

肺功能检查指南(第一部分)——概述及一般要求

中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组

一、概述

肺功能检查是运用呼吸生理知识和现代检查技术探索人体呼吸系统功能状态的检查。临床上常用的检查包括肺容积检查、肺量计检查、支气管激发试验、支气管舒张试验、肺弥散功能检查、气道阻力检查及运动心肺功能检查等。肺功能检查是临床上对胸肺疾病诊断、严重程度、治疗效果和预后评估的重要检查手段,目前已广泛应用于呼吸内科、外科、麻醉科、儿科、流行病学、潜水及航天医学等领域。

二、肺功能检查在我国的发展历程

在我国,呼吸功能检查的研究与临床应用已有 70 多年历史。1939 年,蔡翘等首先报告大学生及中学生肺活量的检测。1951 年,吴锦秀等检测了 6 414 名健康学生的肺活量。1956 年,吴绍青等^[1]发表了通气功能检查方法以及中国人通气功能的数据。此后,吴绍青、张仲扬、汪士、高启文、何国钧、薛汉麟、王鸣歧、陈民孝、朱蕾、郑劲平等许多医学工作者对肺功能的研究和临床应用做了大量的工作。

1961 年,吴绍青等^[2]编著了我国第一部肺功能检查的专著——《肺功能测验在临床上的应用》,对我国肺功能的研究和临床应用起到了很好的促进作用。1992 年穆魁津等^[3-4]编写了《全国肺功能正常值汇编》和《肺功能检测原理与临床应用》,2004 年朱蕾等^[5]编写了《临床肺功能》,2007 年郑劲平和陈荣昌^[6]编写了《肺功能学——基础与临床》;2009 年郑劲平和高怡^[7]编写了《肺功能检查实用指南》,2010 年赵立军和李强^[8]编写了《实用肺功能临床解读手册》,同年贺正一等^[9]编写了《简明临床肺功能检查与应用》,2012 年周怡^[10]编写了《肺功能检查临床病例分析》等,这些肺功能专著的陆续出版进一步推动了我国肺功能检查的发展。

近 30 多年来,国内召开了多次肺功能学术专题会议。1979 年卫生部在杭州举办了“第一届全国肺功能学术讲座”,1986 年《中华结核和呼吸杂志》与《解放军医学杂志》在杭州举办了“血气分析与肺功能座谈会”^[11],1992 年中华医学会呼吸病学分会肺功能学组和上海分会肺科学会在上海主办了“第三届全国肺功能学术交流会议”^[12],1994 年在天津召开了“第四届全国肺功能学术会议”^[13],1997 年中华

医学会在西安召开了“第五届全国肺功能与呼吸监护学术会议”^[14],2004 年《中华结核和呼吸杂志》编委会在内蒙古包头市召开了“第六届全国肺功能(临床呼吸生理)学术研讨会”^[15],2013 年中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组在广州召开了“全国肺功能学术会议”,同时成立了中国肺功能联盟^[16]。这些肺功能学术会议的召开为肺功能检查提供了很好的学术交流平台,展示了我国呼吸生理及肺功能领域的研究进展以及取得的成果。随着计算机技术的发展及我国医疗科研水平的提高,呼吸生理的研究取得了巨大进展,肺功能检查仪器不断更新,检测技术不断改进,检查项目不断增加,应用范围日趋扩大。

但能够开展肺功能检查并不意味着肺功能的普及率很高。与肝功能和肾功能等检查相比,目前国内肺功能检查的普及率仍相当低,尤其是欠发达地区和基层医院更为突出。郑劲平^[17]曾于 2002 年对我国肺功能临床应用的现状进行了调查,发现我国肺功能的开展极不平衡,特别是在中小型医院肺功能的临床应用很多处于空白状态,部分大型教学医院的肺功能质量控制有待提高。何权瀛等^[18]也曾调查我国部分省市医院中诊断慢性阻塞性肺疾病(简称慢阻肺)时检测肺功能(FEV_1/FVC 占预计值%)的只占 34%,提示慢阻肺的漏诊、误诊情况严重,这与肺功能检查不普及密切相关。

