

支气管镜肺泡灌洗辅助治疗小儿重症肺炎支原体肺炎疗效及对外周血 CRP、PCT 水平的影响

郑丹丹, 马金海, 马小龙, 黄捷

(宁夏医科大学总医院儿科, 宁夏 银川 750004)

【摘要】目的: 探究支气管镜肺泡灌洗疗法作为辅助手段对小儿重症肺炎支原体肺炎(SMPP)临床疗效的影响, 并分析该疗法对外周血 C 反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)水平的影响。**方法:** 选取 160 例 SMPP 患儿为研究对象, 将其按照治疗方案不同分为对照组及观察组, 每组各 80 例, 对照组实施常规治疗; 观察组在常规治疗基础上辅助支气管镜肺泡灌洗。对比两组临床症状持续时间、临床疗效及外周血 CRP、PCT 水平, 并统计并发症发生情况。**结果:** 在临床症状持续时间方面, 观察组较对照组更短($P < 0.05$)。相较于对照组, 观察组临床总有效率更高, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。与治疗前比较, 两组治疗 2 周后外周血 CRP、PCT 水平均下降($P < 0.05$); 且观察组低于对照组($P < 0.05$)。观察组并发症总发生率(3.75%)较对照组(12.50%)更低($P < 0.05$)。**结论:** 支气管镜肺泡灌洗作为小儿 SMPP 的辅助治疗手段, 疗效明显, 使各项临床症状持续时间缩短, 且降低外周血 CRP、PCT 水平及并发症发生风险。

【关键词】 重症肺炎支原体肺炎; 支气管镜肺泡灌洗; 儿童; 疗效; 炎症因子; 支气管镜检查

【中图分类号】 R563.1

【文献标志码】 A

Efficacy of bronchoscopic alveolar lavage as an adjuvant therapy for severe *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* in children and the impact on peripheral blood CRP and PCT levels

ZHENG Dan-dan, MA Jin-hai, MA Xiao-long, HUANG Jie

(Department of Pediatrics, General Hospital of Ningxia Medical University, Yinchuan 750004, Ningxia, China)

【Abstract】Objective: To investigate the clinical efficacy of bronchoscopic alveolar lavage as an adjuvant therapy for severe *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* (SMPP) in children, and analyze its impact on peripheral blood C-reactive protein (CRP) and procalcitonin (PCT) levels. **Methods:** A total of 160 children with SMPP were enrolled in the study. Using different treatment regimens, they were assigned to the control group and the observation group, 80 cases in each group. The groups received conventional treatment and bronchoscopic alveolar lavage assisted conventional treatment, respectively. The duration of clinical symptoms, clinical efficacy, peripheral blood CRP and PCT levels, and complication rate were compared between the two groups. **Results:** Inter-group comparisons found that the duration of clinical symptoms was shorter in the observation group ($P < 0.05$). The overall clinical effective rate was higher in the observation group ($P < 0.05$). After 2 weeks of treatment, peripheral blood CRP and PCT levels in both groups decreased ($P < 0.05$), and the observation group was lower than the control group ($P < 0.05$). The complication rate in the observation group was lower than that in the control group (3.75% vs. 12.50%, $P < 0.05$). **Conclusion:** Bronchoscopic alveolar lavage as an adjuvant therapy can achieve significant therapeutic effects on SMPP in children. It can shorten the duration of clinical symptoms, lower peripheral blood CRP and PCT levels, and reduce complication risk.

【Key words】 Severe *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*; Bronchoscopic alveolar lavage; Child; Efficacy; Inflammatory factor; Bronchoscopy

肺炎支原体肺炎(*Mycoplasma pneumoniae pneumonia*, MPP)是儿童社区获得性肺炎的重要类型, 近年来重症及难治性病例呈上升趋势^[1-2]。患

儿常表现为持续高热、肺部实变伴胸腔积液等, 甚至出现肺外多系统损害, 对患儿健康成长造成较大影响^[3]。该疾病单纯依赖大环内酯类抗生素治疗往往

基金项目: 宁夏自然科学基金项目(2023AAC03550)

