

# 机械辅助排痰在难治性肺炎支原体肺炎患儿中的应用价值

司敏瑞 冯雪 田佳梅 刘思慧 安春燕<sup>(通讯作者)</sup>

宁夏回族自治区人民医院

DOI:10.12238/bmtr.v7i6.17024

**[摘要]** 目的：探讨机械辅助排痰在难治性肺炎支原体肺炎 (RMPP) 患儿中的应用价值。方法：本试验选取 2022 年 1 月 31 日至 2023 年 6 月 30 日期间的 RMPP 患儿作为对照组，给予肺康复训练护理；2023 年 7 月 1 日至 2024 年 1 月 31 日期间的患儿作为观察组，在对照组基础上联合机械辅助排痰，观察分析两组患者临床症状缓解时间，在干预前和干预后检测呼吸功能炎症指标变化。结果：观察组症状缓解时间较对照组缩短 ( $P<0.05$ )。观察组干预后潮气量 ( $V_t/kg$ )、达峰时间比 (TPTEF/TE)、达峰容积比 (VPTEF/VE) 指标增幅大于对照组 ( $P<0.05$ )。观察组患儿干预后血清 C 反应蛋白 (CRP)、白细胞介素-6 (IL-6)、肿瘤细胞坏死因子- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )、乳酸脱氢酶 (LDH)、淀粉样蛋白 (SAA) 水平降幅较对照组更显著 ( $P<0.05$ )。结论：临床对 RMPP 患儿采用机械辅助排痰结合肺康复训练能改善症状，提升呼吸功能，减轻机体炎症反应。

**[关键词]** 难治性支原体肺炎；机械辅助排痰；肺康复训练；儿童

中图分类号：R473.7 文献标识码：A

## To Explore the Application Value of Mechanical Assisted Sputum Excretion in Children with Refractory Mycoplasma Pneumoniae Pneumonia

Minrui Si, Xue Feng, Jiamei Tian, Sihui Liu, Chunyan An<sup>(Corresponding Author)</sup>

People's Hospital of Ningxia Hui Autonomous Region

**[Abstract]** To explore the application value of mechanically assisted sputum excretion in children with refractory Mycoplasma pneumoniae pneumonia (RMPP). Methods In this trial, children with RMPP from January 31, 2022 to June 30, 2023 were selected as the control group and given pulmonary rehabilitation training nursing; the children from July 1, 2023 to January 31, 2024 were selected as the observation group and were given mechanical assisted sputum excretion on the basis of the control group, the remission time of clinical symptoms was observed and analyzed in the two groups, and the changes of inflammatory indicators of respiratory function were detected before and after the intervention. Results: The symptom relief time in the observation group was shorter than that in the control group ( $P<0.05$ ). After intervention, the increases of tidal volume ( $V_t/kg$ ), ratio of time to peak tidal volume (TPTEF/TE), and ratio of volume to peak tidal volume (VPTEF/VE) in the observation group were greater than those in the control group ( $P<0.05$ ). The levels of serum C-reactive protein (CRP), interleukin-6 (IL-6), tumor cell necrosis factor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), lactate dehydrogenase (LDH), and amyloid protein (SAA) in the observation group decreased more significantly than those in the control group ( $P<0.05$ ). Conclusion Mechanically assisted expectoration combined with pulmonary rehabilitation training can improve symptoms, respiratory function and inflammatory response in children with RMPP.

**[Key words]** Refractory mycoplasma pneumonia; Mechanical assistance in sputum excretion; Pulmonary rehabilitation training; Children

### 引言

难治性肺炎支原体肺炎 (Refractory mycoplasma

pneumoniae pneumonia, RMPP) 是肺炎支原体肺炎 (Mycoplasma pneumoniae pneumonia, MPP) 经大环内脂类

抗生素治疗 $\geq 7$ 天仍存在持续发热，临床征象或肺部影像学持续加重的患儿。近几年，RMPP发生率呈升高趋势，在MMP中发生率约10%<sup>[1]</sup>。RMPP的发病机制尚未完全阐明，可能与患者的免疫反应、肺炎支原体（*Mycoplasma pneumoniae*, MP）耐药、MP载体量过多等因素有关<sup>[2]</sup>。强化抗生素、免疫调节法能控制RMPP患儿病情，但由于其病程长，对患儿肺功能造成不良影响，不利于预后，因此，给予积极治疗及护理是改善预后的关键。常规护理方法单一，作用有限。既往临床研究已经肯定了肺康复训练能使重症肺炎患者获益<sup>[3]</sup>。在RMPP治疗当中，清除呼吸道分泌物、改善和恢复肺通气功能是减少继发感染，控制并发症的有效途径。机械排痰通过持续、稳定模拟人工叩击震动排痰，能取得较好的排痰效果。但目前鲜少用于RMPP中，鉴于此，本研究将机械辅助排痰与肺康复训练联合应用于RMPP中，并观察了临床症状、肺功能、呼吸功能和血清炎症指标变化，以此客观评估其效果。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

