

炎症指标联合检测对小儿细菌性肺炎和支原体肺炎的临床诊断价值

朱顺超 王梦琦 荀孔富 陈思浓

作者单位: 201800 上海, 上海健康医学院附属嘉定区中心医院检验科(朱顺超、王梦琦、荀孔富)

201800 上海, 嘉定区中医医院五病区(陈思浓)

通信作者: 陈思浓, Email: 512954554@qq.com

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2025.04.015

【摘要】 目的 探讨炎症指标联合检测对小儿细菌性肺炎和支原体肺炎的临床诊断价值。方法 收集 2025 年 1 月 1 日—8 月 31 日上海健康医学院附属嘉定区中心医院收治的 65 例小儿细菌性肺炎和 85 例支原体肺炎患儿的临床资料, 另外将 16 例体检正常儿童纳入对照组。对所有儿童检测血清降钙素原(PCT)、血清淀粉样蛋白 A(SAA)、全血 C-反应蛋白(CRP), 比较各组上述指标水平差异; 绘制受试者工作特征曲线(ROC 曲线)并计算 ROC 曲线下面积(AUC), 分析炎症指标辅助诊断小儿细菌性肺炎和支原体肺炎的价值。结果 细菌性肺炎组的 SAA、CRP、PCT 水平均显著高于支原体肺炎组[SAA(mg/L): 136.00(82.67, 288.18)比 19.70(10.40, 49.65); CRP(mg/L): 17.65(11.65, 28.71)比 3.05(1.11, 7.17); PCT(μ g/L): 0.15(0.08, 0.31)比 0.08(0.05, 0.15)]; 均 $P < 0.05$]。SAA、CRP、PCT 鉴别小儿细菌性肺炎和支原体肺炎的 AUC 分别为 0.912 [95% 可信区间(95%CI)为 0.869~0.956]、0.856(95%CI 为 0.791~0.921)、0.688(95%CI 为 0.603~0.774), 三者联合检测的 AUC 为 0.928(95%CI 为 0.886~0.969)。结论 PCT、SAA、CRP 鉴别小儿细菌性肺炎和支原体肺炎的效能较高, 对疾病诊断具有重要意义。

【关键词】 降钙素原; C-反应蛋白; 血清淀粉样蛋白 A; 小儿细菌性肺炎; 支原体肺炎

Clinical diagnostic value of combined detection of inflammatory markers in pediatric bacterial pneumonia and mycoplasma pneumonia

Zhu Shunchao, Wang Mengqi, Xun Kongfu, Chen Sinong. Department of Laboratory Medicine, Jiading District Central Hospital Affiliated to Shanghai University of Medical and Health Sciences, Shanghai 201800, China (Zhu SC, Wang MQ, Xun KF); Department Five, Traditional Chinese Medicine Hospital of Jiading District, Shanghai 201800, China (Chen SN)

Corresponding author: Chen Sinong, Email: 512954554@qq.com

【Abstract】 Objective To explore the clinical diagnostic value of combined detection of inflammatory markers in pediatric bacterial pneumonia and mycoplasma pneumonia. **Methods** The clinical data of 65 cases of pediatric bacterial pneumonia and 85 cases of mycoplasma pneumonia admitted to Jiading District Central Hospital Affiliated to Shanghai University of Medicine and Health Sciences from January 1 to August 31, 2025 were collected. Additionally, 16 cases with normal physical examination results were included as control group. The levels of serum procalcitonin (PCT), serum amyloid A (SAA) and blood C-reactive protein (CRP) were detected in all subjects, and the levels of above indicators among three groups were compared. Receiver operator characteristic curve (ROC curve) was plotted and area under ROC curve (AUC) was calculated to analyze the clinical values of inflammatory markers in assisting the diagnosis of pediatric bacterial pneumonia and mycoplasma pneumonia. **Results** The levels of SAA, CRP and PCT in bacterial pneumonia group were significantly higher than those in mycoplasma pneumonia group [SAA (mg/L): 136.00 (82.67, 288.18) vs. 19.70 (10.4, 49.65); CRP (mg/L): 17.65 (11.65, 28.71) vs. 3.05 (1.11, 7.17); PCT (μ g/L): 0.15 (0.08, 0.31) vs. 0.08 (0.05, 0.15); all $P < 0.05$]. For distinguishing pediatric bacterial pneumonia from mycoplasma pneumonia, the AUC values of SAA, CRP and PCT were 0.912 [95% confidence interval (95%CI) was 0.869–0.956], 0.856 (95%CI was 0.791–0.921) and 0.688 (95%CI was 0.603–0.774), respectively. The AUC of combined detection of three indicators was 0.928 (95%CI was 0.886–0.969). **Conclusion** PCT, SAA and CRP have high efficacies in distinguishing pediatric bacterial pneumonia from mycoplasma pneumonia, and they are of great significance for disease diagnosis.

