

关于动脉血气分析参数临床意义新篇



动脉血气分析的目的

血气参数值为三个生理过程提供了有效信息：

肺泡通气

动脉氧合

酸碱平衡

动脉血气分析

评估肺泡通气：

肺泡气体交换 ---- **PaCO₂** 方程式

PaCO₂ 方程式

$$\text{PaCO}_2 = \frac{\text{VC0}_2 \times 0.863}{\text{肺泡通气 (VA)}} = \frac{\text{每分钟产生的二氧化碳 (VC0}_2\text{)}}{\text{每分钟通气量 (VE) - 每分钟死腔气量 (VD)}}$$

【每分钟通气量 (VE) = 呼吸频率 x 潮气量】

【每分钟死腔气量 (VD) = 呼吸频率 x 生理死腔气量】

任何PaCO₂上升都能做以下解释：

- ◆ 不充足的VE：中枢神经抑制、呼吸机麻痹、通气功能障碍等；
- ◆ VD增加太多：COPD、肺通气但未灌注或灌注不佳、肺纤维化等；
- ◆ 不充足的 VE 和 VD 增大都存在；
- ◆ PaCO₂增高可以降低肺泡氧分压 (PAO₂) 。

病例分析

案例:

老年女性，三天前因与心肺无关的疾病入院。病人焦虑，陈述气短。听诊肺野清晰，轻度心动过速，呼吸频率30/分。护士说病人‘每晚都这样’。医生诊断为‘过度通气和焦虑’，给与抗焦虑药物治疗。30分钟后病人呼吸大幅减慢，紫绀，被送入ICU。

◆ 该患者在接受抗焦虑药前病人的血气状况？

1、PaCO₂=32mmHg PaO₂=70mmHg

2、PaCO₂=43mmHg PaO₂=80mmHg

3、PaCO₂=58mmHg PaO₂=62mmHg

◆ 病人为什么会出现这样的变化？

PaCO₂与肺泡通气

结论:

- ◆ 术语通气不足和通气过度相应地仅指高或低PaCO₂
- ◆ 临床上不能根据呼吸频率或深度来判断通气过度或通气不足
- ◆ PaCO₂ 与呼吸频率、深度和困难程度没有特定的关系
- ◆ PaCO₂ 是判断通气过度或通气不足的唯一可靠指标

动脉二氧化碳分压 (PaCO₂)

【正常值范围】 35~45mmHg 【平均】 40mmHg

- ◆ PaCO₂是反映肺泡通气状态唯一的数值；
- ◆ 正常的PaCO₂说明，在测量当时肺泡通气量与二氧化碳的产生量是相匹配的。

【临床意义】

PaO ₂ mmHg	肺泡通气状况	血液情况	机体代谢
> 45 mmHg	通气不足	高碳酸血症	代谢率增加
35~45 mmHg	通气正常	正常	正常
< 35 mmHg	过度通气	低碳酸血症	代谢率降低

动脉血氧评估

评估动脉氧合状态分三个参数群：

氧的摄取

氧的运输

氧的释放

动脉血氧评估

肺组织氧的摄取主要取决于：

- ◆ 肺泡的氧分压 ($P_{A}O_2$)
主要受大气压、吸氧浓度和 PCO_2 的影响
- ◆ 肺内和肺外分流的程度
- ◆ 肺组织的弥散能力等

其他的影响因素如Hb和氧的亲合力 (P_{50})

用来评估氧的摄取是否充足的关键参数是PaO₂

动脉血氧评估

氧的运输主要取决于：

- ◆ 血液中 血红蛋白的浓度 (**ctHb**)
- ◆ 无效血红蛋白的浓度
- ◆ 动脉氧饱和度 (**SaO₂**)