此外,能够开展肺功能并不代表着肺功能检查的质量控制符合要求。郑劲平^[17]通过调查发现,不少医院对于肺功能检测中的质量控制认识不足,甚至对最基本的质量控制指标也不了解。不同医院之间,不但使用的仪器不同,采用的正常值标准也不同,引用国人预计值的医院仅 16.3%,大多数医院仍以国外的正常值为标准来对检查结果进行评估。高怡等^[19]对我国大型综合性医院肺量计检查报告质量进行调查,结果显示同时符合 ATS 和 ERS 的肺活量检查 4 项质量控制标准的仅占 7.2%。因而,同一受试者在不同医院检查的结果可能相差较大;有时候即使是同一仪器、同一操作者,其可重复性也较差。因此,肺功能对临床诊治的指导意义也大打折扣。为此,1986 年在杭州召开的“血气分析与肺功能座谈会”^[11]上,有关专家就已经提出肺功能检查不论作为科研工作还是临床常规检查都应将质量控制放在首位,只有严格质量控制,检查结果才能准确可靠,并对如何搞好质量控制提出比较具体的建议,如技术人员的培训、肺功能检查仪的维护、定时检查等。同年,王鸣歧^[20]对基层医院肺功能检查中的质量控制提出了更具体的建议,包括每月校正容积 1 次、误差 < 2%、 FEV_1 和 FVC 检测操作技术要点等。2004 年在包头召开的“全国肺功能(临床呼吸生理)学术研

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2014.06.002

基金项目:十二五国家科技发展计划项目(2012BAI05B01, 2013BAI09B09)

通信作者:郑劲平, Email: jpzhennggy@163.com; 高怡, Email: misstall2@163.com

讨论”^[15]上,郑劲平对“用力肺活量测试和一口气法弥散功能检测的质量控制标准”作了专题报告,对临床常用肺功能测试^[21]和一口气法肺弥散功能测试^[22]提出了相应的质量控制标准。何权瀛^[23]也撰文“规范肺功能检查技术,提高肺功能检查水平”,呼吁加强我国肺功能检查工作的质量控制。尽管 2012 年国内的肺功能专家在《中华结核和呼吸杂志》^[24-25]和《中国实用内科杂志》^[36-45]发表了一系列的肺功能专题知识讲座,但国内至今尚缺少严格、规范、统一的肺功能检查操作标准,亦无肺功能检查质量控制的工作指南或指导意见。

近 10 余年来,广州、北京、上海等地多次举办了肺功能检查技术的国家级医学继续教育培训班,卫生部更将“肺功能检查技术”作为十年百项适宜技术向全国推广^[46],对规范肺功能检查及其质量控制起到积极作用。然而,国内至今仍缺乏统一的肺功能专业技术人员培训课程,更没有技术准入标准。这不但影响了肺功能检查的临床应用,在一定程度上也限制了肺功能检查的进一步发展。

为了进一步引起大家对肺功能检查质量的关注,促使我国肺功能检查技术的规范化,中华医学会呼吸病学分会肺功能专业组参考 ATS 和 ERS 2005 年共同发布的“肺功能检查标准”^[47-51]的有关内容,结合中国的特点和国内专家的意见^[24-45],以目前我国最为常用的临床检查为重点,起草了本系列肺功能检查指南。由于肺功能检查方法和指标众多,本专业组在充分征求意见的基础上,秉承成熟一个推出一个的原则,并力求在执行中不断完善。

三、本系列指南的主要内容

目前本系列指南初定为 8 个部分和 1 个附录:(1)概述及一般要求;(2)肺量计检查;(3)支气管激发试验;(4)支气管舒张试验;(5)肺弥散功能检查;(6)肺容积检查;(7)气道阻力检查;(8)肺功能检查项目的合理选用。附录:肺功能检查常用缩略语及其中英文名称。其他检查如六分钟步行试验、呼出气一氧化氮浓度检查、运动心肺功能检查、呼吸振荡成像检查等部分,将根据实际情况适时增补和推出。

第一部分肺功能检查概述及一般要求,对肺功能检查的定义、在中国的发展历程、检查中对环境的要求、肺功能仪器的标化、人体生理参数如身高、体重、年龄、性别等以及相关病史的采集、检查中有共性的注意事项,以及检查中交叉感染的防控措施等方面给予了详细的指引。

