

· 论著 ·

肺炎支原体感染儿童血清肺炎支原体IgG、IgM抗体、CRP及D-D水平及临床意义分析

王 颖¹ 刘 煜² 王 娅^{1,*}

1.中国人民解放军95829部队医院检验病理科 (湖北 武汉 430012)

2.中国人民解放军95829部队医院药剂科 (湖北 武汉 430012)

【摘要】目的 探究肺炎支原体感染儿童血清肺炎支原体免疫球蛋白(Ig)G、IgM抗体、C-反应蛋白(CRP)及D-二聚体(D-D)水平及预测预后的临床价值。**方法** 选择2021年3月~2023年3月于本院接受治疗的肺炎支原体感染儿童220例,作为观察组,并选取同时期体检健康儿童30例,作为对照组。比较两组血清IgG、IgM抗体、CRP及D-D水平,并采用单因素及多因素分析其与儿童肺炎支原体感染预后之间的关系,绘制受试者工作特征曲线(ROC)分析血清IgG、IgM抗体、CRP及D-D水平预测患儿预后的临床价值。**结果** 观察组IgG抗体、IgM抗体、CRP和D-D含量均高于对照组($P<0.05$)。观察组中治疗预后不佳56例(25.45%),单因素分析发现,预后不佳与预后良好组住院时间、是否集体生活、有无抗菌药物应用、IgG抗体、IgM抗体、CRP及D-D含量等指标的差异均有统计学意义($P<0.05$); Logistic多因素分析显示IgG抗体、IgM抗体、CRP和D-D均为肺炎支原体感染儿童预后的独立影响因素($P<0.05$)。ROC曲线分析显示 IgG、IgM抗体、CRP及D-D水平预测肺炎支原体感染儿童预后不佳的AUC分别为0.644、0.849、0.752和0.861($P<0.05$),敏感度分别为0.625、0.857、0.768和0.768,特异度分别是0.628、0.811、0.701和0.927,均有一定预测价值。**结论** 血清肺炎支原体IgG、IgM抗体、CRP及D-D水平与儿童肺炎支原体感染及预后密切相关,其中CRP预测患儿预后效果最好,建议临床上予以密切监测。

【关键词】 肺炎支原体感染; 儿童; 血清; IgG、IgM抗体; CRP; D-D

【中图分类号】 R375+2

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2024.3.017

Serum Levels of Mycoplasma Pneumoniae IgG Antibody, IgM Antibody, CRP and D-D in Children with Mycoplasma Pneumoniae Infection and Their Clinical Significance

WANG Ying¹, LIU Yu², WANG Ya^{1,*}

1.Laboratory of pathology, The Chinese People's Liberation Army Unit 95829 Hospital, Wuhan 430012, Hubei Province, China

2.Pharmacy Department, The Chinese People's Liberation Army Unit 95829 Hospital, Wuhan 430012, Hubei Province, China

Abstract: Objective To investigate serum levels of Mycoplasma pneumoniae immunoglobulin (Ig) G antibody, IgM antibody, C-reactive protein (CRP) and D-dimer (D-D) in children with Mycoplasma pneumoniae infection and their prognostic value. **Methods** A total of 220 children with Mycoplasma pneumoniae infection who were treated in the hospital from March 2021 to March 2023 were selected as the observation group. At the same time, 30 healthy children who received health check-ups in the hospital during the same period were selected as the control group. Serum levels of IgG antibody, IgM antibody, CRP and D-D in the two groups were compared. The prognostic value of serum IgG antibody, IgM antibody, CRP and D-D was analyzed using the receiver operating characteristic curve (ROC). **Results** The levels of IgG antibody, IgM antibody, CRP and D-D in the observation group were higher than those in the control group ($P<0.05$). In the observation group, there were 56 (25.45%) cases of poor prognosis after treatment. Univariate analysis found that length of hospital stay, group living, use of antibiotics, IgG antibody, IgM antibody, CRP and D-D levels were prognostic factors ($P<0.05$). Multivariate logistic analysis found that IgG antibody, IgM antibody, CRP and D-D were independent prognostic factors in children with Mycoplasma pneumoniae infection ($P<0.05$). ROC analysis results showed that the AUC values of IgG antibody, IgM antibody, CRP and D-D for predicting poor prognosis of children with Mycoplasma pneumoniae infection were 0.644, 0.849, 0.752 and 0.861 ($P<0.05$). The sensitivity was 0.625, 0.857, 0.768 and 0.768. The specificity was 0.628, 0.811, 0.701 and 0.927. **Conclusion** Serum levels of Mycoplasma pneumoniae IgG antibody, IgM antibody, CRP and D-D are closely related to the prognosis of children with Mycoplasma pneumoniae infection. Among above indexes, CRP is the best for predicting the prognosis. Therefore, it is recommended to closely monitor it in clinical practice.

