



2850例儿童社区获得性肺炎细菌感染谱与耐药分析*

钟美娇¹, 谢江², 王慧², 范娟¹, 李梦妮¹, 邹福兰¹, 李兰¹[△]

1. 四川省医学科学院·四川省人民医院(电子科技大学附属医院)儿科(成都610072); 2. 成都市第三人民医院儿科(成都610031)

【摘要】目的 分析单中心儿童社区获得性肺炎(CAP)的细菌病原分布特征及耐药情况,为临床诊疗提供依据。**方法** 选取2022年1月-2024年12月四川省某三甲医院儿科收治的2850例CAP患儿为研究对象,收集患儿的临床资料、痰培养及细菌药敏结果、呼吸道病原核酸结果,回顾性分析患儿的临床资料、病原学检测结果及药敏数据。**结果** 2850例CAP患儿中,病原学阳性率为73.4%(2093/2850),其中病毒、细菌及肺炎支原体/衣原体阳性率分别为33.6%(958例)、32.6%(929例)及24.7%(703例)。细菌以流感嗜血杆菌(38.8%)、肺炎链球菌(29.7%)、卡他莫拉菌(21.4%)及金黄色葡萄球菌(10.1%)为主。多因素Logistic回归分析显示,年龄是细菌感染的独立危险因素,但风险模式因菌种而异:金黄色葡萄球菌感染风险在婴儿期(设婴儿期调整比值比(aOR)为1)最高(学龄期aOR=0.09, 95%CI: 0.02~0.52);肺炎链球菌感染风险在学龄前期达峰(aOR=2.66, 95%CI: 1.75~4.05),学龄期(aOR=2.60, 95%CI: 1.48~4.57)和幼儿期(aOR=1.90, 95%CI: 1.26~2.87)次之;卡他莫拉菌感染风险在学龄期显著降低(aOR=0.24, 95%CI: 0.08~0.69)。药敏结果显示,流感嗜血杆菌与卡他莫拉菌对氨苄西林耐药率分别为75.45%和41.53%;肺炎链球菌对红霉素耐药率达93.75%;金黄色葡萄球菌对青霉素耐药率为83.33%。**结论** 本组儿童CAP细菌病原以流感嗜血杆菌、肺炎链球菌、卡他莫拉菌和金黄色葡萄球菌为主。细菌病原分布具有显著年龄特异性。

【关键词】 儿童 社区获得性肺炎 细菌感染谱 耐药 回顾性研究

Bacterial Infection Spectrum and Antimicrobial Resistance in 2850 Cases of Community-Acquired Pneumonia in Children

ZHONG Meijiao¹, XIE Jiang², WANG Hui², FAN Juan¹, LI Mengni¹, ZOU Fulan¹, LI Lan¹[△].

1. Department of Pediatrics, Sichuan Provincial People's Hospital, School of Medicine, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610072, China; 2. Department of Pediatrics, The Third People's Hospital of Chengdu, Chengdu 610031, China

[△] Corresponding author, E-mail: sichuanlilan@163.com

[Abstract] Objective To analyze the distribution characteristics and drug resistance of bacterial pathogens in children with community-acquired pneumonia (CAP) in a single center, and to provide evidence for clinical diagnosis and treatment. **Methods** A total of 2850 children with CAP admitted to the Department of Pediatrics of a tertiary hospital in Sichuan between January 2022 and December 2024 were enrolled. Clinical data, sputum culture and bacterial drug sensitivity results, and respiratory pathogen nucleic acid testing results were collected. A retrospective analysis was conducted on the clinical data, etiological testing results, and drug sensitivity data. **Results** Among the 2850 CAP children, the overall pathogen positivity rate was 73.4% (2093/2850), with viral, bacterial, and *Mycoplasma pneumoniae/Chlamydia pneumoniae* infections accounting for 33.6% (958/2850), 32.6% (929/2850), and 24.7% (703/2850), respectively. The predominant bacterial pathogens identified were *Haemophilus influenzae* (38.8%), *Streptococcus pneumoniae* (29.7%), *Moraxella catarrhalis* (21.4%), and *Staphylococcus aureus* (10.1%). Multivariable logistic regression analysis (Bonferroni-corrected) revealed that age was an independent risk factor for bacterial infection, although the risk profile varied by bacterial species. The risk of *Staphylococcus aureus* infection was highest during infancy (infancy adjusted odds ratio [aOR] = 1) and was significantly lower among the school-age children (aOR = 0.09, 95% CI: 0.02-0.52). The risk of *Streptococcus pneumoniae* infection peaked in the preschool children (aOR = 2.66, 95% CI: 1.75-4.05), followed by school-age children (aOR = 2.60, 95% CI: 1.48-4.57) and toddlers (aOR = 1.90, 95% CI: 1.26-2.87). The risk of *Moraxella catarrhalis* infection significantly decreased in school-age children (aOR = 0.24, 95% CI: 0.08-0.69). Antimicrobial susceptibility testing demonstrated that the resistance rates of *Haemophilus influenzae* and *Moraxella catarrhalis* to

* 四川省科技厅项目(No. 2024YFHZ0080)资助

[△] 通信作者, E-mail: sichuanlilan@163.com

出版日期: 2025-11-20

ampicillin were 75.45% and 41.53%, respectively. The resistance rate of *Streptococcus pneumoniae* to erythromycin was 93.75%, while that of *Staphylococcus aureus* to penicillin was 83.33%. **Conclusion** In this pediatric CAP cohort, the main bacterial pathogens are *Haemophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae*, *Moraxella catarrhalis*, and *Staphylococcus aureus*. The distribution of bacterial pathogens exhibits distinct age-specific characteristics.

