

# 肺功能检查指南——呼气峰值流量及其变异率检查

中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组

## 一、概述

呼气峰值流量(peak expiratory flow, PEF)是指用力呼气时的最高流量,亦称最高(大)呼气流量、呼气峰流量(速)等。PEF 是检查肺通气功能的常用项目之一<sup>[1-3]</sup>,与肺量计测定的第 1 秒用力呼气容积(FEV<sub>1</sub>)具有良好的相关性,能较好地反映气道的通畅性,也可用于测定大气道功能和了解呼吸肌肉力量。呼气峰值流量变异率(peak expiratory flow variability)是指一定时间内 PEF 在各时间点或时间段的变化程度,能较好地反映气道的舒缩功能,是检测气道反应性和(或)可逆性的重要肺功能检查项目之一<sup>[4-5]</sup>,主要用于支气管哮喘(哮喘)的诊断和病情监测。正常情况下人体 PEF 也有一定波动,一般清晨最低、下午最高,但变化程度较小;非稳定期哮喘患者 PEF 变异率较大,并随患者病情改变而变化,因此在临床中被广泛应用。

## 二、适应证与禁忌证

1. 适应证:(1)哮喘的诊断和鉴别诊断;(2)自我监测哮喘、慢性阻塞性肺疾病(慢阻肺)等疾病的病情及程度变化;(3)评价药物疗效、指导治疗;(4)基层医院对慢阻肺的筛查<sup>[6]</sup>。

2. 禁忌证:与用力肺通气功能检查的禁忌证<sup>[7]</sup>基本相同。

## 三、检查方法和步骤

### (一)PEF 检查仪器

PEF 检查主要使用微型呼气峰值流量计(简称峰流量计, L/min),目前主要有机械式和电子式两种类型。肺量计也可测定 PEF (L/s),但临床上更多使用的是前者。我国已颁布微型呼气峰值流量计的技术标准<sup>[8]</sup>。

机械式峰流量计利用呼气气流推动仪器上的滑杆游标,通过游标在相应流量刻度表上的位置标识出测量值。流量刻度可呈均匀或非均匀分布,主要根据不同的弹簧特性而定。成人用的峰流量计量程为 100~800 L/min,儿童用的低流量峰流量计量程为 50~400 L/min。

电子式峰流量计采用压差式、涡轮式、超声式等不同类型的流量传感器测量呼气流量,并用电子数字方式记录。有自动存储记录、低流量报警、实时传输等附加功能。

由于峰流量计构造简单、携带方便、价格便宜、易教易学,且能在家中自我监测,故使用峰流量计连续测量 PEF 已成为临床上哮喘辅助诊断及病情监测的常用手段之一。

### (二)PEF 检查方法

PEF 检查依赖于受试者的正确操作,应按以下方法进行<sup>[9-11]</sup>。

1. 使用机械式峰流量计,应先细致观察峰流量计的游标,若有移动不灵活或随意飘移者应弃用。受试者水平位手持峰流量计,检查前先用手指轻轻将游标上的箭头放在“零位”处,并注意手指不要阻挡游标移动。

使用电子式峰流量计,开启仪器后应先观察自检系统,若不正常应弃用。受试者水平位手持峰流量计并将其设置在待检状态。

2. PEF 检查采用站立位或坐位(推荐站立位),受试者快速深吸一口气至肺总量位,迅速将咬口含入口腔(舌头不要堵住咬口)用嘴唇包紧,不要漏气,立即用最大力气和最快速度将肺内气体呼出。整个呼气动作一气呵成,中间不能停顿。颈部应保持中立位,避免因颈的前屈和后仰而使气管受压。

3. 检查结束后峰流量计应继续保持水平位,观察并读取游标箭头所指刻度,电子式可直接读取数值。

4. 将机械式峰流量计游标拨回“零位”、电子式

重新设置在待检状态后,重复第 2、3 步骤。

5. 至少检查 3 次,若 3 次实测值之间差异过大,应注意检查方法是否正确。可重复多次,使最佳 3 次之间差异 < 5%,或 3 次中最佳 2 次的实测值差异 < 40 L/min<sup>[12]</sup>;取最高值记为 PEF。

