

潮气呼吸肺功能联合支气管舒张试验在学龄前儿童哮喘诊断中的应用

林碧惠,冯美华,陈美芳

(佛山市南海区妇幼保健院儿科,广东 佛山 528200)

[摘要]目的 探究在学龄前哮喘患儿诊断中,潮气呼吸肺功能以及支气管舒张试验的应用价值。方法 纳入2023年1月至2024年1月于佛山市南海区妇幼保健院收治的100例学龄前哮喘患儿为研究对象,依据病情进展分为研究A组(急性发作期)与研究B组(慢性持续期),各50例,另选50例体检健康儿童作为对照组。所有患儿均进行潮气呼吸肺功能检测及支气管舒张试验。比较三组的潮气呼吸肺功能指标以及研究A/B组的支气管舒张阳性率。采用受试者工作特性曲线(ROC)对潮气呼吸肺功能指标进行学龄前哮喘患儿诊断的预测价值评估,分析应用潮气呼吸肺功能以及支气管舒张试验联合检测对学龄前哮喘患儿的诊断效能。结果 三组的每千克体重潮气量(VT/kg)、达峰时间比(TPTEF/TE)、达峰容积比(VPEF/VE)以及呼吸比(Ti/Te)比较,均为研究A组<研究B组<对照组($F=54.592, 79.267, 103.714, 148.701, P<0.05$)。100例哮喘患儿的支气管舒张试验总阳性率为44%,其中研究A组的阳性率为62%、研究B组为26%,研究A组的支气管舒张试验阳性率高于研究B组($\chi^2=13.149, P<0.05$)。ROC显示,VPEF/VE、VT/kg、Ti/Te、TPTEF/TE以及四者联合检测学龄前哮喘的曲线下面积(AUC)分别为0.711、0.736、0.725、0.720以及0.895。潮气呼吸肺功能指标与支气管舒张试验联合对学龄前哮喘诊断的敏感性、特异性及准确性均高于单独检验($P<0.05$)。结论 潮气呼吸肺功能及支气管舒张试验联合检测在学龄前哮喘患儿中诊断效能较好,具备较高应用价值。

[关键词]学龄前儿童;哮喘;潮气呼吸肺功能;支气管舒张试验;应用价值

Doi:10.3969/j.issn.1673-5293.2024.10.12

[中图分类号]R179

[文献标识码]A

[文章编号]1673-5293(2024)10-0068-05

Application of tidal breathing pulmonary function examination combined with bronchodilation test in diagnosis of asthma in preschool children

LIN Bihui, FENG Meihua, CHEN Meifang

(Department of Pediatrics, Nanhai District Maternity and Child Health Hospital of Foshan City, Guangdong Foshan 528200, China)

[Abstract] **Objective** To explore application values of bronchodilation test (BDT) and tidal breathing flow volume curve (TBFV) in diagnosis of asthma in preschool children. **Methods** A total of 100 preschool children with asthma who admitted to Nanhai District Maternity and Child Health Hospital of Foshan City from January 2023 to January 2024 were selected as study subjects. According to disease progression, they were divided into study group A (acute attack stage, $n=50$) and study group B (chronic persistent stage, $n=50$). Another 50 healthy children who received regular physical examination were selected as control group. All the children received tidal breathing pulmonary function examination and BDT. The pulmonary function indexes of the children in the three groups and the positive rate of BDT between group A and group B were compared. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate diagnostic value of tidal breathing pulmonary function indexes for asthma in preschool children. The diagnostic efficacy of the combination of tidal breathing pulmonary function examination and BDT for asthma in preschool children was analyzed. **Results** The tidal volume per kilogram body weight (VT/kg), the peak-to-volume ratio [the time necessary to reach the peak expiratory flow in tidal breathing over the total expiratory time (TPTEF/TE)], peak-to-volume ratio [the volume necessary to reach the peak expiratory flow in tidal breathing over the total expiratory volume (VPEF/VE)] and the ratio of inspiration time over expiration time (Ti/Te) of the children were compared among the three groups, and the results shown that those in the study

