

血气分析的基本知识

长沙市医学会

1988·12

血气分析的基本知识

湖南医科大学 病理生理教研室 罗涵

临床常规使用二氧化碳结合力测定判断酸碱失衡的方法，虽然具有价格低廉，从静脉取血等优点，但在判断复杂的酸碱失衡方面存在很大的局限性。目前许多地方使用的血气酸碱分析仪具有快速、微量、多功能的优点，缺点是价格较昂贵，一般需从动脉取血。

丹麦产ABL-3血气分析仪具有三方面的功能：酸碱状况、氧和二氧化碳监护、缺氧分析，可对动脉、静脉、气体、体液等进行测定。

(一) 酸碱失衡

人体的适宜酸碱度是 $\text{pH } 7.36 - 7.44$ (7.4 ± 0.04)

酸是指能释放出 H^+ 的物质，是 H^+ 的供体。碱是指能接受 H^+ 的物质，是 H^+ 的受体。

机体在代谢过程中不断产酸，但产碱少，食物中也进入一定量的酸和碱，但机体均可通过以下代偿机制恢复正常。

1. 代偿机制

① 体液的缓冲作用：为由弱及其碱性盐构成的缓冲对。

(1) 碳酸氢盐缓冲组

$$\text{NaHCO}_3$$
$$\text{H}_2\text{CO}_3$$

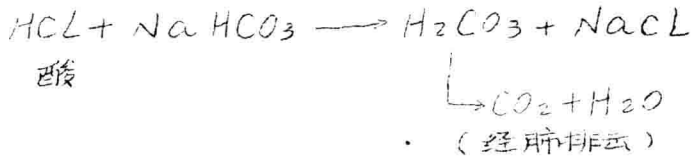
特点：1 / 缓冲能力大，占全身缓冲能力一半以上，因此把 NaHCO_3 称为“碱贮”

2 / 中和酸性物质后产生的 CO_2 可从肺排出，故有“开放性缓冲对”之称。

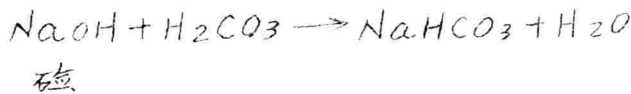
(2) 非^碱碳酸氢盐缓冲组，包括磷酸盐缓冲对，血浆蛋白缓冲对，血红蛋白缓冲对等。

以上各缓冲对的碱性盐（分子部分）为抗酸性部分，可中和

过多的酸性物质，例如：

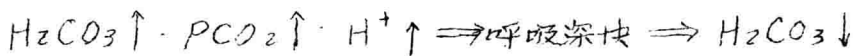


其酸性部分（分子）为抗硷性部分，可中和过多的硷，例如：



通过以上过程使强酸变为弱酸，使强硷变为弱硷，降低酸碱度，维持PH的正常值。

③肺调节 调节 H_2CO_3 （分子）15~30起作用。



④肾调节 通过排酸保硷作用调节 NaHCO_3 （分子），作用很慢，需数小时才显示作用，3~5天后才发生最大效应。其作用方式主要通过 $\text{H}^+ - \text{Na}$ 交换； NH_3 Na^+ 交换；排云过多的硷等方式进行。

④细胞内外离子交换

1/ 酸碱失衡与血钾浓度变化的关系。血浆中 K^+ 浓度与 HCO^- 浓度之间有一定关系。酸中毒与高血钾可以互为因果，一般血浆PH值每下降0.1，血钾浓度可上升约10~15%，硷中毒与低血钾症可以互为因果，PH每上升0.1单位，血钾浓度可下降10~15%。

2/ 酸碱失衡与血氯浓度及血浆阴阳离子浓度变化的关系。血浆 Cl^- 和 HCO_3^- 是互相影响和相互制约的。但在阴离子差数（Anion Gap AG）增加时则并非如此。

体液中阴阳离子电荷数相等，以维持电中性。细胞外液中主要的阳离子是 Na^+ 和 K^+ 占阳离子的95%（144/155）；主

主要的阴离子为 $Cl^- + HCO_3^-$ 占阴离子 85% (130/155)。
事实上只有以上四种离子是临床可测定的，而被测定的细胞外液阴离子总数和阳离子总数是不相等的，这个阴差即 AG

$$AG = Na^+ - (Cl^- + HCO_3^-) = 12 \text{ mEq/L}$$

AG 代表细胞外液中除 Cl^- 、 HCO_3^- 与 Na^+ 、 K^+ (可忽略不计) 中和以外所剩余的那些未测定的阴离子，包括蛋白质，硫酸根磷酸氢根等等。正常值为 8—16 mEq/L

