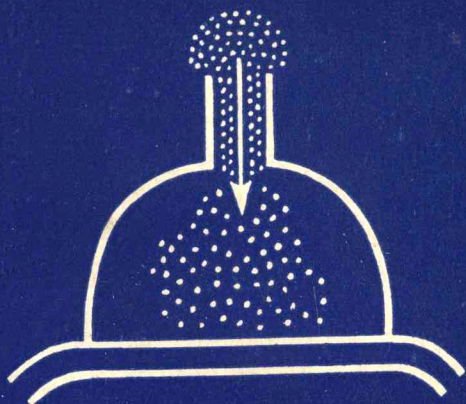




肺的病理生理学基础



肺的病理生理学基础

肺的病理生理学基础

〔美〕 J. B. West 著

过中方 诸荣恩 王光杰 译

萨藤三 李华德 校

华东地区肺心病研究协作组

一九八一年十二月

目 录

第一篇 肺功能测验及其意义

第一章 通气	(1)
第二章 气体交换	(20)
第三章 其它测验	(44)

第二篇 肺部疾病的功能

第四章 阻塞性疾病	(60)
第五章 限制性疾病	(97)
第六章 血管性疾病	(117)
第七章 其它疾病	(140)

第三篇 肺衰竭时的功能

第八章 呼吸衰竭	(161)
第九章 氧气治疗	(176)
第十章 机械通气	(192)

第四篇 附 录

一、代号和单位	(208)
二、正常值	(209)
三、问题与答案	(212)

第一篇 肺功能测验及其意义

1. 通气
2. 气体交换
3. 其它测验

我们应用肺功能测验来了解病肺的功能状态。本章论述最重要的测验项目及其意义。

第一章 通 气

用力呼气是最简易的肺功能测验。它是极有益的测验之一。设备简单，计算也很方便。多数肺部疾病的病人用力呼气不正常。从这些测验所获得资料对疾病的处理也有帮助。在本章我们首先讨论用力呼气的几项指标；其次流速——容量曲线的各种决定因素；最后通气不匀一次呼吸测验法和闭合气量。

通气功能测验

用力呼气量

用力呼气量指深吸气后用力呼气在一秒钟所呼出的气量。肺活量指深吸气后呼出的气体总量。

简单的测验方法如图 1 所示。病人舒适地坐在阻力较小的肺量计前。充分吸气后尽力作最大的呼气。随肺量计浮筒

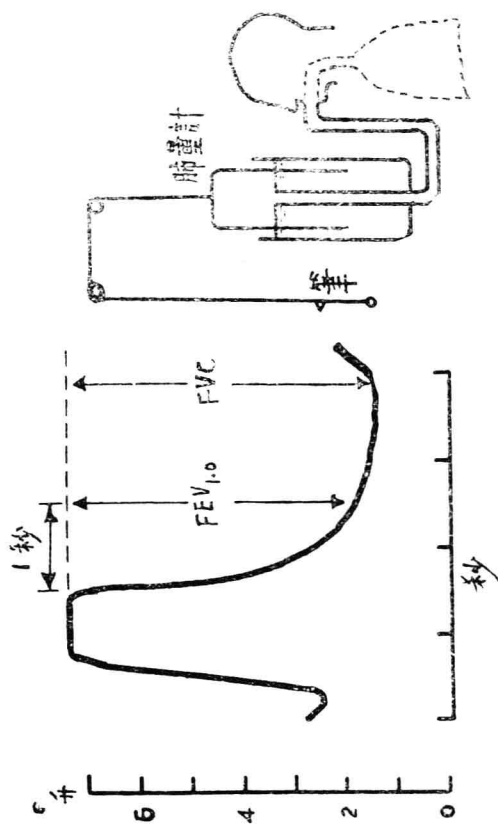


图1 用力呼气量 (FEV_{1.0}) 和用力肺活量 (FVC) 的测定

上升和计纹鼓移动记录单位时间内的呼气量。

图 2 A 系正常人的曲线。可看出在一秒钟时呼出气量为 4 升，而呼出总量为 5 升。故这两种气量分别为一秒钟用力呼气量 ($FEV_{1.0}$) 和肺活量。用力呼气时所测出的肺活量可较不用力时为低，故通常用用力肺活量的名称。正常人 $FEV_{1.0}/FVC$ 的比值约 80% (见附录正常值)。

