

## ·基层常见疾病诊疗指南·

## 常规肺功能检查基层指南(2018年)



中华医学会 中华医学会杂志社 中华医学会全科医学分会 中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组 中华医学会《中华全科医师杂志》编辑委员会 呼吸系统疾病基层诊疗指南编写专家组

通信作者:宋元林,复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科,上海 200032, Email: ylsong70@163.com; 郑劲平,广州医科大学附属第一医院 广州呼吸健康研究院 呼吸疾病国家重点实验室 国家呼吸疾病临床医学研究中心 510120, Email: jpzhenggy@163.com

【关键词】 指南; 肺功能检查; 基层

基金项目:国家重点研发计划(2018YFC1311900)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7368.2019.06.003

**Guideline for pulmonary function testing in primary care (2018)**

Chinese Medical Association, Chinese Medical Journals Publishing House, Chinese Society of General Practice, Pulmonary Function Group of Chinese Thoracic Society, Editorial Board of Chinese Journal of General Practitioners of Chinese Medical Association, Expert Group of Guidelines for Primary Care of Respiratory System Disease

Corresponding author: Song Yuanlin, Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China, Email: ylsong70@163.com; Zheng Jinping, State Key Laboratory of Respiratory Disease, National Clinical Research Center for Respiratory Disease, Guangzhou Institute of Respiratory Health, First Affiliated Hospital of Guangzhou Medical University, Guangzhou 510120, China, Email: jpzhenggy@163.com

Fund program: National Key R & D Program of China(2018YFC1311900)

**一、概述**

呼吸系统疾病常见、多发、危害重大,是影响我国人民健康的主要疾病之一。我国呼吸系统疾病总体存在诊断不足和治疗不足的情况,而肺功能检查作为最常用的一项筛查和诊断技术,在我国的开展并不平衡,特别是在基层普及率不高,存在较为突出的问题。随着我国对呼吸疾病诊治的重视和未来呼吸慢性病管理的重心下移和关口前移,提高基层医务人员对呼吸慢性病的筛查和诊断水平,有必要根据社区的实际情况,制定切实可行的基层版肺功能指南,向基层医师普及肺功能的基本操作和质控,强化基层对基本的肺功能检查的意义和使用方法的掌握。

肺功能是呼吸系统通气和换气等功能的总称,可运用特定的手段和仪器对受试者的呼吸功能进行检测和评价。临床常用技术包括:肺通气功能检查(肺量计检查)、肺弥散功能检查、支气管激发试验、支气管舒张试验、气道阻力检查、运动心肺功能检查等,其中以肺通气功能检查最为常用,即本指南所叙述的常规肺通气功能检查。支气管舒张试验在通气功能检查的基础上比较吸入支气管舒张

剂前后的通气功能指标变化,也是基层医疗机构最为常用和简单易行的检查之一,本指南也对此进行介绍。

肺功能检查是呼吸系统疾病诊断、鉴别诊断、严重程度评估、疗效评估以及疾病随访的重要工具。呼吸病学的发展,尤其是气道疾病防治的发展,离不开呼吸生理学与肺功能的检查。考虑到肺功能正常值的更新和新技术的应用,近几年来中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组以及儿科学分会呼吸学组肺功能协作组等已经分别牵头制定了我国成人和儿童的肺功能检查系列指南<sup>[1-15]</sup>,为推动呼吸病学的发展奠定了坚实的基础。

随着慢性病管理的普及,肺功能检查在基层的推广和应用越来越重要。全国最新流行病学统计资料显示,支气管哮喘(哮喘)的患病率为1.24%<sup>[16]</sup>,40岁以上人群慢性阻塞性肺疾病(慢阻肺)患病率为13.7%<sup>[17]</sup>,提示慢性气道疾病尤其是慢阻肺已经成为制约民众健康的主要慢性病之一。“十三五”期间慢阻肺已被纳入了国家慢性病防治策略,肺功能检查也被纳入常规体检项目,而慢性病管理的主要地点是基层医院,因此,有必要在基

层医疗机构包括城市社区卫生服务中心和乡镇卫生院层面广泛开展常规肺功能检查,并关注其操作质控,以帮助基层医疗机构开展慢性呼吸疾病的防治工作。

## 二、常规肺功能检查的目的、适应证、禁忌证和交叉感染的防范

### (一)常规肺功能检查的目的、适应证和禁忌证

肺功能检查是呼吸系统疾病以及外科手术前的常规检查项目。在基层医疗机构,肺功能检查主要用于诊断慢性气道疾病(如慢阻肺和哮喘),评价呼吸系统疾病患者的肺功能损害程度、类型、治疗效果和病情发展程度;在综合医院,它还用于评估外科手术,特别是胸腹部手术和老年患者手术的风险和耐受性;评估职业病患者的肺功能损害程度。肺通气功能检查的主要适应证见表 1<sup>[1,18]</sup>。

肺功能检查虽然是非创伤性检查项目,但仍有其禁忌证。在实施肺功能检查前,要严格把控其禁忌证,以避免给患者带来不必要的伤害。肺功能检查的禁忌证见表 1<sup>[1,18]</sup>。

