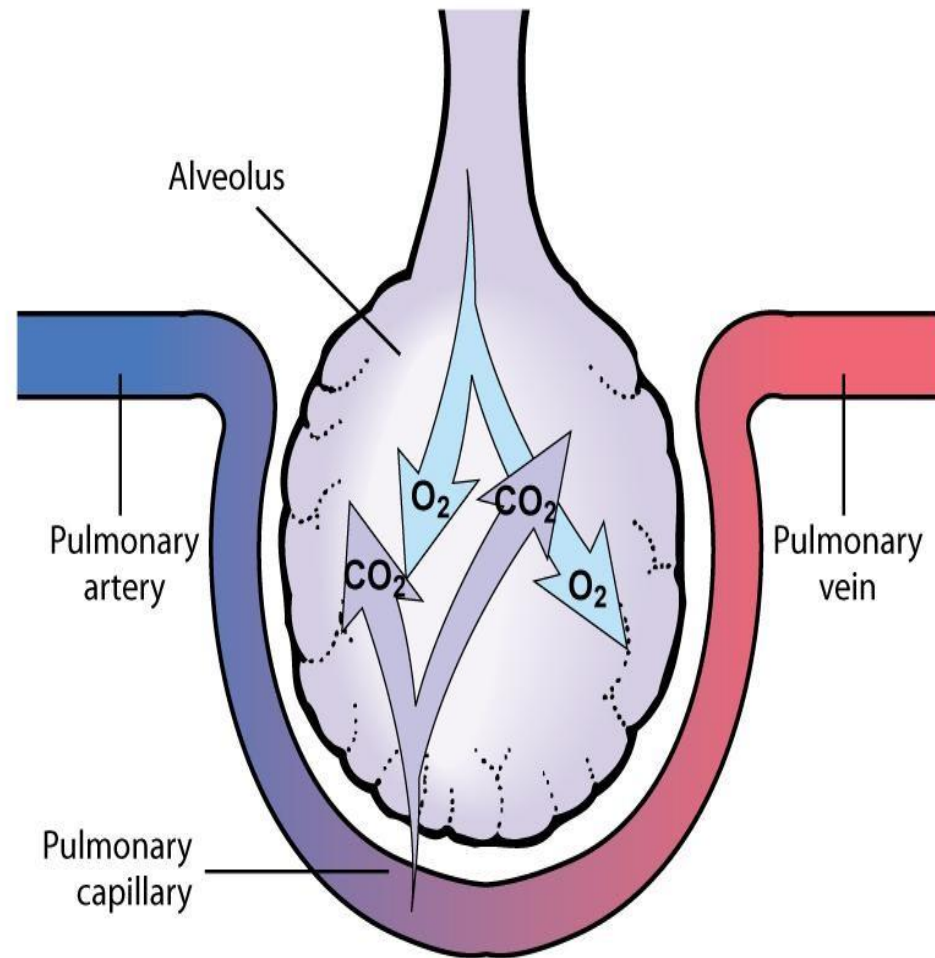
- Suy hô hấp giảm Oxy máu.
- Suy hô hấp tăng CO_2 máu.
- Loại hỗn hợp: vừa giảm Oxy máu, vừa tăng CO_2 máu.



CẤU TẠO CƠ QUAN HÔ HẤP



Đơn vị trao đổi khí (Gas exchange unit)



1. Giảm Oxy máu:

PaO₂: bình thường 80-100 mmHg (khí phòng)

Nguyên nhân PaO₂ giảm: các bệnh lý hô hấp, tim mạch gây cản trở trao đổi oxy ở phổi

Giảm oxy máu (Hypoxemia)	PaO ₂ (mmHg)
Nhẹ	60-79
Vừa	45-59
Nặng	< 45

- Hypoxemia nhẹ (PaO_2 60-79 mmHg) không gây Hypoxia.
- Hypoxemia vừa (PaO_2 45-59 mmHg) có thể gây Hypoxia nếu có suy tuần hoàn.
- Hypoxemia nặng ($\text{PaO}_2 < 45$ mmHg) gần như chắc chắn gây Hypoxia.

Khi PaO_2 giảm, nên xem xét thêm $AaDP0_2$ để đánh giá hiệu quả vận chuyển oxy qua phế nang.

