

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.02.014

❖ 临床研究 ❖

支气管镜内生异物取出联合乙酰半胱氨酸雾化吸入对儿童塑型性支气管炎临床疗效及血氧状态的影响

沈勤, 孙炳霞, 王千, 张军, 王佳佳, 李秋侠
(宿迁市第一人民医院儿科, 江苏 宿迁 223800)

【摘要】目的: 探讨支气管镜内生异物取出联合乙酰半胱氨酸雾化吸入对儿童塑型性支气管炎临床疗效及血氧状态的影响。**方法:** 选取 58 例塑型性支气管炎患儿为研究对象, 根据治疗方式不同, 将采用支气管镜内生异物取出治疗的患儿设为异物取出组 ($n=29$); 将采用支气管镜内生异物取出联合乙酰半胱氨酸雾化吸入治疗的患儿设为联合组 ($n=29$)。比较两组患儿临床症状改善情况, 观察支气管镜术后 7 d 两组患儿血氧状态 [动脉血氧分压 (PaO_2)、二氧化碳分压 (PaCO_2)、氧合指数 (OI)]、潮气呼吸肺功能 [呼吸频率 (RR)、每公斤潮气量 (VT)、达峰时间比 (TPTEF/TE)]、血清炎症因子 [白细胞介素 4 (IL-4)、IL-6、肿瘤坏死因子 α (TNF- α)、C 反应蛋白 (CRP)]、T 淋巴细胞亚群 [CD4^+ 、 CD8^+ 、 $\text{CD4}^+/\text{CD8}^+$] 水平变化。**结果:** 联合组咳嗽、肺部湿啰音、气促消失时间及住院总时间均短于异物取出组 ($P < 0.05$); 治疗后, 联合组 PaCO_2 水平低于异物取出组, PaO_2 、OI 水平均高于异物取出组 ($P < 0.05$); RR 水平低于异物取出组, VT、TPTEF/TE 水平均高于异物取出组 ($P < 0.05$); 血清 TNF- α 、IL-4、IL-10、IL-6 水平均低于异物取出组 ($P < 0.05$); T 淋巴细胞 CD4^+ 、 $\text{CD4}^+/\text{CD8}^+$ 水平均高于异物取出组 ($P < 0.05$)。**结论:** 儿童塑型性支气管炎治疗支气管镜内生异物取出联合乙酰半胱氨酸雾化吸入可改善患儿疾病症状、潮气呼吸肺功能, 提高血氧水平, 减轻炎症反应, 调节机体免疫功能。

【关键词】 塑型性支气管炎; 内生异物; 支气管镜; 乙酰半胱氨酸; 血氧状态

【中图分类号】 R725.6 **【文献标志码】** A

Effect of bronchoscopic removal of endogenous foreign bodies combined with acetylcysteine aerosol inhalation on clinical efficacy and blood oxygen status in children with plastic bronchitis

SHEN Qin, SUN Bing-xia, WANG Qian, ZHANG Jun, Wang Jia-jia, LI Qiu-xia
(Department of Pediatrics, Suqian First Hospital, Suqian 223800, Jiangsu, China)

