



血气分析与酸碱失衡

1. PaCO₂的正常范围是35-45mmHg，若其降至28mmHg，表示：

- a. 高通气
- b. 对一定的CO₂产生量，肺泡通气过度
- c. 呼吸增快
- d. 急性呼吸性碱中毒
- e. 达到一种新的稳定的气体交换状态

2. 对PaCO₂的描述正确的是:

- a. 与CO₂的产生量成正比, 与肺泡通气量成反比
- b. 如果PaCO₂增高, 吸入氧分压或吸入氧浓度不变, PaO₂将下降
- c. 即使PaCO₂ > 120mmHg, 只要给予氧疗维持正常的血氧饱和度也是可能的
- d. 对于肺部疾病的患者, 床旁评价PaCO₂高或低的指标是神志改变或呼吸增快
- e. 登上珠穆朗玛峰(大气压253mmHg)的幸存者, 在未供氧情况下, PaCO₂可能 < 20mmHg

3. PaO₂在那些情况下会降低:

- a. 贫血
- b. 低V-Q单位增加的通气-灌注失衡
- c. 呼吸新鲜空气时PaCO₂增加
- d. 一氧化碳中毒
- e. 海拔增高

4. 与酸碱平衡有关的陈述，正确的是：

- a. HCO_3^- 增高常常伴随着 PaCO_2 的上升
- b. 病人可同时存在代酸和代碱
- c. 病人可同时存在高AG代酸和高氯代酸
- d. $\text{AG} > 12$ ，只代表存在代酸而不代表其他异常
- e. 理论上，来源于[Henderson-Hasselbalch](#)方程式的碳酸氢盐计算值和来源于血清电解质中的 CO_2 实测值是一样的

5. 对PaO₂的描述正确的是:

- a. 在无右向左分流的血液, PaO₂仅仅由PAO₂及肺泡-肺毛细血管界面决定
- b. PaO₂ 增高是SaO₂的唯一决定因素
- c. 已经与血红蛋白结合的氧分子不能产生气体分压
- d. 正常心肺功能的登山者, 随着海拔的增高, PaO₂降低的原因仅与大气压下降有关
- e. 一个放于大气中的水杯中的氧分压总是高于相同条件下健康个体的PaO₂

6. 血气分析中的参数常常有简单而重要的相关, 下列那些说法正确:

- a. PAO₂与PaCO₂相关: PaCO₂升高PAO₂下降
- b. PaO₂与PH反相关, PH上升时其下降
- c. 如果PaCO₂上升而HCO₃⁻不变, PH总是下降
- d. PaO₂与SaO₂成线性相关

➤ 肺泡气体交换

➤ 氧合

➤ 酸碱平衡和电解质

PaCO₂和肺泡气体交换

❖ $\text{PaCO}_2(\text{mmHg}) = \text{VCO}_2(\text{ml/min}) / \text{VA} (\text{L/min}) \times 0.863$

肺泡通气量 (VA) = 总通气量 (VE) - 死腔通气量 (VD) = (潮气量 - 死腔量) × 呼吸频率

生理死腔 = 解剖死腔 + 肺泡死腔

不能预测呼吸频率、深度、呼吸困难程度

PaCO₂和肺泡气体交换

PaCO₂↑

❖ VE不足原因

中枢性、镇静药物过量、呼吸肌麻痹、过度疲劳

❖ VD增加原因

慢性阻塞性肺病、限制性肺疾病、ARDS、胸廓外伤等

PaCO₂↓

氧合

- ❖ PaO₂
- ❖ 氧合指数
- ❖ $DA-aO_2 = (PB - PH_2O) \times FiO_2 - PaCO_2/RQ - PaO_2$
- ❖ $CaO_2 = Hb \times 1.34 \times SaO_2 + PaO_2 \times 0.003$
- ❖ $氧供 = CO \times CaO_2 \times 10$

氧合

$$\diamond DA-aO_2 = (P_B - P_{H_2O}) \times FiO_2 - P_aCO_2/RQ - P_aO_2$$

DA-aO₂ (肺泡-动脉氧分压差)

