



DOI: 10.3978/j.issn.2095-6959.2023.221070

## 吸入用N-乙酰半胱氨酸联合布地奈德治疗小儿肺炎的疗效及其对炎症和免疫功能的影响

刘曼, 杨林风, 刘祥蕾

[安徽医科大学附属宿州医院(宿州市立医院)儿童重症医学科, 安徽 宿州 234000]

**[摘要]** 目的: 探究吸入用N-乙酰半胱氨酸(N-acetylcysteine, NAC)联合布地奈德治疗小儿肺炎的疗效及其对炎症和免疫功能的影响。方法: 选取2019年7月至2022年4月安徽医科大学附属宿州医院收治的108例肺炎患儿为研究对象, 按照随机数表法分为对照组( $n=54$ )与观察组( $n=54$ )。对照组吸入治疗用布地奈德, 观察组吸入治疗用NAC+布地奈德。比较2组临床疗效、症状消失时间、治疗前后炎症反应[超敏C反应蛋白(high sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、降钙素原(procalcitonin, PCT)、中性粒细胞与淋巴细胞比值(neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR)]以及免疫功能[免疫球蛋白(immunoglobulin, Ig)A、IgG、IgM]指标水平。结果: 与对照组相比, 观察组临床总有效率显著提高( $92.59\%$  vs  $77.78\%$ ,  $P<0.05$ ); 观察组咳嗽、啰音、喘息症状消失时间均显著变短(均 $P<0.05$ ); 观察组治疗后血清hs-CRP、PCT、NLR及IgA、IgG、IgM水平均显著降低(均 $P<0.05$ )。2组不良反应总发生率比较差异无统计学意义( $11.11\%$  vs  $7.41\%$ ,  $P>0.05$ )。结论: NAC联合布地奈德雾化吸入治疗对小儿肺炎有显著疗效, 可改善患儿临床症状, 减轻炎症反应, 调节免疫功能。

**[关键词]** N-乙酰半胱氨酸; 布地奈德; 小儿肺炎; 炎症; 免疫功能

## Effect of inhaled N-acetylcysteine combined with budesonide in the treatment of infantile pneumonia and its influence on inflammation and immune function

LIU Man, YANG Linfeng, LIU Xianglei

[Department of Pediatric Critical Medicine, Suzhou Hospital Affiliated to Anhui Medical University  
(Suzhou Municipal Hospital), Suzhou Anhui 234000, China]

### ABSTRACT

**Objective:** To investigate the effect of inhaled N-acetylcysteine (NAC) combined with budesonide in the treatment of pediatric infantile and its influence on inflammation and immune function.

收稿日期(Date of reception): 2022-05-25

第一作者(First author): 刘曼, Email: 1912415933@qq.com

通信作者(Corresponding author): 刘曼, Email: 1912415933@qq.com

**Methods:** A total of 108 children with pneumonia admitted to Suzhou Hospital Affiliated to Anhui Medical University from July 2019 to April 2022 were selected as the research objects and randomly divided into a control group ( $n=54$ ) and an observation group ( $n=54$ ). The control group was treated with budesonide inhalation, and the observation group was treated with NAC combined with budesonide inhalation. The clinical efficacy, symptom disappearance time, inflammatory response indexes [high sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), procalcitonin (PCT), neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR)] and immune function [immunoglobulin (Ig) A, IgG, IgM] before and after treatment were compared between the 2 groups.

**Results:** The total effective rate in the observation group was 92.59%, which was significantly higher than 77.78% of the control group ( $P<0.05$ ). The disappearance time of cough, rales, and gasping in the observation group was shorter than that in the control group (all  $P<0.05$ ). After treatment, hs-CRP, PCT, NLR, IgA, IgG, and IgM levels in observation group were lower than those in the control group (all  $P<0.05$ ). There was no significant difference in the total incidence of adverse reactions between the 2 groups (11.11% vs 7.41%,  $P>0.05$ ).

**Conclusion:** The therapeutic effect of aerosol inhalation of NAC combined with budesonide in the treatment of infantile pneumonia is remarkable, which can improve the clinical symptoms, reduce inflammatory response, and regulate immune function.