【Abstract】Objective: To investigate the effect of removal of endogenous foreign bodies by bronchoscopy combined with acetylcysteine aerosol inhalation on the clinical efficacy and blood oxygen status of children with plastic bronchitis. **Methods:** A total of 58 children with plastic bronchitis were divided into combined group and foreign body removal group according to different treatment methods, with 29 children in each group. The foreign body removal group was treated with bronchoscopy endogenous foreign body removal, and the combined group was treated with bronchoscopy endogenous foreign body removal combined with acetylcysteine aerosol inhalation. The improvement of clinical symptoms was compared between the two groups. The changes of blood oxygen status [arterial partial pressure of oxygen (PaO_2), partial pressure of carbon dioxide (PaCO_2), oxygenation index (OI)], tidal breathing lung function [respiratory rate (RR), tidal volume per kilogram (VT), peak time ratio (TPTEF/TE)], serum inflammatory factors [interleukin 4 (IL-4), interleukin 6 (IL-6), tumor necrosis factor α (TNF- α), C-reactive protein (CRP)] and T lymphocyte subsets [CD4^+ , CD8^+ , $\text{CD4}^+/\text{CD8}^+$] were observed in the two groups 7 days after bronchoscopy. **Results:** The disappearance time of cough, lung moist rales, shortness of breath and total hospitalization time in the combined group were shorter than those in the foreign body removal group ($P < 0.05$). After treatment, the level of PaCO_2 in the combined group was lower than that in the foreign body removal group, and the levels of PaO_2 and OI were higher than those in the foreign body removal group ($P < 0.05$). The RR level in the combined group was lower than that in the foreign body removal group, and the VT and TPTEF/TE levels were higher than those in the foreign body removal group ($P < 0.05$). The levels of serum TNF- α , IL-4, IL-10 and IL-6 in the combined group were lower than those in the foreign body removal group ($P < 0.05$). The levels of T lymphocyte CD4^+ and $\text{CD4}^+/\text{CD8}^+$ in the combined group were higher than those in the

基金项目: 江苏省宿迁市市级指导性科技计划项目 (Z2019134)

作者简介: 沈勤 (1983 -), 女, 硕士, 副主任医师。E-mail: shenqin2028@163.com

通讯作者: 李秋侠。E-mail: 45004413@qq.com

foreign body removal group ($P < 0.05$). **Conclusion:** Bronchoscopic removal of endogenous foreign bodies combined with acetylcysteine aerosol inhalation in the treatment of plastic bronchitis in children can improve the symptoms of children, improve tidal breathing lung function, increase blood oxygen level, reduce inflammatory reaction and regulate immune function.

【Key words】 Plastic bronchitis; Endogenous foreign matter; Bronchoscopy; Acetylcysteine; Blood oxygen state

塑性性支气管炎患儿因内生性气管支气管树样管型阻塞支气管引发肺组织通气障碍,疾病可导致呼吸窘迫,严重时甚至危及患儿生命安全^[1]。塑性性支气管炎的发生病因尚不十分明确,可由呼吸道感染引起,如流感病毒、肺炎支原体等,也可继发于循环系统疾病,尤其是先天性心脏病患儿 Fontan 术后、单心室矫治术后^[2]。塑性性支气管炎早期往往缺乏特异性表现,疾病进展迅速,易因误诊和漏诊导致治疗延误。随着国内儿童纤维支气管镜在呼吸系统疾病检查中应用的普及,越来越多的儿童塑性性支气管炎病例被检测出。支气管镜不仅可帮助临床医师直接观察到气道堵塞形成的支气管管型,同时还可通过支气管镜灌洗或直接钳出塑形物,从而快速有效解除支气管阻塞状态,改善肺泡通气^[3]。乙酰半胱氨酸在呼吸道疾病治疗中,常用于治疗慢性支气管炎、支气管扩张症、囊性纤维化等疾病,具有痰液稀化、解痉和消炎作用。雾化给药通过雾化器将药物制剂喷成微小颗粒,让患者吸入呼吸道,以实现快速、高效的吸收和作用。对于患有呼吸道疾病的儿童,使用乙酰半胱氨酸雾化给药可以减轻细菌、病毒感染引发的气管黏膜损伤,为后期气管黏膜的修复提供有利条件^[4]。既往以支气管镜取出内生异物,快速缓解塑性性支气管炎患儿呼吸道梗阻的相关研究较多,但对于在支气管镜内生异物取出的

