

血气分析

人体通过吸入O₂ 进行有氧代谢 **碳水化合物、脂肪**，每天产生**15000--20000mmol/L** CO₂，以及（不完全代谢）乳酸、酮体等少量有机酸。

二氧化碳与水反应



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

正常人体的pH范围：7.35--7.45，平均7.4

酸碱平衡通过：

- 化学缓冲对
- 呼吸系统
- 肾脏代谢

达到相对稳定

存在化学缓冲对（主要是 $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ ）时:

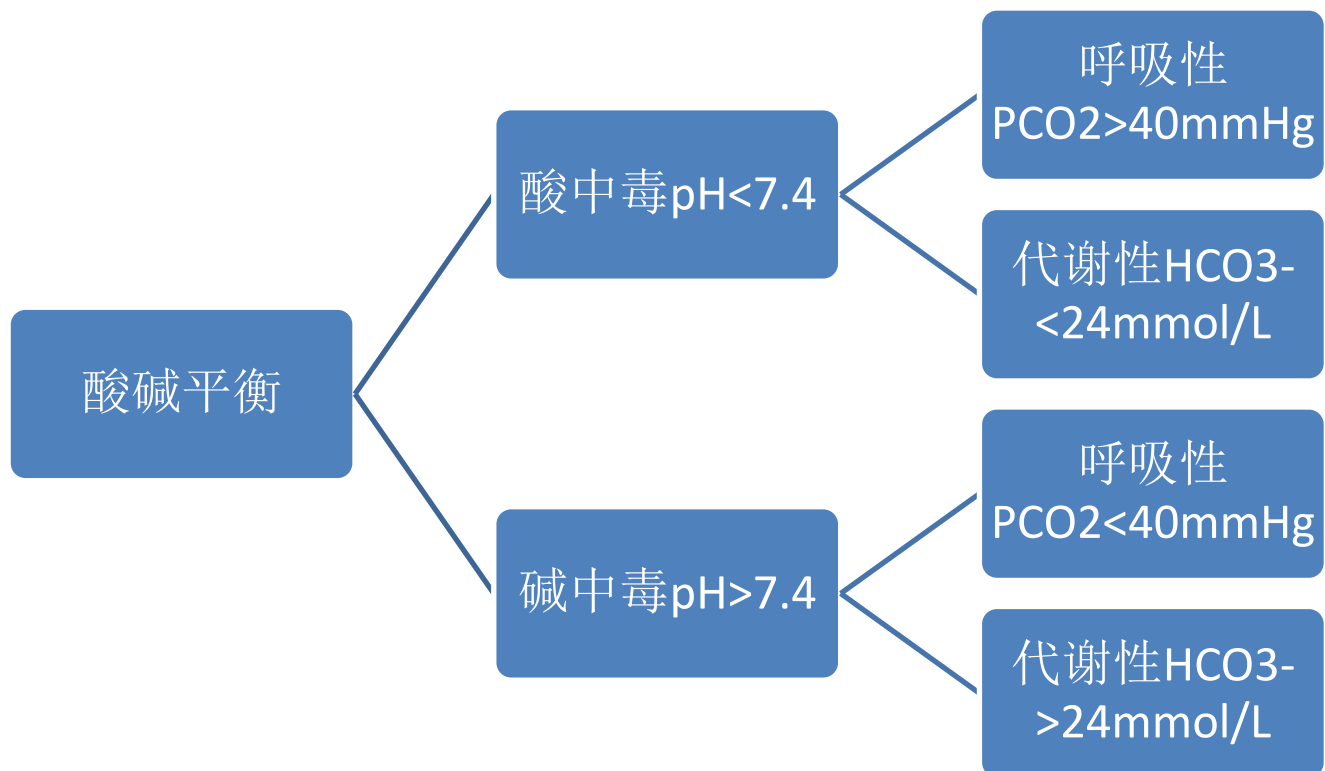
$$pH = pKa + \log_{10} \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

Henderson-Hasselbalch equation

$$pH = 6.1 + \log_{10} \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[0.03 \times P_{\text{CO}_2}]}$$