### (二)肺功能检查交叉感染的防范<sup>[19]</sup>:

应避免患者之间及患者与肺功能操作技师之间的交叉感染。

**接触传播:**当肝炎、HIV 的患者有口腔黏膜的伤口或牙龈出血时,存在经管路传播病原的可能。

**间接触传播:**结核、呼吸道病毒及其他病原可随气溶胶颗粒经管路进行传播。

因此所有硬质直筒形口器为一次性使用,技师应戴手套接触患者的口器,避免人为造成交叉感染。

流速传感器应按照生产厂家的规定定期消毒。

## 三、常规肺功能检查内容

常规肺功能检查的项目包括肺容积(潮气容积、慢肺活量曲线及相关参数)、用力通气功能(包括用力肺活量、最大呼气流量-容积曲线及其参数),部分患者需在常规用力通气功能的基础上进一步做支气管舒张或激发试验(后者通常在综合医院进行)。最常用的仪器是肺量计型肺功能仪(广义上不论是单筒肺量计、机械流量计或电子肺量计都统称为肺量计,以下统称“肺量计”),其核心装置是流量计和呼吸管路,可进行肺容积、肺通气功能等常规肺功能项目的检查。

### (一)肺容积

常规肺功能检查中测量的肺容积检查指标包括彼此互不重叠的 3 种基础肺容积[潮气容积(VT)、补吸气容积(IRV)、补呼气容积(ERV)]以及

表 1 肺通气功能检查的适应证和禁忌证

项目	内容
适应证	
诊断	诊断支气管哮喘、慢性阻塞性肺疾病等气流受限性疾病 鉴别慢性咳嗽的原因 评价肺功能损害的性质和类型 评价肺功能损害的严重程度 评估胸、腹部手术的术前危险度 评估胸部手术后肺功能的变化 评估心肺疾病康复治疗的效果 公共卫生流行病学调查 运动、高原、航天及潜水等医学研究
损害致残评价	鉴定职业性肺疾病患者劳动力
监测	监测药物及其他干预性治疗的反应 监测疾病进展及判断预后
禁忌证	
绝对禁忌证	近 3 个月患心肌梗死、脑卒中、休克 近 4 周出现严重心功能不全、严重心律失常、不稳定性心绞痛 近 4 周出现大咯血 癫痫发作,需要药物治疗 未控制的高血压病(收缩压>200 mmHg、舒张压>100 mmHg) 主动脉瘤 严重甲状腺功能亢进 近期行眼、耳、颅脑手术
相对禁忌证	心率>120 次/min 气胸、巨大肺大疱且准备手术治疗者 孕妇 鼓膜穿孔(需先堵塞患侧耳道后检查) 压力性尿失禁 痴呆/智障或意识障碍 近 4 周有呼吸道感染 免疫力低下易受感染者 其他:如呼吸道感染性疾病(结核病、流感等)

注:1 mmHg=0.133 kPa

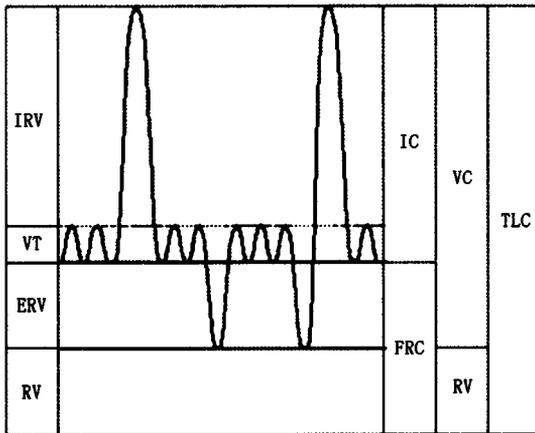
由 2 个或 2 个以上的基础肺容积叠加组成的肺容量[深吸气量(IC)、肺活量(VC)],见图 1。这些肺容积指标可通过肺量计直接检查。

1.VT:又称潮气量,静息呼吸时每次吸入或呼出的气体容积。

2.IRV:又称补吸气量,平静吸气末用力吸气所能吸入的最大气容积。

3.ERV:又称补呼气量,平静呼气末用力呼气所能呼出的最大气容积。

4.IC:平静呼气末用力吸气所能吸入的最大气容积。IC = VT + IRV。



注:IRV 补吸气容积;VT 潮气容积;ERV 补呼气容积;IC 深吸气量;FRC 功能残气量;VC 肺活量;RV 残气容积;TLC 肺总量

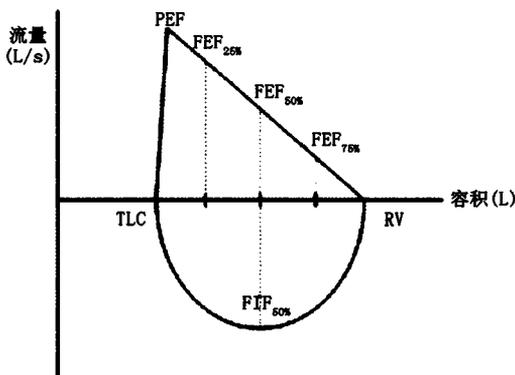
图1 肺容积的组成示意图

5.VC:尽力深吸气后作深慢呼气所能呼出的最大容积,也称为慢肺活量。 $VC = IC + ERV = VT + IRV + ERV$ 。

(二)肺通气功能

肺通气功能检查主要指用力肺活量检查(也称时间肺活量检查),检查中可同步显示流量-容积(F-V)曲线和时间-容积(T-V)曲线,是判断气流受限、评价受试者配合程度和完成质量的最常用方法。最大分钟通气量检查也是通气功能检查的一部分。