第二部分肺量计检查,阐述了肺量计的定义、肺量计仪器的技术要求及质量控制措施、检查前受试者的准备、时间肺活量和最大自主通气量的操作程序、检查指标及曲线特点、检查过程中的质量控制、正常参考值的选取及肺量计检查过程中不良事件的处理等内容。

第三部分支气管激发试验,介绍了气道高反应性的概念、激发试验的适应证与禁忌证、激发试验的分类及常用激发物,重点介绍了组织胺与乙酰甲胆碱支气管激发试验,包括激发物的制备与储存,受试者的准备,雾化吸入装置的种类,手握式玻璃雾化器吸入、潮气吸入、自动定量雾化吸入、

连续吸入等常用激发试验方法,激发试验的流程、结果的判断与报告格式规范、质量控制、安全措施以及激发试验的临床应用等内容。

第四部分支气管舒张试验,介绍了气道可逆性的定义、支气管舒张试验的适应证与禁忌证、支气管舒张剂的选择,重点介绍了吸入舒张药物的方法,如定量气雾剂(MDI)单剂量吸入法、干粉剂吸入法、射流雾化与超声雾化吸入法,以及各种吸入方法的优缺点比较;试验前准备,特别是影响舒张试验结果的药物停用、试验流程、结果判断与报告规范,重点规范了试验中的质量控制和临床应用。

第五部分肺弥散功能检查,介绍了弥散功能的定义、检查的适应证与禁忌证、对各检查方法做了概述,并重点介绍了一口气法检查的测试方法和步骤,如检查前的仪器准备和受试者准备、具体测试方法中对受试者呼吸动作的指引、测试指标及质量控制标准、测试过程中需要注意的事项以及弥散功能检查的临床意义等。

第六部分肺容量检查介绍了肺容量检查的基本概念、适应证和禁忌证、肺量计慢肺活量检查的原理与操作方法步骤,间接检测功能残气量、残气量及肺总量的体积描记法及气体稀释法的检查原理、操作方法及质量控制标准,并比较了每种方法的优缺点,分析了肺容量检查的影响因素、各项肺容量指标的临床意义、引起肺容量改变的常见疾病等。

第七部分气道阻力检查,对呼吸系统阻力的物理特性分类及解剖部位分类进行了介绍,重点关注与气管通畅性关系最为密切的黏性阻力(或称气道阻力)的定义、检查的适应证与禁忌证、临床常用的体积描记法和强迫振荡法的检测原理,检查前准备、测试程序及步骤、主要参数测试曲线及图形的特征、两种检查方法的特点、测试中的质量控制标准及注意事项,以及对气道阻塞性疾病的诊断、病情严重程度判断、气道反应性评估和疗效评价等方面的临床应用。

第八部分肺功能检查项目的合理选用,通过结合临床表现、诊疗过程的变化,提出合理选用肺功能检查项目的临床思路和建议,以利于临床肺功能检查的正确开展。

附录:肺功能检查常用缩略语及其中英文名称。主要介绍肺功能检查中常用指标的中英文缩略语及其词汇解释。

四、肺功能检查的一般要求

为保证能够准确地反映疾病的真实状态,肺功能检查必须达到一定的质量控制及环境要求。肺功能实验室的配置及准备是开展肺功能检查的首要条件。

(一)肺功能实验室的配置要点

肺功能检查室房间的大小可依据检查仪器和检查项目的多少、检查对象以及各医院的实际情况而配置。

1. 场地不宜过于窄小。每个肺功能室面积应 $\geq 10\text{ m}^2$ 。如果有多台肺功能仪,不同的检查仪最好独室放置,以减少多个患者同时检查时的相互影响。

2. 室内的温度、湿度应当相对恒定。一方面,多数肺功能仪对检查的环境温度、湿度有一定的要求,若超出工作范围,仪器的误差则会增大甚至不能正常工作;另一方面,宜人

的温度、湿度会使受检者感觉良好,有利于其对检查的配合。因此,肺功能室最好有温度和湿度控制的设备,保证肺功能室的环境参数稳定,最理想的温度为 18 ~ 24 °C,湿度为 50% ~ 70%。

3. 易于抢救。尽管肺功能检查大多数情况下是安全的,但仍有发生突发意外而需进行抢救的情况发生,如急性支气管痉挛、晕厥等。肺功能室最好设置在易于抢救患者的地方,如靠近病房或急诊室。部分医院的检查室设置在功能检查科并且远离病房和急诊室,不利于患者的及时抢救。此外,肺功能室应配备抢救药物、设备和有经验的医护人员。

