

## 肺炎支原体肺炎患儿肺功能变化特点及其恢复期吸入糖皮质激素对肺功能的影响

崔京京, 王 洋, 马瑜聪, 刘 丽

(吉林大学第一医院儿童医院小儿呼吸科, 吉林 长春 130021)

**[摘 要]** **目的:** 探讨肺炎支原体肺炎 (MPP) 患儿肺功能变化特点及恢复期吸入糖皮质激素对肺功能的影响, 并分析不同雾化药物对肺功能的改善作用, 阐明吸入糖皮质激素在 MPP 患儿恢复期治疗中的意义。**方法:** 本研究采用回顾性研究方法, 选取 69 例出院后吸入糖皮质激素治疗的 MPP 患儿作为治疗组, 根据出院后用药不同分为单纯糖皮质激素吸入治疗组 (简称激素组, 给予单纯糖皮质激素吸入治疗,  $n=42$ ) 和糖皮质激素吸入联合长效支气管扩张剂吸入治疗组 (简称联合组, 给予糖皮质激素吸入联合长效支气管扩张剂吸入治疗,  $n=27$ ), 另选取同期出院后未给予雾化治疗的 30 例患儿作为对照组。收集各组患儿的一般资料, 采用肺功能仪器分别检测进入恢复期时及进入恢复期 1 个月后的肺功能参数, 包括用力肺活量 (FVC)、第 1 秒用力呼气容积 (FEV1)、第 1 秒用力呼气容积占用力肺活量百分率 (FEV1/FVC)、呼气峰值流量 (PEF) 和最大呼气中期流量 (MMEF), 分析治疗组和对照组患儿的肺功能变化。**结果:** MPP 患儿肺通气功能以限制性通气障碍为主, 其次是混合性通气功能障碍。部分患儿肺功能可正常或仅存在小气道功能障碍。治疗组和对照组 MPP 患儿进入恢复期后第 2 次肺功能检测, FVC、FEV1 和 PEF 以及用力呼出 25%、50% 和 75% 肺活量时的瞬间流量 (MEF25、MEF50 和 MEF75) 及 MMEF 均较第 1 次肺功能检测明显升高 ( $P<0.05$ ), 与对照组比较, 治疗组患儿第 2 次 FEV1/VC 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。对照组和治疗组患儿治疗前后肺功能差值均呈上升趋势, 其中治疗组患儿治疗前后 MEF25 和 MMEF 的差值高于对照组 ( $P<0.05$ )。激素组和联合组患儿治疗前后肺功能差值整体呈上升趋势, 其中激素组患儿 FVC、FEV1、FEV1/VC、MEF25、MEF50 和 MMEF 差值略高于联合组; 与激素组比较, 联合组患儿治疗前后的 PEF 和 MEF75 的差值略高, 但差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。激素组患儿治疗前后 MEF25、MEF50 和 MMEF 差值高于对照组 ( $P<0.05$ )。**结论:** MPP 患儿大小气道功能均可受累, 以限制性通气障碍为主, 疾病恢复期气道功能可有所改善; 恢复期吸入糖皮质激素可能对促进肺功能恢复, 尤其是对小气道功能有积极治疗意义; 支气管扩张剂对恢复期患儿的肺功能改善作用不明显, 因此 MPP 患儿恢复期单纯吸入糖皮质激素可能促进肺功能恢复。

**[关键词]** 肺炎支原体; 肺功能; 儿童; 糖皮质激素; 肺活量

**[中图分类号]** R725.6 **[文献标志码]** A

**[收稿日期]** 2024-12-12 **[录用日期]** 2025-02-12

**[基金项目]** 吉林省科技厅自然科学基金项目 (20210101322JC)

**[作者简介]** 崔京京 (1998—), 女, 河南省周口市人, 在读硕士研究生, 主要从事小儿呼吸系统疾病和儿童肺功能检测方面的研究。

**[通信作者]** 刘 丽, 教授, 主任医师, 博士研究生导师 (E-mail: lli01@jlu.edu.cn)

©《吉林大学学报 (医学版)》编辑部, 开放获取遵循 CC BY-NC-ND 协议。

© Editorial Board of Journal of Jilin University (Medicine Edition). Open access under CC BY-NC-ND license.