[收稿日期]2024-04-23

[基金项目]佛山市科技局课题(2220001004625)

[作者简介]林碧惠(1977—),女,主任医师,主要从事儿童呼吸研究。

group A < study group B < control group ($F=54.592, 79.267, 103.714$ and 148.701 respectively, all $P<0.05$). The total positive rate of BDT in 100 children with asthma was 44%, and the positive rate in the study group A was 62% and that in the study group B was 26%, showing that the positive rate in the study group A was higher than that in the study group B ($\chi^2=13.149, P<0.05$). ROC curve analysis showed that the areas under the curves (AUCs) of VPEF/VE, VT/kg, Ti/Te, TPTEF/TE and the combination of the four indexes above for diagnosing asthma in preschool children were 0.711, 0.736, 0.725, 0.720 and 0.895 respectively. The sensitivity, specificity and accuracy of the combination of tidal breathing pulmonary function indexes and BDT for preschool asthma were higher than those of each single test (all $P<0.05$). **Conclusion** In diagnosis of asthma in preschool children, the combination of tidal breathing pulmonary function and BDT has better diagnostic efficacy and high application value.

[Key words] asthma; tidal breathing pulmonary function; application value; bronchodilation test

儿童哮喘病因复杂,受环境、免疫等多因素影响,是儿科临床最常见的慢性呼吸道疾病之一^[1]。有数据显示^[2],我国 14 岁以下儿童的哮喘患病率约为 3%,而其中 80% 的患儿于学龄前(1~5 岁)发病。反复发作的喘息、咳嗽、胸闷等是小儿哮喘的主要症状表现,且多数患儿常于夜晚和凌晨发作或加剧。儿童呼吸系统以及身体多项重要脏器发育不完全,对疾病、感染等的抵抗力较弱,若哮喘疾病诊治不及时,会延长病程,导致肺功能、气道出现不可逆转损伤,不利于儿童的生长、发育及生命健康^[3]。因此,疾病早期的准确诊断和及时干预,对临床医师治疗方案的调整以及患儿的预后改善意义重大。潮气呼吸肺功能检查在临床主要应用于评估和诊断肺部疾病,其能够辅助判断患者是否出现通气功能障碍^[4]。支气管舒张试验(bronchodilation test, BDT)通过吸入支气管扩张剂以改善患者的气道痉挛症状及肺功能指标,测定和评估患者气道的可逆性^[5]。二者均是哮喘疾病临床诊断的常用手段,但单独检验可能存在误诊、漏诊等情况影响医疗决策。基于此,本文分析在学龄前哮喘患儿诊断中联合应用潮气呼吸肺功能以及支气管舒张试验的诊断价值,以期完善相应的临床诊断标准。

1 资料和方法

1.1 一般资料

纳入 2023 年 1 月至 2024 年 1 月于佛山市南海区妇幼保健院收治的 100 例学龄前哮喘患儿为研究对象,依据病情进展不同分为研究 A 组(急性发作期)与研究 B 组(慢性持续期),各 50 例。另选 50 例体检健康儿童作为对照组。其中,研究 A 组男 28 例,女 22 例,年龄为 1~5 (3.18 ± 0.45) 岁,体质指数(body mass index, BMI)为 14~16 (15.38 ± 1.72) kg/m²。

研究 B 组男 26 例,女 24 例,年龄为 1~5 (3.21 ± 0.68) 岁; BMI 为 14~16 (15.72 ± 1.43) kg/m²。对照组男 21 例,女 29 例,年龄为 1~5 (3.16 ± 0.52) 岁, BMI 为 14~16 (15.32 ± 1.69) kg/m²。三组的年龄、BMI 等一般资料情况对比无明显差异($P>0.05$)。

