

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.13.020

重症肺炎患儿血清 hBD-2、CysLTs 水平及其诊断价值*

曹文娟¹, 高建英¹, 高原¹, 李江飞²

1. 河北省保定市第二中心医院儿科, 河北保定 072750; 2. 河北省涿州市医院麻醉科, 河北保定 072750

摘要:目的 探讨血清人 β -防御素-2(hBD-2)、半胱氨酰白三烯(CysLTs)在重症肺炎患儿中的水平及其诊断价值。**方法** 选择 2022 年 6 月至 2024 年 6 月于保定市第二中心医院儿科就诊的 73 例重症肺炎患儿(重症肺炎组)和 65 例普通肺炎患儿(普通肺炎组)作为研究对象。患儿入院后,采用填写自制调查问卷及专业医师评估的方式,收集患者的临床资料。根据重症肺炎患儿病情危重程度,将其分为低危组、中危组和高危组。采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测并比较各组患儿血清 hBD-2、CysLTs 水平;采用 Spearman 相关分析重症肺炎患儿血清 hBD-2、CysLTs 水平与病情危重程度的相关性;采用多因素 Logistic 回归分析影响患儿发生重症肺炎的因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估血清 hBD-2、CysLTs 诊断患儿发生重症肺炎的价值。**结果** 重症肺炎组发病至入院时间长于普通肺炎组,免疫功能低下及营养不良占比明显高于普通肺炎组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。重症肺炎组血清 hBD-2、CysLTs 水平明显高于普通肺炎组($P < 0.05$)。低危组纳入 24 例,中危组纳入 31 例,高危组纳入 18 例。高危组和中危组血清 hBD-2、CysLTs 水平高于低危组,且高危组血清 hBD-2、CysLTs 水平高于中危组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Spearman 相关分析结果显示,重症肺炎患儿血清 hBD-2、CysLTs 水平均与重症肺炎患儿病情危重程度呈正相关($r_s = 0.515, 0.661$, 均 $P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,免疫功能低下、营养不良及血清 hBD-2、CysLTs 水平升高均是发生重症肺炎的危险因素($P < 0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,血清 hBD-2、CysLTs 诊断重症肺炎患儿的曲线下面积(AUC)分别为 0.882、0.852,二者联合诊断的 AUC 为 0.943,明显优于各指标单独检测($Z_{\text{二者联合-hBD-2}} = 2.332, P = 0.020; Z_{\text{二者联合-CysLTs}} = 2.641, P = 0.008$)。**结论** 重症肺炎患儿血清 hBD-2、CysLTs 水平明显升高,二者对患儿发生重症肺炎有较好的诊断价值,且 2 项指标联合检测的诊断效能更高。

关键词:重症肺炎; 人 β -防御素-2; 半胱氨酰白三烯; 病情危重程度; 诊断价值; 相关性**中图法分类号:**R563.1;R446**文献标志码:**A**文章编号:**1672-9455(2025)13-1836-05

Serum hBD-2 and CysLTs levels in children with severe pneumonia and their diagnostic value*

CAO Wenjuan¹, GAO Jianying¹, GAO Yuan¹, LI Jiangfei²

1. Department of Pediatrics, Baoding Second Central Hospital, Baoding, Hebei 072750, China;

2. Department of Anesthesiology, Zhuozhou Hospital, Baoding, Hebei 072750, China

Abstract: **Objective** To investigate the levels of serum human β -defensin-2 (hBD-2) and cysteinyl leukotrienes (CysLTs) in children with severe pneumonia and their diagnostic value. **Methods** Seventy-three children with severe pneumonia (severe pneumonia group) and 65 children with common pneumonia (common pneumonia group), who were admitted to the Department of Pediatrics of Baoding Second Central Hospital from June 2022 to June 2024, were selected as study subjects. After the children were admitted to the hospital, the clinical data of the patients were collected by filling out a self-administered questionnaire and assessment by a specialized physician. According to the degree of criticality of children with severe pneumonia, they were categorized into low-risk group, medium-risk group and high-risk group. The serum hBD-2 and CysLTs levels of the children in each group were detected by enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and compared; Spearman's correlation was used to analyze the correlation between the serum hBD-2 and CysLTs levels and the degree of criticality of the condition of the children with severe pneumonia; multivariate Logistic regression was used to analyze the influencing factors for the occurrence of severe pneumonia in the children; receiver operating characteristic (ROC) curves were plotted to assess the diagnostic value of serum hBD-2 and CysLTs for

* 基金项目:河北省保定市社发类项目(1951ZF035)。

作者简介:曹文娟,女,主治医师,主要从事儿童重症肺炎相关方向的研究。

the development of severe pneumonia in children. **Results** The time from onset to admission in the severe pneumonia group was longer than that in the common pneumonia group, and the percentages of immunocompromise and malnutrition were significantly higher than those in the common pneumonia group, with statistically significant differences ($P<0.05$). Serum hBD-2 and CysLTs levels in the severe pneumonia group were significantly higher than those in the common pneumonia group ($P<0.05$). Twenty one cases were included in the low-risk group, 31 cases in the medium-risk group, and 18 cases in the high-risk group. Serum hBD-2 and CysLTs levels in the high-risk group and medium-risk group were higher than those in the low-risk group, and serum hBD-2 and CysLTs levels in the high-risk group were higher than those in the medium-risk group, with statistically significant differences ($P<0.05$). Spearman's correlation analysis results showed that the levels of serum hBD-2 and CysLTs in the children with severe pneumonia were positively correlated with the degree of severity of the condition of the children with severe pneumonia ($r_s=0.515, 0.661$, both $P<0.05$). The results of multivariate Logistic regression analysis showed that immunocompromise, malnutrition and elevated levels of serum hBD-2 and CysLTs were risk factors for the development of severe pneumonia ($P<0.05$). The results of the ROC curves analysis showed that the areas under the curve (AUCs) of serum hBD-2 and CysLTs for diagnosing children with severe pneumonia were 0.882 and 0.852, respectively, and the AUC of the combination of the two indicators in diagnosing children with severe pneumonia was 0.943, which was significantly better than that of the detection of each indicator alone ($Z_{\text{both combined-hBD-2}}=2.332, P=0.020$; $Z_{\text{both combined-CysLTs}}=2.641, P=0.008$). **Conclusion** The levels of hBD-2 and CysLTs in the serum of children with severe pneumonia are obviously elevated, both of them have good diagnostic value for the occurrence of severe pneumonia in children, and combined detection of the two indicators has higher diagnostic efficacy.

Key words: severe pneumonia; human β -defensin-2; cysteine leukotrienes; severity of the disease; diagnostic value; correlation

肺炎是一种呼吸道感染疾病,主要表现为呼吸急促、发热、干咳等症状,极易在儿童时期发生^[1]。普通肺炎不及时进行干预和治疗易发展为重症肺炎,数据显示,有 7%~13% 的普通肺炎患儿会进展为重症肺炎^[2]。重症肺炎发病急且病情凶险,通常伴随多种并发症,严重危及患儿的生命健康^[3],但由于早期缺乏显著症状,导致漏诊和误诊率较高。因此及时诊断并区分重症肺炎患儿,对有效控制病情恶化,改善患儿预后有积极的意义。血清人 β -防御素-2(hBD-2)是一种诱导性阳离子多肽,抗菌肽家族的重要成员之一,能够参与机体的免疫应答,在呼吸道感染中起重要作用^[4]。有研究表明,hBD-2 可与其相关受体结合,参与新型冠状病毒感染的发生^[5]。半胱氨酰白三烯(CysLTs)是花生四烯酸生理分解的相关产物,能够作为炎症递质及先天免疫反应的驱动因素,参与如鼻炎、哮喘等多种疾病的生理和病理过程^[6]。重症肺炎的发病机制复杂,目前尚未完全明确,已有研究提示其与炎症反应、免疫调控等密切相关^[7],因此血清 hBD-2、CysLTs 可能参与了重症肺炎的发生、发展过程,然而目前相关研究还相对较少。因此,本研究比较了重症肺炎患儿与普通肺炎患儿血清 hBD-2、CysLTs 水平,并分析了血清 hBD-2、CysLTs 对重症肺炎的诊断价值,以期对重症肺炎患儿的早期诊断、预防及临床治疗方案的制订提供参考。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 6 月至 2024 年 6 月于保定市第二中心医院儿科就诊的 73 例重症肺炎患儿(重症肺炎组)和 65 例普通肺炎患儿(普通肺炎组)作为研究对象。纳入标准:(1)符合普通肺炎和重症肺炎的相关诊断标准^[8],且经血清学、影像学及病原学诊断确诊;(2)年龄 2 月龄至 12 岁;(3)近期未进行过重大手术或受过严重创伤。排除标准:(1)患有心脏病、恶性肿瘤、免疫缺陷、肺结核、凝血障碍等严重疾病;(2)近期接受过抗炎、抗感染或可能对本研究结果造成影响的相关药物治疗;(3)临床资料不全。2 组患儿性别、年龄和体质量指数(BMI)比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。见表 1。所有患儿的监护人均知晓本研究内容,并自愿签署知情同意书。本研究通过保定市第二中心医院医学伦理委员会批准(批号:2022-SK-032)。

表 1 普通肺炎组与重症肺炎组一般资料比较 [$n(\%)$ 或 $\bar{x}\pm s$]				
组别	n	性别		BMI (kg/m^2)
		男	女	
普通肺炎组	65	35(53.85)	30(46.15)	6.23 $\pm$ 0.85
重症肺炎组	73	40(54.79)	33(45.21)	6.01 $\pm$ 0.74
χ^2/t		0.012	1.625	0.858
P		0.911	0.106	0.392

1.2 方法

1.2.1 基线资料收集 患儿入院后,采用填写自制调查问卷及专业医师评估的方式,收集患儿发病至入院时间,以及早产儿、出生时低体质量、免疫功能低下、营养不良、气道畸形、贫血发生情况和出生后的喂养方式。

1.2.2 病情评估 重症肺炎患儿入院后,采用肺炎严重程度指数(PSI)^[9]评估患儿的病情。根据患儿胸部影像学特征,呼吸频率、体温、脉搏等生命体征,血尿素氮、红细胞比容、血钠等实验室指标水平进行记分,各指标正常记为 0 分,异常记为 10~30 分,各指标记分之和则为 PSI 评分;PSI 评分<70 分为Ⅱ级,70~<90 分为Ⅲ级,90~130 分为Ⅳ级,>130 分为Ⅴ级,其中Ⅰ~Ⅲ级为低危组、Ⅳ级为中危组、Ⅴ级为高危组。

1.2.3 血清 hBD-2、CysLTs 水平检测 在患儿入院次日采集空腹静脉血 2~3 mL,离心分离得到上清液后,冻存于-80℃冰箱内待测。检测当天溶解适量血清,采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清 hBD-2、CysLTs 水平。人 hBD-2 ELISA 试剂盒(货号:QY-H10339)购自齐一生物科技(上海)有限公司,人 CysLTs ELISA 试剂盒(货号:AE98468Hu)购自浙江

麦飞生物科技有限公司。所有检测步骤均严格按照说明书进行操作。

1.3 统计学处理 采用 SPSS27.0 统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 *t* 检验,多组间比较采用单因素方差分析,多组间两两比较采用 LSD-*t* 检验;计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验;采用 Spearman 相关分析血清 hBD-2、CysLTs 水平与重症肺炎患儿病情危重程度的关系;采用多因素 Logistic 回归分析影响患儿发生重症肺炎的因素;绘制受试者工作特征(ROC)曲线评估血清 hBD-2、CysLTs 诊断患儿发生重症肺炎的价值,采用 DeLong 检验比较 ROC 曲线下面积(AUC)。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 普通肺炎组与重症肺炎组基线资料比较 普通肺炎组与重症肺炎组早产、出生时低体质量、气道畸形、母乳喂养、贫血占比比较,差异均无统计学意义(*P*>0.05);重症肺炎组发病至入院时间长于普通肺炎组,免疫功能低下及营养不良占比明显高于普通肺炎组,差异均有统计学意义(*P*<0.05)。见表 2。

表 2 普通肺炎患儿与重症肺炎患儿基线资料比较[$\bar{x}\pm s$ 或 *n*(%)]

组别	<i>n</i>	发病至入院时间(d)	早产	出生时 低体质量	免疫 功能低下	营养不良	气道畸形	母乳喂养	贫血
普通肺炎组	65	2.82±0.51	9(13.85)	11(16.92)	10(15.38)	3(4.62)	7(10.77)	47(72.31)	4(6.15)
重症肺炎组	73	3.01±0.57	19(26.03)	21(28.77)	24(32.88)	12(16.44)	10(13.70)	45(61.64)	7(9.59)
<i>t</i> / χ^2		-2.053	3.155	2.708	5.666	4.961	0.273	1.760	0.553
<i>P</i>		0.042	0.076	0.100	0.017	0.026	0.601	0.185	0.457

2.2 普通肺炎组与重症肺炎组血清 hBD-2、CysLTs 水平比较 重症肺炎组血清 hBD-2、CysLTs 水平明显高于普通肺炎组,差异均有统计学意义(*P*<0.05)。见表 3。

表 3 普通肺炎组与重症肺炎组血清 hBD-2、CysLTs 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	hBD-2(ng/mL)	CysLTs(pg/mL)
普通肺炎组	65	1.04±0.16	839.19±126.78
重症肺炎组	73	1.36±0.27	1 061.87±219.45
<i>t</i>		-8.338	-7.181
<i>P</i>		<0.05	<0.05

2.3 不同危重程度重症肺炎患儿血清 hBD-2、CysLTs 水平比较 低危组纳入 24 例,中危组纳入 31 例,高危组纳入 18 例。高危组和中危组血清 hBD-2、

CysLTs 水平高于低危组,且高危组血清 hBD-2、CysLTs 水平高于中危组,差异均有统计学意义(*P*<0.05)。见表 4。

表 4 不同危重程度重症肺炎患儿血清 hBD-2、CysLTs 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	hBD-2(ng/mL)	CysLTs(pg/mL)
低危组	24	1.17±0.21	916.23±142.57
中危组	31	1.37±0.28 ^a	1 057.56±194.44 ^a
高危组	18	1.61±0.32 ^{ab}	1 263.48±239.78 ^{ab}
<i>F</i>		13.663	16.845
<i>P</i>		<0.05	<0.05

注:与低危组比较,^a*P*<0.05;与中危组比较,^b*P*<0.05。

2.4 重症肺炎患儿血清 hBD-2、CysLTs 水平与病情危重程度的相关性 Spearman 相关分析结果显示,重症肺炎患儿血清 hBD-2、CysLTs 水平均与病情危

重程度呈正相关($r_s=0.515、0.661$,均 $P<0.05$)。

2.5 多因素 Logistic 回归分析患儿发生重症肺炎的影响因素 以患儿是否发生重症肺炎为因变量(否=0,是=1),以血清 hBD-2(实测值)、CysLTs(实测值)、发病至入院时间(实测值)、是否免疫功能低下(否=0,是=1)、是否营养不良(否=0,是=1)为自变量,建立多因素 Logistic 回归模型。结果显示,免疫功能低下、营养不良及血清 hBD-2、CysLTs 水平升高均是发生重症肺炎的危险因素($P<0.05$)。见表 5。

表 5 多因素 Logistic 回归分析患儿发生重症肺炎的影响因素

变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
发病至入院时间	0.509	0.308	2.727	0.099	1.663	0.909~3.041
免疫功能低下	0.809	0.251	10.392	0.001	2.246	1.373~3.673
营养不良	0.545	0.219	6.198	0.013	1.725	1.123~2.650
hBD-2	1.034	0.297	12.127	<0.050	2.813	1.572~5.035
CysLTs	0.692	0.201	11.858	0.001	1.998	1.347~2.963

表 6 血清 hBD-2、CysLTs 单独及联合检测对重症肺炎患儿的诊断价值

指标	最佳截断值	AUC	AUC 的 95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	P
hBD-2	1.22 ng/mL	0.882	0.817~0.931	76.71	90.77	0.675	<0.05
CysLTs	980.52 pg/mL	0.852	0.782~0.907	75.34	89.23	0.646	<0.05
二者联合	—	0.943	0.890~0.975	91.78	87.69	0.795	<0.05

注:—表示无数据。

3 讨 论

由于小儿呼吸系统发育不完全、肺部组织分化不完善、免疫力低下等原因,极易被病原体感染并引发重症肺炎^[10]。重症肺炎患儿除呼吸系统呈现异常外,往往伴随全身炎症反应、休克、心力衰竭等多种肺内外并发症^[11]。数据显示,全球每年患有肺炎的儿童约 1 600 万,其中因肺炎死亡者约有 92 万^[12]。因此早期识别和治疗重症肺炎患儿,对于预防并发症,提高患儿生存率有重要意义。

hBD-2 是一种可诱导性抗菌肽,当机体受到炎症或感染刺激时可作为防御屏障参与机体的免疫应答过程^[13]。既往研究指出,病原微生物的刺激或炎症因子的分泌会显著促进 hBD-2 基因启动区转录因子的激活,使 hBD-2 水平明显升高^[14]。周丽等^[15]的研究结果显示,肺炎支原体感染患儿血清中 hBD-2 水平明显高于健康儿童,且其水平与免疫指标水平相关。李光等^[16]研究报道,细菌性肺炎患者血清 hBD-2 水平明显升高,且与患者的 T 淋巴细胞和免疫球蛋白水平呈负相关,其对树突细胞和 T 淋巴细胞有趋化作用,表明 hBD-2 的异常表达能够打破患者体内免疫平衡,从而加重病情。本研究中,重症肺炎患儿血清 hBD-2 水平明显高于普通肺炎患儿,hBD-2 水平与重症肺炎

2.6 血清 hBD-2、CysLTs 单独及联合检测对重症肺炎患儿的诊断价值 以血清 hBD-2、CysLTs 为检验变量,以是否发生重度肺炎为状态变量(否=0,是=1)绘制 ROC 曲线。结果显示,血清 hBD-2、CysLTs 诊断重症肺炎患儿的 AUC 分别为 0.882、0.852,二者联合诊断重症肺炎患儿的 AUC 为 0.943,明显优于各指标单独检测($Z_{二者联合-hBD-2}=2.332,P=0.020$; $Z_{二者联合-CysLTs}=2.641,P=0.008$)。见表 6。

患儿的病情危重程度呈正相关,且多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 hBD-2 水平升高是发生重症肺炎的危险因素,推测其可能通过影响机体的免疫状态,参与患儿重症肺炎的发生、发展。

CysLTs 最初发现于白细胞中,包括白三烯 C4、白三烯 D4 和白三烯 E4 3 种成分,在肺癌、结直肠癌、乳腺癌等多种恶性肿瘤中均能检测到 CysLT 水平异常升高^[17]。CysLTs 通常由炎症细胞释放,有研究显示,CysLTs 可通过促进气道平滑肌收缩、影响气道分泌物渗出、黏膜水肿等病理过程引发患者出现咳嗽、喘息等症状^[18-19]。张燕霞等^[19]通过用药降低毛细支气管炎患者血清 CysLTs 水平后发现,患者临床症状明显缓解,气道炎症反应和肺功能均有效改善。冯虎等^[20]通过体内外实验发现,抑制 CysLTs 通路能够明显改善放射性肺损伤模型小鼠的肺部炎症和肺纤维化。本研究中,重症肺炎患儿血清 CysLTs 水平明显高于普通肺炎患儿,其水平与重症肺炎患儿病情危重程度呈正相关,且多因素 Logistic 回归分析结果显示,血清 CysLTs 水平升高是发生重症肺炎的危险因素,提示了血清 CysLTs 水平升高与重症肺炎患儿病情加重有关,推测原因可能为其作为炎症递质,加重了机体的炎症反应和感染,造成机体多器官损害,从

而加重病情^[21]。

此外,本研究通过多因素 Logistic 回归分析发现,除血清 hBD-2、CysLTs 水平升高外,营养不良及免疫功能低下同样是导致患儿发生重症肺炎的危险因素,此类儿童应适当补充营养、增加体育锻炼并及时接种相关疫苗,预防重症肺炎发生。同时本研究结合 ROC 曲线分析发现,血清 hBD-2、CysLTs 水平变化能够用于临床上对于患儿重症肺炎的诊断,且二者联合诊断效果更佳。当患儿血清 hBD-2 水平高于 1.22 ng/mL 或 CysLTs 水平高于 980.52 pg/mL 时,患儿肺炎病情可能会加重,临床上应当提高警惕,加强病原体的筛查和相关检测,避免重症肺炎的出现。

综上所述,重症肺炎患儿血清 hBD-2、CysLTs 水平明显升高,临床上检测血清 hBD-2、CysLTs 对患儿发生重症肺炎有较好的诊断价值,且二者联合检测的诊断效能更高。但本研究样本量较少,且研究群体仅为 12 岁以下儿童,结果可能存在一定的偏倚,后续应当扩大样本量和研究人群,进一步对本研究结论予以证实。

参考文献

[1] 王碧,黄育丹. 儿童肺炎的临床疾病特征及支原体 DNA 的检测分析[J]. 中国妇幼保健,2024,39(17):3323-3326.

[2] 李佳,刘超,胡姝雯,等. 血清降钙素原、高迁移率族蛋白 1 及急性生理与慢性健康评分系统 II 评分对重症肺炎患儿预后的评估[J]. 中国临床医生杂志,2021,49(12):1494-1497.

[3] RAJ B K, SHRESTHA S, ADHIKARI S, et al. Pneumonia among children admitted to the department of medicine in a tertiary care centre: a descriptive cross-sectional study[J]. JNMA J Nepal Med Assoc, 2022, 60(253): 785-788.

[4] 杨江流,宋青山,乔军伟,等. 防御素的结构与功能及其抗菌机制[J]. 动物医学进展,2022,43(9):114-118.

[5] BEHAIRY M Y, SOLTAN M A, ELDEEN M A, et al. HBD-2 variants and SARS-CoV-2: new insights into inter-individual susceptibility[J]. Front Immunol, 2022, 13: 1008463.

[6] DEY M, SINGH R K. Possible therapeutic potential of cysteinyl leukotriene receptor antagonist montelukast in treatment of SARS-CoV-2-Induced COVID-19[J]. Pharmacology, 2021, 106(9/10): 469-476.

[7] LONG M E, MALLAMPALLI R K, HOROWITZ J C. Pathogenesis of pneumonia and acute lung injury[J]. Clin Sci (Lond), 2022, 136(10): 747-769.

[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.

[9] 中华医学会儿科学分会呼吸学组,中华儿科杂志编辑委员会,中国医药教育协会儿科专业委员会. 儿童社区获得性肺炎管理指南(2024 修订)[J]. 中华儿科杂志,2024,62(10):920-930.

[10] FLORIN T A, AMBROGGIO L, BROKAMP C, et al. Proadrenomedullin predicts severe disease in children with suspected community-acquired pneumonia[J]. Clin Infect Dis, 2021, 73(3): e524-e530.

[11] 戴漆,林丹彤,陈瑜. 儿童重症肺炎支原体肺炎的临床特征分析[J]. 华中科技大学学报(医学版),2024,53(3): 356-361.

[12] ZHANG Q, BASTARD P, KARBUZ A, et al. Human genetic and immunological determinants of critical COVID-19 pneumonia[J]. Nature, 2022, 603(7902): 587-598.

[13] SHELLEY J, MCHUGH B, WILLS J, et al. Investigating the mechanism of human beta defensin-2-mediated protection of human skin barrier in vitro[J]. Br J Dermatol, 2022, 288(6): 186.

[14] KIM J, YANG Y L, JANG Y S. Human β -defensin 2 is involved in CCR2-mediated Nod2 signal transduction, leading to activation of the innate immune response in macrophages[J]. Immunobiology, 2019, 224(4): 502-510.

[15] 周丽,杨思谋,吴秋霞. 血清 HBD2 和 HBD3 在肺炎支原体肺炎感染患儿中的表达水平及与免疫功能的关系[J]. 热带医学杂志,2023,23(7):999-1002.

[16] 李光,朱汉东. 血清 HBD2 和 PD-1 表达水平在细菌感染性肺炎患者中意义及与免疫功能的相关性[J]. 热带医学杂志,2022,22(6):859-862.

[17] TSAI M J, CHANG W, CHUANG C H, et al. Cysteinyl leukotriene pathway and cancer[J]. Int J Mol Sci, 2021, 23(1): 120.

[18] SOOD R, ANOOPKUMAR-DUKIE S, RUDRAWAR S, et al. Neuromodulatory effects of leukotriene receptor antagonists: a comprehensive review[J]. Eur J Pharmacol, 2024, 978: 176755.

[19] 张燕霞,刘燕,吕国锋,等. 儿童支气管哮喘合并肺炎支原体感染外周血 MCP-1 和 CYSLTs 与 Ficolin-3 水平[J]. 中华医院感染学杂志,2021,31(21):3346-3349.

[20] 冯虎,刘书伟,郜香敏. 孟鲁司特钠联合碳酸钙 D3 片辅助治疗呼吸道合胞病毒毛细支气管炎的效果[J]. 临床医学,2022,42(12):100-102.

[21] BAO W A, WANG Y Z, ZHU X, et al. Baicalin ameliorates radiation-induced lung injury by inhibiting the CysLTs/CysLT1 signaling pathway[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2022, 2022: 2765354.