

脉冲震荡技术在儿童支气管哮喘诊治中的临床应用

罗汉球, 卢珍通, 曾子坤
(东莞市人民医院儿科, 广东 东莞 523059)

摘要: **目的** 探讨脉冲震荡技术在儿童支气管哮喘诊断评估中的应用价值, 以期为临床诊断该病提供参考依据。**方法** 选取 2019 年 6 月至 2021 年 6 月东莞市人民医院收治的 255 例疑似支气管哮喘患儿, 其中 63 例非支气管哮喘作为对照组, 192 例确诊为支气管哮喘作为研究组, 研究组患儿根据急性发作期严重程度分为轻度组 (174 例)、重度组 (18 例)。所有患儿均进行脉冲震荡检测, 并记录震荡频率为 5 Hz 时气道黏性阻力 (R5)、震荡频率为 20 Hz 时气道黏性阻力 (R20)、共振频率 (Fres)、震荡频率为 5 Hz 时电抗值 (X5)。研究组患儿在确诊后给予支气管哮喘患儿吸入短效 β_2 受体激动剂、吸入短效抗胆碱能药物、全身应用糖皮质激素治疗, 治疗后 3 周再次进行脉冲震荡检测。比较对照组与研究组, 研究组轻度组与重度组患儿 R5、R20、Fres、X5 值; 绘制受试者工作特征曲线 (ROC) 分析 R5、R20、Fres、X5 对支气管哮喘及重症支气管哮喘的诊断价值; 比较研究组患儿治疗前后 R5、R20、Fres、X5 变化情况。**结果** 研究组患儿 R5、R20、Fres 值均显著高于对照组, X5 值显著低于对照组; 重度组支气管哮喘患儿 R5、R20、Fres 值均显著高于轻度组, 而 X5 值显著低于轻度组; ROC 曲线分析显示, R5 和 X5 对诊断支气管哮喘具有较高的诊断价值, 且 R5 对重度支气管哮喘具有较高的诊断价值; 治疗后研究组患儿 R5 值显著低于治疗前, 但仍高于对照组 (均 $P < 0.05$), 治疗后研究组患儿 R20、Fres 低于治疗前, X5 值高于治疗前, 但差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$), 而治疗后研究组 X5 值显著低于对照组 ($P < 0.05$)。**结论** 脉冲震荡技术是一种简便、需要配合程度低、无创的方法, 可较好地鉴别诊断支气管哮喘与非支气管哮喘, 其中 R5 和 X5 的诊断价值相对较高, 可作为支气管哮喘患儿肺功能检测及治疗监测的指标。

关键词: 支气管哮喘; 脉冲震荡技术; 震荡频率为 5 Hz 时气道黏性阻力; 震荡频率为 20 Hz 时气道黏性阻力; 共振频率; 震荡频率为 5 Hz 时电抗值

中图分类号: R725.6

文献标识码: A

文章编号: 2096-3718.2022.18.0090.04

支气管哮喘是由嗜酸性粒细胞、肥大细胞、嗜中性粒细胞参与的气道慢性炎症性疾病, 该病会导致气道炎症、高反应性增加, 临床表现为反复发作性的喘息、气短、胸闷、咳嗽等症状, 随病程的延长可产生气道不可逆性狭窄

基金项目: 东莞市社会科技发展 (一般) 项目 (编号: 201950715001504)

作者简介: 罗汉球, 大学本科, 主治医师, 研究方向: 儿科疾病诊疗。

及时发现并实施治疗, 且根据药敏结果采用合理的抗菌药物, 患者治疗总有效率更高, 值得进一步进行应用及推广。但本研究仍存在不足之处, 如不同操作者可能会对检验结果造成影响, 且选取的样本数量较少, 关于微生物检验在尿路感染诊治中的应用价值有待进一步深入探讨。