代谢性酸中毒

正常		正常 AG		高 AG	
Na ⁺	AG	Na ⁺	AG	Na ⁺	AG
	HCO ₃ ⁻		HCO ₃ ⁻		HCO ₃ ⁻
	Cl ⁻		Cl ⁻		Cl ⁻

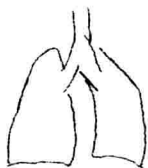
2. 判断酸碱失衡的各项指标

血液的 pH 值同 HCO_3^- 、 H_2CO_3 的关系见
Henderson-Hasselbalch 方程式



代谢指标
 CO_2CP
 $HCO_3^- (AB)$
 TCO_2
 ABE
 SBE
 $SBC (SB)$

$$pH = pK_a + \log \frac{HCO_3^- (\text{代谢性因素})}{H_2CO_3 (\text{呼吸性因素})}$$



PCO_2
呼吸指标

有些作者用 $H^+ = \frac{24 PCO_2}{HCO_3^-}$ 代替上述公式，可作为验证数据用。公式来源：



$$\frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = K = 794$$

$$H_2CO_3 = 0.03 \times PCO_2$$

$$H^+ = \frac{794 \times 0.03 \times PCO_2}{HCO_3^-} = \frac{24 PCO_2}{HCO_3^-}$$

(1) pH 血浆中 H^+ 浓度的负对数。正常 7.40 ± 0.4 值得注意的是 pH 值正常，不能排除酸碱失衡。

在 pH 7.3 ~ 7.5 范围内，pH 每变化 0.01 单位，等于 $[H^+]$ 往反方向变化 $1 n mol/L$ 。有人提出，pH > 7.40，pH 每增加 0.1 单位所得的 H^+ ，为换算因子 0.8 乘以原有 $[H^+]$ 例如 pH 7.5 时， $H^+ = 40 \times 0.8 = 32 n mol/L$ ；pH < 7.40 时，以 1.25 乘以原有 $[H^+]$ 例如 pH 7.3 时， $H^+ = 40 \times 1.25 = 50 n mol/L$ 。

某病例 $pH = 7.4$ $\left\{ \begin{array}{l} HCO_3^- 24 mmol/L \\ PCO_2 40 mmHg \end{array} \right.$ 判

断结果是否准确时，将 $[H^+] = 40 n mol/L$ 代入上述公式

$$40 = 24 \frac{40}{24} \text{ 说明结果正确。}$$

(2) PCO_2 CO_2 分压是唯一的呼吸指标, 表示溶解于血浆中的 CO_2 分子所产生的压力(张力), 正常 40 mmHg 。

(3) CO_2 CP CO_2 结合力, 血浆中 HCO_3^- 中 CO_2 的容易开表产 ABL-3 型血气分析仪没有这项指标。

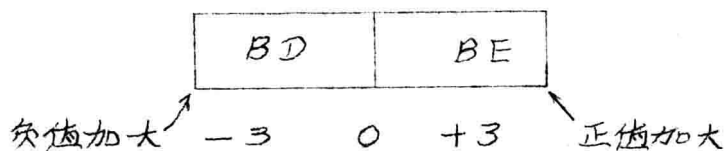
(4) HCO_3^- (AB) 实际碳酸氢盐, 为实际情况下血浆中 HCO_3^- 的容易, 正常 24 mmol/L ($22 \sim 27\text{ mmol/L}$)。

(5) SBC (SB) 标准碳酸氢盐, 为标准状况 (PCO_2 40 mmHg $37 \sim 38^\circ\text{C}$ Hb 氧饱和度 100%) 下血浆中 HCO_3^- 的容易, 正常值 24 mmol/L 。

两个指标都是代谢性因素, 受代谢的影响, 但在呼吸因素改变时, 可以影响 AB, 而不影响 SB 即 PCO_2 增加时, AB 增加, PCO_2 减少时, AB 减少。故 $AB > SB$ 表明 CO_2 蓄积, $AB < SB$ 表明 CO_2 呼出过多。