1.2 纳排标准

纳入标准:①复合小儿哮喘诊断参考相关标准^[6];②年龄为 1~5 岁;③就诊前 24h 内未使用茶碱类药物、激素类药物、长效 β_2 受体激动药物以及短效支气管扩张药物;④对照组的健康儿童均无任何疾病,且近 1 个月内无感染性疾病;⑤临床诊断资料完整无缺失;⑥患儿家长均知情同意,自愿参与并配合本研究。排除标准:①肺部影像学显示为肺炎;②合并严重心血管疾病或免疫系统异常者;③严重过敏体质;④存在肺功能检查禁忌证者;⑤家长主动要求退出。

1.3 检测方法

潮气呼吸肺功能:使用肺功能仪(德国 Jaeger 公司, Mastercrine Paed)进行检测,检测前对仪器进行常规调零校正,对参试儿童的鼻咽部分泌物进行清洁,保持其呼吸道畅通的同时,口服给予水合氯醛(10%, 0.5 mL/kg),检查时指导并辅助参试儿童取仰卧位,保持静息状态下进行 5 次或以上连续检测,至少取 20 次潮气呼吸测量后平均值为最终结果。收集指标包括呼吸比(Ti/Te)、每公斤体重潮气量(VT/kg)、达峰时间比(TPTEF/TE)以及达峰容积比(VPTEF/VE)。

支气管舒张试验:给予哮喘患儿 0.2% 硫酸沙丁胺醇溶液 1.25 mL (<6 岁儿童 1.25 mL/次)加入生理盐水 2 mL,以压缩雾化吸入器雾化吸入,15 min 后再次测定流速容量曲线,并进行潮气肺功能检查。

1.4 观察指标

1.4.1 潮气呼吸肺功能指标

记录并比较三组的潮气呼吸肺功能指标包括 VT/kg、TPTEF/TE、VPEF/VE 以及 Ti/Te。

1.4.2 哮喘患儿的支气管舒张试验阳性率

比较研究 A 组与研究 B 组患儿的支气管舒张阳性率, PTEF/TE, VPTEF/VE 中任意一项改善率 $\geq 15\%$, 即诊断为支气管舒张试验阳性。

1.4.3 联合诊断效能

统计分析潮气呼吸肺功能指标与支气管舒张试验的诊断结果, 参考相关诊断标准^[6], 以临床诊断哮喘作为“金标准”, 分析潮气呼吸肺功能指标与支气管舒张试验联合诊断的检验敏感性、特异性及准确性以评估诊断效能。

1.5 统计学方法

研究数据均以 SPSS 22.0 软件进行统计分析, VT/kg、TPTEF/TE 等计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 的形式进行描述, 多组间比较行 F 检验, 进一步两两比较行 SNK- q 检验。以 $n(\%)$ 的形式描述计数资料, 行 χ^2 检验。采用潮气呼吸肺功能指标应用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)对学龄前哮喘患儿诊断的预测价值进行分析。 $P < 0.05$ 时则表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 潮气呼吸肺功能指标

三组的潮气呼吸肺功能指标比较, 均为研究 A 组 $<$ 研究 B 组 $<$ 对照组 ($P < 0.05$), 见表 1。

表 1 三组的潮气呼吸肺功能指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of tidal breathing pulmonary function indexes of the children among the three groups ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	VT/kg(mL/kg)	TPTEF/TE(%)	VPEF/VE(%)	Ti/Te
研究 A 组	50	5.83 $\pm$ 1.32 ^{ab}	21.87 $\pm$ 5.24 ^{ab}	21.43 $\pm$ 5.42 ^{ab}	0.52 $\pm$ 0.04 ^{ab}
研究 B 组	50	6.94 $\pm$ 1.48 ^a	26.42 $\pm$ 5.54 ^a	26.02 $\pm$ 5.58 ^a	0.57 $\pm$ 0.05 ^a
健康组	50	8.84 $\pm$ 1.56	35.70 $\pm$ 5.98	36.42 $\pm$ 4.98	0.69 $\pm$ 0.06
F		54.592	79.267	103.714	148.701
P		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