#### 1.1.1 一般资料

将2022年1月31日至2023年6月30日期间的确诊为难治性肺炎支原体肺炎的患儿作为对照组，2023年7月1日至2024年1月31日期间的患者作为观察组，假定以总有效率为临床主要疗效指标，根据既往研究获得两组总有效率为96%和81%<sup>[4]</sup>，试进行样本量估算，根据两组率代入公式
$$n_c = \frac{[\pi_t(1-\pi_t)/k + \pi_c(1-\pi_c)](\mu_1 - \alpha + \mu_1 - \beta)^2}{(\pi_t - \pi_c)^2}$$
，计算出对照组病例67例，按照1:1比例分配，观察组67例。对照组中，2例患儿因依从性差脱落，最终病例65例，其中男35例，女30例；年龄5~10（7.52 $\pm$ 1.21）岁，病程9~14（11.50 $\pm$ 2.19）d；发热峰值37.8~40.2（39.03 $\pm$ 0.82） $^{\circ}\text{C}$ 。观察组中，2例患儿因无法耐受机械振动辅助排痰退出，2例患儿家属自愿退出研究，最终病例63例，其中男36例，女27例；年龄5~11（8.02 $\pm$ 1.35）岁，病程7~13（10.98 $\pm$ 2.07）d；发热峰值38.1~39.8（38.95 $\pm$ 0.93） $^{\circ}\text{C}$ 。两组RMPP患儿一般资料对比，差异不显著（ $P > 0.05$ ）。本试验符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》原则，经伦理审查委员会批准。

#### 1.1.2 纳入标准

①符合《儿童肺炎支原体肺炎诊疗指南（2023年版）》<sup>[5]</sup>中RMPP诊断标准；②对症治疗7d以上患儿病情仍无好转；③年龄5~12岁；④可配合呼吸功能及肺功能检测患儿；⑤患儿监护人对研究知情，并能配合完成相关检查，签署知情同意书。

#### 1.1.3 排除标准

①合并影响肺功能的其他呼吸系统疾病；②合并全身感染性疾病；③呼吸机辅助通气；④入组前7d使用过免疫抑制剂患儿；⑤存在喘息病史；⑥合并先天性疾病；⑦既往有胸部手术治疗或肺叶切除病史。

#### 1.1.4 脱落标准

①操作期间因无法耐受机械振动辅助排痰治疗；②依从性极差，难以继续接受护理干预；③患儿家属要求退出研究。

## 1.2 方法

对照组患儿接受肺康复训练，方法如下：（1）组建肺康复训练小组：由1名护士长，1名N2级以上责任护士及若干护理人员组成，护士长和责任护士对护理人员进行专科培训，并进行理论和技能考试，合格后进行肺康复训练指导。

（2）肺康复训练：①缩唇呼吸：让患儿保持放松，采用站位或坐位，用鼻腔深吸气至最大限度，吸气时保持腹部膨隆，屏息3s后，使胸部膨隆至极限，口唇以吹口哨状缓慢呼气，训练过程中，护理人员向患儿示范，患儿在护理人员引导下完成训练，每次训练时长10min，每日训练3~5次。②腹式呼吸：让患儿保持放松，引导患儿经鼻腔缓慢吸气，并达到最大限度后屏息3s，然后经口腔慢慢呼气，并收缩腹部，每次训练时间保持15min，每日训练4次。③吸气阻力训练：护理人员借助深呼吸训练器指导患儿进行训练，在患儿耐受情况下，由每次3~5min延长至5~10min，并在训练后指导患儿正确咳嗽，促进排痰。④运动训练：患儿在呼吸平稳状况下，指导患儿平地步行、逐渐加快步速；在深呼吸基础上，进行上臂上抬、扩胸、弯腰等运动，每次训练2~3min，每日训练2~3次。上述肺康复训练过程中，密切关注患儿神态、面色等情况，若有不适及时停止训练。⑤抱枕体操：护理人员协助患儿双手抱住软枕，平静深吸一口气，令上身略微前倾，指导患儿内收腹壁，收缩腹肌后主动咳嗽，尽量引导患儿咳嗽3次，缩唇排除剩下气体；静息片刻后再重复1次，为防止患儿出现恶心，不在饮水、进食后训练，每次训练5min，每日4次。

