

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20234219

· 论 著 ·

心胸外科重症监护病房儿童先天性心脏病术后呼吸机相关肺炎的危险因素

燕 超¹, 王 伟², 刘 莉¹, 郭 珍¹

(徐州市儿童医院 1. 感染管理科; 2. 新生儿科, 江苏 徐州 221000)

[摘要] **目的** 探讨心胸外科重症监护病房(CICU)先天性心脏病(CHD)患儿术后发生呼吸机相关肺炎(VAP)的发病现况、危险因素及感染病原菌分布特点。**方法** 选取 2017 年 1 月 1 日—2022 年 12 月 31 日入住某院 CICU 行手术治疗并术后合并 VAP 的 CHD 患儿为研究对象,分析术后 VAP 发病情况、危险因素及病原菌分布特点。**结果** 共纳入患儿 677 例,呼吸机通气时间为 2 546 d,51 例发生 VAP,VAP 发病率 20.03%。单因素分析结果显示术前无肺部感染、有肺动脉高压、使用体外循环时间长、急诊或亚急诊手术 CHD 患儿的术后 VAP 发病率较高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。25 例送检培养阳性患儿中,检出病原菌 27 株,其中革兰阴性菌 24 株(88.89%),主要为肺炎克雷伯菌(8 株)、铜绿假单胞菌(5 株)、大肠埃希菌(4 株)等;革兰阳性菌 2 株(7.41%),均为金黄色葡萄球菌;真菌 1 株(3.70%),为白念珠菌。**结论** 儿童 CHD 手术后 VAP 发病率较高,肺动脉高压、体外循环时间、急诊手术、肺部感染与 VAP 的发生密切相关。

[关键词] 先天性心脏病;呼吸机相关肺炎;儿童;危险因素

[中图分类号] R181.3⁺2

Risk factors for postoperative ventilator-associated pneumonia in children with congenital heart disease in cardiothoracic surgical intensive care unit

YAN Chao¹, WANG Wei², LIU Li¹, GUO Zhen¹ (1. Department of Infection Management; 2. Department of Neonatology, Xuzhou Children's Hospital, Xuzhou 221000, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the occurrence, risk factors and pathogen distribution of ventilator-associated pneumonia (VAP) in children with congenital heart disease (CHD) in the cardiothoracic surgical intensive care unit (CICU). **Methods** CHD pediatric patients who underwent surgical treatment and developed postoperative VAP in the CICU of a hospital from January 1, 2017 to December 31, 2022 were selected as the research subjects. The incidence, risk factors, and pathogen distribution characteristics of postoperative VAP were analyzed. **Results** A total of 677 pediatric patients were enrolled in the study. The duration of mechanical ventilation was 2 546 days. 51 patients developed VAP, and the incidence of VAP was 20.03%. Univariate analysis showed that the incidence of postoperative VAP was higher in CHD pediatric patients who had no preoperative pulmonary infection, with pulmonary arterial hypertension, longer duration of extracorporeal circulation, and emergency or sub-emergency surgery, with statistically significant differences (all $P < 0.05$). Among the 25 pediatric patients with positive pathogenic culture, 27 strains of pathogens were isolated, including 24 strains (88.89%) of Gram-negative bacteria, mainly *Klebsiella pneumoniae* ($n = 8$), *Pseudomonas aeruginosa* ($n = 5$), and *Escherichia coli* ($n = 4$). Two strains (7.41%) were Gram-positive bacteria, both identified as *Staphylococcus aureus*. One fungal strain (3.70%) was *Candida albicans*. **Conclusion** The incidence of postoperative VAP in CHD pediatric patients is high. Pulmonary arterial hypertension, duration of extracorporeal circulation, emergency surgery, and pulmonary infection are closely related to VAP.

