

降钙素原与白蛋白比值对新生儿细菌性肺炎应用价值的分析

高子阳, 蒋晓宏*

安徽医科大学第四附属医院儿科, 安徽 合肥

收稿日期: 2025年3月22日; 录用日期: 2025年4月15日; 发布日期: 2025年4月22日

摘要

目的: 探讨降钙素原与白蛋白比值(Procalcitonin to Albumin Ratio, PAR)对新生儿细菌性肺炎(Neonatal Bacterial Pneumonia, NBP)应用价值的分析。方法: 收集2022年6月至2023年6月安徽医科大学第四附属医院新生儿病房收治的细菌感染新生儿104例作为研究组, 另外选择同期收治的单纯高胆红素血症新生儿非感染性疾病的新生儿103例作为对照组。收集两组患者的基线资料, 包括患儿性别、出生体重、出生时间。并收集患者在入院24小时内的PCT及ALB等血液指标水平, 并计算PCT/ALB比值。通过对两组新生儿一般资料进行分析, 再通过血清PCT、ALB、PAR水平进行统计学分析, 并采用ROC曲线分析比较降钙素原/白蛋白比值对新生儿细菌性肺炎的诊断价值的预测。结果: 感染组患儿血清PCT、ALB以及PAR水平较非感染组明显升高($P < 0.05$)。结果分析显示PCT、ALB诊断新生儿早期细菌性肺炎的曲线下面积(AUC)分别为0.657、0.882, 而PAR的曲线下面积最大($AUC = 0.902, P < 0.001$), 其灵敏度和特异度分别为71.2%和98.1%。结论: PAR对于早期诊断新生儿细菌性肺炎具有较高的临床价值, 可及时采取合理的治疗措施以改善预后。

关键词

降钙素原, 白蛋白, PCT/ALB比值, 新生儿, 细菌性肺炎

Analysis of the Application Value of Procalcitonin to Albumin Ratio in Neonatal Bacterial Pneumonia

Ziyang Gao, Xiaohong Jiang*

Department of Pediatrics, The Fourth Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei Anhui

Received: Mar. 22nd, 2025; accepted: Apr. 15th, 2025; published: Apr. 22nd, 2025

*通讯作者。

文章引用: 高子阳, 蒋晓宏. 降钙素原与白蛋白比值对新生儿细菌性肺炎应用价值的分析[J]. 临床医学进展, 2025, 15(4): 2476-2482. DOI: 10.12677/acm.2025.1541203

Abstract

Objective: To investigate the value of the Procalcitonin to Albumin Ratio (PAR) in the diagnosis of Neonatal Bacterial Pneumonia (NBP). **Methods:** A total of 104 neonates with bacterial infections, admitted to the neonatal unit of the Fourth Affiliated Hospital of Anhui Medical University between June 2022 and June 2023, were enrolled as the study group. Additionally, 103 neonates with non-infectious diseases, specifically neonatal hyperbilirubinemia, admitted during the same period were selected as the control group. Baseline data of the two groups, including gender, birth weight, and birth time, were collected. Serum levels of PCT and ALB were measured within 24 hours of admission, and the PAR was calculated. General data of the neonates were analyzed, and statistical analysis was performed on serum PCT, ALB, and PAR levels. ROC curve analysis was used to compare the diagnostic value of PAR in neonatal bacterial pneumonia. **Results:** The levels of serum PCT, ALB, and PAR in the infected group were significantly higher than those in the non-infected group ($P < 0.05$). The area under the ROC curve (AUC) for PCT and ALB in diagnosing early neonatal bacterial pneumonia were 0.657 and 0.882, respectively. The AUC for PAR was the highest (AUC = 0.902, $P < 0.001$), with a sensitivity of 71.2% and specificity of 98.1%. **Conclusion:** PAR has high clinical value in the early diagnosis of neonatal bacterial pneumonia, which can facilitate timely implementation of appropriate treatment measures to improve prognosis.