## Characteristics of pulmonary function alterations in pediatric patients with *Mycoplasma pneumoniae* and effect of inhaled glucocorticoids during recovery phase on their pulmonary functions

CUI Jingjing, WANG Yang, MA Yucong, LIU Li

(Department of Pediatric Respiratory, Children's Medical Center, First Hospital, Jilin University, Changchun 130021, China)

**ABSTRACT** **Objective:** To discuss the characteristics of pulmonary function changes in the pediatric patients with *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia (MPP), the effect of inhaled corticosteroids during the recovery phase on pulmonary function, and the improvement effects of different aerosolized medications on pulmonary function, and to clarify the significance of inhaled corticosteroids in the treatment of MPP pediatric patients during the recovery phase. **Methods:** A retrospective study was conducted. Sixty-nine MPP children who received inhaled corticosteroids after discharge were selected as treatment group. According to the different medications used after discharge, they were divided into steroid group (receiving inhaled corticosteroids alone,  $n=42$ ) and combination group (receiving inhaled corticosteroids combined with inhaled long-acting bronchodilators,  $n=27$ ). Additionally, 30 children who did not receive aerosol therapy after discharge during the same period were selected as control group. The general data of the pediatric patients in various groups were collected. The pulmonary function parameters, including forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in the first second (FEV1), ratio of forced expiratory volume in 1 second to forced vital capacity (FEV1/FVC), peak expiratory flow (PEF), and maximal mid-expiratory flow (MMEF), were detected using pulmonary function equipment at the time of entering the recovery phase and 1 month after entering the recovery phase. The changes in pulmonary function of the pediatric patients between control group and treatment group were analyzed. **Results:** The pulmonary ventilation dysfunction in the MPP pediatric patients was mainly restrictive, followed by mixed. The pulmonary function could be normal or only show small airway dysfunction in some children. In both treatment and control groups, the second pulmonary function parameters including FVC, FEV1, PEF, maximal expiratory flow at 25% of forced vital capacity (MEF25), maximal expiratory flow at 50% of forced vital capacity (MEF50), maximal expiratory flow at 75% of forced vital capacity (MEF75), and MMEF of the pediatric patients were significantly increased compared with the first measurement ( $P<0.05$ ). Compared with control group, the increase in FEV1/VC at the second measurement of the pediatric patients in treatment group was not significant ( $P>0.05$ ). The differences in pulmonary function parameters showed an increasing trend in treatment group and control group. The differences in MEF25 and MMEF of the pediatric patients in the treatment group were higher than those in control group ( $P<0.05$ ). The differences in pulmonary function parameters of the pediatric patients in both steroid group and the combination group showed an overall increasing trend. The differences in FVC, FEV1, FEV1/VC, MEF25, MEF50, and MMEF of the pediatric patients in steroid group were slightly higher than those in combination group. Compared with steroid group, the differences in PEF and MEF75 of the pediatric patients in combination group were slightly higher, but the differences were not statistically significant ( $P>0.05$ ). The differences in MEF25, MEF50, and MMEF of the pediatric patients in steroid group were higher than those in control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** Both large and small airway functions can be affected in the pediatric patients with MPP, with restrictive ventilation dysfunction being predominant.

Airway function can improve during the disease recovery phase. Inhaled corticosteroids during the recovery phase may have a positive therapeutic significance in promoting the recovery of pulmonary function, especially small airway function. The bronchodilators showed no significant effect on improving the pulmonary function during the recovery phase. Therefore, inhaled corticosteroids alone during the recovery phase may promote the recovery of pulmonary function in children with MPP.

**KEYWORDS** *Mycoplasma pneumoniae pneumoniae*; Pulmonary function; Child; Glucocorticoids; Vital capacity

肺炎支原体肺炎(*Mycoplasma pneumoniae pneumoniae*, MPP)是我国5岁及以上儿童最主要的社区获得性肺炎,近年来其发病率呈逐年升高趋势,重症MPP及难治性MPP的病例也逐渐增多,部分患儿因肺部损伤较重,可在病程后期遗留闭塞性细支气管炎、哮喘和慢性咳嗽等症状<sup>[1-2]</sup>,出现持续性喘息、咳嗽及气促等表现,严重损害患儿身心健康,遗留此类后遗症的患儿多同时存在肺功能降低的情况<sup>[3-5]</sup>。MPP感染后于肺炎恢复期予以患儿干预,抑制气道慢性炎症,促进肺功能恢复可能减少哮喘和慢性咳嗽的发生,而目前国内外有关肺炎恢复期如何促进肺功能恢复的相关报道较少。本研究探讨MPP患儿肺功能的变化情况和出院后吸入糖皮质激素对患儿肺功能的影响,进一步明确吸入糖皮质激素对肺炎恢复期肺功能的改善作用,为MPP患儿规范化治疗和随诊提供临床依据。

