

· 讲座 ·

肺功能测定的临床应用

李 琦¹

自 1846 年 Hutchinson 提出用水封式肺量计测定肺活量以来,肺功能测定的仪器不断改善,肺功能测定的方法和指标逐渐增多,已成为临床呼吸生理检测的重要方法。

肺功能指肺的生理功能,包括肺的非呼吸功能和呼吸功能,前者指肺的生化代谢功能,也是呼吸生理的生化基础;后者是临床肺功能检测的内容,分为肺通气功能、肺换气功能、呼吸调节功能和肺循环功能。其中,肺通气功能检测包括肺容积、肺通气量、小气道功能、吸入气体分布和呼吸动力学(呼吸阻力、顺应性和呼吸肌功能)检测;肺换气功能检测包括肺弥散功能和通气血流比值检测。

就呼吸领域而言,肺功能检查主要用于:①鉴别呼吸困难的原因。②查找异常呼吸的原因。③评估手术适应症。④早期检出肺、气道病变的肺功能损害。⑤评定药物临床疗效。⑥职业性肺病的劳动力鉴定。⑦呼吸衰竭的诊断及监护。⑧流行病学调查。

一、肺通气功能测定

肺通气指肺与外界环境进行气体交换。通过这一过程,肺泡内的二氧化碳(CO_2)被排出到环境中,而环境中的氧(O_2)则进入肺泡。

1. 肺容积:指肺在不同呼吸水平所能容纳的气体量,由 8 部分构成:潮气量(TV)、补呼气量(ERV)、补吸气量(IRV)、残气量(RV)、深吸气量(IC)、功能残气量(FRC)、肺活量(VC)和肺总量(TLC)。常用指标为:

(1)肺活量(VC):指最大吸气后所能呼出的最大气量。由于肺活量(包括下述许多肺功能指标)受性别、年龄、身高、体重等因素的影响,通常以其实测值与预计值的百分比(VC%)作为评价指标。正常 VC% > 80%,肺活量反映肺脏的扩张能力。降低见

于:肺扩张受限(如间质性肺疾病)、胸廓扩张受限(如脊柱侧突)、呼吸肌疲劳(如重度 COPD)和神经肌肉病变(如脊髓灰质炎)等。

(2)残气量(RV):指最大呼气后剩余在肺内的气量。以其实测值与预计值的百分比(RV%)作为评价指标。正常 RV% 为 80% ~ 120%,增加见于阻塞性肺疾病(如 COPD),降低见于限制性肺疾病(如间质性肺疾病)。

(3)肺总量(TLC):指最大吸气后肺内所含的气体量。以其实测值与预计值的百分比(TLC%)作为评价指标。正常 TLC% 为 80% ~ 120%,增加见于阻塞性肺疾病,降低见于限制性肺疾病。

(4)残总比(RV/TLC):指残气量与肺总量的比值,正常 RV/TLC < 35%。肺气肿时 RV/TLC 增加。

2. 通气量:

(1)静息通气量(MV):静息状态下每分钟吸入或呼出的气量,等于潮气量与呼吸频率的乘积。

(2)肺泡通气量(VA):静息状态下每分钟进入肺泡进行气体交换的气量。即:肺泡通气量 = (潮气量 - 死腔量) × 呼吸频率。正常为 4 L/min。肺泡通气量减少见于肺扩张受限、气道阻塞和死腔增加的患者。但临床上很少直接测定肺泡通气量,而是用动脉血二氧化碳分压(PaCO_2)评价肺泡通气,因为二者成反比,当 PaCO_2 增高时,提示肺泡通气不良;当 PaCO_2 降低时,提示肺泡通气过度。

(3)用力肺活量(FVC)、一秒量($\text{FEV}_{1.0}$)和一秒率($\text{FEV}_{1.0}\%$):FVC 指最大吸气后以最大的努力和最快的速度呼气所得到的呼气肺活量。 $\text{FEV}_{1.0}$ 指做 FVC 时第 1 秒内所呼出的气量,二者之比为一秒率($\text{FEV}_{1.0}\%$), $\text{FEV}_{1.0}\%$ 是反映气道是否阻塞的指标。正常 > 70%,降低见于气道阻塞和/或肺气肿。

(4)最大自主通气量(MVV):在单位时间内以尽快的速度和尽可能深的幅度重复最大自主努力呼吸所得到的通气量,以实测值与预计值的百分比(MVV%)作为评价指标。正常 MVV% > 80%,它是反映肺通气功能的综合指标,降低见于:肺扩张受限、胸廓扩张受限、呼吸肌疲劳、神经肌肉病变、气道阻塞和肺气肿等。当患者出现咯血、气胸、极度衰弱时不能做 MVV 测定,可用 $FEV_{1.0} \times 35$ (或 40)间接评估 MVV^[1]。