$AaDP0_2$ (hay còn gọi là $P(A-a)O_2$ Gradient) là sự chênh lệch giữa phân áp oxy phế nang (PAO_2) và phân áp oxy động mạch (PaO_2).

$$P(A-a) = PAO_2 - PaO_2.$$

$$PAO_2 = (P_B - PH_2O) \times FiO_2 - PaCO_2 / R$$

Trong đó:

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

PH_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

Nếu BN thở khí phòng và ở ngang mực nước biển:

$$PAO_2 = 0.21 \times (760 - 47) - 40/0.8 = 100.$$

PaO_2 bình thường khoảng 90 mmHg. Do đó $P(A - a)O_2$ bình thường khoảng 10-20 mmHg trong điều kiện thở khí phòng. Nếu > 20 mmHg là bệnh lý.

$AaDP O_2$ tăng chứng tỏ giảm oxy máu do phổi hoặc tim (shunt phải- trái). $AaDP O_2$ bình thường chứng tỏ cơ chế giảm oxy máu ngoài phổi.

- Tỷ lệ PaO_2/FiO_2 (tỷ lệ oxy hóa máu): đánh giá tình trạng oxy hóa máu.
- Giá trị bình thường: 400-500 mmHg.

$PaO_2/FiO_2 < 300$: ALI- Acute Lung Injury

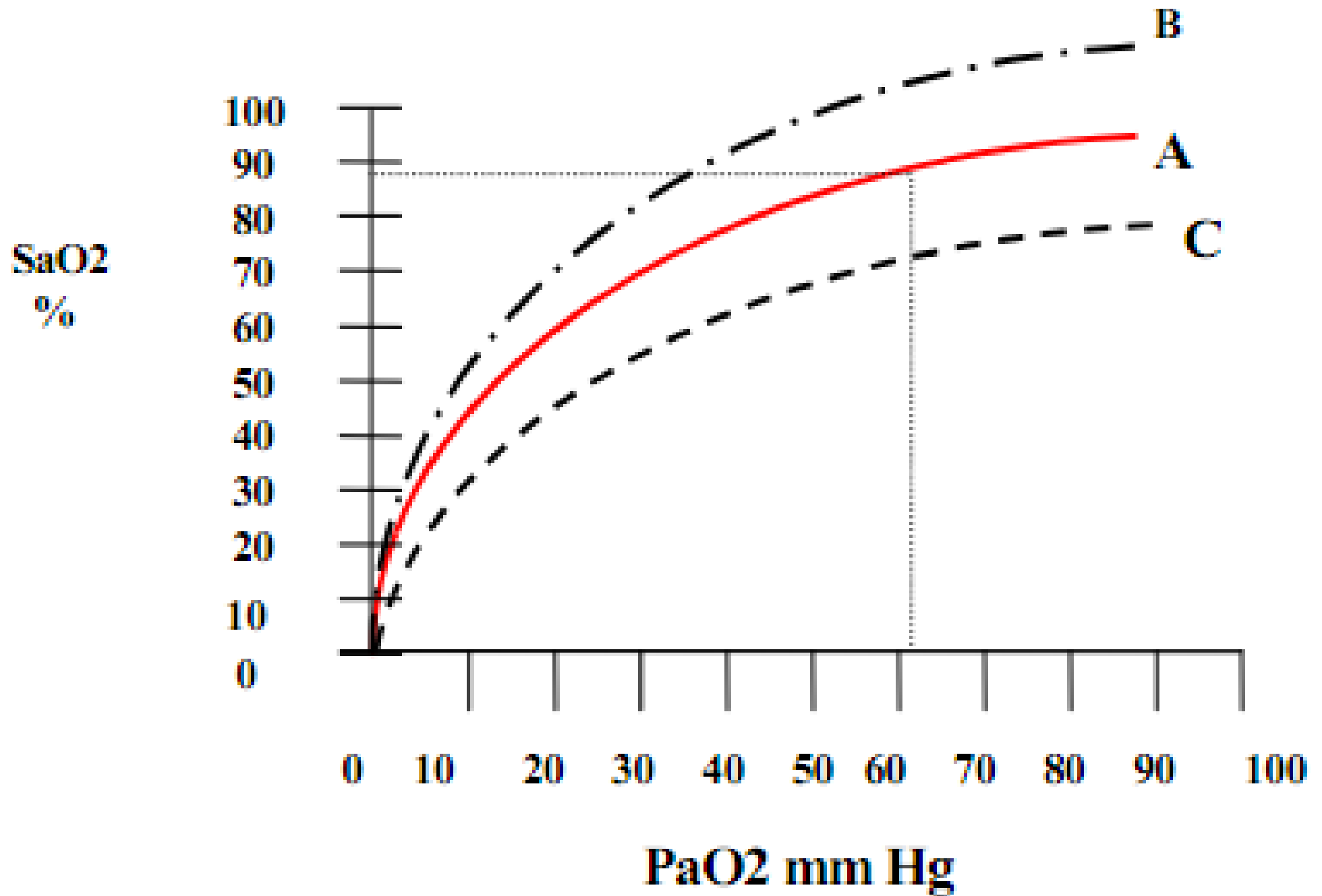
$PaO_2/FiO_2 < 200$: ARDS- Acute Respiratory
Distress Syndrome