### (三) PEF 监测步骤

1. PEF 检查时间:(1)昼夜检查 2 次:即在每天早、晚各测定 1 次,如早晚 6 点或起床后与入睡前。此法对受试者的日常生活影响不大,易被接受,可用于长期进行监测或病情相对稳定的受试者。(2)按需检查:在受试者出现症状(咳嗽、喘息、胸闷、气促等)时测定,或在运动/环境因素暴露等刺激前、后分别测定。若症状加重与 PEF 下降程度一致,则说明呼吸道症状很可能与气流受限有相关性。(3)用药前后检查:吸入速效支气管舒张剂(如 200 ~ 400 μg 沙丁胺醇)前后测定 PEF,或使用控制药物(如吸入激素)数天或数周内监测 PEF,以评估气道可逆性和药物疗效<sup>[13]</sup>。

#### 2. PEF 变异率计算公式:

$$\text{PEF 变异率} = \frac{\text{PEF 最高值} - \text{PEF 最低值}}{(\text{PEF 最高值} + \text{PEF 最低值})/2} \times 100\%。$$

3. PEF 变异率监测周期:观察 PEF 变异率需要每天 2 次或多次测定 PEF 值,并延续一定的时间。最常用的是连续监测 2 周,将每天的变异率相加除以监测天数(最少 7 d)以计算 PEF 平均变异率<sup>[13]</sup>,或以 2 周内 PEF 最高值和最低值计算 PEF 周变异率<sup>[14]</sup>。

4. 数据记录:各时间点的 PEF 值可分别记录在表格中,也可记录在 X 轴为时间、Y 轴为 PEF 值的坐标图上,即可描绘出 PEF 随时间变化的曲线。该曲线使 PEF 变异率更为直观易懂,有利于疾病病情判断和追踪随访。

### 四、检查过程的注意事项

1. 推荐采用站立位,有助于使 PEF 达到最高值。因体位对 PEF 结果有较显著影响,故不同时间测定 PEF 均应采用相同的体位进行。

2. PEF 除受气道通畅性影响外,还受肺内气体容量、呼吸肌肉力量的影响,故受试者需最大程度地深吸气至肺总量位,并用力爆发呼气,以便充分发挥呼吸肌肉的力量。

3. PEF 检查仅需测定瞬间最高呼气流量,因而不需像用力肺活量检查那样延长呼气时间,可在 1 s 内完成。

4. 进行 PEF 检查前若游标未恢复零位,将导致

严重误差,故需要特别注意。

5. PEF 变异率需受试者自行连续数日监测,为保证数据的准确性,医师应在受试者复诊时要求现场重复测定,以确认检查方法是否正确。

6. 由于不同峰流量计之间的误差可能高达 20%<sup>[13]</sup>,因此 PEF 变异率监测每次均应使用同一个峰流量计进行测定。

7. 鼓励配置个人专用的峰流量计,便于依据病情随时监测,并避免交叉感染的发生。

8. 反复多次使用峰流量计时,为减少病原体的污染或带来潜在的感染,建议每天消毒咬口,每周对整体进行冲洗消毒<sup>[15]</sup>。峰流量计每次消毒后均应重新检查其工作性能是否正常。

需要注意的是,微型呼气峰值流量计检查虽然简便易行,并能在一定程度上反映 FEV<sub>1</sub> 的情况。但 PEF 可能会低估气流受限的程度,特别是在气流受限和肺气体闭塞较重的情况下更易发生偏差。因此若条件允许,应定期使用肺量计测定 FEV<sub>1</sub> 等更可靠的指标来验证 PEF 提示的异常<sup>[16]</sup>。

## 五、结果判断

### (一) PEF 正常值预计值选用

PEF 所测定的最高值需与正常预计值进行比较。正常预计值受检查仪器、受试者的年龄、身高、体重、性别和种族等因素的影响。国际上认为正常预计值应当源于峰流量计,而不是从肺量计测定中得出<sup>[17]</sup>。与肺量计不同,峰流量计的 PEF 单位采用 L/min 而不是 L/s。我国不同地区学者分别提出了各自的研究结果和预计值方程式<sup>[18-24]</sup>,临床上可选取同地区同种族人群的正常预计值作为参考。若需采用统一的标准,我们建议使用钟南山等<sup>[25]</sup>提出的成人和儿童 PEF 正常预计值方程式。