PIO₂ (吸入气氧分压) = $(P_B - P_{H_2O}) \times FiO_2$

PAO₂ (肺泡氧分压) = $(P_B - P_{H_2O}) \times FiO_2 - P_aCO_2/RQ$

RQ (呼吸商) 0.8

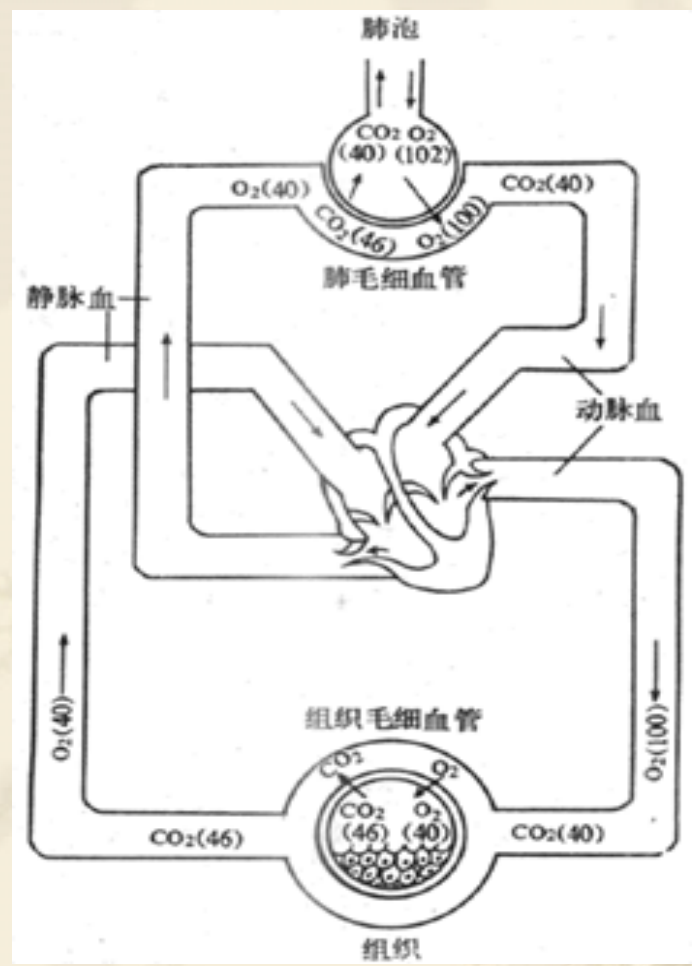
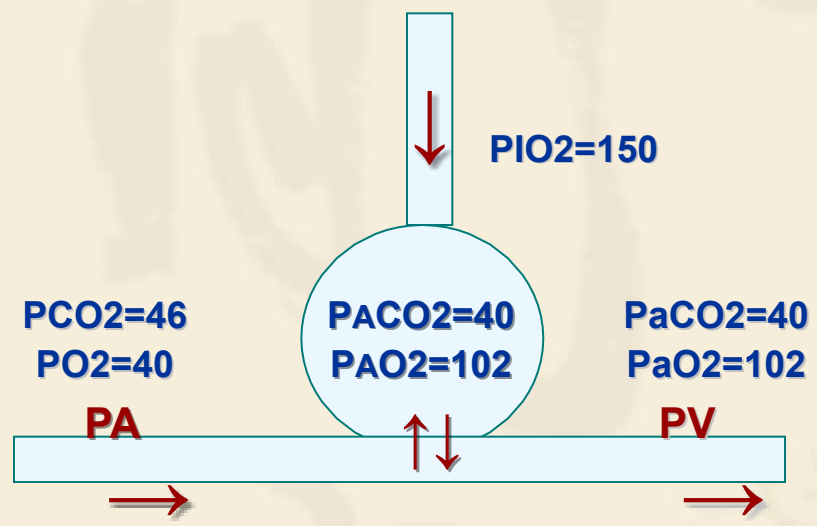
氧合