F-V 曲线反映的是做最大力量、最深、最快吸气或呼气时,吸入或呼出的气体流量(F)随肺容积(V)变化的关系曲线(图2),吸气和呼气曲线可闭合成环,则称为F-V环。

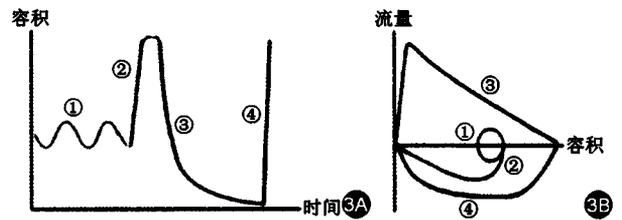


注:TLC 肺总量;PEF 最大呼气流量;FIF 最大吸气流量;RV 残气容积

图2 正常流量-容积曲线及其参数表示方法示意图

最大呼气F-V曲线上有以下常用参数:最大呼气流量(PEF),用力呼出25%、50%、75%肺活量时的呼气流量( $FEF_{25\%}$ 、 $FEF_{50\%}$ 、 $FEF_{75\%}$ )。对应的V-T曲线常用参数主要有用力肺活量(FVC)、第1秒用

力呼气容积( $FEV_1$ )以及第1秒用力呼气容积占用力肺活量的百分比,即1秒率( $FEV_1/FVC$ )。这些参数的测量方法和临床意义<sup>[20-22]</sup>如下(图3):



注:①潮气呼吸:均匀平静地呼吸;②最大吸气:在潮气呼气末,深吸气至肺总量位;③用力呼气:爆发呼气并持续呼气至残气量位;④再次最大吸气:从残气量位快速深吸气至肺总量位

图3 肺通气功能检查的时间-容积曲线(3A)及流量-容积曲线(3B)示意图

1. PEF:指呼气峰值流量,指从肺总量位置用最大力量、最快速度呼气所产生的最大瞬间呼气流量。主要用于哮喘的动态随访。

2.  $FEF_{25\%}$ :指用力呼出25%肺活量时的最大瞬间呼气流量。

3.  $FEF_{50\%}$ :指用力呼出50%肺活量时的最大瞬间呼气流量。是反映小气道功能的常用参数。

4.  $FEF_{75\%}$ :指用力呼出75%肺活量时的最大瞬间呼气流量。是反映小气道功能的常用参数。

5. FVC:指深吸气至肺总量,做最大力量、最快速度的呼气所呼出的最大气体容积。

6.  $FEV_1$ :简称“1秒量”:指在肺总量位置用力呼气1s所呼出的气体容积。在肺功能测试中重复性最好、用于舒张和激发试验,也是判断损害程度的最常用参数。

7. 1秒率( $FEV_1/FVC$ ):是 $FEV_1$ 与FVC的比值,是最常用的判断有无呼气气流阻塞的参数。

8. 3秒量( $FEV_3$ ):用力呼气3s呼出的容量,由于相对 $FEV_1$ 有更多小气道的参与,未来可能会有更多应用。

最大分钟通气量(MVV)是指受检者在1min内的最大通气量,实际测定时对于大多数肺功能的仪器,需测定12s,少部分仪器测定15s,然后计算出MVV,如 $MVV = 15s$ 最大潮气容积·最快呼吸频率时的通气量 $\times 4$ 。MVV能反映受检者的呼吸系统整体的功能,是反映肺储备能力的很好指标。MVV与 $FEV_1$ 有很好的正线性相关性,临床上习惯用 $FEV_1 \times 40$ 换算出MVV,称作间接MVV。

四、常规肺功能检查的操作标准和质量控制

(一)肺功能仪的校准和质量控制

通气功能参数和部分容积参数如潮气容积和肺活量主要通过肺量计检查<sup>[20,23,24]</sup>。肺量计是常规肺功能检查的基础和核心,因此在保证数据准确度和精确度的前提下,更加着眼于操作的可行性,以下介绍质量控制和操作规范。

1. 环境定标:为保障肺功能参数检查准确,每日检查前仪器都要进行至少1次环境定标,即测量环境中的温度、湿度、海拔和大气压,输入仪器,测量不同状态下的肺功能参数时,计算机会自动进行校准,并保持测量环境中的温度、湿度相对稳定。

2. 容积校准和校准验证:每日检测前要用3 L定标筒对肺量计进行容积校准,以确定容积测量的校正系数。如果短时间内测量人次过多,或者环境变化较大,都要重新输入温度、湿度等环境参数,再次进行容积校准<sup>[1,18]</sup>。每日的容积校准至少要进行3次验证,以确定准确度和精密度。至少每周需进行1次流量线性验证,用3 L定标筒,以低、中、高3种不同的流量(0.5~1.5 L/s、1.5~5.0 L/s、5.0~12.0 L/s)进行容积校准,每种流量至少操作3次。如果定标器的容量精密度是 $\pm 0.5\%$ ,肺量计的容量精密度就要控制在读数的 $\pm 3.5\%$ 以内,流量线性验证时的容积误差亦应在这个范围内<sup>[1,18]</sup>。