图 2 B 系慢性阻塞性肺部疾病病人的用力呼气曲线。注意呼气流速较慢，故第一秒仅呼出 1.3 升。而呼出总量为 3.1 升。 $FEV_{1.0}/FVC$ 减至 42%。该图为典型的阻塞性图形。

将图 2 B 与肺纤维化病人的图形 2 C 对比，肺活量减至 3.1 升，但第一秒呼出量所占肺活量的百分比较高 (90%)，表明为限制性疾病。

若采用图 1 的装置，肺量计浮筒宜轻，筒径阔、气道阻力小，这样才能敏感地反映出肺量。利用风箱原理的乾性肺量计也很有用，且便于床边测验。有时可将测得的描图夹在病历卡内。目前市场上也有各种电子肺量计，但这种仪器必须仔细校准。

测定时，病人应松开裹紧的衣服，接口也应在适宜的高度。先进行二次训练，而后连续做三次测验，取其平均值。由于病人呼气开始时可能犹豫不决，故呼气开始的 200 毫升不予计算。详见另文。

该项测验对评价支气管舒张剂的疗效极有价值。若疑为可逆性气道阻塞，应在用药前后作此试验 (如在吸入异丙基肾上腺素气雾剂 3 分钟后)。支气管痉挛病人在用药后 $FEV_{1.0}$ 和 FVC 通常均见增加。

有时也测验其它单位时间内的用力呼气量，如 0.75 秒、

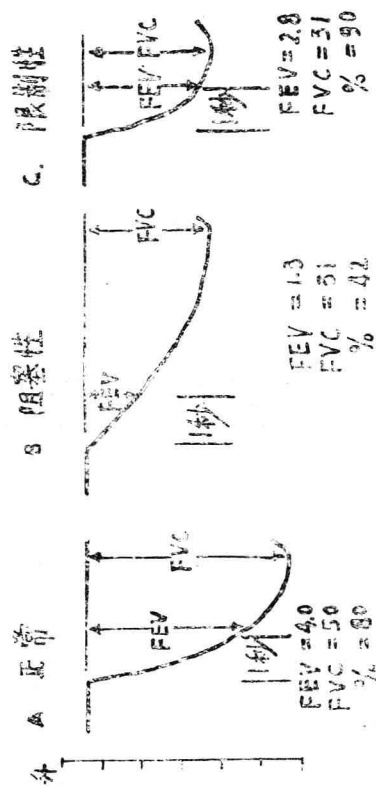


图2 正常、阻塞性和限制性用力呼气的图形

2 秒和 3 秒。并以如下写法表示，如 $FEV_{2.0}$ 。但这些指标往往意义不大。倘无注明，即假定为 1 秒钟的用力呼气量。

最大呼气中段流速 (MMFR)

这一通气量的指标从图 3 所示的呼气曲线计算。将总呼气量的中段作标志，并测定呼出的时间。MMFR 即肺容量 (升) 除以时间 (秒)。阻塞性肺部疾病病人的 MMFR 与 FEV 相关密切，但对某些气道阻塞的病人 MMFR 是较为敏感的一项指标。

最大呼气流速 (PFR) (译者注：亦称最大呼气峰值流速)

这是深吸气后用力呼气至少持续 0.01 秒的最大流速。可用 Wright 流速仪测定。后者含有弹性负荷翼片，气体流动使翼片转位。PFR 和 FEV 及 MMFR 有关，虽然其重复性较少。最大呼气流速仪既耐用又携带方便，便于在医生办公室内使用或作流行病学调查。

最大通气量

系指一分钟内的最大通气量。因连续过度通气非常劳累，故通常以 15 秒种的通气量乘 4 来计算。该测验广泛使用多年，现已被一次呼吸测验所代替。此法最大缺点是病人过于疲劳，而测定数值在很大程度上取决于病人如何努力。其实，从用力呼气量的测验更易获得同样资料。

在某些方面，肺和胸廓可视为一个简单的气泵 (图 4)。该泵的输出量取决于冲击量 (Stroke Volume)、气道的阻力和作用在气缸活塞上的力量。在用力呼气中后一因素相对地不重要。

