

NT-pro-BNP在儿童呼吸窘迫综合征中的早期诊断、严重程度评估及预后预测价值

田定波^{1*}, 聂八玉^{2*}, 何万军¹, 胡立立¹, 危 坚³, 彭秋林¹, 黄 玲¹, 段俊宏^{4#}

¹湘西自治州人民医院儿童医学中心小儿重症医学科, 湖南 吉首

²湘西自治州人民医院儿童医学中心儿科急诊, 湖南 吉首

³湘西自治州人民医院儿童医学中心儿二科, 湖南 吉首

⁴中南大学湘雅三医院放射科, 湖南 长沙

收稿日期: 2026年8月2日; 录用日期: 2026年8月26日; 发布日期: 2026年9月2日

摘 要

目的: 探讨血浆N末端脑钠素原(NT-pro-BNP)在儿童急性呼吸窘迫综合征(PARDS)早期诊断、严重程度评估及预后预测中的临床价值。方法: 选取2019年1月1日至2024年12月31日湘西自治州人民医院PICU收治的53例PARDS患儿作为观察组, 43例重症肺炎(非PARDS)患儿作为对照组。比较两组入院时及确诊时血浆NT-pro-BNP水平, 以及氧合指数(P/F)、小儿危重病例评分(PCIS)及住院时间(LOS), 并进行相关性、中介效应、亚组分析及预测模型构建。结果: 观察组NT-pro-BNP水平显著高于对照组(均 $P < 0.001$), 其PCIS评分、P/F比值更低, LOS更长(均 $P < 0.05$); 确诊时NT-pro-BNP水平与PCIS评分($r = -0.413$)、P/F比值($r = -0.470$)均呈显著负相关(均 $P < 0.001$)。中介效应分析显示, 分组对NT-pro-BNP水平的总效应为3004.63, 组间56.6%的NT-pro-BNP差异由有创通气、年龄介导, 其中有创通气占总效应的47.7%, 为主要路径。整合NT-pro-BNP等指标构建的多变量联合诊断模型AUC达0.947, 具有较高诊断效能。结论: 血浆NT-pro-BNP可作为PARDS早期诊断及严重程度评估的候选生物标志物。联合NT-pro-BNP构建的多变量模型显示出早期识别高危患儿的潜力, 后续前瞻性、多中心研究可进一步验证其预测性能及临床应用价值。

关键词

血浆N末端脑钠素原, 儿童急性呼吸窘迫综合征, 早期诊断, 严重程度, 预后

*共一作者。

#通讯作者。

Value of NT-pro-BNP in the Early Diagnosis, Severity Assessment, and Prognostic Prediction of Pediatric Respiratory Distress Syndrome

Dingbo Tian^{1*}, Bayu Nie^{2*}, Wanjun He¹, Lili Hu¹, Jian Wei³, Qiulin Peng¹, Ling Huang¹, Junhong Duan^{4#}

¹Department of Pediatric Critical Care Medicine, Children's Medical Center, Xiangxi Autonomous Prefecture People's Hospital, Jishou Hunan

²Department of Pediatric Emergency, Children's Medical Center, Xiangxi Autonomous Prefecture People's Hospital, Jishou Hunan

³The Second Department of Pediatrics, Children's Medical Center, Xiangxi Autonomous Prefecture People's Hospital, Jishou Hunan

⁴Department of Radiology, The Third Xiangya Hospital of Central South University, Changsha Hunan

Received: August 2, 2026; accepted: August 26, 2026; published: September 2, 2026

Abstract

Objective: To investigate the clinical value of plasma N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-pro-BNP) in the early diagnosis, severity assessment and prognostic prediction of pediatric acute respiratory distress syndrome (PARDS). **Methods:** A total of 53 children with PARDS admitted to the Pediatric Intensive Care Unit (PICU) of Xiangxi Autonomous Prefecture People's Hospital from January 1, 2019, to December 31, 2024, were enrolled as the observation group, and 43 children with severe pneumonia (non-PARDS) were selected as the control group. Plasma NT-pro-BNP levels at admission and at diagnosis, oxygenation index (P/F ratio), Pediatric Critical Illness Score (PCIS), and length of hospital stay (LOS) were compared between the two groups. Correlation analysis, mediation effect analysis, subgroup analysis, and predictive model construction were performed. **Results:** The NT-pro-BNP level in the observation group was significantly higher than that in the control group (all $P < 0.001$), while the PCIS and P/F ratio were lower, and the LOS was longer (all $P < 0.05$). At diagnosis, NT-pro-BNP level was significantly negatively correlated with PCIS ($r = -0.413$) and P/F ratio ($r = -0.470$) (all $P < 0.001$). Mediation effect analysis showed that the total effect of grouping on NT-pro-BNP level was 3004.63, and 56.6% of the intergroup difference in NT-pro-BNP was mediated by invasive ventilation and age, among which invasive ventilation accounted for 47.7% of the total effect as the main pathway. The multivariate combined diagnostic model integrating NT-pro-BNP and other indicators achieved an area under the curve (AUC) of 0.947, showing high diagnostic efficiency. **Conclusion:** Plasma NT-pro-BNP may serve as a candidate biomarker for early diagnosis and severity assessment of PARDS. An NT-pro-BNP-based multivariable model showed potential for identifying high-risk children, warranting validation of its predictive performance and clinical utility in prospective multicenter studies.