3. 测试前准备:仪器的预计值要根据所在地区选择合适的预计值公式<sup>[1,18,25]</sup>。为保证患者安全,检查体位建议采用坐位<sup>[1,18]</sup>,选择有靠背的、固定的椅子。

详细了解受试者病史,判断肺量计检查的适应证,排除禁忌证。输入编号、姓名以及人体参数:性别、出生日期、身高和体重等计算预计值;受检者穿着松紧适中,以免限制呼吸运动。

## (二)慢肺活量检查

1. 检查方法:受检者放松状态下,口含咬口,一定要夹上鼻夹,平静呼吸记录平稳的潮气呼吸至少3次后,令受检者在平静呼气末最大深吸气至肺总量位后再作缓慢呼气至残气位,随后恢复平静呼吸2~3次。测试结束后仪器会自动进行BTPS(body temperature and pressure, saturated, 在标准大气压下体温37℃饱和水蒸气状态)校正并与预计值比较。

### 2. 慢肺活量曲线的可接受性:

(1)潮气呼吸基线平稳,进行肺活量测试前的潮气呼吸至少记录到3次稳定的潮气呼吸,3次潮气容积之间的差值皆 $<100\text{ ml}$ <sup>[2,23,24]</sup>。

(2)检查慢肺活量时,肺活量曲线圆滑,避免漏气,舌头堵塞咬口呼气末和吸气末曲线均应该达到平台,每秒的呼出气容积变化要 $<25\text{ ml}$ <sup>[2,23,26]</sup>。

3. 慢肺活量曲线的可重复性:至少获得3次可接受的肺活量曲线,最多测量4次,相互间隔1 min,且两次最佳肺活量之间的差值不超过5%或不超过150 ml(取较大值)<sup>[2,23,26]</sup>。肺活量在至少3次可接受曲线中选取最大值。

4. 其他肺活量相关参数的检查:IC和ERV从至少3次的可接受肺活量曲线中得到,取平均值<sup>[2,23,26]</sup>。

## (三)用力肺活量曲线的检查

1. 用力肺活量曲线的检查方法:平静呼吸数次后做最大吸气,吸足后立刻用最大力和最快速度爆发力呼气,直至呼气至残气位,再吸足至肺总量位,记录完整的最大F-V曲线。

### 2. 用力肺活量曲线的可接受性:

#### (1)呼气的起始标准:

①主观标准:呼气起始无犹豫,有爆发力,用力呼气曲线上升陡直,有明显PEF尖峰。

②客观标准:外推容积(EV或 $V_{exp}$ )可以作为呼气起始爆发力是否合适的客观指标,推荐EV应 $<FVC$ 的5%或150 ml(取较大值)<sup>[2,23,26]</sup>。

(2)用力呼气过程:用力呼气起始第一秒无咳嗽,整个呼气曲线平滑,无声门闭合,无吸气和漏气,无舌头堵塞。

#### (3)呼气的结束标准:

①呼气末曲线达到平台,每秒的呼出气容积变化 $<25\text{ ml}$ 。

②关于用力呼气时间,一般建议成人 $\geq 6\text{ s}$ (10岁以下儿童 $\geq 3\text{ s}$ ),但正常或限制患者可根据呼气曲线平台适当缩短呼气时间,在达到平台后1 s即可结束<sup>[2,23,26]</sup>。

### 3. 用力肺活量曲线的可重复性:

(1)测量次数:多次测量,每次间隔1~2 min,至少得到3次可接受曲线,最多检查8次,如果个体在连续测量时出现 $FEV_1$ 和/或 $FVC$ 较基线下降超过了20%初始值,即使测量次数没有超过8次,从患者安全性考虑应该终止测量<sup>[2,23,26]</sup>。

(2)精密度的控制: $FEV_1$ 和 $FVC$ 的最佳值和次佳值之间的差异 $\leq 150\text{ ml}$ ,但如果 $FVC$ 数值过小( $<1000\text{ ml}$ ),差异应 $\leq 100\text{ ml}$ <sup>[2,23,26]</sup>。

(3)曲线和数据的选取:在符合可接受性和可重复性的曲线中选取 $FEV_1$ 和 $FVC$ 之和最大的曲线,用于全部容积和流量参数的计算<sup>[20,26]</sup>。

## 五、支气管舒张试验检查

痉挛收缩的气道可自然或经支气管舒张药物

治疗后缓解的现象,称为气道可逆性。临床上常用支气管舒张试验来检查气道可逆性。通过给予支气管舒张药物,观察阻塞气道的舒张反应,称为支气管舒张试验。

#### (一)支气管舒张试验的适应证和禁忌证

##### 1. 适应证:

(1)气道相关疾病的初诊和随访,肺通气功能显示阻塞性通气功能障碍或小气道功能障碍者。

(2)有气道阻塞征象,需要排除非可逆气道阻塞。

##### 2. 禁忌证:

(1)用力呼气动作相关的禁忌证(同肺通气功能检查的禁忌证)。

(2)支气管舒张剂相关的禁忌证:已知对某种支气管舒张剂过敏者慎用;严重心功能不全或快速型心律失常者慎用 $\beta$ 受体激动剂;青光眼,前列腺肥大导致排尿困难者慎用M胆碱受体拮抗剂<sup>[2,20,23]</sup>。

