

本文引文格式:王倩云,方继红,王利敏,等. PICU 机械通气患儿拔管失败危险因素的 Meta 分析[J]. 右江民族医学院学报, 2026, 48(2): 249-255.

【论著与临床报道】

PICU 机械通气患儿拔管失败危险因素的 Meta 分析

王倩云^{1,2}, 方继红^{1,2}, 王利敏^{2,3}, 陈婉宣^{2,3}

1. 皖南医学院护理学院, 安徽 芜湖 241002;
2. 安徽省儿童医院护理部, 安徽 合肥 230000;
3. 安徽医科大学护理学院, 安徽 合肥 230032)

摘要:目的 通过 Meta 分析系统评价儿科重症监护病房(PICU)机械通气患儿拔管失败的危险因素,为早期识别高风险人群及制定预防措施提供科学依据。方法 计算机检索中国知网、万方数据库、维普数据库、中国生物医学文献数据库、PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane Library,检索时限为建库至 2024 年 12 月 16 日,由 2 名研究者独立进行文献的筛选与数据提取,采用 RevMan 5.4 软件进行 Meta 分析。结果 共纳入 29 篇文献,包含 19 项相关危险因素,Meta 分析结果显示,年龄<24 个月、拔管后喘鸣、呼吸系统疾病、机械通气时间≥44 h、美国胸外科医师协会-欧洲心胸外科协会(STAT)4~5 级手术、男性、气道异常、染色体综合征、神经系统疾病、使用激素、咳嗽反射微弱、镇静剂使用时间>5 d、自主呼吸试验(SBT)失败、拔管后无创通气、遗传综合征、吸入氧浓度分数(FiO₂)>40%、格拉斯哥昏迷评分(GCS)<10 分、循环系统疾病以及既往有再插管史为 PICU 机械通气患儿拔管失败的独立危险因素。结论 PICU 机械通气患儿拔管失败受多种因素影响,医护人员应加强对危重患儿的监测与管理,早期识别拔管失败的高风险人群,及时采取有效措施减少拔管失败的发生率,提高 PICU 患儿的生存率,改善其生活质量。

关键词:重症监护病房,儿科;机械通气;拔管失败;危险因素;Meta 分析

中图分类号:R725.6

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2026)02-0249-07

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2026.02.015

Meta-analysis of risk factors for extubation failure in children receiving mechanical ventilation in PICU

WANG Qianyun^{1,2}, FANG Jihong^{1,2}, WANG Limin^{2,3}, CHEN Wanxuan^{2,3}

1. School of Nursing, Wannan Medical College, Wuhu 241002, Anhui, China;
2. Nursing Department, Anhui Provincial Children's Hospital, Hefei 230000, Anhui, China;
3. School of Nursing, Anhui Medical University, Hefei 230032, Anhui, China)

Abstract: **Objective** To systematically evaluate the risk factors for extubation failure in pediatric intensive care unit (PICU) children undergoing mechanical ventilation through a Meta-analysis, providing a scientific basis for early identification of high-risk populations and the formulation of preventive measures. **Methods**

A computerized search was conducted in databases including CNKI, Wanfang, VIP, China Biology Medicine (CBM), PubMed, Web of Science, Embase, and Cochrane Library, covering the period from the establishment of each database to December 16, 2024. Two researchers independently performed literature screening and data extraction. RevMan 5.4 software was used for the Meta-analysis. **Results** A total of 29 studies were included, encompassing 19 relevant risk factors. The Meta-analysis revealed that the following factors were independent risk factors for extubation failure in PICU children undergoing mechanical ventilation: age < 24 months, post-extubation stridor, respiratory diseases, mechanical ventilation duration ≥44 hours, The So-

基金项目:安徽省卫健委科研项目(AHWJ2023A20371);安徽省社会科学届联合会项目(2022KY003)

第一作者:王倩云,在读硕士研究生,研究方向:儿科护理、围手术期护理,E-mail:wangqy0526@163.com

通讯作者:方继红,主任护师,教授,硕士研究生导师,研究方向:儿科护理、围手术期护理、循证护理,E-mail:fangjihong510@

ciety of Thoracic Surgeons-European Association for Cardio-Thoracic Surgery Mortality Categories (STAT) surgical grades 4–5, male, airway abnormalities, chromosomal syndromes, neurological diseases, corticosteroid use, weak cough reflex, duration of sedative use >5 days, failure of spontaneous breathing trial (SBT), post-extubation noninvasive ventilation, genetic syndromes, fraction of inspired oxygen (FiO₂) > 40%, Glasgow Coma Scale (GCS) score < 10, circulatory system diseases, and a history of previous reintubation. **Conclusion** Extubation failure in PICU children undergoing mechanical ventilation is influenced by multiple factors. Healthcare professionals should strengthen monitoring and management of critically ill children, identify high-risk populations early for extubation failure, promptly implement effective measures to reduce the incidence of extubation failure, improve the survival rate of PICU children, and enhance their quality of life.