[Key words] Children Community-acquired pneumonia Bacterial infection spectrum Drug resistance Retrospective study

肺炎是儿童常见的呼吸系统疾病,尤其在5岁以下儿童中发病率较高,严重威胁儿童健康,也是全球5岁以下儿童发病和死亡的重要原因之一^[1]。其中绝大部分儿童肺炎为社区获得性肺炎(community-acquired pneumonia, CAP)^[2]。细菌是儿童CAP的主要病原^[3-4],其病原学分布及耐药情况随季节、地区、年龄和疫苗接种情况的不同而存在差异。而细菌耐药问题日益严峻,了解本地区儿童CAP的细菌性病原学分布及耐药情况,对指导临床合理用药和优化防控策略具有重要意义。本文旨在通过分析近年来单中心儿科病房诊断为CAP的细菌性病原学数据及其耐药情况,为儿童CAP在获得病原学检查结果前提供经验治疗的依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性选取2022年1月-2024年12月于四川省医学科学院·四川省人民医院儿科住院治疗的2 850例CAP患儿为研究对象。纳入标准:①出院时间为2022年1月1日-2024年12月31日;②年龄为29 d~14岁;③诊断标准参照《儿童社区获得性肺炎诊疗规范(2019年版)》^[2]诊断为CAP;④同期接受痰培养检查的CAP患儿。排除标准:①临床资料不全者;②非感染性肺炎、肺结核患儿;③长期应用免疫抑制剂或者免疫功能缺陷的患儿;④院内获得性肺炎患儿。本研究已通过四川省医学科学院·四川省人民医院基础及临床研究伦理委员会审查同意[伦审(研)2025年第621号]。

1.2 资料收集

通过医院电子病历系统收集患儿的临床资料,包括出入院日期、年龄、性别、痰培养结果、药敏试验结果、呼吸道病原体核酸检测结果等。

1.3 标本采集及病原检测

患儿入院当天予生理盐水清洗口腔后用一次性吸痰管负压吸取咽部以下痰液,置于无菌痰液收集器中。对于大龄会自主吐痰的患儿可采用无菌痰培养杯采集痰标本,用生理盐水漱口后自行咳痰。标本采集后30 min内送检。合格痰液标本:每低倍镜视野白细胞数>25个,且鳞状上皮细胞<10个。将合格的痰液标本接种在培养皿

中,置于体积分数5%CO₂、35℃条件下培养48 h,使用全自动微生物质谱鉴定仪进行菌种鉴定及药敏试验。

同时所有患儿均采集口咽拭子,采用多重RT-PCR与毛细电泳联用技术检测13种呼吸道病原体核酸,包括:甲型流感病毒、甲型流感病毒H1N1(2009)、甲型流感病毒H3N2、乙型流感病毒、腺病毒、副流感病毒、呼吸道合胞病毒、博卡病毒、鼻病毒、偏肺病毒、冠状病毒和肺炎支原体、衣原体。具体操作按相应试剂说明书进行。

1.4 统计学方法

应用SPSS 26.0软件进行统计学分析。计数资料以例数(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。为进一步探讨危险因素,采用多因素二元logistic回归分析,分析年龄、性别及季节与四种常见细菌感染的独立关联,结果以调整比值比(aOR)及其95%置信区间(95%CI)表示。为控制多重比较带来的假阳性风险,统一采用Bonferroni法对显著性水平(α)进行校正。校正后的检验水准设定为 $\alpha'=0.05/4=0.0125$,即 $P<0.0125$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 社区获得性肺炎儿童病原谱总体构成

2 850例CAP患儿中检出病原学阳性2 093例(73.4%),其中病毒958例(33.6%),细菌929例(32.6%),肺炎支原体/衣原体703例(24.7%)。其中56.4%为单一病原体感染,17.1%为混合感染(表1)。

病原学阳性的2 093例患儿共检出病原体2 800株,其中病毒1 068株(38.1%),细菌1 027株(36.7%),非典型病原体705株(25.2%)(表2)。