3. 小气道功能:小气道是指吸气状态下内径在 2mm 以下的细支气管,由于其具有管径细、管壁薄、

管壁内软骨组织消失、纤毛上皮细胞减少等特点,使其因炎症等而易于出现狭窄或阻塞等病理改变,导致周围气道阻力增高和通气分布不均。

目前,小气道功能的主要测定方法为最大呼气流量-容积曲线,即受试者在最大用力呼气过程中,将其呼出的气体容积和相应的呼气流量描记成的一条曲线(图 1)。它主要反映在用力呼气过程中,胸内压、肺弹性回缩压、气道阻力对呼气流量的影响。曲线升支的最大呼气流量与受试者的呼气用力有关,降支的最大呼气流量则取决于肺泡弹性回缩力和周围气道阻力,而与用力无关。

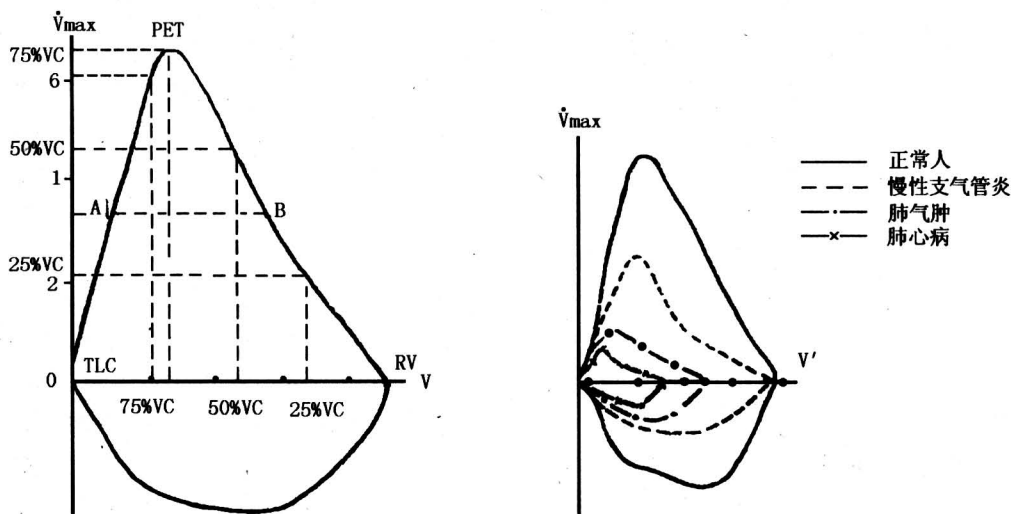


图 1 流量-容积曲线图

$$OI = \frac{FVC}{AB}$$

自 PEF 顶点向下做一垂线,过其中点做一水平线,

分别交曲线的升支和降支于 A、B 点,上式中 AB 即为此线长度

可根据曲线形态和不同肺容积水平的呼气流量评价小气道功能。正常流量-容积曲线升支陡直,降支斜行下降,最大流量逐渐降低。小气道病变时,曲线降支凹向容量轴,坡度变小。在 COPD 患者,随慢支→肺气肿→肺心病的发展,最大呼气流量进行性降低,曲线降支的坡度进行性减小。常用指标为:① $\dot{V}_{50}$:呼出 50%肺容积时的最大呼气流量。② $\dot{V}_{75}$:呼出 75%肺容积时的最大呼气流量。其实测值与预计值之比 > 80% 为正常, $\dot{V}_{50}$ 和 $\dot{V}_{75}$ 降低提示小气道功能减退,见于吸烟、COPD 早期、职业病早期和空气污染等。

4. 呼吸力学:是测定呼吸过程中的压力、容积和流量,从而研究呼吸过程中的动力和阻力。

(1)呼吸肌功能:呼吸的动力来自呼吸肌。平静吸气时,膈肌是呼吸动力的主要来源;用力呼吸时,

膈肌和辅助呼吸肌参与收缩。常用最大吸气压(MIP)和最大呼气压(MEP)评价呼吸肌功能。正常男性 MIP 最低值为 7.25kPa,MEP 最低值为 9.67kPa;正常女性 MIP 最低值为 4.84kPa,MEP 最低值为 7.74kPa。二指标综合反映全部呼吸肌群的功能。其中,MIP 是评价吸气肌功能的指标,当其小于正常预计值的 30% 时,易于出现呼吸衰竭。此外,它也是机械通气撤机的重要指标之一。MEP 可评价咳嗽能力。二指标降低提示呼吸肌功能减退或呼吸肌疲劳,常见于 COPD。

(2)呼吸阻力(R):按物理性质,将呼吸阻力分为粘性、弹性和惯性阻力,三者之和称为呼吸总阻抗。其中,粘性阻力来自气道和肺组织,以气道阻力为主;弹性阻力分布于肺组织和可扩展的细支气管。惯性阻力主要分布于大气道和胸廓。按解剖部位将