参考文献

- [1] 胡音音, 熊晓顺, 李向阳. 不同尿液标本采集方法对尿沉渣分析仪诊断尿路感染的价值 [J]. 医学研究杂志, 2017, 46(5): 163-167.
- [2] 汪升学, 彭佳琼. 尿路感染临床诊断中尿常规检测的应用与价值研究 [J]. 中国医药导刊, 2017, 19(1): 81-82.
- [3] 黄刚, 陈艳铭. 微生物检验在尿路感染预防和诊断治疗中的意义评价 [J/CD]. 临床检验杂志 (电子版), 2019, 8(1): 153-154.
- [4] 卢艳玲. 微生物检验技术在疾病感染预防过程中的应用分析 [J]. 山西医药杂志, 2021, 50(9): 1532-1533.
- [5] 中华医学会儿科学分会肾脏学组. 泌尿道感染诊治循证指南 (2016)[J]. 中华儿科杂志, 2017, 55(12): 898-901.
- [6] 杨沿浪, 杨晓明, 林鑫, 等. 745 株尿路感染病原菌分布及耐药性分析 [J]. 皖南医学院学报, 2020, 39(2): 137-139.
- [7] 杜颖, 冯景, 杨传信, 等. 尿常规及尿液定量分析参数在早期尿路感染经验性用药中的应用 [J]. 检验医学, 2020, 35(10): 1046-1048.
- [8] 范明. 微生物检验在尿路感染预防和诊断治疗中的作用 [J/CD]. 临床检验杂志 (电子版), 2017, 6(3): 572-573.
- [9] 侯珊珊. 尿路感染预防和诊断治疗中采用微生物检验的应用价值评价 [J/CD]. 国际感染病学 (电子版), 2020, 9(2): 132-133.
- [10] 刘喜, 张佳丽, 杜重伟, 等. 宁泌泰胶囊治疗尿路感染对患者炎症反应水平和免疫功能的影响 [J]. 临床和实验医学杂志, 2021, 20(7): 766-770.
- [11] 凌莉, 韦秀锦, 莫秀林, 等. 微生物检验在感染性疾病患者预防和诊断治疗中的应用效果研究 [J/CD]. 临床检验杂志 (电子版), 2019, 8(1): 92-93.

和气道重塑。因此,需对支气管哮喘进行早期诊断、治疗以控制疾病进展。因气道在慢性炎症的影响下变得肿胀和狭窄,通过肺功能检查可判断呼吸期间气道气流的受限程度,用于临床诊断支气管哮喘^[1-2]。由于小儿对常规用力肺功能检查的配合欠佳,因不能有效地配合用力呼吸而限制了呼吸道反应性测定、呼吸道舒张试验等常规肺功能检测方法的应用,检测结果可能存在不准确性,且耗时较长,故常规的肺功能检查对于病情较重或年龄较小不能配合的患儿具有一定的局限性^[3-4]。脉冲震荡检查只需记录患儿部分自主呼吸波,即可快速、精确地得到各种呼吸阻力在呼吸系统内的分布特点,整个过程无创伤、无禁忌证,适合于老人、儿童与重症患者^[5-6]。本研究旨在探讨脉冲震荡技术在儿童支气管哮喘诊断、预后评估中的应用价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2019 年 6 月至 2021 年 6 月东莞市人民医院收治的 255 例疑似支气管哮喘患儿,其中 63 例非支气管哮喘作为对照组,192 例确诊为支气管哮喘作为研究组,研究组患儿根据《儿童支气管哮喘诊断与防治指南(2016 年版)》^[7]中的标准分为轻度组(血氧饱和度 $\geq 92\%$ 、脉率 <100 次/min、存在哮鸣音,174 例)、重度组(血氧饱和度 $<92\%$ 、3 岁脉率 >200 次/min、4~5 岁脉率 >180 次/min、哮鸣音减弱甚至消失,18 例)。对照组中男患儿 40 例,女患儿 23 例;年龄 3~5 岁,平均 (3.65 ± 0.48) 岁;身高 94.0~123.0 cm,平均 (104.62 ± 5.37) cm;体质量 10.5~30.0 kg,平均 (16.20 ± 2.78) kg。研究组中男患儿 101 例,女患儿 91 例;年龄 3~5 岁,平均 (3.55 ± 0.50) 岁;身高 93.0~128.0 cm,平均 (103.41 ± 5.78) cm;体质量 11.5~22.6 kg,平均 (15.62 ± 2.44) kg。两组患儿一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),组间具有可比性。纳入标准:所有患儿均出现反复发作的喘息、气促、胸闷或咳嗽等非特异性的呼吸道症状,同时研究组患儿符合《儿童支气管哮喘诊断与防治指南(2016 年版)》^[7]中支气管哮喘的诊断标准,发作时双肺可闻及散在或弥漫性、以呼气相为主的哮鸣音,呼气相延长,支气管激发试验阳性等。排除标准:合并先天性呼吸系统发育不良、先天性心脏病、肺结核者;测试前 1 个月发生呼吸道感染;心、肝、肾功能不全者等。本研究已通过院内医学伦理委员会批准,所有患儿法定监护人均签署知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 脉冲震荡检查方法 患儿取适宜放松体位,指导患儿含住一次性口器,夹紧鼻夹,保持密闭性,待呼吸平稳后应用脉冲震荡肺功能仪(Research Technology GmbH,

