

·临床研究·

238例儿童肺炎支原体肺炎肺实变吸收情况随访

欧跃徐¹, 甘校铭¹, 钦 斌², 罗征秀³, 曹 洁¹

(1. 重庆医科大学附属儿童医院//国家儿童健康与疾病临床医学研究中心//儿童发育疾病研究教育部重点实验室//儿童代谢与炎症性疾病重庆市重点实验室全科医学科, 重庆 401122; 2. 重庆医科大学附属儿童医院//国家儿童健康与疾病临床医学研究中心//儿童发育疾病研究教育部重点实验室//儿童代谢与炎症性疾病重庆市重点实验室放射科, 重庆 401122; 3. 重庆医科大学附属儿童医院//国家儿童健康与疾病临床医学研究中心//儿童发育疾病研究教育部重点实验室//儿童代谢与炎症性疾病重庆市重点实验室呼吸科, 重庆 401122)

摘 要:【目的】分析临床治疗有效的儿童肺炎支原体肺炎(MPP)伴肺实变的临床特征及影像学特点, 随访患儿肺部CT的肺实变体积变化, 探究肺实变吸收情况、预测肺实变完全吸收时间。【方法】纳入2018年1月至2024年5月于重庆医科大学附属儿童医院全科医学科住院的MPP伴肺实变病例。收集患儿住院期间的一般资料、临床症状、实验室指标、治疗情况、影像学数据以及出院后复查肺部CT数据、复查间隔时间, 计算治疗前后肺实变体积、吸收率及吸收速率, 对临床特征、影像学特点及肺实变吸收情况进行描述性统计分析。【结果】共纳入238例MPP伴肺实变患儿, 女孩稍多于男孩(男女比例为109:129), 平均年龄在5岁左右, 入院时咳嗽时间为7(5~9)d, 发热时间为6(4~7)d; 入院时白细胞、乳酸脱氢酶(LDH)升高不明显, 超敏C-反应蛋白(hs-CRP)轻微升高; 大部分患儿首选阿奇霉素治疗, 近两年肺炎支原体耐药率增高, 换用二线用药增多; 行气管镜灌洗患儿占66.8%(159/238), 未行气管镜灌洗占33.2%(79/238); 肺实变部位单侧多于双侧(206例:32例), 右侧多于左侧(117例:89例); 肺实变占肺总体积比为4.48(2.61~7.35)%, 复查时实变吸收率为96.08(88.02~98.95)%, 复查间隔时间17(15~21)d, 通过计算吸收速率2.15(1.23~4.01)cm³/d, 实变完全吸收时间为18.96(16.14~23.33)d。【结论】临床治疗有效的儿童MPP肺实变间隔2~3周内复查肺CT, 肺实变可基本吸收; 通过计算肺实变初始体积, 利用实变吸收速率, 可推测出实变完全吸收时间, 制定复查肺部CT最佳间隔时间。

关键词: 儿童; 肺炎支原体肺炎; 肺部CT; 肺实变体积; 实变吸收速率

中图分类号: R725.6

文献标志码: A

文章编号: 1672-3554(2025)05-0899-08

DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2025.0520

Follow-up Study on Resolution of Pulmonary Consolidation in 238 Children with *Mycoplasma Pneumoniae* Pneumonia

OU Yuexu¹, GAN Xiaomin¹, QIN Bin², LUO Zhengxiu³, CAO Jie¹

(1. Department of General Medicine, Children's Hospital of Chongqing Medical University//National Clinical Research Center for Child Health and Disorders//Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders//Chongqing Key Laboratory of Child Infection and Immunity, Chongqing 401122, China; 2. Department of Radiology, Children's Hospital of Chongqing Medical University//National Clinical Research Center for Child Health and Disorders//Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders//Chongqing Key Laboratory of Child Infection and Immunity, Chongqing 401122, China; 3. Department of Respiratory Medicine, Children's Hospital of Chongqing Medical University//National Clinical Research Center for Child Health and Disorders//Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders//Chongqing Key Laboratory of Child Infection and Immunity, Chongqing 401122, China)

Correspondence to: CAO Jie; E-mail: caojie0220@163.com

收稿日期: 2025-04-30

录用日期: 2025-08-22

作者简介: 欧跃徐, 第一作者, 研究方向: 小儿呼吸疾病, E-mail: 814067410@qq.com; 曹洁, 通信作者, 主任医师, 研究方向: 小儿神经疾病, E-mail: caojie0220@163.com