## 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 本研究采用回顾性研究方法,选取2023年10月—2024年11月就诊于本院小儿呼吸科的符合纳入标准的MPP患儿69例作为治疗组,男性31例,女性38例,年龄6~13岁,平均年龄( $8.85 \pm 2.06$ )岁;对照组MPP患儿30例,男性11例,女性19例,年龄6~13岁,平均年龄( $8.73 \pm 2.03$ )岁。各组患儿住院期间的临床表现、病情严重程度、肺部体征和影像学表现及治疗情况比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性,见表1。本研究已获得患儿家长知情同意并且经过吉林大学第一医院伦理委员会批准,伦理审批号:(2025年)临审第[2023-702]号。

**1.2 纳入和排除标准** 纳入标准:①6岁及以上儿童;②MPP诊断标准需符合《儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南(2023年版)》<sup>[6]</sup>;③住院期间完成肺功能检测;④签署知情同意书。排除标准:①哮喘患儿;②并发支气管阻塞(bronchial obstruction, BO)、心血管和胸廓畸形等影响肺功能的疾病;

③并发其他细菌和病毒感染的MPP;④不配合肺功能检测的患儿;⑤并发其他系统疾病,如自身免疫性疾病和内分泌系统疾病等。

**1.3 MPP恢复期的诊断标准** 目前尚无明确肺炎恢复期诊断标准。本研究参考《儿童社区获得性肺炎管理指南(2024修订)》<sup>[7]</sup>中抗菌药物治疗程来判断。经抗感染治疗后患儿热退且呼吸系统症状部分改善后的3d作为MPP恢复期。

**1.4 研究分组和治疗方法** 根据出院后不同的治疗方案,本研究将患儿分为对照组和治疗组,对照组患儿出院后给予常规治疗未给予雾化治疗,治疗组患儿在常规诊疗的基础上加用吸入糖皮质激素。治疗组患儿根据雾化药物不同,进一步分为单独吸入糖皮质激素组(简称激素组,42例)和吸入糖皮质激素联合长效支气管扩张剂组(简称联合组,27例)。

所有纳入患儿住院期间,给予阿奇霉素静点,考虑耐药者给予多西环素或莫西沙星静点抗感染,氨溴索化痰,肺炎急性期均给予布地奈德联合特布他雾化治疗。出院后各组患儿依据病情和疗程口服阿奇霉素抗感染、桔贝合剂化痰治疗。在此基础上,激素组患儿吸入用布地奈德混悬液1mg,2次/日;联合组患儿给予布地奈德福莫特罗粉吸入剂,1次1吸,2次/日,或沙美特罗替卡松吸入粉雾剂,1次1吸,2次/日。

**1.5 研究方法** 所有患儿住院期间依据病情给予常规治疗,当进入疾病恢复期后行第1次肺功能检测,出院后对其进行院外随访明确患儿吸入糖皮质激素情况,所有患儿均于出院30d后返院复查,行第2次肺功能检测。治疗组患儿返院复查时间10~73d,平均返院复查时间( $31.32 \pm 13.03$ )d;对照组患儿返院复查时间10~57d,平均返院复查时间( $30.53 \pm 11.67$ )d。

**1.6 患儿肺功能检测** 采用德国Jaeger公司的Mastercrine PAED肺功能仪器,由本院肺功能室专业人员进行检测,操作参照2016年《儿童肺功能

系列指南（二）：肺容积和通气功能》<sup>[8]</sup>进行。受检患儿检测前12 h内需避免应用支气管扩张剂、2 h内停止进食、0.5 h内避免剧烈运动及哭闹，确保平静呼吸下开始检测。