Keywords

Plasma N-Terminal Pro-Brain Natriuretic Peptide, Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome, Early Diagnosis, Severity, Prognosis



1. 引言

儿童急性呼吸窘迫综合征(Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome, PARDS)是由多种肺内/肺外因素引起的急性弥漫性炎症性肺损伤,以顽固性低氧血症和呼吸窘迫为特征,是导致儿童死亡的重要危重症之一[1][2]。目前临床对 PARDS 的诊断仍依赖临床表现、影像学改变及氧合指数等指标,但其易受临床干预、检测时机影响,且这些指标的异常却常常滞后于病理生理损伤,难以实现早期识别与精准风险分层,因而可能延误患儿的最佳治疗时机。因此,寻找能够早期识别、准确评估病情严重程度及预测预后的生物学标志物,对改善 PARDS 患儿预后和降低致死率至关重要[3][4]。

血浆 N 末端脑钠素原(N-terminal pro-B-type natriuretic peptide, NT-pro-BNP)是心室容量或压力负荷增高时释放的经典生物标志物[5]。近年研究发现,急性肺损伤/ARDS 相关的炎症反应、内皮损伤及继发心功能受累均可刺激其释放[6][7]。然而,NT-pro-BNP 在 PARDS 中的动态变化规律、与疾病严重度的具体关联及其诊断价值是否受年龄、通气支持等混杂因素影响,尚需深入探讨[8][9]。本研究旨在通过回顾性病例对照分析,结合中介效应模型、亚组分析及多变量模型诊断效能评估,系统阐明 NT-pro-BNP 在 PARDS 早期诊断、严重程度分层及预后评估中的临床应用价值,旨在为 PARDS 的临床诊治提供新的思路和方法。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

本研究采用回顾性病例对照研究设计。观察组为 2019 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日期间该院 PICU 收治的确诊为 PARDS 的患儿。对照组为同期收治的确诊为重症肺炎但未达到 PARDS 诊断标准的患儿。PARDS 诊断标准:参照 2023 年儿童 ARDS 国际共识标准(PALICC-2) [10];重症肺炎诊断标准:参照《儿童社区获得性肺炎管理指南(2024 修订)》[11]。

排除标准:① 年龄 ≤ 28 d 或 ≥ 18 岁;② 合并先天性心脏病、慢性心力衰竭、慢性肾功能不全等基础疾病;③ 合并遗传代谢性疾病、围产期肺部疾病;④ 单纯因气道梗阻导致呼吸衰竭者。

2.2. 研究方法

收集两组患儿的一般临床资料,包括年龄、性别、原发病等。分别于入院 24 h 内(观察组、对照组)及临床确诊 PARDS 时(观察组)/入院后相应时间点(对照组)采集患儿空腹静脉血 3 mL,采用化学发光法(检测仪器:南京诺唯赞全自动免疫荧光分析仪 QD-S2000,试剂:N 末端脑钠肽前体测试剂盒)检测血浆 NT-pro-BNP 水平。记录患儿同期动脉血氧分压(PaO_2)、吸入氧浓度(FiO_2),计算氧合指数($\text{P/F} = \text{PaO}_2/\text{FiO}_2$);由 1 名高年资儿科重症医师采用盲法进行小儿危重病例评分(PCIS) [12];记录患儿住院时间(LOS)、28 天生存情况。两组患儿均采用标准化治疗方案,其中包括抗菌药物合理应用、机械通气策略优化、液体管理、器官功能支持、营养支持等综合治疗措施。

2.3. 统计学方法

采用 SPSS 25.0 及 R4.1.3 软件进行统计学分析。正态分布计量资料以均数 $\pm$ 标准差(Mean $\pm$ SD)表

示, 组间比较采用独立样本 t 检验; 非正态分布计量资料以中位数(四分位数间距) [M (IQR)]表示, 组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数(百分比) [n (%)]表示, 组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。采用 Spearman 秩相关分析探讨 NT-pro-BNP 水平与 PCIS 评分、P/F 比值、LOS 的相关性; 采用基于拔靴法(Bootstrap, 重复抽样 5000 次)的中介效应模型, 分析有创通气、年龄在“观察组/对照组分组”与“NT-pro-BNP 水平”之间的中介作用; 按通气支持类型(有创通气 vs 无创通气)、年龄(婴儿 < 1 岁 vs 年长儿 ≥ 1 岁)进行分层及交叉联合亚组分析, 探讨 NT-pro-BNP 在不同亚组中的诊断价值; 采用 ROC 曲线分析评估 NT-pro-BNP 及多变量联合模型对 PARDS 的诊断效能, 计算曲线下面积(AUC)、灵敏度、特异度。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 两组患儿基线临床资料比较

本研究共纳入观察组 53 例、对照组 43 例, 观察组确诊时血浆 NT-pro-BNP 水平均显著高于对照组 ($P < 0.001$), 观察组 PCIS 评分、P/F 比值显著低于对照组, 确诊时 NT-pro-BNP 水平、LOS 显著高于对照组 ($P < 0.05$), 两组在性别、年龄构成等方面无统计学差异 ($P > 0.05$), 结果见表 1。

Table 1. Comparison of baseline clinical indices between the two groups of children

