

降钙素原、C反应蛋白和白细胞水平在儿童急性细菌感染鉴别诊断中的价值

朱丹丹, 郭泽磬

(郑州市第七人民医院 儿科, 河南 郑州 450000)

摘要: **目的** 分析降钙素原 (PCT)、C反应蛋白 (CRP) 和白细胞 (WBC) 水平在儿童急性细菌感染鉴别诊断中的价值。**方法** 调查了2022年3月至2023年6月在郑州市第七人民医院住院治疗的186例急性呼吸道感染的患儿。58例通过痰培养检测出细菌的患儿被列为A组, 66例通过血清学检测发现患有常见呼吸道病毒感染的患儿被列为B组, 62例通过血清学检测发现肺炎支原体的患儿被列为C组。检测所有研究对象的PCT、CRP、WBC水平并对急性细菌感染做受试者工作特征 (ROC) 曲线, 并计算曲线下面积 (AUC)。**结果** A组患儿的PCT、CRP和WBC水平明显高于B组和C组 ($P<0.05$)。ROC曲线分析表明, PCT、CRP、WBC以及三项联合诊断的曲线下面积分别为0.686 (0.631~0.742, $P<0.001$)、0.516 (0.408~0.625, $P=0.757$)、0.582 (0.515~0.650, $P=0.016$) 和0.779 (0.730~0.827, $P<0.001$)。在58例细菌性呼吸道感染患儿中革兰氏阳性 (G+) 细菌感染有34例 (58.62%), 革兰氏阴性 (G-) 细菌感染有24例 (41.38%), G+和G-细菌感染间的PCT、CRP、WBC水平和诊断阳性率比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。**结论** PCT、CRP和WBC一定程度上有助于区分儿童急性细菌性或非细菌性感染, 其水平可以提示临床医生注意病原体类型, 并尽量避免滥用抗生素。

关键词: 降钙素原; C反应蛋白; 白细胞计数; 儿童; 急性呼吸道感染

中图分类号: R725.6

Value of procalcitonin, C-reactive protein, and white blood cell levels in differential diagnosis of acute bacterial infections in children

ZHU Dandan, GUO Zedi

(Department of Pediatrics, Zhengzhou Seventh People's Hospital, Zhengzhou, Henan 450000, China)

Abstract: **[Objective]** To analyze the value of procalcitonin (PCT), C-reactive protein (CRP), and white blood cell (WBC) levels in the differential diagnosis of acute bacterial infections in children. **[Methods]** A survey was conducted on 186 children with acute respiratory infections who were hospitalized at Zhengzhou Seventh People's Hospital from March 2022 to June 2023. Fifty-eight children who detected bacteria through sputum culture were classified as Group A, 66 children who were found to have common respiratory viruses through serological testing were classified as Group B, and 62 children who were found to have *Mycoplasma pneumoniae* through serological testing were classified as Group C. Detect the levels of PCT, CRP, and WBC in all study subjects, perform receiver operating characteristic (ROC) curve analysis on acute bacterial infections, and calculate the area under the curve (AUC). **[Results]** The levels of PCT, CRP, and WBC in Group A were significantly higher than those in Group B and Group C ($P<0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve for PCT, CRP, WBC, and three combined diagnoses were 0.686 (0.631 - 0.742, $P<0.001$), 0.516 (0.408 - 0.625, $P=0.757$), 0.582 (0.515 - 0.650, $P=0.016$), and 0.779 (0.730 - 0.827, $P<0.001$), respectively. Among 58 cases of bacterial respiratory tract infection, 34 cases (58.62%) were Gram positive (G+) bacterial infections, and 24 cases (41.38%) were Gram negative (G-) bacterial infections. There was no significant difference in PCT, CRP, WBC levels, and diagnostic positivity between the main G+ and G- bacterial infection groups ($P>0.05$). **[Conclusion]** PCT, CRP, and WBC can be effective indicators for identifying acute bacterial or non-bacterial infections in children, and their levels can prompt clinical doctors to pay attention to the types of pathogens and try to avoid overuse of antibiotics as much as possible.