**1.7 患儿观察指标及结果判读** 观察指标：用力肺活量（forced vital capacity, FVC）、第1秒用力呼气容积（forced expiratory volume in the first second, FEV1）、第1秒用力呼气容积占用力肺活量百分率（ratio of forced expiratory volume in 1 second to vital capacity, FEV1/FVC）、呼气峰值流量（peak expiratory flow, PEF）、用力呼出25%肺活量时的瞬间流量（maximal expiratory flow at 25% of forced vital capacity, MEF25）、用力呼出50%肺活量时的瞬间流量（maximal expiratory flow at 50% of forced vital capacity, MEF50）、用力呼出75%肺活量时的瞬间流量（maximal expiratory flow at 75% of forced vital capacity, MEF75）和最大呼气中期流量（maximal mid-expiratory flow, MMEF）。

肺功能结果判读：FVC<80%，一般提示限制性通气障碍；FEV1<80%，且FEV1/FVC<92%提示阻塞性通气障碍；FVC和FEV1均<80%，提示混合性通气障碍；MEF25、MEF50和

MEF75是反映小气道功能障碍指标，通常上述指标中的至少2项<65%提示小气道功能异常。

**1.8 统计学分析** 采用SPSS 25.0统计软件进行统计学分析。各组患儿病情严重程度、肺部体征、影像学表现、支气管镜检查情况和治疗情况等为计数资料以例数（百分比）表示，组间比较采用 $\chi^2$ 检验；各组患儿年龄、住院时间、热程、咳嗽时间、激素使用时间和肺功能指标均符合正态分布，以 $\bar{x}\pm s$ 表示，恢复期MPP患儿的肺功能指标自身前后比较采用配对样本 $t$ 检验；治疗组与对照组患儿治疗前后肺功能差值比较采用两独立样本 $t$ 检验，对照组、激素组和联合组患儿肺功能差值比较采用单因素方差分析，组间样本均数两两比较采用SNK- $q$ 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

**2.1 MPP患儿的常规通气肺功能特点** 纳入本研究的99例患儿，肺功能正常者19例，占19.2%，肺功能异常者80例，占80.8%；其中肺功能异常患儿中，限制性通气功能障碍41例（51.25%），阻塞性通气功能障碍3例（3.75%），混合性功能障碍21例（26.25%），小气道功能异常者15例（18.75%）。见表1。

表1 各组患儿一般临床资料  
Tab. 1 General clinical data of pediatric patients in various groups

| Group       | <i>n</i> | Length of stay<br>( $\bar{x}\pm s, t/d$ )           | Clinical manifestation                       |                                               |                                        | Severity of illness [ <i>n</i> ( $\eta$ /%) ] |                  |
|-------------|----------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|
|             |          |                                                     | Duration of fever<br>( $\bar{x}\pm s, t/d$ ) | Cough duration<br>( $\bar{x}\pm s, t/d$ )     | Pectoralgia<br>( $\bar{x}\pm s, t/d$ ) | Mild case                                     | Severe case      |
| Control     | 30       | 12.37 $\pm$ 3.84                                    | 9.50 $\pm$ 4.83                              | 19.40 $\pm$ 6.58                              | 2(6.67)                                | 9(30.00)                                      | 2(70.00)         |
| Treatment   | 69       | 13.57 $\pm$ 7.00                                    | 9.80 $\pm$ 6.93                              | 19.93 $\pm$ 8.55                              | 2(2.99)                                | 19(27.54)                                     | 5(72.46)         |
| Steroid     | 42       | 14.12 $\pm$ 7.21                                    | 10.21 $\pm$ 7.92                             | 20.69 $\pm$ 9.31                              | 2(4.76)                                | 12(28.57)                                     | 3(71.43)         |
| Combination | 27       | 12.70 $\pm$ 6.70                                    | 9.15 $\pm$ 5.05                              | 18.74 $\pm$ 7.21                              | 0(0)                                   | 7(25.93)                                      | 2(74.07)         |
| Group       | <i>n</i> | Pulmonary sign [ <i>n</i> ( $\eta$ /%) ]            |                                              | Imaging finding [ <i>n</i> ( $\eta$ /%) ]     |                                        |                                               |                  |
|             |          | Decreased breath sounds                             | Wheezing sound                               | Consolidation shadow                          | Patchy shadow                          | Pulmonary atelectasis                         | Pleural effusion |
| Control     | 30       | 11(36.67)                                           | 1(3.33)                                      | 21(70.00)                                     | 9(30.00)                               | 2(6.67)                                       | 6(20.00)         |
| Treatment   | 69       | 21(30.43)                                           | 9(13.04)                                     | 53(76.81)                                     | 16(23.19)                              | 9(13.04)                                      | 1(27.54)         |
| Steroid     | 42       | 12(28.57)                                           | 5(11.90)                                     | 32(76.19)                                     | 10(23.81)                              | 5(11.90)                                      | 1(33.33)         |
| Combination | 27       | 9(37.50)                                            | 4(14.81)                                     | 21(77.78)                                     | 6(22.22)                               | 4(14.81)                                      | 5(18.52)         |
| Group       | <i>n</i> | Bronchoscopic examination [ <i>n</i> ( $\eta$ /%) ] |                                              | Treatment situation [ <i>n</i> ( $\eta$ /%) ] |                                        |                                               |                  |
|             |          | Number of case                                      | Drug resistance                              | Azithro-mycin                                 | Doxycyc-line                           | Moxiflo-xacin                                 | Hormone          |
| Control     | 30       | 27(90.00)                                           | 27(90.00)                                    | 17(56.67)                                     | 10(33.33)                              | 3(10.00)                                      | 7.67 $\pm$ 3.24  |
| Treatment   | 69       | 56(81.16)                                           | 56(81.16)                                    | 48(69.57)                                     | 12(17.39)                              | 9(13.04)                                      | 8.54 $\pm$ 6.00  |
| Steroid     | 42       | 36(85.71)                                           | 36(85.71)                                    | 32(76.19)                                     | 5(11.90)                               | 5(11.90)                                      | 8.33 $\pm$ 5.36  |
| Combination | 27       | 20(74.07)                                           | 20(74.07)                                    | 17(62.96)                                     | 7(25.92)                               | 4(14.81)                                      | 8.85 $\pm$ 6.99  |