Abstract: 【Objective】 To analyze the clinical characteristics and imaging features of effectively treated pediatric *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia (MPP) with pulmonary consolidation, follow up the volume changes of pulmonary consolidation on lung CT scans of the affected children, and investigate the resolution patterns of pulmonary consolidation, and predict the time required for complete resolution. 【Methods】 We enrolled children with MPP and pulmonary consolidation hospitalized in the Department of General Pediatrics at Children's Hospital of Chongqing Medical University between January 2018 and May 2024. Data collected included demographics, clinical symptoms, laboratory indicators, treatment status, imaging data during hospitalization, as well as follow-up lung CT data and reexamination intervals after discharge. Consolidation volumes were measured before and after the treatment to calculate the resolution rate and resolution velocity. Descriptive statistical analysis was performed on clinical characteristics, imaging features and consolidation resolution. 【Results】 Among 238 children with MPP and lung consolidation, females slightly outnumbered males (the male to female ratio is 109 vs.129), with a mean age of approximately 5 years. At admission, the median cough and fever durations were 7 (5–9) days and 6 (4–7) days, respectively. No significant increase was found in white blood cells count or lactate dehydrogenase (LDH), and hypersensitive high-sensitivity C-reactive protein (CRP) slightly increased. Azithromycin was the first line of treatment in most cases, though second-line drugs increased in the recent two years due to the rising resistance. Bronchoalveolar lavage was performed in 66.8% (159/238) of children, and 33.2% (79/238) did not receive lavage. Consolidation was predominantly unilateral (206 unilateral vs. 32 bilateral) and right-sided (117 right-sided vs. 89 left-sided). The ratio of consolidation volume to total lung volume was 4.48 (2.61–7.35) %, the consolidation resolution rate at follow-up was 96.08 (88.02–98.95) %, the reexamination interval was 17 (15–21) days, the resolution velocity was 2.15 (1.23–4.01) cm³/d, and the time to complete resolution was 18.96 (16.14–23.33) days. 【Conclusions】 Pulmonary consolidation in pediatric MPP achieves substantial resolution on CT within 2–3 weeks after effective clinical treatment. Initial consolidation volume and resolution velocity can predict the time required for complete resolution, thereby clinically guiding optimal CT follow-up scheduling.

Key words: children; *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia; lung CT; pulmonary consolidation volume; consolidation resolution velocity

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2025, 46(5): 899–906]

肺炎是目前威胁儿童健康的主要疾病之一,全世界每年约有1.2亿新增的儿童社区获得性肺炎(community-acquired pneumonia, CAP),每年约100万例五岁以下儿童死于CAP^[1]。肺炎支原体(*Mycoplasma pneumoniae*, MP)是儿童CAP中最常见病原之一,占住院儿童CAP的10%~40%,而肺炎支原体肺炎(*Mycoplasma pneumoniae* pneumonia, MPP)在中国6个月到14岁儿童CAP中约占32.4%,且发病率呈持续上升^[2-3]。在全球范围内,MP感染每3~7年发生一次区域性爆发,每次爆发持续1~2年,2010—2012年期间,亚洲和欧洲国家发生了大流行,2023年6~7月为小高峰,9月份发病率呈持续上升趋势,全国各地均有MPP高发报道^[4-7]。多数MPP预后良好,但也有12%患儿需重症监护,且部分MPP可能出现肺内肺外严重并发症,如引起循环、消化、血液、神经系统等多脏器损害以及出现胸腔积液、肺实变、肺栓塞等,甚至发展

成难治性肺炎支原体肺炎(refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia, RMPP),坏死性肺炎(necrotizing pneumonia, NP)、闭塞性支气管炎(bronchiolitis obliterans, BO)以及致死性肺炎,最后留下结构性或功能性肺损伤^[8-9]。肺炎支原体肺炎有多种临床表现,如发热、咳嗽、喘息,其影像学改变也多种多样,包括支气管壁增厚、磨玻璃影、网格影、节段性实变、肺不张及胸腔积液等。研究发现:肺实变是第二常见的影像学特征,发热时间≤3 d的患者实变发生率高达87.0%,发热时间>9 d的患者实变发生率高达88.0%^[10]。Huang等^[11]亦发现肺实变在MPP中发生率高达90.3%(679/752),且与不伴肺实变相比,其难治性病例、ICU住院病例、接受氧疗患者发生率更高,并且总发热时间、住院时间、住院费用明显增加;发生RMPP、NP、BO的概率更高。肺炎支原体肺炎形成肺实变的发病机制是一个多因素参与的过程,主要涉及病原体直接损伤、