Keywords: procalcitonin; C-reactive protein; white blood cell count; children; acute respiratory infection

儿童急性呼吸道感染 (acute respiratory tract infections, ARTI) 引起的肺炎具有起病急、发展快、死亡率高的特点, 是 5 岁以下儿童住院率和死亡率最高的疾病^[1]。研究发现, ARTI 与细菌、病毒和支原体有关, 其中病毒感染最为常见, 约占 90%^[2]。然而, 不同类型感染的儿童早期症状均表现为发热、咳嗽、鼻塞、流涕等。这些临床表现的特异性较低, 不利于临床鉴别诊断和治疗。如果不能及时准确地判断感染类型, 会导致不必要的抗生素治疗增加, 并可能产生抗生素耐药性^[3]。因此, 找到一种准确有效的 ARTI 鉴别诊断方法非常重要。白细胞 (white blood cell, WBC) 已被广泛用于感染性疾病的诊断。近年来, 降钙素原 (procalcitonin, PCT) 和 C 反应蛋白 (C-reactive protein, CRP) 等炎症指标在 ARTI 鉴别诊断领域受到越来越多的关注^[4]。PCT 和 CRP 与疾病活动性有很好的相关性, 可以很好地指示感染类型^[5]。虽然有研究将上述指标作为感染标志物, 但对细菌性、病毒性和支原体性 ARTI 患儿的 PCT、CRP 和 WBC 进行比较分析的研究并不多见。基于此, 本研究旨在探究和分析 ARTI 类型与 PCT、CRP、WBC 水平的相关性, 为 ARTI 患儿的辅助鉴别诊断和准确用药指导提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本次回顾性研究调查了 2022 年 3 月至 2023 年 6 月在郑州市第七人民医院住院治疗的 186 例 ARTI 患儿。所有 ARTI 患儿均有典型的临床症状, 包括发热、咳嗽、气短或呼吸困难等症状。诊断标准主要依据世界卫生组织的《儿童疾病综合管理手册》^[6]。58 例通过痰培养检测出细菌的患儿被列为 A 组, 66 例通过血清学检测发现患有常见呼吸道病毒感染的患儿被列为 B 组, 62 例通过血清学检测发现肺炎支原体的患儿被列为 C 组。本研究已经获得医院伦理委员会批准, 且所有患儿家属均知情同意。

1.2 研究方法

①基本信息: 在医院系统的电子病历记录中获得患儿的基本信息和人口统计学信息。②标本采集: 抗生素治疗前采集痰液和血液样本, 并尽

快送至实验室。采集 6 mL 肘静脉血, 分别注入凝血管和含有乙二胺四乙酸的抗凝管。痰液采集时患儿先用清水反复漱口, 然后在用力咯出气管深处的痰, 留于塑料小杯、玻璃或涂蜡的纸盒中。

③标本检测: 将痰液转移到平板中, 在 37℃ (5% CO₂) 下培养 18~24 h, 然后用质谱仪鉴定菌落。按照九项呼吸道感染病原体免疫球蛋白 M (IgM) 抗体检测试剂盒 (间接免疫荧光法) 说明 [Pneumoslide IgM, 国食药监械 (进) 字 2010 第 3400365 号], 采用间接免疫荧光法检测常见呼吸道病毒的 IgM 抗体。检测的病毒包括腺病毒、呼吸道合胞病毒、甲型流感病毒、乙型流感病毒和人副流感病毒。采用直接化学发光法检测肺炎支原体的 IgM 抗体 (深圳市亚辉龙生物科技股份有限公司, 国械注准 20173400758)。用电化学发光免疫测定法检测血清 PCT 水平, 不超过 0.5 ng/mL 为正常。CRP 和 WBC 水平分别通过免疫比浊法 (罗氏诊断 PCT 检测仪) 和流式细胞术检测 (罗氏诊断), CRP 值超过 8 mg/L 为阳性, WBC 值超过 $10 \times 10^9/L$ 为阳性。

1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 20.0 统计软件。正态分布的计量资料以均数和标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 偏态分布的计量资料以中位数和四分位数间距 [$M (P_{25}, P_{75})$] 表示, 组间比较采用曼-惠特尼 U 检验。计数资料以百分率 (%) 表示, 组间比较采用 χ^2 检验。绘制受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线并计算曲线下面积 (area under curve, AUC)。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组患儿 PCT、CRP 和 WBC 水平比较

三组患儿基本资料 (如年龄, 性别组成) 比较差异无统计学意义 (P>0.05), 具有可比性。A 组的 PCT、CRP 和 WBC 水平高于 B 组和 C 组, 差异有统计学意义 (P<0.05)。B 组与 C 组的 PCT、CRP 和 WBC 水平比较差异无统计学意义 (P>0.05)。A 组的 PCT 和 CRP 阳性率高于 B 组和 C 组, 差异有统计学意义 (P<0.05)。三组 WBC 阳性率差异无统计学意义 (P>0.05)。见表 1。

表 1 三组患儿一般资料比较

研究变量	A 组(n=58)	B 组(n=66)	C 组(n=62)	F/Z/ χ^2	P
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	3.11±3.06	4.08±3.34	4.05±3.21	0.508	0.612
男性比例[n(%)]	28(48.28)	34(51.52)	34(54.84)	0.028	0.977
PCT/[M(P_{25} , P_{75}), ng/mL]	0.55(0.12, 1.78)	0.22(0.01, 0.58)	0.14(0.01, 0.49)	6.321	<0.001
CRP/[M(P_{25} , P_{75}), mg/L]	8.78(3.18, 35.29)	4.98(1.29, 13.98)	3.87(0.98, 19.03)	0.124	<0.001
WBC/[M(P_{25} , P_{75}), $\times 10^9/L$]	8.99(7.39, 12.40)	8.44(6.34, 11.93)	8.23(6.23, 11.35)	10.701	0.012
PCT 阳性率[n(%)]	30(51.72)	15(22.73)	16(25.81)	9.393	<0.001
CRP 阳性率[n(%)]	31(53.45)	25(37.88)	21(33.87)	7.302	<0.001
WBC 阳性率[n(%)]	51(87.93)	44(66.67)	40(64.52)	1.349	0.235

2.2 PCT、CRP 和 WBC 对儿童急性细菌感染的诊断价值

ROC 曲线分析表明, PCT、CRP、WBC 以及三项联合诊断的曲线下面积分别为 0.686 (0.631~0.742, $P<0.001$)、0.516 (0.408~0.625, $P=0.757$)、0.582 (0.515~0.650, $P=0.016$) 和 0.779 (0.730~0.827, $P<0.001$)。见图 1、表 2。

2.3 PCT、CRP 和 WBC 水平对 G+和 G-细菌感染组诊断阳性率的比较

在 58 例细菌性呼吸道感染患儿中检测到的细菌类型如下: 革兰氏阳性 (G+) 细菌感染有 34 例 (58.62%), 主要是肺炎双球菌和金黄色葡萄球菌; 革兰氏阴性 (G-) 细菌感染有 24 例 (41.38%), 主要是大肠杆菌和流感嗜血杆菌。G+细菌感染的 PCT、CRP、WBC 水平分别为 [0.56 (7.33, 13.11)] ng/mL、[8.47 (3.31, 33.98)] mg/L、[8.98 (7.33, 13.11)] $\times 10^9/L$, G-细菌感染的 PCT、CRP、WBC 水平分别为 [0.50 (0.11, 1.76)] ng/mL、[7.23 (3.11, 35.16)] mg/L、[9.56 (7.19, 14.26)] $\times 10^9/L$, 比较差异均无统计

学意义 ($Z=0.134$ 、 $P=0.905$, $Z=0.829$ 、 $P=0.414$, $Z=0.362$ 、 $P=0.748$)。G+和 G-细菌感染间的 PCT、CRP、WBC 诊断阳性率比较差异无统计学意义 ($P>0.05$), 见表 3。