型号:Master Screen IOS)进行检测,以 60 s 为一个采集流程,重复进行 3 次数据采集,获取震荡频率为 5 Hz 时气道黏性阻力(R5)、震荡频率为 20 Hz 时气道黏性阻力(R20)、共振频率(Fres)、震荡频率为 5 Hz 时电抗值(X5),并根据所采取的数据质量进行标准控制,选取最佳采集数据进行保存与分析。

1.2.2 治疗方法 对研究组患儿采用氧疗、吸入短效 β_2 受体激动剂、吸入短效抗胆碱能药物、全身应用糖皮质激素等方式治疗^[8],治疗后 3 周再 1 次进行脉冲震荡肺功能检测。

1.3 观察指标 ①比较对照组和研究组患儿 R5、R20、Fres、X5 值,R5、R20 数据为实测值/预测值 $\times 100\%$ 。②通过绘制受试者工作特征曲线(ROC)比较 R5、R20、Fres、X5 对支气管哮喘的诊断价值,分析各项指标对支气管哮喘诊断的曲线下面积(AUC)、灵敏度、特异度、约登指数。约登指数=(灵敏度+特异度)-1。③比较研究组中轻度组和重度组患儿 R5、R20、Fres、X5 值。④通过绘制 ROC 曲线比较 R5、R20、Fres、X5 对重度支气管哮喘的诊断价值,分析各项指标对重度支气管哮喘诊断的 AUC、灵敏度、特异度、约登指数。⑤分析对比治疗前后研究组患儿的脉冲震荡参数(R5、R20、Fres、X5)的变化。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 20.0 统计学软件分析数据,使用 S-W 法检验计量资料数据是否服从正态分布,对于符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x}\pm s)$ 表示,两组间比较采用 t 检验,多组间比较采用单因素方差分析,组内两两比较采用 SNK- q 检验。采用 ROC 曲线分析脉冲震荡参数对支气管哮喘、重度支气管哮喘的诊断效能。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿脉冲震荡参数比较 研究组患儿 R5、R20、Fres 值均显著高于对照组,而 X5 值显著低于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$),见表 1。

表 1 两组患儿脉冲震荡参数比较 $(\bar{x}\pm s)$

组别	例数	R5(% pred)	R20(% pred)	Fres(Hz)	X5[kPa/(L·s)]
对照组	63	83.91 \pm 26.54	71.87 \pm 18.54	20.22 \pm 3.90	-0.50 \pm 0.23
研究组	192	101.28 \pm 36.55	79.71 \pm 24.17	21.55 \pm 4.71	-0.64 \pm 0.30
t 值		3.481	2.356	2.024	3.390
P 值		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