用来评估实际氧运输的**关键参数是动脉氧含量 (CaO₂)**

动脉血氧评估

氧的释放主要取决于：

- ◆ 动脉和毛细血管末氧分压、动脉氧含量
- ◆ 氧与血红蛋白的亲合力

氧的释放由血红蛋白与氧的亲合力决定，
一般用氧解离曲线表示，主要参数P50

评估血氧相关参数

氧的摄取相关参数:

- ◆ 氧分压: P_{aO_2}
- ◆ 吸入氧分压: P_{iO_2}
- ◆ 肺泡氧分压: $P_{A_{O_2}}$
- ◆ 肺泡二氧化碳分压: $P_{A_{CO_2}}$
- ◆ 肺泡气动脉氧分压差: $P_{(A-a)O_2}$
- ◆ 氧合指数: P_{aO_2}/P_{iO_2}

评估血氧相关参数

动脉氧分压（**PaO₂**）：

肺泡气方程式 ---

$$P_A O_2 = P_I O_2 - 1.25 \times P_A CO_2$$

$P_A O_2$ ---肺泡氧分压

$P_I O_2$ ---吸入氧分压

$P_A CO_2$ ---肺泡二氧化碳分压

吸入氧分压 (PIO₂)

吸入空气后气道内的氧分压，即为吸入氧分压。

【正常范围】：150mmHg

$$\begin{aligned} \text{PIO}_2 &= (\text{大气压} - \text{饱和水蒸气压力}) \times \text{吸入空气的氧浓度} \\ &= (\text{PB} - P_{\text{H}_2\text{O}}) \times \text{FiO}_2 \\ &= (760 - 47) \times 21\% \\ &= 150 \text{ mmHg} \end{aligned}$$

肺泡气氧分压 (P_AO_2) ——方程式

【正常范围】：100mmHg

$$P_AO_2 = \text{吸入氧分压} - 1.25 \times \text{肺泡二氧化碳分压}$$

$$P_AO_2 = PI_{O_2} - 1.25 \times P_ACO_2$$

$$= 150 - 1.25 \times 40$$

$$= 150 - 50$$

$$= 100 \text{ mmHg}$$

理想状态下： $P_AO_2 = P_aO_2$

P_AO_2 决定了 P_aO_2 上限

在临床实际中： $FI_{O_2} < 60\%$ ，可使用1.25倍增系数

$FI_{O_2} > 60\%$ ，可使用1.0倍增系数

动脉血氧分压 (PaO₂)

【正常范围】：80~100mmHg 【平均】90mmHg

PaO₂ 由PAO₂和肺部结构决定的。

PaO₂ 正常值随着年龄增加而逐渐减低：

$$\text{PaO}_2 = 100 - 0.3 \times \text{年龄} \pm 5$$

【临床意义】：

PaO₂ 是反映外呼吸状况的指标，反映肺毛细血管的摄氧状况。

- ◆ PaO₂ 上升：
 - 1、吸高浓度氧
 - 2、机械通气
- ◆ PaO₂ 下降：
 - 1、通气功能或换气功能障碍
 - 2、通气血流比值失衡，肺内动静脉分流
 - 3、心功能障碍，右→左分流

如何正确评估PaO₂

动脉氧分压 95mmHg、60mmHg、28mmHg

- 1、请问那个属于正常？
- 2、传递氧气是否适当？

一、在哪种环境下PaO₂ 为 90mmHg表示肺严重交换不正常？

病例：42岁男性在吸纯氧时PaO₂是多少？大气压760mmHg, 正常的PaCO₂为40mmHg。

$$\begin{aligned} \text{分析： PAO}_2 &= \text{FiO}_2 (\text{PB}-47) - 1.0 \times (\text{PaCO}_2) \\ &= 1.0 \times (760-47) - 1.0 \times 40 \\ &= 713-40 \\ &= 673\text{mmHg} \end{aligned}$$