Nhận xét:

$$PaO_2 = 100 - (\text{tuổi} \times 0.25)$$

$$P(A-a)O_2 = 3 + (0.21 \times \text{tuổi})$$

Đường cong phân ly Oxy-Hemoglobin: phản ánh mối quan hệ giữa SaO_2 và PaO_2 .



- Nếu oxy gắn kết lỏng lẻo với Hb, Hb có thể nhả oxy trước khi nó đến mô. Gặp trong: toan, sốt, tăng PCO_2 , tăng 2,3-DPG (2,3-Diphosphoglycerate là một sản phẩm trong quá trình chuyển hóa glucose). Đường cong lệch phải (hình C).
- Nếu oxy gắn kết quá chặt với Hb, oxy có thể không chuyển đến mô. Gặp trong: hạ thân nhiệt, kiềm, giảm PCO_2 , giảm 2,3-DPG. Đường cong lệch trái (hình B)

Dụng cụ đo độ oxy bão hòa trong máu động mạch (Pulse oximetry)

Nguyên lý cấu tạo của pulse oximetry dựa trên việc hấp thu ánh sáng đỏ và tia hồng ngoại đặc trưng của hemoglobin gắn oxy và hemoglobin không gắn oxy.

Hemoglobin gắn oxy hấp thu nhiều ánh sáng hồng ngoại hơn nên sẽ cho ánh sáng đỏ đi qua nhiều hơn; hemoglobin không gắn oxy thì ngược lại. Độ dài sóng của ánh sáng đỏ là 660 nm, Độ dài sóng của tia hồng ngoại là 940 nm.

$SpO_2 = \text{Hb gắn oxy} / \text{Hb toàn phần}$

SpO₂

- Khi nào cần đo SpO₂?
Thực ra thì đặt câu hỏi khi nào không sử dụng SpO₂ thì có vẻ hợp lý hơn, vì SpO₂ giờ đây đã được xem như là dấu hiệu sinh tồn thứ 5 bên cạnh: mạch, huyết áp, nhiệt độ, nhịp thở.
- SpO₂ không chính xác khi có Hb bất thường, tụt huyết áp.



Cơ chế giảm Oxy máu (xem thêm bài SHH cấp):

1. Giảm phân áp Oxy trong khí hít vào:

Nguyên nhân: lên vùng cao, trong các đám cháy.

2. Giảm thông khí phế nang:

Nguyên nhân: tai biến mạch máu não, ngộ độc thuốc, bệnh lý thần kinh- cơ.

3. Bất tương hợp thông khí- tưới máu:

Nguyên nhân: COPD, hen phế quản, thuyên tắc phổi.

4. Shunt phải- trái trong phổi:

Nguyên nhân: viêm phổi, phù phổi.

5. Rối loạn khuếch tán qua màng phế nang- mao mạch:

Nguyên nhân: xơ phổi, bệnh phổi mô kẽ.

2. Tăng CO_2 máu (toan hô hấp):

$\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$ và $\text{pH} < 7.35$

Nguyên nhân:

Giảm thông khí phế nang → giảm đào thải CO_2 :
đây là nguyên nhân thông thường nhất.

Tăng sản xuất CO_2 từ quá trình chuyển hóa mà
không có khả năng bù trừ bằng tăng thông khí phế
nang.

Nguyên nhân: sốt, nhiễm trùng, động kinh, nuôi
ăn bằng đường tĩnh mạch quá nhiều.

3. Phân loại suy hô hấp:

Loại	PaO_2	$PaCO_2$	$P(A-a)O_2$
1	↓	Bt, ↓	↑
2	↓	↑	Bt
3	↓	↑	↑

4. Phân biệt suy hô hấp cấp và suy hô hấp mãn:

SHH cấp: chức năng hô hấp suy giảm nhanh.