2.2 痰培养阳性患儿一般资料

2 850例CAP患儿中痰培养细菌阳性929例,痰培养检出阳性率为32.6%,其中2022年、2023年及2024年检出阳性率分别为42.4%(288/678)、31.4%(369/1 175)、27.2%(272/997)。细菌检出阳性患儿中男538例,女391例,男女比为1.32:1。按年龄分为:婴儿组(29 d~<1岁)363例(39.1%)、幼儿组(1岁~<3岁)258例(27.8%)、学龄前期组(3~<6岁)222例(23.9%)、学龄期组(≥ 6 岁)86例(9.3%)。按季节分为:春季(3~5月)279例(30.0%)、夏季(6~8月)272例(29.3%)、秋季(9~11月)150例

表1 2850例社区获得性肺炎患儿感染类型分布

Table 1 Distribution of infection types among 2850 children with community-acquired pneumonia

Infection type	Case (%)
Single pathogen infection	1606 (56.4)
Bacterial infection only	504 (17.7)
Atypical pathogen (MP/CP) infection only	576 (20.2)
Viral infection only	526 (18.5)
Mixed infection	487 (17.1)
Bacterial + viral co-infection	360 (12.6)
Bacterial + atypical pathogen (MP/CP) co-infection	55 (1.9)
Viral + atypical pathogen (MP/CP) co-infection	62 (2.2)
Bacterial + viral + atypical pathogen (MP/CP) co-infection	10 (0.4)
No pathogen detected	757 (26.6)
Total	2850 (100)

MP: *Mycoplasma pneumoniae*; CP: *Chlamydia pneumoniae*.

表2 儿童社区获得性肺炎的病原谱(2800株)

Table 2 Etiological spectrum of pathogens in children with community-acquired pneumonia (2800 isolates)

Pathogen	Isolates (%)
Bacteria (n = 1027)	
<i>Haemophilus influenzae</i>	358 (12.8)
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	274 (9.8)
<i>Moraxella catarrhalis</i>	197 (7.0)
<i>Staphylococcus aureus</i>	93 (3.3)
Other Bacteria	105 (3.8)
Virus (n = 1068)	
Rhinovirus	372 (13.3)
Respiratory syncytial virus	210 (7.5)
Parainfluenza virus	136 (4.9)
Adenovirus	100 (3.6)
Influenza A virus	97 (3.5)
Metapneumovirus	82 (2.9)
Other viruses	71 (2.5)
Atypical pathogen (n = 705)	
<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	680 (24.3)
<i>Chlamydia pneumoniae</i>	25 (0.9)
Total	2800 (100)

(16.1%)、冬季(12~2月)228例(24.5%)。

2.3 痰培养阳性患儿病原体分布及构成比

929例痰培养阳性患儿共分离出细菌1027株,

2022-2024年分别检出324株、398株、305株,共检出细菌24种。流感嗜血杆菌(358株,38.8%)、肺炎链球菌(274株,29.7%)、卡他莫拉菌(197株,21.4%)及金黄色葡萄球菌(93株,10.1%)为主要检出细菌。其余20种细菌呈散在分布,包括:大肠埃希菌(22株)、肺炎克雷伯菌(18株)、假白喉棒状杆菌(14株)、接近棒状杆菌(11株)每年有少量检出(3~11例/年);阴沟肠杆菌、鲍曼不动杆菌、黏质沙雷菌、非液化莫拉菌各检出4~6例;产酸克雷伯菌、产气克雷伯菌、拥挤棒状杆菌、铜绿假单胞菌、副流感嗜血杆菌、化脓链球菌、嗜蚀艾肯菌、嗜麦芽窄食单胞菌、霍氏肠杆菌、植生拉乌尔菌、无乳链球菌、缓征链球菌等12种菌检出≤3例。

929例痰培养阳性病例中,单一细菌感染834例(89.8%),混合细菌感染95例(10.2%)。其中双重感染92例(9.9%),包括流感嗜血杆菌合并肺炎链球菌(33例)、卡他莫拉菌合并肺炎链球菌(16例)、流感嗜血杆菌合并卡他莫拉菌(15例),其余28例。三重感染3例(0.3%),包括流感嗜血杆菌、肺炎链球菌合并卡他莫拉菌(2例),流感嗜血杆菌、肺炎链球菌合并金黄色葡萄球菌(1例)。

2.4 四种主要细菌在不同性别分布情况

四种主要细菌在性别上差异无统计学意义(图1)。

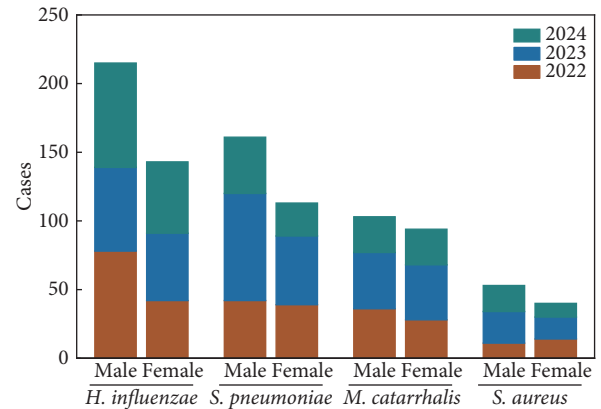


图1 2022-2024年儿童社区获得性肺炎不同性别主要细菌检出情况
Fig 1 Detection of major bacterial pathogens in pediatric community-acquired pneumonia patients by sex in 2022-2024

H. influenzae: *Haemophilus influenzae*; *S. pneumoniae*: *Streptococcus pneumoniae*; *M. catarrhalis*: *Moraxella catarrhalis*; *S. aureus*: *Staphylococcus aureus*.