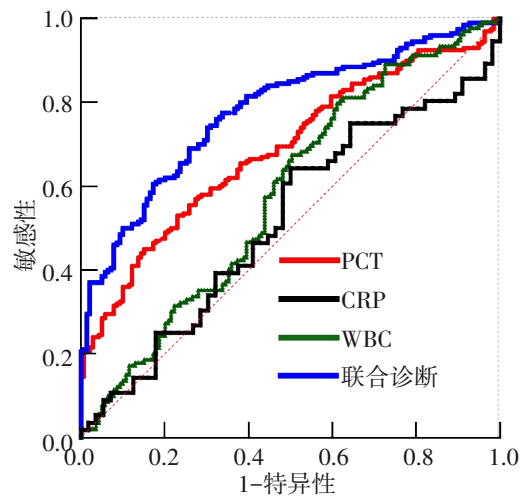


图 1 PCT、CRP 和 WBC 及联合诊断对儿童急性细菌感染的诊断价值

表 2 PCT、CRP 和 WBC 及联合诊断对儿童急性细菌的诊断价值

研究变量	AUC	灵敏度/%	特异度/%	截断值	P
PCT	0.686(0.631~0.742)	53.00	76.98	0.51 ng/mL	<0.001
CRP	0.516(0.408~0.625)	29.50	94.24	10.69 mg/L	0.757
WBC	0.582(0.515~0.650)	79.86	38.85	11.38 $\times 10^9/L$	0.016
联合诊断	0.779(0.730~0.827)	74.00	69.78	-	<0.001

表 3 PCT、CRP 和 WBC 水平对 G+和 G-细菌感染组诊断阳性率比较 [n(%)]

指标	G+(n=34)	G-(n=24)	χ^2	P
PCT	20(58.82)	11(45.83)	0.893	0.380
CRP	18(52.94)	11(45.83)	0.035	0.829
WBC	12(35.29)	10(41.67)	0.829	0.329
联合诊断	30(88.24)	20(83.33)	0.272	0.620

3 讨论

ARTI 是儿童最常见的感染性疾病, 对儿童健

康有重大影响。细菌、病毒或支原体感染类型的诊断主要需要细菌培养、核酸检测或抗体检测的

支持。细菌培养过程耗时且繁琐，结果也不能及时反馈给临床，核酸检测可能会因样本采集问题导致漏检，抗体检测也受感染时间、抗体浓度和检测方法灵敏度不足等因素影响。针对不同类型的感染，临床用药也有所不同，经验用药是临床常见的治疗方法，也是造成抗菌药物滥用和细菌耐药性的原因之一^[7]。如何快速区分感染类型，指导临床准确用药，是亟待解决的问题。

血常规中的 WBC 计数是临床诊断感染的常用方法，它操作简便，结果快速，但易受外界因素干扰，从而影响临床用药选择。PCT 和 CRP 均为急性期反应蛋白，可随炎症因子水平的变化而变化，尤其是 PCT，它可被微生物毒素、白细胞介素-1、白细胞介素-6 和肿瘤坏死因子- α 激活；相反，病毒释放的干扰素- γ 因子会抑制 PCT^[8]。当人体受到细菌感染时，血清中的 PCT 水平会明显升高，细菌感染越严重，PCT 水平越高^[9]。CRP 是一种由肝细胞合成的非特异性急性期反应蛋白，作为一种炎症标志物，它易于检测且准确性高，被广泛用于急性细菌感染患儿的诊断和预后判断^[10]。因此，针对细菌培养耗时较长的特点，可利用 PCT 和 CRP 快速鉴定的优势，在获得培养结果前快速确定 ARTI 的类型，为临床实践提供有意义的参考数据。

本研究结果显示，A 组的 PCT 和 CRP 水平明显高于 B 组和 C 组 ($P < 0.05$)，显示细菌感染会导致上述指标升高。PCT 在细菌感染时会显著升高，这可能与细菌感染时 PCT 在细胞因子作用下不能分解为降钙素，从而导致血液中 PCT 水平升高有关^[11]。当 PCT、CRP 或 WBC 显著升高时，细菌感染的可能性明显增加。可指导临床及早使用广谱头孢菌素类或氨基糖苷类抗生素进行治疗，达到理想的治疗效果。比较三组患儿的 PCT、CRP 和 WBC 阳性率，A 组的 PCT 和 CRP 阳性率明显高于 B 组和 C 组 ($P < 0.05$)，三组 WBC 阳性率差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。利用 ROC 曲线进一步分析 PCT、CRP 和 WBC 对细菌性 ARTI 的诊断效果，结果显示，PCT、CRP 和 WBC 的 AUC 分别为 0.686 (0.631~0.742)、0.516 (0.408~0.625)、0.582 (0.515~0.650)，而 PCT、CRP 和 WBC 的灵敏度分别为 53.00%、29.50% 和 79.86%。

