

肺功能测定的临床应用(续)

李琦¹

二、肺换气功能测定

肺换气功能指肺泡与肺毛细血管间所进行的气体交换。通过此过程,肺泡内的 O_2 进入肺毛细血管,而肺毛细血管血液中的 CO_2 排出至肺泡,其正常与否取决于肺弥散功能和通气血流比值。

1. 肺弥散功能:弥散是指分子从高浓度区移向低浓度区的一种倾向。肺弥散指氧和二氧化碳通过肺泡毛细血管膜的过程。目前,国外倾向于用“气体转运(T_L)”的概念替代“肺弥散”,是指气体(O_2)进入气道直至与肺毛细血管血液中血红蛋白结合的全过程(CO_2 与之相反)。但国内仍沿用“肺弥散”的概

念。常用肺弥散量(D_L)作为评价肺弥散功能的指标,是指某种气体在肺泡膜两侧单位压力差下、单位时间内通过肺泡毛细血管膜进入肺毛细血管血液中的量。即:

$$\text{肺弥散量} = \frac{\text{通过肺泡膜的气体量}}{\text{肺泡膜两侧的气体分压差}}$$

从上式可见,氧弥散量的测定在理论上是可行的,但由于很难采取肺毛细血管的血样测定氧分压,临床上很少测定氧的弥散量,而是采用一氧化碳(CO)测试弥散功能,因为 CO 透过肺泡膜的弥散系

作者单位:1. 北京市结核病和胸部肿瘤研究所 北京 101149; 收稿日期:2001-03-20; 作者简介:李琦(1958-),女,北京市结核病胸部肿瘤研究所心肺功能研究室主任,研究员,硕士研究生导师。

数以及和血红蛋白的反应速率与氧相似,并呈线性相关,且 CO 与血红蛋白的亲合力比氧大 210 倍,血液中的 CO 分压接近于 0,可忽略不计,仅测定单位时间内通过肺泡毛细血管膜的 CO 量(VCO)和肺泡气 CO 分压($P_A\text{CO}$),既可得到 CO 弥散量($D_L\text{CO}$)。常用评价指标为:

(1) $D_L\text{CO}$:指单位时间内、单位压力差下通过肺泡毛细血管膜进入毛细血管血液中的 CO 量,实测值与预计值的百分比 > 80% 为正常。

(2)弥散系数($D_L\text{CO}/VA$):一氧化碳弥散量与肺泡气量之比,实测值与预计值的百分比 > 80% 为正常。

肺弥散功能的正常与否主要取决于下列因素:

(1)呼吸膜的厚度:呼吸膜包括表面活性物质、肺泡上皮膜、基底膜、毛细血管内皮膜、毛细血管中血浆层、红细胞膜、血红蛋白。其增厚使弥散距离延长,导致 $D_L\text{CO}$ 和 $D_L\text{CO}/VA$ 均降低。常见于间质性肺疾病。

(2)呼吸面积:指与有血流的肺毛细血管相接触进行功能活动的肺泡面积,其减少使弥散面积减少,导致 $D_L\text{CO}$ 降低,但 $D_L\text{CO}/VA$ 可正常。常见于肺切除术后、损毁肺等。

(3)血红蛋白量:有文献报道,血红蛋白每下降 1 克, $D_L\text{CO}$ 下降 7%,因此需对 $D_L\text{CO}$ 进行校正:

男: $D_L\text{COc} = D_L\text{CO} + 1.4(14.6 - \text{血红蛋白})$;

女: $D_L\text{COc} = D_L\text{CO} + 1.4(13.4 - \text{血红蛋白})$ 。

血红蛋白减少使其与 CO 或 O_2 的结合量减少,导致 $D_L\text{CO}$ 和 $D_L\text{CO}/VA$ 均降低。见于贫血等。

(4)通气血流比值:通气血流比值失调或通气血流分布不均时,可使肺泡膜两侧的 CO 或 O_2 压力差增加,导致 $D_L\text{CO}$ 和 $D_L\text{CO}/VA$ 均降低。常见于阻塞性肺疾患。