【Key words】 Procalcitonin; C-reactive protein; Serum amyloid A; Pediatric bacterial pneumonia; Mycoplasma pneumonia

小儿细菌性肺炎是临床常见的婴幼儿呼吸系统感染性疾病,一般由金黄色葡萄球菌、肺炎链球菌、流感嗜血杆菌、革兰阴性(Gram negative, G⁻)杆菌等细菌引起。当婴幼儿免疫力低下或存在其他基础疾病时易发生感染,小儿细菌性肺炎的典型症状为持续的高热、咳嗽且伴有黄色脓性痰液,更有严重者会出现呼吸困难、胸痛、休克等危重生命体征。小儿支原体肺炎是一种由支原体侵入机体引起的肺部感染,也是婴幼儿常见的一种肺炎类型,支原体感染患儿会出现发热、咳嗽等症状,在短时间内病情进展迅速,进而出现一系列并发症,严重者可导致机体各器官衰竭,更有甚者会威胁患儿的生命安全。既往研究表明,细菌性肺炎和支原体肺炎均会造成临床血清学指标水平出现异常,且变化时间多早于临床症状出现,可为疾病的早期诊断提供一定参考^[1]。

在临床实践中,部分医师常基于个人经验直接选用抗菌药物开展治疗,不仅会加重患者的经济负担,还可能增加耐药菌感染的发生风险,不仅会显著提升后续治疗的难度,还可能对疾病预后产生不良影响^[2]。因此,临床一线医师的共同目标是实现小儿细菌性肺炎与支原体肺炎的早期鉴别。这一目标的达成不仅能为临床用药提供精准指导,助力制定个体化治疗方案,还可及时干预并有效控制病情进展,促进患儿康复。本研究选择临床常用炎症指标降钙素原(procalcitonin, PCT)、血清淀粉样蛋白 A (serum amyloid A, SAA)、C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP),分析上述指标与临床各类炎症的相关性,重点评价其在小儿细菌性肺炎与支原体肺炎鉴别诊断中的临床应用价值,现将结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象与分组 选择本院 2025 年 1 月 1 日—8 月 31 日收治的 65 例小儿细菌性肺炎和 85 例支原体肺炎患儿作为研究对象。其中细菌性肺炎主要通过血液指标检查、临床表现、痰液或胸水细胞计数和分类进行诊断;支原体肺炎主要通过支原体抗体与抗原检测、临床表现、X 线、DNA 检测等进行诊断。另外将 16 例体检正常儿童纳入对照组。

1.1.1 纳入标准 ① 年龄 0.1~14 岁;② 临床资料完整可靠;③ 已确诊为细菌性肺炎或支原体肺炎;④ 患儿家属对本研究知情同意;⑤ 对照组儿童身体健康,无任何疾病。