**2.2 治疗组和对照组患儿恢复期第2次肺功能检测情况** 2组患儿进入恢复期后第2肺功能检测指标 FVC、FEV1、PEF、MEF25、MEF50、MEF75 和 MMEF 均较第 1 次明显升高 ( $P<0.05$ ), 与对照组比较, 治疗组患儿第2次肺功能检测 FEV1/FVC 较第1次升高不明显, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。见表2。

**2.3 治疗组和对照组患儿治疗前后肺功能检测差值** 治疗组和对照组患儿肺功能差值均呈上升趋势, 其中治疗组患儿治疗前后 MEF25 与 MMEF 的差值高于对照组 ( $P<0.05$ )。见表3。

**2.4 激素组和联合组患儿治疗前后肺功能差值** 激素组和联合组患儿治疗前后肺功能差值整体呈上升趋势, 其中激素组患儿 FVC、FEV1、FEV1/FVC、MEF25、MEF50 和 MMEF 差值略高于联

合组, 但差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ); 与激素组比较, 联合组患儿治疗前后 PEF 和 MEF75 的差值略高, 但差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。激素组和联合组患儿治疗前后整体上肺功能指标略高于对照组, 其中激素组患儿治疗前后 MEF25、MEF50 和 MMEF 差值高于对照组 ( $P<0.05$ )。见表4。

3 讨论

肺炎支原体是儿童社区获得性肺炎常见的病原体, 当其定植于呼吸道, 黏附于气道上皮细胞后, 可释放过氧化氢和超氧化物自由基等物质引起免疫反应, 导致上皮细胞肿胀和坏死并破坏上皮纤毛组织结构及功能, 最终出现局部气道水肿、炎性分泌物堵塞气道、肺部组织实变和充盈受限, 引起不同类型的肺功能通气障碍。本研究结果显示: MPP

表2 不同时期各组患儿肺功能参数  
Tab. 2 Lung function parameters of pediatric patients in various groups at different periods ( $\bar{x}\pm s$ )