成人公式为(图 1):男性:PEF(L/min) = 75.6 + 20.4 × A - 0.41 × A<sup>2</sup> + 0.002 × A<sup>3</sup> + 1.19 × H;女性:PEF(L/min) = 282.0 + 1.79 × A - 0.046 × A<sup>2</sup> + 0.68 × H[A:年龄(岁);H:身高(cm)]。

儿童公式为(图 2):男性:PEF(L/min) = 5.29 × H - 427.1;女性:PEF(L/min) = 4.94 × H - 399.8[A:年龄(岁);H:身高(cm)]。

### (二) PEF 对呼气气流受限的判断

一般采用 PEF 实测值占正常预计值的百分率来判断。如果 PEF 占预计值% ≥ 80%,提示 PEF 正常或无呼气气流受限;PEF 占预计值% 在 60% ~ 79% 之间,提示轻 ~ 中度的呼气气流受限;如果 PEF 占预计值% < 60%,提示呼气气流受限程度较重<sup>[26]</sup>。

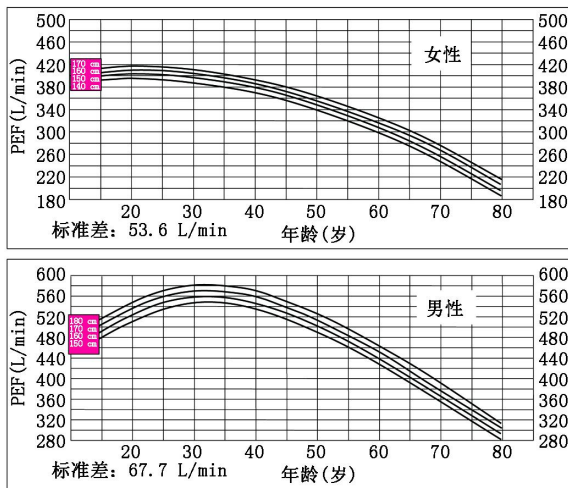


图 1 15~85 岁成人呼气峰值流量值

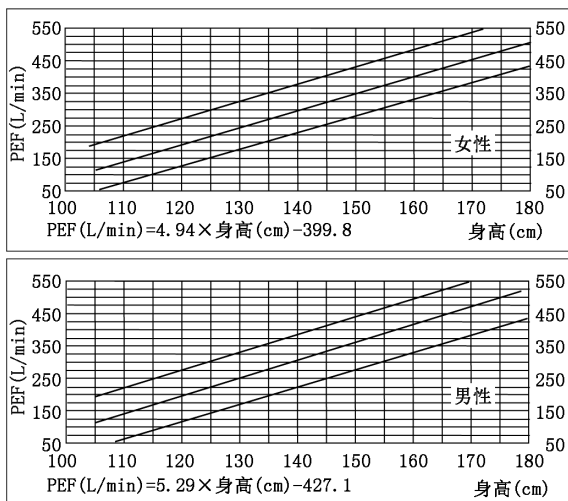


图 2 5~14 岁正常儿童呼气峰值流量值

对于部分 PEF 占预计值% 在正常范围,但却有典型哮喘症状的患者,可取个人最佳值(指经过积极治疗后 PEF 最大值或无症状时的 PEF 最大值)作为判断参考标准<sup>[13]</sup>,且每年应当随着受试者年龄的增长更新,但需要注意这只是一个相对值。

(三) PEF 变异率对可变呼气气流受限的判断

1. 监测 PEF 每日 2 次,最少监测 2 周;若成人 PEF 平均变异率 > 10%<sup>[13]</sup> 或 PEF 周变异率 > 20%<sup>[14]</sup>;儿童 PEF 平均变异率 > 13%<sup>[13]</sup>,均证实存在可变的呼气气流受限。值得注意的是,“PEF 平均变异率”指最少连续 7 d 内每日 PEF 昼夜变异率的平均值(每日 PEF 昼夜变异率之和/7);“PEF 周变异率”指 2 周内 PEF 最高值和最低值的变异率  $\{(2 \text{ 周内最高 PEF 值} - \text{最低 PEF 值}) / [(2 \text{ 周内最高 PEF 值} + \text{最低 PEF 值}) \times 1/2] \times 100\%$ ,两者有明