作者简介: 郑丹丹(1985—), 女, 主治医师。E-mail: 13995298795@163.com

通讯作者: 马金海。E-mail: makhen@163.com

面临耐药率高、病程迁延等问题。且重症肺炎支原体肺炎(severe Mycoplasma pneumoniae pneumonia, SMPP)患儿可能存在气道分泌物潴留、痰栓形成及肺不张等并发症,导致通气功能障碍和炎症持续加重^[4]。因此寻找新疗法是临床关注的热点。支气管镜肺泡灌洗技术(bronchoscopic alveolar lavage, BAL)通过直视下清除气道分泌物、痰栓及坏死组织,可显著改善肺通气功能,促进炎症吸收^[5]。已有研究^[6]表明,该技术不仅能快速缓解肺炎患者临床症状,还可通过灌洗液病原学检测指导精准抗菌治疗。C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)作为急性时相反应蛋白,降钙素原(procalcitonin, PCT)作为细菌感染特异性标志物,两者水平变化可反映机体炎症反应强度及抗菌治疗效果^[7-8]。目前 BAL 干预后外周血 CRP、PCT 的动态变化规律及其与临床预后的关联,尚未在重症儿童群体中系统阐明。本研究通过对比常规治疗与支气管镜肺泡灌洗辅助治疗的 SMPP 患儿,分析其临床疗效及外周血 CRP、PCT 水平的动态变化,旨在为优化 SMPP 的治疗策略提供循证医学依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2024 年 5 月至 2025 年 4 月宁夏医科大学总医院收治的 160 例 SMPP 患儿为研究对象。纳入标准:(1)依据相关共识^[9],所有病例均符合 SMPP 的诊断标准;(2)年龄 1~12 岁;(3)患儿监护人知情,且签署知情同意书;(4)药物治疗应答不佳或疑似气道黏液栓阻塞。排除标准:(1)存在重要器官如肝脏、肾脏等功能不全者;(2)合并其他呼吸系统疾病者;(3)无法耐受支气管镜诊疗者;(4)合并免疫系统疾病者;(5)合并其他病原体感染者。按照治疗方式不同将患者分为对照组与观察组,每组各 80 例。两组一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。本研究经宁夏医科大学总医院伦理委员会审核通过(KYLL-2024-0241)。

表 1 两组患儿一般资料比较[n(%), $\bar{x}\pm s$]					
组别	性别		年龄(岁)	病程(d)	发病至就诊时间(d)
	男性	女性			
对照组(n=80)	48(60.00)	32(40.00)	7.51±0.96	10.25±1.36	2.59±0.36
观察组(n=80)	43(53.75)	37(46.25)	7.37±1.05	10.12±1.49	2.49±0.45
χ^2/t 值	0.637		0.880	0.576	1.552
P 值	0.425		0.380	0.565	0.123

1.2 方法

对照组实施常规治疗,包括吸氧、止咳化痰、体

温管理及维持电解质平衡,异丙托溴铵(天津药永光(河北)制药有限公司,规格 2 mL:0.25mg,国药准字 H20234749)雾化吸入治疗,并静脉滴注阿奇霉素(湖北科益药业股份有限公司,规格 0.5 g,国药准字 H20066572)10 mg·kg⁻¹·d⁻¹,1 次/d;连续治疗两周。

观察组在对照组基础实施支气管镜肺泡灌洗辅助治疗,治疗前禁食 6 h,并在治疗 15 min 后实施 2%利多卡因氧气驱动雾化麻醉,并肌注 0.3 mg/kg 咪达唑仑、0.1 mg/kg 阿托品;取患儿仰卧位,一侧鼻导管持续吸氧,另一侧鼻腔缓慢置入小儿超细支气管镜,依次探查支气管肺叶、支气管等黏液淤堵情况,在淤堵病灶处生理盐水冲洗,体质量<15 kg 患儿,每次灌注 1 mL/kg 生理盐水,体质量≥15 kg 患儿,每次灌注 20 mL 生理盐水,充分冲洗黏液淤堵病灶后,负压(13.3 kPa)吸出灌洗液,又用生理盐水再次灌洗,重复 4 次;对于黏液栓不易清除者,借助细胞刷、活检钳等进行清理。治疗过程中持续监测患儿生命体征情况;2 次/周。连续治疗两周。