Key words: intensive care unit, pediatric; mechanical ventilation; extubation failure; risk factors; Meta-analysis

机械通气是儿科重症监护病房 (pediatric intensive care unit, PICU) 中挽救儿童性命的一项重要支持手段,但长时间的机械通气会带来许多严重后果,如呼吸机相关性肺炎、气道损伤等,且长时间机械通气的患儿发生拔管失败的风险可高达 30%^[1]。因此,早期准确识别拔管指征,及时进行拔管并撤离呼吸机是降低患儿并发症发生率的重要措施。拔管失败定义为初次计划拔管后 48 h 内再次插管恢复呼吸机支持^[2]。拔管失败会造成许多严重的后果,不仅会给患儿带来严重的并发症,如感染、呼吸肌无力,甚至死亡等,进一步延长患儿的机械通气及住院时间,还会增加患儿及家属的经济负担^[3]。目前,国内关于 PICU 机械通气患儿拔管失败危险因素的研究极少且年份较久,国外关于拔管失败的研究主要集中在新生儿和成人患者,对 PICU 儿童拔管失败因素的研究以调查研究为主,尚缺乏高质量循证证据^[2-3]。因此本研究旨在通过 Meta 分析,明确 PICU 机械通气患儿发生拔管失败的危险因素,为医护人员早期识别高危人群提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略 计算机检索中国知网、万方数据库、维普数据库、中国生物医学文献数据库、PubMed、Embase、Web of Science 和 Cochrane Library。检索策略采用主题词与自由词相结合的方式,检索时限为建库至 2024 年 12 月 16 日。中文检索词包括“儿童重症监护室/PICU/儿童重症监护病房/儿科重症监护病房”“患儿/幼儿/儿科/儿童”“拔管失败/撤机失败/机械通气”“影响因素/危险因素/相关因素”;英文检索词包括“pediatric intensive care unit * /PICU/pediatric intensive care patients”“pediatrics/paediatric * /child * /youth * ”“extubation failure/weaning failure/mechanical ventilation”“risk factor/influencing factors/dangerous factors/associated factors”。以 PubMed 为例,英文数据库的检索策略,见图 1。

```
#1 "Intensive Care Units, Pediatric"[MeSH Terms] OR "Pediatric Intensive Care Unit"[Title/Abstract] OR "Pediatric ICU"[Title/Abstract] OR "ICU, Pediatric"[Title/Abstract] OR "Pediatric Intensive Care patients"[Title/Abstract]
#2 "Pediatrics"[MeSH Terms] OR "pediatric"[Title/Abstract] OR "paediatric"[Title/Abstract] OR "child"[Title/Abstract] OR "adolescent"[Title/Abstract] OR "youth"[Title/Abstract] OR "teenager"[Title/Abstract]
#3 "Airway Extubation"[MeSH Terms] OR "Extubation failure"[Title/Abstract] OR "weaning failure"[Title/Abstract] OR "post-extubation failure"[Title/Abstract] OR "Extubation outcome"[Title/Abstract] OR "reintubation"[Title/Abstract] OR "Successful extubation"[Title/Abstract] OR "Mechanical Ventilation"[Title/Abstract]
#4 "Risk Factor"[MeSH Terms] OR "Factors, Risk"[Title/Abstract] OR "influencing factors"[Title/Abstract] OR "dangerous factors"[Title/Abstract] OR "associated factors"[Title/Abstract] OR "influence factors"[Title/Abstract]
#5 #1 AND #2 AND #3 AND #4
```

图 1 PubMed 检索策略

1.2 文献纳入与排除标准 纳入标准:①研究对象为 PICU 机械通气患儿,年龄 < 18 岁;②文献有明确的拔管失败诊断标准并提供影响因素的 OR 值及 95% CI;③研究类型为横断面研究、病例对照研究、队列研究。排除标准:①无法获取全文、数据不完整;②非中、英文研究;③重复发表;④非计划性拔管后再次插管。