宿主免疫反应以及病理生理改变。首先,肺炎支原体通过表面黏附蛋白(如P1蛋白)附着于呼吸道上皮细胞,导致细胞膜损伤和纤毛运动功能丧失;同时,MP分泌的社区获得性呼吸窘迫综合征毒素可诱导上皮细胞空泡化、坏死,并促进炎症因子释放;此外,MP代谢产生的过氧化氢直接损伤宿主细胞,加重局部炎症。然后,机体的炎症细胞开始浸润,中性粒细胞、巨噬细胞、淋巴细胞等募集至感染部位,释放蛋白酶和活性氧(reactive oxygen species, ROS),进一步破坏肺组织;同时,肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)、白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)、IL-8等促炎因子升高,增加血管通透性,导致血浆和炎性细胞进入肺泡腔;此外,支原体抗原与宿主抗体形成免疫复合物,激活补体系统(如C5a),加剧组织损伤。最后,炎症导致富含纤维蛋白的渗出液填充肺泡腔,取代正常气体交换空间,形成影像学上的“实变影”;并且,纤维蛋白与坏死细胞碎片在肺泡内形成透明膜,阻碍气体交换;肺泡内渗出物机化,成纤维细胞增生形成肉芽组织,导致肺组织实变^[12]。由此可见,肺实变的形成对儿童肺组织的结构和功能存在严重的危害,可能会存在塑型支气管炎、肺纤维化、BO、肺功能永久性下降、反复呼吸道感染、肺泡发育异常等严重后遗症。然而,目前的研究多是对儿童MPP临床症状及治疗效果的横向研究,缺乏对存在肺实变的MPP患儿出院后的纵向随访研究,更缺少在影像学方面对肺实变吸收情况进行客观定量评估。本文旨在随访临床治疗有效的儿童MPP肺实变的吸收情况,进一步了解MPP伴肺实变患儿的临床特征、影像学特点以及治疗后肺实变吸收程度及所需时间。

1 材料与方

1.1 研究对象

本研究以2018年1月至2024年5月于重庆医科大学附属儿童医院全科医学科住院的MPP伴肺实变的患儿为研究对象,在经过有效的治疗后好转出院,并且在本院复查肺部CT。回顾性收集患儿住院期间及门诊随访复查的临床和影像学资料。患儿住院期间接受的所有诊断检查及治疗方案均获得了其监护人的常规临床诊疗知情同意。后续

在门诊进行的CT复查,亦在检查前充分告知监护人检查目的、必要性及潜在风险,并获得其知情同意后实施。本研究已通过重庆医科大学附属儿童医院伦理委员会批准[批件号(File No.):2024年伦审(临研)批件第(452)号]。

1.2 纳入标准

①年龄在1月~18岁之间;②儿童肺炎支原体肺炎诊断符合《儿童肺炎支原体诊疗指南(2023年版)》^[13]中的诊断标准:以发热、咳嗽为主要临床表现及相应的肺部影像学检查,病原学检查符合单份血清MP抗体滴度 $\geq 1:160$ (PA法),病程中双份血清MP抗体滴度上升4倍及以上,或MP-DNA或RNA阳性;③全部患儿临床资料、肺部CT资料完整;④胸部CT可见影像学表现呈现肺实变;⑤全部患儿治疗有效,好转出院;⑥2次肺部CT均在本院完成;⑦复查肺部CT影像学提示肺实变较前吸收,且无新增实变。

1.3 排除标准

①胸部CT存在肺不张;②患有先天性心脏病、代谢性疾病、染色体疾病、支气管发育不良、免疫缺陷病、血液系统疾病、肿瘤等基础疾病;③近期有严重外伤、手术及相关输血史;④临床资料不完整。