注: ^a 为与健康组比较, $P < 0.05$; ^b 为与研究 B 组比较, $P < 0.05$ 。

2.2 哮喘患儿中支气管舒张试验阳性率

100 例哮喘患儿的支气管舒张试验总阳性率为 44.00% (44/100), 其中研究 A 组的阳性率为 62.00% (31/50)、研究 B 组为 26.00% (13/50), 研究 A 组的支气管舒张试验阳性率显著高于研究 B 组 ($\chi^2 = 13.149$, $P < 0.05$)。

2.3 潮气呼吸肺功能指标联合检测的预测价值

ROC 曲线显示, VT/kg、TPTEF/TE、VPEF/VE、Ti/Te 以及四者联合检测学龄前哮喘的 ROC 面积分别为 0.711、0.736、0.725、0.720 以及 0.895, 联合检测的特异性、敏感度均优于单一检测 ($P < 0.05$), 见表 2、图 1。

表 2 潮气呼吸肺功能指标对学龄前哮喘诊断的预测价值

Table 2 Predictive values of tidal breathing pulmonary function indexes in diagnosis of preschool asthma

检测指标	最佳截断值	AUC	95%CI	敏感度	特异度	P
VT/kg(mL/kg)	6.010	0.711	0.610~0.812	0.580	0.780	< 0.001
TPTEF/TE(%)	21.920	0.736	0.638~0.834	0.560	0.820	< 0.001
VPEF/VE(%)	21.705	0.725	0.626~0.824	0.620	0.760	< 0.001
Ti/Te	0.535	0.720	0.621~0.819	0.560	0.700	< 0.001
联合检测	—	0.895	0.833~0.957	0.740	0.880	< 0.001

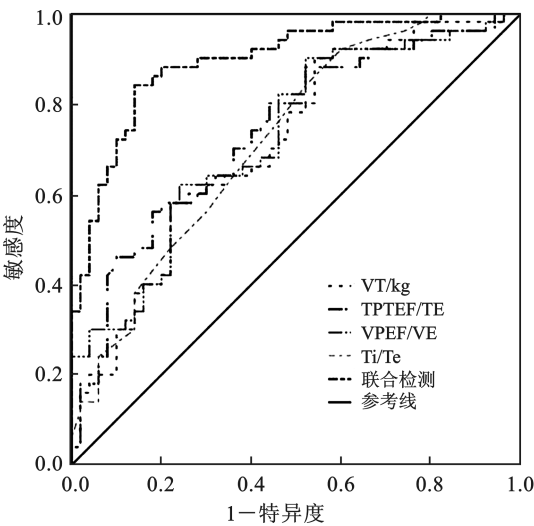


图 1 潮气呼吸肺功能指标对学龄前哮喘
诊断的 ROC 曲线分析

Fig.1 ROC curve analysis of tidal breathing pulmonary
function indexes for diagnosis of preschool asthma

2.4 潮气呼吸肺功能指标与支气管舒张试验的
联合诊断效能

联合诊断对学龄前哮喘检验的敏感性为 83.00%
(83/100), 特异性为 96.00% (48/50), 准确性为
87.33% (131/150), 联合检验的敏感性、特异性及准
确性均优于单独检验($P<0.05$), 见表 3。

表 3 潮气呼吸肺功能指标与支气管舒张试验的
检出率与诊断价值

Table 3 Positive detection rates and diagnostic values of tidal breathing pulmonary function indexes and BDT for preschool asthma				
检验	诊断 结果	金标准		合计
		阳性	阴性	
支气管舒张试验(例)	阳性	44	19	63
	阴性	56	31	87
	合计	100	50	150
潮气呼吸肺功能(例)	阳性	74	6	80
	阴性	26	44	70
	合计	100	50	150
二者联合(例)	阳性	83	2	85
	阴性	17	48	65
	合计	100	50	150