(6) TCO_2 (血浆 CO_2 总容易) 为 HCO_3^- 、氨基甲酸化合物、物理溶解的 CO_2 三种形式的总和, 正常值 28 mmol/L 。

(7) 剩余碱 (BE, ABE) 是标准状况下滴定血浆至 pH 7.4 时所需的酸容易 (正值) 或碱容易 (负值), 正常值 $+3 \sim -3$ 。



BE 也是检测 HCO_3^- 的代谢指标, 在代酸及呼吸时 HCO_3^- 减少, 此时 BE 负值加大, 代碱及呼吸时 HCO_3^- 增加, 此时 BE 正值加大, 因此 BE 的负值加大是和 HCO_3^- (AB) 减少一致的, BE 正值加大是和 HCO_3^- 的增加一致的。

(8) 标准剩余碱 (SBE) 正常值和 BE 同, 代表包括血浆在内的整个细胞外液的碱剩余, 更能反映体内情况, 排除了 Hb 的影响。

(9) 缓冲碱 (BE) 指血液中一切具有缓冲作用的碱性物质的总和。丹麦产ABL-3型血气分析仪无此指标。

关于以上指标有两种意见：一种认为 PH 、 PCO_2 、 HCO_3^- 已足够。二种意见认为 SB 、 BE 等指标排除了呼吸因素的影响，不需隔绝空气取血，因而更好。我们采取第一种意见。

3. 各类单纯酸碱失衡

(1) 代酸

① 原因：固定酸（乳酸 酮症）生成增多或碱地丢失（腹泻）

② 机制：1/. $NaHCO_3 \downarrow$ AB 等代酸性指标 $\downarrow$ BE 负值加大。

2/. 呼吸深快，代偿后呼吸指标也随之 $\downarrow$

3/. 肾排酸保碱能力 $\uparrow$

4/. 代谢性酸中毒往往伴有高血钾

5/. 分类：按 AG 分两类

正常 AG ：高血氯性——见于腹泻、 HCO_3^- 回收障碍、摄入过多含氯药物，如 HCl

高 AG ：正常血氯性——见于肾功能不全、乳酸酸中毒、酮症酸中毒等。

因为 $Ca^{++} + \text{血浆白蛋白} \xrightleftharpoons[H^+]{OH^-}$ 结合钙， Ca^{++} 减少可出现抽搐，因此在酸中毒纠正后，上式右移，出现抽搐。

(2) 呼吸 分急性（几分钟）及慢性（24小时以上）

① 原因 CO_2 呼出困难或吸入过多。

② 机制

呼吸系统及开放性缓冲组往往不能发挥作用；非碳酸氢盐缓冲组发挥作用，但有限。

代偿要靠肾。故急性期 HCO_3^- 正常或略高。慢性期（3~5天后）才出现典型的代谢性指标 $\uparrow$ 。 BE 正值加大， $AB > SB$ 。

血 Cl^- 减少，也可因 $[H^+]$ 增高引起高血钾。

(3) 代碱

① 原因：见于幽门梗阻、呕吐、低钾、低氯等。

② 机制

缓冲碱增加、 HCO_3^- 等代谢指标增加，BE 正值增大，呼吸浅慢。肾排酸保碱能力降低， K^+ Cl^- 均降低。

注意： $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{Cl}^- + \text{H}^+$ 故 NH_4Cl 可用于治疗。
 $\downarrow$
 合成尿素

但肝病禁忌。0.9% NaCl 的 Na^+ 与 Cl^- 之比为 1:1，而血浆 Na^+ 与 Cl^- 之比为 3:2。故严格讲生理盐水并不是生理性溶液。故补充 0.9% NaCl 可增加血浆 Cl^- 浓度，有利治疗。

(4) 呼吸

① 原因 CO_2 排出过度，见于人工呼吸的管理不当，手术后等。

② 急性期肾来不及代偿，慢性期 HCO_3^- 等代谢指标降低，BE 负值增加 $\text{AB} < \text{SB}$

处理：纸袋呼吸等。

4. 双重混合性酸碱失衡

可分为两类：一类为酸碱混合型，包括呼吸+代碱，呼吸+代酸，代酸+代碱三种，这类失衡，PH 的改变往往不明显，甚至是正常的。因此 PH 正常不一定没有酸碱失衡，它可能是正常的，可能是代偿性失衡，可能是混合型失衡，也可能是 AG 增高但 PH 正常的代酸。另一类为酸碱一致型，包括呼吸+代酸，呼吸+代碱，此型失衡常有 HCO_3^- (分子) 和 H_2CO_3 (分母) 反向偏移的特点，因此 PH 改变往往非常明显，因此有反向偏移应考虑是混合性的。