#### (二)支气管舒张剂的选择

1. 选药原则:起效快是临床最常用的选药原则,以吸入沙丁胺醇或特布他林200~400  $\mu\text{g}$ ,或异丙托溴铵80~160  $\mu\text{g}$ 最为常用<sup>[4,23]</sup>。

2. 种类、剂量和剂型:吸入型支气管舒张剂最为常用,有起效快的长效或短效 $\beta_2$ 受体激动剂或M胆碱受体拮抗剂。非吸入型支气管舒张剂分为茶碱和糖皮质激素两类,可静脉和口服,临床少用。

3. 给药方式:以定量气雾剂单剂量吸入最为常见,具体方法:让受检者呼尽肺内气体至残气位,呼气末开始经口缓慢深吸气,同时技术人员对准受检者口腔按下定量气雾药罐,使药物释出,受检者吸入喷雾直至深吸气末,屏气5~10 s,然后恢复正常呼吸。为了保证用药效果,最常采用的方式是经储雾罐吸入。

#### (三)支气管舒张试验的检查方法

1. 受试前准备:了解患者的基础疾病和药物相关病史,根据患者的病史和用药情况判断是否停药以及停药的种类和时间。

2. 检查基础肺通气功能:按照质控要求完成用力肺活量曲线,检查基础肺通气功能。

3. 吸入支气管舒张剂后重复测量:若吸入速效 $\beta_2$ 受体激动剂,如沙丁胺醇(具体剂量和方法见上),应在吸入药物15~30 min后重复通气功能检查;若吸入速效M受体阻滞剂,如异丙托溴铵,则在吸入30~60 min后重复检查<sup>[4,23]</sup>。

#### (四)支气管舒张试验的质量控制

1. 用力呼气曲线的质量控制,同肺通气功能。

2. 支气管舒张药物相关的质量控制:

(1)雾化过程配合:需要深度吸气,短暂屏气。

(2)等待时间15~30 min。

(五)支气管舒张试验的结果判断与报告规范

##### 1. 指标选择和结果判读:

(1)指标选择:可选择的指标中以 $\text{FEV}_1$ 和FVC最为常用<sup>[4,23,27]</sup>。

(2)结果判读:推荐支气管舒张试验阳性的标准为用药前后的 $\text{FEV}_1$ 或/和FVC,两者分别计算,实测值改善量 $\geq 200$  ml且改善率 $\geq 12\%$ 为阳性,否则为阴性<sup>[4,23,27]</sup>。

2. 报告规范:舒张试验报告应包括药物名称、剂量和给药方式, $\text{FEV}_1$ 改变的绝对值和改善率、结果判断等。例如:吸入沙丁胺醇气雾剂200  $\mu\text{g}$ , $\text{FEV}_1$ 增加240 ml,改善率16%,支气管舒张试验阳性。

#### 六、便携式肺功能仪的临床应用

便携式肺功能仪核心装置是流量计,不含气体分析仪。由于其操作简单,携带方便,成本较低,操作者容易掌握使用方法等优点,使其适合在基层医疗机构开展和推广。便携式肺功能仪仅做通气功能检测,主要参数有FVC、 $\text{FEV}_1$ 、 $\text{FEV}_1/\text{FVC}$ 、PEF、 $\text{FEF}_{25\%-75\%}$ 、 $\text{FEF}_{50\%}$ 、 $\text{FEF}_{75\%}$ ,能判断是否存在通气功能障碍,以及通气功能障碍的类型及程度,可以在基层医疗机构用于慢阻肺、哮喘等慢性气道疾病的筛查及管理,也可以用于流行病学调查、体检肺功能检查等方面。使用便携式肺功能仪检查肺通气功能时要高度重视仪器的准确度和精密度,要按照常规肺功能仪的要求进行定标及操作,并定期清洗消毒。

#### 七、肺功能诊断及报告解读

肺功能诊断常用的概念:肺量计的指标 $\geq$ 正常值下限(LLN)为正常<sup>[2,23,25]</sup>。如肺功能报告没有LLN,则可采用主要指标FVC、 $\text{FEV}_1$ 预计值 $\geq 80\%$ 为正常, $\text{FEV}_1/\text{FVC} > 92\%$ 预计值为正常<sup>[25]</sup>。肺通气功能正常指各种肺容积参数、通气功能参数皆在正常范围内。

##### (一)肺通气功能障碍的类型

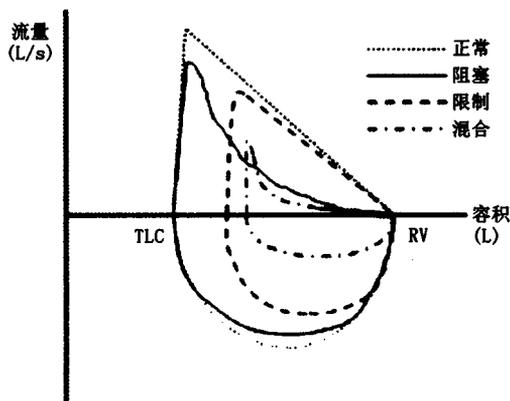
分为阻塞性通气功能障碍、限制性通气功能障碍以及混合性通气功能障碍。小气道功能障碍是介于正常与阻塞性通气功能障碍的一种类型。通过通气、容积参数以及F-V曲线的形态可以判断何种类型的通气功能障碍,见表2及图4。