Keywords

Procalcitonin, Albumin, PCT/ALB Ratio, Neonates, Bacterial Pneumonia

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

新生儿肺炎是临床最为常见的呼吸道疾病, 其中又以细菌性肺炎多见, 也是导致新生儿死亡的重要原因之一[1]。由于新生儿免疫发育不完善, 早期缺乏相关的特异性症状和体征, 疾病发生后往往病情变化迅速, 早期准确快速评价患儿病情对患儿治疗及预后具有重要意义[2]。降钙素原(procalcitonin, PCT)目前被广泛认为是炎症反应和感染的标志物, 较高水平的 PCT 与肺损伤的严重程度具有相关性[3]。白蛋白(albumin, ALB)在炎症反应和感染时水平下降, 而低白蛋白水平与患者的肺损伤程度相关[4]。除了血培养外, 诊断新生儿肺部感染的敏感或特异性标志物很少[5], 而肺部细菌感染的新生儿病情复杂且进展迅速, 单一的 PCT 及 ALB 指标并不能及时准确评估患儿病情, 而范围相对固定的降钙素原与白蛋白比值(Procalcitonin to Albumin Ratio, PAR)更具有敏感性[6], 或可作为新生儿细菌性肺炎早期诊断感染的相关指标, 为临床早期诊断及治疗提供参考, 基于此, 本研究回顾性的分析了 ALB、PCT 及 PAR 水平变化与新生儿细菌性肺炎的关系。

2. 资料及方法

2.1. 一般资料

本研究为回顾性研究。统计自 2022 年 6 月至 2023 年 6 月安徽医科大学第四附属医院新生儿病房收治的细菌性肺炎新生儿 104 例作为研究组, 另外选择同期收治的单纯高胆红素血症新生儿非感染性疾病

的新生儿 103 例作为对照组。感染组中患儿男 56 名、女 48 名, 出生时间 10~42 小时, 平均(17.0 ± 9.2) 小时, 出生体重 2.1~4.1 公斤, 平均(3.1 ± 0.49)公斤; 对照组患儿中男 63 名、女 40 名, 出生时间 9~38 小时, 平均(22.0 ± 9.9)小时, 出生体重 2.28~4.65 公斤, 平均(3.23 ± 0.52)公斤。两组患儿性别、出生体重、出生时间进行一般资料比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$), 具有可比性。本研究通过安徽医科大学第四附属医院医学伦理会审查批准, 该病例报道已获得病人的知情同意。

2.2. 纳入及排除标准

纳入标准: ① 所有研究对象法定监护人均知情同意; ② 临床资料完整性良好; ③ 经血常规 + CRP、经影像学检测判定为肺部感染诊断标准参照《儿科学》第 10 版[7]; ④ 符合 WHO 定义不同程度肺炎诊断标准[8]; 排除标准: ① 入院前曾接受抗生素治疗的患者; ② 先天性肝缺陷和既往肝脏相关疾病; ③ 患有恶性肿瘤、血液系统疾病或重大先天性畸形的新生儿; ④ 入院时临床和实验室资料不完整; ⑤ 要求放弃治疗的患者或家属。

2.3. 检查方法

所有受试对象均在入院当天 2 小时内相对空腹状态下抽取血液样本, 并且在 3 小时内送检。ALB、PCT 检测设备为强生 5600 和 MAGICL6000, 具体检测步骤均严格按照试剂盒说明书进行, ALB 含量以 ng/mL 表示, PCT 含量以 ng/mL 表示。所有的测试程序都是严格的按说明书进行的。

2.4. 观察指标

(1) 比较两组患儿血浆中 ALB、PCT、PAR 水平。(2) 比较 PCT、ALB 分别与 PAR 对诊断效果的影响。(3) 对各种方法的灵敏度和特异度进行比较。

2.5. 统计学方法

采用 SPSS26.0 统计软件进行数据的处理与分析。经正态性检验, ALB、PCT、PAR 资料均呈偏态分布, 数据采用中位数和四分位距表示; 采用非参数秩和检验评价两组数据间的差异性。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线及曲线下面积(AUC)分析比较各指标的诊断效能, 选取约登指数最大时的检测值作为该指标诊断疾病的临界值; 以($P < 0.05$)为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 两组患儿血清 ALB、PCT 及 PAR 水平比较

研究组患儿的血清 ALB、PCT 及 PAR 水平均高于对照组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

Table 1. Comparison of ALB, PCT, and PAR levels between the two groups of children [M (P25, P75)]
表 1. 两组患儿 ALB、PCT 及 PAR 水平比较[M (P25, P75)]