在判断混合性失衡时，经常遇到下面三个问题。

① 慢性呼吸性酸中毒时是否并发有代碱或代酸。这是临床最常见的问题，有人统计：肺心病患者单纯呼吸病病死率为 18.2%

单纯型各类酸碱失衡比较

	代酸	呼酸	代碱	呼碱
	$\text{NaHCO}_3 \downarrow \downarrow$	$\text{H}_2\text{CO}_3 \uparrow \uparrow$	$\text{NaHCO}_3 \uparrow \uparrow$	$\text{H}_2\text{CO}_3 \downarrow \downarrow$
发病环节				
	$\frac{\text{NaHCO}_3}{\text{H}_2\text{CO}_3} < \frac{20}{1}$		$\frac{\text{NaHCO}_3}{\text{H}_2\text{CO}_3} > \frac{20}{1}$	
指 CO_2CP	$\downarrow \downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow \uparrow$	$\downarrow$
HCO_3^- 等	$\downarrow \downarrow$	$\uparrow$	$\uparrow \uparrow$	$\downarrow$
代酸指标				
BE	负值 $\uparrow$	正值 $\uparrow$	正值 $\uparrow$	负值 $\uparrow$
标				
PCO_2	$\downarrow$	$\uparrow \uparrow$	$\uparrow$	$\downarrow \downarrow$
Cl^-	$\uparrow$ 或 $-$	$\downarrow$	$\downarrow$	$\uparrow$
K^+	$\uparrow$	$\uparrow$	$\downarrow$	$\downarrow$
呼吸	深快	功能障碍	浅慢	功能障碍
肾	排酸保碱 $\uparrow$		排酸保碱 $\downarrow$	

呼酸 + 代酸为 55.8%，呼酸 + 代碱为 41.2%。

因为肾脏的代偿作用要 3~5 天才能充分发挥作用，所以 24 小时以内的急性呼酸，往往是失代偿的，而慢性呼酸可以代偿，但是遵循以下规律

$$\Delta [\text{HCO}_3^-] = \Delta \text{PCO}_2 \times 0.4 \pm 3$$

Δ 为实测值 - 正常值，即 PCO_2 每增加 1 mmHg， HCO_3^- 可增加 0.4 mmol/L。（仪器以 mmol/L 表示）。如 HCO_3^- 的实测值在予测值范围以内为单纯性； $>$ 予测值，合并代碱； $<$ 予测值，合并代酸。

例 1. 某肺心病患者 $\text{pH} 7.34$ $\text{HCO}_3^- 31 \text{ mmol/L}$ PCO_2

60 mmHg

本文以↑↑表示原发性，↑表示继发性，按前述 Henderson-Hasselbalch 公式简写为

$$pH 7.34 \quad \frac{HCO_3^- 31 \text{ mmol/L} \uparrow (\text{正常为 } 24)}{PCO_2 60 \text{ mmHg} \uparrow \uparrow (\text{正常为 } 40)}$$

经计算：

$(60 - 40) \times 0.4 + 24 \pm 3 = 32 \pm 3$ 此例 HCO_3^- 实测值为 31，在予测值 32 ± 3 范围内，故为单纯呼吸酸。即使未经计算也可看出此例 PCO_2 增加考虑呼吸酸， HCO_3^- 增加似为代碱，但 pH 是降低的，结合临床及血气分析结果仍考虑呼吸酸。

