



动脉血气分析



目标

- 掌握血气分析常用指标正常值
- 掌握血气分析采集要求
- 掌握酸碱失衡的种类、原因及处理
- 熟悉单纯性酸碱失衡的判断
- 了解混合性酸碱失衡的判断



血气分析目的

- 肺泡通气
- 动脉氧合
- 酸碱平衡



血气分析种类

- 动脉血气分析
- 混合静脉血血气分析
- 静脉血气分析



动脉血气分析采集要求

- ◆ 1、采血部位：选搏动明显、表浅、易压迫止血的动脉位置，如**桡动脉**、**肱动脉**、**股动脉**。
- ◆ 2、采血器材：**2ml注射器**，使用前先1000u/ml 的肝素湿润内壁。

空针肝素化：将2ml 的肝素（12500u/2ml）全部加到10.5ml 的生理盐水中，混匀，用2ml 注射器吸取稀释的肝素，湿润内壁后均排弃出去（死腔残留的肝素约0.1ml足以抗凝2ml全血）。注意排尽空气
- ◆ 3、采血量为**1-2ml**。
- 4、拔针后排除空气，**封闭**针头（针头刺入一个小橡皮塞），轻轻**旋转**注射器混匀，**马上送检**



血气分析常用指标

PH

PaO₂

PaCO₂

HCO₃⁻

AG

BE

BB

Lac



1、pH

pH值是血液酸碱度的指标

- ❖ $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$
- ❖ $\text{pH} = 6.1 + \lg[\text{HCO}_3^-] / 0.03\text{PCO}_2$ 。

正常值：

动脉血pH 7.35~7.45，平均值7.40

静脉血pH较动脉血低0.03~0.05

pH < 7.35时为酸血症

pH > 7.45时为碱血症



2、PaO₂

- 氧分压为血液中溶解状态的氧所占的压力
- 平原 正常值95~100mmHg（年轻人）
- 高原 大气压↓ PaO₂↓
- 正常值： $100 - 0.33 \times \text{年龄} \pm 5\text{mmHg}$



■ 3、PaCO₂

血浆中物理溶解的CO₂分子所产生的压力称PCO₂

正常值:

动脉血 35~45mmHg

平均值 40 mmHg

静脉血 较动脉血高 5~7mmHg

PCO₂是酸碱平衡呼吸因素的唯一指标

● PCO₂ > 45mmHg时, 为呼酸

代碱的呼吸代偿

● PCO₂ < 35mmHg时, 为呼碱

代酸的呼吸代偿



4、 HCO_3^-

实际碳酸氢盐 (actual bicarbonate, AB)

是指隔绝空气的血液标本在实验条件下所测的血浆 HCO_3^- 值

正常值: 22~27 mmol / L

平均值: 24 mmol / L

动、静脉血 HCO_3^- 大致相等

它是反映酸碱平衡代谢因素的指标

$\text{HCO}_3^- < 22 \text{ mmol/L}$, 可见于代酸或呼碱代偿

$\text{HCO}_3^- > 27 \text{ mmol/L}$, 可见于代碱或呼酸代偿



标准碳酸氢盐 (standard bicarbonate, SB)

- 在标准条件下 (PCO_2 40mmHg、Hb完全饱和、温度 $37^\circ C$) 测得的 HCO_3^- 值它是反映酸碱平衡代谢因素的指标
正常值: 22~27 mmol / L
平均值: 24 mmol / L
正常情况下 $AB = SB$
 $AB \uparrow > SB \uparrow$ 见于代碱或呼酸代偿
 $AB \downarrow < SB \downarrow$ 见于代酸或呼碱代偿

5、阴离子间隙（AG）

血清中常规测得的阳离子总和与阴离子总和之差

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

12 ± 4mmol/L

正常范围AC正常值是8-16mmol/L

AG升高的最常见原因是体内存在过多的阴离子，即乳酸根、丙酮酸根、磷酸根及硫酸根等。这些未测定阴离子在体内堆积，必定要取代HCO₃⁻的，使HCO₃⁻下降，称之为高AG代酸



