

论著·临床研究

最大用力呼气流量-容积曲线法检测学龄期 儿童肺功能的质量控制分析

王群 任亦欣 刘永革 皇惠杰 向莉

(首都医科大学附属北京儿童医院过敏反应科, 北京 100045)

[摘要] **目的** 了解最大用力呼气流量-容积曲线法(MEFV)测定学龄期儿童肺功能的质控符合情况。**方法** 将行MEFV次数 ≥ 2 的862例患儿按年龄分为6岁~组($n=379$)、8岁~组($n=210$)、10岁~组($n=164$)和12~17岁组($n=109$),比较MEFV测定各组患儿肺功能质控参数和质控标准符合率。将诊断为哮喘的417例患儿分为肺功能异常组($n=262$)与肺功能正常组($n=155$),比较两组间肺功能质控参数的差异性。**结果** 862例患儿共行2367次肺功能检测用于质控分析;符合起始标准外推容积(VBE) <0.15 L百分率为97.8%,其中6岁~组符合率最高,12~17岁组符合率最低;符合结束标准呼气时间(FET)百分率为44.2%,其中10岁以上患儿符合率低于10岁以下患儿($P<0.05$);符合可重复标准最佳两次第一秒用力呼气容积差(Δ FEV1) <0.15 L与最佳两次用力肺活量差(Δ FVC) <0.15 L的百分率分别为91.9%和84.8%。肺功能异常的哮喘患儿肺功能质控参数均优于肺功能正常组($P<0.05$)。**结论** MEFV检测肺功能起始标准与可重复性标准符合率较高,结束标准符合率较低,建议进一步优化提高FET标准符合率。 [中国当代儿科杂志, 2015, 17(6): 590-595]

[关键词] 肺功能;最大呼气流量-容积曲线;质量控制;儿童

Quality control for maximal expiratory flow-volume curve as a pulmonary function test in school-age children

WANG Qun, REN Yi-Xin, LIU Yong-Ge, HUANG Hui-Jie, XIANG Li. Department of Allergy, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, Beijing 100045, China (Xiang L, Email: drxiangli@163.com)

Abstract: Objective To assess the quality control for the maximal expiratory flow-volume (MEFV) curve in school-age children. **Methods** Eight hundred and sixty-two children who had two or more MEFV manoeuvres were classified into ≥ 6 -year-old ($n=379$), ≥ 8 -year-old ($n=210$), ≥ 10 -year-old ($n=164$), and 12-17-year-old groups ($n=109$). The parameters of quality control and concordance with quality control criteria for MEFV were compared between the two groups. In addition, patients who were diagnosed with asthma were classified into two groups, one with normal pulmonary function ($n=155$) and the other with abnormal pulmonary function ($n=62$), based on the results of spirometry. Differences in the parameters of quality control for spirometry were compared between the two groups. **Results** Eight hundred and sixty-two children underwent 2367 MEFV manoeuvres, 97.8% of which met the start of test criterion for backward extrapolated volume (VBE) of less than 0.15 L, with the highest concordance in the ≥ 6 -year-old group and the lowest concordance in the 12-17-year-old group. Three hundred and eighty-one children (44.2%) met the end of test criterion for forced expiratory time (FET) and the concordance in children over 10 years of age was lower than that in children under 10 years of age ($P<0.05$). Differences in two best forced expiratory volume in first second (FEV1) and forced vital capacity (FVC) manoeuvres were within 150 mL in 91.9% and 84.8%, respectively, of the children. The parameters of quality control for spirometry were better for asthmatic children with abnormal pulmonary function compared with asthmatic children with normal pulmonary function ($P<0.05$). **Conclusions** Concordance with the start of test criteria and the manoeuvre repeatability criteria is high, whereas the concordance with the end of test criteria is low. It is suggested that the concordance with the FET criteria should be improved. [Chin J Contemp Pediatr, 2015, 17(6): 590-595]

Key words: Pulmonary function test; Maximal expiratory flow-volume curve; Quality control; Child

[收稿日期] 2015-03-10; [接受日期] 2015-05-07

[基金项目] 北京市科技计划课题—首都市民健康项目培育(Z131100006813044);北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养计划(2011-3-053);国家科技支撑计划—儿童常见疾病先进诊疗及适宜技术研发和示范(2012BAI03B02)。