观察组在肺康复训练基础上予以机械辅助排痰，仪器选择济南齐佳医疗器械有限公司的PT-400QJ型小儿充气背心排痰仪，辅助患儿保持坐位或半卧位，穿戴好适合患儿体型的充气背心，将系带松紧度调节到合适程度，排痰背心与患儿心口的距离保持三指为佳，连接管路后将开关打开，调节频率为1~25Hz，压力控制在1~40mmHg（1mmHg=0.133kPa），排痰过程中密切关注患儿反应，若有不适立即停止，并告知医生。排痰时间为10~15min，每天2次。于患儿餐前1h或餐后2h实施。

表1 两组临床症状缓解时间比较 ( $\bar{x} \pm s, d$ )

组别	例数	发热	肺部啰音	咳嗽咳痰	喘息
观察组	63	2.21±0.43	4.06±1.13	4.92±1.65	3.83±0.53
对照组	63	3.85±0.61	6.39±1.36	6.06±1.78	5.84±0.71
t		17.987	10.786	3.845	18.569
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表2 两组干预前后 Vt/kg、TPTEF/TE、VPTEF/VE 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	时间	Vt/kg(ml/kg)	TPTEF/TE(%)	VPTEF/VE(%)
观察组(n=63)	干预前	6.15±1.08	19.86±5.37	21.67±7.15
	干预后	8.86±1.46*#	42.69±5.95*#	46.29±7.54*#
对照组(n=63)	干预前	6.04±1.02	19.94±5.46	21.75±7.22
	干预后	7.21±1.27*	31.28±5.74*	34.68±7.31*

注: \*表示与干预前对比, \*P<0.05; #表示与干预后(对照组)对比, #P<0.05。

表3 两组干预前后 CRP、IL-6、TNF- $\alpha$ 、LDH、SAA 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	时间	CRP(mg/L)	IL-6(pg/mL)	TNF- $\alpha$ (pg/mL)	LDH(U/L)	SAA(mg/L)
观察组(n=63)	干预前	41.61±5.59	16.89±0.70	16.84±2.37	429.54±31.86	116.84±11.67
	干预后	9.04±4.17*#	7.42±0.36*#	4.16±0.51*#	329.34±25.15*#	42.67±10.80*#
对照组(n=63)	干预前	41.72±5.62	16.95±0.73	16.79±2.26	429.67±31.89	116.92±11.73
	干预后	13.51±4.71*	10.38±0.44*	9.34±0.72*	353.76±27.04*	51.37±11.65*

注: \*表示与干预前对比, \*P<0.05; #表示与干预后(对照组)对比, #P<0.05。

### 1.3 观察指标

(1) 临床症状缓解时间: 记录发热时间、肺部啰音消失时间、咳嗽咳痰持续时间、住院时间。(2) 呼吸功能检测: 分别在干预前后进行一次呼吸功能和肺功能检测, 采用捷斯特 801 肺功能仪检测, 清除患儿鼻咽分泌物。患儿口服水合氯醛 0.5~0.7mg/kg, 患儿保持仰卧, 颈部略微向后伸展, 保持上呼吸道通畅, 将连接流速仪的弹性面罩放置在患儿口鼻上, 调整面罩, 避免气体泄漏; 检测潮气量 (Vt/kg)、达峰时间比 (TPTEF/TE)、达峰容积比 (VPTEF/VE)。(3) 炎症指标: 分别在干预前后检测 1 次, 抽取患儿空腹肘静脉血 4mL, 分置为 2 管, 一管以转速 3500r/min 离心 10min,

取上清液, 置入-80C 冰箱保存。用酶联免疫吸附试验检测 2 组患儿反应蛋白 (CRP)、白细胞介素-6 (IL-6)、肿瘤坏死因子- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )、淀粉样蛋白 (SAA); 另一管采用肝素抗凝, 用日立 7600 型全自动生化分析仪检测乳酸脱氢酶 (LDH) 水平。

### 1.4 统计学分析

采用 IBM SPSS 24.0 软件进行数据统计分析。计量资料以均数±标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 计数资料以例数和 (或) 构成比 (%) 描述; 符合正态分布的计量资料采用 t 检验, 计数资料均采用卡方 ( $\chi^2$ ) 检验, P<0.05 为差异有统计学意义, P<0.01 表示差异有显著性统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床症状对比