6、BE（剩余碱）

- ❖ BE是在37°C、血红蛋白充分氧合、PCO₂40 mmHg条件下，将1升全血的pH滴定到7.40所需的酸或碱量
- 正常值 $\pm 3\text{mmol/L}$
- 代谢性指标
- 能反映血液缓冲碱的变化，指导临床补酸或碱量
- 补酸(碱)mmol量 = $0.3 \times \text{BE} \times \text{体重(kg)}$
- 先补1/3~1/2，然后依据血气结果决定再次补充量



7、BB（缓冲碱）

- ❖ BB——是血液中具有缓冲能力的负离子的总和
- 正常值45~55mmol/L(平均50mmol/L)

全血缓冲碱的组成

血浆 HCO_3^-	35%
红细胞 HCO_3^-	18%
氧合和还原血红蛋白	35%
血浆蛋白	7%
有机、无机磷酸盐	5%

- 代酸，BB ↓
- 代碱，BB ↑



8、Lac（乳酸）

- 乳酸是无氧酵解的特异性产物，乳酸蓄积可作为组织缺氧的可靠指标
- 正常值：0.5-1.5mmol/L
- 动脉血乳酸恢复正常的时间和血乳酸清除率与休克病人的预后密切相关，复苏效果的评估应参考这两项指标



血气分析其他指标

- SaO_2
- CaO_2
- $P_{A-a}DO_2$
- $T-CO_2$



1、SaO₂

- ▶ SaO₂是血红蛋白与氧结合的程度
 - ◆ 即氧合血红蛋白占总血红蛋白的百分比
- ▶ $SaO_2 = \frac{HbO_2}{(HbO_2 + Hb)} \times 100\%$
- ▶ 正常值为95~98%
- 1g血红蛋白在100%氧饱和状态下所能结合氧的毫升数是1.39
- 实际测量血红蛋白结合氧能力为1.34ml/g



2、CaO₂

- CaO₂指每100ml血液中所携带氧的毫升数
- 包括
 - 物理溶解的氧
 - 与血红蛋白结合的氧
- 正常范围：19~21ml/dl
- $CaO_2 = 0.00315 \times PaO_2 + 1.39 \times SaO_2 \times Hb$
- 氧的溶解系数为0.00315
- 氧的溶解系数是指100ml血液中每1mmHg氧分压有0.00315ml物理溶解状态的氧



3、 $P_{A-a}DO_2$

- **肺泡—动脉氧分压差**
- 正常年轻人一般不超过15~20mmHg (2~2.7kP)，随年龄增长而增加，但一般不超过30mmHg (4Kp)。
- 正常人产生 $P(A-a)O_2$ 的原因：正常的心肺生理分流
- $P(A-a)O_2$ 增加见于肺换气功能障碍（常伴 PaO_2 下降）：肺内动静脉分流增加、弥散功能障碍、通气血流比例失调



4、T-CO₂

- ✧ T-CO₂指存在于血浆的一切形式的CO₂的总量
- ✧ 包括
 - 物理溶解的二氧化碳
 - 与蛋白质氨基结合
 - HCO₃⁻、CO₃²⁻、H₂CO₃
- HCO₃⁻是血浆中CO₂运输的主要形式，占95%
- 其次为物理溶解的CO₂
- H₂CO₃、CO₃²⁻含量极少



判断呼吸功能

肺泡通气: PaO_2

动脉氧合: PaO_2

标准为海平面平静呼吸空气条件下:

1. I 型呼吸衰竭 $\text{PaO}_2 < 60\text{mmHg}$

PaCO_2 PaCO_2 正常或下降

2. II 型呼吸衰竭 $\text{PaO}_2 < 60\text{mmHg}$

$\text{PaCO}_2 > 50\text{mmHg}$



吸 O_2 条件下:

(1) 若 $PaCO_2 > 50\text{mmHg}$ ， $PaO_2 > 60\text{mmHg}$
可判断为吸 O_2 条件下 II 型呼吸衰竭

(2) 若 $PaCO_2 < 50\text{mmHg}$ ， $PaO_2 > 60\text{mmHg}$
可计算氧合指数，其公式为：

氧合指数= $PaO_2/FiO_2 < 300\text{mmHg}$

提示：呼吸衰竭



举例：

鼻导管吸 O_2 流量2 L/min

PaO_2 80 mmHg

$FiO_2 = 0.21 + 0.04 \times 2 = 0.29$

氧合指数= PaO_2/FiO_2
 $=80/0.29 < 300\text{mmHg}$

提示：呼吸衰竭

氧合指数正常：400-500mmHg



判断酸碱失衡

- 酸碱平衡的调节
- 酸碱失衡的类型
- 酸碱失衡的判断



酸碱平衡的调节

- 每天机体代谢产生固定酸（120~160mmol/L）和挥发酸（15000mmol），但是由于体内
 - 1. 化学缓冲系统
 - 2. 细胞内外电解质的交换
 - 3. 肺肾的生理调节机制

允许pH值在7.35~7.45狭窄范围内变动，保证人体组织细胞赖以生存的内环境的稳定。



1、缓冲系统：

碳酸氢盐缓冲系（ $\text{NaHCO}_3 / \text{H}_2\text{CO}_3$

）

磷酸盐缓冲系 ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 / \text{NaH}_2\text{PO}_4$)

血浆蛋白缓冲系

血红蛋白缓冲系

其中最重要的是碳酸氢盐缓冲系统：

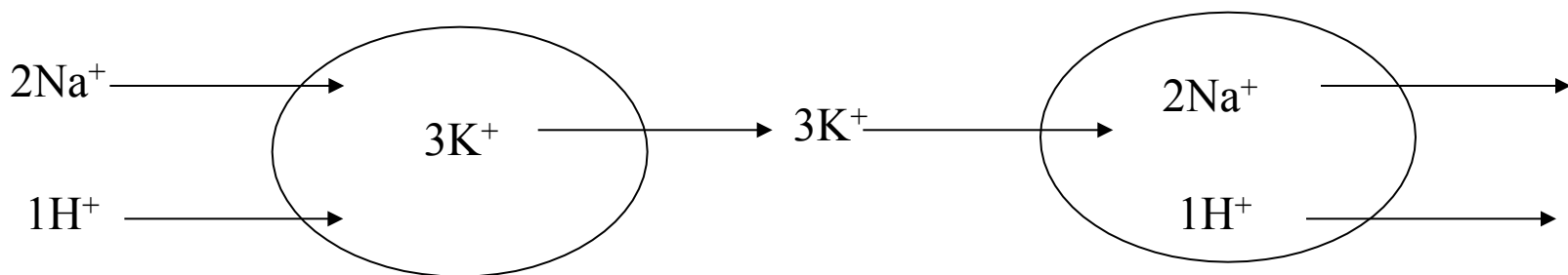
①缓冲能力大，占全血缓冲总量**50%**，
血浆缓冲量的**35%**；

②它通过 **CO_2** 与肺、通过 **HCO_3^-** —与肾相
关联；

③ **$\text{NaHCO}_3 / \text{H}_2\text{CO}_3$** 的比值决定pH值。

2、细胞内外液电解质交换：

- 酸中毒：细胞外液 $2\text{Na}^+ + 1\text{H}^+$ 进入细胞内，细胞的 3K^+ 进入细胞外。



血液中 $[\text{H}^+]$ 升高时

血液中 $[\text{H}^+]$ 降低时



Question

- 代酸伴低钾
- 先补碱还是先补钾？
- Why？



3、肺在呼吸性酸碱平衡失调中的调节

控制CO₂排出量，维持 $\text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3 = 20/1$
使得pH值保持在正常范围

肺调节到达完全代偿所需时间约3~6h



4、肾在呼吸性酸碱平衡失调中的调节过程：

肾脏通过下列途径代偿，使 $\text{HCO}_3^- \uparrow$ H^+ 减少，确保 $\text{NaHCO}_3 / \text{H}_2\text{CO}_3$ 比值仍在20/1, pH值在正常范围：