$$\diamond DA-aO_2 = \underline{PAO_2} - \underline{PaO_2}$$

吸入气：21%氧气 78%氮气 微量二氧化碳

呼出气：17%氧气 78%氮气 4%二氧化碳

氧合



氧合

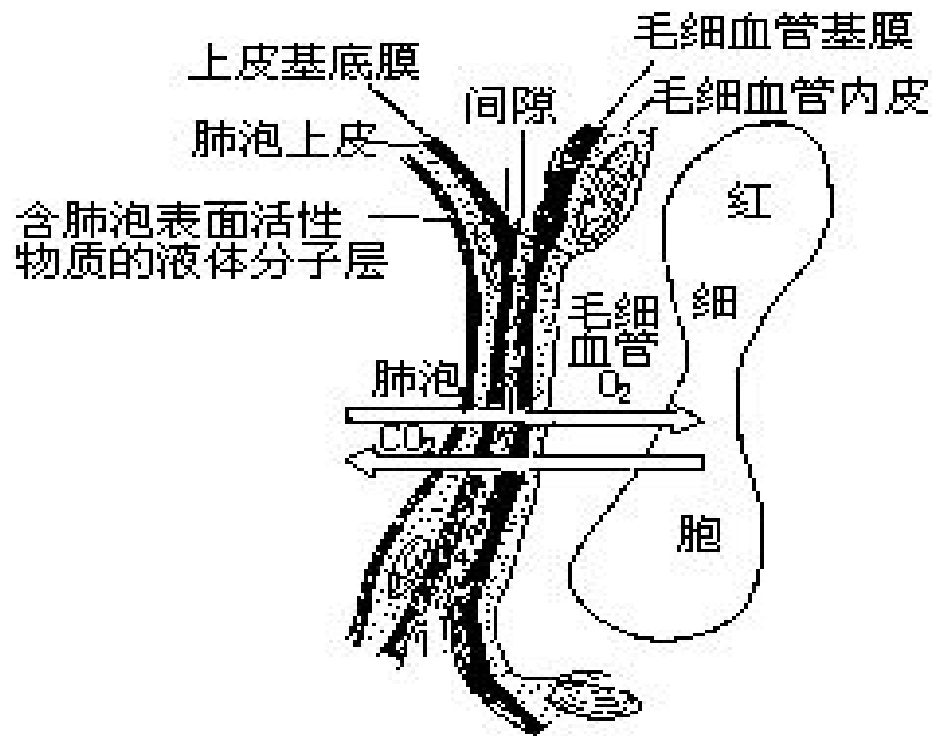


图5-10 呼吸膜结构示意图

氧合

低氧血症的病因

- ❖ 弥散功能障碍
- ❖ 通气/血流失衡
- ❖ 贫血

氧合

低氧血症的病因

- ❖ 弥散功能障碍： 肺间质纤维化 充血性心力衰竭
 - ◎ 影响弥散功能的因素：分压差、扩散面积、扩散距离、扩散系数、温度等
 - ◎ 气体扩散速度快，早期不易发生低氧血症，仅功能锻炼、晚期时出现
 - ◎ 任何情况下都不是二氧化碳潴留的病因