## KEY WORDS

N-acetylcysteine; budesonide; infantile pneumonia; inflammation; immune function

小儿肺炎是因病毒或细菌等病原体引起的呼吸道感染, 为儿科常见病、多发病, 临床以针对病原体予以抗感染为主要治疗手段<sup>[1]</sup>。但由于小儿气道发育不全、免疫功能较弱, 单用抗菌药物常难以完全控制病情, 因此, 与其他药物联合用药以缓解气道的高反应症状、加速痰液排出的综合治疗方案逐渐成为临床研究的热点<sup>[2]</sup>。雾化吸入可使药物直达病灶, 起效快、用量小, 十分适合在小儿呼吸道疾病中应用<sup>[3]</sup>。布地奈德是具有强效抗炎作用的糖皮质激素类药物, 可通过减少组胺等过敏介质的释放、降低其活性等途径缓解气道的高反应症状<sup>[4]</sup>; 但临床发现, 仍有部分患者疗效欠佳。N-乙酰半胱氨酸(N-acetylcysteine, NAC)是临床常用的抗氧化剂, 具有抗炎、祛痰、抑制弹性蛋白酶等多重作用<sup>[5]</sup>。基础实验<sup>[6]</sup>提示: NAC可通过抗氧化应激作用减轻炎症反应, 减少肺组织损伤, 发挥对肺炎大鼠的保护作用。研究<sup>[7]</sup>发现: NAC可有效保护慢性阻塞性肺疾病(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)患者的肺功能, 缓解其临床症状, 减少疾病急性加重。基于此, 本研究旨在探究NAC联合布地奈德对小儿肺

炎的临床疗效、炎症及免疫功能的影响。

## 1 对象与方法

### 1.1 对象

选择2019年7月至2022年4月安徽医科大学附属宿州医院收治的108例肺炎患儿。纳入标准: 1)符合小儿肺炎诊断标准<sup>[8]</sup>; 2)年龄3~14岁; 3)病程处于急性期; 4)获得患儿及其监护人的知情同意。排除标准: 1)对本研究药物过敏或存在药物配伍禁忌; 2)合并严重肝肾疾病、全身性感染、免疫功能缺陷、先天性心脏病; 3)发育异常或严重营养不良; 4)伴肺结核等其他呼吸系统疾病; 5)重症肺炎。

将入组患儿按照随机数表法分为对照组( $n=54$ )与观察组( $n=54$ ), 分别进行干预和指标检测。研究流程图见图1。本研究为前瞻性、随机对照组试验, 符合医学伦理且通过安徽医科大学附属宿州医院医学伦理委员会审批(审批号: A20222013)。

### 1.2 治疗方法

2组均予以补充电解质、依病原体检查结果抗感

染等进行对症治疗, 视情况予以吸氧。对照组予以布地奈德(2 mL:0.5 mg, AstraZeneca 公司, 国药准字: H20140474)吸入治疗, 每次 0.25 mg, 每日 2 次。观察组予以 NAC(3 mL:0.3 g, ZAMBON 公司, 国药准字: H20150548)+布地奈德吸入治疗, 每次雾化吸入 NAC 0.15 g+布地奈德 0.25 mg, 每日 2 次。2 组均连续治疗 7 d。

### 1.3 观察指标

1)临床症状消失时间。症状包括发热、咳嗽、啰音、喘息等。2)炎症反应指标。于治疗前、治疗 7 d 后检测 2 组血清超敏 C 反应蛋白 (high sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、降钙素原 (procalcitonin, PCT)水平及外周血中性粒细胞与淋巴细胞比值 (neutrophil-to-lymphocyte ratio, NLR)。标本均为空腹外周静脉血, 其中 hs-CRP、PCT 用酶联免疫吸附测定 (enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 检测, 试剂盒购自上海酶联生物科技有限公司; NLR 用全自动血细胞分析仪 (XE-2100, Sysmex Corporation) 检测。3)免疫功能指标。于治疗前、治疗 7 d 后采用比浊法检测 2 组外周血中免疫球蛋白 (immunoglobulin, Ig)A、IgG、IgM 水平。仪器为全自