显的区别<sup>[14]</sup>。

2. 使用 4 周抗炎治疗并排除呼吸道感染后,PEF 较基础值上升 > 20% 可证实存在可变的呼气气流受限<sup>[13]</sup>。

3. 儿童运动后 PEF 下降 > 15%,可作为儿童运动激发试验的阳性判断标准之一,证实存在可变的呼气气流受限<sup>[13]</sup>。

4. 儿童在临床随访期间 PEF 下降 > 15% (可能包含呼吸道感染),也证实存在可变的呼气气流受限<sup>[13]</sup>。

六、临床应用

PEF 在一定程度上反映受试者的气道通畅性,并与受试者的努力程度、肺容量和呼吸肌肉力量有关。当排除后三者的影响时,PEF 可直接反映受试者气道的通气功能。

1. 诊断哮喘<sup>[13-14]</sup>:符合典型哮喘的临床症状和体征,成人 PEF 平均变异率 > 10% 或 PEF 周变异率 > 20%、儿童 PEF 平均变异率 > 13%,可以诊断为哮喘。

2. 鉴别诊断<sup>[27-32]</sup>:不同人群 PEF 及其变异率有各自的特点,健康人 PEF 可有轻度波动,夜间哮喘发作的患者在发作时 PEF 下降,但白天 PEF 可基本恢复正常;慢阻肺患者的 PEF 较低,并且其波动率通常较小;重症哮喘患者除了 PEF 较低外,其波动率较大可与慢阻肺相鉴别(图 3)。

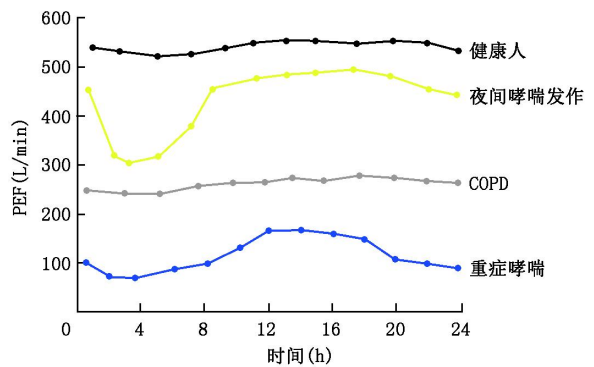


图 3 不同人群 24 h 的 PEF 及其变化

3. 哮喘患者病情严重程度的分级<sup>[14]</sup>:哮喘患者 PEF 占个人最佳值%  $\geq 80\%$ ,PEF 变异率 < 20% 为间歇状态(第 1 级);PEF 占个人最佳值%  $\geq 80\%$ ,PEF 变异率在 20% ~ 30% 之间为轻度持续(第 2 级);PEF 占个人最佳值% 处于 60% ~ 79% 之间,PEF 变异率 > 30% 为中度持续(第 3 级);PEF 占个人最佳值% < 60% 且 PEF 变异率 > 30% 为重

度持续(第 4 级)。

4. 哮喘患者的自我监测<sup>[13,33-38]</sup>: PEF 是客观判断哮喘病情最常用的手段,对于哮喘治疗依从性和吸入技术评估亦十分重要。PEF 监测分为短期监测和长期监测。短期监测主要目的为急性加重后监测恢复情况;调整治疗后评估治疗反应;在症状显著变化时作为肺功能损害程度加重的客观证据;协助鉴别哮喘控制的恶化是职业性还是内源性因素触发。长期监测主要适用于预测哮喘急性发作,尤其是那些对气流受限程度感知不敏感者、既往有突发的严重发作者、难治性哮喘患者等。

5. 评价哮喘药物疗效,指导治疗<sup>[39-43]</sup>: 哮喘患者经治疗后 PEF 上升,且一直维持在接近正常预计值或个人最佳值水平,说明治疗有效,应继续治疗一段时间;初始治疗症状显著改善,PEF 占预计值%恢复至 >60% 者可继续维持原有治疗;PEF 占预计值%在 40%~60% 之间者,可在严密监测下继续治疗,但如果治疗过程中,PEF 回升并稳定后又突然出现显著下降,提示病情不稳定,则需加强治疗;如患者吸入支气管舒张剂后 PEF 仍未见提高,提示病情严重;积极治疗 6 h 后 PEF 没有明显上升,也需加强治疗,甚至考虑入院治疗;治疗前 PEF 占预计值% <25% 或治疗后 <40% 者应入院治疗。如经过积极治疗后 PEF 逐步提高且 PEF 变异率减少,提示治疗后病情得到改善,趋于稳定。