2.5 不同年龄组细菌分布情况

婴儿组、幼儿组、学龄前期组及学龄期组各检出细菌415、274、241、97株。不同细菌在不同年龄组的分布存在差异(图2)。金黄色葡萄球菌的年龄分布差异最显著($P < 0.001$),81.7%的检出集中于婴儿组。肺炎链球菌与卡他莫拉菌在年龄分布上差异均有统计学意义($P < 0.001$)。肺炎链球菌在学龄前期组占比最高

(31.0%), 学龄期组最低(12.0%)。婴儿组(37.1%)和幼儿组(34.5%)为卡他莫拉菌感染主要群体。流感嗜血杆菌在婴儿组中占比最高(34.4%), 但其年龄分布无明显差异($P=0.122$)。

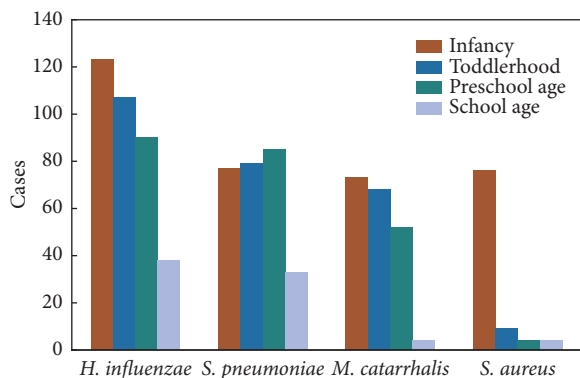


图 2 儿童社区获得性肺炎主要细菌在不同年龄组的分布

Fig 2 Distribution of major bacterial pathogens in pediatric community-acquired pneumonia patients by age groups

Infancy: 29 days to < 1 year; toddlerhood: 1 year to < 3 years; preschool age: 3 years to < 6 years; school age: ≥ 6 years.

2.6 不同季节间细菌分布情况

春季、夏季、秋季及冬季各检出细菌303、303、170、251株。不同细菌在不同季节的分布见图3。流感嗜血杆菌夏季占比最高(33.0%)、秋季最低(11.2%), 组间差异有统计学意义($P=0.008$); 金黄色葡萄球菌秋冬季(均为30.1%)高于春夏季(20.4%、19.4%), 组间差异有统计学意义($P<0.001$); 而肺炎链球菌($P=0.705$)及卡他莫拉菌($P=0.100$)各季节间分布差异无统计学意义。

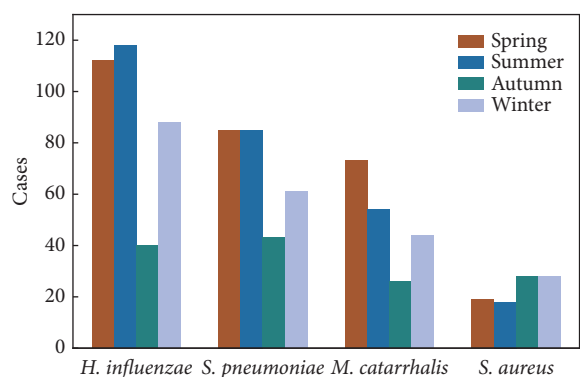


图 3 儿童社区获得性肺炎主要细菌在不同季节检出情况

Fig 3 Detection rates of major bacterial pathogens in pediatric community-acquired pneumonia patients by season

2.7 多因素logistic分析四种常见细菌感染的影响因素

为探讨年龄、性别及季节与四种常见细菌感染的独立关联, 分别进行了多因素二元logistic回归分析(经Bonferroni校正)。结果显示, 年龄是肺炎链球菌($P<0.001$)、金黄色葡萄球菌($P<0.001$)及卡他莫拉菌

($P=0.005$)感染的独立影响因素, 但与流感嗜血杆菌感染无独立关联($P=0.032$)。肺炎链球菌感染的风险在幼儿期、学龄前期和学龄期均高于婴儿期(所有 $P\leq 0.001$); 而金黄色葡萄球菌感染风险在婴儿期最高, 学龄期显著降低(aOR= 0.09, 95%CI: 0.02 ~ 0.52, $P=0.007$); 卡他莫拉菌感染在学龄期的风险也显著低于婴儿期(aOR= 0.24, 95%CI: 0.08 ~ 0.69, $P=0.008$)。性别与季节因素在校正后未在任何细菌中显示出稳定的独立关联(表3)。