1. 阻塞性通气功能障碍:指气流吸入和/或呼

表2 各类型通气功能障碍的判断及鉴别

通气功能障碍类型	FVC	FEV <sub>1</sub>	FEV <sub>1</sub> /FVC
阻塞性	-/↓	↓	↓
限制性	↓	↓/-	-/↑
混合性	↓	↓↓	↓

注：- 正常；↓ 下降；↑ 上升；FVC 用力肺活量；FEV<sub>1</sub> 第1秒用力呼气容积



注：TLC 肺总量；RV 残气容积

图4 各种类型通气功能障碍的流量-容积曲线形态特征示意图

出受限引起的通气功能障碍。其特征是 FEV<sub>1</sub>/FVC 降低。

2. 限制性通气功能障碍：指肺扩张受限和/或回缩受限引起的通气功能障碍。其诊断标准是 FVC(VC) < LLN 或 80% 预计值, FEV<sub>1</sub>/FVC 正常或升高。如能检测肺总量(TLC), 则以 TLC 下降作为金标准<sup>[2,23,25]</sup>。

3. 混合性通气功能障碍：指同时存在阻塞性和限制性通气功能障碍。

4. 小气道功能障碍：指反映小气道功能的流量参数 FEF<sub>50%</sub>、FEF<sub>75%</sub> 和 FEF<sub>25%-75%</sub> 下降, MEFV 曲线略向容量轴凹形, 常规通气功能参数 FVC、FEV<sub>1</sub>、FEV<sub>1</sub>/FVC 尚在正常范围。当 FEF<sub>50%</sub>、FEF<sub>75%</sub> 和 FEF<sub>25%-75%</sub> 3 项指标中有 2 项低于 65% 预计值, 可判断为小气道功能障碍。常见于慢阻肺高危患者、哮喘的缓解期以及老年人和长期吸烟者。

(二) 肺通气功能障碍的分级

无论阻塞性、限制性或混合性通气障碍, 通气功能障碍的分级均按照 FEV<sub>1</sub> 占预计值% 来判断<sup>[2,23,28-31]</sup>, 有 5 级分法和 3 级分法。中华医学会呼吸分会肺功能学组“肺功能检查指南”及 2005 年美国胸科协会(ATS)/欧洲呼吸学会(ERS)推荐 5 级分法<sup>[2,23,31]</sup>, 3 级分法在我国也有部分单位使用<sup>[28-30]</sup>, 但为避免不同单位使用不同标准带来的困惑, 本指

南建议采用 5 级分法, 见表 3。

表3 肺通气功能障碍的程度分级

严重程度	FEV <sub>1</sub> 占预计值%
轻度	≥70%, 但 < LLN 或 FEV <sub>1</sub> /FVC 值 < LLN
中度	60%~69%
中重度	50%~59%
重度	35%~49%
极重度	<35%

注：FEV<sub>1</sub> 第1秒用力呼气容积；LLN 正常值下限；FVC 用力肺活量

需要强调的是, 肺功能检查结果受很多因素的影响, 与仪器的准确性、操作者的指导及技术的熟练程度、受检者的配合程度等因素相关, 故对报告的解读必须密切结合临床, 根据肺功能检查数据和图形, 参照临床申请要求, 结合病史, 对呼吸生理和病理进行解释, 得出结论和建议。完整的肺功能报告要有肺功能损害的类型、分级以及对临床诊治提出参考意见。肺功能报告由操作的技术员具体描写并签字, 再由临床医师审核签发。关于肺功能报告准确性的判断, 首先是仪器定标准准确性, 其次是检查结果准确性, 后者根据描记的图形可大致做出判断。患者配合不好的肺功能检查结果没有临床价值。

(三) 肺功能检查报告的格式

肺功能检查报告需包括检查单位名称, 受检者一般情况(如姓名、年龄、性别、身高、体重、民族、用药史、吸烟史、主要诊断), 肺功能检查方法, 肺功能检查结果(包括检查指标及其预计值、实测值、实测值占预计值%), 主要检查的图形(如 F-V 曲线和 T-V 曲线), 检查的结论、检查中的注意事项提醒以及检查人员和诊断人员的签名等。如有多次检查(如不同时间的复查或支气管舒张剂吸入前后的检查), 还需比较主要检查指标的变化值及变化率。

(四) 检查结果的报告与打印

将肺功能结果及检查图形打印出来, 利于检查结果的交流及存档。检查结果的图形显示和打印非常重要, 对于疾病的诊断有一目了然的作用<sup>[32]</sup>。部分便携式肺功能仪采用热敏打印方式, 其墨迹容易随时间延长而消失, 建议必要时复印保存。