1.1.2 排除标准 ① 合并风湿疾病;② 合并血液系统疾病或肿瘤;③ 检查前 7 d 内接受抗菌药物治疗。

1.1.3 伦理学 本研究符合医学伦理学标准,并经本院伦理审批(审批号:2019K06),所有检测均获得过患儿监护人知情同意。

1.2 研究方法 在患儿入院当日且未使用抗菌药物前,采集空腹静脉血 3 mL 置于肝素抗凝管,2 mL 置于 EDTA 抗凝管,其中 3 mL 肝素抗凝管中的血液样本在充分混匀后,在常温环境下以 3 000 r/min 离心 10 min,留取上清液等待上机检测。使用 NRM411 全自动化学发光定量分析仪(南京诺尔曼生物技术股份有限公司),采用荧光素增强免疫化学发光法检测 PCT;使用 PA-900 特定蛋白仪(深圳普门科技股份有限公司),采用免疫比浊法检测 CRP;使用 ARISTO 特定蛋白分析仪(深圳市国赛生物技术有限公司),采用免疫散射比浊法检测 SAA。整个检测过程均按照不同试剂的标准作业程序(standard operating procedure, SOP)执行操作,并严格进行实验室质量控制,合理合规。

1.3 统计学方法 采用 SPSS 27.0 软件分析数据。应用 Shapiro-Wilk 检验对计量资料进行正态性检验,正态分布或近似正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)描述,各组间比较采用两独立样本 *t* 检验;非正态分布的计量资料以中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$]描述,组间比较采用独立样本非参数检验(Mann-Whitney *U* 检验)。采用 GraphPad Prism 软件绘制受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线),计算 ROC 曲线下面积(area under ROC curve, AUC),确定敏感度、特异度、截断值,比较各指标单独与联合检测对疾病的鉴别效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料 各组一般资料(性别、年龄)差异均无统计学意义(均 $P < 0.05$),有可比性,见表 1。

表 1 各组一般资料比较

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄(岁)	
		男性	女性	范围	均数($\bar{x} \pm s$)
对照组	16	9	7	1~13	4.81 ± 2.73
支原体肺炎组	85	44	41	1~13	4.89 ± 3.24
细菌性肺炎组	65	33	32	0.1~14	4.72 ± 3.09

2.2 各组炎症指标水平比较 细菌性肺炎组和支原体肺炎组的 SAA、CRP、PCT 水平均显著高于对照组,且细菌性肺炎组的 SAA、CRP、PCT 水平均显著高于支原体肺炎组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 2。

表 2 各组炎症指标水平比较 [M(Q_L, Q_U)]

组别	例数 (例)	SAA (mg/L)	CRP (mg/L)	PCT (μg/L)
对照组	16	0.85 (0.50, 2.40)	1.14 (0.89, 1.62)	0.05 (0.04, 0.07)
支原体肺炎组	87	19.70 (10.40, 49.65) ^a	3.05 (1.11, 7.17) ^a	0.08 (0.05, 0.15) ^a
细菌性肺炎组	65	136.00 (82.67, 288.18) ^{ab}	17.65 (11.65, 28.71) ^{ab}	0.15 (0.08, 0.31) ^{ab}

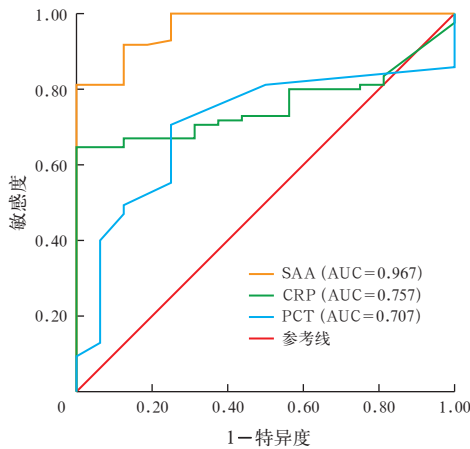
注: SAA 为血清淀粉样蛋白 A, CRP 为 C- 反应蛋白, PCT 为降钙素原; 与对照组比较, ^aP < 0.05, 与支原体肺炎组比较, ^bP < 0.05