表 1. 两组患儿基线临床指标比较

指标	观察组(n = 53)	对照组(n = 43)	统计值	P 值
PCIS 评分	72.5 (65.0~80.0)	85.0 (80.0~90.0)	-5.217	<0.001
P/F 比值	156.0 (120.0~200.0)	280.0 (220.0~350.0)	-6.843	<0.001
确诊时 NT-pro-BNP (pg/mL)	2150 (1200~5800)	390 (250~650)	-7.925	<0.001
住院时间(天)	14.0 (8.0~22.0)	7.0 (4.0~10.0)	-4.562	<0.001

注: 各变量显示为中位数(四分位距)。

3.2. 两组患儿 NT-pro-BNP 水平比较及与病情严重程度的相关性

通过 Spearman 秩相关分析显示, 观察组患儿确诊时 NT-pro-BNP 水平与 PCIS 评分($r = -0.413$, $P < 0.001$)、P/F 比值($r = -0.470$, $P < 0.001$)均呈显著负相关(图 1)。

3.3. 有创通气、年龄对 NT-pro-BNP 水平的中介效应分析

中介效应分析显示, “观察组/对照组”分组对 NT-pro-BNP 水平的总效应为 3004.63 ($P < 0.001$), 提示分组与 NT-pro-BNP 水平存在显著正向关联。单中介模型显示: “分组 $\rightarrow$ 有创通气 $\rightarrow$ NT-pro-BNP”路径的间接效应为 1434.48, 占总效应的 47.74%; “分组 $\rightarrow$ 年龄 $\rightarrow$ NT-pro-BNP”路径的间接效应为 496.64, 占总效应的 16.53%。多中介模型显示: 控制有创通气、年龄后, 总间接效应为 1700.86, 占总效应的 56.61%; 直接效应为 1303.77, 占总效应的 43.39%。其中有创通气的特定间接效应为 1308.45 (占 43.55%), 年龄的特定间接效应为 392.41 (占 13.06%), 通过分析提示有创通气、年龄共同介导了分组对 NT-pro-BNP 水平的影响, 且有创通气为主要中介路径, 结果见图 2。