肺脏通过增加每分钟通气量（=潮气量×呼吸频率），增加 CO_2 排出，推动反应向左进行，氢离子减少，pH增大；反之，pH减少。

肾脏通过排除或重吸收 HCO_3^- ，相应的分泌 H^+ 或排除 H^+ ，降低pH或升高pH



The Romanski Method of ABG Evaluation¹

Step 1: Evaluate pH value

Does the pH indicate acidosis or alkalosis?
(If pH is in normal range, use 7.40 as absolute normal)



Step 2: Evaluate the respiratory and metabolic components

Evaluate PaCO_2 and HCO_3^- to see if the patient is acidotic or alkalotic



Step 3: If the pH is abnormal, determine whether the respiratory value (PaCO_2) or metabolic value (HCO_3^-) is consistent with the pH value



Step 4: Determine whether compensation is present

No Compensation = the ABG value that is not consistent with the acid-base status of pH is normal

Partial Compensation = the ABG value that is not consistent with the acid-base status of the pH and the pH itself are above or below normal

Complete Compensation = the ABG value that is not consistent with the acid-base status of the pH is above or below normal, but the pH is normal

Reference

1. Romanski SO. Interpreting ABGs in four easy steps. Nursing. 1986;16(9):58-64.

ABG = arterial blood gas

第一步

- 根据pH判断酸/碱中毒
- $\text{pH} > 7.4$? 碱中毒: 酸中毒

第二步

- $\text{PCO}_2 > 40 \text{ mmHg}$? 呼吸性酸中毒: 呼吸性碱中毒
- $\text{HCO}_3^- > 24 \text{ mmol/L}$? 代谢性碱中毒: 代谢性酸中毒

第三步

- 判断原发性/继发（代偿）
- 第二步酸碱性判断与第一步一致的为原发性
- 如第一步判断酸中毒，第二步判断呼吸性酸中毒、代谢性碱中毒，则呼吸性酸中毒为原发

第四步

- 判断代偿

第五步

- 计算阴离子间隙
- 如果anion gap(AG) > 12 , 应考虑高阴离子间隙代谢性酸中毒

第六步

- 计算delta ratio
- $\Delta = ([\text{AG}] - 12) / (24 - [\text{HCO}_3^-])$
- $\text{delta ratio} < 0.4$: 正常阴离子间隙代谢性酸中毒
- $0.4 < \text{delta ratio} < 0.8$: 正常阴离子间隙代谢性酸中毒+高阴离子间隙代谢性酸中毒
- $0.8 < \text{delta ratio} < 2.0$: 高阴离子间隙代谢性酸中毒
- $\text{delta ratio} > 2.0$: 高阴离子间隙代谢性酸中毒+代谢性碱中毒

原发失衡	原发改变	代偿反应	预计代偿公式	代偿极限
呼酸	$\text{PaCO}_2 \uparrow$	$\text{HCO}_3^- \uparrow$	急性 $\Delta \text{HCO}_3^- = 0.1 \Delta \text{PaCO}_2 \pm 1.5$ (ΔHCO_3^- 不能 $> 3-4 \text{ mmol/L}$) 慢性 $\Delta \text{HCO}_3^- = 0.35 \Delta \text{PaCO}_2 \pm 5.58$	30mmol/L 45mmol/L
呼碱	$\text{PaCO}_2 \downarrow$	$\text{HCO}_3^- \downarrow$	急性 $\Delta \text{HCO}_3^- = 0.2 \Delta \text{PaCO}_2 \pm 2.5$ 慢性 $\Delta \text{HCO}_3^- = 0.49 \Delta \text{PaCO}_2 \pm 1.72$	18mmol/L 12-15mmol/L
代酸	$\text{HCO}_3^- \downarrow$	$\text{PaCO}_2 \downarrow$	$\text{PaCO}_2 = 1.5 \text{HCO}_3^- + 8 \pm 2$	10mmHg
代碱	$\text{HCO}_3^- \uparrow$	$\text{PaCO}_2 \uparrow$	$\text{PaCO}_2 = 0.9 \Delta \text{HCO}_3^- \pm 5$	55mmHg