基础上联合乙酰半胱氨酸雾化吸入的应用效果研究较少,且样本量不足。基于此,本研究欲探讨支气管镜内生异物取出联合乙酰半胱氨酸雾化吸入在儿童塑性性支气管炎治疗中的应用效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2020 年 6 月至 2022 年 11 月宿迁市第一人民医院收治的 58 例塑性性支气管炎患儿为研究对象。根据治疗方式不同将采用支气管镜内生异物取出治疗的患儿作为异物取出组($n = 29$);将采用支气管镜内生异物取出联合乙酰半胱氨酸雾化吸入治疗的患儿作为联合组($n = 29$)。两组患儿一般资料无统计学差异($P > 0.05$)。纳入标准:(1)儿童塑性性支气管炎,具行支气管镜术适应症^[5];(2)因感染性肺部疾病引发的塑性性支气管炎;(3)于本院接受支气管镜内生异物取出或支气管镜内生异物取出联合乙酰半胱氨酸雾化吸入治疗。排除标准:(1)有哮喘过敏史或家族中有严重过敏性疾病史;(2)合并免疫、血液系统疾病;(3)合并唇腭裂、气管-食管瘘、食道闭锁等;(4)先天性肺发育不良;(5)非感染性肺部疾病导致的儿童塑性性支气管炎;(6)合并纤维支气管镜禁忌症;(6)对本研究所用药物过敏。本研究经医院伦理委员会审批通过。见表 1。

表 1 两组患儿一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

组别	性别(例)		年龄(岁)	阻塞部位(例)						肺部影像学表现(例)				
	男	女		左主支气管	右主支气管	右上叶	右中叶	左下叶	右下叶	肺不张或实变	胸腔积液	纵膈气肿	气胸	心包积液
联合组($n = 29$)	19	10	4.18 ± 0.89	4	3	6	1	8	7	21	11	4	5	2
异物取出组($n = 29$)	20	9	4.24 ± 0.91	5	2	7	1	7	7	22	10	6	4	1
t/χ^2 值	0.078		0.254	0.455						0.090	0.075	0.483	0.000	0.000
P 值	0.780		0.801	0.994						0.764	0.785	0.487	1.000	1.000

1.2 方法

两组患儿均进行常规对症支持性治疗,包括心电图监测,接受吸入氧气、抗感染疗法以控制可能的感染。同时采取适当措施平衡患儿体内水、电解质和酸碱度。在此基础上,异物取出组给予支气管镜内生异物取出,采用电子支气管镜(视新电子支气管镜,3.1 mm),手术中采用“边麻边进”复合清醒镇静,检查前予静推咪达唑仑 0.1 ~ 0.3 mg/kg(总量 < 10 mg),阿托品 0.01 ~ 0.02 mg/kg,并予利多卡

因局部麻醉。电子支气管镜检查首先进行会厌、声门观察,可予以调整后进入气道,重点检查病变部位。找到塑形物后,以细胞刷反复刷洗,并配合生理盐水予以灌洗,注意患儿经皮动脉血氧饱和度、心率改变。痰栓松动后,纤维支气管镜抵近塑形物,负压持续吸引拉出。联合组给予支气管镜内生异物取出联合乙酰半胱氨酸雾化吸入,支气管镜内生异物取出操作同异物取出组,在此基础上联合给予乙酰半胱氨酸雾化吸入(意大利 Zambon S. p. A 公司),给

药剂量为 0.3 g/次, 2 次/d, 连续给药 7 d。

1.3 观察指标

(1) 临床症状: 比较两组发热、咳嗽、肺部湿啰音、气促等症状消失时间以及住院总时间。(2) 血氧状态: 于治疗前及治疗后(支气管镜术后 7 d) 采集患儿动脉血 1.0 mL, 通过血气分析仪(丹麦, 雷度 ABL9) 测量动脉血氧分压(PaO₂)、二氧化碳分压(PaCO₂)、吸入氧浓度百分比(FiO₂), 计算氧合指数(OI), OI = PaO₂/FiO₂。(3) 潮气呼吸肺功能: 于治疗前及治疗后通过肺功能仪(意大利, COSMED Pony) 检测患儿呼吸频率(RR)、每公斤潮气量(VT)、达峰时间比(TPTEF/TE)。(4) 于治疗前及治疗后采集患儿空腹静脉血 4 mL, 其中 2 mL 采用流式细胞仪(赛默飞, Attune NxT) 检测 T 淋巴细胞亚群水平; 另外 2 mL 室温下 3 000 r/min 离心 10 min, 分离血清, 酶联免疫吸附法测定炎症因子白细胞介素 4(IL-4)、IL-6、肿瘤坏死因子 α(TNF-α)、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP) 水平, 试剂盒购自上海凯博生化试剂有限公司。