组别	例数	ALB (g/L)	PCT (ng/mL)	PAR
研究组	104	33.8 (30.42, 37.3)	3.23 (0.750, 18.623)	0.8975 (0.2163, 0.6813)
对照组	103	36.1 (33.8, 38.7)	0.177 (0.113, 0.330)	0.0050 (0.0030, 0.0090)
Z		-3.904	-9.494	-9.993
P		$P < 0.001$	$P < 0.001$	$P < 0.001$

注: $P < 0.05$ 有统计意义。

3.2. 血清 ALB、PCT 及 PAR 各炎症指标对新生儿细菌性肺炎的诊断敏感度评估

使用 ALB、PCT 及 PAR 各项指标对新生儿细菌性肺炎诊断效能进行评估, 比较各种因素的 ROC 曲线下面积。结果提示, 结果分析显示 ALB、PCT 诊断新生儿早期细菌性肺炎的曲线下面积(AUC)分别为 0.657、0.882, 95%CI 分别为 0.583~0.731、0.832~0.932, 最佳 CUT-OFF 值分别为 33.65、1.1060。而 PAR 的曲线下面积最大(AUC = 0.902, 95%CI = 0.858~0.945, $P < 0.01$), 最佳 CUT-OFF 值为 0.0327, 优于其他单一指标, 其最佳界值对应的灵敏度和特异度分别为 71.2%和 98.1%。见图 1、表 2。

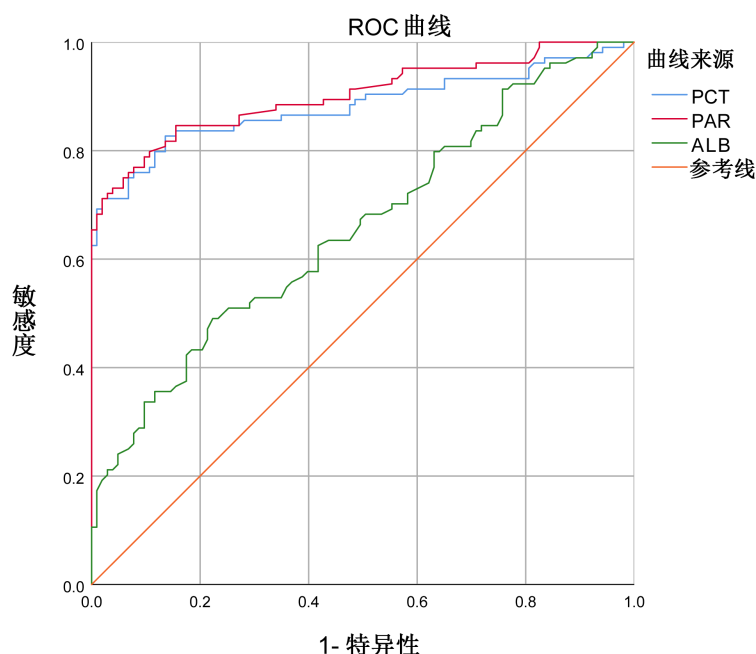


Figure 1. ROC curve analysis of serum ALB, PCT, and PAR for the early diagnosis of neonatal bacterial pneumonia
图 1. 血清 ALB、PCT 及 PAR 早期诊断新生儿细菌性肺炎的 ROC 曲线分析

Table 2. Diagnostic efficacy of serum ALB, PCT, and PAR in the diagnosis of neonatal bacterial pneumonia
表 2. 血清 ALB、PCT 及 PAR 对诊断新生儿细菌性肺炎的诊断效能

单项检测	AUC 值(95%CI)	约登指数	CUTOFF	灵敏度(%)	特异度(%)	P 值
ALB	0.657 (0.583~0.731)	0.267	33.65	49.0	77.7	<0.001
PCT	0.882 (0.832~0.932)	0.693	1.1060	71.2	98.1	<0.001
PAR	0.902 (0.858~0.945)	0.693	0.0327	71.2	98.1	<0.001