SHH mãn: thường có những thích nghi sinh lý, làm phân phối oxy hệ thống và pH máu trở về bình thường → KMĐM có giảm oxy máu hoặc tăng CO_2 máu kèm pH máu giảm thường là SHH cấp.

* Định nghĩa SHH cấp:

$\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ (hay $\text{SaO}_2 < 90\%$) với $\text{FiO}_2 \geq 0.6$,
và/hoặc: $\text{PaCO}_2 > 50 \text{ mmHg}$ và $\text{pH} < 7.3$

B. Đánh giá thăng bằng toan- kiềm :

1. Tương quan giữa pH và H^+ :

Khi pH tăng hay giảm 0,1 thì H^+ giảm hay tăng thêm 20%.

pH	H^+
7.8	16
7.7	20
7.6	25
7.5	32
7.4	40
7.3	50
7.2	63
7.1	80
7.0	100
6.9	125
6.8	160

Mối liên quan giữa $[H^+]$ & pH

<u>pH</u>	<u>$[H^+]$</u>	<u>pH</u>	<u>$[H^+]$</u>
7.80	16	7.30	50
7.75	18	7.25	56
7.70	20	7.20	63
7.65	22	7.15	71
7.60	25	7.10	79
7.55	28	7.00	100
7.50	32	6.95	112
7.45	35	6.90	125
7.40	40	6.85	141
7.35	45	6.80	159

Nồng độ H^+ trong máu bình thường khoảng 40 nEq/L.

Nanoequivalent bằng một phần triệu milliequivalent.

Như vậy, nồng độ H^+ trong máu là 0.00004 mEq/L.

Việc sử dụng đơn vị quá nhỏ như vậy sẽ gây rắc rối khi tính toán, do đó nồng độ H^+ thường được biểu diễn bằng pH.

$$pH = -\log_{10}[H^+]$$

Phương trình Henderson-Hasselbach:

$$pH = 6,10 + \log[HCO_3 / PaCO_2 \times 0,03]$$

Lawrence J.
Henderson (1878-
1942), biochemist at
Harvard University,
who was first to
understand and
express quantitatively
the buffering effect of
carbon dioxide and
bicarbonate
interacting with
hydrogen ions in
blood.



2. Phương trình Handersson-Hasselbalch cải biên:

$$H^+ = 24 \times PaCO_2 / HCO_3^-$$

Trong các thông số KMĐM: pH, $PaCO_2$ và PaO_2 được đo trực tiếp; các thông số khác thường có được từ tính toán.

Do đó dùng phương trình này để kiểm tra sự phù hợp của các thông số xem máy có báo sai không.

KIỂM TRA ĐỘ TIN CẬY K₂ĐM

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

- $\text{HCO}_3^-_{\text{TÍNH TOÁN}} = \text{HỆ SỐ} \times \text{PaCO}_2_{\text{BỆNH NHÂN}}$
- $|\text{HCO}_3^-_{\text{TÍNH TOÁN}} - \text{HCO}_3^-_{\text{BỆNH NHÂN}}| \leq 4$

3. Trị số bình thường của các thông số:

	Giới hạn bình thường	Giá trị trung bình
pH	7.35- 7.45	7.4
PaCO ₂ (mmHg)	35- 45	40
HCO ₃ (mmol/L)	22- 26	24

Box 1

Reference ranges for arterial blood gases

pH	7.35 – 7.45	
PaO ₂	80 – 100* mmHg	10.6 – 13.3 kPa
PaCO ₂	35 – 45 mmHg	4.7 – 6.0 kPa
HCO ₃ ⁻	22 – 26 mmol/L	
Base excess	–2 – +2 mmol/L	

Reference ranges for venous blood gases

pH	7.32 – 7.43
PvO ₂	25 – 40 mmHg
PvCO ₂	41 – 50 mmHg
HCO ₃ ⁻	23 – 27 mmol/L

* age and altitude dependent (see text)

Kilopascals: to convert pressures to kPa, divide mmHg by 7.5

Nhận xét:

Máu động mạch và máu tĩnh mạch: pH, PCO_2 , HCO_3 gần giống nhau, khác nhau về PaO_2 (máu tĩnh mạch có $PaO_2 = \frac{1}{2}$ máu động mạch).

4. Các rối loạn toan- kiềm:

a. Điều chỉnh thăng bằng toan kiềm trong cơ thể:

- Toan chuyển hóa:



Toan chuyển hóa được bù trừ bằng kiềm hô hấp (tăng thông khí).