[作者简介] 王群,女,硕士研究生。

[通信作者] 向莉,女,主任医师。

呼吸系统疾病在儿科发病率高,肺功能检查是呼吸系统疾病诊断、治疗和预后评估中一项重要的适宜技术。虽然肺功能检查质量控制(简称质控)标准已有发布,但少有我国儿童肺功能检查质控标准和现况的报道,个别研究显示儿童很难达到适用于成人的某些质控标准^[1-3]。质控是正确评估肺功能结果的生命线,随着肺功能检查临床应用逐渐增多,为确保其结果的准确性和可靠性,理应对质控引起重视。为了解在临床实际应用中,儿童肺功能检查质控符合率及存在的问题,为给改进儿童肺功能质控提供基本数据,本文就学龄期儿童应用最大呼气流量-容积(maximal expiratory flow-volume, MEFV)曲线方法检测肺功能的质控分析进行总结。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2013年3~9月在北京儿童医院肺功能室采用MEFV方法进行肺功能检查的1000例儿童为研究对象,其中男679例,女321例;年龄6.0~17.0岁,平均年龄9岁2个月;身高 139 ± 15 cm;体重 37 ± 14 kg。支气管哮喘417例,慢性咳嗽58例,呼吸道感染性疾病(包括肺炎支气管炎、喘息性支气管炎、支原体肺炎、上呼吸道感染、结核感染)59例,进行性假肥大性肌营养不良21例,咳嗽变异性哮喘18例,闭塞性细支气管炎8例,肺含铁血黄素沉着症5例,支气管扩张4例,变应性鼻炎3例,过敏性肺炎3例,间质性肺炎2例,漏斗胸2例,混合性结缔组织病2例,肺气肿、囊性纤维化、未分化结缔组织病、重叠综合征、嗜酸性粒细胞增多症、肾小管酸中毒、关节炎、毛细血管扩张症、变应性支气管肺曲霉病、系统性红斑狼疮各1例,胸闷原因待查96例,疑诊哮喘80例,诊断不明158例,健康体检54例。

1.2 检测指标

采集所有受试儿童的用力肺活量(forced vital capacity, FVC),第一秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV1),FEV1占FVC百分比(FEV1/FVC%),呼气峰流速(peak expiratory flow, PEF)、外推容积(backward extrapolated volume, VBE),VBE占FVC百分比(VBE/

FVC%)和呼气时间(forced expiratory time, FET)。

1.3 肺功能检查方法以及质控标准

采用德国JAEGER MASTER SCREEN肺功能仪,每天开机预热20 min,肺功能检查由固定一位专职从事该技术10年以上的技师完成。操作前肺功能仪需进行环境定标和容积定标;受试者更衣测量身高体重,同时询问并记录其病史及近期用药情况。操作时首先输入受试者基本资料及病史资料;然后由操作者耐心细致地向受试儿童说明此项检查的做法、注意事项,并作出示范动作,指导受试儿童放松、立正站直、头稍上抬,口含连接于传感器的一次性口器,注意舌和牙齿不要阻挡口器,嘴唇包紧不漏气,夹上鼻夹,正确配合指定的呼吸方式;在所用肺功能仪的流量容积曲线测定模块下,指导受试儿童平静呼吸,显示潮气波形后,让受试儿童做最大吸气至肺总量位后以最大的用力、最快的速度呼气直至达残气位,再次吸气至肺总量位;最后仪器自动计算并获得测定参数,重复测试至少3次,选取最佳值并保存结果。全部受试儿童均应用鼓励软件帮助其完成检测(吹气球、吹蜡烛等);肺功能仪中保存的肺功能检测曲线均已符合目视判断标准^[4]。