注: $P < 0.05$ 有统计意义。

4. 讨论

新生儿肺炎是全世界婴儿发病率和死亡率的主要原因[9], 由于新生儿先天免疫系统的不成熟, 他们抵御肺部感染的能力有限, 使他们在新生儿期更容易感染肺炎, 而新生儿感染性肺炎中以细菌性感染多见。如果早期不能得到及时诊断治疗, 会发展成重症肺炎, 同时危及新生儿的多个器官和系统, 造成新生儿死亡。有研究显示[10], 目前早期新生儿细菌性肺炎的诊断率并不理想, 主要的检测手段仍以 X 线等影像学检查为主, 临床症状不典型, 急性期病情变化快, 传统的检测方式可能造成治疗的延迟, 易造

成预后不良。因此, 选择具有较高诊断价值的检测标志物, 实现新生儿细菌性肺炎准确、及时的诊断与治疗, 对保障新生儿的健康具有重要意义。

ALB 是外周血浆中最丰富的蛋白质, 与全身炎症有关, 炎症指数升高是低白蛋白血症的独立危险因素, ALB 通过调节炎症细胞信号, 抑制炎症因子的释放, 减轻过度炎症反应, 血清白蛋白水平低表明严重炎症[11]。例如, ALB 可以结合细菌成分(如脂多糖), 从而减轻炎症反应。此外, ALB 还可通过增强 B 细胞功能和促进免疫球蛋白的产生, 降低感染风险。因此血清 ALB 是早期诊断新生儿细菌性肺炎的诊断标志物, 还有研究表明, 随着炎症程度的增加而上调, 会加速 ALB 的分解[12]。因此, 低白蛋白是炎症状态的结果, 同时也反映了炎症病情程度。本次研究结果表明, 研究组的 ALB 水平高于对照组($P < 0.05$), 对新生儿细菌性肺炎诊断敏感度进行评估, 比较各种因素的 ROC 曲线下面积。结果提示, 结果分析显示 ALB 诊断新生儿早期细菌性肺炎的曲线下面积 AUC (95%CI)为 0.657 (0.583~0.731)最佳 CUT-OFF 值分别为 33.65, 灵敏度和特异度分别为 49.0%和 77.7%。与沈耀红[13]等人的研究结果大致相符合。提示 ALB 在鉴别新生儿细菌性肺炎与非感染患儿具有较高的灵敏度和特异度, 对早期诊断及治疗具有重要价值。

在 PCT 通常由甲状腺细胞合成和分泌, 目前的临床实践中[14], PCT 已发展成为一种很有前途的新型生物标志物。胡安辉, 简敏[15]的研究表明, PCT 是一种糖蛋白, 在人体细菌、非细菌性疾病的鉴别诊断中具有高特异度和灵敏度。并且 PCT 细菌感染引起的全身性炎症反应早期 2~3 h 即可在血液中检测到, 6 h 达到高峰, 半衰期为 24 h [16], 所以可以通过 PCT 来判断是否存在细菌感染。还有[17] Daubin 等人[18]研究表明血清 PCT 在严重细菌感染的情况下高表达。血清 PCT 用于诊断许多传染病, 是鉴定病原体的潜在敏感性指标, 指出细菌性肺炎的 PCT 水平高于支原体和病毒感染以及健康个体的 PCT 水平。再次说明血清 PCT 在早期诊断中可快速对肺炎病原体进行定性, 是新生儿细菌性肺炎的理想标志物。本次研究结果表明, 研究组的 PCT 水平显著高于对照组($P < 0.05$), 对新生儿细菌性肺炎诊断敏感度进行评估, 比较各种因素的 ROC 曲线下面积。结果提示, 结果分析显示 PCT 诊断新生儿早期细菌性肺炎的曲线下面积 AUC (95%CI)为 0.882 (0.832~0.932)最佳 CUT-OFF 值分别为 0.693, 灵敏度和特异度分别为 71.2%和 98.1%。与潘婷辉[19]等人的研究结果大致相符合。表明 PCT 在早期诊断新生儿细菌性肺炎具有非常高的灵敏度和特异度, 对早期诊断及调整治疗方案具有重要价值。