2.3 不同炎症指标对支原体肺炎的诊断效能 SAA、CRP、PCT 诊断支原体肺炎的 AUC 分别为 0.967、0.757、0.707。见表 3, 图 1。

表 3 不同炎症指标对小儿支原体肺炎的诊断效能

指标	AUC	95%CI	敏感度 (%)	特异度 (%)	截断值	P 值
SAA	0.967	0.931 ~ 1.000	81.18	100.00	5.565	< 0.001
CRP	0.757	0.667 ~ 0.848	64.71	100.00	2.280	0.001
PCT	0.707	0.585 ~ 0.829	70.59	75.00	0.055	0.009

注: SAA 为血清淀粉样蛋白 A, CRP 为 C- 反应蛋白, PCT 为降钙素原, AUC 为受试者工作特征曲线下面积, 95%CI 为 95% 可信区间



注: SAA 为血清淀粉样蛋白 A, CRP 为 C- 反应蛋白, PCT 为降钙素原, ROC 为受试者工作特征曲线, AUC 为 ROC 曲线下面积

图 1 不同炎症指标诊断支原体肺炎的 ROC 曲线

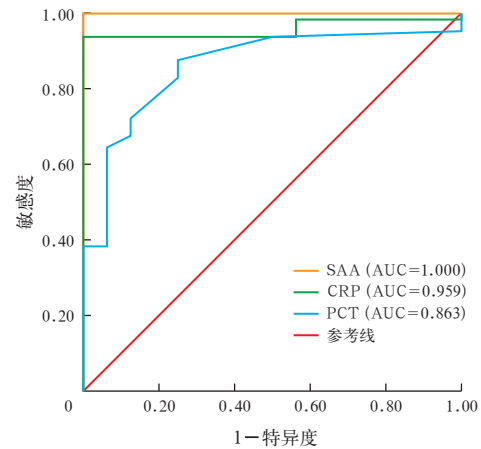
2.4 不同炎症指标对小儿细菌性肺炎的诊断效能 SAA、CRP、PCT 诊断小儿细菌性肺炎的 AUC 分别为 1.000、0.959、0.863。见表 4, 图 2。

2.5 不同炎症指标鉴别小儿细菌性肺炎和支原体肺炎的诊断效能 SAA、CRP、PCT 鉴别小儿细菌性肺炎和支原体肺炎的 AUC 分别为 0.912、0.856、0.688; SAA、CRP、PCT 联合检测鉴别小儿细菌性肺炎和支原体肺炎的 AUC 为 0.928, 3 种炎症因子联合检测的鉴别效能最高。见表 5, 图 3。

表 4 不同炎症指标对小儿细菌性肺炎的诊断效能

指标	AUC	95%CI	敏感度 (%)	特异度 (%)	截断值	P 值
SAA	1.000	1.000	100.00	100.00	15.68	< 0.001
CRP	0.959	0.916 ~ 1.000	93.85	100.00	3.055	< 0.001
PCT	0.863	0.770 ~ 0.955	87.69	75.00	0.055	< 0.001

注: SAA 为血清淀粉样蛋白 A, CRP 为 C- 反应蛋白, PCT 为降钙素原, AUC 为受试者工作特征曲线下面积, 95%CI 为 95% 可信区间



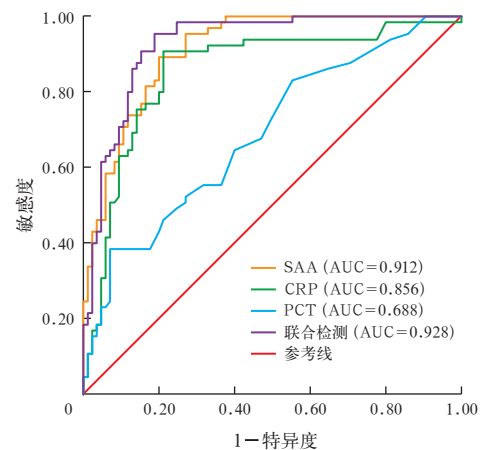
注: SAA 为血清淀粉样蛋白 A, CRP 为 C- 反应蛋白, PCT 为降钙素原, ROC 为受试者工作特征曲线, AUC 为 ROC 曲线下面积