MEFV测定质控情况参照美国胸科协会/欧洲呼吸学会(ATS/ERS)制定的FVC测定质控标准^[5]进行评价:(1)呼气起始标准为起始无犹豫、呼气尖峰迅速出现, $VBE < 5\%FVC$ 或 < 150 mL(取较大值);(2)呼气结束标准为受试者无法继续呼气,呼气平台出现 > 1 s(容量变化 < 25 mL/s), $PET \geq 6$ s(10岁以下 ≥ 3 s);(3)可接受的呼气标准为呼气曲线平滑、一气呵成,无咳嗽、中断,达到起始标准和结束标准;(4)可重复性标准为至少3次可接受的测试中,FVC和FEV1的最佳值与次佳值之间的差异(ΔFVC 和 $\Delta FEV1$)应 ≤ 0.15 L。如果 $FVC \leq 1.00$ L,则这些值的差异应 ≤ 0.10 L。分别评价患儿各次MEFV测定结果是否分别达到呼气起始、结束标准,以及可接受和可重复性标准,再综合评价每位患儿是否同时达到上述4项标准。质控参数VBE、VBE/FVC%、 ΔFVC 、 $\Delta FEV1$ 越低,FET越高,表明该次MEFV检查质控越好。

1.4 统计学分析

采用SPSS 19.0统计软件对数据进行统计学分

析, 正态分布计量资料采用均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两组间比较采用独立样本 *t* 检验, 多组间比较采用方差分析, 组间两两比较采用 SNK-*q* 检验; 非正态分布计量资料采用中位数 (四分位间距) [$P_{50} (P_{25}, P_{75})$] 表示, 多组间比较采用 Kruskal Wallis *H* 检验, 组间两两比较采用 Nemenyi 检验。计数资料采用百分率 (%) 表示, 多组间的比较采用卡方检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

1000 例受试儿童的测试次数总计 2505 次。其中获得至少 3 次可接受曲线的有 127 例 (12.70%); 至少 2 次可接受曲线的有 334 例 (33.40%), 至少 1 次可接受曲线的有 556 例 (55.60%)。肺功能结果正常 431 例 (43.10%), 阻塞性通气功能障碍 140 例 (14.00%), 混合性通气功能障碍 45 例 (4.50%), 小气道通气功能减低 384 例 (38.40%)。测试次数为 2 次及 2 次以上的有 862 例, 共 2367 次检查可进行以下质控评价。

862 例受试儿童平均 VBE、VBE/FVC%、

FET、 Δ FVC、 Δ FEV1 分别为 0.06 ± 0.05 L、 $2.5\% \pm 1.1\%$ 、 3.8 ± 1.8 s、 $0.08 (0.02 \sim 0.10)$ L、 $0.05 (0.02 \sim 0.07)$ L; $VBE < 0.15$ L、 $VBE < 5\%$ FVC、FET 达标、 Δ FVC < 0.15 L、 Δ FEV1 < 0.15 L 整体符合率分别为 97.8%、96.3%、44.2%、84.8% 和 91.9%。依据年龄将 862 例患儿分为 6 岁 ~ ($n=379$)、8 岁 ~ ($n=210$)、10 岁 ~ ($n=164$) 和 12~17 岁 ($n=109$) 4 组, 分析 MEFV 检测各年龄组肺功能的质控情况。

2.2 MEFV 测定各年龄组患儿肺功能相关质控参数数值及质控标准符合率情况

VBE 在各年龄组间比较差异有统计学意义, 且随年龄增加, VBE 逐渐增加 ($P < 0.05$); 8 岁以上年龄组患儿 FET 均长于 6 岁 ~ 组 ($P < 0.05$); 12~17 岁组患儿 Δ FEV1 高于 6 岁 ~ 组 ($P < 0.05$), 而 Δ FVC 高于 12 岁以下年龄组患儿 ($P < 0.05$)。见表 1。

2367 次 MEFV 检测中, 不同年龄组间 VBE < 0.15 L 符合百分率差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 6 岁 ~ 组符合率最高, 12~17 岁组符合率最低; FET 达标符合率在 10 岁以上患儿中远低于 10 岁以下患儿 ($P < 0.05$); 12~17 岁组呼气平台达标符合率低于 10 岁 ~ 组患儿 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 1 各年龄段 MEFV 测定质控标准相关参数值