2.8 主要病原菌对抗菌药物的耐药分析

对完成了细菌药敏试验的主要病原体的耐药性分析显示: 革兰阴性菌中, 流感嗜血杆菌对氨苄西林(75.5%)和复方新诺明(65.7%)耐药率最高, 对头孢克洛、头孢呋辛耐药率分别为22.02%、20.58%, 对头孢噻肟(0.72%)和氟喹诺酮类($\leq 0.4\%$)高度敏感; 卡他莫拉菌对氨苄西林(41.5%)和复方新诺明(18.6%)有一定耐药, 对头孢克洛、头孢呋辛及阿莫西林/克拉维酸钾的耐药率均极低(分别为2.54%、1.69%和0.85%), 对氯霉素和四环素均完全敏感; 大肠埃希菌对多种药物耐药率高, 尤其对氨苄西林、哌拉西林、替卡西林(均 $>76\%$), 对阿莫西林克拉维酸钾耐药率为14.29%, 对亚胺培南(4.76%)和阿米卡星(0%)敏感。革兰阳性菌中, 肺炎链球菌对红霉素93.75%、四环素(90.63%)、克林霉素(85.94%)和复方新诺明(76.17%)耐药严重, 但对青霉素(1.17%)、万古霉素(0%)、利奈唑胺(0%)敏感; 金黄色葡萄球菌对青霉素耐药率达83.33%, 对红霉素(44.44%)和克林霉素(40.00%)也有较高耐药, 对氨苄西林的耐药率为24.44%, 对万古霉素、利奈唑胺均敏感。

3 讨论

呼吸道感染是影响儿童健康的全球性问题。在我国, 不同地区的气候、环境和生活习惯存在差异, 导致各种呼吸道病原体的检出率不同^[5], 增加了儿童呼吸道感染的防治难度。近年来尚缺乏本地区儿童肺炎的病原谱特征的研究, 因此深入了解本地区儿童CAP的流行病学特征和病原分布情况, 对指导临床诊疗至关重要。

在发展中国家, 细菌是儿童肺炎的主要病原。本研究中痰培养细菌的检出率为32.6%, 与浙江丽水地区报道的32.8%^[6]及海南三亚地区报道的33.95%^[7]相接近, 高于山西地区的17.6%^[8]及上海地区的19.4%^[9], 低于苏州地区57.4%^[10]的和闽南地区的52.04%^[11], 说明不同地区儿童CAP的病原分布存在差异。但受回顾性研究设计限制, 未能对所有病例的临床表现进行统一采集和关联分析, 可能导致痰培养结果中部分定植菌被误判为致病菌, 从

表3 Bonferroni校正后四种细菌感染危险因素的多因素logistic回归分析结果
Table 3 Multivariable logistic regression analysis of the risk factors for 4 common bacterial infections (after Bonferroni correction)

Variable		<i>H. influenzae</i>		<i>S. pneumoniae</i>		<i>M. catarrhalis</i>		<i>S. aureus</i>	
		aOR (95% CI)	P	aOR (95% CI)	P	aOR (95% CI)	P	aOR (95% CI)	P
Age	Infancy	1 (Ref)		1 (Ref)		1 (Ref)		1 (Ref)	
	Toddlerhood	1.59 (1.11-2.27)	0.011	1.90 (1.26-2.87)	0.002	1.49 (0.98-2.26)	0.060	0.80 (0.28-2.26)	0.672
	Preschool age	1.54 (1.05-2.25)	0.026	2.66 (1.75-4.05)	< 0.001	1.08 (0.69-1.71)	0.728	0.14 (0.02-0.87)	0.035
	School age	1.68 (0.99-2.86)	0.054	2.60 (1.48-4.57)	0.001	0.24 (0.08-0.69)	0.008	0.09 (0.02-0.52)	0.007
Sex	Female	1 (Ref)		1 (Ref)		1 (Ref)		1 (Ref)	
	Male	0.86 (0.65-1.16)	0.330	0.98 (0.71-1.36)	0.924	1.49 (1.05-2.11)	0.027	1.02 (0.61-1.71)	0.942
Season	Spring	1 (Ref)		1 (Ref)		1 (Ref)		1 (Ref)	
	Summer	1.14 (0.79-1.64)	0.476	1.10 (0.74-1.65)	0.634	0.59 (0.38-0.93)	0.023	0.80 (0.37-1.69)	0.555
	Autumn	0.56 (0.35-0.91)	0.018	0.97 (0.63-1.50)	0.892	0.67 (0.39-1.17)	0.161	2.32 (1.14-4.71)	0.020
	Winter	0.97 (0.66-1.42)	0.862	0.92 (0.45-1.87)	0.811	0.72 (0.45-1.14)	0.156	1.40 (0.70-2.79)	0.344

aOR: adjusted odds ratio. Infancy: 29 days to < 1 year; toddlerhood: 1 year to < 3 years; preschool age: 3 years to < 6 years; school age: \geq 6 years.