1.3 文献筛选与资料提取 由 2 名研究者独立使用 NoteExpress 软件进行文献的查重并阅读标题和摘要完成初筛,再阅读全文确定最终纳入的文献,如有争议,则由第 3 名研究者裁定。资料提取内容包括发表年份、第一作者、国家、研究类型、样本量、影响因素的 OR 及 95% CI 等。本研究已在国际系统评价注册平台 PROSPERO 完成注册(CRD42025-632512)。

1.4 文献质量评价 由 2 名研究者采用纽卡斯尔-渥太华量表 (Newcastle-Ottawa Quality Scale, NOS)^[4] 独立对纳入文献进行质量评价, NOS 量表包括:研究组别选择、组间可比性、结果或暴露因素测量 3 个方面的内容,一共 8 个条目,总分为 9 分, ≥ 7 分的研究是高质量研究; 4~6 分是中等质量研究; ≤ 3 分为低质量研究。评分有争议时,与第 3 名研究者进行讨论。

1.5 统计学方法 本研究采用 RevMan 5.4 进行

Meta 分析,对二分类变量采用比值比(OR)和 95% CI 表示。采用 I^2 和 Q 检验来分析研究结果的异质性,当 $P \geq 0.1$ 、 $I^2 < 50\%$ 时,认为异质性可以接受,采用固定效应模型进行分析;当 $P < 0.1$ 、 $I^2 \geq 50\%$ 时,认为异质性较大,采用随机效应模型进行分析;明显的临床异质性采用敏感性分析等方法处理^[5]。若纳入文献的数据无法进行合并则进行描述性分析。

2 结果

2.1 文献检索结果 初步检索到文献 2 891 篇,剔除重复文献 994 篇,阅读文献的标题及摘要后筛选出 78 篇,阅读全文后纳入 29 篇^[2, 6-33],文献筛选流程见图 2。

2.2 纳入文献的基本特征和质量评价 见表 1。29 篇文章中有 28 篇英文和 1 篇中文,其中病例对照研究 3 篇,队列研究 26 篇。

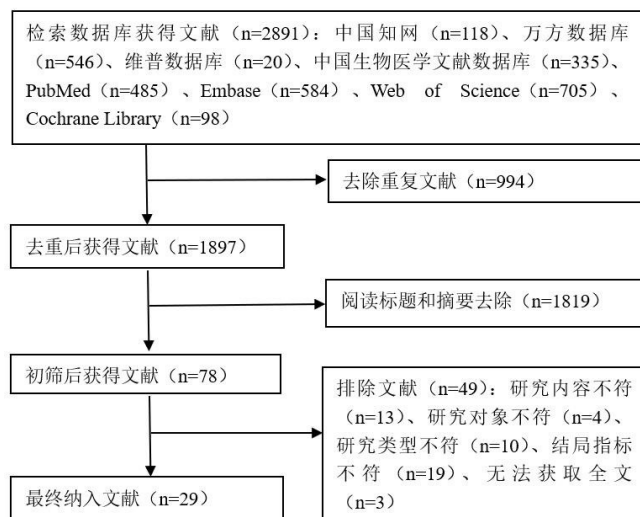


图 2 文献筛选流程

表 1 纳入文献的基本特征及质量评价结果 (n=29)