组别	例数	VBE ($\bar{x} \pm s, L$)	VBE/FVC ($\bar{x} \pm s, \%$)	FET ($\bar{x} \pm s, s$)	Δ FEV1 [$P_{50}(P_{25}, P_{75}), L$]	Δ FVC [$P_{50}(P_{25}, P_{75}), L$]
6 岁 ~ 组	379	0.047 ± 0.044	2.6 ± 1.1	3.3 ± 1.7	0.05(0.02~0.06)	0.07(0.02~0.10)
8 岁 ~ 组	210	0.058 ± 0.044 ^a	2.5 ± 1.2	3.9 ± 1.6 ^a	0.05(0.02~0.07)	0.07(0.02~0.09)
10 岁 ~ 组	164	0.065 ± 0.023 ^{ab}	2.4 ± 0.8	4.3 ± 1.7 ^a	0.05(0.02~0.06)	0.08(0.03~0.10)
12~17 岁组	109	0.085 ± 0.089 ^{ab,c}	2.3 ± 1.1	4.0 ± 2.0 ^a	0.07(0.02~0.10) ^a	0.10(0.03~0.13) ^{ab,c}
<i>F(H)</i> 值		39.046	0.882	6.763	(8.340)	(16.855)
<i>P</i> 值		<0.001	0.450	<0.001	0.039	0.001

注: VBE: 外推容积; FVC: 用力肺活量; FET: 呼气时间; Δ FEV1: 最佳两次第一秒用力呼气容积差; Δ FVC: 最佳两次用力肺活量差; a 示与 6 岁 ~ 组比较, $P < 0.05$; b 示与 8 岁 ~ 组比较, $P < 0.05$; c 示与 10 岁 ~ 组比较, $P < 0.05$ 。

表 2 各年龄段共计 2367 次 MEFV 检测的质控标准符合率 [例 (%)]

组别	次数	VBE<0.15L	VBE<5%FVC	FET 达标	呼气平台达标	Δ FEV1<0.15L	Δ FVC<0.15L
6 岁 ~ 组	1062	1055(99.34)	1021(96.14)	520(48.96)	466(43.88)	947(89.17)	906(85.31)
8 岁 ~ 组	588	579(98.47)	567(96.43)	356(60.54)	280(47.62)	555(94.39)	511(86.90)
10 岁 ~ 组	451	446(98.89)	440(97.56)	86(19.07) ^{ab}	235(52.11)	436(96.67)	390(86.47)
12~17 岁组	266	246(92.48) ^{ac}	252(94.74)	48(18.05) ^{ab}	84(31.58) ^c	234(87.97)	209(78.57)
χ^2 值		11.684	0.521	58.548	9.091	7.337	2.920
<i>P</i> 值		0.009	0.914	<0.001	0.028	0.062	0.404

注: VBE: 外推容积; FVC: 用力肺活量; FET: 呼气时间; Δ FEV1: 最佳两次第一秒用力呼气容积差; Δ FVC: 最佳两次用力肺活量差; a 示与 6 岁 ~ 组比较, $P < 0.05$; b 示与 8 岁 ~ 组比较, $P < 0.05$; c 示与 10 岁 ~ 组比较, $P < 0.05$ 。

2.3 呼气结束时呼气平台符合情况

862例儿童共2367次MEFV检测，符合呼气平台标准的有1092次(46.13%)，符合呼气平台标准的FET为 5.1 ± 1.7 s。FET越短，呼气平台标准符合率越低，FET>4 s的呼气平台符合率在82%以上，见表3。

2.4 哮喘患儿肺功能质控参数与肺功能结果的关系

417例哮喘患儿按肺功能检测结果不同分为肺功能正常组($n=155$)与肺功能异常组($n=262$)。肺功能异常组VBE与VBE/FVC%均低于正常组($P<0.05$)，10岁以下和10岁以上肺功能异常组FET均高于正常组($P<0.05$) (表4)。表明肺功

能异常组的质控优于肺功能正常组。

表3 呼气平台与呼气时间分布情况

呼气时间	次数	呼气平台标准符合率 [例 (%)]	符合呼气平台标准的呼气时间 ($\bar{x} \pm s, s$)
<1 s	86	0	-
1 s ~	420	3(0.7)	1.76 ± 0.10
2 s ~	535	66(12.3)	2.72 ± 0.24
3 s ~	486	266(54.7)	3.49 ± 0.29
4 s ~	329	272(82.7)	4.47 ± 0.28
5 s ~	213	200(93.9)	5.45 ± 0.28
≥ 6 s	298	285(95.6)	7.38 ± 1.23

