

岩盐气溶胶治疗对尘肺病患者气道廓清功能及生活质量的改善作用研究

周亚畅*, 马京华, 高 月, 王卓坤, 盖晓倩

长春市第二医院 吉林长春

【摘要】目的 研究岩盐气溶胶疗法治疗尘肺患者的气道清除功能以及其提高生活品质的作用价值, 在临床中可以用于非药物疗法方面的治疗手段选择。**方法** 选择 2025 年 3 月-2026 年 3 月在我院的职业病科住院的尘肺患者 96 人, 随机分成对照组、观察组各 48 人, 对照组接受常规药物治疗和肺部功能锻炼, 观察组在此基础上加用岩盐气溶胶吸入治疗, 两个组的疗程都设定为 12 周。对比两组病人治疗前后的气道排痰功能参数(第 1 秒用力呼气量 FEV_1 、用力肺活量 FVC、mucociliary clearance 黏液纤毛清除速率)、痰液流变学特征指标(痰液黏稠度、弹性系数)、生活质量评估指标(圣乔治呼吸问卷 SGRQ、改良英国医学研究委员会呼吸困难量表 mMRC)。**结果** 经过 12 周的治疗, 观察组 FEV_1 、FVC 都明显大于对照组($P < 0.05$), 气道内黏液纤毛清除速率明显提高, 痰液黏稠度以及纤维弹性系数均小于对照组($P < 0.05$)。SGRQ 总分及其各个方面的评分均明显低于对照组, mMRC 分级分布也远远高于对照组(均 $P < 0.05$)。**结论** 岩盐气溶胶疗法可以明显改善尘肺病患者呼吸道清理功能, 使痰液变得更加容易咳出, 缓解呼吸急促的症状, 从而极大的提高患者的生存质量, 有着广泛的临床应用前景。

【关键词】 岩盐气溶胶; 尘肺病; 气道廓清; 痰液流变学; 生活质量

【收稿日期】 2026 年 6 月 10 日

【出刊日期】 2026 年 7 月 13 日

【DOI】 10.12208/j.ijcr.20260326

Study on the improvement effect of rock salt aerosol therapy on airway clearance function and quality of life in patients with pneumoconiosis

Yachang Zhou*, Jinghua Ma, Yue Gao, Zhuokun Wang, Xiaolian Gai

Changchun Second Hospital, Changchun, Jilin

【Abstract】Objective To study the effect of rock salt aerosol therapy on the airway clearance function and quality of life of patients with pneumoconiosis, and to explore its value in clinical non-drug therapy selection. **Methods** From March 2025 to March 2026, 96 patients with pneumoconiosis who were hospitalized in the occupational disease department of our hospital were selected and randomly divided into a control group and an observation group, with 48 patients in each group. The control group received conventional drug treatment and pulmonary function exercises, while the observation group was additionally treated with rock salt aerosol inhalation therapy. The treatment course for both groups was set at 12 weeks. The airway expectoration function parameters (forced expiratory volume in one second FEV_1 , forced vital capacity FVC, mucociliary clearance rate), rheological characteristics of sputum (sputum viscosity, elastic coefficient), and quality of life assessment indicators (St. George's Respiratory Questionnaire SGRQ, Modified British Medical Research Council Dyspnea Scale mMRC) of the two groups before and after treatment were compared. **Results** After 12 weeks of treatment, FEV_1 and FVC in the observation group were significantly greater than those in the control group ($P < 0.05$), the mucociliary clearance rate in the airway was significantly improved, and the sputum viscosity and fiber elasticity coefficient were lower than those in the control group ($P < 0.05$). The total score of SGRQ and its various aspects were significantly lower than those in the control group, and the distribution of mMRC grades was much higher than that in the control group (all $P < 0.05$). **Conclusion** Rock salt aerosol therapy can significantly improve the airway clearance function of patients with pneumoconiosis, make sputum easier to be coughed out, relieve the symptoms of shortness of breath, and greatly improve the quality of life of patients, with broad clinical application prospects.

*通讯作者: 周亚畅

【Keywords】Rock salt aerosol; Pneumoconiosis; Airway clearance; Sputum rheology; Quality of life

尘肺病系因长期吸入生产性粉尘并沉积在肺部而导致的一种以上皮下广泛的肺间质纤维化为特征性的职业性肺疾病,是我国发病率最高、危害最大的职业病之一^[1]。尘肺病人肺组织持续性纤维化引起呼吸道防御机能破坏,粘液分泌过度并变得粘稠不易排出,纤毛摆动逐渐丧失,排痰能力显著降低^[2]。这种病理变化不但引起频繁的感染以及渐进性的呼吸功能障碍,而且使患者长期处于咳痰、胸闷、体力活动受限的痛苦状态之中,其生活质量和健康状况受损害的程度极大^[3]。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2025 年 3 月-2026 年 3 月在我院职业病科住院治疗的尘肺病患者的 96 例病例。入组条件:依据国家职业卫生行业标准《职业性尘肺病的诊断》(GBZ 70-2015)诊断标准通过职业病诊断机构被诊断为壹期或贰期尘肺病;年龄在 40 到 75 岁之间,临床症状平稳,近四周内未出现急性发作;有一定的咳嗽排痰的能力,并能接受肺功能测定以及问卷填写;签署同意书并且愿意参加此次研究;剔除条件:合并有活动性的肺结核、支扩或者其它严重的肺部感染病史;合并有严重的心脑血管疾病、肾功能衰竭、恶性肿瘤病史。有高浓度盐雾环境下不能适应或者严重的高血压病者(收缩压 $\geq 180\text{mmHg}$ 、舒张压 $\geq 110\text{mmHg}$);不配合者或是中途放弃参加治疗者。