1.3 观察指标

(1)对两组患者的临床症状,具体包括咳嗽、肺部啰音及发热的持续时长进行详细记录。(2)参照相关文献^[10],患儿临床症状包括咳嗽、肺部啰音及发热等,肺部检查显示病灶吸收,则为痊愈;患儿以上症状得到明显改善,肺部检查显示病灶大幅度减少,则为显效;患儿以上症状有所改善,肺部检查显示病灶部分吸收,则为有效;患儿临床症状未得到明显改善,病灶无吸收甚至增加,则为无效。统计两组临床总有效率=(痊愈+显效+有效)例数/总例数×100%;疗效评估者采用双盲设计。(3)在治疗前及治疗两周后,取两组患儿空腹静脉血,血液样本放置在离心机中进行常规离心操作,设置转速、半径及离心时间分别为 3 000 r/min, $r=10$ cm,10 min,离心取上清液,外周血 CRP、PCT 水平通过酶联免疫吸附法检测。(4)统计并发症发生情况。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 25.0 统计学软件进行统计分析。计数资料采用[n(%)]表示,组间比较使用独立样本 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法;符合正态分布的计量资料使用($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用配对样本 t 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿临床症状持续时间比较

观察组临床症状持续时间较对照组更短($P<$

0.05)。见表 2。

表 2 两组临床症状持续时间($\bar{x} \pm s, d$)

组别	咳嗽	肺部啰音	发热
对照组($n=80$)	5.26 $\pm$ 0.65	6.11 $\pm$ 0.79	6.21 $\pm$ 0.71
观察组($n=80$)	4.36 $\pm$ 0.53	5.27 $\pm$ 0.65	5.22 $\pm$ 0.62
t 值	9.598	7.344	9.394
P 值	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 两组患儿临床疗效比较

观察组治疗总有效率高于对照组($P<0.05$)。见表 3。

表 3 两组临床疗效对比[$n(\%)$]

组别	痊愈	显效	有效	无效	总有效
观察组($n=80$)	45(56.25)	17(21.25)	11(13.75)	7(8.75)	73(91.25)
对照组($n=80$)	37(46.25)	15(18.75)	10(12.50)	18(22.50)	62(77.50)
χ^2 值					5.736
P 值					0.017

2.3 两组患儿外周血 CRP、PCT 水平比较

治疗 2 周后,两组患儿外周血 CRP、PCT 水平均低于治疗前($P<0.05$),且观察组低于对照组($P<0.05$)。见表 4。

表 4 两组外周血 CRP、PCT 水平对比($\bar{x} \pm s$)

组别	CRP(mg/L)		PCT(μ g/L)	
	治疗前	治疗 2 周后	治疗前	治疗 2 周后
对照组($n=80$)	14.12 $\pm$ 1.76	2.98 $\pm$ 0.36 ^①	1.17 $\pm$ 0.23	0.48 $\pm$ 0.07 ^①
观察组($n=80$)	14.07 $\pm$ 1.89	2.21 $\pm$ 0.32 ^①	1.19 $\pm$ 0.22	0.35 $\pm$ 0.05 ^①
t 值	0.173	14.299	0.562	13.517
P 值	0.863	<0.001	0.575	<0.001

① $P<0.05$,与同组治疗前比较。

2.4 两组患儿并发症发生情况比较

观察组与对照组的并发症总发生率比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 5。

表 5 两组并发症发生情况[$n(\%)$]

组别	肺不张	胸腔积液	坏死性肺炎	闭塞性支气管炎	合计
对照组($n=80$)	2(2.50)	3(3.75)	1(1.25)	4(5.00)	10(12.50)
观察组($n=80$)	1(1.25)	1(1.25)	0(0.00)	1(1.25)	3(3.75)
χ^2 值					4.103
P 值					0.043

