

# 血清前列腺素 D2 和白细胞相关免疫球蛋白样受体-1 的表达对儿童急性呼吸窘迫综合征诊断及预后的意义

黄金显<sup>1</sup>, 方建锋<sup>2</sup>, 石 晴<sup>3</sup>, 卢孝明<sup>1</sup>, 陈倩茜<sup>1</sup>, 谭 郡<sup>4</sup>

(1. 大冶市人民医院儿科, 湖北 大冶 435100; 2. 中国人民解放军 95019 部队医院全科, 湖北大冶 435100;

3. 大冶市朋仁医院检验科, 湖北 大冶 435100; 4. 湖北中医药大学中医临床学院, 湖北 武汉 430065)

**[摘要]**目的 探讨急性呼吸窘迫综合征(ARDS)患儿血清前列腺素 D2(PGD2)、白细胞相关免疫球蛋白样受体-1(LAIR-1)的表达对疾病诊断及预后的意义。方法 选取 2021 年 10 月至 2023 年 10 月大冶市人民医院收治的 80 例 2~8 岁 ARDS 患儿为研究对象(观察组), 选择同期同年龄段体检健康的 94 例儿童为对照组; 应用酶联免疫吸附法(ELISA)检测观察组和对照组患儿血清 PGD2、LAIR-1 水平, 采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 PGD2、LAIR-1 对儿童发生 ADRS 的诊断价值; 随访患儿的预后状况, 并将其分为生存组 65 例与死亡组 15 例; 比较观察组与对照组、生存组与死亡组的一般资料及血清 PGD2、LAIR-1 水平, 采用多因素 Logistic 回归分析 ADRS 患儿预后的影响因素。结果 观察组血清 PGD2、LAIR-1 水平与对照组比较, 差异均有统计学意义( $t$  值分别为 7.436、7.945,  $P < 0.05$ )。ROC 曲线分析显示, 血清 PGD2、LAIR-1 单独及联合诊断儿童发生 ARDS 的曲线下面积(AUC)分别为 0.794、0.785、0.873, 二者联合诊断优于 PGD2、LAIR-1 各自单独诊断效能( $Z$  值分别为 3.302、3.161,  $P < 0.05$ )。生存组机械通气时间、小儿危重病例评分(PCIS)、氧合指数(OI)及血清 PGD2 和 LAIR-1 水平与死亡组比较, 差异均有统计学意义( $t$  值分别为 6.921、2.620、15.325、2.686、5.225,  $P < 0.05$ )。多因素 Logistic 回归分析显示, PGD2( $OR = 2.335, 95\%CI: 1.713 \sim 3.183$ )、LAIR-1( $OR = 2.562, 95\%CI: 1.451 \sim 4.523$ )均是 ARDS 患儿 28d 发生死亡的危险因素( $P < 0.05$ )。结论 ARDS 患儿血清 PGD2、LAIR-1 水平均有升高, 二者联合检测对儿童发生 ARDS 具有一定的诊断价值, 且与患儿的预后有关。

**[关键词]**急性呼吸窘迫综合征; 患儿; 前列腺素 D2; 白细胞相关免疫球蛋白样受体-1; 诊断; 预后

Doi:10.3969/j.issn.1673-5293.2025.02.011

**[中图分类号]**R179

**[文献标识码]**A

**[文章编号]**1673-5293(2025)02-0078-05

## Diagnostic and prognostic significance of expressions of serum prostaglandin D2 and LAIR-1 for acute respiratory distress syndrome in children

HUANG Jinxian<sup>1</sup>, FANG Jianfeng<sup>2</sup>, SHI Qing<sup>3</sup>, LU Xiaoming<sup>1</sup>, CHEN Qianqian<sup>1</sup>, TAN Jun<sup>4</sup>

(1. Department of Paediatrics, Daye Municipal People's Hospital, Hubei Daye 435100, China;

2. Department of General Medical Practice, No.95019 Military Hospital of P.L.A, Hubei Daye 435100, China;

3. Department of Clinical Laboratory, Pengren Hospital of Daye City, Hubei Daye 435100, China;

4. Clinical College of Hubei Traditional Chinese Medicine University, Hubei Wuhan 430065, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore diagnostic and prognostic significance of serum prostaglandin D2 (PGD2) and leukocyte associated immunoglobulin like receptor-1 (LAIR-1) expressions for acute respiratory distress syndrome (ARDS) in children. **Methods** 80 children aged 2-8 years with ARDS who admitted to Daye Municipal People's Hospital from October 2021 to October 2023 were selected as observation group, and 94 healthy age-matched children who underwent physical examinations in the same period were as the control group. Enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) was applied to detect expression levels of PGD2 and LAIR-1 in serum of the children in the control group and the observation group. Receiver operating characteristic (ROC) curve was applied to analyze diagnostic values of serum PGD2 and LAIR-1 levels for occurrence of ADRS in children. The children with ARDS were followed up, and according to prognosis of the children at the follow-up, the children were divided into survival group ( $n=65$ ) and death group ( $n=15$ ). General information and serum levels of PGD2 and LAIR-1 of the children were compared between the two groups. Multivariate Logistic regression was applied to analyze factors affecting prognosis of the children with ADRS. **Results** Compared with the control group, the serum levels of PGD2 and LAIR-1 of the children with ARDS in the observation group increased, and the differences were significant ( $t=7.436$  and  $7.945$  respectively, both  $P < 0.05$ ). The areas under the curve (AUCs) of serum PGD2 alone, LAIR-1 alone and combination of the two indexes for predicting occurrence of ARDS in children were 0.794,

**[收稿日期]**2024-02-18

**[基金项目]**黄石市卫生健康委员会科研项目(WJ2021F023)

**[作者简介]**黄金显(1989—),男,主治医师,主要从事儿童神经系统常见疾病的诊疗工作。

**[通讯作者]**卢孝明,主任医师。

0.785 and 0.873 respectively, indicating that the diagnostic efficacy of combination of the two was superior to those of single PGD2 and single LAIR-1 alone ( $Z=3.302$  and  $3.161$  respectively, both  $P<0.05$ ). There were no statistically significant differences in age, gender, admission weight, arterial carbon dioxide pressure ( $\text{PaCO}_2$ ) and arterial oxygen pressure ( $\text{PaO}_2$ ) between the survival group and the death group (all  $P>0.05$ ). The mechanical ventilation time, oxygenation index (OI), and serum PGD2 and LAIR-1 levels of the children with ARDS in the survival group were shorter and lower than those in the death group, while their pediatric critical illness score (PCIS score) was higher than that in the death group, and the differences were significant ( $t=6.921, 15.325, 2.686, 5.225$  and  $2.620$  respectively, all  $P<0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis shown that PGD2 and LAIR-1 were both risk factors for 28-day death in children with ARDS (for PGD2:  $OR=2.335, 95\%CI: 1.713-3.183$ ; for LAIR-1:  $OR=2.562, 95\%CI: 1.451-4.523$ , both  $P<0.05$ ). **Conclusion** The serum levels of PGD2 and LAIR-1 elevate in children with ARDS, the combined detection of the two has certain diagnostic value for occurrence of ARDS and they are related to prognosis of the children with ARDS. **[Key words]** acute respiratory distress syndrome; children; prostaglandin D2; leukocyte associated immunoglobulin like receptor-1; diagnosis; prognosis

急性呼吸窘迫综合征(acute respiratory distress syndrome, ARDS)是一种常见的危重疾病,表现为过度的呼吸驱动,其发生的风险因素包括低氧血症、高碳酸血症、肺泡塌陷引起的牵张反射和炎症刺激等。近年来,儿童发生 ARDS 的比例逐年升高,临床通常采用镇痛/镇静结合肌肉松弛、高呼气末正压、俯卧位等方法来控制过度的呼吸驱动,但 ARDS 发病带来的肺损伤和死亡率仍不容忽视,寻找用于其诊断和预后评价的标志物势在必行<sup>[1-2]</sup>。前列腺素 D2 (prostaglandin D2, PGD2) 是哺乳动物脑内含量极高的一种前列腺素,具有多种生理活性,其反映哮喘急性发作期患者的气道炎症水平,与气流受限严重程度有关,且具有重要的预测价值<sup>[3]</sup>。白细胞相关免疫球蛋白样受体-1 (leukocyte associated immunoglobulin like receptor-1, LAIR-1) 存在于大多数免疫细胞,参与调节激活组织浸润的中性粒细胞,其抑制剂在过敏性和病毒性气道炎症中的治疗作用也得到证实,可通过巨噬细胞调节并参与急性肺损伤和 ARDS 的发病机制,为探索新的治疗靶点提供了理论基础<sup>[4]</sup>。基于此,本文探讨了 ARDS 患儿血清 PGD2 和 LAIR-1 的表达及对疾病诊断和预后的意义,研究结果报告如下。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

选取 2021 年 10 月至 2023 年 10 月大冶市人民医院收治的 ARDS 患儿为观察对象。

本次纳入符合标准的 ARDS 患儿 80 例作为观察组,男 48 例(60.00%)、女 32 例(40.00%),平均年龄( $5.05 \pm 1.28$ )岁。选择同期同年龄段体检健康儿童 94 例作为对照组,男 55 例(58.51%)、女 39 例

(41.49%),平均年龄( $5.11 \pm 1.34$ )岁。观察组与对照组的性别和年龄比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。

纳入标准:①符合对儿童 ARDS 的诊断标准<sup>[5]</sup>;②年龄为 2~8 岁,③治疗中对患儿均使用机械通气;④患儿监护人知情并同意。排除标准:①合并肺腺瘤样畸形、肺部恶性肿瘤、血液系统疾病、感染性疾病、心肝肾功能疾病;②肺表面活性物质相关的遗传性缺陷疾病;③新生儿 ARDS。

本研究经大冶市人民医院医学伦理委员会审核并批准(YELL2021-14),患儿家属已签署知情同意书。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 收集一般资料

通过病历系统收集患儿的一般资料,包括年龄、性别、入院体重、动脉血二氧化碳分压( $\text{PaCO}_2$ )、动脉血氧分压( $\text{PaO}_2$ )、机械通气时间及小儿危重病例评分(PCIS)等信息。收集体检儿童的年龄、性别、入院体重。

#### 1.2.2 检测血清 PGD2 和 LAIR-1 水平

采集入组研究对象的晨空腹静脉血 5mL,获取血清,配制血清悬液,取  $100\mu\text{L}$  血清悬液加入 PGD2 (上海科艾博生物,CB11162-Hu)、LAIR-1(上海科艾博生物,CB15724-Hu)酶联免疫吸附法(ELISA)试剂盒反应孔中常温孵育,随后洗涤反应板;滴加新鲜稀释的酶标抗体室温孵育 30min,再次洗涤反应板;滴加底物显色液  $37^\circ\text{C}$  下反应 20min,洗涤反应板;最后加入终止反应液,反应孔内液体颜色变蓝,将反应板置于酶标仪 450nm 波长下检测各样本的吸光度,根据标准曲线计算血清样本中 PGD2、LAIR-1 水平。

### 1.2.3 检测氧合指数

采用氧合指数(OI)评价患儿病情的严重程度:患儿采取静坐或静卧位,将传感器套在患儿手指上,利用手指作为盛装血红蛋白的透明容器,测定通过组织床的光传导强度,采用氧气分析仪(锐意自控, Gasboard-3100)检测患儿的 OI<sup>[6]</sup>。

### 1.2.4 预后随访

记录患儿 28d 内的预后情况<sup>[7]</sup>,并根据患儿的临床结局将其分为生存组(65 例)和死亡组(15 例)。

### 1.3 统计学方法

应用 SPSS 25.0 统计学软件分析数据,计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较行独立样本  $t$  检验;计数资料以例数(百分率)[ $n(\%)$ ]表示,组间比较行  $\chi^2$  检验及校正  $\chi^2$  检验;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 PGD2、LAIR-1 水平对儿童发生 ARDS 的诊断价值,曲线下面积(AUC)的比较行  $Z$  检验;采用多因素 Logistic 回归分析 ARDS 患儿预后的影响因素。以  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 观察组与对照组血清 PGD2 和 LAIR-1 水平的对比

观察组血清 PGD2、LAIR-1 水平均明显高于对照组,经比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。

### 2.2 血清 PGD2、LAIR-1 对儿童发生 ARDS 的诊断价值

以血清 PGD2、LAIR-1 单独及其联合诊断概率值为检验变量,以患儿是否发生 ARDS 为状态变量,绘制 ROC 曲线,结果显示,血清 PGD2、LAIR-1 单独

及联合诊断儿童发生 ARDS 的 AUC 分别为 0.794、0.785、0.873,二者联合诊断优于 PGD2、LAIR-1 各自单独诊断效能( $Z$  值分别为 3.302、3.161,  $P$  值分别为 0.001、0.002),见图 1、表 2。

表 1 观察组与对照组血清 PGD2、LAIR-1 水平的比较( $\bar{x} \pm s$ )

| Table 1 Comparison of serum PGD2 and LAIR-1 levels of the children between the observation group and the control group ( $\bar{x} \pm s$ ) |                   |                   |       |        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------|--------|
| 指标                                                                                                                                         | 观察组<br>( $n=80$ ) | 对照组<br>( $n=94$ ) | $t$   | $P$    |
| PGD2(pg/mL)                                                                                                                                | 301.85±35.18      | 265.02±30.16      | 7.436 | <0.001 |
| LAIR-1(ng/mL)                                                                                                                              | 2.51±0.41         | 2.04±0.37         | 7.945 | <0.001 |

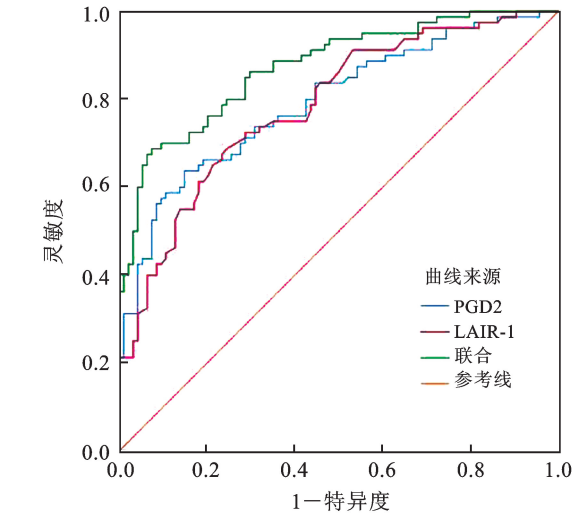


图 1 血清 PGD2、LAIR-1 诊断儿童发生 ARDS 的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curves of serum PGD2 and LAIR-1 for diagnosing ARDS in children

表 2 血清 PGD2、LAIR-1 对儿童发生 ARDS 的诊断效能

| Table 2 Diagnostic efficacy of serum PGD2 and LAIR-1 for occurrence of ARDS in children |       |             |        |        |             |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------|--------|--------|-------------|--------|
| 指标                                                                                      | AUC   | 95%CI       | 灵敏度(%) | 特异度(%) | 截断值         | $P$    |
| PGD2                                                                                    | 0.794 | 0.726~0.852 | 63.75  | 85.11  | 283.52pg/mL | <0.001 |
| LAIR-1                                                                                  | 0.785 | 0.717~0.844 | 68.75  | 75.53  | 2.28ng/mL   | <0.001 |
| 联合                                                                                      | 0.873 | 0.815~0.919 | 68.75  | 92.55  |             | <0.001 |

### 2.3 生存组与死亡组一般资料及血清 PGD2 和 LAIR-1 水平的对比

死亡组机械通气时间、OI 及血清 PGD2 和 LAIR-1 水平均明显高于生存组,PCIS 明显低于生存组,经比较差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );生存

组与死亡组性别分布,以及年龄、入院体重、 $\text{PaCO}_2$ 、 $\text{PaO}_2$  比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 3。

### 2.4 影响 ARDS 患儿预后的多因素 Logistic 回归分析

以 ARDS 患儿 28d 是否死亡(是=1,否=0)为

因变量,将 PGD2、LAIR-1、机械通气时间、OI 和 PCIS 的实测值作为自变量纳入多因素 Logistic 回归分析,结果显示,PGD2、LAIR-1 均是 ARDS 患儿 28d 发生死亡的危险因素( $P<0.05$ ),见表 4。

表 3 生存组与死亡组一般资料及血清 PGD2、LAIR-1 水平的比较[n(%), $\bar{x}\pm s$ ]  
Table 3 Comparison of general information and serum levels of PGD2 and LAIR-1 of the children with ARDS between the survival group and the death group [n (%), $\bar{x}\pm s$ ]

| 项目                       | 生存组(n=65)    | 死亡组(n=15)    | $\chi^2/t$ | <i>P</i> |
|--------------------------|--------------|--------------|------------|----------|
| 性别                       |              |              | 0.342      | 0.559    |
| 男                        | 38(58.46)    | 10(66.67)    |            |          |
| 女                        | 27(41.54)    | 5(33.33)     |            |          |
| 年龄(岁)                    | 5.03±1.26    | 5.14±1.31    | 0.303      | 0.763    |
| 入院体重(kg)                 | 16.75±3.34   | 17.62±3.33   | 0.910      | 0.366    |
| 机械通气时间(h)                | 6.61±1.15    | 8.97±1.36    | 6.921      | <0.001   |
| PCIS(分)                  | 74.56±8.37   | 68.37±7.66   | 2.620      | 0.011    |
| OI                       | 7.69±1.59    | 17.27±3.87   | 15.325     | <0.001   |
| PaCO <sub>2</sub> (mmHg) | 85.42±9.95   | 83.15±9.13   | 0.808      | 0.422    |
| PaO <sub>2</sub> (mmHg)  | 42.54±6.62   | 40.14±6.41   | 1.273      | 0.207    |
| PGD2(pg/mL)              | 296.96±33.07 | 323.04±37.45 | 2.686      | 0.009    |
| LAIR-1(ng/mL)            | 2.40±0.37    | 2.99±0.49    | 5.225      | <0.001   |

表 4 多因素 Logistic 回归分析 ADRS 患儿预后的影响因素  
Table 4 Multivariate Logistic regression analysis of influencing factors for prognosis of the children with ARDS

| 影响因素      | <i>B</i> | <i>S.E.</i> | Wald $\chi^2$ | <i>OR</i> | 95% <i>CI</i> | <i>P</i> |
|-----------|----------|-------------|---------------|-----------|---------------|----------|
| PGD2      | 0.848    | 0.158       | 28.806        | 2.335     | 1.713~3.183   | <0.001   |
| LAIR-1    | 0.941    | 0.290       | 10.524        | 2.562     | 1.451~4.523   | <0.001   |
| 机械通气时间(h) | 0.074    | 0.246       | 0.091         | 1.077     | 0.665~1.744   | 0.763    |
| PCIS(分)   | -0.270   | 0.696       | 0.151         | 0.763     | 0.195~2.985   | 0.698    |
| OI        | 0.218    | 0.266       | 0.669         | 1.243     | 0.738~2.094   | 0.413    |

3 讨论

近年来,ARDS 患病率有所增高<sup>[8-9]</sup>。在治疗 ARDS 的过程中,脱水、肾上腺皮质激素、氧气疗法、机械呼吸器维持等方式都为患者赢得了宝贵的时间,但总体而言,ARDS 患儿的诊断和预测预后方式不尽完善<sup>[10]</sup>。

3.1 PGD2 对 ARDS 的影响

PGD2 是一种脂质介质,通过 DP1 和 DP2 受体发挥生物学功能;PGD2 过表达通过与 DP2 受体的相互作用诱导炎症细胞趋化和脱颗粒,导致黏液产生、组织重塑、结构损伤及肺功能受损<sup>[11]</sup>。PGD2 具有血管活性,能有效地调节肺和皮肤微血管内皮细胞屏障功能,参与凝血酶诱导的屏障破坏及白细胞、血浆的外渗<sup>[12-13]</sup>。肺炎低氧血症和 ARDS 患者炎

症脂质介质包括 PGD2 水平明显增加,伴随肺毛细血管压力和微血管通透性增加,可引起肺水肿、支气管收缩和通气/灌注失配。呼吸道疾病患者服用阿司匹林或其他环氧合酶 1 抑制剂后,会突然出现支气管痉挛、喘息等症状,主要机制为环素、PGD2 及呼吸道中效应细胞的流入,参与了急性炎症反应,导致疾病的恶化<sup>[14]</sup>。使用 DP2 受体阻断剂可以有效地改善呼吸功能障碍患者的呼吸困难等症状。本研究显示,ARDS 患儿血清 PGD2 水平较健康儿童升高,且患儿 28d 死亡者较存活者的血清 PGD2 水平更高,说明血清 PGD2 过表达是患儿 ARDS 进展的一个不利因素,其可能通过破坏肺组织微血管内皮细胞屏障功能,使白细胞和血浆外渗,增强促炎反应,加剧肺损伤,抑制肺功能,不利于患儿的预后。

### 3.2 LAIR-1 对 ARDS 的影响

LAIR-1 又称 CD305,主要通过调控免疫细胞发挥作用<sup>[15]</sup>。Helou 等<sup>[16]</sup>研究发现,LAIR-1 能够激活 2 型先天淋巴细胞(ILC2S),降低细胞因子的分泌和效应函数,引起嗜酸性粒细胞浸润和气道高反应性。免疫抑制受体 LAIR-1 抑制中性粒细胞组织迁移,在肺部疾病期间可以作为中性粒细胞驱动的气道炎症的负调节因子<sup>[17]</sup>。本研究结果与前述分析一致,ARDS 患儿血清 LAIR-1 水平升高,且出院 28d 死亡者较存活者 LAIR-1 水平更高,推测过表达的 LAIR-1 可能通过刺激细胞免疫系统,促进促炎细胞因子和中性粒细胞的释放,激活 ILC2S 引起气道高反应性,导致严重的肺部结构改变和肺损伤。此外,本研究中 ROC 曲线分析显示,血清 PGD2、LAIR-1 水平升高对儿童发生 ARDS 具有一定的诊断价值,二者联合诊断价值更高。当 PGD2 > 283.52pg/mL 时、LAIR-1 > 2.28ng/mL 时,儿童 ARDS 的发生风险有所增加;PGD2、LAIR-1 均是 ARDS 患儿 28d 发生死亡的危险因素,因此应密切关注其变化情况,对患儿及时采取急救措施,提高生存率。

综上所述,ARDS 患儿血清 PGD2、LAIR-1 水平升高,二者联合可对 ARDS 的发生具有一定的诊断价值,且与患儿的预后有关。本研究存在的不足之处是未动态监测患儿血清 PGD2、LAIR-1 水平,今后将针对这些方面进行研究探讨,以期改进临床诊疗方法。

#### [参考文献]

- [1]许千金,朱鹏,石钟山,等.急性呼吸窘迫综合征呼吸驱动:评估与控制[J].中华医学杂志,2022,102(36):2839-2843.
- [2]Dassios T,Williams E E,Kaltsogianni O,et al.Permissive hypercapnia and oxygenation impairment in premature ventilated infants[J].Respir Physiol Neurobiol,2023,317(1):1-12.
- [3]冯瑾.成人支气管哮喘、慢性阻塞性肺疾病患者血清前列腺素 D2 水平的差异及临床意义[D].承德:承德医学院,2022.
- [4]Helou D G,Quach C,Hurrell B P,et al.LAIR-1 limits macrophage activation in acute inflammatory lung injury[J].Mucosal Immunol,2023,9(1):1-12.
- [5]Rotta A T,Piva J P,Andreolio C,et al.Progress and perspectives in pediatric acute respiratory distress syndrome[J].Rev Bras Ter Intensiva,2015,27(3):266-273.
- [6]Moharana S,Jain D,Bhardwaj N,et al.Pressure support ventilation decreases propofol consumption and improves postoperative oxygenation index compared with pressure-controlled ventilation in children undergoing ambulatory surgery: a randomized controlled trial[J].Can J Anaesth,2020,67(4):445-451.
- [7]Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference Group.Pediatric acute respiratory distress syndrome: consensus recommendations from the Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference[J].Pediatr Crit Care Med,2015,16(5):428-439.
- [8]Meyer N J,Gattinoni L,Calfee C S.Acute respiratory distress syndrome[J].Lancet,2021,398(10300):622-637.
- [9]陈若红,冯业成,黄惠敏,等.儿童肺部感染并发急性呼吸窘迫综合征影响因素分析[J].中国妇幼健康研究,2022,33(5):67-71.
- [10]梁珍花,庞小容,张健.儿童急性呼吸窘迫综合征研究进展[J].中国保健营养,2020,30(15):384-385.
- [11]Domingo C,Palomares O,Sandham D A,et al.The prostaglandin D2 receptor 2 pathway in asthma: a key player in airway inflammation[J].Respir Res,2018,19(1):1-8.
- [12]Rittchen S,Rohrer K,Platzer W,et al.Prostaglandin D2 strengthens human endothelial barrier by activation of E-type receptor 4[J].Biochem Pharmacol,2020,182(1):1-16.
- [13]Jandl K,Stacher E,Bálint Z,et al.Activated prostaglandin D2 receptors on macrophages enhance neutrophil recruitment into the lung[J].J Allergy Clin Immunol,2016,137(3):833-843.
- [14]Laidlaw T M.Pathogenesis of NSAID-induced reactions in aspirin-exacerbated respiratory disease[J].World J Otorhinolaryngol Head Neck Surg,2018,4(3):162-168.
- [15]Zhang J,Zhang Y,Cheng S,et al.LAIR-1 overexpression inhibits epithelial-mesenchymal transition in osteosarcoma via GLUT1-related energy metabolism[J].World J Surg Oncol,2020,18(1):1-10.
- [16]Helou D G,Shafiei-Jahani P,Hurrell B P,et al.LAIR-1 acts as an immune checkpoint on activated ILC2s and regulates the induction of airway hyperreactivity[J].J Allergy Clin Immunol,2022,149(1):223-236.
- [17]Kumawat K,Geerdink R J,Hennus M P,et al.LAIR-1 limits neutrophilic airway inflammation[J].Front Immunol,2019,10(1):223-236.

[专业责任编辑:侯伟]

[中文编辑:王懿;英文编辑:杨周岐]