图 2 不同炎症指标诊断小儿细菌性肺炎的 ROC 曲线

表 5 不同炎症指标鉴别小儿细菌性肺炎和支原体肺炎的诊断效能

指标	AUC	95%CI	敏感度 (%)	特异度 (%)	截断值	P 值
SAA	0.912	0.869 ~ 0.956	89.23	80.00	55.07	< 0.001
CRP	0.856	0.791 ~ 0.921	90.77	78.82	8.25	< 0.001
PCT	0.688	0.603 ~ 0.774	38.46	92.94	0.255	< 0.001
联合检测	0.928	0.886 ~ 0.969	95.40	81.20	0.766	< 0.001

注: SAA 为血清淀粉样蛋白 A, CRP 为 C- 反应蛋白, PCT 为降钙素原, AUC 为受试者工作特征曲线下面积, 95%CI 为 95% 可信区间



注: SAA 为血清淀粉样蛋白 A, CRP 为 C- 反应蛋白, PCT 为降钙素原, ROC 为受试者工作特征曲线, AUC 为 ROC 曲线下面积

图 3 不同炎症指标鉴别小儿细菌性肺炎和支原体肺炎的 ROC 曲线

3 讨论

目前,肺炎仍然是儿童呼吸系统最常见的疾病之一^[3]。如何在疾病早期快速鉴别肺炎种类并指导临床用药具有举足轻重的作用。

SAA 是正常情况下人体内含量极少的一种急性时相反应蛋白,当受到细菌、病毒等感染物侵袭时,细胞因子等炎症介质会刺激肝脏细胞,在极短的时间内产生大量的 SAA,其水平在 5~8 h 达到峰值,同时可以激活各类免疫细胞、诱导并参与调节局部炎症,促进炎症细胞的快速激活^[4]。

PCT 是由甲状腺 C 细胞生成并释放的降钙素前体,是一种非固醇类的有效抗炎物质,敏感度较高,且对预后预测有一定价值,对调控体内细胞因子网络等发挥重要作用^[5-6]。当发生炎症反应时,尤其是细菌感染或损伤后,在短时间内 PCT 水平会迅速升高,在约 12 h 后达到峰值且能维持一定时间,在非细菌感染时,PCT 受影响较小,有时可无变化^[7]。由于 PCT 水平升高与感染的严重程度有一定相关性,PCT 升高也常被作为细菌感染的检测指标^[8]。

CRP 是一种由肝脏产生的正五聚体急性时相反应蛋白,正常情况下在人体内的含量很少,但当受到感染或出现损伤时,会刺激肝脏快速合成 CRP,其水平在短时间内急剧升高,快速达到峰值,当炎症有所减轻时,其表达可逐渐恢复至正常水平^[9],因此 CRP 经常被用作临床上的系统性炎症物质,鉴别炎症的敏感度也较高^[10-11],可有效评估细菌感染的严重程度^[12-13],对下呼吸道感染的严重程度也有一定的参考价值^[14]。

本研究中 SAA、CRP 和 IL-6 水平在小儿细菌性肺炎和支原体肺炎患儿中存在明显差异,提示上述炎症指标联合检测对鉴别小儿细菌性肺炎与支原体肺炎具有一定的参考价值,可作为临床上肺炎患儿的辅助鉴别指标,为后续治疗提供一定的帮助。同时本研究纳入样本量偏少,可能会在一定程度上影响研究结果,后期应开展大样本、多中心研究。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

1 查巍,李林. SAA CRP 与 WBC 联合检测对儿童急性呼吸道细菌与肺炎支原体感染的鉴别诊断价值[J]. 安徽医学, 2020, 41 (4): 421-424. DOI: 10.3969/j.issn.1000-0399.2020.04.017.