而影响病原学分布及耐药率分析的准确性。

本研究中, 细菌性CAP检出的前四位病原体为流感嗜血杆菌、肺炎链球菌、卡他莫拉菌和金黄色葡萄球菌。对比不同时期及地区的相关研究发现, 细菌病原谱存在差异: 2019-2021年山西地区前四位为肺炎链球菌、流感嗜血杆菌、卡他莫拉菌及金黄色葡萄球菌^[9]; 2022年上海地区前四位为金黄色葡萄球菌、流感嗜血杆菌、肺炎链球菌、大肠埃希菌^[10]; 国外一项2018-2020年多中心研究显示前四位为金黄色葡萄球菌、肺炎链球菌、卡他莫拉菌、流感嗜血杆菌^[12]。以上差异提示时间和地域是影响儿童CAP病原学分布的重要因素。与既往研究肺炎链球菌为儿童细菌性CAP最主要病原菌^[2, 13]不同, 本研究中其占比为29.7%, 位于第二, 与CHI等^[12]报道的31.6%相近, 可能与肺炎链球菌疫苗接种普及有关。但由于本研究为回顾性设计, 未系统收集肺炎链球菌疫苗接种史且缺乏本地区疫苗接种覆盖率数据。因此无法量化评估疫苗对病原谱的具体影响。这一局限应在未来前瞻性研究中予以纳入, 以更全面揭示病原体分布的动态变化。

本研究中, 流感嗜血杆菌、肺炎链球菌、卡他莫拉菌及金黄色葡萄球菌这四种主要检出菌在不同年度、不同性别的分布无明显差异, 与李琴等^[14]的研究结果一致。婴儿期细菌检出率最高(占40.4%), 与龙智等^[9]报道的检出比例(46.7%)相似, 并且随着年龄增长, 细菌检出率呈下降趋势。可能与婴儿自身呼吸道发育欠成熟、免疫功能发育不完善、在黏膜免疫中发挥抗感染作用的分泌性IgA水平低下以及出生后来源于母体的保护性抗体逐渐减少有关^[15]。此外发现年龄是儿童细菌性CAP病原体分

布的独立危险因素。婴儿期是金黄色葡萄球菌感染风险最高的阶段。肺炎链球菌感染风险则随年龄增长而升高, 以学龄前期最高, 可能与母源抗体衰减及环境暴露增加有关^[16]。而卡他莫拉菌主要威胁学龄前儿童。以上提示临床应根据患儿年龄优化经验性抗感染策略。本研究单因素分析提示流感嗜血杆菌与金黄色葡萄球菌感染存在季节性趋势, 前者春夏季高发可能与夏季常见病毒感染损伤呼吸道黏膜、增加继发感染风险有关^[17]。但在校正年龄、性别等因素后, 多因素分析显示季节的独立预测作用显著减弱, 仅金黄色葡萄球菌在秋季风险呈边缘显著。这表明, 相较于年龄这一明确独立危险因素, 季节对病原体感染的影响相对次要或为间接作用。临床实践中应以患儿年龄作为更可靠的病原预测依据。

本研究分析了主要呼吸道病原体的耐药特征。革兰阴性菌中, 流感嗜血杆菌对氨苄西林和复方新诺明的耐药率分别高达75.45%、65.6%, 与李琴等^[14]报道的77.78%及66.67%接近, 但对头孢噻肟敏感, 推荐三代头孢菌素经验性治疗。大肠埃希菌广泛耐药, 但对阿莫西林克拉维酸钾、亚胺培南及阿米卡星敏感, 提示 β -内酰胺酶抑制剂复方制剂(如阿莫西林克拉维酸钾)可作为其经验性治疗方案, 重症可选亚胺培南或阿米卡星。革兰阳性菌中, 肺炎链球菌对红霉素、四环素、克林霉素、复方新诺明耐药严重, 但对青霉素和万古霉素敏感, 与ROH等^[18]的研究结果相似, 故经验性治疗肺炎链球菌肺炎时应优先选择青霉素类药物, 重症可选万古霉素。而金黄色葡萄球菌对青霉素耐药率高, 提示青霉素类药物在儿童金黄色葡萄球菌感染中的适用性下降。临床应依据本地病

原谱及耐药谱选择敏感药物,并持续监测耐药动态,合理使用抗菌药物,降低细菌耐药性的产生^[15]。但本研究未能纳入患儿入院前或痰标本采集前的抗生素使用史,对耐药率可能存在一定程度的高估。未来的研究设计应严格记录并分析抗生素使用史对病原体检出和耐药模式的影响。

综上所述,本地区儿童社区获得性肺炎的病原构成复杂,单一病原感染与混合感染并存,且主要致病菌种随患儿年龄呈现特异性分布。因此,建议临床医生在诊疗过程中充分重视不同年龄段患儿的优势病原谱特征,并持续加强本地区儿童肺炎病原分布及耐药性监测体系的建设。通过建立基于本地流行病学证据的精准治疗策略,可为临床初始经验性抗感染药物的合理选择提供关键依据,最终实现提高儿童肺炎救治成功率、延缓细菌耐药发展的目标。