肺活量 (或用力肺活量) 是测定冲击量。任何程度的减

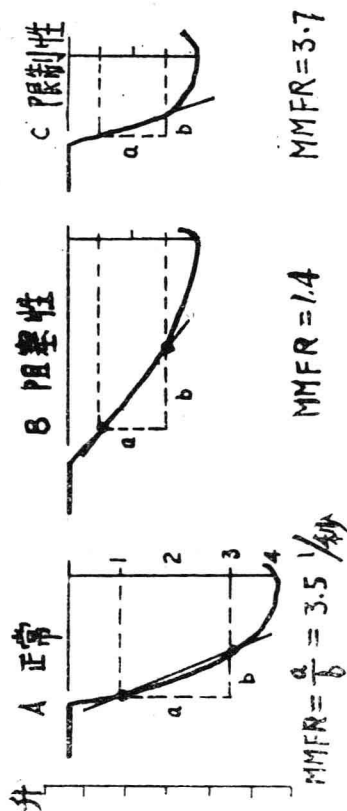


图3 从用力呼气曲线中计算最大呼气中段流速 (MMFR)，用力呼气测验的解释

少将影响通气量。冲击量减少的原因包括胸廓疾病，如脊柱后侧凸，关节强直性脊柱炎和急性创伤；病变损害支配呼吸肌的神经或呼吸肌本身，如脊髓灰质炎或肌营养不良；胸膜腔异常，如气胸或胸膜增厚；肺部病理变化，如纤维化削弱肺脏的扩张度，占位性病变如囊肿或肺血流量增加如左心衰竭。此外，有些气道疾病在呼气时气道过早闭合，限制了呼出的气量。此种情况见于哮喘和支气管炎。

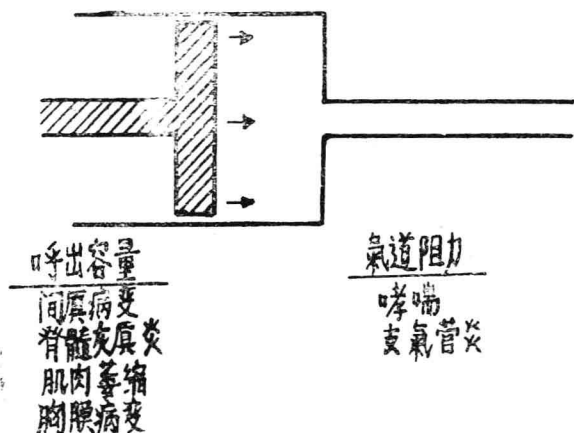


图 4 以简易模式图阐明通气功能减退的因素。肺实质、胸膜或呼吸肌的疾病可减少冲击量。哮喘和支气管炎增加气道阻力。

用力呼气量（以及有关的指标如MMFR和PFR）在呼气时受气道阻力的影响。阻力有任何增加将减低通气量。病因包括哮喘或吸入刺激物质如吸烟所致的支气管痉挛，气道的器质性病变如慢性支气管炎，气道内阻塞如异物吸入，支

气管分泌物过多以及肺实质破坏等，导致支持气道的辐射状牵引力减弱。

图 4 的简易模式图介绍肺部有病时通气功能降低的几种因素。但仍需改动以便更好的理解。例如，气道实际上是在气泵之内，而不是如图 4 所示的在气泵之外。流速—容量曲线可提供更多的有用资料。

若在最大用力呼气时记录流速和容量，我们可获得一种如图 5 A 的特异的流速—容量环状图形。在任何肺容量下作最大呼气实际上不可能穿过这一环状的范围。例如，若我们先缓慢呼气，然后用力呼气，流速增加达到环状的范围，但不会超出。显然，在一定肺容量下最大流速受到了某些十分有力因素的限制，这一因素即气道的动力压缩。

图 5 B 为阻塞性和限制性肺部疾病的典型曲线图形。阻塞性疾病如慢性支气管炎和肺气肿从呼气开始到完毕均处在异常高肺容量。其流速显著地低于正常，曲线呈杓形。与限制性肺部疾病如间质纤维化对比，最大呼气流速见于低肺容量一侧，和正常比较，流速形态较扁平。但若将流速与肺容量关连，则流速似高于正常人（图 5 B）。注意图内 5 B 所示的是绝对肺容量，这些不能从用力呼气得到。欲了解绝对肺容量需另外测定残气。

为了理解这些图形，需考虑气道内外的压力（图 6）。吸气前（图 6 A）因无气流，故口腔、气道和肺泡内压力均与大气压相同。若胸膜腔压低于大气压 5 厘米水柱，则假定作用于气道外的压力与之相同（虽然这是过份简单化）。此时扩张的气道压差为 5 厘米水柱。吸气开始时（图 6 B）胸膜腔、肺泡和气道内压力都下降，保持气道开放的压差增加到