- Kiềm chuyển hóa:



Kiềm chuyển hóa được bù trừ bằng toan hô hấp (giảm thông khí).

- Toan hô hấp:

Dư $\text{CO}_2 \rightarrow \text{H}^+$ tăng \rightarrow thận bài tiết H^+ và giữ HCO_3^- .

Toan hô hấp được bù trừ bằng kiềm chuyển hóa.

- Kiềm hô hấp:

Thiếu $\text{CO}_2 \rightarrow \text{H}^+$ giảm \rightarrow thận thải HCO_3^- .

Kiềm hô hấp được bù trừ bằng toan chuyển hóa.

Tóm tắt:

Rối loạn	pH	Rối loạn tiên phát	Đáp ứng bù trừ
Toan hô hấp	↓	$\text{PaCO}_2 \uparrow$	$\text{HCO}_3 \uparrow$
Kiềm hô hấp	↑	$\text{PaCO}_2 \downarrow$	$\text{HCO}_3 \downarrow$
Toan chuyển hóa	↓	$\text{HCO}_3 \downarrow$	$\text{PaCO}_2 \downarrow$
Kiềm chuyển hóa	↑	$\text{HCO}_3 \uparrow$	$\text{PaCO}_2 \uparrow$

b. Mức độ bù trừ:

Bù trừ của thận bắt đầu trong vài giờ, tối đa trong 3-5 ngày.

Bù trừ của hô hấp xảy ra rất nhanh chỉ sau vài phút, và hoàn tất trong 12 giờ, do đó trong các rối loạn chuyển hóa không có khái niệm cấp-mãn.

Lưu ý: các thay đổi của pH, PaCO_2 , HCO_3 đều phải tính toán từ giá trị trung bình.

- Khả năng bù trừ của phổi và thận trong các rối loạn toan kiềm tiên phát (đơn thuần):

Rối loạn	Đáp ứng bù trừ
Toan chuyển hóa	$\text{PaCO}_2 \# 1.5 \times [\text{HCO}_3] + 8 \quad (\pm 2 \text{ và } > 10)$
Kiềm chuyển hóa	$\text{PaCO}_2 \# 0.7 \times [\text{HCO}_3] + 21 \quad (\pm 2 \text{ và } < 55)$
Toan hô hấp: Cấp Mãn	$\Delta \text{HCO}_3 \# 0.1 \times \Delta \text{PaCO}_2 \quad (\text{HCO}_3 < 30)$ $\Delta \text{HCO}_3 \# 0.35 \times \Delta \text{PaCO}_2 \quad (\text{HCO}_3 < 55)$
Kiềm hô hấp: Cấp Mãn	$\Delta \text{HCO}_3 \# 0.2 \times \Delta \text{PaCO}_2$ $\Delta \text{HCO}_3 \# 0.45 \times \Delta \text{PaCO}_2$

Cũng có thể đánh giá đáp ứng bù trừ bằng cách ước lượng sau đây

:

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

c. Rối loạn toan kiềm hỗn hợp:

Khi có từ 2 rối loạn tiên phát nêu trên xảy ra cùng lúc.

Ví dụ: toan hô hấp + toan chuyển hóa.

Chẩn đoán rối loạn toan kiềm hỗn hợp đôi lúc phức tạp và khó khăn. Cần lưu ý một số điểm sau:

Trong các rối loạn toan kiềm đơn thuần, PaCO_2 và HCO_3 luôn thay đổi cùng chiều; nếu ngược chiều là có rối loạn hỗn hợp.

Nếu bù trừ quá mức hoặc không bù trừ là có rối loạn hỗn hợp.

Một số bệnh cảnh lâm sàng có rối loạn toan- kiềm hỗn hợp:

- Toan hỗn hợp (toan hô hấp + toan chuyển hóa):
Ngưng tim ngưng thở, suy hô hấp nặng, ngộ độc thuốc.
- Toan chuyển hóa + kiềm hô hấp:
Nhiễm trùng huyết, bệnh gan nặng, ngộ độc Salicylate.
- Toan chuyển hóa + kiềm chuyển hóa:
Suy thận kèm nôn ói nhiều, nhiễm toan ceton kèm nôn ói.
- Kiềm chuyển hóa + Toan hô hấp:
COPD kèm ói nhiều hoặc dùng lợi tiểu nhiều.
- Kiềm hỗn hợp (kiềm hô hấp + kiềm chuyển hóa):
Suy gan nặng kèm nôn ói.