- ①泌 H^+ 排酸
- ②泌氨中和酸
- ③ HCO_3^- 再吸收

肾调节到达完全代偿所需时间5~7d。



酸碱失衡的类型

一、单纯性酸碱紊乱

代酸、代碱、呼酸、呼碱

二、混合性酸碱紊乱

呼酸+代酸、呼酸+代碱

呼碱+代酸、呼碱+代碱

三、三重酸碱紊乱

代酸+代碱+呼酸

代酸+代碱+呼碱

代谢性酸中毒

- **酸产生过多**：分解代谢亢进（高热、感染、惊厥、抽搐）
 - 酮酸血症（糖尿病、饥饿、酒精中毒）
 - 乳酸性中毒（组织缺氧、肾病、休克、糖尿病）
- **酸排泄困难**：肾功能衰竭
 - 肾小管酸中毒（近曲管、远曲小管功能低下）
 - 高钾饮食（排 K^+ 抑制排 H^+ ）
- **碱缺少**：重度腹泻、肠吸引术（失 HCO_3^- ）
 - 大面积烧伤（失 K^+ 、 Na^+ 同时失 HCO_3^- ）
 - 输尿管乙状结肠移植术后（ Cl^- 回收多， HCO_3^- 少）
 - 妊娠有厌食、恶心、呕吐时
- **血气特点**： $pH \downarrow$ 、 $PaCO_2 \downarrow$ 、 $HCO_3^- \downarrow$



临床表现

- 呼吸深快
- 心率↑
- 血压↓
- 神志不清
- 昏迷



代谢性碱中毒

- 任何原因引起体液**氢离子丧失或碳酸氢根含量增加**均可产生代谢性碱中毒。
 - 失酸过多**：失去含HCl的胃液太多（高度幽门梗阻，高位肠梗阻伴呕吐）
 - 入碱太多**：（治疗代酸过度用HCO₃⁻）
 - 缺钾性**代谢性碱中毒（缺K⁺，肾小管排大量H⁺）
 - 低氯性**代谢性碱中毒（Cl⁻失去后HCO₃⁻增加）
 - 肾小管回收过多HCO₃⁻（慢呼酸伴代偿过多）
 - 长期放射性照射（原因不明）
- **血气特点**：**pH ↑、PaCO₂ ↑、HCO₃⁻ ↑**



临床表现

- 呼吸浅慢
- 躁动
- 兴奋
- 手足抽搐

代谢性酸碱失衡原因

H^+ 排泄受损

H^+ 产生过多

HCO_3^- 丢失



呕吐使 H^+ 丢失

碱摄入

钾丢失

呼吸酸中毒

- 凡因呼吸功能障碍致肺泡换气减少，PCO₂增高，血中〔H₂CO₃〕浓度上升，PH下降均可发生呼酸。
呼吸中枢麻痹或受抑制引起换气不足（心室颤动、颅内占位病变、脑炎、脑血管意外、药物中毒）
- 呼吸肌麻痹（急性脊髓灰质炎、严重失钾、重症肌无力）
- 急性气管、支气管阻塞（异物、痰液、咯血阻塞、哮喘、白喉、气管压迫）
- 急性广泛性肺组织病变（肺炎、支气管炎、肺脓疡）
- 急性胸膜病变（炎症、渗液、渗血、积脓、气胸）
- 慢性肺病、支气管病、胸廓病变

- 血气特点：**pH N或↓、PaCO₂↑、BE↑**



临床表现

- 呼吸困难
- 发绀
- 胸闷
- 头痛
- 昏迷



呼吸性碱中毒

- 各种原因引起**换气过度**，体内失去CO₂太多而使血碳酸浓度降低、PH升高者可发生呼碱。
- **癔病**使通气过度
- **高热昏迷**：特别是脑炎、脑膜炎、肺炎、败血症引起者。
- **颅脑损伤**、基底神经节病变
- **机械通气**时，呼吸过频
- 水扬酸、三聚乙醛等中毒
- 高温、高空缺氧、肝硬化等
- **血气特点： pH N或↑、PaCO₂↓、BE↓或N**