动特种蛋白分析仪 (BN-II, Siemens)。4)不良反应。记录不良反应发生情况。5)疗效评价。对临床疗效进行 4 级评价。治愈为临床症状全部消失, 肺部 X 线显示阴影完全吸收; 显效为临床症状明显改善, 肺部 X 线显示阴影大部分吸收; 有效为临床症状有一定改善, 肺部 X 线显示阴影部分吸收; 无效为临床症状无改善或加重, 肺部 X 线显示阴影未见吸收或加重。治愈+显效+有效为临床总有效, 计算临床总有效率。临床总有效率=(治愈+显效+有效)/总数×100%。

### 1.4 样本量的计算

参考文献[9], 样本量估算采取两独立样本均数比较, 公式为  $n_1=n_2=2[(t_{\alpha/2}+t_{\beta})s/\delta]^2$ 。当 2 组病例数相等时, 每组例数应不小于 48, 考虑脱落因素(预计脱落率为 10%), 每组至少需纳入 53 例样本。本研究设计为每组病例数各 54 例, 共纳入 108 例。

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 24.0 统计软件进行数据处理。计量资料经 Shapiro-Wilk 法检验满足正态分布, 采用均数±标准差 ( $\bar{x}\pm s$ ) 表示, 以配对  $t$  检验或独立样本  $t$  检验行比较; 计数资料采用例数和百分比表示, 以  $\chi^2$  检验行比较。  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

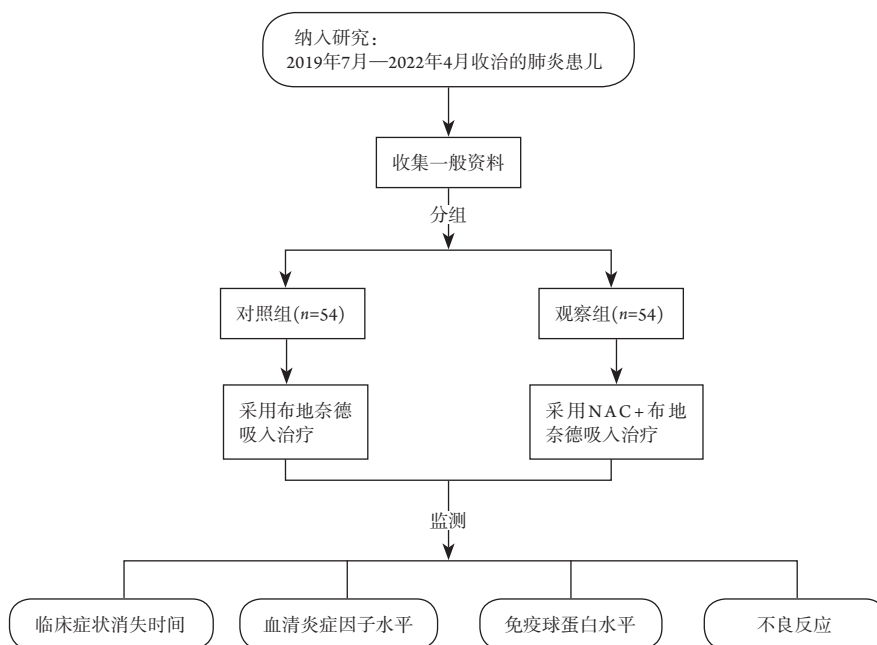


图1 研究流程图

Figure 1 Flow chart of this study

## 2 结果

对照组与观察组均无脱落病例, 所有患儿进入结果分析。

### 2.1 一般资料

与对照组相比, 观察组患儿在性别、年龄、病程、入院时体温分布、疾病类型分布等资料比较上均无明显差异(均  $P>0.05$ , 表1)。

### 2.2 临床疗效

观察组、对照组的临床总有效率分别为92.59%、77.78%, 与对照组相比, 观察组的临床总有效率显著提高( $P<0.05$ , 表2)。

### 2.3 临床症状消失时间

与对照组相比, 观察组患儿咳嗽、啰音、喘息症状消失时间均显著变短(均  $P<0.05$ , 表3); 2组患儿发热症状消失时间比较差异无统计学意义

( $P>0.05$ , 表3)。

### 2.4 炎症反应指标

2组患儿治疗前hs-CRP、PCT、NLR比较差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ , 表4)。2组患儿治疗7 d后, hs-CRP、PCT、NLR水平均明显下降(均  $P<0.05$ , 表4); 且与对照组相比, 观察组hs-CRP、PCT、NLR均显著降低(均  $P<0.05$ , 表4)。