2 李漫,瞿跃红,桑怡. 136 例急性呼吸道感染患儿病原菌特点及鼻咽分泌物中呼吸道合胞病毒和人偏肺病毒基因分析[J]. 中国微生物生态学杂志, 2020, 32 (12): 1445-1448, 1459. DOI: 10.13381/j.cnki.cjm.202012017.

3 赵贺红,曹丽敏,董凤芝. 咽拭子培养联合降钙素原、C 反应蛋白及肺炎支原体检测在儿童肺炎诊断中的应用[J]. 中国医学工程, 2021, 29 (12): 73-76. DOI: 10.19338/j.issn.1672-2019.2021.12.017.

4 黄烈坤,卓奕春,陈雪丽. SAA、hs-CRP、IL-6 联合检测在儿童感染性疾病中的诊断价值[J]. 数理医药学杂志, 2022, 35 (1): 19-22. DOI: 10.3969/j.issn.1004-4337.2022.01.007.

5 赵凯,章阳. 血清淀粉样蛋白 A、CRP 和 PCT 水平预测高脂血症急性胰腺炎严重程度及预后的临床价值[J]. 标记免疫分析与临床, 2021, 28 (2): 268-272. DOI: 10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2021.02.021.

6 刘琪,常文婧,孙祖俊,等. PCT、SAA、hs-CRP、Neu% 和 WBC 检测对感染性疾病的临床诊断价值分析[J]. 国际检验医学杂志, 2020, 41 (15): 1835-1838, 1843. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2020.15.010.

7 张雯雯. 探讨阿奇霉素序贯联合痰热清治疗儿童肺炎支原体肺炎的效果及对临床症状、炎性指标、免疫功能的影响[J]. 中国现代药物应用, 2021, 15 (5): 169-171. DOI: 10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2021.05.068.

8 徐雪萍,杨茜岚,谢丹,等. 维生素 A、SAA 和 CRP 联合检验在儿童感染性疾病中的诊断价值[J]. 中国医药科学, 2022, 12 (21): 11-14. DOI: 10.3969/j.issn.2095-0616.2022.21.005.

9 李小锋,曹小平,龚君佐,等. 血清 PCT、CRP、IL-6 对急性胰腺炎病情严重性及预后判断[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2020, 17 (4): 106-109. DOI: 10.3969/j.issn.1673-016X.2020.04.033.

10 TABRIZI R, VAKILI S, AKBARI M, et al. The effects of curcumin containing supplements on biomarkers of inflammation and oxidative stress: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Phytother Res*, 2019, 33 (2): 253-262. DOI: 10.1002/ptr.6226.

11 方晓燕,梅建刚,冯金燕,等. 小儿肺炎患者血清 PCT 和 CRP 等因子水平及临床意义分析[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36 (10): 2308-2310. DOI: 10.19829/j.zgfybj.issn.1001-4411.2021.10.037.

12 逢玉涛,肖瑞锋,潘德璋,等. 血清高迁移率族蛋白 B1 联合降钙素原、C 反应蛋白检测诊断慢性肾衰竭血液透析患者合并细菌性肺炎的价值研究[J]. 中国中西医结合肾病杂志, 2021, 22 (12): 1082-1084. DOI: 10.3969/j.issn.1009-587X.2021.12.016.

13 郑水娥,朱红梅,汤俊峰,等. 血清 PCT、CRP、SAA、WBC 及 IL-8 联合检测对不同病原感染所致小儿肺炎的评价作用分析[J]. 吉林医学, 2021, 42 (5): 1184-1186. DOI: 10.3969/j.issn.1004-0412.2021.05.064.

14 许雪琴,黄衍运,吴海霞,等. 下呼吸道肺炎支原体感染患者血清 CRP 和 PCT 以及 IL-6 水平变化及临床意义[J]. 实用检验医师杂志, 2024, 16 (4): 307-310. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2024.04.005.

(收稿日期: 2025-09-18)

(本文编辑: 邵文)