3.4. NT-pro-BNP 诊断 PARDS 的亚组分析

3.4.1. 按通气类型分层

有创和无创通气方式进行亚组分析, NT-pro-BNP 对 PARDS 与重症肺炎具有良好的鉴别价值(表 2)。

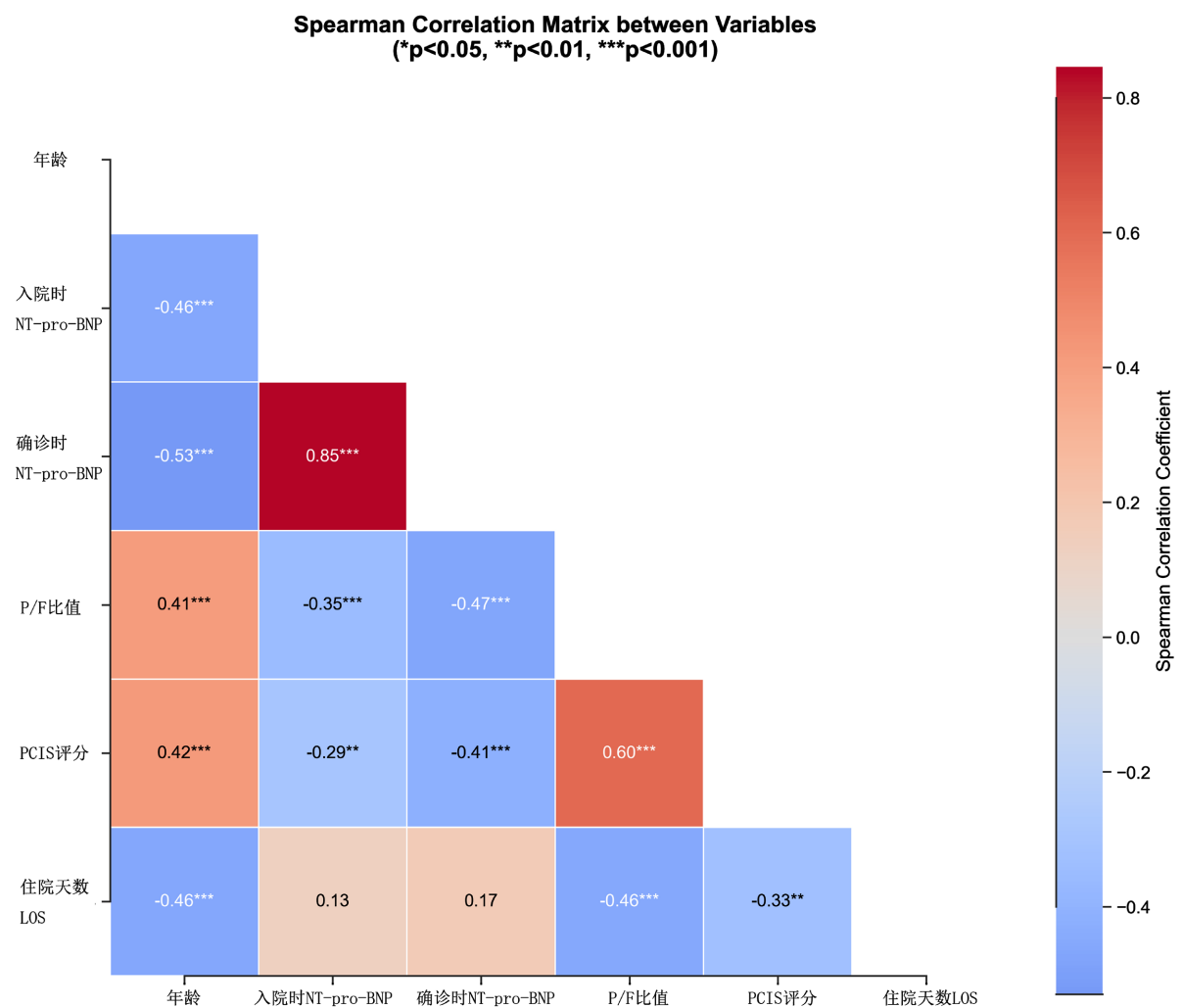


Figure 1. Correlation matrix of variables in the observation group
图 1. 观察组各变量相关矩阵

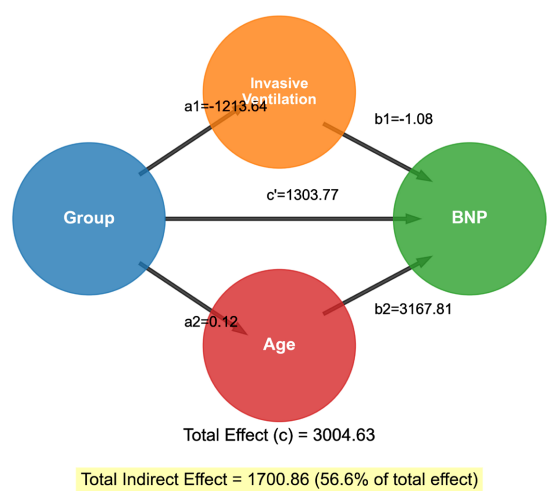


Figure 2. Mediation effect analysis
图 2. 中介效应分析

Table 2. Subgroup analysis results of NT-pro-BNP by ventilation mode in the two groups
表 2. 两组 NT-pro-BNP 对通气方式亚组分析结果

通气方式	指标	观察组 (均值 ± SD)	对照组 (均值 ± SD)	统计值	P 值
无创通气	入院 NT-pro-BNP (pg/mL)	1956.10 ± 4680.63 (n = 29)	385.96 ± 428.70 (n = 37)	702.00	0.033
无创通气	确诊 NT-pro-BNP (pg/mL)	1904.42 ± 4604.93 (n = 29)	385.96 ± 428.70 (n = 37)	777.00	0.002
有创通气	入院 NT-pro-BNP (pg/mL)	5123.92 ± 8512.01 (n = 24)	-	-	-
有创通气	确诊 NT-pro-BNP (pg/mL)	4839.58 ± 7752.81 (n = 24)	-	-	-

3.4.2. 按年龄分层

在婴儿(<1 岁)亚组的 34 例中, 观察组 NT-pro-BNP 水平(中位数 5373)极显著高于对照组(中位数 370), 差异有统计学意义($P < 0.001$); 在年长儿(≥ 1 岁)亚组的 56 例中, 观察组 NT-pro-BNP 水平(中位数 1171)高于对照组(中位数 389), 但组间差异小于婴儿亚组(见表 3)。

Table 3. Age-stratified subgroup analysis results of NT-pro-BNP in the two groups
表 3. 两组 NT-pro-BNP 对年龄分层亚组分析结果

年龄分层	指标	观察组 (均值 ± SD)	对照组 (均值 ± SD)	统计值	P 值
婴儿(<1 岁)	入院 NT-pro-BNP (pg/mL)	5372.75 ± 8874.63 (n = 29)	370.50 ± 173.52 (n = 6)	123.00	0.082
婴儿(<1 岁)	确诊 NT-pro-BNP (pg/mL)	4989.46 ± 8258.52 (n = 29)	370.50 ± 173.52 (n = 6)	151.00	0.003
年长儿童(≥ 1 岁)	入院 NT-pro-BNP (pg/mL)	1170.56 ± 1471.15 (n = 25)	388.95 ± 464.19 (n = 31)	490.00	0.093
年长儿童(≥ 1 岁)	确诊 NT-pro-BNP (pg/mL)	1266.92 ± 1643.41 (n = 25)	388.95 ± 464.19 (n = 31)	537.00	0.014

3.4.3. 联合分层

交叉联合亚组分析显示, “婴儿 + 有创通气” 高危亚组患儿其 NT-pro-BNP 水平为各亚组最高; 同时分别在“婴儿(<1 岁) + 无创通气” “年长儿(≥ 1 岁) + 无创通气” 亚组中, 观察组 NT-pro-BNP 水平仍显著高于对照组(见表 4)。

Table 4. The subgroup analysis results of NT-pro-BNP in the two groups by ventilation mode and age-stratified
表 4. 两组 NT-pro-BNP 按通气方式与年龄联合分层的亚组分析结果