### 2.5 免疫功能指标

2组患儿治疗前IgA、IgG、IgM水平差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ , 表5)。2组患儿治疗7 d后, IgA、IgG、IgM水平均明显下降(均  $P<0.05$ , 表5); 且与对照组相比, 观察组IgA、IgG、IgM水平均显著降低(均  $P<0.05$ , 表5)。

### 2.6 不良反应发生情况

观察组、对照组不良反应总发生率分别为11.11%、7.41%, 组间差异无统计学意义( $P>0.05$ , 表6)。

表1 一般资料比较( $n=54$ )

Table 1 Comparison of general data ( $n=54$ )

组别	性别/例		年龄/岁	病程/d	入院时体温分布/例			疾病类型分布/例			
	男	女			<38 °C	38~39 °C	>39 °C	喘息性	支原体性	病毒性	细菌性
观察组	28	26	8.86±2.05	2.59±0.83	15	27	12	9	26	10	9
对照组	27	27	8.92±2.12	2.60±0.77	14	29	11	10	24	12	8
$t/\chi^2$	0.037		0.149	0.065	0.149			0.373			
$P$	0.847		0.881	0.948	0.928			0.946			

表2 临床疗效比较( $n=54$ )

Table 2 Comparison of clinical efficacy ( $n=54$ )

组别	治愈/[例(%)]	显效/[例(%)]	有效/[例(%)]	无效/[例(%)]	总有效率/%
观察组	18 (33.33)	22 (40.74)	10 (18.52)	4 (7.41)	92.59
对照组	12 (22.22)	17 (31.48)	13 (24.07)	12 (22.22)	77.78
$\chi^2$					4.267
$P$					0.039

表3 临床症状消失时间( $n=54$ ,  $\bar{x}\pm s$ )

Table 3 Disappearance time of clinical symptoms ( $n=54$ ,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	发热/d	咳嗽/d	啰音/d	喘息/d
观察组	3.32±0.77	5.86±1.38	4.89±1.12	3.83±0.85
对照组	3.45±0.81	6.43±1.15	5.50±1.26	4.41±0.94
$t$	0.855	2.332	2.659	3.363
$P$	0.395	0.022	0.009	0.001

表4 炎症指标水平比较( $n=54$ ,  $\bar{x}\pm s$ )Table 4 Comparison of inflammatory indexes ( $n=54$ ,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	hs-CRP/(mg·L <sup>-1</sup> )		PCT/(ng·L <sup>-1</sup> )		NLR	
	治疗前	治疗7 d	治疗前	治疗7 d	治疗前	治疗7 d
观察组	10.56±3.06	0.41±0.12*	3.25±0.71	1.06±0.33*	2.64±0.75	1.33±0.32*
对照组	10.41±2.95	0.48±0.15*	3.23±0.69	1.67±0.38*	2.61±0.74	1.50±0.36*
<i>t</i>	0.259	2.678	0.148	8.906	0.209	2.594
<i>P</i>	0.796	0.009	0.882	<0.001	0.835	0.011

与同组治疗前相比, \* $P<0.05$ 。hs-CRP: 超敏C反应蛋白; PCT: 降钙素原; NLR: 中性粒细胞与淋巴细胞比值。

表5 免疫功能指标水平比较( $n=54$ ,  $\bar{x}\pm s$ )Table 5 Comparison of immune function indexes ( $n=54$ ,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	IgA/(g·L <sup>-1</sup> )		IgG/(g·L <sup>-1</sup> )		IgM/(g·L <sup>-1</sup> )	
	治疗前	治疗7 d	治疗前	治疗7 d	治疗前	治疗7 d
观察组	1.40±0.36	1.05±0.34*	12.72±3.93	9.12±3.26*	1.81±0.42	1.43±0.47*
对照组	1.38±0.38	1.25±0.37*	12.57±3.79	10.94±3.28*	1.78±0.39	1.62±0.42*
<i>t</i>	0.281	2.295	0.202	2.905	0.385	2.215
<i>P</i>	0.779	0.004	0.840	0.005	0.701	0.029