PCT 与 ALB 都与炎症相关, 而 PCT/ALB 比值(PAR)是一种基于炎症的新型指标, PAR 与感染患者的炎症程度相关, 目前研究发现降钙素原与白蛋白比值和成人危重症患者[20] [21]的感染程度相关, 与之相比, PAR 在儿童及新生儿的相关研究还较少, 到目前为止, 国内外关于 PAR 与新生儿细菌性肺炎患者早期诊断之间的关系的研究报告或研究少。本次研究结果表明, 研究组的 PAR 水平显著高于对照组($P < 0.05$), 对新生儿细菌性肺炎诊断敏感度进行评估, 比较各种因素的 ROC 曲线下面积。结果提示, 结果分析显示 PAR 诊断新生儿早期细菌性肺炎的曲线下面积 AUC (95%CI)为 0.902 (0.858~0.945)最佳 CUT-OFF 值分别为 0.0327, 灵敏度和特异度分别为 71.2%和 98.1%。与黄彩芝[22]等人的研究结果大致相符合。因此我们认为 PAR 在理论上是比其他炎症指标更具有意义和价值的早期诊断指标。根据所观察到的 PAR 变化, 或许还能对新生儿细菌性肺炎的患者的早期诊断及抗炎治疗提供参考。本研究仍有几个局限性。第一, 研究设计为回顾性病例对照类型, 纳入样本数量有限, 可能导致病例选择偏差。第二, 对照组选择单纯高胆红素血症新生儿作为对照组可能不够理想, 因为高胆红素血症本身也可能伴随炎症反应, 影响 ALB 和 PCT 水平。选择健康新生儿或其他非感染性疾病的新生儿作为对照组可能更合适。第三, PCT 是一种较为灵敏的感染指标, 但在新生儿出生 48 小时内会出现生理性的波动峰值, 且缺乏明确的诊断阈值, 容易导致诊断延迟或出现假阳性结果。第四, 由于我们未能持续监测 PCT 及 ALB 的变化, 研究仅测量了入院 24 小时内的 PCT 和 ALB 水平, 且血液样本的收集时间难以精准控制, 缺乏动态监测数据, 无法反映疾病进展过程中指标的变化, 难以评估其对病情监测和预后判断的价值, 因此其在临床应用中

的价值受到一定限制。尽管本研究存在上述不足, 但 PAR 在早期诊断新生儿细菌性肺炎方面表现出较高的预测价值, 展现出良好的应用潜力, 这种新型生物标志物的探索为建立快速诊断体系提供了理论依据, 对实施早期临床干预和改善预后管理具有重要参考价值。

综上所述, PAR 作为一种新型复合生物标志物, 在新生儿细菌性肺炎的早期诊断和病情评估中展现出高效性, 且优于 ALB 及 PCT。其核心价值在于整合了炎症强度与代谢状态, 提供了独特的优势, 可为及时采取合理治疗措施改善预后提供依据, 并为临床合理用药和治疗思路的拓展带来帮助。