表4 肺功能正常与异常哮喘患儿质控参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	VBE(L)	VBE/FVC (%)	FET(s)	
				10岁以下	10岁以上
肺功能正常组	155	0.057 ± 0.023	2.8 ± 1.0	2.8 ± 1.1	4.4 ± 1.5
肺功能异常组	262	0.047 ± 0.019	2.3 ± 1.1	3.2 ± 1.5	4.8 ± 1.6
<i>t</i> 值		5.059	4.866	-11.744	-7.380
<i>P</i> 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注：VBE：外推容积；FVC：用力肺活量；FET：呼气时间。

3 讨论

国外肺功能的测定始于17世纪80年代生理学家Borelli最早采用的简单测定一次吸气容量^[6]，2005年ATS/ERS发表最新的肺通气指南^[5]，其中详细阐述了MEFV测定质量控制标准。我国肺功能测定始于20世纪30年代，50年代后陆续开展^[7]。曾有研究对我国6大行政区域的36家三级医院的肺量计检查报告质量进行调查^[8]，这些医院在国内呼吸界均具有一定影响力并开展肺功能检查数十年，但是调查结果显示在345份报告中仅有7.2%能够完全达到ATS/ERS的肺量计检测质控标准。儿童肺功能测定质量控制情况报告更是少之又少，国内仅在张清玲等^[1]学龄前儿童用力肺活量测定的质量控制分析中有详细阐述，所以有必要对目前临床儿童肺功能测定质量控制情况进行深入探讨。

肺功能测定的质量控制与多方面因素相关。首先肺功能仪器应满足一定的技术标准(ATS/ERS标准)，每天开机需进行体温、环境大气压、水蒸气饱和和气体状态(BTPS)校正以及3L定标筒容积校准(误差应 $\leq 3\%$)^[9]；其次检测动作要规范，

肺功能测定需要指导者和受试者之间的密切配合。临床最常用吸气末最大用力呼气或呼气末最大用力吸气时的流量-容积曲线法检测肺功能^[10]。我国在2014年发布了肺量计检查操作指南，其中用力肺活量检查质量控制标准^[9]与ATS/ERS标准类似。

德国一项LUNOKID研究^[3]对德国高加索人群1554例4~18岁儿童进行肺功能测定，77%能获得至少一次可接受曲线。墨西哥Gochicoa-Rangel等^[11]对376名5~8岁儿童肺功能测定质量控制情况进行分析显示68%的患儿可以满足质控标准。与国外研究数据相比，国内少量报道的肺功能测定质量控制情况尚有一定差距。用于判定起始标准的质量控制参数是VBE，VBE是呼气时间零点开始前所呼出的气体容积，呼气爆发力越强，时间零点出现越早，VBE越小。本研究中起始标准VBE<0.15 L与VBE<5%FVC的总体符合率均较高，且与Aurora等^[12]的研究数值VBE(65 ± 17 mL)较为接近，与Enright等^[13]的研究中起始标准符合率90%类似。在6岁~、8岁~、10岁~年龄组，VBE/FVC<5%的符合率均低于VBE<0.15 L，这应该与低龄儿VBE绝对

值小有关系。862例患儿结束标准总体质控符合率为44.2%，尤其是10岁以上年龄组由于呼气结束标准的提高使得符合率更低。儿童的FET较短，可能与儿童的气道通畅性较佳而肺容量较少有关，故不应强求儿童FET达成人的6s标准。