纳入文献	发表年份	国家	研究类型	病例组	对照组	危险因素	质量评分
FONTELA P S 等 ^[2]	2005	巴西	队列研究	13	111	①④⑫⑭⑮	6
KURACHEK S C 等 ^[6]	2003	美国	队列研究	174	2620	①	7
BESHISH A G 等 ^[7]	2024	美国	队列研究	257	8493	⑮	7
SIMONASSI J 等 ^[8]	2019	阿根廷	队列研究	141	590	②③⑨⑬	6
GUPTA P 等 ^[9]	2015	美国	队列研究	16	111	⑮	5
YANG W M 等 ^[10]	2024	中国	病例对照研究	10	93	⑪⑰	5
HAMES D L 等 ^[11]	2022	美国	队列研究	49	601	⑥	6
BADRUDDIN S S 等 ^[12]	2021	美国	队列研究	45	714	③⑨⑬⑮	5
HARRISON A M 等 ^[13]	2002	美国	队列研究	15	197	③⑧⑬	5
KRASINKIEWICZ J M 等 ^[14]	2021	美国	队列研究	21	406	③⑨⑬⑮	5
ROONEY S R 等 ^[15]	2019	美国	队列研究	194	6487	①⑤⑦⑧	6
SILVA-CRUZ A L 等 ^[16]	2018	秘鲁	病例对照研究	30	120	④⑩⑰	6
KILBA M F 等 ^[17]	2022	南非	队列研究	21	163	①④⑮	7
JOSHI R K 等 ^[18]	2016	印度	队列研究	34	412	①⑮⑮	7
COHN E C 等 ^[19]	2018	美国	队列研究	20	173	⑪	6
GAIES M 等 ^[20]	2015	美国	队列研究	100	1634	①④⑤⑥⑦⑧	6
GUPTA P 等 ^[21]	2016	美国	队列研究	1409	15358	⑤⑥⑬⑮	5
BYRNES J 等 ^[22]	2023	美国	队列研究	948	16869	①⑥⑦⑧	5
KHEMANI R G 等 ^[23]	2017	美国	队列研究	34	333	⑦⑨	6
KNOX K E 等 ^[24]	2020	美国	队列研究	31	325	⑨	6
LOBERGER J M 等 ^[25]	2023	美国	队列研究	30	251	③⑦⑨⑬	6
赵體等 ^[26]	2008	中国	队列研究	17	166	②⑦	5
FERGUSON L P 等 ^[27]	2011	美国	队列研究	58	457	④	6
BELAYHUN Y 等 ^[28]	2025	埃塞俄比亚	队列研究	28	127	④⑩⑬⑮	6
ABDELNASER M 等 ^[29]	2022	埃及	队列研究	26	122	④	7
LAHAM J L 等 ^[30]	2015	美国	队列研究	29	290	②⑩⑬	6
SALGADO F 等 ^[31]	2023	智利	病例对照研究	27	212	⑮	6
SAENGSIK K 等 ^[32]	2024	泰国	队列研究	40	312	②③⑫⑮⑰	5
LOBERGER J M 等 ^[33]	2023	美国	队列研究	84	760	③⑬⑮⑰	5

注:①年龄<24个月;②拔管后喘鸣;③呼吸系统疾病;④机械通气时间 ≥ 44 h;⑤STAT 4~5级手术;⑥男性;⑦气道异常;⑧染色体综合征;⑨神经系统疾病;⑩使用激素;⑪咳嗽反射微弱;⑫镇静剂使用时间>5d;⑬自主呼吸试验(SBT)失败;⑭拔管后无创通气;⑮遗传综合征;⑯吸入氧浓度分数(FiO₂)>40%;⑰格拉斯哥昏迷评分(GCS)<10分;⑱循环系统疾病;⑲再插管史。

2.3 Meta 分析结果 本研究对至少被 2 篇文章提及的危险因素进行 Meta 分析,共提取出 19 项危险因素。

结果显示,年龄<24个月、拔管后喘鸣、呼吸系统疾病、机械通气时间 ≥ 44 h、美国胸外科医师协会—欧洲

心胸外科协会(The Society of Thoracic Surgeons-European Association for Cardio-Thoracic Surgery Mortality Categories, STAT)死亡率分级 4~5 级、男性、气道异常、染色体综合征、神经系统疾病、使用激素、咳嗽反射微弱、镇静剂使用时间 > 5 d、自主呼吸试验(Spontaneous Breathing Trial, SBT)失败、拔管后无创通气、遗传综合征、吸入氧浓度分数(Fraction of Inspiration Oxygen, FiO_2) > 40%、格拉斯哥昏迷评分(Glasgow Coma Scale, GCS) < 10 分、循环系统疾病和再插管史是 PICU 机械通气患儿拔管失败的危险因

素,具体结果见表 2。此外,4 项研究^[15, 18, 20, 32]结果显示,体重不足是拔管失败的风险因子,但由于其变量数据不一致无法进行合并,故仅做描述性分析。ROON-EY S R 等^[15]、JOSHI R K 等^[18]的研究显示,入院时体重越低的儿童发生拔管失败的风险越高。GAIES M 等^[20]研究指出,年龄别体重 Z 评分较低是儿童初次计划拔管撤机后需要再次插管上机的独立危险因素。SAENGSIK 等^[32]研究表明,与拔管失败风险增加相关的因素还包括低 BMI。