注:R5:震荡频率为 5 Hz 时气道黏性阻力;R20:震荡频率为 20 Hz 时气道黏性阻力;Fres:共振频率;X5:震荡频率为 5 Hz 时电抗值。

2.2 R5、R20、Fres、X5 对支气管哮喘的诊断价值比较 ROC 曲线分析显示,R5 和 X5 对诊断支气管哮喘具有较高的诊断价值,AUC 分别为 0.652、0.654,约登指数分别

为 0.19、0.25，见表 2、图 1。

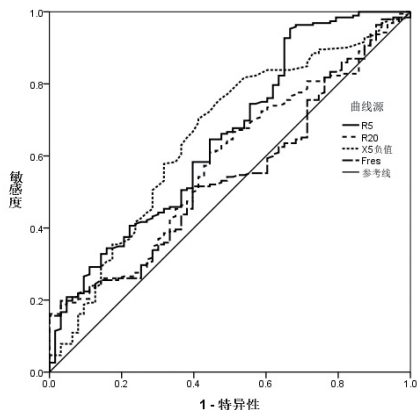


图 1 脉冲振荡检查对支气管哮喘诊断的 ROC 曲线

2.3 研究组患儿不同病情程度脉冲震荡参数比较 重度组支气管哮喘患儿 R5、R20、Fres 值均显著高于轻度组，而 X5 值显著低于轻度组，差异均有统计学意义（均 $P<0.05$ ），见表 3。

表 3 研究组患儿不同病情程度脉冲震荡参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	R5(% pred)	R20(% pred)	Fres(Hz)	X5[kPa/(L·s)]
轻度组	174	93.00±21.88	77.26±23.09	21.22±3.66	-0.61±0.28
重度组	18	181.34±51.44	103.39±22.00	24.73±10.05	-0.92±0.41
<i>t</i> 值		13.757	4.590	3.076	4.259
<i>P</i> 值		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

2.4 R5、R20、Fres、X5 对重度支气管哮喘的诊断价值比较 ROC 曲线分析显示，R5、R20、Fres、X5 对重度支气管哮喘均具有诊断价值，而 R5 价值最高，其 AUC 为 0.962，约登指数为 0.91，见表 4、图 2。

2.5 支气管哮喘患儿治疗前后脉冲震荡参数比较 治疗后研究组患儿 R5 值显著低于治疗前，但仍高于对照组；且治疗后研究组患儿 X5 值显著低于对照组，差异均有统

表 4 R5、R20、Fres、X5 对重度支气管哮喘的诊断价值比较

检验结果变量	截点值	AUC	<i>P</i> 值	95%CI 值		灵敏度 (%)	特异度 (%)	约登指数
				下限	上限			
R5(% pred)	140.20	0.962	<0.05	0.900	1.000	0.94	0.97	0.91
R20(% pred)	81.80	0.803	<0.05	0.713	0.893	0.89	0.63	0.52
Fres(Hz)	24.23	0.674	<0.05	0.530	0.817	0.50	0.85	0.35
X5[kPa/(L·s)]	-0.65	0.698	<0.05	0.545	0.851	0.72	0.68	0.40

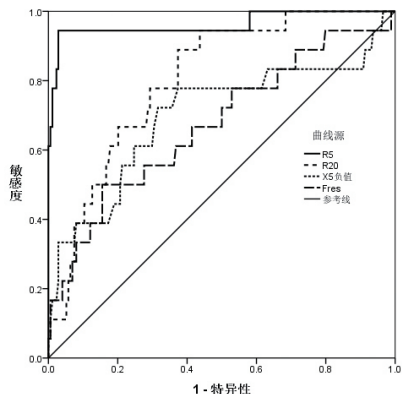


图 2 脉冲振荡检查对重度支气管哮喘的诊断的 ROC 曲线
计学意义（均 $P<0.05$ ）；而 R20、Fres 低于治疗前，X5 值高于治疗前，但差异均无统计学意义（均 $P>0.05$ ），见表 5。

3 讨论

支气管哮喘的主要病理变化为支气管平滑肌痉挛、炎症细胞浸润、基底膜增厚及气道黏膜水肿，引起支气管黏膜肥厚与支气管内黏液栓塞，导致气道腔狭窄，致使气道阻力增加，出现哮喘，故及时进行肺功能检查对患儿病情进行诊断，并采取有效治疗具有重要意义。由于检查对象为幼儿，且在检查期间其情绪波动较大，故常规的肺功能检查无法取到准确可靠的数据，进而对患儿的临床诊断与治疗产生影响^[9]。