4. 肺功能室应有预防和控制交叉感染的措施^[45,52]。肺功能检查要求受试者进行反复呼吸的动作,检查过程中还常常会引起患者的剧烈咳嗽,患者用力呼气或咳嗽时产生的飞沫可在空中悬浮数小时,可污染检查环境、仪器和周围物品,若受试者患有呼吸道传染病则易于发生交叉感染。为此,肺功能室应设置在通风良好之处,最好有窗户。其实,打开窗户透气是最简便而有效的通风方法,另外也可选用一些通风设备,如排气扇、空气过滤净化消毒器等。使用肺功能检查专用的呼吸过滤器可有效减少交叉感染的发生。

(二) 肺功能仪器的技术要求

仪器准确,测试结果才可靠。肺功能仪器测量的流量、容积、时间、压力、气体浓度等指标的量程、精度、重复性、零位计算标准、误差允许范围等参数应达到一定的技术质控标准,并且定期进行标化以确保其工作处于正常状态之中。具体技术要求详见指南各部分。

(三) 受试者的注意事项

1. 了解检查的适应证与禁忌证:检查前应详细询问受试者病史,判断是否符合肺功能检查的适应证,并注意排除有无检查的禁忌证。如近 3 个月内患心肌梗死、休克者,近 4 周内严重心功能不稳定、心绞痛、大咯血、癫痫大发作,未控制的高血压(收缩压 > 200 mmHg,舒张压 > 100 mmHg)、心率 > 120 次/min、主动脉瘤患者等禁忌用力肺功能检查;气胸、巨大肺大疱且准备手术治疗者、妊娠期患者等慎做用力呼气的肺功能检查;鼓膜穿孔患者需先堵塞患侧耳道后;气胸或胸膈闭式引流术后,如确实必须要做肺功能检查,应夹闭引流管,并禁做最大自主通气量检查。

2. 检查前需排除的影响因素:检查前需了解受试者最近的用药情况,包括使用的药物名称、类型、剂量、最后使用的时间等,判断是否会影响检查结果。支气管舒张剂(如肾上腺素能受体兴奋剂、胆碱能受体拮抗剂、黄嘌呤类药物)、支气管收缩剂(如肾上腺素能受体抑制剂)、激素类药物、抗过敏类药物等均应根据检查的目的、项目及药物的半衰期而停药。如果检查目的是为了评价气道的反应性或可逆性,则应避免用药。但如果是为了观察某种药物或治疗方法的疗效,则可继续用药。此外,检查前 2 h 应禁止大量进食,检查当天禁止饮用可乐、咖啡、浓茶等,检查前 1 h 禁止吸烟,检查前 30 min 禁止剧烈运动。预约检查时就应告知患者具体的停药方法以及禁止从事的活动。

3. 年龄、身高和体重:肺功能检查前应记录受试者的年龄(岁)、身高(m 或 cm)和体重(kg),便于计算肺功能预计值。测量身高时应赤脚,双脚并拢,尽量站直,双眼平视前方,并选用准确的量尺。避免选用折叠的标尺,以减少标尺使用失误导致的误差。胸廓畸形的患者,如脊柱后凸者,可通过测量臂距来估算身高。测量体重时应脱去厚重衣服。

4. 体位:坐位或立位均可进行检查。临床上主要采用坐位检查,更为安全,可避免因晕厥而摔伤。应注意双脚必须能平踏实地,双脚悬空者不能达到最大力量的呼吸配合。选用有靠背而无轮子的椅子,靠背主要是出于安全的考虑,方便受试者不适时休息。但在测试时受试者不应靠在靠背上,这不利于受试者的用力呼吸动作。如需使用轮椅时应锁住轮子。婴幼儿检查时可采用站立位。肥胖者立位可能更利于深呼吸,因此这些受试者立位时用力呼气量及流量更大。正常体重者立位与坐位时的检测值往往相差不大,但复查时要求每次都采用相同的体位。如采取立位,应在受试者身后放置椅子,一旦受试者在测试过程中感到头晕等不适时可随时坐下来休息。有些受试者因受伤或其他原因不能站立或坐起来,只能采取卧位检查,这种情况下所检查出的结果偏低,应在报告中记录检查时的体位。

(四) 对操作者的素质要求

操作者的指导是影响肺功能检查质量的重要因素,为获得准确的测试结果,操作者应具备以下素质。

1. 检查技术:操作者应具备呼吸生理的基础理论知识,了解各项肺功能检查的临床意义,掌握肺功能检查的正确操作步骤和质量要求。此外,操作者还应接受继续教育,通过继续教育课程了解肺功能检查标准的变化,不断学习新的检查技术,掌握质量控制标准。

2. 服务态度:操作者应有良好的服务态度,耐心地向受试者解释,以取得受试者的信任与配合。

3. 指导技巧:良好的示范也是检测成功的关键之一。操作者可向受试者演示完全吸气和用力连续呼气动作,让受试者正确掌握动作要领,并在指导受试者测试的过程中适当运用肢体语言来不断提示和鼓励受试者完成测试动作。也可让受试者等候检查时观看肺功能检查视频教学课件,模仿检查动作,以较好、较快地掌握呼吸动作的要领。

4. 质控方法:操作者应掌握肺功能检查的质量控制方法。在检查过程中,操作者应对受试者的努力及配合程度做出迅速判断,最好能实时观察受试者的测试图形,判断测试是否达到质控标准。测试后,操作者应能迅速读取数据,并判断其变异,以了解测试的重复性,保证检查结果的准确性。

撰写组专家:(按姓氏汉语拼音顺序排列):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、呼吸疾病国家临床医学研究中心)];韩江娜(中国医学科学院北京协和医院);蒋雷服(江苏省人民医院);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);刘志军(中南大学湘雅二医院);阙呈立(北京大学第一医院);宋元林(复旦大学附属中山医院);

孙兴国(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);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、呼吸疾病国家临床医学研究中心)];杨文兰(上海肺科医院);赵桂华(河南省人民医院);赵海涛(沈阳军区总医院);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、呼吸疾病国家临床医学研究中心)];周明娟(广东省中医院)

参 考 文 献

- [1] 吴绍青,崔祥斌,李华德. 肺功能测验: (1) 通气功能[J]. 中华结核科杂志, 1956, 4: 85-93.
- [2] 吴绍青,李华德,萨藤三. 肺功能测验在临床上的应用[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1961.
- [3] 穆魁津,刘世瑰. 全国肺功能正常值汇编[M]. 北京:北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社, 1990.
- [4] 穆魁津,林友华. 肺功能测定原理与临床应用[M]. 北京:北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社, 1992.
- [5] 朱蕾,刘又宁,于润江. 临床肺功能[M]. 北京:人民卫生出版社, 2004.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 赵立军,李强. 实用肺功能临床解读手册[M]. 第二军医大学出版社, 2010.
- [9] 贺正一,王浩彦,刘颖. 简明临床肺功能检查与应用[M]. 科学技术文献出版社, 2010.
- [10] 周怡. 肺功能检查临床病例分析[M]. 北京:人民军医出版社, 2012.
- [11] 林友华,赵鸣武. 血气分析与肺功能座谈会纪要[J]. 解放军医学杂志, 1987, 12: 81-85.
- [12] 蔡映云,黄绍光,张爱莉. 第三届全国肺功能学术交流会议纪要[J]. 中华结核和呼吸杂志, 1993, 16: 54-56.
- [13] 程津新,赵连云. 第四届全国肺功能学术会议纪要[J]. 中华结核和呼吸杂志, 1995, 18: 6-8.
- [14] 林江涛,李焕,章康健,等. 第五届全国肺功能与呼吸监护学术会议纪要[J]. 中华结核和呼吸杂志, 1997, 20: 247-248.
- [15] 孙德俊,杨毅平. 全国肺功能(临床呼吸生理)学术研讨会会议纪要[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2005, 28: 139-140.
- [16] 2013年全国肺功能学术会议暨中国肺功能联盟成立大会[J]. 中国实用内科杂志, 2014, 34: 21.
- [17] 郑劲平. 我国肺功能检测应用现状的调查和分析[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2002, 25: 69-73.
- [18] 何权瀛,赵倩,叶阮健,等. 我国部分省市慢性阻塞性肺疾病诊断中肺功能检查情况的初步调查[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2003, 26: 39-40.
- [19] 高怡,郑劲平,安嘉颖,等. 中国大型综合性医院肺量计检查报告质量的多中心调查[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2010, 33: 247-250.
- [20] 王鸣岐. 基层医院最低限度肺功能检测设备和要求[J]. 中华结核和呼吸杂志, 1987, 10: 231.
- [21] 郑劲平. 用力肺功能检测质量控制及注意事项[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2005, 28: 77-78.
- [22] 郑劲平. 一口气呼吸法肺弥散功能测试的质量控制及注意事项[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2007, 30: 723-725.
- [23] 何权瀛. 规范肺功能检查技术提高肺功能检查水平[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2006, 29: 793-795.
- [24] 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: 75-77.