表 2 PICU 机械通气患儿拔管失败危险因素的 Meta 分析结果

危险因素	文献数量	异质性检验		效应模型	OR (95% CI)	P
		I^2 (%)	P			
年龄 < 24 个月	7	42	0.11	固定	1.81(1.57~2.08)	<0.001
拔管后喘鸣	4	0	0.58	固定	4.78(3.41~6.70)	<0.001
呼吸系统疾病	7	43	0.10	固定	3.50(2.08~5.90)	<0.001
机械通气时间 ≥ 44 h	7	17	0.30	固定	3.05(2.13~4.36)	<0.001
STAT 4~5 级手术	3	0	0.78	固定	1.65(1.48~1.83)	<0.001
男性	4	50	0.11	固定	1.11(1.02~1.21)	0.020
气道异常	6	0	0.54	固定	2.51(2.09~3.01)	<0.001
染色体综合征	4	20	0.29	固定	1.40(1.25~1.55)	<0.001
神经系统疾病	6	35	0.18	固定	3.17(2.09~4.81)	<0.001
使用激素	3	0	0.62	固定	1.76(1.07~2.88)	0.030
咳嗽反射微弱	2	63	0.10	随机	16.13(4.00~65.13)	<0.001
镇静剂使用时间 > 5 d	3	23	0.27	固定	3.62(1.63~8.06)	0.002
SBT 失败	3	0	0.78	固定	3.94(2.36~6.59)	<0.001
无创通气	4	8	0.35	固定	2.28(1.31~3.97)	0.003
遗传综合征	6	41	0.13	固定	1.73(1.35~2.23)	<0.001
FiO_2 > 40%	2	0	0.64	固定	4.59(2.78~7.58)	<0.001
GCS < 10 分	2	0	0.65	固定	3.06(1.15~8.13)	0.020
循环系统疾病	6	85	<0.001	随机	5.34(1.58~18.06)	0.007
再插管史	3	0	0.50	固定	3.60(1.84~7.06)	<0.001

2.4 敏感性分析与发表偏移 对有异质性的因素,采用随机和固定效应模型转换的方式进行敏感性分析,其中,本研究合并的影响因素中,咳嗽反射微弱和循环系统疾病因素存在异质性,咳嗽反射微弱的固定效应模型分析($OR = 11.48, 95\% CI : 6.28 \sim 20.97, P < 0.001$),随机效应模型分析($OR = 16.13, 95\% CI : 4.00 \sim 65.13, P < 0.001$),循环系统疾病的固定效应模型分析($OR = 1.43, 95\% CI : 1.17 \sim 1.74, P < 0.001$),随机效应模型分析($OR = 5.34, 95\% CI : 1.58 \sim 18.06, P = 0.007$),分析两种模型的合并效应值未发生方向性改变,说明合并结果基本稳定,可信度较高。由于单个影响因素纳入的文献数量均不足 10 篇,因此未进行发表偏倚检验。

3 讨论

3.1 患儿自身与病史因素 本研究结果显示,年龄 < 24 个月、男性、再插管史是 PICU 患儿拔管失败的危险因素。新生儿、婴幼儿在中枢神经系统结构、炎症反应和手术复杂性方面与年龄较大的儿童不同,且各个系统发育都不成熟,表现为气道阻力高、气道较小、胸腔弹性低等,都会导致拔管困难或失败^[34]。有研究认为雌激素具有神经保护作用,可以调节情绪和认知功能,因此,相较于女性,男性在受到手术、医疗操作等应激刺激后更容易出现心理精神症状,这些负面情绪可能导致患儿呼吸肌功能受损、自主呼吸恢复延缓以及拔管配合度下降,从而增加拔管失败的风险^[35]。有再插管史及计划外拔管史的患儿更容易发生后续计划拔管的失败,可能是多次拔管造成患儿气道受损、喉头水

肿,导致气道发生炎症加重、管腔狭窄,增加气道阻力,影响患儿的自主呼吸能力^[36]。提示医护人员在临床工作中应重点关注男性、月龄较小以及有再插管史的患儿。针对这些高危人群,医护人员需提前进行全方位的拔管评估,制定个性化的拔管方案,并确保所有相关准备工作充分完善,避免因二次插管上机对患儿造成身心伤害。