表 2 R5、R20、Fres、X5 对支气管哮喘的诊断价值比较

检验结果变量	截点值	AUC	<i>P</i> 值	95%CI 值		灵敏度 (%)	特异度 (%)	约登指数
				下限	上限			
R5(%)	84.45	0.652	<0.05	0.572	0.733	0.63	0.56	0.19
R20(%)	72.70	0.582	>0.05	0.503	0.660	0.56	0.56	0.12
Fres(Hz)	20.63	0.544	>0.05	0.466	0.622	0.57	0.57	0.14
X5[kPa/(L·s)]	-0.52	0.654	<0.05	0.574	0.734	0.61	0.64	0.25

注：AUC：曲线下面积。

表 5 支气管哮喘患儿治疗前后脉冲振荡参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	R5(%)	R20(%)	Fres(Hz)	X5[kPa/(L·s)]
对照组	63	83.91±26.54	71.87±18.54	20.22±3.90	-0.50±0.23
研究组	治疗前	101.28±36.55*	79.71±24.17*	21.55±4.71*	-0.64±0.30*
	治疗后	94.38±29.41**	75.37±27.64	20.72±4.19	-0.59±0.27*
<i>F</i> 值		7.204	2.825	2.899	6.169
<i>P</i> 值		<0.05	>0.05	>0.05	<0.05

注：与对照组比，* $P<0.05$ ；与治疗前比，** $P<0.05$ 。

脉冲震荡技术阻力测定有较好的特异性, 可通过检测气道和肺组织的脉冲信号区分阻塞发生部位(周边或中心), 且检查过程简单方便, 患儿检查依从性较高^[10-11]。脉冲震荡检查测量的是不同部位的气道阻力, 黏性阻力分布在大、小气道与肺组织; 弹性阻力主要分布在肺组织、肺泡、可扩展性的细小支气管; 惯性阻力主要存在大气道与胸廓, 通过检查结果可整体反映呼吸受阻情况^[12-13]。检查过程中只需要受试者自然呼吸 1~2 min, 无需配合特殊呼吸动作, 操作简单, 检测结果精确, 因此可应用于儿童^[14-15]。本研究结果显示, 研究组患儿 R5、R20、Fres 值均显著高于对照组, 且重度组高于轻度组; X5 值显著低于对照组且重度组低于轻度组, 表明对支气管哮喘患儿进行脉冲震荡检查可用于判断支气管哮喘与非支气管哮喘, 以及疾病严重程度。R5 为总气道阻力, X5 反映周边弹性阻力, 代表肺的顺应性, 肺弹性阻力增高, 说明肺的顺应性越差, 可更好地反映肺的阻塞程度^[16]。本研究结果显示, 对于支气管哮喘患儿 R5 和 X5 具有较高的诊断价值, 对于重度支气管哮喘患儿 R5 具有较高的诊断价值, 提示 R5 与 X5 在小儿支气管哮喘中属于较为敏感的指标, 可作为患儿支气管哮喘发作的标志性诊断指标。

脉冲震荡检查是利用外部发生器产生矩形电磁脉冲, 通过扬声器产生不同频率的机械波, 叠加在受试者的静息呼吸上, 连续记录呼吸道的压力 and 气流量, 通过计算不同脉冲频率下患儿的呼吸阻抗, 可以快速、精确地反映出呼吸系统的阻力和顺应力^[17]。本研究结果显示, 治疗后研究组患儿 R5 值显著低于治疗前, 但仍高于对照组, 而 R20、Fres 低于治疗前, X5 值高于治疗前, 但是差异均无统计学意义, 而治疗后研究组 X5 值显著低于对照组, 提示支气管哮喘患儿即使在治疗后, 也仍存在小气道阻力增加和周边气道顺应性降低的病理生理改变, 因此, 在哮喘患儿治疗管理中, 当患儿临床缓解时, 应当复查脉冲震荡检查, 避免过早终止治疗而增加哮喘复发、迁延的风险, 但至于脉冲震荡检查预测哮喘患儿症状缓解后的最佳停药时机, 则需要更多临床研究验证。