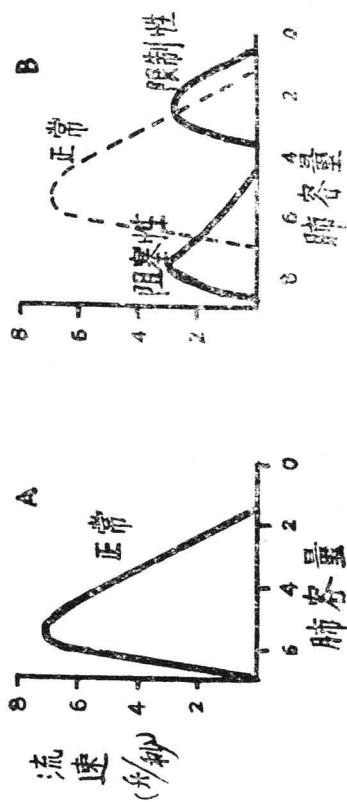
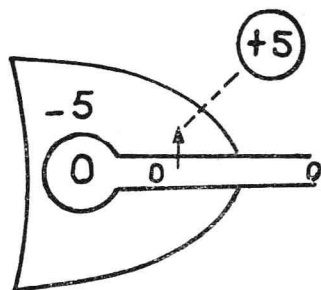


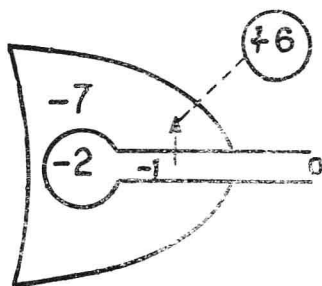
图 5 流速—容量曲线。B图系将阻塞性、限制性和正常曲线形态作了对比

6 厘米水柱。吸气末（图6C）该压力为 8 厘米水柱。

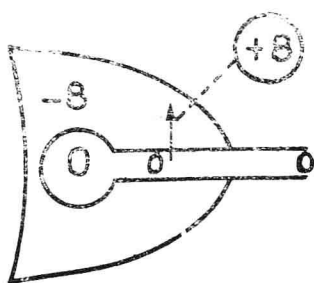
用力呼气初期（图6D）胸膜腔压和肺泡内压显著升高。气道某些点的压力也增高，但由于气流使压力降低，故气道内压力不如肺泡内压力那么高。在此情况下，有11厘米水柱的压差使气道趋向闭合，发生塌陷。气流便取决于肺泡内压和塌陷点气道外压之间的压差（Starling）阻力效应。这种压差（图6D）是 8 厘米水柱，即为肺的静态弹性回缩压。它



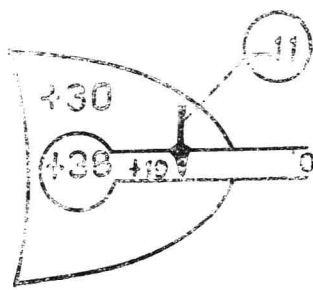
A 吸氣前



B 吸氣時



C 吸氣末



D 用力呼氣

图 6 用力呼气时气道动力压缩图解（详见课文）

与肺容量和顺应性有关，而与呼气时用力无关。

那末，我们如何来解释图5B的不正常图形呢？在慢性支气管炎和肺气肿病人，与肺容量相关连的流速减低，由于几种因素所引起。支气管炎所致的气道壁增厚和管腔分泌物增多，使气流阻力增加。肺组织的破坏可使小气道数目减少。这种病人的肺容量虽然明显增加，但静态弹性回缩压可降低。最后由于肺泡壁减少，周围肺实质支撑气道的牵引力减弱，气道更易塌陷。这些因素详述于第四章。

肺间质纤维化病人与肺容量相关连的流速正常或增加，因为在一定肺容量下其静态弹性回缩压增高和气道管径正常（甚至增大）。然而，肺顺应性显著降低，故肺容量甚小，因而绝对流速减低。