3.2 疾病因素 本研究结果显示,染色体综合征、气道异常、遗传综合征以及呼吸、神经、循环系统疾病是PICU患儿拔管失败的危险因素。有研究表明唐氏综合征的患儿气道发育先天不足,极易发生气道异常,如气道狭窄、气管软化,从而增加拔管难度^[37]。也有研究认为拔管后撤离呼吸机与血流动力学变化有关,心血管功能障碍是导致拔管失败的一个公认因素,心室功能障碍更是导致心脏相关拔管失败的关键因素,可能因为:处于呼吸机辅助通气状态时,患儿是正压通气,胸腔压力高,回心血量和心脏前后负荷低,对有心脏问题的患儿具有保护作用;而撤机后患儿是自主呼吸状态,胸腔呈负压,回心血量迅速增加,心脏负荷上升。循环系统障碍的患儿无法快速适应此变化,进而引发肺水肿,从而导致拔管撤机失败^[38]。因此,在临床拔管实践中,应充分重视患儿循环功能的评估,采取相对应的措施以提高拔管成功率,改善患儿的预后。此外,有研究认为肺部与神经功能障碍是儿童拔管失败的重要原因,可能因为呼吸系统疾病会导致患儿气道分泌物增多,从而阻塞气道,影响通气功能,且感染释放的炎症因子也可能导致患儿肺顺应性下降,加重呼吸负荷,影响自主呼吸功能;神经系统疾病可能会影响呼吸中枢及呼吸肌的功能,导致神经传导异常及呼吸肌无力,患儿无法维持正常有效的自主呼吸,从而增加拔管失败的风险^[39]。因此,对于有染色体综合征、气道异常、遗传综合征以及呼吸、神经系统障碍的患儿进行拔管撤机时,医护人员应监测、评估其呼吸和神经功能,保证气道通畅,防止再插管的发生。

3.3 治疗因素 本研究结果显示,机械通气时间 ≥ 44 h、使用激素、镇静剂使用时间 > 5 d、STAT 4~5级手术、 $\text{FiO}_2 > 40\%$ 、拔管后无创通气是PICU患儿拔管失败的危险因素。糖皮质激素地塞米松在成人ICU中被公认可以预防拔管后喘鸣,但在儿科人群中缺乏足够与疗效相关的数据。有研究认为在拔管前后使用地塞米松并不能降低拔管失败率,且可能会产生不良反应^[39]。激素在降低儿童拔管失败率的疗效以及剂量和时间尚未标准化,需要进一步研究。有研究证明拔管后使用无创通气可以减少再插管的发生,但也有研究表示,有血流动力学不稳定、疾病严重程度高、休克、肺炎等情况的患儿在拔管后使用无创通气容易失败导

致重新插管,这可能与拔管时间不当、无创通气的参数设置不当、无创通气的类型、疾病的种类有关^[40]。因此,临床医护人员需加强对相关知识和技能的培训,严格掌握拔管指针,加强对患儿生命体征的监测,并及时缓解患儿的不良情绪。一项回顾性研究表明^[41],长时间的机械通气和长时间使用镇静药物是儿童发生拔管失败的高危因素。可能因为镇静药作用于中枢神经,长时间使用会抑制患儿的呼吸和意识,出现呼吸肌肉疲乏、呼吸机依赖等,从而增加拔管失败的风险。STAT死亡风险分级由美国胸外科医师学会和欧洲心胸外科协会共同建立,是用于评估先天性心脏外科手术围手术期死亡风险的分级体系,手术风险等级越高,其复杂程度及围手术期风险相应增加,与拔管成功率呈负相关^[34]。 $\text{FiO}_2 \geq 80\%$ 是国外一项研究对于拔管后需要重新插管的标准之一,该研究认为长时间高浓度的吸氧易导致患儿出现肺组织损伤,进而影响其呼吸功能,增加拔管失败的风险^[42]。

3.4 拔管评估与临床指标因素 本研究结果显示,拔管后喘鸣、SBT失败、咳嗽反射微弱、 $\text{GCS} < 10$ 分是PICU患儿拔管失败的危险因素。插管及拔管的过程容易导致患儿出现喉水肿、气管炎症和声门狭窄等,这些病理改变进而导致患儿发生拔管后喘鸣,增加其拔管失败的风险^[41]。有研究表明^[43],SBT不通过会大大降低拔管成功率,微弱的咳嗽反射与拔管失败有关。咳嗽反射微弱表明患儿清理呼吸道能力不足,会导致呼吸道分泌物蓄积,进而影响呼吸功能;SBT失败则表明患儿在多方面未达到拔管标准,此时拔管会大大增加拔管失败的风险。该研究也证实了医护人员可以通过咳嗽峰值流量和半定量咳嗽强度评分进行咳嗽能力的评估,来提高拔管成功率。 GCS 是评估患者意识状态的重要指标,被国内一项研究视为拔管成功的独立危险因素, GCS 分值越低,表明患者的昏迷程度越高,其意识障碍越严重,进而增加拔管过程中可能出现的误吸、窒息等风险,从而导致发生拔管失败的可能性增加^[44]。

4 小结

本研究结果显示,年龄 < 24 个月、拔管后喘鸣、呼吸系统疾病、机械通气时间 ≥ 44 h、STAT 4~5级手术、男性、气道异常、染色体综合征、神经系统疾病、使用激素、咳嗽反射微弱、镇静剂使用时间 > 5 d、SBT失败、拔管后无创通气、遗传综合征、 $\text{FiO}_2 > 40\%$ 、 $\text{GCS} < 10$ 分、循环系统疾病和再插管史是PICU机械通气患儿发生拔管失败的危险因素。医护人员应加强对患儿的气道管理,密切监测其生命体征,早期识别高危人群,并及时干预处理,同时关注患儿及家属的心理状态,以降低拔管失败的风险。本研究也存在一定的局

限性;纳入的文献多为回顾性研究,且部分研究的样本量较少;各危险因素涉及的文献数量较少,缺乏足够的严谨性。期望未来可以展开大样本、高质量、多中心的前瞻性研究,进一步探讨其危险因素。

参考文献:

- [1] CHEN R N, LIU Y L, DANG H X. Definition, risk factors, and outcome analysis of prolonged mechanical ventilation in children[J]. *Pediatr Pulmonol*, 2024, 59(10): 2507-2516.
- [2] FONTELA P S, PIVA J P, GARCIA P C, et al. Risk factors for extubation failure in mechanically ventilated pediatric patients[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2005, 6(2): 166-170.
- [3] PARK S J, BAE M H, JEONG M H, et al. Risk factors and clinical outcomes of extubation failure in very early preterm infants: a single-center cohort study[J]. *BMC Pediatr*, 2023, 23(1): 36.
- [4] STANG A. Critical evaluation of the Newcastle-Ottawa scale for the assessment of the quality of nonrandomized studies in meta-analyses[J]. *Eur J Epidemiol*, 2010, 25(9): 603-605.
- [5] IOANNIDIS J P A. Interpretation of tests of heterogeneity and bias in meta-analysis[J]. *J Eval Clin Pract*, 2008, 14(5): 951-957.
- [6] KURACHEK S C, NEWTH C J, QUASNEY M W, et al. Extubation failure in pediatric intensive care: a multiple-center study of risk factors and outcomes[J]. *Crit Care Med*, 2003, 31(11): 2657-2664.
- [7] BESHISH A G, FUNDORA M P, ARONOFF E, et al. Prevalence, risk factors, and etiology of extubation failure in pediatric patients after cardiac surgery[J]. *J Pediatr Intensive Care*, 2024, 13(4): 321-329.
- [8] SIMONASSI J, BONORA SANZO J P. Prevalence of extubation and associated risk factors at a tertiary care pediatric intensive care unit[J]. *Arch Argent Pediatr*, 2019, 117(2): 87-93.
- [9] GUPTA P, CHOW V, GOSSETT J M, et al. Incidence, predictors, and outcomes of extubation failure in children after orthotopic heart transplantation: a single-center experience[J]. *Pediatr Cardiol*, 2015, 36(2): 300-307.
- [10] YANG W M, HUANG J D, CHEN F Y, et al. Risk factors and outcomes of postoperative extubation failure in children with fourth ventricular tumors: a case control study[J]. *BMC Pediatr*, 2024, 24(1): 833.
- [11] HAMES D L, SLEEPER L A, BULLOCK K J, et al. Associations with extubation failure and predictive value of risk analytics algorithms with extubation readiness tests following congenital cardiac surgery[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2022, 23(4): e208-e218.
- [12] BADRUDDIN S S, CLAYTON J A, MCKEE B P, et al. Prevalence of reintubation within 24 hours of extubation in bronchiolitis: retrospective cohort study using the virtual pediatric systems database[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2021, 22(5): 474-482.
- [13] HARRISON A M, COX A C, DAVIS S, et al. Failed extubation after cardiac surgery in young children: Prevalence, pathogenesis, and risk factors[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2002, 3(2): 148-152.
- [14] KRASINKIEWICZ J M, FRIEDMAN M L, SLAVEN J E, et al. Extubation readiness practices and barriers to extubation in pediatric subjects[J]. *Respir Care*, 2021, 66(4): 582-590.
- [15] ROONEY S R, DONOHUE J E, BUSH L B, et al. Extubation failure rates after pediatric cardiac surgery vary across hospitals[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2019, 20(5): 450-456.
- [16] SILVA-CRUZ A L, VELARDE-JACAY K, CARREAZO N Y, et al. Risk factors for extubation failure in the intensive care unit[J]. *Rev Bras Ter Intensiva*, 2018, 30(3): 294-300.
- [17] KILBA M F, SALIE S, MORROW B M. Risk factors and outcomes of extubation failure in a South African tertiary paediatric intensive care unit[J]. *South Afr J Crit Care*, 2022, 38(1). DOI: 10. 7196/SAJCC. 2022. v38i1. 513.
- [18] JOSHI R K, AGGARWAL N, AGARWAL M, et al. Assessment of risk factors for a sustainable "on-table extubation" program in pediatric congenital cardiac surgery: 5-year experience[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2016, 30(6): 1530-1538.
- [19] COHN E C, ROBERTSON T S, SCOTT S A, et al. Extubation failure and tracheostomy placement in children with acute neurocritical illness[J]. *Neurocrit Care*, 2018, 28(1): 83-92.
- [20] GAIES M, TABBUTT S, SCHWARTZ S M, et al. Clinical epidemiology of extubation failure in the pediatric cardiac ICU: a report from the pediatric cardiac critical care consortium[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2015, 16(9): 837-845.
- [21] GUPTA P, RETTIGANTI M, GOSSETT J M, et al. Risk factors for mechanical ventilation and reintubation after pediatric heart surgery[J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2016, 151(2): 451-458. e3.
- [22] BYRNES J, BAILLY D, WERHO D K, et al. Risk factors for extubation failure after pediatric cardiac surgery and impact on outcomes: a multicenter analysis[J]. *Crit Care Explor*, 2023, 5(10): e0966.
- [23] KHEMANI R G, SEKAYAN T, HOTZ J, et al. Risk factors for pediatric extubation failure: the importance of respiratory muscle strength[J]. *Crit Care Med*, 2017, 45