慢阻肺患者治疗效果的评估也可应用 PEF 变异率进行观察判断,但其变异率相对哮喘而言较小。

6. 测定气道反应性:测定气道反应性最好使用肺量计测定的 FEV<sub>1</sub> 等指标,但若医院没有配置肺量计,则可考虑使用峰流量计进行判断<sup>[44]</sup>。据文献报道<sup>[45-46]</sup>在运动或吸入刺激剂前、后分别测定 PEF,若 PEF 下降 >20%,则可对气道高反应性做出初步的筛查判断,但目前尚未形成临床规范。

撰写组专家(按姓氏汉语拼音顺序排列):包海荣(兰州大学第一医院);薄建萍(山西医科大学第二医院);高鹏(吉林大学第二医院);高怡[广州医科大学附属第一医院广州呼吸疾病研究所(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)];顾宇彤(复旦大学附属中山医院);郭丽娟(河北医科大学第四医院);韩江娜(中国医学科学院北京协和医院);黄刚(浙江大学医学院第二附属医院);孔晋亮(广西医科大学第一附属医院);李琦(首都医科大学附属北京胸科医院);梁斌苗(四川大学华西医院);刘传合(首都儿科研究所);刘志军(中南大学湘雅二医院);逯勇(首都医科大学附属北京朝阳医院北京呼吸疾病研究所);马千里(第三

军医大学第二附属医院);彭毅(华中科技大学同济医学院附属协和医院);阙呈立(北京大学第一医院);苏新明(中国医科大学附属第一医院);所鸿(内蒙古医科大学附属医院);孙培莉(南京医科大学第一附属医院);孙铁英(北京医院);孙兴国[北京阜外医院(国家心血管病中心心肺功能检测中心)];汪涛(华中科技大学同济医学院附属同济医院);王惠妩(新疆医科大学第一附属医院);肖奇明(中南大学湘雅医院);谢燕清[广州医科大学附属第一医院广州呼吸疾病研究所(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)];杨卫江(新疆医科大学附属中医医院);杨文兰(上海市肺科医院);杨翼萌(北京医院);赵桂华(河南省人民医院);赵海涛(沈阳军区总医院);赵明华(新疆维吾尔自治区人民医院);张程(贵州省人民医院);张云辉(云南省第一人民医院);张旭华(宁夏医科大学总医院);郑春燕(山东大学齐鲁医院);郑劲平[广州医科大学附属第一医院广州呼吸疾病研究所(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)];周敏(上海交通大学医学院附属瑞金医院);周明娟(广东省中医院);周宁(天津医科大学总医院);周怡(解放军 309 医院);朱蕾(复旦大学附属中山医院)

## 参 考 文 献

- [1] 郑劲平,陈荣昌. 肺功能学-基础与临床[M]. 广东:广东科技出版社,2007.
- [2] 朱蕾,刘又宁,于润江. 临床肺功能[M]. 北京:人民卫生出版社,2004.
- [3] 郑劲平,高怡. 肺功能检查实用指南[M]. 北京:人民卫生出版社,2009.
- [4] 谢燕清,郑劲平. 支气管激发试验及舒张试验结果评估[J]. 中国实用内科杂志,2012,32(8):587-590.
- [5] 谢燕清,郑劲平. 支气管激发试验的技术规范和质量控制[J]. 中华结核和呼吸杂志,2012,35(11):870-872. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2012.11.022.
- [6] Tian J, Zhou Y, Cui J, et al. Peak expiratory flow as a screening tool to detect airflow obstruction in a primary health care setting[J]. Int J Tuberc Lung Dis, 2012,16(5):674-680. DOI: 10.5588/ijtld.11.0429.
- [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(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.
- [8] 中华人民共和国医药行业标准-麻醉和呼吸设备评价:自主呼吸者肺功能的呼气峰值流量计(标准号 YY/T 1438—2016),国家食品药品监督管理总局 2016 年 1 月 26 日发布.
- [9] Miller M, Hankinson J, Brusasco V, et al. Series "ATS/ERS Task Force: Standardisation of lung function testing". #2: Standardisation of spirometry[J]. Eur Respir J, 2005, 26: 319-338.
- [10] Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Series "ATS/ERS Task Force: Standardisation of lung function testing". #5: Interpretative strategies for lung function tests[J]. Eur Respir J, 2005, 26: 948-968.
- [11] 郑劲平,谢燕清,高怡. 肺功能检查,卫生部医学视听教材[M]. 人民卫生电子音像出版社,北京:2013.6(ISBN:978-7-88766-332-0)
- [12] Motten CD. Ruppel's manual of pulmonary function testing[M]. 10th ed. Mosby Missouri, 2013: 62-63.