| Group     | n  | FVC         |              | FEV1        |              | FEV1/FVC    |              | PEF         |              |
|-----------|----|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|           |    | First       | Last         | First       | Last         | First       | Last         | First       | Last         |
| Control   | 30 | 72.68±14.53 | 84.55±16.85* | 74.27±16.11 | 87.32±18.72* | 99.99±9.25  | 102.19±9.24  | 66.05±14.95 | 84.83±17.44* |
| Treatment | 69 | 74.58±14.01 | 87.27±13.67* | 71.81±14.09 | 89.30±15.39* | 95.59±9.41  | 101.27±7.54* | 64.21±14.07 | 85.09±17.02* |
| Group     | n  | MEF25       |              | MEF50       |              | MEF75       |              | MMEF        |              |
|           |    | First       | Last         | First       | Last         | First       | Last         | First       | Last         |
| Control   | 30 | 58.37±29.18 | 70.33±28.28* | 64.69±20.43 | 77.61±22.16* | 66.53±17.42 | 85.75±22.42* | 61.77±23.19 | 76.05±24.30* |
| Treatment | 69 | 46.35±19.36 | 70.25±23.75* | 57.84±17.78 | 79.75±22.61* | 64.98±16.53 | 85.59±20.22* | 53.84±18.07 | 78.08±22.95* |

\* $P<0.05$  compared with first in same group.

表3 对照组与治疗组患儿治疗前后肺功能差值

Tab. 3 Differences in lung function of pediatric patients between in control group and treatment group before and after treatment ( $\bar{x}\pm s$ )

| Group     | n  | FVC         | FEV1        | FEV1/FVC  | PEF         | MEF25       | MEF50       | MEF75       | MMEF        |
|-----------|----|-------------|-------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Control   | 30 | 11.88±17.55 | 13.06±19.16 | 2.19±8.78 | 18.78±18.21 | 11.95±29.73 | 12.93±24.71 | 19.22±22.18 | 14.28±26.51 |
| Treatment | 69 | 12.69±11.81 | 17.59±12.81 | 5.68±8.25 | 20.88±14.74 | 23.89±25.59 | 21.91±17.66 | 20.61±17.08 | 24.24±20.53 |
| t         |    | -0.232      | -1.186      | -1.897    | 0.606       | -2.030      | -1.801      | -0.339      | -2.026      |
| P         |    | 0.817       | 0.242       | 0.061     | 0.546       | 0.045       | 0.079       | 0.736       | 0.046       |

表4 各组患儿治疗前后肺功能差值

Tab. 4 Differences in lung function of pediatric patients between in various groups before and after treatment ( $\bar{x}\pm s$ )

| Group       | n  | FVC         | FEV1        | FEV1/FVC  | PEF         | MEF25        | MEF50        | MEF75       | MMEF         |
|-------------|----|-------------|-------------|-----------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Control     | 30 | 11.88±17.55 | 13.06±19.16 | 2.19±8.78 | 18.78±18.21 | 11.95±29.73  | 12.93±24.71  | 19.22±22.18 | 14.28±26.51  |
| Steroid     | 42 | 13.85±11.98 | 18.74±12.99 | 6.04±9.12 | 20.51±14.00 | 26.75±27.28* | 22.65±17.36* | 19.86±17.43 | 25.59±21.64* |
| Combination | 27 | 10.88±11.52 | 15.81±12.55 | 5.13±6.81 | 21.46±16.08 | 19.44±22.47  | 20.76±18.39  | 21.77±16.76 | 22.14±18.88  |

\* $P<0.05$  compared with control group.

引起的肺功能异常主要以限制性通气功能障碍为主, 肺功能异常者占51.25%, 混合性通气功能障碍次之, 本研究为单中心样本研究, 共74例患儿肺部影像学为突变, 而多项研究<sup>[9-11]</sup>显示: MPP患儿不同的影像学表现其肺功能通气异常类型有所差异, 肺炎支原体引起的大叶性肺炎主要以限制性通气功能障碍为主, 因此临床影像学检查表现为实变的MPP患儿应行肺功能检测有助于判断肺容量指标降低程度, 评估患儿病情严重程度并及时干预, 对改善患儿预后具有重要临床意义。