与同组治疗前相比, \* $P<0.05$ 。Ig: 免疫球蛋白。

表6 不良反应发生情况比较( $n=54$ )Table 6 Comparison of adverse reactions ( $n=54$ )

组别	恶心、呕吐/[例(%)]	口腔炎/[例(%)]	皮肤瘙痒/[例(%)]	腹痛/[例(%)]	总发生率/%
观察组	4 (7.41)	1 (1.85)	1 (1.85)	0 (0.00)	11.11
对照组	2 (3.70)	1 (1.85)	0 (0.00)	1 (1.85)	7.41
$\chi^2$					0.441
<i>P</i>					0.507

### 3 讨论

小儿因肺部组织、免疫功能发育尚未完全成熟, 抵抗病原菌能力较差, 易受感染发生肺炎, 临床常见。由于小儿肺炎病情严重程度差异大, 且病情进展可累及多个器官或系统, 诱发高碳酸血症、低血氧症等, 严重影响患儿的生长发育, 甚至危及其生命安全<sup>[10]</sup>。因此, 积极探寻快速缓解病情的治疗方法以改善预后显得尤为重要。

针对病原体予以针对性抗感染治疗理论上是最佳方案, 但在实际临床治疗中, 基层医疗单位

常不具备病原体检测条件, 使用非抗菌类药物治疗小儿肺炎对改善抗菌药物滥用问题意义重大。布地奈德为哮喘常用治疗药物, 可通过抑制磷脂酶A2的合成, 减少前列腺素、白三烯类炎症介质的释放, 抑制炎症反应, 并通过诱导血管紧张素II的合成来收缩血管, 缓解气道黏膜水肿<sup>[11]</sup>。近年研究<sup>[12]</sup>发现, 布地奈德对肺炎患儿的通气功能、临床症状均具有明显的改善效果。肺炎患儿的呼吸道分泌物增加、黏膜肿胀。由于患儿呼吸道狭窄且功能不成熟, 清除气道分泌物等异物的能力较差, 因而加速患儿痰液的稀释与排出也十分关

键<sup>[13]</sup>。NAC是国内目前唯一获批的吸入型祛痰药。药理学研究<sup>[14]</sup>发现：NAC中的巯基结构可有效断裂痰液里黏蛋白中的二硫键，降低黏液的黏附性和黏稠度；同时，NAC还可加速分泌溶胶层，在气道上皮及黏痰间形成润滑，降低黏痰的黏附力，使痰液更容易排除。本研究选用NAC作为黏液溶解剂，研究发现：与对照组比较，观察组的临床总有效率显著提高，咳嗽、啰音、喘息消失时间均显著变短，表明NAC联合布地奈德雾化吸入治疗小儿肺炎可有效提高临床总有效率，加速患儿康复。这可能是因为NAC可帮助肺炎患儿保持呼吸道的畅通，避免因气道阻塞而加重炎症反应和损伤，为康复创造了良好条件。