参考文献

- [1] 张利华, 易婷婷, 徐永君. 细菌感染性肺炎新生儿血清 IL-6 与 PCT 和 hs-CRP 的表达及诊断价值研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2020, 30(3): 453-457.
- [2] 徐新新, 周青柳, 林德其, 陈晓春. 新生儿肺炎 PCT、PLR、NLR 水平及其对病情程度和预后的预测价值[J]. 中华医院感染学杂志, 2024, 34(24): 3803-3807.
- [3] Bondarev, D.J., Ryan, R.M. and Mukherjee, D. (2024) The Spectrum of Pneumonia among Intubated Neonates in the Neonatal Intensive Care Unit. *Journal of Perinatology*, **44**, 1235-1243. <https://doi.org/10.1038/s41372-024-01973-9>
- [4] Gautam, S., Cohen, A.J., Stahl, Y., Valda Toro, P., Young, G.M., Datta, R., *et al.* (2020) Severe Respiratory Viral Infection Induces Procalcitonin in the Absence of Bacterial Pneumonia. *Thorax*, **75**, 974-981. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2020-214896>
- [5] Li, F., Yuan, M.Z., Wang, L., *et al.* (2015) Characteristics and Prognosis of Pulmonary Infection in Patients with Neurologic Disease and Hypoproteinemia. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, **13**, 521-526.
- [6] 王玉, 黄栋, 梁宗安. 降钙素原与白蛋白比值对急性呼吸窘迫综合征患者预后的预测价值[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2020, 19(3): 240-245.
- [7] 黄国英, 孙锬, 罗小平. 儿科学[M]. 第 10 版. 北京: 人民卫生出版社, 2024: 249-255.
- [8] 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.
- [9] 卢运照, 韦晓珍, 潘雅芳. C-反应蛋白与前白蛋白比值、T 淋巴细胞亚群在新生儿细菌感染性肺炎中的变化及其相关性[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2021, 18(2): 226-229.
- [10] 高艳. 新生儿细菌性肺炎降钙素原、血乳酸水平变化及对预后的预测价值[J]. 妇儿健康导刊, 2024, 3(6): 59-62.
- [11] Dimitrijević, J., Čalamać, M., Đurmez, O., Krstić, D. and Stojanović, M. (2024) Serum Albumin as a Prognostic Biomarker for Febrile Neutropenia Outcome and Complications: A Prospective Observational Trial. *Clinical Medicine Insights: Oncology*, **18**. <https://doi.org/10.1177/11795549241281330>
- [12] Soeters, P.B., Wolfe, R.R. and Shenkin, A. (2018) Hypoalbuminemia: Pathogenesis and Clinical Significance. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, **43**, 181-193. <https://doi.org/10.1002/jpen.1451>
- [13] 沈耀红, 周钧, 邵小南. 前白蛋白对中国儿童社区获得性肺炎诊断及严重度评估的价值研究[J]. 中华医院感染学杂志, 2018, 28(14): 2173-2177.
- [14] Boussekey, N., Leroy, O., Georges, H., Devos, P., d'Escrivan, T. and Guery, B. (2005) Diagnostic and Prognostic Values of Admission Procalcitonin Levels in Community-Acquired Pneumonia in an Intensive Care Unit. *Infection*, **33**, 257-263. <https://doi.org/10.1007/s15010-005-4096-2>
- [15] 胡安辉, 简敏, 宗渝敏, 等. 肺部超声评分及血清 PCT 对新生儿感染性肺炎病情程度的评估价值[J]. 中华医院感染学杂志, 2021, 31(12): 1802-1805.
- [16] Assicot, M., Bohuon, C., Gendrel, D., Raymond, J., Carsin, H. and Guilbaud, J. (1993) High Serum Procalcitonin Concentrations in Patients with Sepsis and Infection. *The Lancet*, **341**, 515-518. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(93\)90277-n](https://doi.org/10.1016/0140-6736(93)90277-n)
- [17] Stockmann, C., Ampofo, K., Killpack, J., Williams, D.J., Edwards, K.M., Grijalva, C.G., *et al.* (2017) Procalcitonin Accurately Identifies Hospitalized Children with Low Risk of Bacterial Community-Acquired Pneumonia. *Journal of the Pediatric Infectious Diseases Society*, **7**, 46-53. <https://doi.org/10.1093/jpids/piw091>
- [18] Daubin, C., Valette, X., Thiollière, F., Mira, J., Hazera, P., Annane, D., *et al.* (2018) Procalcitonin Algorithm to Guide Initial Antibiotic Therapy in Acute Exacerbations of COPD Admitted to the ICU: A Randomized Multicenter Study. *Intensive Care Medicine*, **44**, 428-437. <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5141-9>
- [19] Pan, T., Guo, X., Yang, D., Ding, J. and Chen, C. (2024) Expression and Significance of Procalcitonin, Leukotriene B4,

- Serum Amyloid A, and C-Reactive Protein in Children with Different Types of Pneumonia: An Observational Study. *Medicine*, **103**, e37817. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000037817>
- [20] 刘娟, 左园弋, 张丹, 等. 降钙素原/白蛋白比值与老年重症肺炎患者纤支镜肺泡灌洗治疗预后的关系[J]. 中国老年学杂志, 2024, 44(2): 301-304.
- [21] Luo, X., Yang, X., Li, J., Zou, G., Lin, Y., Qing, G., *et al.* (2018) The Procalcitonin/Albumin Ratio as an Early Diagnostic Predictor in Discriminating Urosepsis from Patients with Febrile Urinary Tract Infection. *Medicine*, **97**, e11078. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000011078>
- [22] 黄彩芝, 杨龙贵, 张洁, 等. 血清前白蛋白与降钙素原比值对接受机械通气的重症非病毒性肺炎患儿短期预后的预测价值[J]. 中国急救医学, 2019, 39(12): 1149-1153.