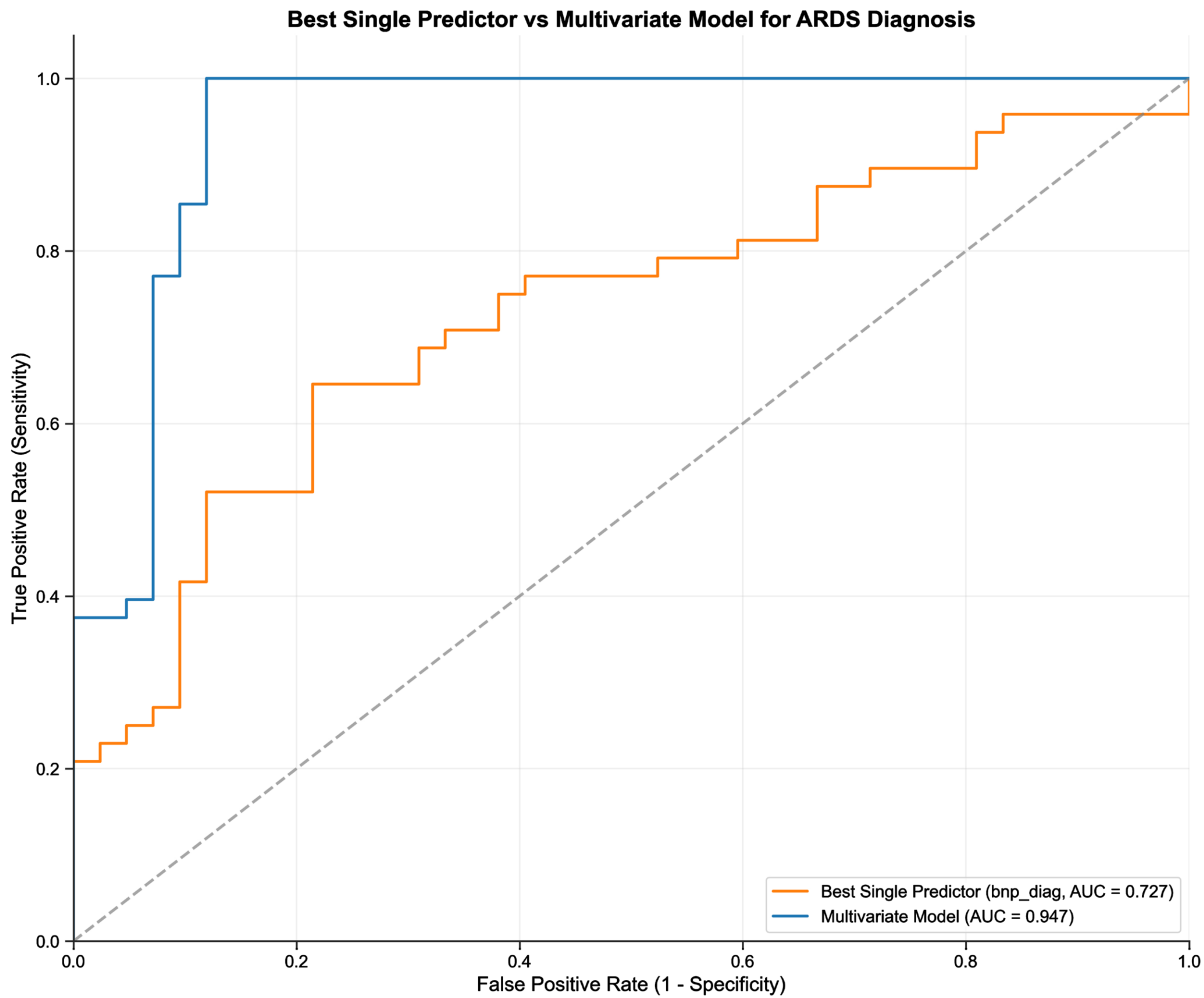
通气方式	年龄分层	指标	观察组 (均值 ± SD)	对照组 (均值 ± SD)	统计值	P 值
非侵入通气	婴儿(<1 岁)	入院 NT-pro-BNP (pg/mL)	3210.31 ± 6807.94 (n = 13)	370.50 ± 173.52 (n = 6)	52.00	0.282
非侵入通气	婴儿(<1 岁)	确诊 NT-pro-BNP (pg/mL)	3274.54 ± 6693.61 (n = 13)	370.50 ± 173.52 (n = 6)	66.00	0.017
非侵入通气	年长儿童(≥ 1 岁)	入院 NT-pro-BNP (pg/mL)	937.06 ± 1160.21 (n = 16)	388.95 ± 464.19 (n = 31)	490.00	0.248

续表

非侵入通气	年长儿童(≥ 1 岁)	确诊 NT-pro-BNP (pg/mL)	791.20 ± 889.35 (n = 16)	388.95 ± 464.19 (n = 31)	537.00	0.189
侵入通气	婴儿(<1 岁)	入院 NT-pro-BNP (pg/mL)	7246.87 ± 10200.99 (n = 15)	-	-	-
侵入通气	婴儿(<1 岁)	确诊 NT-pro-BNP (pg/mL)	6475.73 ± 9382.60 (n = 15)	-	-	-
侵入通气	年长儿童(≥ 1 岁)	入院 NT-pro-BNP (pg/mL)	1585.67 ± 1914.69 (n = 9)	-	-	-
侵入通气	年长儿童(≥ 1 岁)	确诊 NT-pro-BNP (pg/mL)	2112.67 ± 2315.61 (n = 9)	-	-	-