观察组发热、肺部啰音、咳嗽咳痰、喘息缓解时间与对照组相比更短, 组间比较, 经检验差异显著 (P<0.05)。见表 1。

### 2.2 呼吸功能对比

两组患儿干预前 Vt/kg、TPTEF/TE、VPTEF/VE 相似 (P>0.05); 两组干预后上述指标均较干预前升高 (P<0.05); 且观察组干预后 Vt/kg、TPTEF/TE、VPTEF/VE 增幅较对照组大 (P<0.05), 见表 2。

### 2.3 血清炎症指标对比

两组患儿干预前 CRP、IL-6、TNF- $\alpha$ 、LDH、SAA 指标相似 (P>0.05); 两组干预后炎症指标下降 (P<0.05); 且观察组干预后 CRP、IL-6、TNF- $\alpha$ 、LDH、SAA 与对照组相比更低, 组间对比, 经检验有显著差异 (P<0.05), 见表 3。

## 3 讨论

肺康复训练作为临床常见的一种综合性辅治手段, 在成人慢性呼吸道疾病中广泛应用且取得了良好效果<sup>[6]</sup>。研究表明, RMPP 患儿气道内痰液聚集为细菌繁殖提供了条件, 可造成感染加重, 甚至堵塞呼吸, 影响呼吸功能障碍, 严重者甚至诱发肺气肿、肺不张等并发症<sup>[7]</sup>。因此, 清除患儿气道痰液, 解除气道堵塞对 RMPP 患儿康复有积极作用。

本研究结果中, 观察组患儿发热、肺部啰音、咳嗽咳痰、喘息缓解时间均明显短于对照组, 说明肺康复训练能减轻 RMPP 患儿临床症状, 与此同时, 两组患儿干预后 Vt/kg、TPTEF/TE、VPTEF/VE 均显著提高, 且观察组上述肺功能指标增幅较对照组明显。Vt/kg、TPTEF/TE 和 VPTEF/VE 是反映呼吸功能的指标, Vt/kg 能反映大气道阻塞情况, 并以此判断是否存在限制性通气功能障碍; TPTEF/TE 和 VPTEF/VE 是反映小气道阻塞情况的指标。张冬艳等<sup>[8]</sup>研究结果显示, 与健康儿童比较, 重症 MPP 患儿 Vt/kg、TPTEF/TE、VPTEF/VE 指标下降明显, 经抗感染、止咳化痰及改善呼吸

功能等药物治疗后, Vt/kg、TPTEF/TE、VPTEF/VE 提升明显; 进一步分析发现, 患儿以上呼吸功能指标与临床预后呈负相关。可见, 重症 MPP 患儿存在呼吸功能下降, 且呼吸功能越差的患儿治疗效果越不理想。据此可推测改善 RMPP 患儿呼吸功能对促进其康复有积极作用。本研究结果中, 在肺康复训练基础上, 加用机械辅助排痰在改善患儿呼吸功能方面更有优势。考虑原因是肺康复训练中的呼吸训练能提升膈肌、呼吸肌肌力及耐力, 增强胸廓的扩张程度, 有利于肺泡内前列腺素和肺表面活性物质的释放, 间接减少气道阻力, 增加潮气量; 在此基础上, 联合机械辅助排痰可利用物理高低频振荡从垂直、水平方向对患者进行周期性排痰操作, 促进痰液排出, 解除气道堵塞, 降低气道阻力, 提高呼吸道和肺的顺应性, 间接改善呼吸功能。

RMPP 发病机制尚未完全明确, 过度炎症反应被认为是其主要原因之一, 诸多炎症细胞因子参与了疾病发生、发展<sup>[9]</sup>。研究表明, CRP 与痰标本中 MP-DNA 载量呈正相关, 肺组织损伤越严重, CRP 水平越高<sup>[10]</sup>。SAA 是机体受到感染、炎症刺激等情况时, 在炎症反应疾病中具有较高的敏感性<sup>[11]</sup>。研究表明, 与健康儿童比较, 普通 MPP 和 RMPP 患儿血清 LDH 呈高表达, 且 RMPP 患儿血清 CRP 与 LDH 呈正相关<sup>[12]</sup>。本研究结果中, 观察组干预后 CRP、IL-6、TNF- $\alpha$ 、LDH、SAA 指标降幅大于对照组, 提示在肺康复训练基础上联合机械辅助排痰能进一步降低 RMPP 患儿炎症指标水平, 分析原因是机械辅助排痰通过促进痰液排出, 能最大程度地避免病原微生物的繁殖, 改善肺部改善情况, 从而降低机体炎症反应。李文珂<sup>[13]</sup>研究结果证实, 在人工排痰基础上联合机械辅助排痰, 能显著改善支气管肺炎患儿临床症状及肺部感染状况, 降低血清炎性指标, 这与本研究结果相符。本研究尚存一定局限性, 如小年龄段患儿因理解能力和配合度有所欠缺, 难以完成有效的自主呼吸训练; 另一方面, 机械排痰通过借助高频振动促使痰液排出, 噪音较大, 可能导致部分低龄患儿不耐受, 故该训练方法更适用于大年龄段儿童。