* * *

作者贡献声明 钟美娇负责论文构思、数据审编、正式分析、调查研究、研究方法、可视化和初稿写作,谢江负责经费获取和审读与编辑写作,王慧负责验证和审读与编辑写作,范娟负责可视化和审读与编辑写作,李梦妮负责验证和可视化,邹福兰负责调查研究和验证,李兰负责论文构思、研究方法、研究项目管理、提供资源、监督指导和审读与编辑写作。所有作者已经同意将文章提交给本刊,且对将要发表的版本进行最终定稿,并同意对工作的所有方面负责。

Author Contribution ZHONG Meijiao is responsible for conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, visualization, and writing--original draft. XIE Jiang is responsible for funding acquisition and writing--review and editing. WANG Hui is responsible for validation and writing--review and editing. FAN Juan is responsible for visualization and writing--review and editing. LI Mengni is responsible for validation and visualization. ZOU Fulan is responsible for investigation and validation. LI Lan is responsible for conceptualization, methodology, project administration, resources, supervision, and writing--review and editing. All authors consented to the submission of the article to the Journal. All authors approved the final version to be published and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

Declaration of Conflicting Interests All authors declare no competing interests.

参 考 文 献

- PERIN J, MULICK A, YENUG D, *et al.* Global, regional, and national causes of under-5 mortality in 2000-19: an updated systematic analysis with implications for the Sustainable Development Goals. *Lancet Child Adolesc Health*, 2022, 6(2): 106-115. doi: 10.1016/S2352-4642(21)00311-4.
- 中华人民共和国国家健康委员会, 国家中医药局. 儿童社区获得性肺炎诊疗规范(2019年版). *中华临床感染病杂志*, 2019, 12(1): 6-13. doi: 10.3760/cma.j.issn.1674-2397.2019.01.002. National Health Commission of the People's Republic of China, National Administration of Traditional Chinese Medicine. Guideline for diagnosis and treatment of community-acquired pneumonia in children (2019 version). *Chin J Clin Infect Dis*, 2019, 12(1): 6-13. doi: 10.3760/cma.j.issn.1674-2397.2019.01.002.
- 陆芸芸, 罗蓉, 符州. 儿童重症社区获得性肺炎病原体分布及细菌耐药情况分析. *中国当代儿科杂志*, 2017, 19(9): 983-988. doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2017.09.010. LU Y Y, LUO R, FU Z. Pathogen distribution and bacterial resistance in children with severe community-acquired pneumonia. *Chin J Contemp Pediatr*, 2017, 19(9): 983-988. doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2017.09.010.
- BRADLEY J S, BYINGTON C L, SHAH S S, *et al.* Executive summary: the management of community-acquired pneumonia in infants and children older than 3 months of age: clinical practice guidelines by the Pediatric Infectious Diseases Society and the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis*, 2011, 53(7): 617-630. doi: 10.1093/cid/cir625.
- LIU Y N, ZHANG Y F, XU Q, *et al.* Infection and co-infection patterns of community-acquired pneumonia in patients of different ages in China from 2009 to 2020: a national surveillance study. *Lancet Microbe*, 2023, 4(5): e330-e339. doi: 10.1016/S2666-5247(23)00031-9.
- 李司鹏, 胡辉, 蓝陈福, 等. 丽水市632例儿童社区获得性肺炎流行病学调查与病原学特征分析. *中国妇幼保健*, 2022, 37(24): 4698-4700. doi: 10.19829/j.zgfybj.issn.1001-4411.2022.24.040. LI S P, HU H, LAN C F, *et al.* Epidemiological investigation and etiological characteristics of 632 children with community-acquired pneumonia in Lishui. *Matern Child Health Care China*, 2022, 37(24): 4698-4700. doi: 10.19829/j.zgfybj.issn.1001-4411.2022.24.040.
- 唐江利, 张华, 陈海丹, 等. 海南某医院483例儿童社区获得性肺炎的危险因素及相关病原学分析. *实用预防医学*, 2021, 28(10): 1234-1236. doi: 10.3969/j.issn.1006-3110.2021.10.021. TANG J L, ZHANG H, CHEN H D, *et al.* Risk factors and related etiology of 483 children with community-acquired pneumonia in a hospital in Hainan. *Pract Prev Med*, 2021, 28(10): 1234-1236. doi: 10.3969/j.issn.1006-3110.2021.10.021.
- 胡家康, 韩志英, 张俊艳. 儿童社区获得性肺炎病原学特点分析. *中国实用儿科杂志*, 2023, 38(5): 381-385. doi: 10.19538/j.ek2023050613. HU J K, HAN Z Y, ZHANG J Y. Analysis of etiological features of children with community-acquired pneumonia. *Chin J Pract Pediatr*, 2023, 38(5): 381-385. doi: 10.19538/j.ek2023050613.
- 龙智, 王倩, 李雅春, 等. 儿童社区获得性肺炎397例的病原学特征分析. *中华传染病杂志*, 2024, 42(2): 71-76. doi: 10.3760/cma.j.cn311365-20230428-00133. LONG Z, WANG Q, LI Y C, *et al.* Pathogenic characteristics in 397 cases of community-acquired pneumonia in children. *Chin J Infect Dis*, 2024, 42(2): 71-76. doi: 10.3760/cma.j.cn311365-20230428-00133.
- 徐鑫鑫, 陈立凌, 田健美, 等. 2011-2018年苏州市住院儿童肺炎的常见病原分布及流行特征. *中华疾病控制杂志*, 2020, 24(3): 264-268. doi: 10.16462/j.cnki.zbjkz.2020.03.004. XU X X, CHEN L L, TIAN J M, *et al.* Analysis on distribution and epidemic characteristics of common pathogens of pneumonia among hospitalized children, Suzhou, 2011-2018. *Chin J Dis Control Prev*, 2020, 24(3): 264-268. doi: 10.16462/j.cnki.zbjkz.2020.03.004.
- 林建敏, 陈玲, 连清荣, 等. 闽南地区5869例儿童社区获得性肺炎患者病原学特点分析. *中国微生态学杂志*, 2018, 30(10): 1160-1163. doi: 10.13381/j.cnki.cjm.201810011. LIN J M, CHEN L, LIAN Q R, *et al.* Etiological characteristics of 5, 869 cases of community-acquired pneumonia in children in southern Fujian. *Chin J Microbiol*, 2018, 30(10): 1160-1163. doi: 10.13381/j.cnki.cjm.201810011.
- CHI H, HUANG Y C, LIU C C, *et al.* Characteristics and etiology of hospitalized pediatric community-acquired pneumonia in Taiwan. *J Formos Med Assoc*, 2020, 119(10): 1490-1499. doi: 10.1016/j.jfma.2020.07.014.
- 焦新宇, 刘海霞, 付思成, 等. 2014—2023年中国大陆地区<5岁儿童肺炎不同病原检出率meta分析. *中国公共卫生*, 2025, 41(10): 1252-1260. doi: 10.11847/zgggws1146920. JIAO X Y, LIU H X, FU S C, *et al.* Meta-analysis of detection rates of different pneumonia pathogens among children <5 years in China's mainland from 2014 to 2023. *Chin J Public Health*, 2025, 41(10): 1252-