例2 肺心病患者 $pH 7.4 \quad \frac{HCO_3^- 40 \uparrow}{PCO_2 67 \uparrow \uparrow}$ (化学符号及单位从略下同)

$$(67 - 40) \times 0.4 + 24 \pm 3 = 34.8 \pm 3$$

为呼吸酸+代碱

例3. 肺心病患者 $pH 7.22 \quad \frac{20 \downarrow}{50 \uparrow \uparrow}$

$$(50 - 40) \times 0.4 \pm 3 = 28 \pm 3$$

为呼吸酸+代酸，实际上本例还看到有反常偏移的特点，不经计算也应考虑代酸。

② 一个有代酸的病人如何判断合并呼吸酸或呼吸碱，遵循以下规律：

$$PCO_2 = 1.5 \times HCO_3^- + 8 \pm 2$$

例1 糖尿病患者

$pH 7.32 \quad \frac{15 \downarrow \downarrow}{30 \downarrow}$

$$1.5 \times 15 + 8 \pm 2 = 30.5 \pm 2$$

实测值 30，在予测值 30.5 ± 2 范围内，单纯代酸

例2. 肺炎，休克

$$PH\ 7.26 \quad \frac{16 \downarrow \downarrow}{37 \downarrow}$$

$$1.5 \times 16 + 8 \pm 2 = 32 \pm 2$$

此例为代酸+呼酸

例3. 肾炎. 发热

$$PH\ 7.39 \quad \frac{14 \downarrow \downarrow}{24 \downarrow}$$

$$1.5 \times 14 + 8 \pm 2 = 27 \sim 31$$

此例为代酸+呼碱

③ 一个有慢性呼吸性碱中毒的患者 如何判断合并代酸或代碱。比较少见 遵循下列公式: $\Delta [HCO_3^-] = \Delta PCO_2 \times 0.5 \pm 2.5$

$$\text{例1: } 7.42 \quad \frac{19 \downarrow}{29 \downarrow \downarrow}$$

$$(29 - 40) \times 0.5 + 24 \pm 2.5 = 16 \sim 21 \text{ 单纯呼碱}$$

$$\text{例2 } 7.306 \quad \frac{13.4 \downarrow}{27.4 \downarrow \downarrow}$$

$$(27.4 - 40) \times 0.5 + 24 \pm 2.5 = 17.7 \pm 2.5$$

呼碱+代酸

$$\text{例3 } 7.65 \quad \frac{32 \uparrow}{30 \downarrow \downarrow}$$

$$(30 - 40) \times 0.5 + 24 \pm 2.5 = 16.5 \sim 21.5$$

呼碱+代碱

④ 一个代谢性碱中毒患者 如何判断合并呼酸和呼碱 少见
公式: $\Delta PCO_2 = 0.9 \times \Delta [HCO_3^-] \pm 5$

$$\text{例: } 7.49 \quad \frac{36 \uparrow \uparrow}{48 \uparrow}$$

$$0.9 \times (36 - 24) + 40 \pm 5 = 50.8 \pm 5 \text{ 单纯代碱}$$

进行以上分析应结合临床分析原发和继发，通过计算判断是单纯还是混合性的，并可参照 Siggaard—Anderson 座标图。取 pCO_2 和 pH 横、纵轴的垂直线交叉点所落位置来判断，落在带内为单纯型，落在交叉部位相邻两区的为混合型。

5. 三重混合性酸碱失衡

特点： HCO_3^- 变化与 AG 升高不成对等比例

(1) 呼吸+代谢，代谢

例1. 肺心病，人工呼吸

项目 (mmol/L)	正常	代谢+呼吸	呼吸+代谢+代谢
Na^+	140	140	140
K^+	4	3	3
Cl^-	105	94	94
HCO_3^-	24	34	29
AG	10	12	17
$pACO_2$ (mmHg)	40	30	30
pH	7.4	7.67	7.61

① 从二列数据看， HCO_3^- 与 $pACO_2$ 反向偏移，为呼吸+代谢。

② 从三列数据看，AG 升高数 = $17 - 12 = 5$ ，如系双重失衡， HCO_3^- 应从 24 下降到 20，实测为 29，即由 34 下降到 29 所致，为三重失衡。

例2. 糖尿病

项目 (mmol/L) 正常 呼吸+代~~碱~~, 呼吸+代~~碱~~+代~~酸~~

Na ⁺	140	140	140
K ⁺	4	4.5	4
Cl ⁻	103	103	98
HCO ₃ ⁻	25	15	20
AG	12	22	22
pACO ₂ (mmHg)	40	28	28
PH	7.40	7.35	7.47