综上所述, 机械辅助排痰联合肺康复训练能有效缓解 RMPP 症状, 改善呼吸功能, 降低炎症指标水平, 其在 RMPP 患儿中有较大潜在应用价值, 但在实际应用仍需克服多方面的挑战。未来, 随着对肺康复训练的进一步研究, 可选取大龄段儿童作为样本进行研究, 并采用游戏化训练、引导家长辅助参与、借助卡通动画及可视化工具等方式, 帮助患儿更好地理解, 提高参与积极性和训练效果, 相信其在 RMPP 患儿中的应用将会得到更广泛的认可和推广, 进而为患儿的全面康复提供更为有效的支持。

#### [参考文献]

[1]成桂兰, 徐贝雪, 贾林. 难治性肺炎支原体肺炎患儿闭

塞性细支气管炎发生的影响因素及其预测价值[J]. 中国当代儿科杂志, 2024, 26(11): 1182-1186.

[2]锡霞, 朱雪. 利妥昔单抗治疗难治性肺炎支原体肺炎患者的临床研究[J]. 中国临床药理学杂志, 2020, 36(305): 224-226.

[3]张嵘, 王艳红, 刘晶, 等. 基于 eCASH 理念的进阶式肺康复护理在重症肺炎机械通气病人中的应用[J]. 护理研究, 2023, 37(13): 2428-2431.

[4]乔英琴, 莫运波, 余浩, 等. 支气管肺泡灌洗联合甲泼尼龙琥珀酸钠辅助治疗难治性肺炎支原体肺炎疗效及对肺功能的影响[J]. 儿科药学杂志, 2024, 30(5): 44-47.

[5]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.

[6]韩雪婷, 周婷, 林年年, 等. 呼吸功能训练在肺炎支原体肺炎患儿肺康复中的效果[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(24): 5719-5721.

[7]李文珂. 人工叩背排痰法联合机械辅助排痰法对支气管肺炎患儿临床症状的影响[J]. 山西医药杂志, 2024, 53(22): 1748-1752.

[8]张冬艳, 李桂新, 孙鸿安, 等. 肺功能改变与重症支原体肺炎患儿远期预后的相关性研究[J]. 临床和实验医学杂志, 2016, 15(19): 1883-1886.

[9]赵启君, 刘莉莉, 王永军, 等. 早期呼吸康复训练在难治性支原体肺炎患儿中的应用效果[J]. 中国妇幼保健, 2023, 38(12): 2196-2199.

[10]邹映雪. 肺炎支原体肺炎炎症指标异常的临床意义[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2021, 36(16): 1209-1214.

[11]王星, 刘辉, 庞辉, 等. 血清 SAA、YKL-40 及 SP-A 的联合检测对小儿难治性肺炎支原体肺炎的预测价值分析[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(7): 1309-1314.

[12]倪春燕, 王建军, 李美丽. HMGB1、GM-CSF、CRP、LDH 在难治性肺炎支原体肺炎患儿中的表达及相关性研究[J]. 实用预防医学, 2022, 29(7): 874-876.

[13]李文珂. 人工叩背排痰法联合机械辅助排痰法对支气管肺炎患儿临床症状的影响[J]. 山西医药杂志, 2024, 53(22): 1748-1752.

#### 作者简介:

司敏瑞(1984-), 女, 汉, 宁夏回族自治区银川市, 本科学历, 宁夏回族自治区人民医院, 护士长, 研究方向为儿科护理精细化发展。

安春燕(1982-), 女, 汉, 宁夏回族自治区银川市, 本科学历, 宁夏回族自治区人民医院, 护士长, 研究方向为 NICU 支持性发展照顾。