小儿肺炎病情进展多是因呼吸系统局部受损而释放大量炎症细胞因子，进而增加呼吸道渗出液，阻塞气道，加重病情。减轻局部炎症损害，减少渗出，维持呼吸道畅通是小儿肺炎治疗的关键<sup>[15]</sup>。研究<sup>[16-17]</sup>显示：NAC可通过抑制病原菌黏附、破坏病原菌生物被膜等作用避免病原菌在呼吸道内增殖；NAC还可通过抑制血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)及Th2细胞因子的释放、抗氧化等途径减轻炎症反应。动物研究<sup>[18]</sup>也证实：NAC可通过诱导小鼠*Nrf2/HO-1*基因表达来调节Th1/Th2平衡，减轻氧化应激反应，从而发挥直接或间接的抗炎作用。急性相反应蛋白hs-CRP水平在机体存在细菌感染时显著升高，是临床诊疗小儿肺炎的重要指标<sup>[19]</sup>。PCT也在小儿肺炎诊断及危重程度判定中具有高度的敏感度和特异度<sup>[20]</sup>。NLR亦是临床炎症检测常用指标。本研究发现：治疗后，与对照组相比，观察组的hs-CRP、PCT、NLR均显著降低，表明NAC联合布地奈德吸入治疗可有效抑制患儿的炎症反应，进而阻断由免疫炎症损伤引发的炎症瀑布级联反应。

肺炎病原体不仅会造成呼吸道黏膜局部炎症损伤，还会激活机体免疫反应，促进B细胞释放Ig，激活补体系统，诱发免疫性损伤，加重病情。另外，Ig又将生成多种炎症趋化因子，加速免疫复合物的沉积，进一步加重炎症反应<sup>[21]</sup>。本研究发现：治疗后，与对照组相比，观察组的IgA、IgG、IgM水平均显著降低。这表明NAC联合布地奈德对肺炎患儿异常的免疫应答反应具有调节作用，进而减轻炎症反应，改善临床症状，但其作用机制并未完全明晰。本研究还发现2组不良反应症状均较轻，无需特殊干预，

总发生率差异无统计学意义。这提示二者联用具有较高的安全性。

综上所述，在布地奈德治疗小儿肺炎基础上增加NAC雾化吸入治疗具有显著的疗效和较高的安全性，可促进患儿临床症状的缓解，有效抑制炎症反应，调节免疫功能。但本研究仍存在一定不足：首先，由于纳入、排除标准较为严格，最终进入分析的样本量较小，结果可能存在偏倚；其次，未进行不同类型患儿的分组探究，如感染性肺炎或非感染性肺炎、细菌性肺炎或病毒性肺炎。未来仍需开展前瞻性、大样本研究进一步验证以完善结论。

**利益冲突声明：**作者声称无任何利益冲突。

## 参考文献

- [1] Bhuiyan MU, Snelling TL, West R, et al. The contribution of viruses and bacteria to community-acquired pneumonia in vaccinated children: a case-control study[J]. *Thorax*, 2019, 74(3): 261-269. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2018-212096>.
- [2] 吴华, 叶岚, 胡艳玲, 等. 氨溴索联合布地奈德雾化治疗新生儿肺炎的临床疗效[J]. *中华医院感染学杂志*, 2021, 31(5): 782-786. <https://doi.org/10.11816/cn.ni.2021-201931>.  
WU Hua, YE Lan, HU Yanling, et al. Clinical effect of ambroxol combined with budesonide atomization on treatment of neonates with pneumonia[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2021, 31(5): 782-786. <https://doi.org/10.11816/cn.ni.2021-201931>.
- [3] 刘瀚旻, 符州, 张晓波, 等. 儿童呼吸系统疾病雾化治疗合理应用专家共识[J]. *中华儿科杂志*, 2022, 60(4): 283-290. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112140-20220118-00059>.  
LIU Hanmin, FU Zhou, ZHANG Xiaobo, et al. Expert consensus on rational usage of nebulization treatment on childhood respiratory system diseases[J]. *Chinese Journal of Pediatrics*, 2022, 60(4): 283-290. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112140-20220118-00059>.
- [4] Tukova J, Smisek J, Zlatohlavkova B, et al. Early inhaled budesonide in extremely preterm infants decreases long-term respiratory morbidity[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2020, 55(5): 1124-1130. <https://doi.org/10.1002/ppul.24704>.
- [5] Dwir D, Cabungcal JH, Xin L, et al. Timely N-acetyl-cysteine and environmental enrichment rescue oxidative stress-induced parvalbumin interneuron impairments via MMP9/RAGE pathway: a translational approach for early intervention in psychosis[J]. *Schizophr Bull*, 2021, 47(6): 1782-1794. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbab066>.
- [6] 王小辉, 王萍, 朱敏立, 等. N-乙酰半胱氨酸对模拟失重肺炎大鼠的保护性研究[J]. *安徽医科大学学报*, 2014, 49(11): 1544-

1548. <https://doi.org/10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2014.11.005>.  
WANG Xiaohui, WANG Ping, ZHU Minli, et al. The protective effect of N-acetylcysteine on streptococcus pneumonia model of simulated weightlessness rats[J]. *Acta Universitatis Medicinalis Anhui*, 2014, 49(11): 1544-1548. <https://doi.org/10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2014.11.005>.
- [7] Vaughan A, Stevanovic S, Jafari M, et al. The effect of diesel emission exposure on primary human bronchial epithelial cells from a COPD cohort: N-acetylcysteine as a potential protective intervention[J]. *Environ Res*, 2019, 170: 194-202. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.12.035>.
- [8] 刘金荣, 赵成松, 赵顺英. 《儿童社区获得性肺炎诊疗规范(2019年版)》解读[J]. *中国实用儿科杂志*, 2020, 35(3): 185-187. <https://doi.org/10.19538/j.ek2020030604>.  
LIU Jinrong, ZHAO Chengsong, ZHAO Shunying. Interpretation of the norms for the diagnosis and treatment of children's community-acquired pneumonia 2019[J]. *Chinese Journal of Practical Pediatrics*, 2020, 35(3): 185-187. <https://doi.org/10.19538/j.ek2020030604>.
- [9] 周秀玲. 布地奈德+特布他林联合氧驱动雾化吸入治疗小儿支气管肺炎的效果观察[J]. *中国急救医学*, 2017, 37(z2): 176-177. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1949.2017.z2.144>.  
ZHOU Xiuling. Effect of budesonide and terbutaline combined with oxygen-driven aerosol inhalation in the treatment of bronchial pneumonia in children[J]. *Chinese Journal of Critical Care Medicine*, 2017, 37(z2): 176-177. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1949.2017.z2.144>.
- [10] 陈巧琳, 申昆玲, 谢正德. 血清铁蛋白水平与儿童社区获得性肺炎病情严重程度的关系[J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2018, 33(10): 753-757. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2018.10.011>.  
CHEN Qiaolin, SHEN Kunling, XIE Zhengde. Relationship between serum ferritin level and the severity of community acquired pneumonia in children[J]. *Chinese Journal of Applied Clinical Pediatrics*, 2018, 33(10): 753-757. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.2095-428X.2018.10.011>.
- [11] Li J, Zheng H, Qin L, et al. In vitro-in vivo correlation of inhalable budesonide-loaded large porous particles for sustained treatment regimen of asthma[J]. *Acta Biomater*, 2019, 96: 505-516. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2019.06.056>.
- [12] 杨倩, 余瑶, 刘树青. 布地奈德和沙丁胺醇雾化吸入对小儿支气管肺炎的治疗效果[J]. *基因组学与应用生物学*, 2019, 38(5): 2388-2392. <https://doi.org/10.13417/j.gab.038.002388>.  
YANG Qian, YU Yao, LIU Shuqing. Efficacy of aerosol inhalation of budesonide and salbutamol in treatment of child bronchopneumonia[J]. *Genomics and Applied Biology*, 2019, 38(5): 2388-2392. <https://doi.org/10.13417/j.gab.038.002388>.
- [13] 刘月阳. 阿奇霉素联合盐酸氨溴索治疗小儿肺炎疗效及对气道炎症因子和免疫功能的影响[J]. *重庆医学*, 2021, 50(S2): 19-23.  
LIU Yueyang. Efficacy of azithromycin combined with ambroxol hydrochloride in the treatment of infantile pneumonia and its influence on airway inflammatory factors and immune function[J]. *Chongqing Medicine*, 2021, 50(S2): 19-23.
- [14] Sheffner AL. The reduction in vitro in viscosity of mucoprotein solutions by a new mucolytic agent, N-acetyl-L-cysteine[J]. *Ann N Y Acad Sci*, 1963, 106: 298-310. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1963.tb16647.x>.
- [15] Okumura T, Kawada JI, Tanaka M, et al. Comparison of high-dose and low-dose corticosteroid therapy for refractory Mycoplasma pneumoniae pneumonia in children[J]. *J Infect Chemother*, 2019, 25(5): 346-350. <https://doi.org/10.1016/j.jiac.2019.01.003>.
- [16] Mata M, Morcillo E, Gimeno C, et al. N-acetyl-L-cysteine (NAC) inhibit mucin synthesis and pro-inflammatory mediators in alveolar type II epithelial cells infected with influenza virus A and B and with respiratory syncytial virus (RSV)[J]. *Biochem Pharmacol*, 2011, 82(5): 548-555. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2011.05.014>.
- [17] 张志梅, 陈玲, 李翠萍, 等. 电子支气管镜保留灌注乙酰半胱氨酸+布地奈德对难治性社区获得性肺炎患儿潮气呼吸肺功能、肺泡灌洗液IL-6、IFN- $\gamma$ 、MCP-1水平的影响[J]. *湖南师范大学学报(医学版)*, 2021, 18(6): 114-118. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-016X.2021.06.033>.  
ZHANG Zhimei, CHEN Ling, LI Cuiping, et al. Effects of acetylcysteine and budesonide perfusion through electronic bronchoscope on tidal breathing lung function and levels of IL-6, IFN- $\gamma$  and MCP-1 in bronchoalveolar lavage fluid of children with refractory community-acquired pneumonia[J]. *Journal of Hunan Normal University. Medical Science*, 2021, 18(6): 114-118. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-016X.2021.06.033>.
- [18] 徐莉莉. N-乙酰半胱氨酸干预哮喘小鼠气道炎症和氧化应激的作用与机制研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2020.  
XU Lili. Effect and mechanism of N-acetylcysteine on airway inflammation and oxidative stress in asthmatic mice[D]. Zhenjiang: Jiangsu University, 2020.
- [19] 叶素芬. C-反应蛋白检测在小儿肺炎中的诊断价值[J]. *中华医院感染学杂志*, 2012, 22(9): 1988-1990.  
YE Sufen. Value of detection of C-reactive protein in diagnosis of pneumonia in children[J]. *Chinese Journal of Nosocomiology*, 2012, 22(9): 1988-1990.
- [20] 张少雨, 吕良, 刘秀兰, 等. 血清白三烯B4和降钙素原在儿童肺炎病原诊断和危重度判定中的意义[J]. *中华急诊医学杂志*, 2019, 28(1): 96-100. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.01.018>.  
ZHANG Shaoyu, LÜ Liang, LIU Xiulan, et al. Significance of serum leukotriene B4 and procalcitonin in diagnosis and criticality of pneumonia in children[J]. *Chinese Journal of Emergency Medicine*, 2019, 28(1): 96-100. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2019.01.018>.
- [21] 祝志朋, 田新磊, 赵文锦, 等. 平陈汤合苏葶丸加减治疗痰湿闭阻型小儿肺炎支原体肺炎的临床研究[J]. *时珍国医国药*,

2020, 31(10): 2422-2425. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2020.10.034>.

ZHU Zhipeng, TIAN Xinlei, ZHAO Wenjing, et al. Clinical study of Pingchen decoction combined with suting pill in the

treatment of mycoplasma pneumoniae pneumonia in children with phlegm-dampness obstruction[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2020, 31(10): 2422-2425. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1008-0805.2020.10.034>.

**本文引用:** 刘曼, 杨林风, 刘祥蕾. 吸入用N-乙酰半胱氨酸联合布地奈德治疗小儿肺炎的疗效及其对炎症和免疫功能的影响[J]. 临床与病理杂志, 2023, 43(1): 69-76. DOI: 10.3978/j.issn.2095-6959.2023.221070

**Cite this article as:** LIU Man, YANG Linfeng, LIU Xianglei. Effect of inhaled N-acetylcysteine combined with budesonide in the treatment of infantile pneumonia and its influence on inflammation and immune function[J]. Journal of Clinical and Pathological Research, 2023, 43(1): 69-76. DOI:10.3978/j.issn.2095-6959.2023.221070