1.4 统计学分析

应用 SPSS 23.0 统计学软件进行数据分析。计量资料以($\bar{x} \pm s$) 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; 计数资料以 [*n*

(%)] 表示, 组间比较采用独立样本 χ^2 检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿临床症状改善情况比较

联合组咳嗽、肺部湿啰音、气促消失时间及住院总时间均短于异物取出组(*P* < 0.05); 两组发热消失时间比较, 差异无统计学意义(*P* > 0.05)。见表 2。

表 2 两组患儿临床症状消失时间及住院总时间比较($\bar{x} \pm s, d$)

组别	发热	咳嗽	肺部湿啰音	气促	住院总时间
联合组(<i>n</i> = 29)	2.24 ± 0.52	7.46 ± 1.02	6.40 ± 1.22	4.47 ± 1.08	9.17 ± 1.73
异物取出组(<i>n</i> = 29)	2.39 ± 0.66	8.47 ± 1.14	7.18 ± 1.38	5.29 ± 1.27	10.25 ± 1.91
<i>t</i> 值	0.961	3.556	2.280	2.649	2.257
<i>P</i> 值	0.341	0.001	0.026	0.011	0.028

2.2 两组患儿血氧状态比较

治疗前, 两组患儿血氧指标均无统计学差异(*P* > 0.05)。治疗后, 两组患儿 PaCO₂ 水平较治疗前降低, 且联合组低于异物取出组(*P* < 0.05); PaO₂、OI 水平较治疗前升高, 且联合组高于异物取出组(*P* < 0.05)。见表 3。

表 3 两组患儿血氧状态比较($\bar{x} \pm s, mmHg$)

组别	PaCO ₂		PaO ₂		OI	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
联合组(<i>n</i> = 29)	61.67 ± 7.24	42.85 ± 2.90*	67.46 ± 5.18	86.89 ± 3.24*	258.92 ± 21.87	414.87 ± 28.11*
异物取出组(<i>n</i> = 29)	60.58 ± 6.96	44.78 ± 3.12*	68.26 ± 5.55	84.97 ± 2.93*	261.63 ± 24.06	389.72 ± 30.06*
<i>t</i> 值	0.584	2.440	0.567	2.367	0.449	3.291
<i>P</i> 值	0.561	0.018	0.573	0.021	0.655	0.002

* *P* < 0.05, 与同组治疗前比较。

2.3 两组患儿潮气呼吸肺功能比较

治疗前, 两组患儿潮气呼吸肺功能比较, 差异均无统计学意义(*P* > 0.05)。治疗后, 两组患儿 RR

水平较治疗前降低, 且联合组低于异物取出组(*P* < 0.05); VT、TPTEF/TE 水平较治疗前升高, 且联合组高于异物取出组(*P* < 0.05)。见表 4。

表 4 两组患儿潮气呼吸肺功能比较($\bar{x} \pm s$)

组别	RR (次/min)		VT (mL/kg)		TPTEF/TE (%)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
联合组(<i>n</i> = 29)	38.89 ± 4.14	32.13 ± 3.08*	5.83 ± 0.81	7.88 ± 0.90*	21.23 ± 3.17	29.95 ± 3.22*
异物取出组(<i>n</i> = 29)	39.65 ± 3.76	34.27 ± 3.19*	5.48 ± 0.92	7.24 ± 0.75*	20.81 ± 3.29	27.54 ± 3.60*
<i>t</i> 值	0.732	2.599	1.538	2.942	0.495	2.687
<i>P</i> 值	0.467	0.012	0.130	0.005	0.623	0.010