Keywords: Mycoplasma Pneumoniae Infection; Child; Serum; IgG Antibody and IgM Antibody; CRP; D-D

支原体肺炎是儿童中常见的呼吸科疾病,其会导致呼吸及其他器官受损,影响儿童正常生活质量^[1-2]。儿童感染肺炎支原体后常出现咽痛、咳嗽、发热等症状,与其他呼吸道感染症状极为相似,难以辨别,故常需要联合实验室血清指标进行诊断^[3]。儿童感染肺炎支原体后,体内会出现炎症及免疫调节反应,通过检测相关血清相关指标可对患儿感染类型、严重程度及预后进行判断^[4-5]。肺炎支原体免疫球蛋白(Immunoglobulin G, Ig)G是清除病原体的主要因子,可在机体受到感染后,浓度急剧上升,以清除病原体^[6]。IgM抗体是体液免疫中最早出现的一种Ig,是用于评估免疫功能是否紊乱的重要指标^[7]。C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)是机体重要免疫炎症因子,在炎症评估、细菌感染

诊断中广泛使用^[8]。临床医学认为凝血、纤溶系统与炎症发展过程息息相关,D-二聚体(d-dimers, D-D)能够反映机体凝血纤溶系统,是重要的生化标记物,当体处于体内高凝、纤溶亢进状态时,D-D会随之明显升高^[9]。为进一步明确上述指标与肺炎支原体感染儿童的关系及预测价值,现回顾性收集我院肺炎支原体感染肺炎儿童临床资料进行分析,整理结果如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析2021年3月~2023年3月于本院接受治疗的肺炎支原体感染儿童临床资料220例,作为观察组,其中男118例,女102例;年龄2~11(6.18 ± 1.84)岁;病程

【第一作者】王 颖,女,副主任技师,主要研究方向:临床检验医学。E-mail: yuff1122@yeah.net

【通讯作者】王 娅,女,主治医师,主要研究方向:临床检验医学。E-mail: baby20202028@163.com

1~9(6.25±1.43)d。

纳入标准：符合儿童《儿童肺炎支原体肺炎中西医结合诊治专家共识(2017年)》^[10]中相关诊断标准；存在咳嗽、咳痰等相关症状，有影像学资料证实患儿病情；临床资料完整；患儿及家属依从性高。排除标准：合并其他免疫缺陷性疾病或支气管哮喘；凝血、免疫系统异常；并发感染性疾病；并发肿瘤者。另选同时期与观察组性别、年龄相匹配的体检健康儿童体检资料30例，作为对照组，其中男17例，女13例；年龄2~10(6.04±1.52)岁。两组对比差异无统计学意义(P>0.05)。

1.2 方法

1.2.1 患儿预后评估 观察组患儿入院后根据《儿童肺炎支原体肺炎中西医结合诊治专家共识(2017年)》予以规范治疗1个疗程后，依据其治疗效果，将患儿预后分为预后良好组与预后不佳组，其中诊断为好转、有效者分为预后良好组，诊断为无效者分为预后不佳组。预后诊断按照患儿症状及体征好转或消失，肺部影像学检查有所改善为预后良好，以上症状或体征无变化、甚至加重，肺部X片检查未见任何改善为预后不佳。

1.2.2 血清指标检测 观察组患儿入院后次日抽取空腹静脉血，对照组儿童于体检当日抽取空腹静脉血，然后离心获得上清液，进

行检测。使用化学发光免疫分析仪(iFlash3000 C型，深圳市亚辉龙生物科技股份有限公司)，运用化学发光法检测IgG、IgM抗体，使用乳胶增强免疫散射比浊法检测CRP(迈瑞BC7500CS)，使用乳胶免疫比浊法检测D-D(赛科希德SF8100)。

1.3 统计学方法 使用SPSS 23.0软件对肺炎支原体感染儿童的一般资料及数据进行分析，计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，其比较实施两独立样本的t检验。计数资料表示为[例(%)]，采用 χ^2 检验；使用Logistic回归进行多因素分析；绘制ROC曲线，评价血清指标对肺炎支原体感染儿童预后的预测价值，计算并比较ROC曲线下面积及约登指数，将P<0.05记为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 血清相关指标对比 观察组患儿IgG抗体、IgM抗体、CRP和D-D含量均高于对照组(P<0.05)。见表1。