1260. doi: [10.11847/zgggws1146920](https://doi.org/10.11847/zgggws1146920).
- [14] 李琴, 林茜, 刘勤, 等. 2020—2022年儿童下呼吸道细菌感染病原体变迁及血清WBC、PCT、CRP水平分析. *中国病原生物学杂志*, 2023, 18(7): 835-838. doi: [10.13350/j.cjpb.230718](https://doi.org/10.13350/j.cjpb.230718).
- LI Q, LIN Q, LIU Q, *et al.* Analysis of changes in bacterial pathogens and serum WBC, PCT, and CRP levels in children with lower respiratory tract infections from 2020 to 2022. *J Pathog Biol*, 2023, 18(7): 835-838. doi: [10.13350/j.cjpb.230718](https://doi.org/10.13350/j.cjpb.230718).
- [15] 何先珍, 潘云军, 杨海军, 等. 十堰地区4338例儿童细菌性肺炎的病原学分析. *湖北医药学院学报*, 2021, 40(3): 253-258. doi: [10.13819/j.issn.2096-708X.2021.03.008](https://doi.org/10.13819/j.issn.2096-708X.2021.03.008).
- HE X Z, PAN Y J, YANG H J, *et al.* Etiological analysis of 4338 cases of bacterial pneumonia in children in Shiyan area. *J Hubei Univ Med*, 2021, 40(3): 253-258. doi: [10.13819/j.issn.2096-708X.2021.03.008](https://doi.org/10.13819/j.issn.2096-708X.2021.03.008).
- [16] LI L, MA J, YU Z, *et al.* Epidemiological characteristics and antibiotic resistance mechanisms of *Streptococcus pneumoniae*: an updated review. *Microbiol Res*, 2023, 266: 127221. doi: [10.1016/j.micres.2022.127221](https://doi.org/10.1016/j.micres.2022.127221).
- [17] CHEN D, CAO L, LI W. Etiological and clinical characteristics of severe pneumonia in pediatric intensive care unit (PICU). *BMC Pediatr*, 2023, 23(1): 362. doi: [10.1186/s12887-023-04175-y](https://doi.org/10.1186/s12887-023-04175-y).
- [18] ROH E J, LEE M H, LEE J Y, *et al.* Analysis of national surveillance of respiratory pathogens for community-acquired pneumonia in children and adolescents. *BMC Infect Dis*, 2022, 22(1): 330. doi: [10.1186/s12879-022-07263-z](https://doi.org/10.1186/s12879-022-07263-z).

(2025-09-16收稿, 2025-11-16修回)

编辑 吕熙



开放获取 本文使用遵循知识共享署名—非商业性使用4.0国际许可协议 (CC BY-NC 4.0), 详细信息请访问

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>。

OPEN ACCESS This article is licensed for use under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (CC BY-NC 4.0). For more information, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

© 2025 《四川大学学报(医学版)》编辑部

Editorial Office of *Journal of Sichuan University (Medical Sciences)*