[Key words] congenital heart disease; ventilator-associated pneumonia; children; risk factor

[收稿日期] 2023-03-15

[作者简介] 燕超(1983-),男(汉族),江苏省徐州市人,副主任医师,主要从事医院感染管理和新生儿疾病研究。

[通信作者] 王伟 E-mail: 281224490@qq.com

呼吸机相关肺炎(ventilator-associated pneumonia, VAP)是儿童重症监护病房最常见的并发症之一^[1],一旦发生容易造成脱机困难,显著延长患儿的机械通气时间,增加住院费用^[2-3],严重危害患儿生命安全,因此 VAP 的监测研究是预防医院感染的最重要步骤之一^[4]。先天性心脏病(congenital heart disease, CHD)是我国最常见的先天性缺陷,大量 CHD 患儿在行心脏畸形手术治疗后,通常需要长时间的机械通气^[5],他们代表了 VAP 高危的一个特殊亚群^[6]。研究儿童 CHD 术后发生 VAP 风险因素和病原菌情况,可能有助于临床预判儿童术后发生 VAP 的风险程度,并实施针对性的干预措施,从而减少 VAP 的发生,降低其危害程度,对术后患儿的预后具有重要意义。既往相关研究多集中于成年人,关于儿童 CHD 术后发生 VAP 风险因素的研究鲜见,并且存在样本量较少、资料回顾不全面等局限性。本研究选择心胸外科重症监护病房(CICU)先天性心脏病术后发生 VAP 患儿为研究对象,对其发病情况、高危因素和感染病原菌进行回顾分析,探讨儿童先天性心脏病术后发生 VAP 的临床特点,为心脏手术后 VAP 的预防提供临床依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取 2017 年 1 月 1 日—2022 年 12 月 31 日入住徐州市儿童医院 CICU 行 CHD 手术治疗后合并 VAP 的患儿为研究对象。纳入标准:(1)确诊为 CHD 的患儿;(2)在心胸外科行手术治疗;(3)术后机械通气时间 ≥ 48 h。排除标准:(1)行介入手术,未进行开胸或胸腔镜手术;(2)年龄 > 18 岁;(3)伴有免疫功能缺陷疾病。

1.2 VAP 诊断标准 参考中华医学会儿科学分会制定的《儿童医院获得性肺炎管理方案(2010 版)》^[7]对 VAP 进行诊断。(1)气管插管机械通气 48 h 以上,直至撤机拔管后 48 h 以内发病者;(2)以下条件至少符合 3 项:①排除其他原因引起的发热或体温不升;②外周血白细胞异常;③新出现脓痰或痰性状改变或气道分泌物增加,需增加吸痰次数;④新出现咳嗽、呼吸急促、呼吸困难、呼吸暂停或上述症状加重;⑤肺部细湿啰音或管状呼吸音,1 岁以内患儿出现哮鸣音、水泡音或干啰音;⑥换气功能恶化,吸入氧浓度增加,机械通气参数需求增加;⑦ 1 岁以内患儿心率 < 100 次/min,或 > 170 次/min;(3)连续胸部 X 线检查(至少 2 次),以下条件至少

符合 1 项:①新的或持续加重的肺部浸润灶;②肺部实变;③肺部新发空洞或肺大泡。

1.3 VAP 监测方法 按照卫生部《医院感染监测规范》WS/T 312—2009 开展心胸外科 VAP 目标性监测。使用医院感染管理监测系统进行主动预警和临床医生主动上报的形式进行报告,医院感染管理专职、兼职人员通过现场查看确定 VAP 的诊断。

1.4 质量控制 日常使用医院感染管理监测系统对可能存在医院感染的病例进行主动监测。对 CICU 开展 VAP 目标性监测。临床兼职感控人员每日观察 VAP 病例的诊断及相关防控措施,感染管理科专职人员每周 1~2 次至 CICU 现场观察气管插管患儿的相关防控措施落实,对相关患儿的病历资料进行汇总和分析。