- [13] Global Initiative for Asthma (GINA). Global strategy for asthma management and prevention. Updated 2017. Available at <http://ginasthma.org/>, Last searched on 26th February, 2017.
- [14] 中华医学会呼吸病学分会哮喘学组. 支气管哮喘防治指南(2016年版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2016, 39(9): 675-697. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2016.09.007.
- [15] 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.
- [16] 颜文森, 郑劲平, 高怡, 等. 动态肺功能测试与哮喘控制测试不同症状感知类型支气管哮喘患者的相关性研究[J]. 实用医院临床杂志, 2013, 10(4): 19-22. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6170.2013.04.006.
- [17] Pesola GR, O'Donnell P, Pesola GR, et al. Peak expiratory flow in normals: comparison of the mini Wright versus spirometric predicted peak flows[J]. J Asthma, 2009, 46(8): 845-848.
- [18] Zheng J, Zhong N. Normative values of pulmonary function testing in Chinese adults[J]. Chin Med J (Engl), 2002, 115(1): 50-54.
- [19] 黄桂芳, 刘关键, 黄进军. 成都地区正常老中青年呼气峰流量探讨[J]. 华西医科大学学报, 2001, 32(4): 532-534. DOI: 10.3969/j.issn.1672-173X.2001.04.014.
- [20] 谢美云, 武希强, 薄晓霞, 等. 蒙古族正常人群呼气峰流速的测定[J]. 包头医学院学报, 2012, 28(3): 16-18. DOI: 10.3969/j.issn.1006-740X.2012.03.008.
- [21] 张蕾, 艾涛, 罗荣华, 等. 成都地区 446 例正常儿童呼气峰流速正常值探讨[J]. 中国医师进修杂志, 2014, 37(33): 16-18. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4904.2014.33.006.
- [22] 罗荣华, 郑劲平, 艾涛, 等. 成都地区 450 例正常儿童呼气峰流速值测定[J]. 国际呼吸杂志, 2013, 33(21): 1647-1649. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-436X.2013.021.012.
- [23] 黄桂芳, 刘关键, 黄进军. 成都地区 728 例正常青少年呼气峰流量探讨[J]. 华西医科大学学报, 2001, 32(3): 427-429. DOI: 10.3969/j.issn.1672-173X.2001.03.032.
- [24] 陈红华, 多力坤·木扎帕尔. 新疆地区正常学龄儿童最大呼气峰流速值测定[J]. 中国当代儿科杂志, 2007, 9(5): 419-421. DOI: 10.3969/j.issn.1008-8830.2007.05.006.
- [25] 钟南山, 张宇光, 余慕洁, 等. 最大呼气流量正常值及其在支气管哮喘中的应用[J]. 中华结核和呼吸杂志, 1985, 8(3): 138-141.
- [26] 张中宏, 杨丽梅. PEF 标准分度法对支气管哮喘气流阻塞严重程度评估与 FEV<sub>1</sub>% Pred 标准分度法的相关性研究[J]. 实用医学杂志, 2009, 25(21): 3620-3622. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2009.21.031.
- [27] GOLD Executive Committee. Guidelines: Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of COPD. Updated 2017. <http://www.goldcopd.com/>. Last searched on 26th February, 2017.
- [28] 中华医学会呼吸病学分会慢性阻塞性肺疾病学组. 慢性阻塞性肺疾病诊治指南(2013年修订版)[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2013, 36(4): 255-264. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2013.04.007.
- [29] 黄桂芳, 范正昌, 王鉴清. 峰流量在吸烟者、COPD 和肺心病患者中的改变及其临床意义[J]. 华西医科大学学报, 2002, 33(1): 115-117. DOI: 10.3969/j.issn.1672-173X.2002.01.034.