八、肺功能检查在慢性气道疾病诊断和管理中的应用

呼吸系统疾病常见症状如呼吸困难、咳嗽等是患者就诊的主诉, 肺功能检查是疾病诊断的重要

手段。

#### (一)肺功能检查在慢阻肺诊断和管理中的应用

肺通气功能检测是慢阻肺的诊断必备的手段,吸入支气管舒张剂后 $FEV_1/FVC < 0.7$ 或LLN是诊断慢阻肺的金标准,必须强调是吸入支气管舒张剂后。临床上对于40岁以上、有慢阻肺高危因素者要常规进行肺通气功能筛查,以早期诊断慢阻肺,从而给予早期治疗,防止肺功能进行性下降,改善慢阻肺预后。慢阻肺病情严重程度分级中, $FEV_1$ 作为独立的指标,根据 $FEV_1$ 占预计值%,将慢阻肺分为GOLD 4级<sup>[33]</sup>, $FEV_1 \geq 80\%$ 预计值为GOLD 1级,50%预计值 $\leq FEV_1 < 80\%$ 预计值为GOLD 2级,30%预计值 $\leq FEV_1 < 50\%$ 预计值为GOLD 3级, $FEV_1 < 30\%$ 预计值为GOLD 4级。需要注意的是此慢阻肺的气流受限程度有别于肺功能损害程度,前者为疾病的严重程度分级,后者为肺功能损害分级,肺功能损害程度不等同于疾病的严重程度<sup>[34]</sup>。 $FEV_1$ 越低,预后越差,如果短期内 $FEV_1$ 进行性下降,则预示疾病进展迅速,预后更差。肺通气功能指标还可以作为指导药物选择的参考依据,如果慢阻肺患者支气管舒张试验阳性,或用支气管舒张剂后 $FEV_1$ 改善较多,结合外周血嗜酸粒细胞计数,提示该患者气道阻塞可逆因素较多,可能合并哮喘,除了用支气管舒张剂外,还应加用吸入糖皮质激素(ICS)。

#### (二)肺功能检查在哮喘诊断和管理中的应用

哮喘的诊断,肺通气功能检测也是必备的手段。哮喘的诊断标准中,除了临床症状体征外,需要有可变的气流受限的客观依据作为诊断标准<sup>[34]</sup>,以下3条至少要符合1条:

1. 支气管舒张试验阳性。
2. 支气管激发试验阳性。
3. 24 h PEF 变异率 $> 10\%$ 。

临床上怀疑哮喘的患者,都应该进行常规肺通气功能检测,如通气功能提示阻塞性通气改变,即可以行支气管舒张试验。如舒张试验阳性,结合临床病史来确立哮喘的诊断;如舒张试验阴性,且 $FEV_1 > 70\%$ 预计值者,有条件的单位可以行支气管激发试验。部分有条件的基层医疗机构在经过培训考核后也可开展(激发试验需要有临床医生在场)。

24 h PEF 监测是一个简单可行的获得可变气流受限证据的手段,适合在基层医院广泛应用,但需要对患者进行充分的培训。除了机械式的峰流速仪外,目前还有多种电子峰流速仪、动态肺功能

仪等,通过手机端蓝牙设备,把患者的数据与医院设备或医生端实时连在一起,自动计算出24 h PEF 的变异率。把PEF的变异率作为哮喘诊断标准时一定要强调检测的准确性,避免由于检测误差导致的变异过大。在哮喘管理中,肺通气功能检测同样很重要, $FEV_1$ 占预计值%及PEF变异率是哮喘病情严重度的重要指标,也是哮喘严重程度分级的重要指标,哮喘患者经规范治疗后 $FEV_1$ 会明显改善。在哮喘管理中,强调对哮喘患者进行PEF监测,以及时发现病情变化、及时干预,以预防急性发作。

#### 呼吸系统疾病基层诊疗指南编写专家组:

组长:王辰 迟春花

副组长:陈荣昌

秘书长:杨汀

**专家组成员(按姓氏拼音排序):**迟春花(北京大学第一医院全科医学科);高怡(广州医科大学附属第一医院广州呼吸健康研究院);过依(上海交通大学附属瑞金医院呼吸与危重症医学科);杭晶卿(上海市普陀区人民医院呼吸与危重症医学科);江孙芳(复旦大学附属中山医院全科医学科);金美玲(复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科);李丽(复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科);梁斌苗(四川大学华西医院呼吸与危重症医学科);刘传合(首都儿科研究所附属儿童医院呼吸内科);刘锦铭(同济大学附属上海市肺科医院呼吸内科);逯勇(首都医科大学附属北京朝阳医院临床呼吸生理与肺功能);苗丽君(郑州大学第一附属医院呼吸与危重症医学科);潘志刚(复旦大学附属中山医院全科医学科);庞敏(山西医科大学第一医院呼吸内科);阙呈立(北京大学第一医院呼吸与危重症医学科);宋元林(复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科);孙铁英(北京医院呼吸与危重症医学科);孙兴国(中国医学科学院阜外医院功能检测中心);王惠妩(新疆医科大学第一附属医院呼吸内科);王涛(华中科技大学同济医学院附属同济医院呼吸与危重症医学科);杨汀(中日友好医院呼吸与危重症医学科);杨文兰(同济大学附属上海市肺科医院呼吸内科);张程(贵州省人民医院呼吸与危重症医学科);赵桂华(河南省人民医院呼吸与危重症医学科);赵明华(新疆维吾尔自治区人民医院呼吸内科);郑春燕(山东大学齐鲁医院呼吸与危重症医学科);郑劲平(广州医科大学附属第一医院广州呼吸健康研究院);周明娟(广州中医药大学第二附属

医院呼吸内科)

本指南执笔专家: 金美玲 审校专家: 宋元林 郑劲平

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] 中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组. 肺功能检查指南(第一部分): 概述及一般要求[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2014, 37(6): 402-405. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2014.06.002.

[2] 中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组. 肺功能检查指南(第二部分): 肺量计检查[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2014, 37(7): 481-486. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2014.07.001.