经随机数字表法将 96 名患者分配为对照组及观察组各 48 人。两组患者的年龄、性别、工龄以及尘肺分期及基础肺功能水平等特征对比均无显著性差异($P>0.05$),可以相互比较。

1.2 治疗方案

对照组采取常规综合性治疗:N-乙酰半胱氨酸(600mg 口服,每日 2 次),祛痰,必要时雾化吸入布地奈德与特布他林,进行呼吸操,有效咳痰,行走训练等规范化的肺康复训练,每天 30min,每周 5 次。

观察组在对照组治疗的基础上,增加岩盐气溶胶吸入疗法。方法是用岩盐气溶胶治疗仪(江苏春帆生物科技有限公司, YQ-S101),把岩盐配料研磨成 1-5 μm 直径的岩盐气溶胶粒子,以恒定量 3-10 mg/m^3 浓度吸入治疗,病人每次治疗时长为 30min,每周治疗五次,连续治疗 12 周,总共是 60 次,在整个治疗期间对病人心率、血氧饱和度以及病人主观感觉都做详细的监测,如果出现胸闷、呛咳等不良反应时立即停止并记录。

1.3 观察指标

气道廓清功能指标:利用肺功能仪分别在诊治开始时与治疗 12 周末对 FEV_1 (第 1 秒用力呼气量)、FVC(用力肺活量)、 FEV_1/FVC 比值进行测定;用糖精试验法测定黏液纤毛清除速率(MCC)。痰液流变学指标:采集病人早晨深部咳痰样本,在锥板旋转黏度计上测定痰液表观黏度(η ,单位: $\text{mPa}\cdot\text{s}$)及弹性模量(G' ,单位:Pa)。生活质量评定:以圣乔治呼吸问卷(SGRQ)评价患者症状、活动以及疾病的影响 3 个方面的水平,分数越高说明生活质量越低;用改良版英国医学研究委员会呼吸困难量表(mMRC)进行呼吸困难严重程度测量,分为 0~4 级。

1.4 统计学方法

通过 SPSS 26.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料用均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较使用独立样本 t 检验,组内治疗前后的比较使用配对 t 检验;计数资料使用百分率(%)表示,组间比较使用卡方检验;等级资料比较应用 Mann-Whitney U 检验。以 $P<0.05$ 表明差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组治疗前后各项指标比较

在治疗之前,两组病人肺功能测定值及痰液流变学指标和生活质量评分之间的比较也不存在统计学上的不同($P>0.05$)。经 12 周的正规治疗以后,实验组各个指标与治疗前相较均有较为明显的提高,并且相比同阶段治疗组也有较大的优势,均具有统计学意义($P<0.05$),详细数据见表 1。

2.2 结果解读

在气道净化能力上,试验组治疗后的 FEV_1 较治疗前增幅为 29.9%,明显大于对照组 11.3%;粘液纤毛清除率提高幅度(77.4%)也远远超过了对照组的(29.6%),说明岩盐气溶胶对于纤毛活动功能的刺激效果是有较大的现实价值的,在痰液流变力学上,观察组的痰液表观粘度降低率为 28.7%,弹性模量降低为 40.2%,痰液弹性和粘性的改善表明患者的痰液更容易排除出去,这是由于其粘液纤毛清除速度更快而产生的内在联系。生活质量方面,试验组 SGRQ 总评分从 57.2 降到 38.6,减少量达到 32.5%,而对照组只有 13.2%的减少;mMRC 呼吸困难分级大多由 2 级降至 1 级,病人日常生活活动耐力及主观的生活质量都发生了明显的改变,与气道廓清能力的提高有很好的对应关系。

表 1 两组患者治疗前后各项指标比较 (x±s)

指标	对照组治疗前	对照组治疗后	观察组治疗前	观察组治疗后
FEV ₁ (L)	1.42±0.31	1.58±0.28	1.44±0.29	1.87±0.33 [△]
FVC (L)	2.16±0.42	2.31±0.39	2.18±0.40	2.64±0.45 [△]
FEV ₁ /FVC (%)	65.7±7.2	68.3±6.8	65.4±7.5	70.8±6.3 [△]
MCC (mm/min)	4.12±1.05	5.34±1.12	4.09±1.08	7.26±1.34 [△]
痰液表观黏度 η (mPa·s)	312.4±48.6	278.3±43.2	315.1±50.3	224.7±39.8 [△]
痰液弹性模量 G' (Pa)	18.6±4.3	15.2±3.8	18.9±4.5	11.3±3.1 [△]
SGRQ 总分 (分)	56.8±9.4	49.3±8.7	57.2±9.1	38.6±7.5 [△]
mMRC 评级 (中位数)	2 级	2 级	2 级	1 级 [△]