3 讨论

3.1 儿童哮喘临床诊断现状

哮喘是一种常见儿童慢性气道疾病。若未及时
诊断治疗, 易发展为成人哮喘, 且长期无法痊愈或反
复发作的哮喘疾病会显著增加患者的肺损伤及死亡
风险^[7]。临床上, 可通过典型特征以及体格检查等
对疾病作出初步诊断, 但由于学龄前儿童机体发育
尚未成熟, 多数患儿临床症状及体征不典型且配合
度较差等, 可用于肺功能检测的技术明显受限^[8]。
潮气呼吸肺功能和 BDT 等检测技术因具备无创、操
作简便、无需儿童配合等优点, 在小儿哮喘的临床诊
断中被儿科医师及家长广泛接受^[9]。单一的潮气呼
吸肺功能检测误诊率高、特异性不足, 在临床应用仍
存在一定局限性。患儿的气流受限情况可被支气管
舒张试验准确反映, 其可作为哮喘临床诊断的重要
辅助指标^[10]。本研究探究在学龄前哮喘患儿诊断
中应用潮气呼吸肺功能以及支气管舒张试验联合检
测的诊断价值, 以期完善该疾病的临床诊断标准。

3.2 潮气呼吸肺功能与支气管舒张试验

低龄儿童气道发育尚不完全, 哮喘发作时支气
管平滑肌收缩易引起气道狭窄, 出现堵塞, VT/kg、
Ti/Te、TPTEF/TE、VPTEF/VE 均是能有效反映
气道阻塞及其严重程度的重要指标, 与患儿气道阻
塞情况呈负相关性, 可用于临床辅助判断哮喘患儿
病情。马俊国等^[13]研究显示, 哮喘患儿的病情严重
程度可对 BDT 改善率产生影响。另有研究表明^[14]
气道重度阻塞的哮喘患者在支气管舒张试验后的
TPTEF/TE、VPTEF/VE 改善情况显著高于轻度
阻塞患者。其原因可能为患儿支气管哮喘急性发作
时, 支气管粘膜的细胞分泌增加、痰液增加, 支气管
平滑肌痉挛更明显或气道阻塞情况更严重。本研究
中, 各项潮气呼吸肺功能指标均为研究 A 组<研究
B 组<对照组, 研究 A 组的支气管舒张试验阳性率
高于研究 B 组, 这提示潮气呼吸肺功能检测、支气
管舒张试验可有效评估学龄前哮喘患儿病情, 与吉大
章等^[13]研究结论一致。这提示潮气呼吸肺功能联
合支气管舒张试验能通过反应哮喘患儿的气道可逆
性和肺功能情况, 在哮喘患儿临床诊断中发挥关键
作用。

3.3 联合检测的诊断效能

炎症反应如支气管肺炎等均会引起患儿分泌物增多或黏膜肿胀等,导致气道堵塞,从而影响潮气呼吸肺功能检测结果,造成误诊、漏诊等情况。董晓艳等^[14]的研究也表明,单一的潮气呼吸肺功能检测应用于5岁以下哮喘患儿的诊断符合率较低。支气管舒张试验则是利用支气管扩张药物,达到扩张痉挛狭窄的支气管的目的,借助对支气管扩张程度测定,判断患儿支气管狭窄的可逆程度^[15]。尹硕森等^[16]研究显示,吸入支气管扩张药物后,无法有效改善因炎症所致气道堵塞患儿的呼吸道功能。本研究也显示,潮气呼吸肺功能指标与支气管舒张试验联合检测对学龄前哮喘检验的敏感性、特异性及准确性均高于单独检验,提示二者联合诊断效能更高。潮气呼吸肺功能指标与支气管舒张试验联合检测可有效排除其他因素导致的呼吸功能障碍以及诊断干扰,从而提高诊断的有效性。