2.2 肺炎支原体感染儿童单因素分析 观察组中治疗预后不佳56例(25.45%)。单因素分析现，住院时间、是否集体生活、有无抗菌药物应用、IgG抗体、IgM抗体、CRP及D-D含量等指标的差异均有统计学意义(P<0.05)，且预后不佳组患儿IgG抗体、IgM抗体、CRP及D-D指标水平明显高于预后良好组(P<0.05)。见表2。

表1 两组患儿血清相关指标对比

组别	n	IgG抗体(g/L)	IgM抗体(g/L)	CRP(μg/mL)	D-D(ng/mL)
观察组	220	7.89±1.26	1.64±0.59	24.08±3.26	414.07±51.28
对照组	30	1.34±0.48	0.52±0.21	6.49±1.35	164.08±29.64
t		28.154	10.293	29.173	54.944
P		0.000	0.000	0.000	0.000

表2 两组研究对象单因素比较分析结果[n(%)]

变量	预后不佳组(n=56) 预后良好组(n=164) χ^2/t		P
性别			0.204 0.651
男	32(57.14)	88(53.66)	
女	24(42.86)	76(46.34)	
年龄(岁)	6.17±1.26	6.28±1.38	0.526 0.599
住院时间(周)			8.175 0.004
<2	39(69.64)	78(47.56)	
≥2	17(30.36)	86(52.44)	
身体质量指数(kg/m ²)			1.801 0.180
<20	37(66.07)	92(56.10)	
≥20	19(33.93)	72(43.90)	
发病季节			0.196 0.658
秋冬	35(62.50)	97(59.15)	
春夏	21(37.50)	67(40.85)	
集体生活			5.089 0.024
是	30(53.57)	49(29.88)	
否	26(46.43)	115(70.12)	
有无抗菌药物应用			4.897 0.027
有	25(44.64)	101(61.59)	
无	31(55.36)	63(38.41)	
IgG抗体(g/L)	8.03±0.87	7.79±0.58	2.937 0.004
IgM抗体(g/L)	1.73±0.74	1.42±0.58	4.129 <0.001
CRP(μg/ml)	25.39±4.26	23.48±3.29	4.453 <0.001
D-D(ng/mL)	428.26±23.29	409.21±20.58	7.553 <0.001

2.3 预后的多因素分析 对各影响因素进行多因素的二分类资料的Logistic回归分析，多因素分析显示IgG抗体、IgM抗体、CRP和D-D均为儿童肺炎支原体感染预后的独立影响因素(P<0.05)。见表3。

2.4 IgG、IgM抗体、CRP及D-D水平预测肺炎支原体感染儿童预后价值分析 ROC曲线分析显示IgG、IgM抗体、CRP及D-D水平预测肺炎支原体感染儿童的AUC分别为0.644、0.849、0.752和0.861(P<0.05)，敏感度分别为0.625、0.857、0.768和0.768，特异度分别是0.628、0.811、0.701和0.927，均有一定预测价值。见表4、图1。

表3 影响儿童肺炎支原体感染的多因素Logistic回归分析

因素	偏回归系数	标准误	Wald χ^2 值	OR值	95%CI	P
IgG抗体(g/L)	0.102	0.031	10.826	1.107	1.042~1.177	0.001
IgM抗体(g/L)	0.265	0.109	5.911	1.303	1.053~1.614	0.015
CRP(μg/mL)	0.206	0.088	5.480	1.229	1.034~1.460	0.020
D-D(ng/mL)	0.168	0.064	6.891	1.183	1.043~1.341	0.009

表4 IgG、IgM抗体、CRP及D-D水平预测肺炎支原体感染儿童预后的ROC曲线分析

指标	AUC	95%CI	截断值	标准误	敏感度	特异度
IgG抗体(g/L)	0.644	0.561-0.727	9.23 g/L	0.042	0.625	0.628
IgM抗体(g/L)	0.849	0.787-0.912	1.935 g/L	0.032	0.857	0.811
CRP(μg/ml)	0.752	0.673-0.832	24.635 μg/ml	0.041	0.768	0.701
D-D(ng/mL)	0.861	0.793-0.928	414.730ng/mL	0.034	0.768	0.927