3.5. NT-pro-BNP 及多变量模型对 PARDS 的诊断效能

ROC 曲线分析显示, 相比各单一指标, NT-pro-BNP 多指标联合诊断模型更能体现病情的危重程度, 可作为 PARDS 早期诊断识别(图 3)。



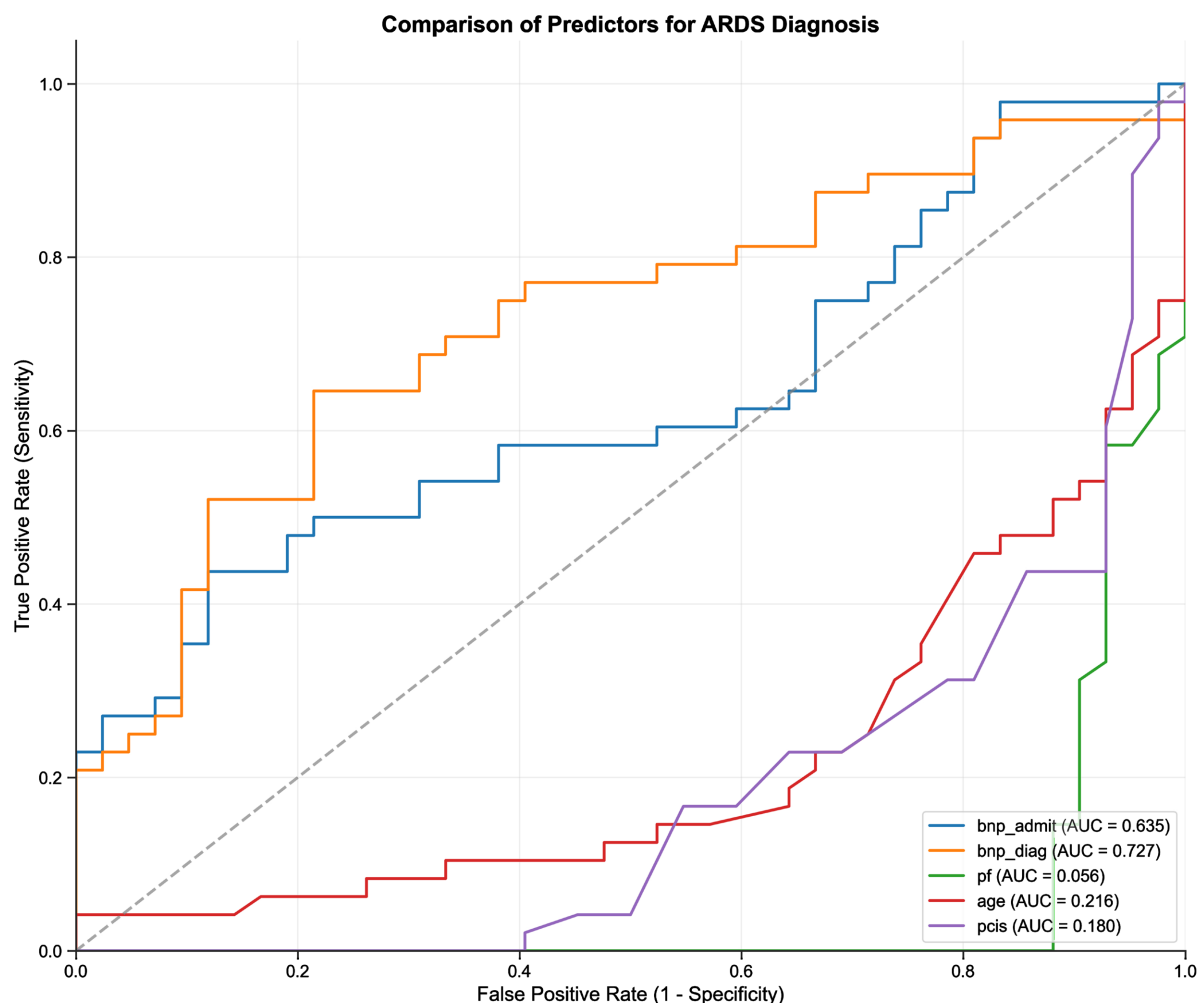


Figure 3. ROC curves of single and combined indicators in the PARDS prediction model

图 3. 单一及联合指标在 PARDS 预测模型 ROC 曲线

4. 讨论

儿童急性呼吸窘迫综合征(PARDS)是儿科重症监护病房(PICU)中最严重的危重症之一,其病理生理核心为全身炎症反应失衡引发肺泡上皮与血管内皮损伤,造成肺毛细血管通透性增加、肺间质水肿,最终导致气体交换障碍[13][14]。目前临床诊断 PARDS 主要依靠临床表现、影像学改变及 P/F 比值等相关指标,然而这类指标往往容易受到临床干预、检测时机的影响,并且往往滞后于病理改变,难以实现疾病的早期识别与精准风险分层[15][16],因而可能延误最佳的治疗时机,因此寻找灵敏度高、特异性强的生物标志物,对提高 PARDS 早期诊断、严重程度及预后评估,及时优化临床干预策略十分重要。

本研究发现,PARDS 确诊时的血浆 NT-pro-BNP 水平均显著高于重症肺炎(非 PARDS)患儿,并与 PCIS 评分、P/F 比值呈显著负相关,与住院时间呈间接负相关,提示 NT-pro-BNP 水平升高可客观反映其在 PARDS 早期诊断的重要性,同时也反应了患者肺换气功能障碍程度及全身危重状态[17],因此可有效评估 PARDS 病情严重程度的有效生物标志物。NT-pro-BNP 是反映心室功能的经典标志物,在心血管疾病中应用已趋成熟,近年研究发现其在非心源性危重症中也具有重要临床价值[18][19]。其机制主要分为两方面:一是 PARDS 所致的顽固性低氧血症引发心肌缺氧、心肌细胞损伤,同时肺循环阻力增加使右