氧合

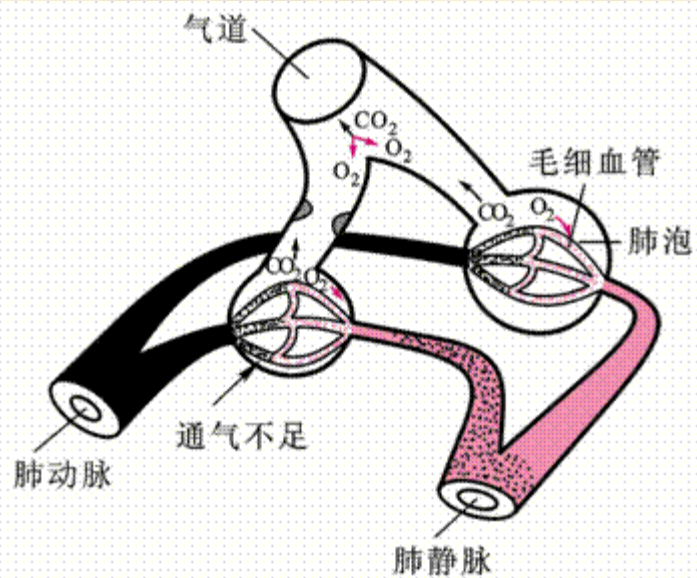


图 15-18 功能性分流

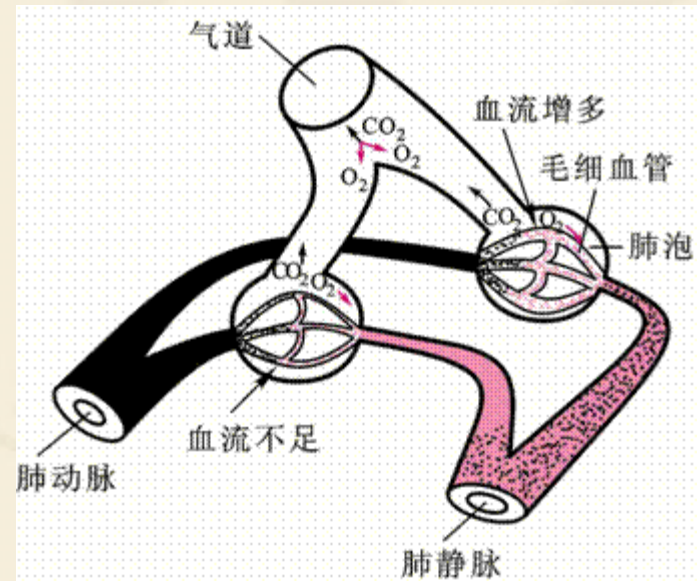


图 15-19 死腔样通气

氧合

低氧血症的病因

❖ 通气/血流 (V/Q) 比例失衡：气泵-血泵

◎ 理想状态：1 0.84 正常人肺尖部高而肺底部低

◎ ↑：部分肺泡气未参加血气交换，死腔增加，意味着通气浪费，离开血有相对高的PO₂和低的PCO₂

◎ ↓：部分血液未能参加血气交换，混合静脉血未能成为动脉血就回到心脏（功能性动-静脉分流），离开血有相对低的PO₂和高的PCO₂；

◎ 后果：缺氧、二氧化碳潴留

◎ 正常情况下PAO₂和PaO₂差别主要原因为V/Q不平衡，与弥散功能关系不大

氧合

❖ 正常值: 5-15 15-25 →110

❖ 与其他参数比较:

PaO₂/FiO₂:简单 稳定 PCO₂
PaO₂/PAO₂
/PaO₂

❖ 范例:

PaO ₂ =90	PCO ₂ =20	氧合指数=429	P(A-a)O ₂ =36
PaO ₂ =66	PCO ₂ =70	氧合指数= 280	P(A-a)O ₂ =7

氧合

❖ PaO₂ SaO₂ CaO₂

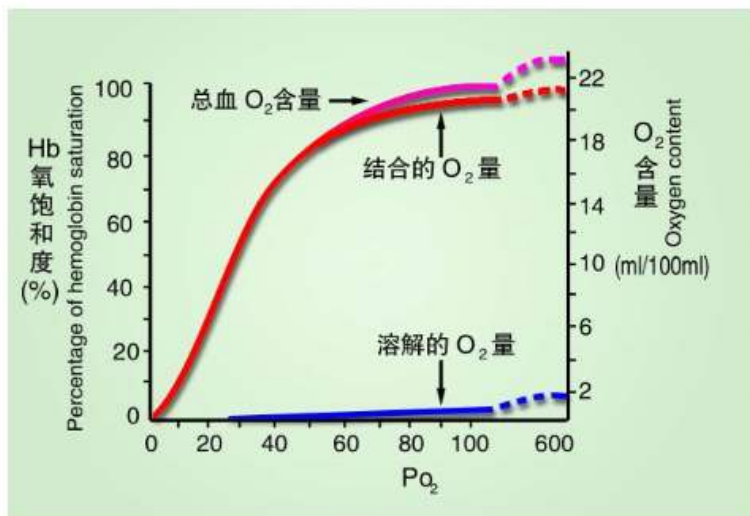
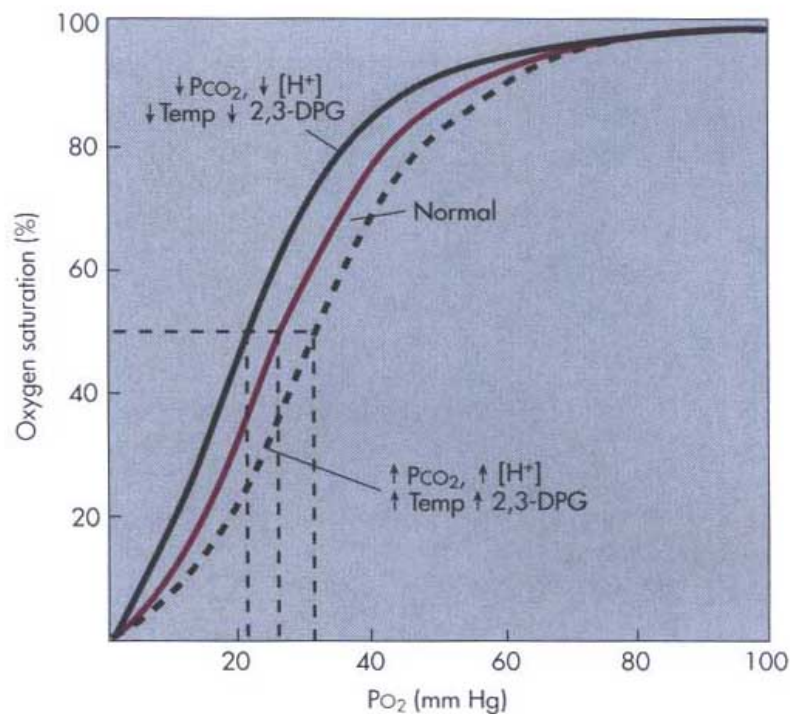


图 - 氧解离曲线

在 pH7.4, Pco₂40mmHg, 温度 37°C, Hb 浓度为 15g/100ml 血液时测定的 (1mmHg=0.133kPa)