肺功能检查是评估病情、判断疗效和推测预后的客观检查指标, 其中FVC和FEV1可代表大气道功能参数, MEF25、MEF50和MMEF代表小气道功能参数, 本研究结果显示: FVC和FEV1平均值<80%, MEF25、MEF50和MMEF均值≤65%, 表明MPP患儿急性期大小气道功能均有损伤, 与多项研究<sup>[9, 12-13]</sup>结果一致; 本研究进一步分析了对照组患儿进入恢复期1个月后肺功能变化情况, 结果显示: FVC和FEV1平均值>80%, MEF25、MEF50和MMEF平均值>65%, 与恢复初期的肺功能比较明显升高, 该结果表明肺炎支原体患儿肺功能可逐渐恢复, 已被研究<sup>[14]</sup>所证明。多项研究<sup>[11, 15]</sup>显示: 大小气道功能均可恢复, 大气道功能恢复速度快于小气道, 小气道功能具体恢复时间尚无统一定论。吴勇等<sup>[16]</sup>进行长达1年多的随访研究, 随访了23例重症MPP患儿的肺功能, 发现部分患儿出院1年后小气道功能仍未恢复正常, 且存在气道高反应, 表明MPP患者小气道功能恢复缓慢, 甚至可长达数年之久, 因此早期诊断和积极治疗的同时, 评估及随访肺功能对疾病的预后是非常必要的。

MPP患儿病程后期出现的哮喘和慢性咳嗽等与肺功能异常有关。MARTIN等<sup>[17]</sup>对肺炎支原体(*Mycoplasma pneumoniae*, MP)感染的动物模型进行研究, 结果显示: 小鼠气道高反应明显高于生理盐水对照组, 表明MP可引起气道高反应。研究<sup>[18-19]</sup>显示: 在小鼠感染MP后的530 d仍可在肺泡灌洗液中检测到MP, 且支气管周围仍有单核细胞浸润, 表明MP可形成慢性呼吸道感染, 诱发慢性肺部炎症, 进而引起小鼠慢性肺功能异常。一项大样本临床试验研究<sup>[20]</sup>显示: MP患者哮喘发病率比非MP患者高3.91倍, MP是哮喘发作的独立危险因素。国内学者<sup>[21-22]</sup>发现: 肺功能异常者更

易出现长期刺激性咳嗽, 甚至发展至哮喘和慢性咳嗽等。研究<sup>[23]</sup>表明: 肺功能异常可以是慢性阻塞性肺疾病患者的早期临床表现, 因此早期促进肺功能恢复可能改善上述情况。本研究在MPP患儿进入肺炎恢复期最初及1个月后分别进行肺功能检测, 结果显示激素组患儿整体肺功能较联合组呈上升趋势, 且治疗组患儿MEF25和MMEF的差值较对照组升高, 表明吸入糖皮质激素在一定程度上可促进患儿肺功能恢复, 尤其是小气道功能的恢复, 这与骆彩霞等<sup>[24]</sup>结论一致, 吸入糖皮质激素可能改善气道敏感性, 加快气道黏膜恢复, 进而对哮喘和慢性咳嗽有一定程度的预防作用, 本研究进一步对不同雾化种类进行分类, 结果显示: 激素组和联合组患儿肺功能改善情况无明显差异, 表明 $\beta$ -受体激动剂在肺炎恢复期对肺功能的改善作用不理想。

综上所述, 在MPP治疗过程中应该警惕肺功能持续存在异常的群体, 恢复期单纯吸入糖皮质激素一定程度上可能改善肺功能, 其有望成为防治肺炎患儿疾病后期出现的肺内外并发症的重要手段。本研究不足之处是纳入研究的样本量略少且临床随访时间尚短, 今后仍需扩大样本量同时延长随访时间进一步验证本结论。

#### 利益冲突声明:

所有作者声明不存在利益冲突。

#### 作者贡献声明:

崔京京参与研究选题、实验数据整理和论文撰写, 王洋和马瑜聪参与数据收集及分析, 刘丽参与论文审校。

#### [参考文献]

- [1] ZHANG H, LV G M, SHANG Y X, et al. Changes of airway reactivity after *mycoplasma pneumoniae* infection in children: a study for early precautions against pediatric asthma[J]. Iran J Allergy Asthma Immunol, 2015, 14(5): 476-482.
- [2] MEDINA J L, COALSON J J, BROOKS E G, et al. *Mycoplasma pneumoniae* CARDS toxin exacerbates ovalbumin-induced asthma-like inflammation in BALB/c mice[J]. PLoS One, 2014, 9(7): e102613.
- [3] 赵茜叶, 侍苏杰, 徐海燕, 等. 肺炎支原体肺炎患儿肺功能变化与慢性咳嗽的相关性[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2019, 34(4): 270-273.
- [4] GUILBERT T W, DENLINGER L C. Role of infection in the development and exacerbation of asthma[J]. Expert Rev Respir Med, 2010, 4(1): 71-83.