Desmond等^[14]的研究发现7岁以上和7岁以下的儿童进行肺功能测定FET大于6s的仅有28%和7%。越小的儿童FET延长越有困难^[12]。Arets等^[2]对446名以阻塞性肺部疾病诊断为主的5~19岁学龄儿童进行MEFV测定，满足呼气结束标准大于6s仅15.3%，平均FET为 4.3 ± 2.5 s（范围0.5~18.7s），年长组仅有36%FET大于6s。曾有学者指出ATS/ERS制定的肺通气测定成人质控标准不适用于儿童^[3]。Gochicoa-Rangel等^[11]的研究建议儿童FET ≥ 3 s即符合标准，Arets等^[2]的研究建议8岁以下儿童FET ≥ 1 s，8岁以上（包括8岁）儿童FET ≥ 2 s。李硕等^[15]进行北京市5~14岁儿童肺通气功能正常值的测定过程中得出FET男童为 2.15 ± 0.66 s，女童为 1.96 ± 0.58 s；陆艳红等^[16]的研究中得出儿童FET以2.68s作为质控标准判断。综上所述，儿童由于自身生理因素，FET难以达到6s。基于以上分析，呼气结束标准应符合儿童的生理特点，ATS/ERS肺通气指南中呼气结束标准在儿童的适用性有待进一步更新与优化，需要进行多中心质量控制研究来共同制定符合儿童年龄特点的不同年龄段的FET标准。

FET过短对肺功能结果会有一些的影响，Smith等^[17]在一项青年人心血管危险因素进程纵向队列研究中发现FET过短会造成FVC的减低和FEV1/FVC的增高，且通常发生在小年龄组和女性。但是对于FET不符合结束标准的测试如果FET大于1s，其FEV1仍可采用^[5]。此外，部分小年龄儿童FET不足1s^[18]时可以用0.5s用力呼气容积（FEV0.5）、0.75s用力呼气容积（FEV0.75）代替FEV1^[9]，二者与FVC高度相关^[1]，可重复性与FEV1接近^[11,11]，而且部分儿童因呼气时间短，FEV1值接近于FVC，因此应用FEV0.75/FVC或FEV0.5/FVC会更符合临床实际情况^[12]。

ATS/ERS标准指出了除了用FET来衡量是否符合结束标准之外，还可以用满足呼气持续到时间-容积曲线有明显的平台这一指标，而量化这一指标的定义是在1s以上无容积变化（ <25 mL/s）。现有质

量控制的分析研究中较少用这项指标来衡量是否符合结束标准，由于难以在实际测定肺功能的呼气描计曲线上获得定量定义呼气曲线出现平台的结果，本研究仅通过两名研究者的分次目测的一致性加以判断做出初步统计分析，发现呼气持续到时间-容积曲线有明显的平台这一结束标准，6~12岁各年龄组均在40%以上，仅12~17岁年龄组有一定程度下降（31.58%），与FET作为呼气结束标准相比，各组符合率较高，尤其对于10岁以上年龄组。不同FET出现符合标准呼气平台的分析中，在FET4s以上时呼气平台符合率在82.7%，随FET延长平台符合率增高，表明以出现呼气平台作为呼气结束标准有一定应用意义，且与FET一致性较好。但是作为一项主观判断为主的标准其准确性有待确认。

Arets等^[2]的研究发现FET与气道阻塞程度呈强相关，本研究进一步分析了不同肺功能结果的哮喘患儿的FET，结果显示肺功能异常组较正常组呼气时间增加，差异有统计学意义。

可重复标准强调了结果的稳定性，减少受试者因过少或过多次测试所致个体内误差，本研究中 $\triangle FEV1 < 0.15$ L与 $\triangle FVC < 0.15$ L各年龄段符合率均较高，随年龄增加符合率呈逐渐上升趋势，仅在12~17岁年龄组再次出现下降，且同年龄组比较 $\triangle FEV1 < 0.15$ L符合率均高于 $\triangle FVC < 0.15$ L。Arets等^[2]的研究指出446名学龄儿童中 $\triangle FEV1 < 200$ mL符合率为98.4%， $\triangle FVC < 200$ mL符合率为97.1%， $\triangle FEV1 < 100$ mL符合率为84.3%， $\triangle FVC < 100$ mL符合率为79.8%。

为了提高肺功能测定的质量，近来有研究者^[20]提出了建立远程网络学习系统及基于互联网的肺通气测定质量报告反馈系统，这些措施尤其对基层医疗中心更为有益。通过互动式多方面措施（如互联网学习，定期多中心的交流以及技师的反复训练及测试质量反馈等）并保证技师一定的测试量（每周至少5次）可有效提高测定质量^[21]。