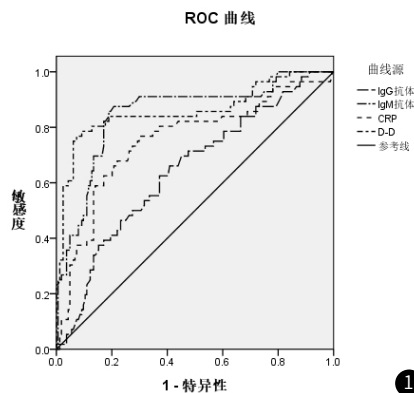


图1 IgG、IgM抗体、CRP及D-D水平预测肺炎支原体感染儿童预后的ROC曲线

3 讨论

肺炎支原体感染是呼吸道感染常见的疾病，在春秋季节发病较多，主要表现为咳嗽、发热，严重时可能造成全身多器官功能衰竭，严重影响患儿生命健康^[11-12]。肺炎支原体可存活于细胞外，也能寄生于宿主体内，并释放出有毒代谢产物损伤宿主和自身抗体，导致原细胞结构损伤，最终引起免疫系统的病理反应^[13]。肺炎支原体感染后会刺激B淋巴细胞增殖活化，最终合成分泌免疫球蛋白，如IgG、IgM等，且在肺炎支原体感染时，机体炎症反应加剧，造成毛细血管内皮组织损伤，体内进而产生更多促凝物质，使得D-D水平升高^[14-15]。侯月等人^[16]发现肺炎支原体感染的儿童中，IgG、IgM抗体均具有明显差异，不同证型的D-D水平有明显差异。另外，肺炎支原体侵入时，机体组织受到刺激、感染或组织损伤，CRP会在短时间快速增殖，以此激活机体免疫系统，因此可广泛用于各种疾病的早期诊断^[17]。孙岩妍、Lia等人^[18-19]发现支原体肺炎感染与促炎、抑炎因子等多种细胞因子有关，高敏感的炎性因子可用于疾病的早期诊断与鉴别。

本研究发现，观察组患儿IgG抗体、IgM抗体、CRP和D-D含量均高于对照组，说明患儿在受到肺炎支原体感染时，机体内IgG抗体、IgM抗体、CRP和D-D含量会明显升高，这是因为IgG与IgM是肺炎支原体感染后刺激B淋巴细胞产生的免疫球蛋白，且机体组织受到感染时，CRP也会明显升高，而当机体感染肺炎支原体时，局部血管会产生炎症或闭塞，引起凝血功能及纤维蛋白活性变化，从而导致D-D水平升高^[20]。单因素分析发现，不同预后结局患者的住院时间、是否集体生活、有无抗菌药物应用、IgG抗体、IgM抗体、CRP及D-D含量等指标相比，差异均有统计学意义，且预后不佳组患儿IgG抗体、IgM抗体、CRP及D-D指标水平明显高于预后良好组。多因素的二分类资料的Logistic回归分析结果显示，IgG抗体、IgM抗体、CRP和D-D均为预测儿童肺炎支原体感染的独立影响因素。说明IgG抗体、IgM抗体、CRP及D-D指标与患儿是否感染肺炎支原体密切相关，与张晓莉、朱晓晨等^[21-22]的研究观点一致。这是因为IgG抗体、IgM是自身免疫抗体，水平高低表明了患儿病情严重程度，当机体受到刺激或感染时，CRP会在短时间内升高，表明机体感染程度，机体受到肺炎支原体感染时，机体会出现血瘀、高凝状态，此时D-D含量水平会明显升高^[23-24]。ROC曲线分析显示 IgG、IgM抗体、CRP及D-D水平预测肺炎支原体感染儿童的AUC分别为0.644、0.849、0.752和0.861，敏感度分别为0.625、0.857、0.768和0.768，特异度分别是0.628、0.811、0.701和0.927，均有一定预测价值，证实IgG、IgM抗体、CRP及D-D与患儿感染肺炎支原体密切相关，建议当出现感染症状时，予以密切检测，以协助临床医师判断病情，及早介入，改善预后。