* *P* < 0.05, 与同组治疗前比较。

2.4 两组患儿血清炎症指标水平比较

治疗前, 两组患儿血清炎症指标水平比较, 差异均无统计学意义(*P* > 0.05)。治疗后, 两组血清

TNF-α、IL-4、IL-6、CRP 水平均较治疗前降低, 且联合组低于异物取出组(*P* < 0.05)。见表 5。

表5 两组患儿血清炎症性指标水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	TNF- α (pg/mL)		CRP (mg/L)		IL-4 (μ g/L)		IL-6 (pg/mL)	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
联合组($n=29$)	31.45 \pm 4.06	11.69 \pm 2.05 *	33.92 \pm 4.14	15.15 \pm 2.77 *	27.02 \pm 4.88	15.20 \pm 3.14 *	55.68 \pm 7.95	25.45 \pm 6.13 *
异物取出组($n=29$)	32.18 \pm 4.27	13.73 \pm 2.81 *	34.46 \pm 5.08	18.78 \pm 3.61 *	28.14 \pm 5.21	18.28 \pm 3.43 *	56.77 \pm 8.93	29.94 \pm 5.09 *
t 值	0.667	3.158	0.444	4.296	0.845	3.567	0.491	3.035
P 值	0.507	0.003	0.659	<0.001	0.402	0.001	0.625	0.004

* $P < 0.05$, 与同组治疗前比较。

2.5 两组患儿外周血 T 淋巴细胞水平比较

治疗前,两组患儿外周血 T 淋巴细胞水平比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。治疗后,两组患儿外周血 T 淋巴细胞 CD4⁺、CD4⁺/CD8⁺ 水平较

治疗前升高,且联合组高于异物取出组($P < 0.05$)。两组外周血 CD8⁺ 水平无统计学差异($P > 0.05$)。见表 6。

表6 两组患儿外周血 T 淋巴细胞水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	CD4 ⁺ (%)		CD8 ⁺ (%)		CD4 ⁺ /CD8 ⁺	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
联合组($n=29$)	33.28 \pm 3.81	39.73 \pm 4.25 *	29.71 \pm 3.60	25.72 \pm 3.02 *	1.12 \pm 0.28	1.54 \pm 0.24 *
异物取出组($n=29$)	32.69 \pm 3.25	36.51 \pm 4.07 *	28.86 \pm 3.94	26.14 \pm 2.81 *	1.13 \pm 0.30	1.40 \pm 0.21 *
t 值	0.634	2.947	0.858	0.548	0.131	2.364
P 值	0.528	0.005	0.395	0.586	0.896	0.022

* $P < 0.05$, 与同组治疗前比较。

3 讨论

塑性性支气管炎在早期易被诊断为重症肺炎,最终需通过支气管镜检查及塑性性异物病理检查诊断,疾病治疗的关键在于通畅气道、塑性物形成抑制,同时予以积极的原发病对症支持治疗,包括抗感染、呼吸支持、抗炎等^[6-7]。

近年来,支气管镜被广泛应用于呼吸系统疾病诊治中,在慢性咳嗽、呼吸道异物、反复呼吸道感染等疾病的诊断与治疗中均发挥了重要作用^[8]。临床为尽快使塑性性黏液栓排出,往往通过支气管镜取出栓子,从而快速缓解症状^[9]。作为还原型谷胱甘肽前体,乙酰半胱氨酸能够减少肺泡中的蛋白酶活性,并促进黏液蛋白的分解,让痰液变稀并容易排出。同时,通过雾化吸入的乙酰半胱氨酸直接作用在病变部位,使痰液中的酸性黏蛋白多肽的二硫键断裂,从而迅速分解黏稠痰液并排出。此外,乙酰半胱氨酸还能刺激气道上皮细胞的纤毛运动,进一步加强痰液清除^[10-11]。