[3] 中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组. 肺功能检查指南(第三部分): 组织胺和乙酰甲胆碱支气管激发试验[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2014, 37(8): 566-571. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2014.08.003.

[4] 中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组. 肺功能检查指南(第四部分): 支气管舒张试验[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2014, 37(9): 655-658. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2014.09.007.

[5] 中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组. 肺功能检查指南: 肺弥散功能测定[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2015, 38(3): 164-169. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2015.03.003.

[6] 中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组. 肺功能检查指南: 肺容量检查[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2015, 38(4): 255-260. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2015.04.005.

[7] 中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组. 肺功能检查指南: 体描描记法肺容量和气道阻力检查[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2015, 38(5): 342-347. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2015.05.006.

[8] 中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组. 肺功能检查指南: 呼气峰值流量及其变异率检查[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2017, 40(6): 426-430. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2017.06.006.

[9] 中华医学会儿科学分会呼吸学组肺功能协作组.《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 儿童肺功能系列指南(一): 概述[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2016, 31(9): 653-658. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2016.09.004.

[10] 中华医学会儿科学分会呼吸学组肺功能协作组.《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 儿童肺功能系列指南(二): 肺容积和通气功能[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2016, 31(10): 744-750. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2016.10.006.

[11] 中华医学会儿科学分会呼吸学组肺功能协作组.《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 儿童肺功能系列指南(三): 脉冲振荡[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2016, 31(11): 821-825. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2016.11.006.

[12] 中华医学会儿科学分会呼吸学组肺功能协作组.《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 儿童肺功能系列指南(四): 潮气呼吸肺功能[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2016, 31(21): 1617-1621. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2016.21.005.

[13] 中华医学会儿科学分会呼吸学组肺功能协作组.《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 儿童肺功能系列指南(五): 支气管舒张试验[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2017, 32(1): 17-21. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2017.01.006.

[14] 中华医学会儿科学分会呼吸学组肺功能协作组.《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 儿童肺功能系列指南(六): 支气管激发试验[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2017, 32(4): 263-269. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2017.04.007.

[15] 中华医学会儿科学分会呼吸学组肺功能协作组.《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 儿童肺功能及气道非创伤性炎症指标系列指南(七): 呼出气体一氧化氮监测[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2017, 32(21): 1622-1627. DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2017.21.006.

[16] Lin J, Wang W, Chen P, et al. Prevalence and risk factors of asthma in mainland China: The CARE study[J]. Respir Med, 2018, 137: 48-54. DOI: 10.1016/j.rmed.2018.02.010.

[17] Wang C, Xu J, Yang L, et al. Prevalence and risk factors of chronic obstructive pulmonary disease in China (the China Pulmonary Health [CPH] study): a national cross-sectional study[J]. Lancet, 2018, 391(10131): 1706-1717. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)30841-9.

[18] Miller MR, Crapo R, Hankinson J, et al. General considerations for lung function testing[J]. Eur Respir J, 2005, 26(1): 153-161. DOI: 10.1183/09031936.05.00034505.

[19] 宋元林, 李丽. 肺功能检查交叉感染预防和控制[J]. 中国实用内科杂志, 2012(8): 601-604.

[20] Miller MR, Crapo R, Hankinson J, et al. General considerations for lung function testing[J]. Eur Respir J, 2005, 26(1): 153-161. DOI: 10.1183/09031936.05.00034505.

[21] 朱蕾, 张静. 常用通气功能参数的解读[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2015, 38(6): 471. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2015.06.013.

[22] 朱蕾, 沈勤军. 成人常规肺功能参数及其临床意义[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35(1): 75-77. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2012.01.026.

[23] Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, et al. Standardisation of spirometry[J]. Eur Respir J, 2005, 26(2): 319-338. DOI: 10.1183/09031936.05.00034805.

[24] 朱蕾. “对肺量计检查结果评价的疑问”一文的回复[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2015, 38(9): 718-720. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2015.09.030.

[25] 赵蓉雅, 朱蕾, 李丽, 等. 1988年上海地区成人肺功能正常预计值公式的适用性检验[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2011, 34(8): 586-589. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2011.08.012.

[26] 朱蕾, 金美玲, 顾宇彤, 等. 关于常规肺功能测定程序标准化和质量控制的建议[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2015, 38(10): 730-737. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2015.10.003.

[27] 张静, 朱蕾. 支气管舒张试验的解读[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2015, 38(10): 800. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2015.10.029.

[28] 朱蕾, 董利民. 肺功能诊断[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35(3): 235-237.

[29] 朱蕾. 肺功能诊断的争议与对策[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2015, 38(6): 405-407. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2015.06.003.

[30] 朱蕾, 胡莉娟, 李丽, 等. 关于肺功能诊断的建议[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2018, 41(4): 308-311. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2018.04.012.

[31] Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Interpretative strategies for lung function tests[J]. Eur Respir J, 2005, 26(5): 948-968. DOI: 10.1183/09031936.05.00035205.

[32] 郑劲平. 肺功能检查的图文报告解读[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35(5): 394-396.

[33] Global Strategy for Preventio, Diagnosis and management of COPD. REPORT 2019[EB/OL].[2019-1-10] <https://goldcopd.org/>.

[34] 郑劲平. 肺通气功能障碍严重程度的分级[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2009, 32(4): 316-319.

(收稿日期:2019-02-10)

(本文编辑:白雪佳 刘岚)