- [30] 滕翠丽, 高艳, 张锦. 呼气峰流速与 COPD 气流阻塞判定指标的相关性研究[J]. 宁夏医学杂志, 2013, 35(8): 703-705. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5949.2013.08.015.
- [31] 杨玉萍, 方利洲, 刘凌. 慢性阻塞性肺疾病气道阻塞及可逆程度的简明指标——呼气流量峰值[J]. 中国综合临床, 2001, 17(10): 757-757. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1008-6315.2001.10.019.
- [32] 诸葛毅, 周建英. 微型高峰流速仪对哮喘类似冠心病胸痛的鉴别[J]. 浙江预防医学, 2005, 17(7): 8-10. DOI: 10.3969/j.issn.1007-0931.2005.07.004.
- [33] 朱恬华, 汤彦. 峰值呼气流速测定对哮喘患者的临床实用意义[J]. 临床荟萃, 2007, 22(8): 599-600. DOI: 10.3969/j.issn.1004-583X.2007.08.036.
- [34] 金玲玲, 林慧, 戴元荣. 呼气峰流量日变异率及哮喘控制测试评分在哮喘病情监测中的作用[J]. 温州医科大学学报, 2015, (8): 579-582, 587. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9400.2015.08.008.
- [35] 马冬均, 曾穗茹. 儿童哮喘控制测试和最大呼气峰流速测定在哮喘管理中的应用[J]. 新疆医学, 2013, 43(9): 58-59. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5183.2013.09.020.
- [36] 岳艳玲, 吴新, 张志刚, 等. 最大呼气峰流速在儿童哮喘中的应用[J]. 实用儿科临床杂志, 2004, 19(2): 122-123. DOI: 10.3969/j.issn.1003-515X.2004.02.017.
- [37] 何权瀛, 穆魁津. 支气管哮喘患者呼气流速峰值的昼夜节律变化[J]. 国外医学呼吸系统分册, 1984, 4: 169-172.
- [38] 何权瀛, 杨瑞红, 母双. 我国北方部分省市哮喘患者使用峰流速仪情况调查[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2003, 26(7): 434-435. DOI: 10.3760/j.issn:1001-0939.2003.07.031.
- [39] 李善群, 钮善福, 袁莉, 等. 哮喘症状评分及 PEF 评价普鲁司特治疗支气管哮喘的临床疗效[J]. 中国临床医学, 2008, 15(3): 318-321. DOI: 10.3969/j.issn.1008-6358.2008.03.017.
- [40] 颜雪琴, 戴元荣, 林洁. 呼气峰流速简易测定法在中重度哮喘治疗中的应用[J]. 温州医学院学报, 2002, 32(2): 89-91. DOI: 10.3969/j.issn.1000-2138.2002.02.008.
- [41] 陈静, 王斌, 王智慧, 等. 哮喘控制测试与最大呼气峰流速在哮喘患儿治疗中的作用[J]. 重庆医学, 2011, 40(25): 2518-2519. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2011.25.009.
- [42] 刘春涛, 黎联, 梁宗安, 等. 吸入激素联合长效  $\beta_2$  受体激动剂治疗哮喘 6 个月疗效观察[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2004, 3(4): 241-244. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6205.2004.04.015.
- [43] 彭秋莹, 陈爱欢. 布地耐德联合福莫特罗与双倍剂量布地耐德干粉吸入疗法对儿童轻度持续性哮喘的疗效观察. 中华实用儿科杂志, 2007, 22(4): 266-268. DOI: 10.3969/j.issn.1005-2224.2007.04.011.
- [44] 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.
- [45] 关伟杰, 高怡, 郑劲平. 白三烯支气管激发试验及其临床意义[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2011, 34(1): 54-56. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2011.01.019.
- [46] 倪望, 张宁, 熊盛道, 等. 以 PD20-PEF 和 PD20-FEV<sub>1</sub> 作为气道反应性判定指标的比较分析[J]. 同济医科大学学报, 2001, 30(3): 227-228, 234. DOI: 10.3870/j.issn.1672-0741.2001.03.014.

(收稿日期: 2017-02-27)

(本文编辑: 吕小东)