- [5] COLLARO A J, MCELREA M S, MARCHANT J M, et al. The effect of early childhood respiratory infections and pneumonia on lifelong lung function: a systematic review[J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2023, 7(6): 429-440.
- [6] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 赵顺英, 钱素云, 等. 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, 21(2): 79-85.
- [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, 中国医药教育协会儿科专业委员会, 等. 儿童社区获得性肺炎管理指南(2024修订)[J]. *中华儿科杂志*, 2024, 62(10): 920-930.
- [8] 中华医学会儿科学分会呼吸学组肺功能协作组, 《中华实用儿科临床杂志》编辑委员会. 儿童肺功能系列指南(二): 肺容积和通气功能[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2016, 31(10): 744-750.
- [9] 庄瑞梅, 王 琴, 王 珂, 等. 肺炎支原体感染大叶性肺炎患儿常规通气与脉冲振荡肺功能特点分析[J]. *中国实用儿科杂志*, 2022, 37(3): 214-220.
- [10] WU L X, WU M, GU D P. Pulmonary functions in children with segmental *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia[J]. *Chin J Contemp Pediatr*, 2011, 13(3): 185-187.
- [11] LENG J G, YANG Z M, WANG W H. Diagnosis and prognostic analysis of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children based on high-resolution computed tomography [J]. *Contrast Media Mol Imaging*, 2022, 2022: 1985531.
- [12] 孙 默. 肺功能检查在儿童难治性肺炎支原体肺炎中的临床意义[J]. *中国现代药物应用*, 2020, 14(5): 31-33.
- [13] KJAER B B, JENSEN J S, NIELSEN K G, et al. Lung function and bronchial responsiveness after *Mycoplasma pneumoniae* infection in early childhood[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2008, 43(6): 567-575.
- [14] 郝春莉, 吴良霞, 张建华, 等. 节段性大叶性肺炎支原体肺炎患儿的肺功能变化[J]. *临床儿科杂志*, 2012, 30(8): 721-723.
- [15] 饶小春, 焦安夏, 马渝燕, 等. 支原体肺炎患儿肺功能变化及意义[J]. *山东医药*, 2016, 56(20): 48-49.
- [16] 吴 勇, 蔡俊伟, 李立浩, 等. 重症肺炎支原体肺炎患儿的肺功能变化及临床意义[J]. *吉林医学*, 2015, 36(13): 2743-2744.
- [17] MARTIN R J, CHU H W, HONOUR J M, et al. Airway inflammation and bronchial hyperresponsiveness after *Mycoplasma pneumoniae* infection in a murine model[J]. *Am J Respir Cell Mol Biol*, 2001, 24(5): 577-582.
- [18] HARDY R D, JAFRI H S, OLSEN K, et al. *Mycoplasma pneumoniae* induces chronic respiratory infection, airway hyperreactivity, and pulmonary inflammation: a murine model of infection-associated chronic reactive airway disease[J]. *Infect Immun*, 2002, 70(2): 649-654.
- [19] DALLO S F, BASEMAN J B. Intracellular DNA replication and long-term survival of pathogenic mycoplasmas[J]. *Microb Pathog*, 2000, 29(5): 301-309.
- [20] YE H J J, WANG Y C, HSU W H, et al. Incident asthma and *Mycoplasma pneumoniae*: a nationwide cohort study[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2016, 137(4): 1017-1023.e6.
- [21] 苏晓宇, 陈 信, 王 磊, 等. 动态肺功能异常与肺炎支原体肺炎患儿慢性咳嗽相关性研究[J]. *临床军医杂志*, 2022, 50(12): 1265-1267.
- [22] 杨 琴, 何 茹, 许艳梅, 等. 儿童肺炎支原体肺部感染肺功能及慢性咳嗽分析[J]. *中华医院感染学杂志*, 2020, 30(15): 2367-2370.
- [23] CHAN J Y C, STERN D A, GUERRA S, et al. Pneumonia in childhood and impaired lung function in adults: a longitudinal study[J]. *Pediatrics*, 2015, 135(4): 607-616.
- [24] 骆彩霞, 石菊红, 俞小梅. 普米克令舒吸入预防小儿支原体肺炎后喘息的2年随访观察[J]. *实用药物与临床*, 2013, 16(12): 1241-1242.