本研究中,联合组患儿临床症状改善情况优于异物取出组,是因为乙酰半胱氨酸雾化吸入加强了黏液的稀释作用,使黏稠的痰液变得稀薄,加强气道清除能力,从而有效改善患儿临床症状^[12]。PaO₂ 可有效反映呼吸功能;PaCO₂ 可衡量肺泡通气水平,反映酸碱平衡呼吸性因素状态;OI 则可反映肺氧合障碍程度。本研究中,治疗后联合组血氧状态改善

优于异物取出组,表明支气管镜内生异物取出后联合应用乙酰半胱氨酸雾化吸入有利于改善塑性性支气管炎患儿血氧状态。塑性性支气管炎患儿通气与换气功能发生障碍,患儿 RR 增快提示机体处于低氧血症状态,通过加强呼吸代偿;VT 潮气量降低则提示发生限制性肺疾病;TPTEF/TE 水平下降提示气道阻塞的发生。本研究中,联合组治疗后 RR、Ti/Te 水平低于异物取出组,VT、TPTEF/TE 水平高于异物取出组,提示联合组乙酰半胱氨酸雾化吸入有利于患儿潮气呼吸肺功能和血清指标的改善。一方面吸入的乙酰半胱氨酸高效将气道分泌物液化并促进其排出,减少痰液的蓄积,增加一氧化氮利用率,促使肺循环微血管扩张,改善肺泡通气,提高组织氧供,改善患儿通气和氧合水平,减轻缺氧导致的组织损伤;另一方面乙酰半胱氨酸雾化吸入促进患儿病原菌转阴,减轻细菌毒素导致的周围组织损害,改善机体氧合。

Monte 等^[13]研究证实,乙酰半胱氨酸可增加 T 淋巴细胞数量,加强巨噬细胞吞噬功能,清除呼吸道上依附的细菌与病毒,发挥抗菌、抗病毒效果。TNF- α 是一种前炎症细胞因子,可启动炎症反应,并直接介导肺泡与气道上皮细胞损伤;CRP 属于非特异性急性时相反应蛋白,介导其他炎症因子的募集和释放^[14];IL-4 介导嗜酸粒细胞迁移,可使气道分泌物增加,黏膜纤毛运动发生紊乱;IL-6 是急性感染早期标志物之一,当外伤、应激、感染发生时可迅速

升高。本研究中,治疗后,联合组血清 TNF- α 、CRP、IL-4、IL-6 水平均低于异物取出组。T 细胞是机体免疫应答调节重要免疫细胞,外周血 T 淋巴细胞计数水平可侧面反映机体免疫功能变化以及健康状态,CD4⁺可辅助 T、B 淋巴细胞免疫应答,抑制细菌繁殖和病毒复制,调节免疫应答,减轻免疫损伤;CD8⁺则可分泌穿孔素、丝氨酸酯酶等杀伤靶细胞,诱导细胞凋亡,CD4⁺、CD8⁺二者比值是细胞免疫功能紊乱评估指标,CD4/CD8 值降低时机体处于免疫抑制,免疫环境紊乱。本研究联合组治疗后 CD4⁺、CD4⁺/CD8⁺水平高于异物取出组,提示患儿免疫功能改善^[15]。乙酰半胱氨酸属强抗氧化剂,可抑制氧化应激,有效清除氧自由基,防止肺泡和气管上皮脂质过氧化损伤,促进单核巨噬细胞的活化,增强其对病原菌的吞噬效应;乙酰半胱氨酸还可通过介导一氧化氮途径参与机体免疫炎症调节,有利于感染控制^[16]。

综上,儿童塑型性支气管炎治疗支气管镜内生异物取出联合乙酰半胱氨酸雾化吸入可改善患儿疾病症状,改善潮气呼吸肺功能,提高血氧水平,减轻机体炎症反应,提高机体免疫功能。

参考文献

[1] Wang L, Wang W, Sun JM, *et al.* Efficacy of fiberoptic bronchoscopy and bronchoalveolar lavage in childhood-onset, complicated plastic bronchitis [J]. *Pediatric Pulmonology*, 2020, 55 (11): 3088 - 3095.

