

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.05.023

❖ 临床研究 ❖

# 血清 CRP、PCT、ESR、VA 与儿童肺炎病原体类型及病情严重程度的相关性

王成侠, 董建华

(亳州市中医院儿科, 安徽 亳州 236800)

**【摘要】目的:** 探讨肺炎患儿血清 C-反应蛋白(CRP)、降钙素原(PCT)、红细胞沉降率(ESR)、维生素 A(VA)与感染病原体类型及病情严重程度的相关性。**方法:** 选取 86 例肺炎患儿为肺炎组,另取同期 32 名体检正常儿童为对照组,测定两组受试者血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平;根据感染病原体类型,将肺炎患儿分为细菌组、支原体组、病毒组,比较不同感染病原体类型肺炎患儿血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平;再根据病情严重程度将肺炎患儿分为重症组和轻症组,比较不同病情程度肺炎患儿血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平;并分析血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平及联合诊断重症肺炎的诊断价值。**结果:** 肺炎组血清 CRP、PCT、ESR 水平高于对照组,VA 水平低于对照组 ( $P < 0.05$ );病毒组、支原体组和细菌组 CRP、PCT 水平均依次升高,两两比较,差异具有统计学意义 ( $P < 0.05$ );细菌组 ESR 水平高于支原体组和病毒组,且病毒组 ESR 水平高于支原体组 ( $P < 0.05$ );病毒组 VA 水平高于细菌组和支原体组,且细菌组 VA 水平高于支原体组 ( $P < 0.05$ );重症组血清 CRP、PCT、ESR 水平高于轻症组,VA 水平低于轻症组 ( $P < 0.05$ );ROC 曲线显示,CRP、PCT、ESR 和 VA 诊断重症肺炎的 AUC 值分别是 0.878、0.716、0.744 和 0.851,截点值分别为 23.98 mg/L、1.02 ng/mL、29.01 mm/h 和 0.78  $\mu\text{mol/L}$ , 四者联合诊断重症肺炎的 AUC 值(0.963)高于单指标诊断 ( $P < 0.05$ )。**结论:** 血清 CRP、PCT、ESR、VA 与儿童肺炎病原体类型及病情严重程度有关,可作为重症肺炎诊断的指标之一,四者联合诊断价值高于单项检查。

**【关键词】** 儿童肺炎;C-反应蛋白;降钙素原;红细胞沉降率;维生素 A;病原体;严重程度;诊断价值

**【中图分类号】** R725.6;R563.1 **【文献标志码】** A

## Correlation between serum CRP, PCT, ESR, VA and types of infectious pathogens and disease severity in pneumonia children

WANG Cheng-xia, DONG Jian-hua

(Department of Pediatrics, Bozhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Bozhou 236800, Anhui, China)

**【Abstract】 Objective:** To explore the correlation between serum C-reactive protein (CRP), procalcitonin (PCT), erythrocyte sedimentation rate (ESR), vitamin A (VA) and types of infectious pathogen and disease severity in pneumonia children. **Methods:** 86 children with pneumonia were selected as the pneumonia group, and 32 normal children in the same period were selected as the control group. The levels of serum CRP, PCT, ESR and VA in both groups were detected. According to types of infectious pathogens, pneumonia children were divided into bacteria group, mycoplasma group and virus group. The levels of serum CRP, PCT, ESR and VA among children with different pathogens infection were compared. According to disease severity, pneumonia children were divided into severe group and mild group. The levels of serum CRP, PCT, ESR and VA in pneumonia children with different severity were compared. The diagnostic value of serum CRP, PCT, ESR, VA and combined detection for severe pneumonia was analyzed. **Results:** The levels of serum CRP, PCT and ESR in pneumonia group were higher than those in control group, while VA level was lower than that in control group ( $P < 0.05$ ). The levels of CRP and PCT were increase in turn in virus group, mycoplasma group and bacteria group, and the differences between any two groups were statistically significant ( $P < 0.05$ ). ESR level in bacteria group was higher than that in mycoplasma group and virus group, which was higher in virus group than in mycoplasma group ( $P < 0.05$ ). VA level in virus group was higher than that in bacteria group and mycoplasma group, which was higher in bacteria group than in mycoplasma group ( $P < 0.05$ ). The levels of serum CRP, PCT and ESR in severe group were higher than those in mild group, while VA level was lower than that in mild group ( $P < 0.05$ ). ROC curves showed that AUC and cut-off values of CRP, PCT, ESR and VA in the diagnosis of severe pneumonia were (0.878, 23.98 mg/L), (0.716, 1.02 ng/mL), (0.744, 29.01 mm/h) and (0.851, 0.78  $\mu\text{mol/L}$ ), respectively. AUC of combined detection was 0.963, which was greater than that of single index ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** The serum CRP, PCT, ESR and VA are related to

types of infectious pathogens and disease severity, which can be used as one of the diagnosis indexes for severe pneumonia. And diagnosis value of combined detection is higher.

**【Key words】** Pneumonia children; C-reactive protein; Procalcitonin; Erythrocyte sedimentation rate; Vitamin A; Pathogen; Severity; Diagnostic value

肺炎是由多种病原体感染导致的炎症性疾病,临床表现为咳嗽、发热、烦躁不安等,在早期无明显的特异性,易耽误治疗,使病情恶化<sup>[1]</sup>。儿童处于生长发育的关键阶段,免疫系统功能尚未完善,易感染肺炎<sup>[2]</sup>。流行病学<sup>[3]</sup>显示,小儿肺炎在儿童疾病中病死率最高,尤其是在非洲及东南亚卫生环境差的地区,早期诊断有助于控制病情,改善预后。肺炎患儿在不同病原体的感染下,机体会表现出不同程度的炎症反应,临床上常用 C-反应蛋白(C-reaction protein, CRP)、降钙素原(procalcitonin, PCT)、红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)作为炎症性疾病的实验室指标<sup>[4]</sup>。维生素 A(Vitamin A, VA)是对人体重要的营养素,影响机体的免疫功能,缺乏 VA 时,黏膜的屏障能力下降,机体受病原体感染的可能性提高<sup>[5]</sup>。本研究以拟探讨肺炎患儿血清 CRP、PCT、ESR、VA 与感染病原体类型及病情严重程度的相关性。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2019 年 5 月至 2021 年 8 月在亳州市中医院就诊的 86 例肺炎患儿为肺炎组。纳入标准:(1)符合小儿肺炎诊断标准<sup>[6]</sup>,气促、发热、肺部湿罗音、咳嗽、呼吸困难、胸部 X 线片异常;细菌性肺炎为经痰培养检测出致病菌;病毒性肺炎为血清病毒抗体呈阳性;支原体肺炎为血清支原体抗体呈阳性;重症肺炎诊断标准<sup>[7]</sup>:①体温  $> 38.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,伴有全身中毒症状;②肺部啰音明显,呼吸困难,胸部 X 线片可观察到片状阴影;③多器官功能障碍;④伴有微循环障碍、心衰、中毒性脑病或休克;⑤合并中毒性肠麻痹、脓胸或败血症;符合①和②症状,并兼有③~⑤中一项,即可诊断;轻症肺炎符合小儿肺炎诊断标准,且不满足重症肺炎诊断标准。(2)年龄 6 个月~10 岁。排除标准:(1)伴有其他呼吸系统疾病患儿;(2)合并心肝肾脏器功能不全、血液和免疫系统以及恶性肿瘤患儿;(3)精神类疾病患儿;(4)营养不良患儿。肺炎组患儿病程( $2.97 \pm 0.45$ )d;病原体类型:细菌感染 24 例,支原体感染 32 例,病毒感染 30 例;轻症 61 例,重症 25 例。另取同期 32 名体检正常者为对照组。两组受试者的性别、年龄等基础资料比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。本研究符合《世界医学协会赫尔辛基宣言》,所

有受试者家属知情并签署知情同意书。

表 1 两组一般资料比较 [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]

组别	男	女	年龄(岁)
肺炎组( $n=86$ )	49 (56.98)	37 (43.02)	$4.63 \pm 1.59$
对照组( $n=32$ )	20 (62.50)	12 (37.50)	$4.18 \pm 1.45$
$\chi^2/t$ 值		0.293	1.399
P 值		0.588	0.165

### 1.2 方法

采集两组受试者入院时的空腹静脉血 5 mL,以 3 000 rpm 离心 10 min,取上清液置于  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  冰箱待测。ESR 检测,取 2 h 内血清样本于血沉管中,在室温下静置 1 h 后读取结果;采用免疫比浊法测定 CRP 水平(试剂盒购自深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司),向 EP 试管中依次加入聚乙二醇、稀释后的样本、CRP 检测试剂,检测 CRP 水平;使用酶联免疫发光法检测 PCT 水平(试剂盒来自南京基蛋生物科技有限公司),将标准品稀释为 5 个梯度,向微孔中依次加 10  $\mu\text{L}$  标准品、40  $\mu\text{L}$  稀释样本,震荡 2 h 后,依次滴加基质溶液、酶标试剂、显色剂、终止液,待检测液变为黄色,检测 PCT 水平;VA 水平使用高效液相色谱法测定,向待测样品中依次滴加无水乙醇、正己烷,离心后移至新的 EP 管,加入流动相,再次离心后移至检测瓶,检测 VA 水平。

### 1.3 观察指标

(1)比较两组受试者血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平;(2)比较不同病原体患儿血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平;(3)比较不同病情程度患儿血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平;(4)分析血清 CRP、PCT、ESR、VA 及四者联合诊断重症肺炎的诊断价值。

### 1.4 统计学分析

使用 SPSS 20.0 软件进行统计分析。计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较行  $t$  检验;计数资料以 [ $n(\%)$ ]表示,组间比较行  $\chi^2$  进行检验;多组比较采用单因素方差分析,组间比较采用 LSD- $t$  检验。 $P < 0.05$  表示差异存在统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 受试者血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平比较

肺炎组患者血清 CRP、PCT、ESR 水平高于对照组,VA 水平低于对照组( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 受试者血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	CRP (mg/L)	PCT (ng/mL)	ESR (mm/h)	VA ( $\mu\text{mol/L}$ )
肺炎组 ( $n=86$ )	23.85 ± 4.31	1.03 ± 0.14	26.90 ± 2.45	0.82 ± 0.13
对照组 ( $n=32$ )	2.90 ± 0.41	0.04 ± 0.01	6.84 ± 1.33	1.19 ± 0.27
<i>t</i> 值	27.378	39.857	43.894	10.010
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

## 2.2 不同病原体患儿血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平比较

病毒组、支原体组和细菌组 CRP、PCT 水平依次升高,两两比较具有统计学意义 ( $P < 0.05$ );细菌组 ESR 水平高于支原体组和病毒组,且病毒组 ESR 水平高于支原体组 ( $P < 0.05$ );病毒组 VA 水平高于细菌组和支原体组,且细菌组 VA 水平高于支原体组 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 不同病原体患儿血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	CRP (mg/L)	PCT (ng/mL)	ESR (mm/h)	VA ( $\mu\text{mol/L}$ )
细菌组 ( $n=24$ )	36.64 ± 6.31	3.22 ± 0.38	37.32 ± 6.42	0.87 ± 0.11
支原体组 ( $n=32$ )	31.77 ± 5.54 *	0.25 ± 0.09 *	16.46 ± 3.37 *	0.67 ± 0.14 *
病毒组 ( $n=30$ )	5.17 ± 1.26 **#	0.11 ± 0.03 **#	29.70 ± 5.26 **#	0.94 ± 0.26 **#
<i>F</i> 值	354.870	1844.886	124.927	17.671
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

\*  $P < 0.05$ ,与细菌组比较;#  $P < 0.05$ ,与支原体组比较。

## 2.3 不同病情程度患儿血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平比较

重症组血清 CRP、PCT、ESR 水平高于轻症组,VA 水平低于轻症组 ( $P < 0.05$ )。见表 4。

表 4 不同病情程度患儿血清 CRP、PCT、ESR、VA 水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	CRP (mg/L)	PCT (ng/mL)	ESR (mm/h)	VA ( $\mu\text{mol/L}$ )
轻症组 ( $n=61$ )	18.60 ± 3.31	0.78 ± 0.18	23.40 ± 4.32	0.91 ± 0.26
重症组 ( $n=25$ )	36.66 ± 5.64	1.64 ± 0.32	35.44 ± 6.17	0.60 ± 0.19
<i>t</i> 值	18.492	15.820	10.305	5.393
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

## 2.4 血清 CRP、PCT、ESR、VA 及联合诊断重症肺炎的效能评价

ROC 曲线显示,CRP 诊断重症肺炎的 AUC 值和截点值为 0.878、23.98 mg/L,PCT 诊断重症肺炎的 AUC 值和截点值分别为 0.716、1.02 ng/mL,ESR 诊断重症肺炎的 AUC 值和截点值分别为 0.744、29.01 mm/h,VA 诊断重症肺炎的 AUC 值和截点值分别为 0.851、0.78  $\mu\text{mol/L}$ , 三者联合诊断重症肺炎的 AUC 值为 0.963,高于单项诊断 ( $P < 0.05$ )。见表 5。

表 5 血清 CRP、PCT、ESR、VA 及联合诊断重症肺炎的诊断效能

指标	AUC 值	SE 值	截点值	<i>P</i> 值	95% CI
CRP (mg/L)	0.878	0.039	23.98	<0.001	0.788 ~ 0.939
PCT (ng/mL)	0.716	0.055	1.02	<0.001	0.607 ~ 0.810
ESR (mm/h)	0.744	0.053	29.01	<0.001	0.636 ~ 0.833
VA ( $\mu\text{mol/L}$ )	0.851	0.067	0.78	<0.001	0.756 ~ 0.920
联合	0.941	0.029		<0.001	0.867 ~ 0.981

## 3 讨论

肺炎是由于病毒、细菌、支原体侵袭肺部引起的,主要通过飞沫进行传播,多发于冬春季<sup>[8]</sup>。儿童免疫系统功能相对低下,且自我保护意识较差,更容易罹患肺炎<sup>[9]</sup>。早期肺炎临床症状并不典型,且患儿由于年纪小,自主意识不足,很难及时确诊,若无法及时治疗,极易发展为重症肺炎,导致呼吸衰竭、神志不清、菌血症等症状,严重者甚至危及生命<sup>[10]</sup>。对于肺炎患儿,区分病原体感染类型及评估疾病进展,有利于采取针对性的治疗。

血清 CRP 具有检测方便、灵敏度较高、技术要求低的优势,常作为感染性疾病的指标。当机体发生炎症或组织损伤,4 ~ 6 h 后可在外周血中检测 CRP,36 ~ 50 h 达到最大值,半衰期为 4 ~ 6 h,采取有效治疗后,3 ~ 7 d 可迅速降低至健康水平<sup>[11]</sup>。CRP 与患者年龄、性别、免疫功能无关,不会因治疗方式的不同表达水平表现出明显差异。PCT 是降钙素前体肽,在健康人群的体内由甲状腺 C 细胞分泌,含量通常 < 0.05 ng/mL,正常情况下不易被表征<sup>[12]</sup>。当机体细菌感染时,巨噬细胞等多种细胞会大量分泌 PCT,使外周血中 PCT 在 2 h 后迅速升高,24 h 可达到峰值。PCT 在体内较为稳定,不受到激素水平影响,半衰期较长,可达 25 ~ 30 h,是常用于细菌感染的检测标志物<sup>[13]</sup>。革兰阴性菌和革兰阳性菌裂解后产生的毒素,会诱导 PCT 水平升高,且前者生成的 PCT 水平更高<sup>[14]</sup>。当机体出现炎症时,细胞因子含量会升高,影响红细胞的稳定性,使红细胞的 ESR 发生改变<sup>[15]</sup>。ESR 在正常人体内数值处于狭窄范围,出现病理变化时水平会明显升高,由于该指标与性别、年龄、红细胞数量等多种因素有关,特异性较差,在肺炎诊断中应用较少。VA 对呼吸系统疾病具有重要意义,作为三大微量营养元素之一,缺乏 VA,会使上皮组织出现病理变化,影响呼吸道捕获或清除空气中的病原体,增加患病机率。上皮组织的生物完整性至关重要,可作为呼吸道提供抵御感染的屏障,避免免疫功能异常,降低杀伤细胞的活性,而 VA 含量异常减少会损伤上皮组织,进而增加感染风险<sup>[16]</sup>。

本研究结果显示,肺炎组血清 CRP、PCT、ESR 水平高于对照组,VA 水平低于对照组,提示血清 CRP、PCT、ESR、VA 参与了肺炎的发生。病毒组、支原体组和细菌组 CRP、PCT 水平依次升高,提示使用血清 CRP、PCT 均可以区分病原体感染类型。在病原体的刺激下,肺炎患儿会有不同程度的炎症反应,导致 CRP 和 PCT 水平升高。细菌感染后,会诱导肝

细胞合成大量的 CRP,而革兰阴性菌和革兰阳性菌裂解后产生的毒素,会刺激 PCT 水平大量表达,因此细菌性肺炎患儿体内 CRP 和 PCT 水平最高;支原体裂解后不产生新的毒素;病毒感染在引起炎症反应的同时,会释放出干扰素  $\gamma$ ,抑制炎症反应,故病毒性肺炎患儿炎症刺激最小,CRP 和 PCT 水平最低。细菌组 ESR 水平高于支原体组和病毒组,且病毒组 ESR 水平高于支原体组,提示 ESR 可用于区分病原体感染类型。ESR 作为早期的炎症指标,与性别、年龄、红细胞数量等多种因素有关,在判断病原体类型时,需结合其他指标进行分析。病毒组 VA 水平高于细菌组和支原体组,且细菌组 VA 水平高于支原体组,提示 VA 可用于病原体类型的判断。VA 参与肺组织的修复和免疫系统的改善,当感染肺炎时,VA 消耗增加,且有部分患者伴有消化道症状,影响 VA 的摄入,并促进 VA 随尿液排出。其中,支原体感染会对机体的免疫系统进行破坏,导致该病原体感染后 VA 水平最低,细菌和病毒对免疫系统的影响相对较小,因此 VA 水平会更高。重症组血清 CRP、PCT、ESR 水平高于轻症组,VA 水平低于轻症组,提示血清 CRP、PCT、ESR、VA 与疾病进展有关。肺炎的加重,全身性炎症反应更明显,促进 CRP 和 PCT 的产生和释放,同时红细胞的稳定性进一步破坏,ESR 水平表达更高,支气管上皮组织和免疫系统的破坏加剧,导致 VA 的消耗增加。因此,患儿体内 CRP、PCT、ESR 水平更高,而 VA 水平进一步降低。为了进一步分析血清 CRP、PCT、ESR、VA 在重症肺炎中的诊断价值,采用 ROC 曲线分析血清 CRP、PCT、ESR、VA 单独及联合诊断重症肺炎的诊断效能,发现四者联合诊断的 AUC 值高于单项诊断,提示血清 CRP、PCT、ESR、VA 联合诊断重症肺炎价值更高,便于重症肺炎的鉴别诊断。