学龄期儿童的理解配合程度、自身生理特点及气道阻塞程度会影响MEFV的质量控制达标符合率，特别是对FET影响较大。ATS/ERS质量控制标准在儿童MEFV测定中整体符合率较好，起始标准与可重复性标准符合率较高，结束标准符合率较低，建议进一步优化合理的FET标准，并且需要进行多中心的肺功能质量控制研究来共

同制定符合儿童年龄特点的不同年龄段的 FET 标准。此外,肺功能测定中应注意技师与儿童的密切配合,多次重复测量至少获得 3 次可接受曲线。

[参 考 文 献]

- [1] 张清玲,郑劲平,袁本通,等.学龄前儿童用力肺活量测定的质量控制分析[J].中国实用儿科杂志,2006(21): 259-264.
- [2] Arets HG, Brackel HJ, van der Ent CK. Forced expiratory manoeuvres in children: do they meet ATS and ERS criteria for spirometry? [J]. Eur Respir J, 2001, 18(4): 655-660.
- [3] Muller-Brandes C, Krämer U, Gappa M, et al. LUNOKID: can numerical American Thoracic Society/European Respiratory Society quality criteria replace visual inspection of spirometry?[J]. Eur Respir J, 2014, 43(5): 1347-1356.
- [4] 张清玲,郑劲平.学龄前儿童用力肺活量检测的研究进展[J].国际呼吸杂志,2006,26(1): 67-69.
- [5] Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, et al. Standardisation of spirometry[J]. Eur Respir J, 2005, 26(2): 319-338.
- [6] 黄思贤.重视肺功能检测的研究与临床应用[J].实用医学杂志,2001,17(8): 379-380.
- [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(第一部分)一概述及一般要求[J].中华结核和呼吸杂志,2014,37(6): 402-405.
- [8] 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(4): 247-250.
- [9] 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)一肺量计检查[J].中华结核和呼吸杂志,2014,37(7): 481-486.
- [10] 朱蕾,刘又宁,于润江.临床肺功能学[M].北京:人民卫生出版社,2004: 63-64.
- [11] Gochicoa-Rangel L, Vargas-Domínguez C, García-Mujica ME, et al. Quality of spirometry in 5-to-8-year-old children[J]. Pediatr Pulmonol, 2013, 48(12): 1231-1236.
- [12] Aurora PI, Stocks J, Oliver C, et al. Quality control for spirometry in preschool children with and without lung disease[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2004, 169(10): 1152-1159.
- [13] Enright P, Vollmer WM, Lamprecht B, et al. Quality of spirometry tests performed by 9893 adults in 14 countries: the BOLD Study[J]. Respir Med, 2011, 105(10): 1507-1515.
- [14] Desmond KJ, Allen PD, Demizio DL, et al. Redefining end of test (EOT) criteria for pulmonary function testing in children[J]. Am J Respir Crit Care Med, 1997, 156(2): 542-545.
- [15] 李硕,宋欣,刘传合,等.北京市 5-14 岁儿童肺通气功能正常值的测定[J].中华实用儿科临床杂志,2013,28(17): 1343-1346.
- [16] 陆艳红,杨晓蕴,郝创利.苏州市区儿童肺通气功能正常值及预测值方程式的建立[J].临床儿科杂志,2012,30(8): 716-720.
- [17] Smith LJ, Arynchyn A, Kalhan R, et al. Spirometry guidelines influence lung function results in a longitudinal study of young adults[J]. Respir Med, 2010, 104(6): 858-864.
- [18] Nystad W, Samuelsen SO, Nafstad P, et al. Feasibility of measuring lung function in preschool children[J]. Thorax, 2002, 57(12): 1021-1027.
- [19] Beydon N, Davis SD, Lombardi E, et al. An official american thoracic society/european respiratory society statement: pulmonary function testing in preschool children[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2007, 175(12): 1304-1345.
- [20] Stout JW, Smith K, Zhou C, et al. Learning from a distance: effectiveness of online spirometry training in improving asthma care[J]. Acad Pediatr, 2012, 12(2): 88-95.
- [21] Latzke-Davis B, Stout J, Smith K, et al. Effectiveness of Spirometry Fundamentals™ for increasing the proper use of spirometry in patients with asthma and COPD[J]. Prim Care Respir J, 2011, 20(4): 441-447.

(本文编辑: 万静)