V. Khoảng trống Anion (Anion Gap):

Hỗ trợ KMDM trong chẩn đoán toan chuyển hóa.

1. Khái niệm về Anion Gap:

Trong cơ thể, các ion dương (cation) bao gồm Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Globulin và nhiều khoáng chất khác. Các ion âm (anion) bao gồm Cl^- , HCO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , Albumin và các acid hữu cơ khác.

Tổng số cation bằng tổng số anion, do đó thực sự không có khoảng trống anion.

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

Thực tế, vì chỉ đo Na^+ , HCO_3^- , Cl^- và bỏ qua các anion khác dùng để cân bằng với các cation, nên xuất hiện khoảng trống anion từ chính các anion bị bỏ qua này.

Giá trị bình thường của Anion Gap là 12 ± 2

Hiệu chỉnh Anion Gap:

Albumin máu chiếm hơn 70% điện tích của anion không nhận biết, do đó nếu albumin máu giảm sẽ làm anion gap giảm đáng kể.

Albumin giảm 1g/dl làm anion gap giảm 2.5 mEq/L.

AG hiệu chỉnh = $AG + [2.5 \times (4.5 - \text{Albumin bệnh nhân})]$.

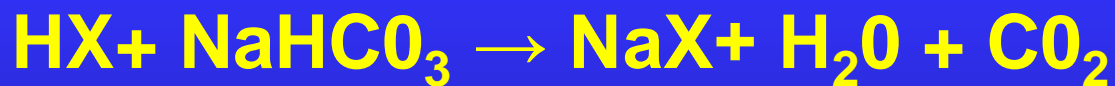
2. Toan chuyển hóa:

pH máu giảm do HCO_3^- giảm. HCO_3^- giảm do 2 cơ chế:

Mất HCO_3^- (qua đường tiêu hóa hay qua thận).

Nhiễm các acid cố định (không bay hơi).

- Khi cơ thể mất HCO_3^- , thận tăng tái hấp thu Cl^- để cân bằng điện tích, nên khoảng trống anion sẽ không thay đổi.
- Khi nhiễm các acid cố định:



X là anion của các acid cố định, không đo được trên xét nghiệm thông thường.

1 mEq HCO_3^- mất đi được thay bằng 1 mEq X và Cl^- không thay đổi, nên khoảng trống anion sẽ tăng.

Trường hợp đặc biệt:

Nhiễm acid HCl (ví dụ: toan chuyển hóa do tiêu chảy, toan hóa ống thận, dùng Acetazolamide). Mặc dù đây là nhiễm acid cố định nhưng khoảng trống anion bình thường, vì khi lấy đi 1 HCO_3^- thì thêm vào 1 Cl^- .

Anion Gap giúp định hướng nguyên nhân toan chuyển hóa theo 2 cơ chế chính:

Nhiễm acid cố định: khoảng trống anion tăng.

Mất HCO_3^- : khoảng trống anion bình thường.

3. Toan chuyển hóa tăng Anion Gap đơn thuần:

Trị số anion gap tăng bao nhiêu thì trị số HCO_3 sẽ giảm bấy nhiêu.

$$\text{Anion Gap} = \text{HCO}_3 (\Delta \text{Anion Gap} / \Delta \text{HCO}_3 \# 1)$$

Ví dụ: Na 140, Cl 105, HCO_3 6,

$$\text{Anion gap} = 140 - 6 - 105 = 29$$

$$\Delta \text{Anion Gap} = 29 - 12 = 17.$$

$$\Delta \text{HCO}_3 = 24 - 6 = 18$$

$$\Delta \text{Anion Gap} / \Delta \text{HCO}_3 = 17/18 \# 1$$

4. Toan chuyển hóa tăng anion gap phối hợp với toan chuyển hóa không tăng anion gap:

Chẩn đoán dựa vào Δ Anion Gap/ Δ HCO_3^- .

- Nếu Δ AG < Δ HCO_3^- : HCO_3^- giảm nhiều hơn sự tăng khoảng trống anion. HCO_3^- giảm không thể giải thích thỏa đáng bằng cơ chế nhiễm acid cố định đơn thuần, mà phải có thêm 1 cơ chế khác gây giảm HCO_3^- cùng hiện diện, cụ thể là toan chuyển hóa do mất HCO_3^- . Ví dụ: nhiễm ceton do tiểu đường kèm tiêu chảy.
- Khi Δ Anion Gap > Δ HCO_3^- : HCO_3^- giảm ít hơn sự tăng khoảng trống anion, gợi ý phải có thêm một nguyên nhân chuyển hóa khác làm HCO_3^- không giảm nhiều, cụ thể là kiềm chuyển hóa. Ví dụ: nhiễm ceton do tiểu đường kèm nôn ói.