综上所述，肺炎支原体感染儿童血清肺炎支原体IgG、IgM抗体、CRP及D-D水平明显升高，且均对预后有一定预测价值。

参考文献

- [1] 徐莎, 齐尧, 佟立新. 儿童肺炎支原体感染及反复呼吸道感染的危险因素分析[J]. 公共卫生与预防医学, 2023, 34(1): 120-123.
- [2] 单怡俊, 张育才, 史靖奕, 等. 儿童支原体肺炎并发器官功能障碍危险因素[J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31(6): 755-760.
- [3] 朱云芳, 刘亚辉, 梁宽, 等. 肺炎支原体感染致继发性支气管炎患儿的临床研究[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(3): 406-409.
- [4] 孙岩妍. 肺炎支原体感染儿童血清抗体和炎症指标的变化[J]. 川北医学院学报, 2021, 36(4): 501-504.
- [5] 黄争光, 李新民, 孙丹, 等. 儿童肺炎支原体肺炎发生肝损害的影响因素分析[J]. 中国妇幼保健, 2022, 37(3): 431-435.
- [6] 渠滕, 鞠琪, 刘春梅, 等. 肺炎支原体RNA与肺炎支原体免疫球蛋白M和免疫球蛋白G水平的关联研究[J]. 中国医药, 2021, 16(5): 693-696.
- [7] 马永梅, 任晓红, 马春梅, 等. 阿奇霉素联合中药免疫方剂治疗小儿肺炎支原体感染的疗效观察[J]. 广州中医药大学学报, 2021, 38(7): 1351-1356.
- [8] 杨白云, 韩晓华. 儿童肺炎支原体肺炎相关高凝状态及炎症指标的临床研究进展[J]. 国际儿科学杂志, 2022, 49(4): 270-273.
- [9] 熊英, 覃雨荻, 陈丽阳. 支原体肺炎合并气道黏液栓堵塞儿童D-二聚体、CRP、PCT水平及临床意义[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2021, 18(1): 131-134.
- [10] 中华中医药学会儿童肺炎联盟. 儿童肺炎支原体肺炎中西医结合诊治专家共识(2017年制定)[J]. 中国实用儿科杂志, 2017, 32(12): 881-885.
- [11] 褚旭丽, 吴玲玲, 李雁. 肺炎支原体感染对患儿外周血T淋巴细胞亚群及肺功能的影响[J]. 中国妇幼保健, 2021, 36(3): 596-598.
- [12] Aizawa T, Watanabe S, Tsugawa K, et al. Membranous nephropathy associated with Mycoplasma pneumoniae infection[J]. Pediatrics international, 2021, 63(7): 853-855.
- [13] 贺静, 鲁利群, 汪燕, 等. 炎性细胞因子在儿童肺炎支原体肺炎中的表达及其在免疫学发病机制中的作用[J]. 国际呼吸杂志, 2021, 41(3): 167-171.
- [14] 廖汉杰, 吴建武, 刘银, 等. 盐酸氨溴索联合盐酸丙卡特罗治疗小儿支原体肺炎的疗效及对CRP、T淋巴细胞亚群、免疫球蛋白水平的影响[J]. 海南医学, 2022, 33(16): 2116-2119.
- [15] 彭焦武. 血清D-二聚体、NT-proBNP联合检测在小儿肺炎支原体感染心肌损害诊断中价值分析[J]. 标记免疫分析与临床, 2021, 28(6): 1007-1011.
- [16] 侯月, 王俊宏, 陈芳, 等. 儿童重症支原体肺炎中医证型与D-二聚体及免疫指标的关系[J]. 中国中医急症, 2021, 30(2): 325-327.
- [17] 刘伟平, 毛小倩. Hs-CRP、PCT、IL-6和NLR对肺部细菌及肺炎支原体感染的诊断价值[J]. 医学研究杂志, 2021, 50(12): 64-67, 135.
- [18] 孙岩妍. 肺炎支原体感染儿童血清抗体和炎症指标的变化[J]. 川北医学院学报, 2021, 36(4): 501-504.
- [19] Lia FX, Shan KG, Kexin X, et al. High ratio of C-reactive protein/procalcitonin predicts Mycoplasma pneumoniae infection among adults hospitalized with community acquired pneumonia[J]. Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation, 2021, 81(1): 65-71.
- [20] 马永梅, 任晓红, 马春梅, 等. 阿奇霉素联合中药免疫方剂治疗小儿肺炎支原体感染的疗效观察[J]. 广州中医药大学学报, 2021, 38(7): 1351-1356.
- [21] 张晓莉, 李华. 肺炎支原体肺炎患儿病原菌特点及体液免疫功能及凝血功能变化[J]. 血栓与止血学, 2022, 28(3): 423-424.
- [22] 朱晓晨, 付迎新, 赵淑青, 等. 血清D-二聚体、IL-6、IL-18对儿童难治性肺炎支原体[J]. 临床与病理杂志, 2022, 42(2): 376-381.
- [23] 顾国忠, 王春媛, 朱英娟, 等. IL-6、IL-10与PCT、CRP在呼吸科血流感染早期诊断中的对比研究[J]. 中国实验诊断学, 2022, 26(7): 976-980.
- [24] 杨白云, 韩晓华. 儿童肺炎支原体肺炎相关高凝状态及炎症指标的临床研究进展[J]. 国际儿科学杂志, 2022, 49(4): 270-273.

(收稿日期: 2023-10-25)

(校对编辑: 韩敏求)