1.5 统计学方法 应用杏林医院感染监测管理软件系统开展病例管理及数据汇总,应用 SPSS 16.0 统计软件对监测数据进行统计学分析,医院感染发病率的比较采用卡方检验, $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义;VAP 发病率的比较应用 Stata 17.0 软件进行,计算 RR 值及其 95% 可信区间(CI), $P \leq 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况 共纳入病例 677 例,均呼吸机通气超过 48 h,年龄 2 d~12 岁,男性 334 例,女性 343 例;术中无体外循环 53 例,体外循环 624 例;术前无肺部感染 442 例,有肺部感染 235 例。2017—2022 年 CICU 手术患者呼吸机使用日数为 2 546 d,发生 VAP 51 例,VAP 发病率为 20.03%。

2.2 CHD 患儿不同年份术后 VAP 发病情况 2017 年 CHD 患儿术后 VAP 发病率最高,为 31.38%,2019、2022 年 VAP 发病率较低,分别为 10.83%、10.45%。不同年份呼吸机使用率比较,差异无统计学意义($\chi^2 = 1.203, P = 0.879$)。以 2017 年为对照,不同年份 VAP 发病率比较,除 2019 年 VAP 发病率差异有统计学意义外[RR 及 95%CI 为 1.406 (1.152~1.717), $P < 0.05$],其余各组比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。CHD 患儿有创通气及 VAP 发病情况见表 1。

2.3 CHD 患儿术后 VAP 的危险因素分析 将儿童 CHD 术后合并 VAP 常见因素如性别、年龄、术前肺部感染、肺动脉高压、体外循环时长、手术时长、CHD 手术风险矫正评分(risk adjustment in con-

genital heart surgery-1, RACHS-1)、是否为急诊或亚急诊手术等进行单因素分析,结果显示术前无肺部感染、有肺动脉高压、使用体外循环时间长、急诊

或亚急诊手术 CHD 患儿的术后 VAP 发病率较高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 2。

表 1 CHD 患儿有创通气及 VAP 发病情况

Table 1 Invasive ventilation and VAP occurrence in CHD pediatric patients

年份	CHD 术后患儿例数	入住 CICU 总日数	呼吸机使用日数	呼吸机使用率(%)	VAP 例数	VAP 发病率(‰)
2017	331	2 454	701	28.57	22	31.38
2018	245	1 946	468	24.05	9	19.23
2019	243	2 084	554	26.58	6	10.83
2020	237	1 396	363	26.00	8	22.04
2021	169	1 084	173	15.96	3	17.34
2022	158	1 123	287	25.56	3	10.45
合计	1 383	10 087	2 546	25.24	51	20.03

表 2 CHD 患者术后发生 VAP 的单因素分析

Table 2 Univariate analysis on postoperative VAP in CHD pediatric patients

项目	手术例数 ($n = 677$)	使用呼吸机日数 ($n = 2 546$)	发生 VAP 例数 ($n = 51$)	VAP 发病率(%)	RR 及 95%CI	P
性别					0.990(0.754~1.299)	0.942
男性	334	1 311	26	19.83		
女性	343	1 235	25	20.24		
年龄(月) ^a						
<3	305	987	20	20.26		
3~	224	871	20	22.96	0.941(0.688~1.287)	0.695
12~	77	486	10	20.58	0.995(0.771~1.285)	0.969
≥24	71	202	1	4.95	1.147(1.039~1.267)	0.137
术前肺部感染					0.119(0.040~0.357)	<0.001
有	235	1 258	3	2.38		
无	442	1 288	48	37.27		
肺动脉高压					2.424(1.750~3.359)	<0.001
有	170	453	22	48.57		
无	507	2 093	29	13.86		
体外循环时间(min) ^b						
<75	226	976	13	13.32		
75~	303	734	20	27.25	0.690(0.451~0.981)	0.042
>120	95	571	16	28.02	0.710(0.474~0.992)	0.043
手术时间(min) ^c						
<120	66	264	2	7.58		
120~	208	942	22	23.35	0.381(0.101~1.441)	0.110
>180	403	1 340	27	20.15	0.419(0.110~1.603)	0.167
RACHS-1 评分(分)						
≤2	446	1 633	38	23.27	1.162(0.987~1.368)	0.126
>2	231	913	13	14.24		
急诊或亚急诊手术					1.239(1.140~1.346)	0.004
是	482	1 894	47	24.82		
否	195	652	4	6.13		