- Trên thực tế, mức tăng AG bao giờ cũng nhiều hơn mức giảm HCO_3 , vì còn nhiều hệ đệm khác.
- Do đó, nếu $\Delta\text{AG}/\Delta\text{HCO}_3$ ở trong khoảng từ 1-2 thì được xem như là toan chuyển hóa do nhiễm acid cố định đơn thuần.

5. Tóm tắt:

$\Delta AG / \Delta HCO_3$	Cơ chế toan chuyển hóa
0.3- 0.7 (<1)	Toan CH \uparrow AG + Toan CH không \uparrow AG
0.8- 1.2 (1-2)	Toan CH \uparrow AG đơn thuần
> 1.6 (> 2)	Toan CH \uparrow AG + Kiềm chuyển hóa

VI. Các bước phân tích rối loạn toan kiềm:

1. Đọc pH:

$\text{pH} < 7.35$: toan máu. $\text{pH} > 7.45$: kiềm máu

2. Rối loạn tiên phát:

- Toan:

$\text{PaCO}_2 > 45$: toan hô hấp

$\text{HCO}_3^- < 22$: toan chuyển hóa

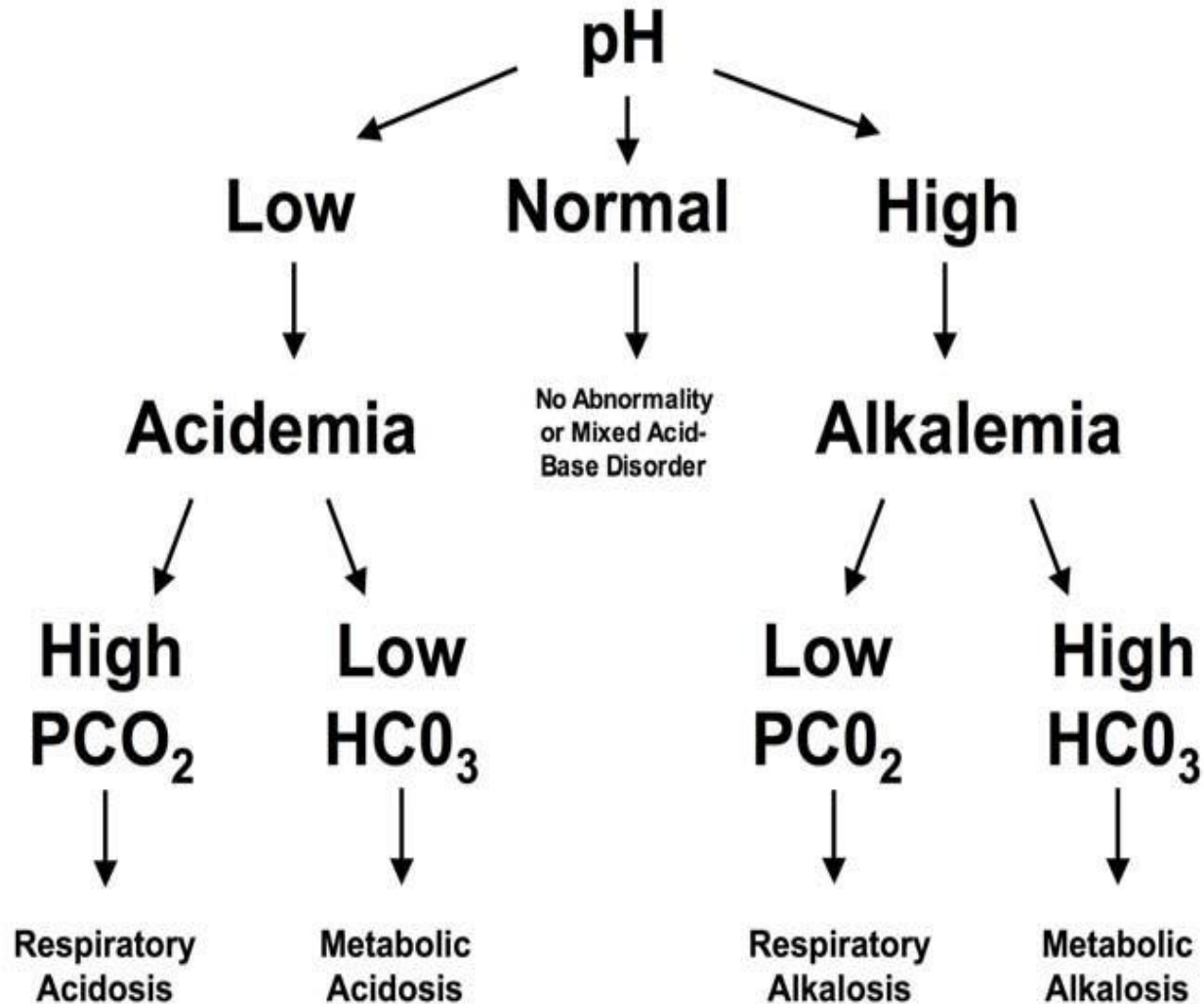
- Kiềm:

$\text{PaCO}_2 < 35$: kiềm hô hấp

$\text{HCO}_3^- > 26$: kiềm chuyển hóa

Bước 2: nhận biết cái gì làm thay đổi pH

Figure 1: Identifying the Primary Process



3. Nếu 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

3bis. Nếu rối loạn tiên phát do chuyển hóa:

Xem hô hấp có bù đủ hay không.

- Toan chuyển hóa:

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

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:

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

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

4. Trường hợp toan chuyển hóa:

Tính anion gap. Nếu anion gap tăng: xét $\Delta AG / \Delta HCO_3$:

< 1: Toan CH \uparrow AG + Toan CH không \uparrow AG

1- 2: Toan CH \uparrow AG đơn thuần

> 2: Toan CH \uparrow AG + Kiềm chuyển hóa

5. Chẩn đoán nguyên nhân:

Dựa vào bệnh sử, triệu chứng lâm sàng, khí máu động mạch và một số xét nghiệm hỗ trợ khác (Xem thêm bài Rối loạn Toan-Kiềm).

Tài liệu tham khảo:

- 1/ Paul L. Marino. Chapter 28: Acid-base interpretations, p.561-576, The ICU Book, 3rd . Lippincott Williams & Wilkins 2006.
- 2/ Judith E. Tintinalli... [et al.]. Chapter 26: Blood gases: Pathophysiology and Interpretation, p.159- 167, Emergency Medicine, 6th. McGraw-Hill 2004.
- 3/ Kellum JA. Determinants of plasma acid-base balance. Crit Care Clin 2005; 21:329-346.
- 4/ Lê thị Tuyết Lan. Sổ tay hướng dẫn Phương pháp phân tích khí trong máu. NXB Y học 1999.

Bài tập:

1/ Một bệnh nhân có $\text{PaCO}_2 = 78 \text{ mmHg}$, $\text{pH} = 7.2$. HCO_3 theo tính toán là bao nhiêu?

Phân tích kết quả KMĐM các trường hợp sau:

2/ $\text{pH} 7.2$ $\text{PaCO}_2 55$ $\text{PaO}_2 55$ $\text{HCO}_3 21$

3/ $\text{pH} 7.28$ $\text{PaCO}_2 60$ $\text{HCO}_3 27$

4/ $\text{pH} 7.56$ $\text{PaCO}_2 54$ $\text{HCO}_3 45$

5/ $\text{pH} 7.23$ $\text{PaCO}_2 10$ $\text{HCO}_3 5$ $\text{Na} 123$ $\text{Cl} 99$

Đáp án:

1/ 29.7

2/ Giảm oxy máu mức độ vừa và toan hỗn hợp.

3/ Toan hô hấp cấp trên nền mãn.

4/ Kiềm chuyển hóa đơn thuần.

5/ Toan chuyển hóa (Toan chuyển hóa tăng anion gap kèm toan chuyển không tăng anion gap) và kiềm hô hấp.

6. pH= 7,18 $\text{PCO}_2 = 80$ $\text{HCO}_3 = 30 \text{ mEq/l}$

Na = 135 Cl = 93

7. pH= 7,2 $\text{PaCO}_2 = 25$ $\text{HCO}_3 = 10$

Na= 130 Cl= 80

8. pH = 7,31 $\text{PaCO}_2 = 10$ $\text{HCO}_3 = 5$

Na = 123 Cl = 99

Thank you!