PAO₂为673mmHg，而PaO₂ 只有90mmHg不正常。

任何人呼吸100%氧气，PaO₂90mmHg将不正常（除非大气压非常低）
说明肺换气交换存在严重问题。

二、在哪种环境下PaO₂ 为 60mmHg 表示肺的交换功能正常？

病例：服用过量的催眠药，PCO₂ 65mmHg, PaO₂ 60mmHg，肺泡氧分压是多少？正常大气压，呼吸外周空气。

分析： PAO₂ = FiO₂ (PB-47) - 1.25 (PaCO₂)

$$PAO_2 = 21\%(760-47) - 1.25 \times 65$$

$$= 149.73 - 81.25$$

$$= 68.48 \text{ (mmHg)}$$

肺泡氧分压虽只有68.48mmHg, 但肺泡与动脉氧分压差

(P(A-a)O₂) 为68.48-60=8.48mmHg, 为正常值。

说明肺交换功能正常，其通气不足是中枢神经系统抑制所致。

三、在哪种环境下PaO₂ 为 28mmHg 表示肺交换正常？

病例：一登山运动员，登上珠穆朗玛峰顶峰，其潮气末PCO₂ 7.5mmHg，大气压253mmHg，肺泡氧分压是多少？PaO₂ 28mmHg 是否常？

分析： $PAO_2 = FiO_2 (PB-47) - 1.25 (PaCO_2)$

$$PAO_2 = 21\% (253-47) - 1.25 \times 7.5$$

$$= 43.26 - 9.4$$

$$= 34.26 \text{ (mmHg)}$$

肺泡氧分压虽只有34.26, mmHg, 但肺泡与动脉氧分压差（

$P(A-a)O_2$ ）=34.26-28= 6.26mmHg，正常。

说明PaO₂ 为 28mmHg 应该正常，肺的交换功能也正常，其氧分压低是大气压低原因导致的。

如何正确评估 P_{aO_2}

结论:

- ◆ 没有 PAO_2 的是不能合适的解释任何 P_{aO_2} 的改变
- ◆ 为合理解释 P_{aO_2} 必须结合:
 $PaCO_2$ 、 FiO_2 、 PB 、 PAO_2 、 $P(A-a)O_2$ 。

肺泡气-动脉氧分压差 [P(A-a)O₂]

[P(A-a)O₂]：是指肺泡气氧分压与动脉血氧分压之差。

$$P(A-a)O_2 = P_AO_2 - PaO_2$$

【正常范围】：青年、中年人为：5-15mmHg

老年人（FiO₂为21%）：15-25mmHg

吸入100%氧：可达60-70mmHg，上限120mmHg

【临床意义】：

- ◆ 反映的是肺摄取氧的能力，是评估氧合功能的敏感指标；
- ◆ 评估肺换气功能的主要指标，可以判断氧气从肺进入到血液的难易程度；
- ◆ 评估肺传递氧气是否正常必须计算P(A-a)O₂
- ◆ P(A-a)O₂与年龄有关：

$$P(A-a)O_2 = \text{年龄} \div 4 + 4\text{mmHg}$$

【 $P(A-a)O_2$ 临床意义】

◆ 判断肺换气功能：

病理情况下，凡是任何影响肺泡与肺毛细血管氧气交换的情况均可导致 $P(A-a)O_2$ 增大， $P(A-a)O_2$ 增大说明：

- 1、严重的通气/血流比值失调
- 2、肺弥散障碍
- 3、肺内分流（功能性分流和解剖分流）

◆ 判断低氧血症的原因：

◆ 心肺复苏时，反映预后重要指标：

显著增大，反映肺淤血、肺水肿、肺功能严重减退

◆ 肺泡-动脉氧分压差异常提示肺实质性病变；

◆ 肺泡-动脉氧分压差可以作为肺栓塞的早期诊断线索。

$P(A-a)O_2$ 和 $PaCO_2$ 鉴别导致低氧血症原因

低氧血症的鉴别

导致低氧血症原因	$P(A-a)O_2$	$PaCO_2$	对 100% 纯氧的反应
1、肺泡通气降低	正常	↑	常改善
2、通气/血流失衡	↑	正常	改善
3、弥散障碍	↑	正常	改善
4、绝对分流	↑	正常	无反应
5、 FiO_2 降低	正常	正常	改善
6、通气+弥散障碍	↑	↑	改善