1.4 资料收集

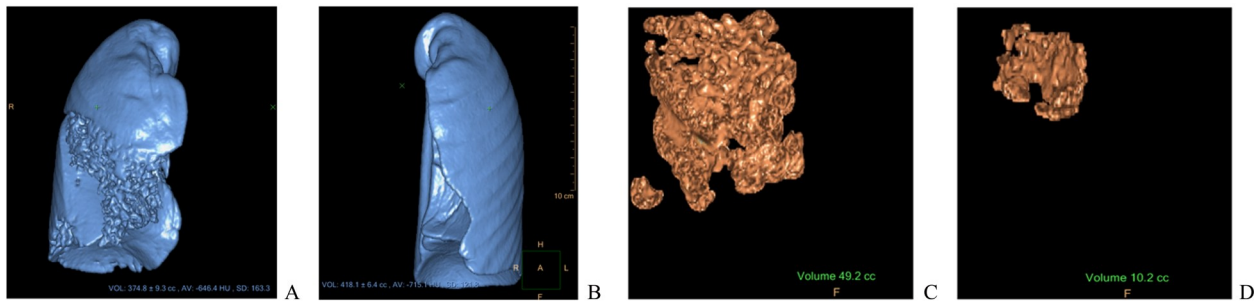
以下数据资料均来自重庆医科大学附属儿童医院电子病历管理系统,收集数据内容包括一般资料、临床症状、实验室指标、治疗情况及影像学情况等方面的资料,具体纳入指标如下:①一般资料:性别、年龄;②临床症状:入院时咳嗽时间、发热时间,有无重症肺炎、呼吸衰竭表现;③实验室指标:白细胞计数、超敏C反应蛋白、乳酸脱氢酶;④治疗情况:是否使用二线用药及糖皮质激素;⑤影像学情况:分别计算初次肺部CT肺实变体积,双肺总体积、复查后肺部CT实变体积大小,统计肺实变部位,两次CT间隔时间。

1.5 肺部CT检查方法及肺实变体积、肺总体积计算方法

检测仪器为GE、西门子128及256层CT扫描仪,参数设置:螺间距0.5:1,管电流160 mA,管电压120 kV,层间距、层厚度5 mm,矩阵为512 $\times$ 512。均进行纵膈窗及肺窗扫描,纵膈窗的窗宽450 HU,窗位45 HU;肺窗宽1 500 HU,窗位-600 HU。取仰卧位,引导年龄较大患儿屏气状态下扫描,年龄小

的患儿无法较好地配合,可镇静熟睡后进行检查;扫描范围在胸廓入口延伸到肋膈角下肺底,重点扫描患者的肺尖到膈肌位置,最后得到横断位、冠状位、矢状位的图像。获取图像后由阅片经验丰富的2位放射科医师同时对图像进行分析:①利用PHILIPS的IntelliSpace Portal v6.0.4.02700进行定量计算,首先分别在横断面、矢状面、冠状面上逐层

精确勾画实变区域;②然后通过三维重建方法自动算出勾画出来的实变体积;③再通过软件自动选取肺部空气密度组织,算出不含实变部分的肺体积,将其与实变体积相加,即得总肺体积;④分别算出第一次肺实变体积、复查后肺实变体积、双肺总体积,并统一体积单位为 cm^3 (cubic centimeter, cc;图1)。



A: Non-consolidated right lung volume. B: Non-consolidated left lung volume. C: Consolidation volume (pre-treatment). D: Consolidation volume (post-treatment follow-up).

图1 胸部CT三维重建定量计算肺实变

Fig. 1 Quantitative 3D CT assessment of pulmonary consolidation volume

1.6 支气管镜检查方法

行支气管肺泡灌洗术(bronchoalveolar lavage, BAL)的患者均符合《中国儿科可弯曲支气管镜术指南(2018年版)》^[14]中规定的适应证,具体包括:在有效抗感染治疗后无发热且病情稳定,但胸部CT提示有黏液栓可能或大片肺实变,且肺部体征仍有持续性呼吸音减弱、气道阻塞的表现;所有病例均经我院呼吸科支气管镜专业团队讨论后批准方可进行。术前评估包括感染标志物、凝血功能和心电图检查,并已获得监护人的知情同意并签署《支气管镜术同意书》;若监护人拒绝进行BAL,则予足疗程抗感染治疗后门诊复查胸部CT,评估肺部病变吸收情况。行BAL患儿均在静脉复合麻醉下经规范化培训的专业支气管镜医师行支气管镜检查并同时行BAL术,根据患儿年龄选择合适外径的支气管镜,在喉部、声门前、气管、左右主支气管分别喷洒浓度20 g/L利多卡因局部表面麻醉,经鼻或口进入,依次观察鼻或口腔、咽部、声门、气管、隆突后、各叶及段支气管,并根据胸部影像学结果着重灌洗病变的肺叶或肺段。

1.7 统计学方法

应用SPSS 24.0统计学软件进行统计学分析,

符合正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,不符合正态分布的计量资料用中位数(四分位数间距) $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示,计数资料用例数和百分率(%)表示。