3 讨论

多数 MMP 患儿经系统治疗后预后较好,但病情发展为重症,患儿可能出现大面积的肺部阴影、持

续高热等,继而增加并发症发生风险,甚至对患儿生命安全造成威胁。因此临床需密切关注 SMPP 并给予合理治疗,促进患儿预后的改善。

支气管镜肺泡灌洗是一种在支气管镜直视下,通过向肺泡内注入生理盐水并进行抽吸,以获取肺泡表面液体进行检查和治疗的方法^[11]。本研究中,在常规治疗的基础上进行支气管镜肺泡灌洗治疗,结果显示在临床症状持续时间方面,观察组较对照组更短,说明支气管镜肺泡灌洗辅助治疗小儿 SMPP,可缩短以上症状持续时间。SMPP 患儿常因气道黏膜肿胀、管腔狭窄,导致大量脓性分泌物和痰栓阻塞气道。支气管镜肺泡灌洗可直接抵达病变部位,通过灌洗液冲刷和吸引,有效清除气道内的痰栓、坏死黏膜及炎性渗出物,迅速改善气道通畅性,减少对肺组织的刺激,从而缩短咳嗽时间,并加速发热的消退^[12]。痰栓和炎性渗出物阻塞肺泡和细支气管时,会导致局部肺不张或通气功能障碍。支气管镜肺泡灌洗可清除阻塞物,恢复肺泡通气,改善气体交换,减少肺部啰音的产生和持续时间^[13]。相关研究指出,支气管镜肺泡灌洗有助于改善 MMP 患儿肺功能,继而增强疗效^[14]。本研究结果显示,相较于对照组,观察组临床总有效率更高,说明以上辅助疗法可显著提高临床疗效。儿童 SMPP 患儿,肺部炎症反应剧烈,且儿童常不会正确咳嗽、排痰,易导致痰液气道滞留,形成痰栓阻塞气道。支气管肺泡灌洗治疗通过其独特的作用机制,能够有效促进气道分泌物的引流与吸收过程。在临床实践中,该治疗方法可显著改善患儿的临床症状和体征表现,加速肺部大片实变阴影的吸收进程,最终实现治疗有效率的有效提升^[15]。气道内的分泌物、坏死黏膜及炎性渗出物,往往含有免疫复合物和炎症因子。通过支气管镜肺泡灌洗清除以上物质有助于改善局部免疫微环境,减少因气道阻塞而引发的免疫反应异常,与抗生素治疗发挥协同作用,继而促进病情恢复。此外病原微生物是引发免疫反应的重要因素,灌洗液可稀释并清除气道内的病原微生物,降低局部感染负荷及减少病原体的数量,继而减轻免疫系统的负担,避免免疫系统过度激活或失调,提高治疗疗效^[16]。既往研究^[17]证实,支气管镜肺泡灌洗能明显降低肺炎患者炎症因子水平。CRP、PCT 水平在 MMP 发展中呈现升高趋势,在本研究中,治疗两周后,对两组患儿外周血 CRP、PCT 水平进行对比分析发现,观察组这两项指标的水平明显低于对照组。基于此结果可以明确,支气管镜肺泡灌洗辅助治疗小儿 SMPP,具备降低外周血 CRP、PCT 水平的效果,缓解患儿炎症程度。支气管镜肺泡灌洗将

患儿气道内的炎性黏液进行冲洗,相较于患儿自行消化排出更为有效,可迅速降低支气管炎性因子的负载水平,抑制病情发展^[18]。SMPP 易并发肺不张、塑形性支气管炎等并发症,会进一步加重炎症反应^[19];机体可能产生大量的免疫复合物,复合物在局部沉积可能引发进一步的免疫反应和组织损伤。支气管镜肺泡灌洗通过清除这些免疫复合物,有助于减少免疫复合物对局部免疫微环境的不良影响,从而维护免疫系统的平衡和稳定。研究^[20]指出支气管镜肺泡灌洗可早期清除气道内的阻塞物,减少并发症的发生,与本研究结果一致。

综上,支气管镜肺泡灌洗作为小儿 SMPP 的辅助治疗手段,疗效明显,使各项临床症状持续时间缩短,降低外周血 CRP、PCT 水平及并发症发生风险。

参考文献

[1] Ding G,Zhang X,Vinturache A,*et al*. Challenges in the treatment of pediatric *Mycoplasma pneumoniae pneumonia*[J]. *European Journal of Pediatrics*,2024,183(7):3001-3011.

[2] Zhang XB,He W,Gui YH,*et al*. Current *Mycoplasma pneumoniae* epidemic among children in Shanghai;unusual pneumonia caused by usual pathogen[J]. *World Journal of Pediatrics*, 2024,20(1):5-10.