①从二列数据看, HCO₃⁻ 15 < 24, PH 7.35 < 7.40
AG > 12, 均提示代酸。

有代酸是否有呼吸酸或呼吸碱? 按 $p\text{aCO}_2 = 1.5 \times \text{HCO}_3^- + 8 \pm 2$
 $\pm 2 = 1.5 \times 15 + 8 \pm 2 = 30.5 \pm 2$, 实测 $p\text{aCO}_2$ 28 <
 (30.5 ± 2) 提示合并呼吸碱。

②从三列数据看, AG 22 > 12, 说明有代酸; 若仅有代酸:
 HCO₃⁻ 应为 24 - 10 = 14 现为 20, 说明有代碱; 有代酸是否有
 呼吸酸或呼吸碱, 用下列公式 $p\text{aCO}_2 = 1.5 \times \text{HCO}_3^- + 8 \pm 2 = 38 \pm 2$
 实测 28 < (38 ± 2) 说明并呼吸碱, 为三重失衡。

(2) 呼吸性酸中毒 + 代碱, 代酸, 可见于肺心病

项目 (mmol/L)	正常	呼吸+代 碱 +代 酸
Na ⁺	140	140
K ⁺	4	4.5
Cl ⁻	103	75
HCO ₃ ⁻	25	36
AG	12	29
pACO ₂	40	66
PH	7.40	7.347

例：肺心病

本病例有呼酸，因 $paco_2$ $66 > 40$ ，是否合并代酸或代碱可用以下公式， $\Delta [HCO_3] = \Delta [paco_2] \times 0.4 \pm 3$ ，即

$(66 - 40) \times 0.4 + 24 \pm 3 = 34.4 \pm 3$ ，实测为36在 34.4 ± 3 范围内似为单纯呼酸，但AG增高 $29 - 12 = 17$ ，由此可见 HCO_3^- 是由于 $53 - 17 = 36$ 的，提示呼酸，代碱合并代酸，为三重失衡，如忽视AG，易诊断为单纯呼酸。

(二) PO_2 及 PCO_2 监护

目前仍以 $PO_2 < 60 mmHg$ ， $PCO_2 > 50 mmHg$ ，为判断呼衰的标准。外呼吸分为通气和换气两个过程，一般说，通气障碍不仅有缺氧而且有高碳酸血症（II型）；换气障碍则常为单纯缺氧（I型），I型呼衰可吸入较高浓度的氧，II型呼衰时，因二氧化碳已不能兴奋呼吸中枢，相反具有抑制作用，患者靠缺氧刺激外周化学感受器反射性兴奋呼吸中枢来维持呼吸，吸入高浓度氧，则虽可缓解缺氧，也解除了缺氧的反射性兴奋作用，从而加重呼吸衰竭。

(三) 缺氧分析

缺氧指供氧和用氧障碍 ABG 3 分析仪涉及缺氧分析有以下指标。

PO_2 血氧分压 正常 $75 \sim 100 mmHg$

Hb 正常 $11 \sim 16$ 克 / 100 毫升。据此可推知血氧容量 (O_2Cap)。血氧容量是指血液最大结合氧的能力，每克 Hb 可结合氧 1.39 毫升，正常人 100 毫升血液约有 Hb 15 克，故血氧容量为 20 毫升 %。

O_2CT 血氧含量是血液实际含氧量，正常动脉血为 19 毫升 %，静脉血为 14 毫升 %。

SAT 血氧饱和度

$$SAT = \frac{O_2CT}{\text{血氧容量}} \times 100\%$$

动脉氧含量差 ($DA - VO_2$) 反映组织用氧水平。

各类缺氧血气特点

氧分压 氧含量 氧饱和度

	PO_2	O_2CAP	O_2CT	SAT	$DA - VO_2$
低张性缺氧 (呼吸性)	↓	正常	↓	↓	↓
等张性缺氧 (血液性)	正常	↓	↓	正常	↓
低血流性缺氧 (循环性)	正常	正常	正常	正常	↑↑
组织中毒性	正常	正常	正常	正常	↓↓

实际工作中如单纯测动脉血，只能分别低张或等张缺氧，此类缺氧 $O_2CT < 15\%$ ，其中 $Hb > 10$ 克， $PO_2 < 60mmHg$ ， $SAT < 90\%$ 为低张性缺氧， $Hb < 10$ 克， $PO_2 > 60mmHg$ ， $SAT > 90\%$ 为等张缺氧，两者兼备为混合性缺氧。以低张性缺氧治疗效果最佳。低张性缺氧 Hb 运氧能力减退，可通过提高物理溶解的氧浓度来改善缺氧。故仅有轻、中度效果。慢性病例可设法提高 Hb 水平，循环性很少有效，组织性几乎无效。