2 结果

2.1 临床特征

根据纳入及排除标准筛选后总计纳入238例(男109例,女129例);气管镜组159例,非气管镜组79例;年龄在5岁11月 $\pm$ 2岁6月。入院时咳嗽时间为7(5~9)d,发热时间6(4~7)d;重症肺炎83例(34.87%);呼吸衰竭18例(7.56%)。入院时血常规白细胞数 $6.98(5.47 \sim 8.70) \times 10^9/\text{L}$,hs-CRP 12.16(5.02~23.65)mg/L,LDH为304(263~355)U/L。使用二线用药(多西环素或左氧氟沙星)36例(15.12%),均发生在2023年及之后,他们均签署了特殊用药知情同意告知书,并在使用过程中及使用后严密监测未出现严重并发症及不良反应;使用激素(甲泼尼龙琥珀酸钠)55例(23.10%),见表1。

2.2 影像学特点

全组患儿左肺实变89例(37.39%),右肺实变

表1 238例儿童肺炎支原体肺炎(MPP)伴肺实变患儿临床特点

Table 1 Clinical characteristics of 238 pediatric cases of MPP with pulmonary consolidation

[$\bar{x} \pm s, M(P_{25}-P_{75}), n(\%)$]	
Item	Variables
Male/female	109/129
Age	5 years 11 months $\pm$ 2 years 6 months
Cough duration /d	7(5-9)
Fever duration at admission /d	6(4-7)
Severe pneumonia	83(34.87)
Respiration failure	18(7.56)
WBC /($\times 10^9$ /L)	6.98(5.47-8.70)
hs-CRP/(mg/L)	12.16(5.02-23.65)
LDH/(U/L)	304.00(263.00-355.00)
Second-line medication	36(15.12)
Corticosteroids use	55(23.10)

117例(49.15%),双肺实变32例(13.44%);初始肺实变体积为40.35(24.35~76.07) cm³;肺总体积934.10(707.30~1 301.00) cm³;复查实变体积1.594(0.409~4.367) cm³;复查间隔时间17(15~21) d;肺实变占比=初始实变体积/肺总体积,全组患儿实变占比4.48(2.61~7.35)%;实变吸收率=(初始实变

体积-复查实变体积)/初始实变体积,全组患儿实变吸收率96.08(88.02~98.95)%;实变吸收速率=初始实变体积-复查实变体积/复查间隔天数,全组患儿实变吸收速率2.15(1.23~4.01) cm³/d;实变完全吸收时间=初始实变体积/实变吸收速率,全组患儿实变完全吸收时间18.96(16.14~23.33) d,见表2。

表2 238例儿童肺炎支原体肺炎(MPP)伴肺实变患儿影像特点

Table 2 Imaging characteristics in 238 pediatric cases of MPP with pulmonary consolidation

[$M(P_{25}-P_{75}), n(\%)$]	
Item	Variables
Initial consolidation volume /cm ³	40.35(24.35-76.07)
Left lung consolidation	89(37.39%)
Right lung consolidation	117(49.15%)
Bilateral lung consolidation	32(13.44%)
Total lung volume /cm ³	934.10(707.30-1 301.00)
Follow-up consolidation volume/ cm ³	1.594(0.409-4.367)
Consolidation proportion (% of total lung volume)	4.48(2.61-7.35)
Consolidation absorption rate /%	96.08(88.02-98.95)
Interval between scans /d	17(15-21)
Consolidation absorption speed /(cm ³ /d)	2.15(1.23-4.01)
Complete absorption time /d	18.96(16.14-23.33)

3 讨论

本文回顾性总结了238例MPP肺实变患儿,描述性分析了临床特征及影像学特点,随访了MPP伴肺实变患儿出院后肺实变吸收情况;利用肺部CT三维重建技术,算出治疗前后肺实变体积及肺总体积,并统计2次CT间隔时间,基于这些数据,得出实变占肺总体积比、吸收速率以及实变完全吸收时间等关键指标,最终发现:临床治疗有效的儿童MPP肺实变,在间隔2~3周后复查肺部CT肺实变可基本吸收;肺实变吸收速率中位数为 $2.15\text{ cm}^3/\text{d}$,通过计算初始肺实变体积,可初步推测肺实变完全吸收时间,从而制定出院后复查肺部CT的间隔时间。

MP感染导致肺部炎症和实变的发病机制尚不完全明确,目前多数学者认为主要由直接损害和机体异常免疫应答导致^[15-16]。MP感染主要见于学龄前期和学龄期儿童,据报道,MPP伴实变常见于学龄期,其次是学龄前期^[17],这可能是由于年龄较大儿童体内T淋巴细胞对肺泡巨噬细胞的免疫反应更加成熟,产生更高水平的细胞因子进而导致更严重的临床表现^[18]。本研究纳入了238例MPP伴实变的患儿,其平均年龄为5岁11个月 $\pm$ 2岁6个月,主要集中于学龄前期和学龄期。在性别方面,有研究发现女性MP感染率高于男性^[18],可能是由于性激素的差异,使女性较男性有更强的体液和细胞免疫应答^[19]。本研究中,男女比例为10:129,女性高于男性,这与现有文献的研究结果相符合。