除绝对分流，其他原因导致的低氧血症都可以由吸入**100%纯氧15min**而改善。

P(A-a)O₂应用例题

例题：肺炎患者，吸入空气，血气是PaO₂ 55mmHg，PaCO₂ 35mmHg，第二天，吸入30%氧气的情况下，1小时后检测血气，血气报告：

PaO₂ 75mmHg，PaCO₂ 40mmHg。

a、怎样评估血氧状态？

b、其氧疗后的氧合状态是否变好？

分析：

1、该患者PaO₂ = 55mmHg，有中度低氧血症。

2、入院时：P(A-a)O₂ = 150 - 1.25 × 35 - 55 = 51

增大说明氧合功能差，通气/血流比严重失衡

3、第二天吸入30%氧时：

$$\begin{aligned} P(A-a)O_2 &= PI_{O_2} - 1.25 \times PaCO_2 - PaO_2 \\ &= 0.3 \times (760 - 47) - 1.25 \times 40 - 75 \\ &= 89 \end{aligned}$$

诊断：吸30%氧后，P(A-a)O₂ 继续增大，说明氧合状态更为恶化。

P(A-a)O₂应用例题

例题：27岁女性急诊室主诉胸痛，胸片和体格检查均正常，查动脉血气：

PaO₂ 83mmHg, PaCO₂ 31mmHg, PH7.4, HCO₃ 21mmol ,

PB 760mmHg FI0₂ 0.21

分析：

- 1、初步判断：病毒性胸膜炎可能
- 2、治疗：止痛治疗，回家休息
- 3、查看：P(A-a)O₂

$$\begin{aligned} P(A-a)O_2 &= PI0_2 - 1.25 \times PaCO_2 - PaO_2 \\ &= 0.21 \times (760 - 47) - 1.25 \times 31 - 83 \\ &= 27.98 \end{aligned}$$

该患者按年龄其 $P(A-a)O_2 = 27 \div 4 + 4 = 10.75$

而实际 P(A-a)O₂ 增大，说明氧交换障碍，高度怀疑肺栓塞？

- 4、第二天患者因相同主诉返回，经查D-二聚体和肺扫描，**确诊为肺栓塞**。
。 给予静脉溶栓治疗后病情好转

互动问答

临床问题1:

如果在海平面大气压和 PaCO_2 下降一半，肺泡气 PaO_2 将？

- 1、上升
- 2、下降
- 3、不变

临床问题2:

在海平面室内， PaCO_2 是20mmHg，其动脉氧分压可能是多少？

氧合指数 (PaO₂/FiO₂)

$$\text{氧合指数} = \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \quad (100/0.21=480)$$

【正常范围】：400~500mmHg

对于吸高浓度氧的危重病人，氧合指数是首选的低氧血症指数。

【临床意义】：

- ◆ PaO₂/FiO₂ ≤ 300 ， 提示肺气体交换严重障碍，急性肺损伤。
- ◆ PaO₂/FiO₂ ≤ 200 ， 是诊断急性呼吸窘迫综合征（ARDS）的标准。
- ◆ 也可以作为呼吸功能不全的病情程度和治疗效果的观察指标。

PaO₂/FiO₂ 在FiO₂ ≥ 50%和 PaO₂ ≤ 100mmHg时最稳定

但评估伴PaCO₂高的低氧血症或P(A-a)O₂明显增大的患者应注意。

评估血氧相关参数

氧的运输相关参数：

- ◆动脉氧饱和度：**SaO₂**
- ◆血红蛋白：Hb
- ◆动脉氧含量：**CaO₂**

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/498077133117006065>