氧合

❖ 低氧血症和缺氧

❖ 低氧血症: CaO_2

❖ 缺氧: CO CaO_2 氧摄取

❖ 可有低氧血症而无缺氧; 也可无低氧血症而缺氧

氧合

❖ **SpO₂ SaO₂**

❖ **CO中毒：**

SpO₂ > SaO₂ PaO₂ —、SpO₂ —、SaO₂ ↓

<3% 5-10%长期吸烟 >50%昏迷或死亡

亲和力高 氧离曲线左移

❖ **高铁血红蛋白血症：**

硝酸盐过量

PaO₂ —、SpO₂ ↓、SaO₂ ↓

氧合

❖ **SpO₂ SaO₂**

❖ **组织灌注减少**：如低体温、血管收缩

❖ **黄疸**：

❖ **指甲油**：

❖ **亚甲蓝**：

❖ **医务人员理解偏差**：**30%** **93%**

➤ 肺泡气体交换

➤ 氧合

➤ 酸碱平衡和电解质

Henderson-Hasselbalch(H-H)公式



- ◆ $[\text{H}^+] = K_a \times [\text{HA}]/[\text{A}^-]$
- ◆ $-\log[\text{H}^+] = -\log K_a + \log [\text{A}^-]/[\text{HA}]$
- ◆ $\text{PH} = \text{PK} + \text{Log HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$
 $= \text{PK} + \text{Log HCO}_3^- / 0.03\text{PaCO}_2$
- ◆ PK=碳酸解离常数的负对数 6.1
- ◆ 0.03=二氧化碳溶解系数 Eq/L/mmHg
- ◆ $24/40 \times 0.03 = 24/1.2 = 20$ 1.3

血气分析六步法

[第一步]

❖ 根据 Henderseon-Hasselbach 公式评估血气数值的内在一致性

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

$$K_a = [H^+][A^-] / [HA] \rightarrow [H^+] = K_a \times [HA] / [A^-]$$

❖ 如果 pH 和 $[H^+]$ 数值不一致, 该血气结果可能是错误的

pH	H
7.00	100
7.05	89
7.10	79
7.15	71
7.20	63
7.25	56
7.30	50
7.35	45
7.40	40
7.45	35
7.50	32
7.55	28
7.60	25
7.65	22

血气分析六步法

[第二步]

❖ 是否存在碱血症或酸血症

❖ pH < 7.35 酸血症

pH > 7.45 碱血症

原发异常

❖ 即使pH值在正常范围（7.35—7.45），也可能存在酸中毒或碱中毒
需要核对PaCO₂, HCO₃⁻, 和阴离子间隙

血气分析六步法

【第三步】

- ❖ 呼吸或代谢紊乱？
- ❖ pH值改变的方向与PaCO₂改变方向的关系？
- ❖ 原发呼吸障碍时，pH值和PaCO₂改变反向
- ❖ 原发代谢障碍时，pH值和PaCO₂改变同向
- ❖ 即使pH值在正常范围，也可能存在酸中毒或碱中毒，需要核对PaCO₂, HCO₃⁻, 和阴离子间隙

酸中毒	呼吸性	pH ↓	PaCO ₂ ↑
酸中毒	代谢性	pH ↓	PaCO ₂ ↓
碱中毒	呼吸性	pH ↑	PaCO ₂ ↓
碱中毒	代谢性	pH ↑	PaCO ₂ ↑

血气分析六步法

[第四步]

- ❖ 针对原发异常是否产生适当的代偿？
- ❖ 如果代偿程度与预期代偿反应不符，很可能存在一种以上的酸碱异常

异常	预期代偿反应
代谢性酸中毒	$\text{PaCO}_2 = (1.5 \times [\text{HCO}_3^-]) + 8$
急性呼吸性酸中毒	$[\text{HCO}_3^-] \text{ 升高} = \Delta \text{PaCO}_2 / 10$
慢性呼吸性酸中毒 (3-5天)	$[\text{HCO}_3^-] \text{ 升高} = 3.5 \times (\Delta \text{PaCO}_2 / 10)$
代谢性碱中毒	$\text{PaCO}_2 \text{ 升高} = 0.6 \times (\Delta \text{HCO}_3^-)$
急性呼吸性碱中毒	$[\text{HCO}_3^-] \text{ 下降} = 2 \times (\Delta \text{PaCO}_2 / 10)$
慢性呼吸性碱中毒	$[\text{HCO}_3^-] \text{ 下降} = 5 \times (\Delta \text{PaCO}_2 / 10) \text{ 至 } 7 \times (\Delta \text{PaCO}_2 / 10)$

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/746043102133011011>