[2] Vézina K, Dipchand AI, Narang I. High-flow nasal cannula for the treatment of life-threatening plastic bronchitis [J]. *Pediatric Pulmonology*, 2020, 55 (4): E1 - E2.

[3] Yuan J, Liu L, Zhou W, *et al.* Plastic bronchitis in a toddler with a history of prematurity [J]. *Pediatric Pulmonology*, 2021, 56 (6): 1793 - 1795.

[4] Fox AN, Nation BE, Autry MT, *et al.* Possible role for acetylcysteine as a treatment for acute liver failure secondary to antitubercular medication use [J]. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 2020, 77 (18): 1482 - 1487.

[5] 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.

[6] Li Y, Williams RJ, Dombrowski ND, *et al.* Current evaluation and management of plastic bronchitis in the pediatric population [J]. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 2020, 130: 109799.

[7] Wang Y, An S. Plastic bronchitis associated with influenza A virus in children with asthma [J]. *The Journal of International Medical Research*, 2021, 49 (12): 3000605211065370.

[8] Roach DJ, Ruangnana K, Fleck RJ, *et al.* Structural lung abnormalities on computed tomography correlate with asthma inflammation in bronchoscopic alveolar lavage fluid [J]. *The Journal of Asthma: Official Journal of the Association for the Care of Asthma*, 2020, 57 (9): 968 - 979.

[9] Huang JJ, Yang XQ, Zhuo ZQ, *et al.* Clinical characteristics of plastic bronchitis in children; a retrospective analysis of 43 cases [J]. *Respiratory Research*, 2022, 23 (1): 51.

[10] 陈建东, 黄立, 陈凯, 等. 莫西沙星注射液联合吸入性乙酰半胱氨酸治疗重症肺炎患者的临床研究 [J]. *中国临床药理学杂志*, 2023, 39 (7): 920 - 923.

[11] Raevens S, Van Campenhout S, Debacker PJ, *et al.* Combination of sivelestat and N-acetylcysteine alleviates the inflammatory response and exceeds standard treatment for acetaminophen-induced liver injury [J]. *Journal of Leukocyte Biology*, 2020, 107 (2): 341 - 355.

[12] 王峰, 肖海励, 王华启. N-乙酰半胱氨酸对慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者的治疗效果及对氧化应激的影响 [J]. *国际呼吸杂志*, 2017, 37 (9): 659 - 662.

[13] Monte AS, Da Silva FER, Lima CNC, *et al.* Sex influences in the preventive effects of N-acetylcysteine in a two-hit animal model of schizophrenia [J]. *Journal of Psychopharmacology*, 2020, 34 (1): 125 - 136.

[14] 冯兴华, 牟建立, 何泽宝. 动脉乳酸清除率联合血清降钙素原对重症社区获得性肺炎患者预后分析 [J]. *中国公共卫生管理*, 2019, 35 (3): 401 - 404.

[15] 牛侠, 陈秀梅, 郑艳会. 吸入性乙酰半胱氨酸肺泡灌洗对重症肺炎患者治疗效果观察 [J]. *首都医科大学学报*, 2021, 42 (6): 950 - 955.

[16] 付伟, 辛丽云, 陈乾华. 乙酰半胱氨酸溶液雾化吸入对 COPD 患者免疫功能及肺功能的影响 [J]. *实用药物与临床*, 2019, 22 (6): 597 - 600.

(收稿日期:2023-09-15

修回日期:2023-11-05)