心后负荷增高, 双重因素刺激心室肌细胞合成释放 NT-pro-BNP; 二是 PARDS 的全身炎症反应中, TNF- α 和 IL-6 等促炎因子可直接诱导 BNP 基因转录与表达, 进一步升高血浆 NT-pro-BNP 水平[20] [21]。

本研究结果与刘潇等[8]、欧宝莲[9]既往研究一致, 均支持 NT-pro-BNP 可用于 PARDS 早期识别与病情评估。与既往研究相比, 本研究在儿童群体中采用中介效应模型量化年龄与通气支持的影响, 明确 56.6% 的组间差异由上述因素介导, 其中有创通气为主要中介路径, 占总效应的 47.7%, 该结果符合病理生理规律: PARDS 病情越重, 患儿呼吸功能受损越显著, 对有创通气的需求越高, 而有创通气过程中, 机械通气相关肺损伤、胸腔内压力增高会进一步加重心肌负荷, 刺激 NT-pro-BNP 释放; 年龄作为次要中介因素, 可能因婴儿心肌发育尚未成熟, 对炎症介质及血流动力学应激的耐受性更低, 故婴儿 ARDS 的 NT-pro-BNP 水平升高更明显[22]。因而弥补了既往研究未控制混杂因素的不足, 差异主要源于本研究采用最新国际诊断标准、更严格的排除标准及多维度统计方法, 使结果更贴近临床。

儿亚组、无创通气亚组中, NT-pro-BNP 指标对 PARDS 与重症肺炎的鉴别价值尤为突出, 而“婴儿 + 有创通气”这一高危亚组患儿的 NT-pro-BNP 水平显著升高, 而且大部分最终发展为 PARDS, 这提示临床对于婴儿并且需要机械通气支持的这一类重症肺部疾病的患儿, 应加强 NT-pro-BNP 水平的动态监测, 若指标显著升高, 需高度警惕 PARDS, 做到早期诊断, 及时采取干预措施, 阻断疾病进展, 降低病死率, 减少肺部相关并发症的发生。

在诊断效能方面, 确诊时的 NT-pro-BNP 作为单一指标诊断 PARDS 的 AUC 为 0.727, 具有明确的诊断价值, 可作为早期诊断的生物标志物, 然而传统的 PCIS 评分、P/F 比值单独诊断效能较低, 但是整合了 NT-pro-BNP 与年龄、PCIS 评分、P/F 比值、通气状态构建的多变量联合诊断模型, AUC 可高达 0.947, 提示联合多模态的评价方式可以进一步提升 PARDS 确诊的准确度, 这同时表明将 NT-pro-BNP 纳入临床评估体系, 与常规临床指标结合构建多变量模型, 可显著提高 PARDS 早期诊断的精确度, 实现更精准的临床风险分层。

通过分析及探讨, 本研究具有重要理论与实践意义: 在理论上, 证实 NT-pro-BNP 可反映 PARDS “炎症 - 缺氧 - 心脏负荷增加”的病理生理链, 拓展其在非心源性危重症中的应用范畴; 在实践上, NT-pro-BNP 可作为 PICU 肺部重症疾患的常规筛查指标, 对婴儿、需机械通气等高危人群做好早期预警, 同时联合多变量模型显著提高 PARDS 早期诊断的精确度, 帮助临床快速分层、精准干预, 缩短诊断延迟并有效改善预后, 降低致死率。

本研究仍存在一定局限性。本研究为单中心回顾性研究, 样本量相对有限, 未对 NT-pro-BNP 进行动态监测, 无法进一步评估其动态变化与 PARDS 患儿临床转归及远期预后关系。本研究未充分纳入肾功能、液体负荷及心功能等相关混杂变量, 未开展基于上述因素的分层分析或敏感性分析, 未能量化这些因素对 NT-pro-BNP 水平及研究结果的潜在影响。未来将开展多中心、前瞻性队列研究, 扩大样本量, 结合 NT-pro-BNP 动态变化及肾功能、液体管理和心功能相关指标来明确 NT-pro-BNP 在 PARDS 早期识别、风险分层及预后预测中的临床价值, 构建综合评估模型。

5. 结论

综上所述, PARDS 患儿血浆 NT-pro-BNP 水平显著升高, 其水平升高与疾病严重程度(PCIS 评分降低、P/F 比值降低)及住院时间延长相关。NT-pro-BNP 可作为 PARDS 早期识别及严重程度评估的候选生物标志物, 有助于辅助高危患儿的风险分层。未来仍需通过多中心、前瞻性研究进一步验证其预测性能及临床应用价值。