(5)肺毛细血管血容量:肺毛细血管血容量减少,使呼吸面积减少,从而导致 $D_L\text{CO}$ 到 $D_L\text{CO}/VA$ 均降低。常见于肺动脉栓塞。

2. 通气血流比值($\dot{V}/\dot{Q}$):指肺通气量与肺血流量的比值,正常值为 0.8,也有文献报道^[3]接近于 1。70 年代始, Wagner 等^[3]人用 6 种惰性气体对通气、血流的分布及比值进行直接测定,但目前在临床难以推广。临床上仍通过生理死腔和分流量的测定间接评价通气血流比值。

(1)生理死腔:指进入呼吸道和肺泡内但不能与

肺毛细血管血液接触,从而得不到气体交换的气量。分为解剖死腔和肺泡死腔,前者指存留在气道内不能进行气体交换的气量,正常约为 150ml,支气管扩张时增加;后者指已经进入肺泡,但因局部血流量不足不能进行气体交换的气量,肺动脉栓塞等时增加。一般用生理死腔与潮气量之比(VD/VT)表示生理死腔的大小,正常为 0.25 ~ 0.35,其增高提示 $\dot{V}/\dot{Q}$ 增高。就健康人而言, VD/VT 反映解剖死腔量的多少,而对 $\dot{V}/\dot{Q}$ 增加的患者, VD/VT 增高意味着肺泡死腔量增加。

(2)生理分流:指静脉血中未经动脉化直接进入体循环动脉的血流。分为解剖分流和肺内分流,前者如心最小静脉和支气管静脉等直接进入体循环的血流;后者指静脉血流经通气不良的肺泡时不能被动脉化,其与已动脉化的血液相混时就形成静-动脉分流。一般以分流量与心输出量之比(Q_s/Q_t)表示。正常为 $3.65 \pm 1.69\%$,肺不张、严重的慢性支气管炎等 Q_s/Q_t 增加, Q_s/Q_t 增加意味着 $\dot{V}/\dot{Q}$ 降低。就健康人而言, Q_s/Q_t 反映解剖分流量的多少,而对 $\dot{V}/\dot{Q}$ 降低的肺部疾病患者, Q_s/Q_t 增高意味着肺泡分流量增加。

(3)其他指标:

1)肺泡动脉氧分压差($P_{(A-a)}O_2$):指肺泡气氧分压(P_AO_2)和动脉血氧分压(PaO_2)的差值。吸空气时,健康青年人为 8mmHg,60 ~ 80 岁可达 24mmHg;吸纯氧时,可达 25 ~ 75mmHg。 $P_{(A-a)}O_2$ 是判断摄氧的标志,任何原因产生 V/Q 失调、弥散功能障碍、分流增加,均可导致 $P_{(A-a)}O_2$ 增加。

2)氧合指数(PaO_2/F_1O_2):为 PaO_2 与吸入氧气浓度(F_1O_2)之比。正常值 > 400。低氧血症时, PaO_2/F_1O_2 降低。有文献报道^[4]它与 Q_s/Q_t 的相关系数为 -0.85,较 $P_{(A-a)}O_2$ 更为精确地反映肺内分流的情况。

$\dot{V}/\dot{Q}$ 的正常与否取决于肺通气量、肺血流量及其分布。就肺通气而言,肺泡的时间常数异常是引起通气分布不均的重要因素。时间常数等于气道阻力和肺顺应性的乘积,因此不均匀的气道阻力和肺顺应性均可引起通气分布不均。前者见于各种原因所致的气道阻塞或狭窄;后者见于肺纤维化、肺水肿等。就肺血流而言,各种原因所致的肺血流量减少和肺血管病变均可致肺血流分布不均。(待续)