综上, 脉冲震荡技术是一种简便、需要配合程度低、无创的检查方法, 可较好地鉴别诊断支气管哮喘与非支气管哮喘, 其中 R5 值和 X5 值的诊断价值相对较高, 可作为支气管哮喘患儿肺功能检测及治疗监测的指标。

参考文献

- [1] 徐俊梅, 杨爱君, 胡彦宏, 等. 脉冲振荡肺功能在儿童支气管哮喘诊疗中的作用[J]. 中国医刊, 2017, 52(1): 101-104.
- [2] 刘雪茹, 陈和斌, 胡艳, 等. 儿童哮喘及咳嗽变异性哮喘肺功能检查临床应用价值研究[J]. 临床肺科杂志, 2019, 24(2): 255-257, 261.
- [3] 黄丽珍, 郝创利, 蒋吴君, 等. 脉冲震荡和常规肺功能检查在儿童哮喘中的相关性研究[J]. 临床儿科杂志, 2020, 38(12): 896-899.
- [4] 陈晶. 儿童哮喘筛查问卷与肺功能检查在儿童哮喘诊断中的应用价值[J]. 中国妇幼保健, 2020, 35(14): 2729-2731.
- [5] BURMAN J, MALMBERG LP, REMES S, et al. Impulse oscillometry and free-running tests for diagnosing asthma and monitoring lung function in young children[J]. Ann Allergy Asthma Immunol, 2021, 127(3): 326-333.
- [6] SCHULZE J, BIEDEBACH S, CHRISTMANN M, et al. Impulse oscillometry as a predictor of asthma exacerbations in young children[J]. Respiration, 2016, 91(2): 107-114.
- [7] 中华医学会儿科学分会呼吸学组, 《中华儿科杂志》编辑委员会. 儿童支气管哮喘诊断与防治指南(2016 年版)[J]. 中华儿科杂志, 2016, 54(3): 167-181.
- [8] 梅玉霞, 沈毅韵, 刘小敏, 等. 自拟平喘方联合西医常规疗法治疗小儿支气管哮喘急性发作临床研究[J]. 国际中医中药杂志, 2021, 43(5): 452-456.
- [9] 柴小艺. 肺功能小气道功能评价在儿童哮喘中的应用进展[J]. 国际儿科学杂志, 2022, 49(4): 254-257.
- [10] 李航, 蔡金龙, 曲书强. 脉冲振荡技术在支气管哮喘治疗效果评价中的临床应用[J]. 临床肺科杂志, 2016, 21(1): 119-120, 176.
- [11] 刘晓娟, 张中平, 段晨初, 等. 脉冲振荡肺功能与常规肺通气功能在儿童哮喘气道监测的敏感性研究[J]. 国际呼吸杂志, 2019, 39(7): 508-511.
- [12] 王青, 刘阳, 杨慧慧. 脉冲振荡肺功能检查在儿童哮喘规范化治疗中的应用探讨[J/CD]. 临床医药文献电子杂志, 2020, 7(30): 47.
- [13] 徐小娟, 邸晓华, 严广荣, 等. 呼出气一氧化氮、一氧化碳测定及脉冲振荡肺功能检查在学龄前儿童哮喘的临床应用探讨[J]. 医学理论与实践, 2021, 34(1): 16-19.
- [14] 陈丽, 尚云晓, 韩晓华, 等. 脉冲振荡肺功能与常规肺通气功能在儿童哮喘气道监测的敏感性研究[J]. 国际儿科学杂志, 2016, 43(6): 497-499.
- [15] JARA-GUTIERREZ P, AGUADO E, DEL POTRO M G, et al. Comparison of impulse oscillometry and spirometry for detection of airway hyperresponsiveness to methacholine, mannitol, and eucapnic voluntary hyperventilation in children[J]. Pediatr Pulmonol, 2019, 54(8): 1162-1172.
- [16] 代传林, 陈名武, 潘家华. 回顾性分析哮喘预测指数对儿童哮喘治疗效果及肺功能的影响[J]. 临床肺科杂志, 2017, 22(5): 858-861.
- [17] 卜晓凡, 赵京, 李硕, 等. 脉冲振荡法在儿童呼吸道反应性测定中的应用[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2018, 33(16): 1233-1236.