由于不同细菌感染的首选抗生素不尽相同，单一的广谱抗生素治疗很难持续控制疾病的发展^[12]，因此，有必要进一步探讨细菌感染的类型。

在 58 例细菌性 ARTI 患儿中，G+ 细菌 34 例，G- 细菌 24 例，G+ 型细菌主要为肺炎双球菌和金黄色葡萄球菌，G- 型细菌主要为大肠杆菌和流感嗜血杆菌等，儿童由于发育不完善，免疫力低下，很容易受到感染。本研究分别对 G+ 和 G- 细菌感染 PCT、CRP 和 WBC 指标水平及其诊断阳性率进行了对比分析，结果显示 G+ 和 G- 细菌感染之间的 PCT、CRP、WBC 水平和诊断阳性率比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)，该结果可能是由于研究纳入的样本量不足导致的。

综上所述，PCT、CRP 和 WBC 在一定程度上有助于区分儿童急性细菌性或非细菌性感染，其水平可以提示临床医生注意病原体类型，并尽量避免滥用抗生素。然而，本研究仍存在一些局限性，如本研究涉及的样本数量较少，且缺乏对照组来加强统计稳健性。

参 考 文 献

- [1] 孙宇, 赵林清. 正确分析儿童急性呼吸道感染病毒病原检测结果[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2021, 36(24): 1856-1860.
- [2] 夏百成, 马英伟, 孙利伟, 等. 2019—2021 年长春市儿童急性呼吸道感染病例中鼻病毒感染状况及其分子分型研究[J]. 疾病监测, 2022, 37(4): 469-474.
- [3] 苏小华, 程庆秋, 曾小媚, 等. 某院儿童急性呼吸道感染病毒流行特点分析[J]. 检验医学与临床, 2022, 19(22): 3103-3106.
- [4] 徐冬梅, 郑颖, 李蓓, 等. 血清 PCT、CRP 和 IL-18 检测对急性上呼吸道感染患儿的临床意义[J]. 中国卫生检验杂志, 2012, 22(11): 2698-2700.
- [5] 韩敏, 韩来红, 焦湃, 等. PCT 联合 hs-CRP 检测对儿童急性呼吸道感染的诊断价值评价[J]. 中国医药指南, 2018, 16(1): 56-57.
- [6] 卫生部国司司多边处. 世界卫生组织西太区儿童疾病综合管理[J]. 国外医学情报, 2001(5): 2-3, 8.
- [7] 王念, 杜培艳, 刘骏, 等. 儿童上呼吸道感染耐药病原菌流行现状及应对机制[J]. 基础医学理论研究, 2021, 3(1): 5-8.
- [8] 谢永祥, 徐佳佳, 杨旭. hs-CRP、WBC 及 PCT 检测诊断儿童呼吸道感染[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2021, 13(1): 21-24.
- [9] 郑素娟, 黄瑜璇, 曹美杏. PCT、CRP、SAA 联合检测在小儿呼吸道感染鉴别诊断中的价值分析[J]. 现代医院, 2021, 21(7): 1140-1143.
- [10] 赵锋, 吴志辉. 降钙素原、C 反应蛋白联合血常规在儿童急性上呼吸道感染诊断中的价值分析[J]. 医师在线, 2023, 13(5): 28-30.
- [11] 李华文, 吴日暖, 袁启艳, 等. 200 例儿童呼吸道感染临床及实验室特征[J]. 中华医院感染学杂志, 2022, 32(21): 3357-3360.
- [12] 韩鹏, 柳杉杉, 乔晶晶, 等. 儿童呼吸道病毒感染的非药物干预及其影响[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2022, 37(6): 466-470.

(张咏 编辑)