注:a 表示不同年龄发病率比较均以年龄<3 月为对照;b 表示体外循环为 624 例,不同体外循环时间发病率比较均以体外循环时间<75 min 为对照;c 表示不同手术时间发病率比较均以手术时间<120 min 为对照。

2.4 VAP 病原体分布 所有 VAP 病例在出现症状后连续 3 d 通过气管插管留取呼吸道分泌物进行培养,其中 25 例送检结果为阳性,阳性率为 49.02%。有 2 例患儿的标本中同时培养出 2 种细菌,共检出菌株 27 株。检出革兰阴性菌 24 株,占 88.89%,其中肺炎克雷伯菌 8 株、铜绿假单胞菌 5 株、大肠埃希菌 4 株、鲍曼不动杆菌 3 株、阴沟肠杆菌 3 株、恶臭假单胞菌 1 株;革兰阳性菌 2 株,占 7.41%,均为金黄色葡萄球菌;真菌 1 株,占 3.70%,为白念珠菌。共检出 19 株多重耐药菌,占 70.37%。见表 3。

表 3 CHD 患儿术后 VAP 病原体多重耐药菌检出情况

Table 3 Detection of multi drug-resistant pathogens causing postoperative VAP in CHD pediatric patients

细菌名称	株数	多重耐药菌株数	检出率(%)
肺炎克雷伯菌	8	6	75.00
铜绿假单胞菌	5	4	80.00
大肠埃希菌	4	2	50.00
鲍曼不动杆菌	3	3	100
阴沟肠杆菌	3	2	66.67
金黄色葡萄球菌	2	2	100
恶臭假单胞菌	1	0	0
白念珠菌	1	0	0
合计	27	19	70.37

3 讨论

本研究中 677 例 CHD 患儿术后共发生 VAP 51 例,发病率为 20.03%,高于江苏省平均水平 13.77%^[8]和成人心脏手术后的发病水平 8.03%^[9]。2017 年度 VAP 发病率最高,为 31.38%,2019 及 2022 年度 VAP 发病率较低,但不同年份 CHD 患儿术后 VAP 发病率比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。在单因素分析中,术前存在肺动脉高压患儿的术后 VAP 发病率为 48.57%,高于无肺动脉高压组的 13.86%,与相关研究^[10]结论一致。此外,不同手术时间 CHD 患儿术后 VAP 发病率比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。随着体外循环时间的增加,VAP 发病率进一步上升,与使用体外循环会引起肺泡表面活性物质减少及强烈的炎症反应有关,体外循环时长相较于手术时长更能反映 VAP 发生的风险^[11-12]。本研究中术前存在肺部感染组 CHD 患儿术后 VAP 发病率低于无肺部感染组,分析原

因可能与手术前后抗菌药物的积极使用,从而减少感染的概率有关。本研究中年龄 24 个月以内患儿随着年龄变化,VAP 发病率相近,未出现明显差别,但是在年龄 24 个月以上患儿 VAP 发病率明显下降,分析原因可能与非持续青紫型 CHD 主要选择 2~5 岁患儿进行手术有关。本研究中急诊或亚急诊手术共 482 例(71.2%),VAP 发病率为 24.82%,明显高于进行择期手术的 6.13%,482 例急诊或亚急诊手术患儿均为 24 月龄前患儿,这类患儿多合并反复呼吸道感染、肺动脉高压、心功能减低等并发症。与 He 等^[13]的研究结果相似,术后 VAP 发生的危险因素包括术前肺动脉高压、急诊手术、体外循环等。但在本研究 RACHS 评分中,RACHS-3 以上手术患儿 VAP 发病率低于 RACHS-2 以下分组,与 García 等^[14]的研究结果不一致,可能与其研究对象主要为新生儿有关。