注: [△]表示与本组治疗前比较 P<0.05; [△]表示与对照组治疗后比较 P<0.05。

3 讨论

尘肺病气道清除能力下降的原因比较复杂, 粉尘长时间留在肺部, 不断地刺激肺泡巨噬细胞引起慢性的炎症反应, 大量的炎症介质使得气道内的杯状细胞和粘液腺分泌过多, 而过多的黏蛋白会导致痰液变得非常粘稠, 富有很强的弹性, 另一方面氧化应激和纤维化的发生也影响了气道的上皮细胞, 纤毛细胞的数量减少了, 摆动的速度也变慢了, 整个气管粘液纤毛运输系统的工作效率大大地下降了, 形成了一个恶性循环, 气管里就会长期地有痰积存着细菌也会在里面生长繁殖, 引起了反复性的感染加重肺的破坏这是尘肺病人疾病不断发展的原因之一。因此, 对气道粘液进行调控、改善纤毛摆动能力, 就是改变这个负面的连锁反应的突破口, 岩盐气溶胶治疗方法就是以此为基础^[4]。

岩盐气溶胶具有良好的祛痰作用主要是基于它的渗透压效应以及离子平衡作用综合作用的结果。高纯度的氯化钠微粒沉着在气管粘膜上之后产生局部高渗区域, 靠渗透压的作用使气管平滑肌、粘膜下组织中的水分被推向了管道内面, 增加了气管表面液体层 (airway surface liquid, ASL) 厚度, 降低了覆于纤毛上的粘液层粘滞性, 使之更易于移动, 同时 ASL 厚度的回复直接给纤毛的正常运动提供了物理空间, 纤毛有效的摆动率也得到提高, 粘液的运送速度也随之加快^[5]。而本文的研究组观察到的 MCC 明显增加与以上机制的理论推测也是完全一致的, 而且氯化钠还可以通过上皮钠通道 (ENaC) 的作用进而减少气道表面液体的吸收, 从根源上来保证 ASL 的稳态, 其防护作用更为持久。

在抗炎方面, 岩盐气溶胶的影响也是不容小觑的。高渗盐水环境已经被证明可以抑制多种炎性细胞因子

(例如 IL-6, IL-8, TNF-α) 产生以及减少气道局部中性粒细胞浸润, 所以在一定程度上可以缓解尘肺病患者气道内的慢性炎症水平^[6]。炎症的减轻有利于保护残存的纤毛细胞免受伤害, 同时还有助于降低出现过多的粘蛋白分泌, 这也是为什么我们在实验组发现患者痰液弹性的大幅度降低的原因之一——弹性模量的减小代表着痰液内黏蛋白交联网络结构的松懈, 这是由于炎症导致的高黏液分泌环境被部分恢复的表现^[7]。

就生活质量和质量提高的途径来讲, 本研究呈现一个明确的因果关系链路: 气道清除功能增强使得痰液沉积减少, 气道内阻力下降, 从而直接改善患者的长期咳嗽、气短及活动后气促等症状, SGRQ 各项指标分数共同下降也证实了这点^[8]; 尤其是观察组 SGRQ “活动” 得分变化最大, 同 mMRC 呼吸困难等级的变化相对应, 说明气道清除功能增强直接支持了患者的体力活动耐力情况好转, 在此基础上还带来患者心理状况以及社会交往能力方面的进步, 最终使生活质量得到全面改善。

参考文献

[1] 张蕊.岩盐气溶胶疗法治疗尘肺病患者的效果[J].中国民康医学,2025,37(11):40-42+46.

[2] 梁少辉.岩盐气溶胶疗法对尘肺合并 COPD 患者生存质量的影响[J].中国疗养医学,2024,33(12):48-51.

[3] 张晓梅、陈美玲.岩盐气溶胶治疗老年尘肺患者疗效分析[J].中华老年病研究电子杂志,2021,8(02):26-29.

[4] 王海涛.岩盐气溶胶疗法对矽肺防治作用研究[D].华北理工大学,2020.

[5] 刘红梅,袁扬,段建勇,等.岩盐气溶胶疗法在尘肺病治疗

- 中短期疗效及生活质量的探讨[J].工业卫生与职业病, 2020,46(02):150-153.
- [6] 胡星,李莉.支气管舒张剂联合岩盐气溶胶对尘肺合并慢阻肺的疗效评价[J].湖南师范大学学报(医学版),2021,18(05):149-152.
- [7] 刘魏,潘健,窦红,等.补肺活血胶囊联合岩盐气溶胶疗法治疗尘肺的临床效果[J].中国医药,2025,20(09):1393-1397.
- [8] 侯婷婷,窦红,鄂文娟,等.岩盐气溶胶治疗尘肺合并慢性阻塞性肺病对患者症状,肺功能,血气分析及气道炎症的影响分析[J].国际临床研究杂志, 2025(8).

版权声明: ©2026 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS