

儿童社区获得性肺炎死亡风险相关危险因素及量表研究进展

汪骊邨, 邓 昱*

重庆医科大学附属儿童医院呼吸科, 国家儿童健康与疾病临床医学研究中心, 儿童发育疾病研究教育部重点实验室, 儿童感染免疫重庆市重点实验室, 重庆

收稿日期: 2025年3月1日; 录用日期: 2025年3月25日; 发布日期: 2025年4月2日

摘 要

社区获得性肺炎是儿童住院治疗甚至死亡的重要原因之一, 早期预判肺炎患儿死亡风险, 对减少儿童肺炎死亡率至关重要。目前有许多研究报道了与儿童CAP死亡风险相关的危险因素及量表, 本文就儿童CAP的死亡风险相关危险因素及量表进行综述, 为临床医生尽早识别肺炎患儿死亡风险并进行临床干预提供参考。

关键词

儿童, 社区获得性肺炎, 死亡, 危险因素, 量表

Research Progress on Risk Factors and Prognostic Scales to Estimate the Mortality of Community-Acquired Pneumonia in Children

Lili Wang, Yu Deng*

Department of Respiratory Medicine, Children's Hospital of Chongqing Medical University, National Clinical Research Center for Child Health and Disorders, Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders, Chongqing Key Laboratory of Child Infection and Immunity, Chongqing

Received: Mar. 1st, 2025; accepted: Mar. 25th, 2025; published: Apr. 2nd, 2025

*通讯作者。

文章引用: 汪骊邨, 邓昱. 儿童社区获得性肺炎死亡风险相关危险因素及量表研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(4): 461-469. DOI: 10.12677/acm.2025.154954

Abstract

Community-acquired pneumonia is one of the important reasons for hospitalization and death in children, early predicting risk of death in children with pneumonia is very important to reduce the mortality in children with CAP. At present, many studies have reported the risk factors and scales related to the mortality risk of CAP in children. This article will summarize the risk factors and prognostic scales associated with the mortality of children with CAP, to provide a reference for clinicians to identify the risk of death in children with pneumonia and carry out clinical intervention as early as possible.

Keywords

Children, Community-Acquired Pneumonia, Death, Risk Factors, Scales

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

社区获得性肺炎(Community-acquired pneumonia, CAP)指既往健康儿童在社区(医院外)获得的感染性肺炎,包括感染了具有明确潜伏期的病原体而在入院后潜伏期内发病的肺炎[1]。社区获得性肺炎是儿童常见疾病,发病率高、进展快,是儿童住院治疗甚至死亡的重要原因之一。呼吸道感染是1~59月龄儿童死亡的主要原因之一,占有死亡人数的18.7%[2]。据估计,在每年死亡的600万5岁以下儿童中,有100万是由呼吸道感染引起的[3]。而重症肺炎占呼吸道感染死亡的75%以上,并且三分之二发生在婴儿中[4]。因此,早期识别肺炎患儿的死亡风险并及时治疗可有效减少儿童肺炎死亡率。

目前有许多关于与儿童CAP死亡相关的独立危险因素的研究报道,有研究检索了多个数据库从建库至2023年2月27日这段时期内发表的,有关儿童CAP死亡的独立危险因素的文献,通过模拟多中心研究找到了儿童CAP死亡的12个独立危险因素。也有研究报道过一些评估儿童肺炎死亡风险的量表,如RISC (Respiratory Index of Severity in Children)评分[5]、PERCH 评分(Pneumonia Etiology Research for Child Health study score, PERCH score) [6]、Florin 模型[7]、小儿危重症评分(Pediatric Critical Illness Score, PCIS) [8]、改良版PIRO(modified predisposition, insult, response, organ dysfunction)量表[9]、Williams 儿童重症肺炎预后预测模型[10]、PICU 住院儿童CAP死亡风险评分预测模型[11]、PREPARE (Pneumonia Research Partnership to Assess WHO Recommendations)工具[12]等。

现就与儿童肺炎死亡相关的危险因素及预测儿童肺炎死亡风险的量表进行综述。

2. 儿童肺炎死亡相关危险因素

目前有许多研究报道了与儿童CAP死亡风险相关的危险因素,但不同研究报道的危险因素之间存在复杂的交互关系,没有被很好的总结,且这些危险因素来源于对全球不同地域和临床特征不一致的人群的研究,不具有普适性。有研究检索国内外与肺炎患儿死亡危险因素相关文献并进行Meta分析,在该研究中,年龄<1岁、年龄>9岁、营养不良、有先天性心脏病、降钙素原升高、血氧饱和度<90%、紫绀、意识减退、白蛋白<30 g/L、机械通气、多叶肺炎、C反应蛋白升高被该Meta分析所证实与儿童CAP死亡的关联有统计学意义[13]。

2.1. 人口学特征及生命体征

人口学特征包括年龄、性别等, 生命体征包括血氧饱和度、意识水平等。

Demers 等[14]、Xu 等[15]、梁粤等[16]发现年龄 < 1 岁是儿童肺炎的危险因素。Ederveen 等的研究发现, 婴儿时期呼吸道菌群组成极易受到环境影响发生改变[17], 且婴幼儿上气道短而窄, 分泌物阻塞气道容易引起气管阻力增加、呼吸困难[18]。这些均增加了婴幼儿肺炎死亡的危险性。

低氧血症作为呼吸道感染常见的并发症[19], 与死亡风险密切相关。低氧血症是指血液中含氧不足, 动脉血氧分压(PaO₂)低于同龄人的正常下限, 主要表现为血氧分压与血氧饱和度下降。SpO₂ 在临床实践中易被测量, 符合量表及时性、准确性的要求。紫绀是低氧血症的较为直观的临床表现之一, 可以作为低氧血症诊断的一个重要体征。

Jroundi 等[20]、Demers 等[14]、Macpherson 等[21]、Ramachandran 等[22]发现意识减退与儿童肺炎死亡相关。在肺炎的严重程度评估中提到, 如果出现意识障碍则为急重症肺炎, 是评估入住重症监护病房的指征之一[23]。肺炎可引起神经系统并发症, 导致意识障碍甚至死亡, 严重的感染也可能导致全身炎症反应综合征, 引起感染性休克, 出现意识障碍甚至危及生命。

2.2. 实验室指标及影像学检查

2.2.1. 降钙素原

降钙素原(Procalcitonin, PCT)由甲状腺滤泡旁细胞分泌, 是降钙素的前体物质, 其结构是由 116 个氨基酸排列组合而成, 在进入体循环前被相关激活酶切割成具有活性的降钙素。在健康个体中, PCT 正常值为<0.02 ng/ml [24]。Bénet 等[25]、吴敬银[26]、李玉华[27]、罗新兵[28]、黎小梅[29]等的研究发现, 降钙素原是儿童肺炎死亡的独立危险因素。降钙素原与脓毒症及感染有较好的相关性, 与肺炎的严重程度正相关。PCT 初始水平高且在治疗过程中持续升高或不降均是预后不良的标志, PCT 浓度超过 2 ng/ml 时, 严重细菌感染及脓毒症发生率升高, 同时伴随高度器官功能障碍风险以及高死亡风险[30]。

2.2.2. C 反应蛋白

C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)是急性时相反应蛋白之一, 是临床检验中最常用的非特异性炎症感染指标, 其升高幅度与感染严重程度呈正相关[31]。CRP 在临床上也常用于区分细菌与病毒感染, 病毒感染时, CRP 的水平不会出现明显升高。一项研究对儿童版 PIRO 量表进行了修改, 将 CRP > 0.5 mg/dl、PCT > 0.5 mg/dl 纳入儿童版 PIRO 量表中, 在 80 例肺炎患儿中进行评估, 发现修改后的量表判断死亡风险的能力显著提高(AUC = 0.919, 95% CI: 0.836~0.968) [32]。Fariba 等的研究显示, CRP 的感染预测价值良好, 可以作为 CAP 患儿病情评估的首选指标[33]。

2.2.3. 白蛋白

血清白蛋白能维持血浆胶体有效渗透压, 维持酸碱平衡, 抗氧化和抗炎活性, 协调血管内皮的完整性, 参与多种内源性和外源性物质的转运、分配和代谢[34]。一篇 Meta 分析结果示, 血清白蛋白浓度每下降 10 g/L, 死亡率提高 137%, 发病率显著提高 89%, 重症监护病房和住院时间分别延长 28%和 71% [35]。大量研究也都发现, 低白蛋白与儿童 CAP 死亡风险有关[36]-[38]。血清白蛋白水平下降这一危险因素或许可与其他指标协同预测儿童肺炎死亡风险。

2.2.4. 多叶浸润

在儿童社区获得性肺炎病情严重程度评估中, 超过 2/3 一侧肺浸润、多叶肺浸润是重症的指标之一。多叶受累意味着感染范围更广, 直接导致肺泡炎症和渗出增多, 有效气体交换面积减少, 可引发严重低

氧血症和高碳酸血症。一些研究也发现多叶浸润与儿童 CAP 死亡的相关性有统计学意义[39]-[41], 这可能与多叶浸润患儿感染的病原体的毒力更强, 宿主免疫反应过度, 多叶浸润会引起更多并发症有关。

2.3. 合并症及并发症

大量研究发现患有先天性心脏病与儿童肺炎的死亡风险增加有关[16][22][42][43]。先心病患儿心脏结构出现缺损或异常通道时引起血液异常分流, 导致右心负荷增大, 可能导致肺部血管充血, 从而增加患肺炎的风险。

Ramachandran 等[22]、Lupisan 等[44]、Shahrin 等[45]、Tegenu 等[46]的研究均发现, 营养不良与儿童 CAP 患儿死亡正相关。在一项纳入 522 例 5 岁以下重症肺炎患儿的研究中也发现, 营养不良的儿童死于重症肺炎的可能性是没有营养不良的儿童七倍[42]。这可能与营养不良会导致患儿免疫系统功能减弱, 使其更易感且感染后恢复慢有关。

众多研究同样表明, 机械通气与儿童肺炎死亡正相关[16][22][42], 但不能说明机械通气是儿童肺炎死亡的独立危险因素, 曹璐等人[47]发现, 进行机械通气患儿的死亡率比未进行机械通气的肺炎患儿高 5 倍, 可作为重症肺炎强有力的死亡预测因子。但其认为, 这仅能反映出, 重症肺炎患儿病情的危急且严重, 故其死亡率相应也高。

3. 儿童肺炎死亡风险预测量表

目前已有几种用于预测社区获得性肺炎患者死亡率的评分系统, 如 PSI [48]、CURB-65 [49]、CRB-65 [50]和 CURB [51], 这些量表在成人中基本适用, 但由于评估指标中的年龄分层、基础疾病以及肿瘤等多发于成人的疾病为主, 缺少儿童年龄分层的依据以及以先天出生缺陷或者遗传代谢病为主的基础疾病的赋分依据, 暂时还不适合于儿童患者。Loke 等人的研究结果表明, PSI 和 CURB-65 评分系统在识别低死亡风险的肺炎患者方面表现良好[52]。然而, 这些量表都有局限性, 在做出临床决策时, 需要结合实际临床情况使用[53]。

现对目前已有文献报道的一系列儿童肺炎死亡风险评估量表进行总结:

3.1. RISC 评分

RISC 评分来源于南非 4000 多名下呼吸道感染儿童队列, 用于识别死亡高风险儿童。其中与未感染艾滋病毒的儿童死亡率有关的独立危险因素包括: 氧饱和度低($\text{SpO}_2 < 90\%$)、胸壁内缩、年龄体重过轻和拒食, 喘息与死亡风险降低有关。而 HIV 感染儿童死亡的独立危险因素略有不同, 包括: 氧饱和度低($\text{SpO}_2 < 90\%$)、胸壁内缩、拒食、年龄和 HIV 临床分类[5]。Rees 等人的研究表明, 当它被应用于 0~24 个月龄肺炎患儿时, 死亡风险预测能力较差[54]。该评分指标在临床应用中均较易获得, 能快速对患儿病情进行评估, 但其部分指标如拒食、胸壁内缩、喘息等, 客观性欠佳, 可能影响其预测准确性。

3.2. PERCH 评分

PERCH 评分来源于 7 个低收入和中等收入国家的 5 岁以下肺炎患儿的数据。该评分中预测儿童肺炎死亡风险的危险因素包括: 年龄 < 1 岁、女性、入院前最长症状持续时间 ≥ 3 天、体重身高 Z 分数 < -2 、无反应、深呼吸、低氧血症、呻吟和无咳嗽。该模型在验证数据集中的预测性能良好[6]。与 RISC 评分比较, 其适用年龄范围较广, 同时纳入了对神经系统的评价指标(无反应), 维度更全面。但在 Rees 等人的研究中发现其在识别儿童肺炎死亡风险方面, 区分能力较差[54], 可能与验证人群的异质性有关, 因此, 多中心外部验证其普适性很有必要。

3.3. Florin 模型

Florin 模型来源于美国 1128 名 18 岁以下的急诊科疑似 CAP 儿童队列, 其严重程度预测因子包括呼吸频率、收缩压、PF 比值、三凹征、毛细血管充盈时间、肺不张或肺炎以及胸腔积液。该模型在区分轻度疾病(不需要住院治疗)和中度或重度疾病(需要住院治疗)的儿童方面表现出了出色的区分及校准能力, 但该模型目前缺乏外部验证[7]。

3.4. PCIS

小儿危重症评分(Pediatric Critical Illness Score, PCIS)是 1995 年中华医学会儿科分会急诊学组和中华医学会急诊学分会儿科学组总结过去经验教训, 借鉴国际先进方法制定的, 是国内应用比较广泛的危重患儿病情评估法, 在 ICU 中被广泛用于判断死亡风险[55]。该评分需收集患儿的脉搏、呼吸等生命体征、血压、pH 值、动脉氧分压、血钠、血钾等 10 项指标, 逐项予以计分, 总分 100 分, 根据患者的分值分为非危重(>80 分)、危重(70~80 分)、极危重(<70 分)三个级别[8]。该评分系统指标获取方便, 容易操作, 能全面评价重症患者的病情, 最初主要作为儿科重症监护病房(PICU)的收住标准, 后来越来越多的临床医生将其用于重症肺炎的病情评估, 认为该方法可准确判断婴幼儿肺炎的轻重程度[56] [57]。

3.5. 改良版 PIRO 量表

改良版 PIRO 量表评分内容包括年龄、并发症、低氧血症、低血压、菌血症、多肺叶浸润、肝肾衰竭、急性呼吸窘迫症。该评分被用来预测因肺炎住院患儿的死亡率。对于出现的每个特性都给出对应评价分(分值 0~10 分), 并依据评价分将患者分为 4 个危险等级, 低风险 0~2 分, 中风险 3~4 分, 高风险 5~6 分, 极高风险 7~10 分。评分可预测 CAP 住院儿童的死亡率, 并作为临床试验中选择重症监护病房和辅助治疗的工具[9]。但改良版 PIRO 量表中部分指标, 如菌血症, 该指标需依赖病原学培养结果判断, 检测耗时较长, 可能影响该量表的及时性。一项研究对该量表部分指标(低血压、菌血症)分别用毛细血管再充盈时间延迟、降钙素原进行替代, 发现其对疫情前后的 CAP 患儿的不良预后的预测效能始终优良[58]。

3.6. Williams 儿童重症肺炎预后预测模型

该评分来源于美国一个多中心前瞻性研究, 纳入了 2319 名儿童。该风险预测模型用于预测儿童重症肺炎的结局。共分为 3 个模型: 分别为: 20 个预测变量的完整模型、10 个预测变量的简易模型和 9 个变量的电子健康记录(EHR)模型。其中 EHR 模型最常被临床采用, 预测变量包括年龄、性别、种族、PF 比值、心率、呼吸速率、收缩压、体温和白细胞计数。该模型将肺炎分为严重(需要机械通气、休克、死亡)、中度(需要重症监护住院)、轻度(需要非重症监护室住院)3 个等级。从分值上, ≤ 1 分为轻症, >1 分且 ≤ 4 分为中度, >5 分以上视为严重, 得分越高则死亡风险越大[10]。这些指标在临床中均较易获得且客观, 能识别出肺炎患儿的死亡风险, 但目前国内外对该模型的研究较少, 其在国内临床中的可用性尚不清楚。

3.7. PICU 住院儿童 CAP 死亡风险评分预测模型

该评分的预测指标包括: $PCT \geq 0.375$ ng/mL、 $LDH \geq 490$ U/L、 $APTT \geq 31.8$ s、 $Fib \leq 1.78$ g/L。该预测模型用于预测儿科重症监护室儿童的早期死亡风险。当患儿检验结果达到相应分值时被赋予对应评分, 模型总分为 0~7 分。当评分 ≥ 5 分时, 诊断 CAP 患儿死亡的敏感性和特异性分别为 72.7%和 87.5% [11]。该模型在重症监护室中可帮助临床医生简单快速评估 CAP 儿童的死亡风险, 不过, 该模型是否适用于预测入住普通病房的肺炎患儿的死亡风险, 需要我们进一步验证。

3.8. PREPARE 工具

该评分工具使用了 PREPARE 数据集, 推导并验证了一种新的风险评估工具, 用于评估全球许多地区 2~59 个月儿童的住院肺炎相关死亡率。该评分包括 10 个危险因素: 患者年龄、性别、年龄别体重 z 评分、体温、呼吸频率、下胸壁凹陷、意识丧失/意识水平下降、惊厥、紫绀和低氧血症[12]。该风险评估工具对住院儿童肺炎死亡风险具有良好的预测能力, 但尚缺乏对该预测模型的外部验证。

4. 小结与展望

在临床实践中, 评估患者病情严重程度需要依赖多维度指标整合分析, 流程较为复杂, 易错过早期识别病情严重程度的最佳时机。因此, 寻找具有早期预警价值的危险因素及预测模型, 早期识别儿童肺炎死亡风险, 对降低儿童肺炎死亡率至关重要。尽管有大量研究报道过与 CAP 患儿死亡相关的独立危险因素, 但单一指标易受其他混杂因素影响, 特异性与稳定性欠佳, 因此, 在实际应用中, 我们可结合患儿相应的临床表现、常规实验室指标以及评分系统进行综合判断, 以提高预测效能。然而, 对于现存预测儿童 CAP 死亡风险的评分系统的外部验证较少, 且部分评分系统的指标检测较耗时, 基于此, 未来研究的重点应通过多中心队列对现存评分系统进行外部验证, 并进一步探究可代替复杂检测的简易指标, 以提升预测肺炎患儿死亡风险的评分系统在临床中的适用性、实用性、及时性。

基金项目

重庆市自然科学基金(cstc2019jcyj-msxmX0858); 重庆市人力资源和社会保障局留学人员回国创业创新支持计划(cx2019068); 重庆市教育委员会科学技术研究计划(KJQN202000431); 重庆市科卫联合医学科研项目(渝卫发[2020]65 号-2020FYXX086); 国家重点研发计划(2022YFC2704900); 重庆医科大学未来医学青年创新团队支持计划。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家健康委员会, 国家中医药局. 儿童社区获得性肺炎诊疗规范(2019 年版) [J]. 中华临床感染病杂志, 2019(1): 6-13.
- [2] Perin, J., Mulick, A., Yeung, D., Villavicencio, F., Lopez, G., Strong, K.L., *et al.* (2022) Global, Regional, and National Causes of Under-5 Mortality in 2000-19: An Updated Systematic Analysis with Implications for the Sustainable Development Goals. *The Lancet Child & Adolescent Health*, **6**, 106-115. [https://doi.org/10.1016/s2352-4642\(21\)00311-4](https://doi.org/10.1016/s2352-4642(21)00311-4)
- [3] Liu, L., Oza, S., Hogan, D., Chu, Y., Perin, J., Zhu, J., *et al.* (2016) Global, Regional, and National Causes of Under-5 Mortality in 2000-15: An Updated Systematic Analysis with Implications for the Sustainable Development Goals. *The Lancet*, **388**, 3027-3035. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)31593-8](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)31593-8)
- [4] Johnson, A.B.R., Osinusi, K., Aderele, W.I., Gbadero, D.A., Olaleye, O.D. and Adeyemi-Doro, F.A.B. (2008) Etiologic Agents and Outcome Determinants of Community-Acquired Pneumonia in Urban Children: A Hospital-Based Study. *Journal of the National Medical Association*, **100**, 370-385. [https://doi.org/10.1016/s0027-9684\(15\)31269-4](https://doi.org/10.1016/s0027-9684(15)31269-4)
- [5] Reed, C., Madhi, S.A., Klugman, K.P., Kuwanda, L., Ortiz, J.R., Finelli, L., *et al.* (2012) Development of the Respiratory Index of Severity in Children (RISC) Score among Young Children with Respiratory Infections in South Africa. *PLOS ONE*, **7**, e27793. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027793>
- [6] Gallagher, K.E., Knoll, M.D., Prosperi, C., Baggett, H.C., Brooks, W.A., Feikin, D.R., *et al.* (2019) The Predictive Performance of a Pneumonia Severity Score in Human Immunodeficiency Virus-Negative Children Presenting to Hospital in 7 Low- and Middle-Income Countries. *Clinical Infectious Diseases*, **70**, 1050-1057. <https://doi.org/10.1093/cid/ciz350>
- [7] Florin, T.A., Ambroggio, L., Lorenz, D., Kachelmeyer, A., Ruddy, R.M., Kuppermann, N., *et al.* (2020) Development and Internal Validation of a Prediction Model to Risk Stratify Children with Suspected Community-Acquired Pneumonia. *Clinical Infectious Diseases*, **73**, e2713-e2721. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1690>
- [8] 中华医学会儿科学会急救学组, 董宗祈. 第四届全国小儿急救医学研讨会纪要[J]. 中华儿科杂志, 1995(6): 370-373.

- [9] Araya, S., Lovera, D., Zarate, C., Apodaca, S., Acuña, J., Sanabria, G., *et al.* (2016) Application of a Prognostic Scale to Estimate the Mortality of Children Hospitalized with Community-Acquired Pneumonia. *Pediatric Infectious Disease Journal*, **35**, 369-373. <https://doi.org/10.1097/inf.0000000000001018>
- [10] Williams, D.J., Zhu, Y., Grijalva, C.G., Self, W.H., Harrell, F.E., Reed, C., *et al.* (2016) Predicting Severe Pneumonia Outcomes in Children. *Pediatrics*, **138**, e20161019. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1019>
- [11] Cheng, X., Wang, H., Sun, L., Ge, W., Liu, R., Qin, H., *et al.* (2024) Construction and External Validation of a Scoring Prediction Model for Mortality Risk within 30 Days of Community-Acquired Pneumonia in Children Admitted to the Pediatric Intensive Care Unit: A Multicenter Retrospective Case-Control Study. *Medicine*, **103**, e37419. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000037419>
- [12] Rees, C.A., Colbourn, T., Hooli, S., King, C., Lufesi, N., McCollum, E.D., *et al.* (2022) Derivation and Validation of a Novel Risk Assessment Tool to Identify Children Aged 2-59 Months at Risk of Hospitalised Pneumonia-Related Mortality in 20 Countries. *BMJ Global Health*, **7**, e008143.
- [13] 龙鑫, 汪骊娜, 李婉玲, 罗征秀, 罗健, 符州, 刘恩梅, 邓昱. 儿童社区获得性肺炎死亡风险评估量表 Meta 分析[J]. 统计学与应用, 2023, 12(3): 706-723.
- [14] Demers, A., Morency, P., Mberyo-Yaah, F., Jaffar, S., Blais, C., Somsé, P., *et al.* (2000) Risk Factors for Mortality among Children Hospitalized Because of Acute Respiratory Infections in Bangui, Central African Republic. *The Pediatric Infectious Disease Journal*, **19**, 424-432. <https://doi.org/10.1097/00006454-200005000-00007>
- [15] Xu, X., Fan, H., Shi, T., Yang, D., Huang, L., Zhang, D., *et al.* (2023) Analysis of Mortality Risk Factors in Children with Severe Adenovirus Pneumonia: A Single-Center Retrospective Study. *Pediatrics & Neonatology*, **64**, 280-287. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2022.06.016>
- [16] 梁粤. 广东梅州地区儿童重症社区获得性肺炎死亡的危险因素分析[J]. 中国妇幼保健, 2015, 30(22): 3809-3811.
- [17] Ederveen, T.H.A., Ferwerda, G., Ahout, I.M., Vissers, M., de Groot, R., Boekhorst, J., *et al.* (2018) Haemophilus Is Overrepresented in the Nasopharynx of Infants Hospitalized with RSV Infection and Associated with Increased Viral Load and Enhanced Mucosal CXCL8 Responses. *Microbiome*, **6**, Article No. 10. <https://doi.org/10.1186/s40168-017-0395-y>
- [18] 王家玺, 赵红梅. 儿童呼吸康复隐藏的解剖与生理学特征[J]. 中国实用儿科杂志, 2024, 39(8): 572-575.
- [19] Subhi, R., Adamson, M., Campbell, H., Weber, M., Smith, K. and Duke, T. (2009) The Prevalence of Hypoxaemia among Ill Children in Developing Countries: A Systematic Review. *The Lancet Infectious Diseases*, **9**, 219-227. [https://doi.org/10.1016/s1473-3099\(09\)70071-4](https://doi.org/10.1016/s1473-3099(09)70071-4)
- [20] Jroundi, I., Mahraoui, C., Benmessaoud, R., Moraleta, C., Tligui, H., Seffar, M., *et al.* (2014) Risk Factors for a Poor Outcome among Children Admitted with Clinically Severe Pneumonia to a University Hospital in Rabat, Morocco. *International Journal of Infectious Diseases*, **28**, 164-170. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2014.07.027>
- [21] Macpherson, L., Ogero, M., Akech, S., Aluvaala, J., Gathara, D., Irimu, G., *et al.* (2019) Risk Factors for Death among Children Aged 5-14 Years Hospitalised with Pneumonia: A Retrospective Cohort Study in Kenya. *BMJ Global Health*, **4**, e001715. <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2019-001715>
- [22] Ramachandran, P., Nedunchelian, K., Vengatesan, A. and Suresh, S. (2012) Risk Factors for Mortality in Community-Acquired Pneumonia among Children Aged 1-59 Months Admitted in a Referral Hospital. *Indian Pediatrics*, **49**, 889-895. <https://doi.org/10.1007/s13312-012-0221-3>
- [23] 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(10): 920-930.
- [24] Covington, E.W., Roberts, M.Z. and Dong, J. (2018) Procalcitonin Monitoring as a Guide for Antimicrobial Therapy: A Review of Current Literature. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*, **38**, 569-581. <https://doi.org/10.1002/phar.2112>
- [25] Bénet, T., Picot, V.S., Awasthi, S., Pandey, N., Bavdekar, A., Kawade, A., *et al.* (2017) Severity of Pneumonia in under 5-Year-Old Children from Developing Countries: A Multicenter, Prospective, Observational Study. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, **97**, 68-76. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0733>
- [26] 吴敬银. 红细胞分布宽度联合 PCT 对重症肺炎患儿预后的预测价值分析[J]. 基层医学论坛, 2021, 25(28): 4031-4034.
- [27] 李玉华, 马兵, 胡莹莹, 杨丽娟, 刘建英. 重症肺炎患儿血清颗粒蛋白前体、血清淀粉样蛋白 A 水平变化及其与病情和预后的关系[J]. 山东医药, 2021, 61(16): 16-19.
- [28] 罗新兵, 李敬风. 重症肺炎患儿血清和肽素水平变化及其临床意义[J]. 实用心脑血管病杂志, 2018, 26(2): 136-138.
- [29] 黎小梅, 夏宏, 郑应莲, 毛国其. 外周血纤维蛋白降解产物、单核细胞/淋巴细胞比值、中性粒细胞/淋巴细胞比

- 值对重症肺炎患儿预后的评估价值[J]. 儿科药学杂志, 2021, 27(2): 5-9.
- [30] 降钙素原急诊临床应用专家共识组. 降钙素原(PCT)急诊临床应用的专家共识[J]. 中华急诊医学杂志, 2012(9): 944-951.
- [31] 王亚娟, 胡翼云, 杨永弘. C 反应蛋白在儿科临床的应用[J]. 中华儿科杂志, 1999(3): 56-58.
- [32] Valentania, V., Somasetia, D.H., Hilmanto, D., Setiabudi, D. and Nataprawira, H.M.N. (2021) Modified PIRO (Predisposition, Insult, Response, Organ Dysfunction) Severity Score as a Predictor for Mortality of Children with Pneumonia in Hasan Sadikin Hospital, Bandung, Indonesia. *Multidisciplinary Respiratory Medicine*, **16**, Article No. 735. <https://doi.org/10.4081/mrm.2021.735>
- [33] Keramat, F., Ghasemi Basir, H.R., Abdoli, E., Shafiee Aghdam, A. and Poorolajal, J. (2018) Association of Serum Procalcitonin and C-Reactive Protein Levels with CURB-65 Criteria among Patients with Community-Acquired Pneumonia. *International Journal of General Medicine*, **11**, 217-223. <https://doi.org/10.2147/ijgm.s165190>
- [34] Yu, Y., Liu, J., Hu, B., Wang, R., Yang, X., Shang, X., et al. (2021) Expert Consensus on the Use of Human Serum Albumin in Critically Ill Patients. *Chinese Medical Journal*, **134**, 1639-1654. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000001661>
- [35] Vincent, J., Dubois, M., Navickis, R.J. and Wilkes, M.M. (2003) Hypoalbuminemia in Acute Illness: Is There a Rationale for Intervention? A Meta-Analysis of Cohort Studies and Controlled Trials. *Annals of Surgery*, **237**, 319-334. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000055547.93484.87>
- [36] Shi, T., Chen, C., Huang, L., Fan, H., Lu, G., Yang, D., et al. (2020) Risk Factors for Mortality from Severe Community-Acquired Pneumonia in Hospitalized Children Transferred to the Pediatric Intensive Care Unit. *Pediatrics & Neonatology*, **61**, 577-583. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2020.06.005>
- [37] 张永超, 高罡. 强离子隙阴离子间隙白蛋白校正的阴离子间隙和白蛋白对重症肺炎患儿预后的评估价值[J]. 安徽医学, 2019, 40(10): 1138-1141.
- [38] 陈敏, 王军, 周雪典, 陈馨蕊, 田洁. 五岁以下重症肺炎患儿预后的危险因素[J]. 西部医学, 2019, 31(12): 1866-1870.
- [39] 赵志红, 齐凤芹. 重症肺炎患儿中性粒细胞弹性蛋白酶、血管细胞黏附分子-1 的表达及其预后价值分析[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(16): 19-24.
- [40] 郑卫星, 马春英. 儿童社区获得性肺炎临床特点及其死亡危险因素分析[J]. 河南预防医学杂志, 2019, 30(5): 325-328.
- [41] 向仕华, 彭东红. 重症医学科重症肺炎患儿死亡的危险因素分析及改良 PIRO 评分量表对死亡风险的预测价值[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2024(9): 672-677.
- [42] de-Miguel-Díez, J., López-de-Andrés, A., Hernández-Barrera, V., de-Miguel-Yanes, J.M., Carabantes-Alarcón, D., Ji, Z., et al. (2022) Sex-Differences in Incidence of Hospitalizations and in Hospital Mortality of Community-Acquired Pneumonia among Children in Spain: A Population-Based Study. *European Journal of Pediatrics*, **181**, 2705-2713. <https://doi.org/10.1007/s00431-022-04478-9>
- [43] 郑申健, 胡俊, 汪珍珍, 付文龙, 刘贺临. 重度腺病毒肺炎患儿预后不良相关危险因素[J]. 中国感染控制杂志, 2016, 15(8): 587-591.
- [44] Lupisan, S.P., Ruutu, P., Erma Abucejo-Ladesma, P., Quiambao, B.P., Gozum, L., Sombrero, L.T., et al. (2007) Predictors of Death from Severe Pneumonia among Children 2-59 Months Old Hospitalized in Bohol, Philippines: Implications for Referral Criteria at a First-level Health Facility. *Tropical Medicine & International Health*, **12**, 962-971. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2007.01872.x>
- [45] Shahrin, L., Chisti, M.J., Brintz, B., Islam, Z., Shahid, A.S.M.S.B., Hassan, M.Z., et al. (2020) Clinical and Laboratory Predictors of 30-day Mortality in Severe Acute Malnourished Children with Severe Pneumonia. *Tropical Medicine & International Health*, **25**, 1422-1430. <https://doi.org/10.1111/tmi.13484>
- [46] Tegenu, K., Geleto, G., Tilahun, D., Bayana, E. and Bereke, B. (2022) Severe Pneumonia: Treatment Outcome and Its Determinant Factors among Under-Five Patients, Jimma, Ethiopia. *SAGE Open Medicine*, **10**. <https://doi.org/10.1177/20503121221078445>
- [47] 曹璐, 雍素云, 张鹏, 李茁. 重症监护病房重症肺炎婴儿死亡危险因素分析[J]. 中国药业, 2022, 31(1): 119-123.
- [48] Fine, M.J., Auble, T.E., Yealy, D.M., Hanusa, B.H., Weissfeld, L.A., Singer, D.E., et al. (1997) A Prediction Rule to Identify Low-Risk Patients with Community-Acquired Pneumonia. *New England Journal of Medicine*, **336**, 243-250. <https://doi.org/10.1056/nejm199701233360402>
- [49] Lim, W.S., et al. (2003) Defining Community Acquired Pneumonia Severity on Presentation to Hospital: An International Derivation and Validation Study. *Thorax*, **58**, 377-382. <https://doi.org/10.1136/thorax.58.5.377>

-
- [50] Ewig, S., Birkner, N., Strauss, R., Schaefer, E., Pauletzki, J., Bischoff, H., *et al.* (2009) New Perspectives on Community-Acquired Pneumonia in 388 406 Patients. Results from a Nationwide Mandatory Performance Measurement Programme in Healthcare Quality. *Thorax*, **64**, 1062-1069. <https://doi.org/10.1136/thx.2008.109785>
- [51] Ewig, S., *et al.* (2004) Validation of Predictive Rules and Indices of Severity for Community Acquired Pneumonia. *Thorax*, **59**, 421-427. <https://doi.org/10.1136/thx.2003.008110>
- [52] 田颖. 改良 PIRO 量表在儿童重症社区获得性肺炎严重程度评估的意义探讨[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 中国医科大学, 2020.
- [53] Loke, Y.K., Kwok, C.S., Niruban, A. and Myint, P.K. (2010) Value of Severity Scales in Predicting Mortality from Community-Acquired Pneumonia: Systematic Review and Meta-Analysis. *Thorax*, **65**, 884-890. <https://doi.org/10.1136/thx.2009.134072>
- [54] Rees, C.A., Hooli, S., King, C., McCollum, E.D., Colbourn, T., Lufesi, N., *et al.* (2021) External Validation of the RISC, RISC-Malawi, and PERCH Clinical Prediction Rules to Identify Risk of Death in Children Hospitalized with Pneumonia. *Journal of Global Health*, **11**, Article No. 04062.
- [55] Zhang, Z., Huang, X., Wang, Y., Li, Y., Miao, H., Zhang, C., *et al.* (2020) Performance of Three Mortality Prediction Scores and Evaluation of Important Determinants in Eight Pediatric Intensive Care Units in China. *Frontiers in Pediatrics*, **8**, Article No. 522. <https://doi.org/10.3389/fped.2020.00522>
- [56] 付红敏, 聂文莎. 儿童重症肺炎的早期识别[J]. 中国实用儿科杂志, 2018, 33(9): 691-695.
- [57] 蔡正维, 宋自强, 芦伟, 王敏, 熊安秀, 陈春宝. 小儿危重病例评分法在婴幼儿重症肺炎中的应用[J]. 小儿急救医学, 2005(6): 495-496.
- [58] 李婉玲, 黎科, 黄泉涵, 邓昱. 突发公共卫生事件对 mPIRO 量表预测儿童社区获得性肺炎预后性能的影响[J]. 临床医学进展, 2024, 14(4): 2857-2867.