本研究所有患儿入院时均有咳嗽(238例,100%),多数有发热(203例,85.29%),与文献中提到儿童MPP主要以咳嗽、发热为主要临床表现相符^[20],因此可以推断,MPP伴肺实变的患儿均会出现咳嗽症状,但发热症状并不是一定存在。然而,目前研究发现其热程与MPP严重程度呈正相关,是难治性肺炎支原体肺炎的危险因素之一^[21]。本文中重症肺炎占比34.87%,呼吸衰竭占比7.56%,而全球重症社区获得性肺炎的发病率为8%~33%^[22],由此可知,MPP伴肺实变患儿重症肺炎发生率稍高,呼吸衰竭发生率不高。本组患儿血常规中白细胞、LDH升高均不明显,超敏CRP呈轻微升高,可见MPP伴肺实变患儿普遍炎症反应不重,而目前研究表明,CRP和LDH是RMPP的预测因素^[23]。

目前MP感染的一线用药仍为大环内酯类药物,以阿奇霉素应用最广泛。既往研究发现,大环内酯类药物除了广谱抗菌活性外,还具有不依赖于抗菌作用的免疫调节作用,主要包括抗炎作用、调节气道分泌、免疫调节微生物效应及激素节省效应,但其免疫调节作用需数周时间才能起效^[24]。但近年来,对于MPP大环内酯类耐药的报道越来越多,在2000年首次从儿科患者中分离出MP菌株后,检测到MP耐药率从2003年的5%迅速增加到2008年的39%,特别是在日本和中国等东方国家2009年及之后耐药MP达80%以上,而在西方国家患病率较低^[25]。近几年,研究发现MP菌株基因型从P1 type1向type2转移,或从type M4-5-7-2向type M3-5-6-2转移,表明目前MP耐药率升高可能与基因转移和大环内酯类药物使用同时相关^[7]。糖皮质激素具有较强的抗炎和免疫调节作用,可迅速内调节免疫细胞吞噬和释放炎症因子的能力,抑制过度活跃的宿主免疫反应,并可逐步改善血管微循环,促进疾病恢复^[26]。研究表明糖皮质激素能有效缩短重症肺炎支原体肺炎患者发热、咳嗽、肺部啰音持续时间、减轻炎症反应、提高治疗效果^[27]。本研究238例患儿使用二线用药(多西环素或左氧氟沙星)为15.12%,且均为2023年开始出现,由此可见,近2年MP对大环内酯类药物耐药率呈明显上升趋势。临床上对于耐药的MPP来说,二线用药往往具有更多的副作用,例如:多西环素长期、大量使用可能导致牙齿黄染和骨骼发育不良,8岁以下儿童不推荐使用;左氧氟沙星对骨骼和关节发育可能产生不良影响,18岁以下不推荐使用。因此,在使用二线用药时,需严格掌握适应症并监测及随访药物不良反应;同时,临床医师应严格把握阿奇霉素用药指征,避免滥用一线用药,减少MP耐药的产生。

三维重建是一种运用计算机技术将二维图像转化为三维图像和模型的技术,它是近年来CT扫描领域广泛应用的创新技术,能够获取立体图像并显著提升图像清晰度,还可以显示组织真实形态以及内部结构,并且还可以得到病变范围体积大小;肺部CT三维重建常运用在肺部占位病变的诊断以及术前准确定位病变大小、位置和与周围组织的关系^[28]。在本组患儿中,单纯右肺实变(49.15%)>单纯左肺实变(37.39%)>双肺实变(13.44%),与文

献报道的单侧病变多于双侧,右侧多于左侧相符合^[29]。本组患儿初始肺实占肺总体积比的中位数为4.48%,稍低于文献报道的5.17%^[30];本文复查后实变体积中位数1.59 cm³,实变吸收率中位数96.47%,吸收速率中位数2.15 cm³/d,复查间隔时间7(15~21)d,其中有20例吸收率为100%,吸收率小于50%仅5例,由此可见,本研究中MPP伴实变患儿在间隔2~3周后复查肺部CT实变均能大部分吸收;此外,若算出初始肺实变体积,可通过吸收速率预测出完全吸收时间,制定出院后复查肺部CT的最佳间隔时间。