[3] Yang S,Lu S,Guo Y,*et al*. A comparative study of general and severe *mycoplasma pneumoniae pneumonia* in children [J]. *BMC Infectious Diseases*,2024,24(1):449.

[4] Liang S,Liu HB. Severe *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* combined with cold agglutinin disease and pulmonary embolism in childhood;a case report and review of the literature[J]. *African Journal of Reproductive Health*, 2024, 28 (11): 205-215.

[5] Zhu H,Lu H. Effects of bronchoscopic alveolar lavage-assisted mechanical ventilation on postoperative pulmonary infection and inflammatory factors in patients undergoing lung cancer surgery[J]. *Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques*, 2024,19(3):347-355.

[6] Sehgal IS,Kaur G,Gupta N,*et al*. A randomized control trial comparing the yield of bronchoalveolar lavage using three different techniques in patients undergoing flexible bronchoscopy (BAL-3T)[J]. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*,2024,31(4):e0979.

[7] 张振,侯登峰,申大鹏. 急性脑卒中合并细菌性肺炎患者病原菌

特点及 sTREM-1 和 CRP/ALB 对其评估价值的研究[J]. *感染、炎症、修复*,2025,26(3):174-177.

[8] Yang L,Zhang Y,Shen C,*et al*. Clinical features and risk factors of plastic bronchitis caused by *Mycoplasma pneumoniae pneumonia* in children[J]. *BMC Pulmonary Medicine*,2023,23 (1):468.

[9] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南(2023 年版)[J]. *国际流行病学传染病学杂志*,2023,50 (2):79—85.

[10] 李向京,杨成胜,李建玲. 孟鲁司特钠片联合阿奇霉素注射液治疗小儿肺炎支原体肺炎的临床研究[J]. *中国临床药理学杂志*, 2023,39(7):915—919.

[11] 马晶,陈森,廖光冲,等. 电子支气管镜肺泡灌洗联合脾多肽对重症肺部感染的治疗效果、免疫功能及呼吸动力学指标影响 [J]. *现代生物医学进展*,2024,24(18):3494—3497,3503.

[12] 周永江,江从兵,彭波,等. 床旁纤维支气管镜肺泡灌洗注入抗生素在老年重症肺炎患者中的应用价值[J]. *实用医院临床杂志*,2024,21(1):167—170.

[13] 吴雄飞,邓飞. 小陷胸汤联合支气管镜肺泡灌洗治疗重症肺炎的疗效观察[J]. *中国中医急症*,2022,31(3):500—502.

[14] Xu XH,Fan HF,Shi TT,*et al*. Influence of the timing of bronchoscopic alveolar lavage on children with adenovirus pneumonia;a comparative study[J]. *BMC Pulmonary Medicine*,2021, 21(1):363.

[15] 李湘云,杨小青. 纤维支气管镜肺泡灌洗联合糖皮质激素对小儿重症肺炎的影响研究[J]. *中国急救复苏与灾害医学杂志*, 2024,19(4):484—487.

[16] 黄小艳,黄捷群,李玺,等. 纤维支气管镜肺泡灌洗辅助治疗对重症肺炎呼吸力学指标、炎症因子、微 RNA 的影响[J]. *临床和实验医学杂志*,2024,23(23):2486—2490.

[17] 张欣欣,罗源,杨庆斌,等. 纤维支气管镜吸痰联合肺泡灌洗对重症肺炎并发呼吸衰竭患者疗效、CPIS 评分及血清炎性指标水平的影响[J]. *山东医药*,2022,62(4):86—88.

[18] Kahn P,Siegelin M,Carroll M,*et al*. Bronchoscopic lobar lavage in the treatment of a single lung transplant recipient with pulmonary alveolar proteinosis;a case report[J]. *Transplantation Proceedings*,2022,54(1):169—172.

[19] 蒋美红,袁琛. 纤维支气管镜肺泡灌洗治疗儿童难治性肺炎支原体肺炎的临床观察[J]. *中华全科医学*, 2025, 23 (2): 269—272.

[20] Li F,Gong F. Effect of carbon fiber nanotubes tracheotomy under swallowing training combined with bronchoscopic alveolar lavage[J]. *Cellular and Molecular Biology*, 2022, 68 (3): 105—113.

(收稿日期:2025—06—10

修回日期:2025—08—16)