病例刘XX，男，59岁，肺心病患者 $K^+ 5.3$ $Na^+ 142$ $Cl^- 87.5$

(单位 meq/L)

项 目	动脉血参考值 (均值)*	化验结果
TIME 时间		9AM
DATE 日期		85. 11. 15
TYPE 取血部位		A
PTID 病人序号		00170
OPID 操作序号		2

续上表

项 目	动脉血参考值 (均值)*	化验结果
TEMP 体温		36.8
Hb 血色素	11-16(15)	14.0g%
PH 血液酸碱度	7.36-7.44(7.40)	7.241
PCO ₂ , CO ₂ 分压	35-45(40)	87.9 mmHg
PO ₂ , O ₂ 分压	75-100	46.8 mmHg
HCO ₃ ⁻ 实际碳酸氢盐(AB)	22-27(24)	30.9 mmHg
TCO ₂ 血浆CO ₂ 总量	24-32(28)	39.5 mm/L
ABE 碱剩余(BE)	+3~-3(0)	5.8 mm/L
SBE 标准碱剩余	+3~-3(0)	5.271 mm/L
(SBC 标准碳酸氢盐(SB))	22-27(24)	29.291 mm/L
SAT 氧饱和度	95-98	74.6%
O ₂ CT 含氧	15-23	14.7 VOT%

此例 PH 明显低于正常，应考虑有失衡，反发部位根据临床应为 PCO₂ ↑↑，AB > SB 也说明有 CO₂ 蓄积。按 $\Delta[\text{HCO}_3^-] = \Delta\text{PCO}_2 \times 0.4 \pm 3$ 计算预测值为 $(87.9 - 40) \times 0.4 + 24 \pm 3 = 43.16 \pm 3$ 。此例值 30.9 低于预测值，不计标 AG 也可诊断为呼吸加代酸。即供加上 AG 增加值 $(17.6 - 12 = 5.6)$ 只有 42.5 仍在预测值范围以内，仍可诊断为呼吸加代酸。病人 O₂ CT 14.7 VOT%，SAT 74.6%， PaCO_2 46.8 mmHg 均小于正常值，但 Hb 14 克说明血氧容易正常，为低张力缺氧，供氧效果应是最佳的，但病人 $\text{PO}_2 < 60$ mmHg 可诊断呼吸， $\text{PCO}_2 > 50$ mmHg 为 II 型的，多为通气障碍引起。应用持续性低浓度供氧，以免形

响缺氧反射性兴奋呼吸中枢的机制。

血气分析的临床运用

湖南医学院病理生理教研室 九家珠

血液气体(简称血气),是指血液中存在 O_2 、 CO_2 和 PH 值。自1960年以来血气在生理学获得重视与普及后,已广泛运用到临床医学,成为诊疗的重要进展之一,血液气体测定的结果能解释通气、通气与血流分布、弥散等所谓肺功能,以及组织的代谢、气体交换和血液的氧合等各类缺氧情况。实际工作中血气分析更常用作酸碱平衡的测定,用来诊断各种类型的酸碱平衡紊乱。

随着电子工业不断发展,目前已经有高质易的血气分析仪,如丹麦ABL₂型、ABL₃型,在国际市场上是受“信任”的产品,为全自动化仪。国产DH-100型仪由于提高了电极质量,在临床上也初步获得信任,但属半自动化仪。

血气分析仪是采用电子选择电极和现代电子技术结合制成的分析仪。临床上只需取血样 $0.2 \sim 0.5\text{ mL}$,报告病人实际体温,只需 $1 \sim 2$ 分钟,就能测出血气酸碱度(PH)、氧分压(PO_2)、二氧化碳分压(PCO_2)和血红蛋白浓度(Hb),并根据这些基本参数,在电子计算机帮助下,推算出其他参数,在荧光屏自动显示,并打印出报告单。

在特殊需要时,ABL₃型还可测定大气压、 $p50$,以及大气中氧分压、 CO_2 分压。