- [25] 朱蕾,李丽. 常规肺功能的测定仪器和测定原理[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35: 158-160.
- [26] 朱蕾,董利民. 肺功能诊断[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35: 235-237.
- [27] 朱蕾,任卫英. 特定疾病情况下肺功能的动态变化[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35: 310-312.
- [28] 郑劲平. 肺通气功能检查图文报告解读[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35: 394-396.
- [29] 周明娟,郑劲平. 胸部手术前肺功能评估[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35: 477-479.
- [30] 赵桂华,王文涛,徐金义. 肺功能检查的基本要求[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35: 553-555.
- [31] 高怡. 肺活量和通气功能测定的技术规范与质量控制[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35: 630-632.
- [32] 蒋雷服. 常规肺功能测定的常见问题和处理对策[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35: 716-717.
- [33] 李丽,杨延杰,宋元林. 功能残气量和肺一氧化碳弥散量测定的技术规范及质量控制[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35: 794-796.
- [34] 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: 870-872.
- [35] 刘锦铭,刘海舰. 心肺运动试验的基本概念及其临床意义[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35: 954-956.
- [36] 郑劲平. 肺功能检查临床意义和诊断思路[J]. 中国实用内科杂志, 2012, 32: 569-574.
- [37] 周明娟,郑劲平. 肺功能检查的临床实用方法指标及含义[J]. 中国实用内科杂志, 2012, 32: 575-577.
- [38] 刘锦铭. 限制性通气功能障碍肺功能指标特点[J]. 中国实用内科杂志, 2012, 32: 578-580.
- [39] 赵海涛. 阻塞性通气功能障碍肺功能指标特点[J]. 中国实用内科杂志, 2012, 32: 581-583.
- [40] 蒋雷服. 弥散功能测定及结果评估[J]. 中国实用内科杂志, 2012, 32: 584-586.
- [41] 谢燕清. 支气管激发试验和舒张试验结果评估[J]. 中国实用内科杂志, 2012, 32: 587-590.
- [42] 郑劲平. 肺功能检查研究进展[J]. 中国实用内科杂志, 2012, 32: 591-593.
- [43] 高怡. 肺功能检查培训计划及内容[J]. 中国实用内科杂志, 2012, 32: 594-596.
- [44] 高怡,郑劲平. 肺功能检查仪器选用及日常维护[J]. 中国实用内科杂志, 2012, 32: 597-600.
- [45] 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, 32: 601-604.
- [46] 高怡,郑劲平,安嘉颖,等. 农村和基层医院推广肺功能检查技术教学模式的实践探索[J]. 中华医学教育杂志, 2011, 31: 777-779.
- [47] Miller MR, Crapo R, Hankinson J, et al. General considerations for lung function testing[J]. Eur Respir J, 2005, 26: 153-161.
- [48] Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, et al. Standardisation of spirometry[J]. Eur Respir J, 2005, 26: 319-338.
- [49] Wanger J, Clausen JL, Coates A, et al. Standardisation of the measurement of lung volumes[J]. Eur Respir J, 2005, 26: 511-522.
- [50] Macintyre N, Crapo RO, Viegi G, et al. Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung[J]. Eur Respir J, 2005, 26: 720-735.
- [51] Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Interpretative strategies for lung function tests[J]. Eur Respir J, 2005, 26: 948-968.
- [52] 高怡,郑劲平. 肺功能检查的感染预防与控制[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2005, 28: 486-488.

(收稿日期:2014-04-14)

(本文编辑:吕小东)