综上所述,潮气呼吸肺功能及支气管舒张试验联合检测对学龄前儿童哮喘的诊断效能较好,具备较高应用价值。但本研究也存在不足,如患儿选取例数较少、缺乏其他呼吸系统疾病的对照研究资料等,仍需进一步深化开展相关研究,以得出更精准的研究结论。

[参考文献]

- [1] Licari A, Ciprandi G, Marseglia G L, et al. Asthma in children and adolescents: the ControL'Asma project[J]. *Acta Biomed*, 2020, 91(11-S): e2020002.
- [2] 沈礼丽, 周礼霞. 1990—2019年中国15岁以下儿童哮喘发病率和死亡率时间趋势及年龄-时期-队列效应分析[J]. *现代预防医学*, 2022, 49(21): 3871-3876.
- [3] Koefoed H J L, Vonk J M, Koppelman G H. Predicting the course of asthma from childhood until early adulthood[J]. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*, 2022, 22(2): 115-122.
- [4] 张渊源, 李成尧, 高文娟, 等. 潮气呼吸肺功能在喘息性疾病患儿中的应用研究[J]. *中国妇幼健康研究*, 2021, 32(10): 1508-1512.
- [5] 张渊源, 赵谦, 李晓虹, 等. 潮气呼吸肺功能支气管舒张试

验在5岁以内儿童喘息性疾病诊断中的作用[J]. *中国妇幼健康研究*, 2017, 28(6): 656-659.

- [6] 儿童支气管哮喘规范化诊治建议(2020年版)[J]. *中华儿科杂志*, 2020, 58(9): 708-717.
- [7] 郑桂梅, 唐兰芳. FEV_{0.5}及FEV_{0.75}在支气管哮喘儿童肺功能测定中的临床意义[J]. *上海交通大学学报(医学版)*, 2023, 43(10): 1262-1267.
- [8] 朱思宇, 董晓艳. 哮喘儿童小气道功能障碍的再认识[J]. *上海交通大学学报(医学版)*, 2023, 43(4): 500-506.
- [9] Rodríguez Clérigo I, Nieto Rojas I, Mota Santana R, et al. Parámetros basales de la espirometría que pueden influir en la prueba de broncodilatación [Baseline spirometry parameters that can influence the bronchodilation test][J]. *Semergen*, 2019, 45(6): 375-381.
- [10] Tapiainen T, Mäkelä MJ, Lehtimäki L, et al. Optimal administration of bronchodilators with valved holding chambers in preschool children: a review of literature [J]. *Eur J Pediatr*, 2021, 180(10): 3101-3109.
- [11] 马俊国, 陈星, 王珂, 等. 第1秒用力肺活量、用力肺活量及1秒率正常的支气管哮喘患儿支气管舒张试验结果分析[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2021, 36(4): 275-278.
- [12] Yin L, Peng D, Chen W, et al. Optimal level of positive end-expiratory pressure during nasal continuous airway pressure for severe bronchiolitis: a prospective study[J]. *Transl Pediatr*, 2021, 10(7): 1843-1850.
- [13] 吉大章, 谭娴玲, 邹商群. 潮气呼吸肺功能联合支气管舒张实验及哮喘预测指数在5岁以下儿童哮喘诊断中的应用[J]. *广东医学*, 2017, 38(S1): 128-130.
- [14] 董晓艳, 周源. 潮气呼吸肺功能检测对婴幼儿哮喘诊断和管理的临床价值[J]. *中国实用儿科杂志*, 2021, 36(6): 433-437.
- [15] Hopp R J, Wilson M, Pasha M A. A compendium and review of pediatric pulmonary function testing assessment opportunities for asthma[J]. *J Asthma*, 2022, 59(8): 1584-1589.
- [16] 尹硕森, 陈远彬, 郑燕婵, 等. 不同肺功能检查方式在支气管哮喘指南中的诊断价值比较[J]. *中国全科医学*, 2018, 21(32): 3911-3914.

[专业责任编辑: 史瑞明]

[中文编辑: 向婉婉; 英文编辑: 杨周岐]