临床表现

- 呼吸由深快变浅慢
- 间断呼吸
- 头痛头昏
- 感觉异常

呼吸性酸碱失衡原因

呼吸道阻塞

支气管肺炎

COPD

酸
中
毒

癔症性通气过度

机械性过度通气

颅内压升高

碱
中
毒



酸碱失衡的判断

- 1. 首先要核实实验结果是否有误差
- 2. 分清原发与继发（代偿）变化
- 3. 分析单纯性和混合性酸碱失衡
- 4. 用单纯性酸碱失衡预计代偿公式来判断
- 5. 结合临床表现、病史综合判断



1、实验结果是否有误差

- 血量足够
- 肝素液残留
- 血液密闭性
- 送血及时
- 一针见血
- 仪器误差



2、分清原发与继发（代偿）变化

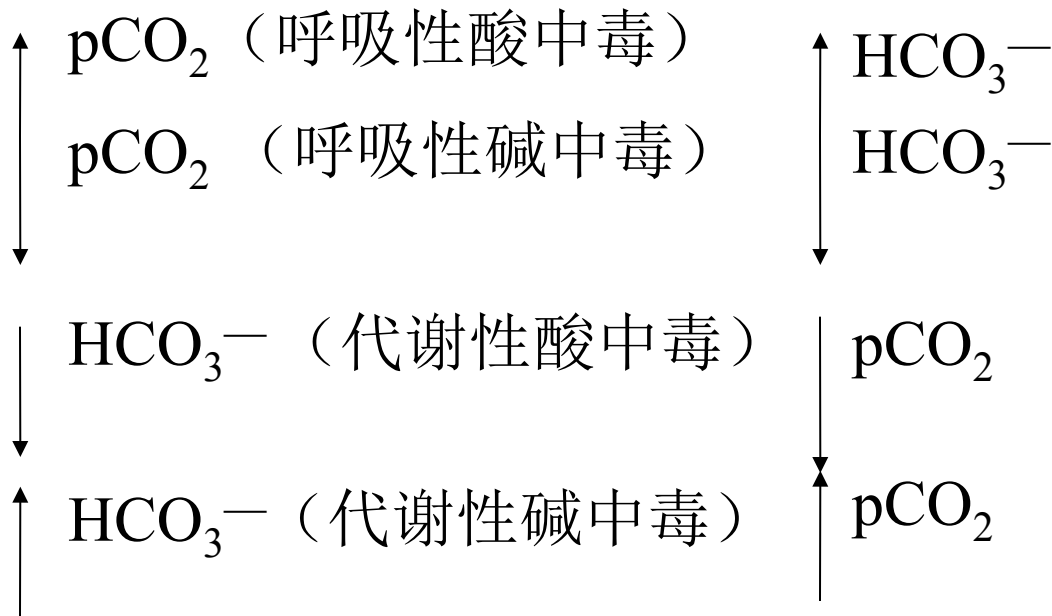
(1) HCO_3^- 、 PCO_2 任何一个变量的原发变化均可引起另一个变量的同向代偿变化

- 原发 HCO_3^- 升高
必有代偿的 PCO_2 升高
- 原发 HCO_3^- 下降
必有代偿 PCO_2 下降
- 反之亦相同

原发性酸碱失衡及代偿反应

原发性失衡

代偿反应





(2) 原发失衡变化必大于代偿变化

根据上述代偿规律，可以得出以下三个结论：

- ①原发失衡决定了pH 值是偏碱或偏酸
- ② HCO_3^- 和 PCO_2 呈相反变化，必有混合性酸碱失衡存在
- ③ PCO_2 和 HCO_3^- 明显异常同时伴pH 正常，应考虑有混合性酸碱失衡存在

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/175124311213011302>