作者贡献声明

田定波、聂八玉负责实验设计、论文撰写与修订。段俊宏、危坚、何万军、胡立立、彭秋林、黄玲参

与研究实施并完成实验数据的收集与分析。田定波、段俊宏负责论文指导与统计分析工作。所有作者均阅读并认可最终提交的稿件。

利益冲突

所有作者均声明不存在利益冲突。

声明

本研究经湘西自治州人民医院医学伦理委员会批准。鉴于本研究为回顾性研究, 经伦理委员会批准免除患儿及其监护人的知情同意。

参考文献

- [1] 何玮梅, 谢倩茹, 赵仕国, 等. 《第二版儿童急性呼吸窘迫综合征诊断和管理国际指南(PALICC-2)-执行摘要》解读[J]. 临床儿科杂志, 2023, 41(11): 863-869.
- [2] 张涛, 刘春峰. 2023 版国际儿童急性呼吸窘迫综合征诊疗指南解读[J]. 中国小儿急救医学, 2023, 30(11): 801-808.
- [3] 许峰, 王荃, 钱素云. 2015 年版“儿童急性呼吸窘迫综合征: 儿童急性肺损伤会议共识推荐”指南解读[J]. 中华儿科杂志, 2016, 54(5): 323-326.
- [4] Marraro, G.A., Chen, C.S., Piga, M.A., 等. 儿童急性呼吸窘迫综合征的治疗进展(英文) [J]. 中国当代儿科杂志, 2014, 16(5): 437-447.
- [5] 中华医学会心血管病学分会, 中国医师协会心血管内科医师分会, 中国医师协会心力衰竭专业委员会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2024 [J]. 中华心血管病杂志, 2024, 52(3): 235-275.
- [6] Determann, R.M., Royakkers, A.A., Schaefers, J., de Boer, A.M., Binnekade, J.M., van Straalen, J.P., *et al.* (2013) Serum Levels of N-Terminal Pro-B-Type Natriuretic Peptide in Mechanically Ventilated Critically Ill Patients—Relation to Tidal Volume Size and Development of Acute Respiratory Distress Syndrome. *BMC Pulmonary Medicine*, **13**, Article No. 42. <https://doi.org/10.1186/1471-2466-13-42>
- [7] Treggiari, M.M., Bendjelid, K., Yanez, N.D., Heidegger, C., Suter, P.M. and Romand, J. (2010) Atrial and Brain Natriuretic Peptide Concentrations and the Response to Inhaled Nitric Oxide in Patients with Acute Respiratory Distress Syndrome. *Journal of Critical Care*, **25**, 23-29. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2008.10.014>
- [8] 刘潇, 祝益民, 卢秀兰, 等. 血浆 N 末端脑钠素原对儿童急性肺损伤和急性呼吸窘迫综合征的早期诊断价值[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2013, 28(24): 1884-1886.
- [9] 欧宝莲. NT-pro-BNP 对儿童急性肺损伤和急性呼吸窘迫综合征的早期诊断价值及对预后的影响[J]. 中国实用医药, 2015(16): 89-90.
- [10] Emeriaud, G., Lopez-Fernandez, Y.M. and Iyer, N.P. (2024) Executive Summary of the Second International Guidelines for the Diagnosis and Management of Pediatric Acute Respiratory Distress Syndrome (PALICC-2). *Pediatric Critical Care Medicine*, **24**, 143-168.
- [11] 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.
- [12] 宋国维. 小儿危重病例评分[J]. 中华急诊医学杂志, 2003, 12(5): 359-360.
- [13] 林化. 脑利钠肽在 ARDS 中的作用及其机制的研究[D]: [博士学位论文]. 南宁: 广西医科大学, 2019.
- [14] 李宏伟, 张续民, 凤雷, 等. 急性肺损伤血清氨基末端脑钠肽前体, 白细胞介素-6 及肿瘤坏死因子- α 变化的临床意义[J]. 中华肺部疾病杂志(电子版), 2016(1): 31-35.
- [15] 喻文亮. 急性呼吸窘迫综合征的诊断[J]. 实用儿科临床杂志, 2012, 27(18): 1381-1384.
- [16] 崔红玉, 张少丹, 程艳蕊, 刘玉慧, 崔广奇. 危重评分与儿童死亡风险评分在儿童急性呼吸窘迫综合征中的作用及其相互关系[J]. 实用儿科临床杂志, 2007, 22(18): 1383-1385.
- [17] 王敏. Pro-BNP 与儿童急性肺损伤和急性呼吸窘迫综合征的相关性研究[J]. 中国临床新医学, 2018, 11(7): 643-645.
- [18] 王雷. 急性呼吸窘迫综合征患者血浆氨基末端 B 型脑利钠肽前体水平的临床意义[J]. 中国全科医学, 2016, 19(S1): 39-41.

- [19] 尹祥. 血浆氨基末端 B 型脑钠肽前体动态测定对急性呼吸窘迫综合征患者预后价值[J]. 临床合理用药杂志, 2015, 8(5): 16-17+28.
- [20] 季明霞, 斯小水, 何建新, 等. NT-proBNP, TNF- α , IL-6 在急性呼吸窘迫综合征严重程度及预后评估中的应用价值[J]. 浙江医学, 2016, 38(22): 1808-1810+1841.
- [21] 张茜, 时赞扬, 罗成汉, 等. N 末端脑钠肽前体对早产儿呼吸窘迫综合征并发心力衰竭的评估价值[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2013, 28(1): 19-23.
- [22] 王裕林, 伍岳, 李莎, 等. 氨基末端 B 型脑钠肽前体及肺泡沉默调节蛋白 6 对儿童急性呼吸窘迫综合征严重程度的预测价值[J]. 临床和实验医学杂志, 2022, 21(9): 989-992.