综上所述,血清 CRP、PCT、ESR、VA 与感染病原体类型及病情严重程度相关,四者均可作为重症肺炎诊断的指标,且联合诊断价值更高。

#### 参考文献

- [1] 李雄海,魏少军,汤进,等.两种获得性肺炎患儿的病原菌差异分析[J].中南医学科学杂志,2020,48(2):138-140.
- [2] Wang X,Chen X,Tang H,*et al.* Increased frequency of Th17 cells

- in children with mycoplasma pneumoniae pneumonia[J]. Journal of Clinical Laboratory Analysis,2016,30(6):1214-1219.
- [3] Schlager R,Queen K,Simmon K,*et al.* Viral pathogen detection by metagenomics and pan-viral group polymerase chain reaction in children with pneumonia lacking identifiable etiology[J]. Journal of Infectious Diseases,2017,215(9):1407-1415.
- [4] Ding RD,Zhang HJ. Effect of linezolid on serum PCT,ESR, and CRP in patients with pulmonary tuberculosis and pneumonia[J]. Medicine,2018,97(37):e12177.
- [5] 徐畅,罗力妍,丁妞,等.基于倾向性评分匹配法探讨血清维生素 A、E 对肺炎支原体肺炎患儿的影响[J].中国医师杂志,2020,22(1):43-45,49.
- [6] 胡亚美,江载芳.诸福棠实用儿科学(上册)[M].北京:人民卫生出版社,2002:1205-2105.
- [7] Harris M,Clark J,Coote N,*et al.* British thoracic society guidelines for the management of community acquired pneumonia in children: Update 2011 [J]. Thorax,2011,Doi:10.1136/thoraxjnl-2011-200598.
- [8] Wang J,Mao J,Chen G,*et al.* Evaluation on blood coagulation and C-reactive protein level among children with mycoplasma pneumoniae pneumonia by different chest imaging findings[J]. Medicine,2021,Doi:10.1097/MD.00000000000023926.
- [9] Chi H,Huang YC,Liu CC,*et al.* Characteristics and etiology of hospitalized pediatric community-acquired pneumonia in Taiwan [J]. Journal of the Formosan Medical Association,2020,119(10):1490-1499.
- [10] 徐虹,陆敏,程超,等.呼吸道合胞病毒肺炎患儿血清嗜酸性粒细胞阳离子蛋白表达水平及临床意义[J].中国医师进修杂志,2020,43(5):410-414.
- [11] Hu L,Shi Q,Shi M,*et al.* Diagnostic value of PCT and CRP for detecting serious bacterial infections in patients with fever of unknown origin [J]. Applied Immunohistochemistry & Molecular Morphology,2017,Doi:10.1097/PAL.0000000000000552.
- [12] Song YY,Zhang B,Gu JW,*et al.* The predictive value of procalcitonin in ventilator-associated pneumonia after cardiac valve replacement[J]. Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation,2020,80(6):1-4.
- [13] 艾学才.PCT、CRP、D-D 联合检测对 ICU 医院获得性肺炎患者的诊断及预后价值[J].临床肺科杂志,2017,22(10):1791-1794.
- [14] 葛神永,孙伟.不同病原体感染小儿肺炎降钙素原 C-反应蛋白白细胞计数变化情况[J].安徽医学,2017,38(7):904-906.
- [15] 向忠,贺建军,唐长友,等.动态监测 PCT、WBC、ESR、hsCRP 诊断骨科内固定术后早期切口感染[J].中国骨与关节损伤杂志,2017,32(9):1002-1004.
- [16] 郭焕利.低剂量维生素 A 或多种营养素联合应用对新生儿肺炎的辅助治疗效果[J].临床肺科杂志,2016,21(8):1432-1435.

(收稿日期:2021-12-04)

修回日期:2022-01-22)