综上所述,本文回顾性总结了238例MPP肺实变患儿,均通过临床有效治疗好转出院,随访出院后肺实变吸收情况;通过肺部CT三维重建技术,算出治疗前后肺实变体积,并统计2次肺部CT间隔时间,得出肺实变吸收速率、实变吸收率以及实变完全吸收时间等关键指标,最终得出:在间隔2~3周后复查肺部CT肺实变基本吸收;MPP伴肺实变

患儿均建议计算初始肺实变体积,通过吸收速率可推测实变完全吸收时间,从而制定出院后复查肺部CT最佳间隔时间,避免过早或过晚复查带来的不良影响。

然而,本研究为回顾性研究,是对真实世界中儿童MPP伴肺实变的描述性研究,某些因素存在主观偏倚和选择偏倚,例如:对是否选择做气管镜存在较多主观因素影响,包括临床医师评估气管镜指征不统一、患儿家长接受程度不一致;对纳入标准依赖患儿复查CT的依从性,可能遗漏未复查或失访病例;肺实变体积的勾画均为人工操作,虽由两位放射科医师同时勾画取平均值,但仍会存在一定误差。因此,未来需要扩大样本量、开展多中心的前瞻性研究,且引入AI技术计算肺实变体积,减少计算误差,进一步探究肺实变吸收速率的影响因素;并且在随访肺部影像学的同时,纳入肺功能的随访,进一步从结构和功能两方面评估患儿肺部恢复情况。

参考文献

- [1] Pratt MTG, Abdalla T, Richmond PC, et al. Prevalence of respiratory viruses in community-acquired pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet Child Adolesc Health*, 2022, 6(8): 555-570.
- [2] Oumei H, Xuefeng W, Jiangping L, et al. Etiology of community-acquired pneumonia in 1500 hospitalized children [J]. *J Med Virol*, 2018, 90(3): 421-428.
- [3] Chi H, Huang YC, Liu CC, et al. Characteristics and etiology of hospitalized pediatric community-acquired pneumonia in Taiwan [J]. *J Formos Med Assoc*, 2020, 119(10): 1490-1499.
- [4] Larcher R, Boudet A, Roger C, et al. *Mycoplasma pneumoniae* is back! Is it the next pandemic? [J]. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2024, 43(1): 101338.
- [5] Gong C, Huang F, Suo L, et al. Increase of respiratory illnesses among children in Beijing, China, during the autumn and winter of 2023 [J]. *Euro Surveill*, 2024, 29(2): 2300704.
- [6] Nordholm AC, Soborg B, Jokelainen P, et al. *Mycoplasma pneumoniae* epidemic in Denmark, October to December, 2023 [J]. *Euro Surveill*, 2024, 29(2): 2300707.
- [7] Yan C, Xue GH, Zhao HQ, et al. Current status of *Mycoplasma pneumoniae* infection in China [J]. *World J Pediatr*, 2024, 20(1): 1-4.
- [8] Yang B, Zhang W, Gu W, et al. Differences of clinical features and prognosis between *Mycoplasma pneumoniae* necrotizing pneumonia and non-*Mycoplasma pneumoniae* necrotizing pneumonia in children [J]. *BMC Infect Dis*, 2021, 21(1): 797.
- [9] 杨可鑫,潘莉,曾锦清,等.儿童重症肺炎支原体肺炎诊疗建议——中山大学附属第三医院儿童重症肺炎支原体肺炎临床诊疗规范 [J]. *新医学*, 2024, 55(7): 489-496.
Yang KX, Pan L, Zeng JQ, et al. Recommendations for diagnosing and treating severe *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children: clinical practice protocols from the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University [J]. *J New Med*, 2024, 55(7): 489-496.
- [10] Chu C, Wang L, Wu Y, et al. Multidimensional analysis using low-dose computed tomography to evaluate the severity of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children [J]. *Quant Imaging Med Surg*, 2023, 13(3): 1874-1886.
- [11] Huang X, Gu H, Wu R, et al. Chest imaging classification in *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia is associated with its clinical features and outcome [J]. *Respir Med*, 2024, 221: 107480.
- [12] Narita M. Pathogenesis of extrapulmonary manifestations of *Mycoplasma pneumoniae* infection with special reference to