图4的分析过于简单化。初视用力呼气量似乎较单纯且受着气道和肺实质的影响。因此，“阻塞性”和“限制性”这样的名词易使人们对其病理生理产生模糊概念。

从流速—容量曲线划分气流阻力

在用力呼气时气道塌陷，流速由直到塌陷点的气道阻力（图7）所决定。超过此点，则气道阻力无关紧要。塌陷发生在或接近于气道内压力与胸膜腔压力相等的点，有时称“等压点”。一般认为在用力呼气的初期阶段此点靠近叶支气管处。然而，当肺容量减少及气道狭窄时，气道阻力即增加，结果压力迅速消失，塌陷点移向更远的气道。因此，用力呼气的后期，其流速逐渐地取决于周围小气道的性质。

正常情况下，周围气道（直径小于2毫米）阻力占气道总阻力20%，因此它们的改变难于发现，故称为“寂静区”。然而，慢性阻塞性肺部疾病的早期变化可能发生于这些小气

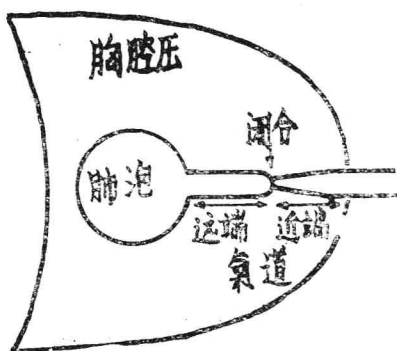


图 7 当用力呼气出现气道动力压缩时，仅塌陷远端气道的阻力影响流速，在用力肺活量的最后阶段，仅周围细气道位于塌陷点的远端，故这一部分的阻力决定流速。

道。所以，用力呼气后期最大流速常作为反映小气道的阻力。典型的是在肺活量的50%，25%或10%时测定其流速。此流速有时命名为MEF50%，MEF25%（见图38）。

其他测定流速—容量曲线用来测定小气道阻力的方法是采用低密度气体。若吸入80%氦和20%氧的混合气体，大气道内的压力明显降低，这是因为大气道气流为涡流，因此，压力的降低部分受气体密度的影响。小气道内气流为层流，故压力很少降低。因此，周围小气道阻塞的病人吸入氦—氧混合气体后，其流速曲线的变化不如正常人明显。用以评定曲线反应的指标已有文献。这些包括50%肺活量的流速以及吸入空气和氦—氧混合气曲线重叠时的肺容量。

流速—容量曲线中气道和肺实质的组成部份

气道阻力增加或肺实质病变所致的弹性回缩压降低可使用用力呼气量减少。是否有方法区别这两种因素？一种方法是将单位弹性回缩压力下的最大呼气流速在图解上标明，如图8所示。此法不能单由用力呼气取得，因为我们必须在静态时记录肺活量范围内不同肺容量下的食道压力（以食道压力反映胸膜腔压力）。但在此叙述此法有助于理解流速—容量曲线的意义。

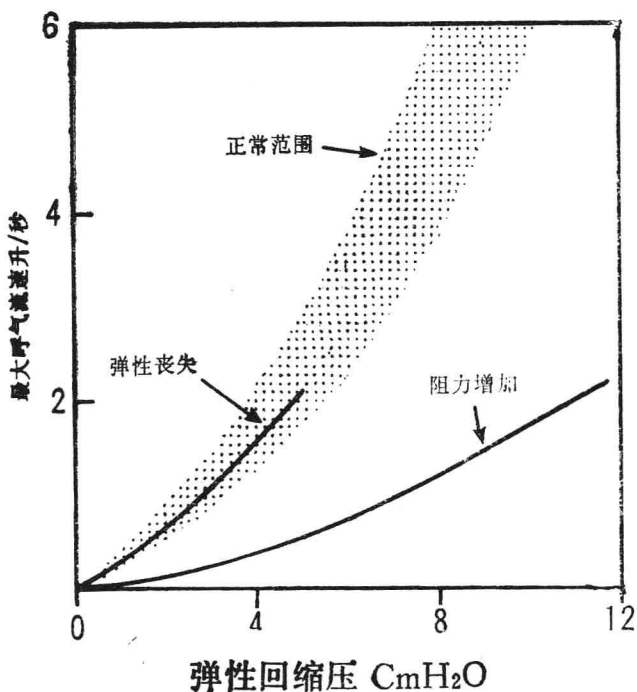


图8 对最大呼气流速减低的解释。若为肺实质性病变所致，最大呼气流速和弹性回缩压仍保持正常关系，但气道阻力增加，则扰乱了这种关系。