25 例患儿送检标本检出病原菌,阳性率为 49.02%,共检出菌株 27 株,有 2 例患儿的标本中同时培养出 2 种细菌,主要致病菌为革兰阴性菌 24 株(88.89%),革兰阳性菌 2 株(7.41%),真菌 1 株(3.70%)。革兰阴性菌目前仍是 CICU 儿童 CHD 术后 VAP 的主要病原菌^[15],其中多重耐药菌占 70.37%,与近年来我国多重耐药菌检出比例上升趋势一致^[16]。抗菌药物的使用与微生物耐药性的增加存在直接关系,合理使用抗菌药物是预防 VAP 和多重耐药菌传播的最重要措施之一^[17],医院迫切需要更好的抗菌药物控制方案,以限制细菌耐药性。

综上所述,本研究 CICU 儿童心脏术后平均 VAP 发病率为 20.03%,肺动脉高压、急诊手术、体外循环、肺部感染与术后 VAP 的发生密切相关,感染的病原菌以革兰阴性菌为主,耐药菌株比例较大。临床仍应加强与医院感染管理部门的协作,开展目标性监测,进一步降低 VAP 发病率,并做到早发现、早隔离、早治疗。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参考文献]

[1] Foglia E, Meier MD, Elward A. Ventilator-associated pneumonia in neonatal and pediatric intensive care unit patients[J]. Clin Microbiol Rev, 2007, 20(3): 409-425.
 [2] Allareddy V, Asad R, Lee MK, et al. Impact of ventilator associated pneumonia on outcomes in hospitalized children in USA[J]. Crit Care Med, 2013, 41(12): A274.