- pneumonia[J]. J Infect Chemother, 2010, 16(3): 162-169.
- [13] 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.
- National Health Commission of the People's Republic of China. Guidelines for the diagnosis and treatment of *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in children (2023 edition)[J]. Int J Epidemiol Infect Dis, 2023, 50(2): 79-85.
- [14] 国家卫生健康委员会人才交流服务中心儿科呼吸内镜诊疗技术专家组, 中国医师协会儿科医师分会内镜专业委员会, 中国医师协会内镜医师分会儿科呼吸内镜专业委员会, 等. 中国儿科可弯曲支气管镜术指南(2018年版)[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2018, 33(13): 983-989.
- Experts Group of Pediatric Respiratory Endoscopy of Talent Exchange Service Center of National Health Commission, Endoscopy Committee of Pediatric Section of Chinese Medical Doctor Association, Pediatric Respiratory Endoscopy Committee of Endoscopists Section of Chinese Medical Doctor Association, et al. Guideline of pediatric flexible bronchoscopy in China (2018 version)[J]. Chin J Appl Clin Pediatr, 2018, 33(13): 983-989.
- [15] Jiang Z, Li S, Zhu C, et al. *Mycoplasma pneumoniae* infections: pathogenesis and vaccine development [J]. Pathogens, 2021, 10(2): 135.
- [16] Bazhanov N, Escaffre O, Freiberg AN, et al. Broad-range antiviral activity of hydrogen sulfide against highly pathogenic RNA viruses[J]. Sci Rep, 2017, 7: 41029.
- [17] Lee E, Kim CH, Lee YJ, et al. Annual and seasonal patterns in etiologies of pediatric community-acquired pneumonia due to respiratory viruses and *Mycoplasma pneumoniae* requiring hospitalization in South Korea[J]. BMC Infect Dis, 2020, 20(1): 132.
- [18] Ding S, Wang X, Chen W, et al. Decreased interleukin-10 responses in children with severe *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia[J]. PLoS One, 2016, 11(1): e0146397.
- [19] Klein SL, Jedlicka A, Pekosz A. The Xs and Y of immune responses to viral vaccines[J]. Lancet Infect Dis, 2010, 10(5): 338-349.
- [20] Ocak M, Oz FN, Cinar HG, et al. Clinical and radiologic manifestations of *Mycoplasma pneumoniae* infection in children[J]. Turk J Pediatr, 2022, 64(6): 1031-1040.
- [21] Li M, Wei X, Zhang SS, et al. Recognition of refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia among *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia in hospitalized children: development and validation of a predictive nomogram model [J]. BMC Pulm Med, 2023, 23(1): 383.
- [22] Rudan I, O'Brien KL, Nair H, et al. Epidemiology and etiology of childhood pneumonia in 2010: estimates of incidence, severe morbidity, mortality, underlying risk factors and causative pathogens for 192 countries [J]. J Glob Health, 2013, 3(1): 010401.
- [23] Huang W, Xu X, Zhao W, et al. Refractory *Mycoplasma pneumoniae* in children: a systematic review and meta-analysis of laboratory features and predictors [J]. J Immunol Res, 2022, 2022: 3457892.
- [24] Shinkai M, Rubin BK. Macrolides and airway inflammation in children[J]. Paediatr Respir Rev, 2005, 6(3): 227-235.
- [25] Okada T, Morozumi M, Tajima T, et al. Rapid effectiveness of Minocycline or Doxycycline against Macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* infection in a 2011 outbreak among Japanese children[J]. Clin Infect Dis, 2012, 55(12): 1642-1649.
- [26] Zhao X, Huang X, Huang C, et al. Study on the mechanism of glucocorticoid receptor mitochondrial translocation and glucocorticoid-induced apoptosis in macrophages [J]. Immunopharmacol Immunotoxicol, 2024, 46(4): 482-495.
- [27] Ding G, Zhang X, Vinturache A, et al. Challenges in the treatment of pediatric *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia [J]. Eur J Pediatr, 2024, 183(7): 3001-3011.
- [28] Kato H, Oizumi H, Suzuki J, et al. Thoracoscopic anatomical lung segmentectomy using 3D computed tomography simulation without tumor markings for non-palpable and non-visualized small lung nodules [J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2017, 25(3): 434-441.
- [29] Gong L, Zhang CL, Zhen Q. Analysis of clinical value of CT in the diagnosis of pediatric pneumonia and *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia[J]. Exp Ther Med, 2013, 6(5): 1271-1274.
- [30] Qiu Y, Tang Y, Wang L, et al. Model based on the automated AI-driven CT quantification is effective for the diagnosis of refractory *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia [J]. Sci Rep, 2024, 14: 16172.

(编辑 孙慧兰)