- [3] 陈文森, 刘波, 张永祥, 等. 江苏省三级综合医院呼吸机相关肺炎防控成本效益多中心研究[J]. 中国感染控制杂志, 2018, 17(3): 207-210.
Chen WS, Liu B, Zhang YX, et al. A multi-center study on cost-effectiveness of prevention and control of ventilator-associated pneumonia in tertiary comprehensive hospitals in Jiangsu Province[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2018, 17(3): 207-210.
- [4] Chang I, Schibler A. Ventilator associated pneumonia in children[J]. Paediatr Respir Rev, 2016, 20: 10-16.
- [5] van der Linde D, Konings EEM, Slager MA, et al. Birth prevalence of congenital heart disease worldwide: a systematic review and Meta-analysis[J]. J Am Coll Cardiol, 2011, 58(21): 2241-2247.
- [6] 肖德才, 杜永全. 13 236 例心脏直视手术术后医院感染调查及危险因素[J]. 中国感染控制杂志, 2020, 19(9): 843-847.
Xiao DC, Du YQ. Investigation and risk factors of healthcare-associated infection after 13 236 open heart surgery[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2020, 19(9): 843-847.
- [7] 《中华儿科杂志》编辑委员会, 中华医学会儿科学分会呼吸学组, 中华医学会儿科学分会急救学组, 等. 儿童医院获得性肺炎管理方案(2010 版)[J]. 中华儿科杂志, 2011, 49(2): 106-115.
Editorial Committee of the Chinese Journal of Pediatrics, Respiratory Group of Pediatric Branch of Chinese Medical Association, First Aid Group of Pediatric Branch of Chinese Medical Association, et al. The management of hospital acquired pneumonia in children(2010)[J]. Chinese Journal of Pediatrics, 2011, 49(2): 106-115.
- [8] 周宏, 姜亦虹, 李阳, 等. 176 所医院连续 6 年 ICU 医院感染目标性监测分析[J]. 中国感染控制杂志, 2017, 16(9): 810-815.
Zhou H, Jiang YH, Li Y, et al. Consecutive 6-year targeted monitoring on healthcare-associated infection in intensive care units in 176 hospitals[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2017, 16(9): 810-815.
- [9] 王美珠, 孙惠英, 常琰, 等. 成人心脏手术后呼吸机相关肺炎的危险因素[J]. 中国感染控制杂志, 2022, 21(8): 798-804.
Wang MZ, Sun HY, Chang Y, et al. Risk factors for ventilator-associated pneumonia following cardiac surgery in adults[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2022, 21(8): 798-804.
- [10] 周丹, 冯梅, 黎丽, 等. 术前贫血与非紫绀先天性心脏病患儿择期术后感染和死亡关系的回顾性队列研究[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2022, 29(10): 1354-1361.
Zhou D, Feng M, Li L, et al. Association between preoperative anemia and postoperative infection and death in children with acyanotic congenital heart disease undergoing elective cardiac surgery: a retrospective cohort study[J]. Chinese Journal of Clinical Thoracic and Cardiovascular Surgery, 2022, 29(10): 1354-1361.
- [11] 张燕搏, 王飞燕, 龙村, 等. 先天性心脏病体外循环术后呼吸机相关性肺炎的研究[J]. 中国体外循环杂志, 2011, 9(1): 20-23, 39.
Zhang YB, Wang FY, Long C, et al. Study of ventilator-associated pneumonia in children with congenital heart disease after cardiopulmonary bypass[J]. Chinese Journal of Extracorporeal Circulation, 2011, 9(1): 20-23, 39.
- [12] 任春年, 吴春, 潘征夏, 等. 儿童先天性心脏病手术后重症肺炎的风险预测研究[J]. 第三军医大学学报, 2021, 43(2): 109-116.
Ren CN, Wu C, Pan ZX, et al. Risk prediction for severe pneumonia following congenital heart disease surgery in children[J]. Journal of Third Military Medical University, 2021, 43(2): 109-116.
- [13] He SY, Chen BC, Li W, et al. Ventilator-associated pneumonia after cardiac surgery: a Meta-analysis and systematic review[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2014, 148(6): 3148-3155. e5.
- [14] Garcia H, Cervantes-Luna B, González-Cabello H, et al. Risk factors for nosocomial infections after cardiac surgery in newborns with congenital heart disease[J]. Pediatr Neonatol, 2018, 59(4): 404-409.
- [15] 孙明飞, 张双林, 郑先杰, 等. 心脏术后呼吸机相关性肺炎的相关因素及病原菌特点分析[J]. 心肺血管病杂志, 2019, 38(4): 403-405.
Sun MF, Zhang SL, Zheng XJ, et al. Analysis of related factors and pathogen characteristics of ventilator-associated pneumonia after cardiac surgery[J]. Journal of Cardiovascular and Pulmonary Diseases, 2019, 38(4): 403-405.
- [16] 胡付品, 郭燕, 朱德妹, 等. 2018 年 CHINET 中国细菌耐药性监测[J]. 中国感染与化疗杂志, 2020, 20(1): 1-10.
Hu FP, Guo Y, Zhu DM, et al. CHINET surveillance of bacterial resistance in China: 2018 report[J]. Chinese Journal of Infection and Chemotherapy, 2020, 20(1): 1-10.
- [17] 杨启文, 吴安华, 胡必杰, 等. 临床重要耐药菌感染传播防控策略专家共识[J]. 中国感染控制杂志, 2021, 20(1): 1-14.
Yang QW, Wu AH, Hu BJ, et al. Expert consensus on strategies for the prevention and control of spread of clinically important antimicrobial-resistant organisms[J]. Chinese Journal of Infection Control, 2021, 20(1): 1-14.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式:燕超, 王伟, 刘莉, 等. 心胸外科重症监护病房儿童先天性心脏病术后呼吸机相关肺炎的危险因素[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(8): 953-957. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20234219.

Cite this article as: YAN Chao, WANG Wei, LIU Li, et al. Risk factors for postoperative ventilator-associated pneumonia in children with congenital heart disease in cardiothoracic surgical intensive care unit[J]. Chin J Infect Control, 2023, 22(8): 953-957. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20234219.