- (8):e798-e805.
- [24] KNOX K E, NAVA-GUERRA L, HOTZ J C, et al. High breath-by-breath variability is associated with extubation failure in children[J]. *Crit Care Med*, 2020, 48(8):1165-1174.
- [25] LOBERGER J M, JONES R M, PHILLIPS A S, et al. Pediatric ventilation liberation: evaluating the role of endotracheal secretions in an extubation readiness bundle [J]. *Pediatr Res*, 2023, 93(3):612-618.
- [26] 赵懿, 王莹, 李璧如, 等. 儿科重症监护病房呼吸机撤离失败的危险因素[J]. *实用儿科临床杂志*, 2008, 23(18):1415-1417.
- [27] FERGUSON L P, WALSH B K, MUNHALL D, et al. A spontaneous breathing trial with pressure support overestimates readiness for extubation in children[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2011, 12(6):e330-e335.
- [28] BELAYHUN Y, AMBACHEW S, DAMITE A. Prevalence of extubation failure and associated factors among pediatric patients admitted to the Pediatric Intensive Care Unit at Tikur Anbessa Specialized Hospital, Ethiopia[J]. *Ethiop J Pediatr Child Health*, 2025, 19(2):89-103.
- [29] ABDELNASER M, SAKHR H, FETOUH A, et al. A prospective cohort study to assess the risk factors of failed extubation in mechanically ventilated pediatric patients admitted to the intensive care unit[J]. *Pediatric Anesthesia & Critical Care Journal (PACCJ)*, 2022, 10(1):1-9.
- [30] LAHAM J L, BREHENY P J, RUSH A. Do clinical parameters predict first planned extubation outcome in the pediatric intensive care unit? [J]. *J Intensive Care Med*, 2015, 30(2):89-96.
- [31] SALGADO F, LARIOS G, VALENZUELA G, et al. Extubation failure after cardiac surgery in children with Down syndrome[J]. *Eur J Pediatr*, 2023, 182(7):3157-3164.
- [32] SAENGSIN K, SITTIWANGKUL R, BORISUTHIPA NDIT T, et al. Development of a clinical prediction tool for extubation failure in pediatric cardiac intensive care unit[J]. *Front Pediatr*, 2024, 12:1346198.
- [33] LOBERGER J M, MANCHIKALAPATI A, BORASINO S, et al. Prevalence, risk factors, and outcomes of airway versus non-airway pediatric extubation failure [J]. *Respir Care*, 2023, 68(3):374-383.
- [34] BIÇER M, KOZANŞ, DARÇIN K, et al. Predictors of extubation in the operating room after pediatric cardiac surgery: a single-center retrospective study[J]. *Turk Gogus Kalp Damar Cerrahisi Derg*, 2023, 31(4):446-453.
- [35] WANG H B, GUO X X, ZHU X L, et al. Gender differences and postoperative delirium in adult patients undergoing cardiac valve surgery[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8:751421.
- [36] DOMINICK C L, BLANKE B N, SIMMONS E M, et al. Outcomes of unplanned extubations in a large children's hospital[J]. *Respir Care*, 2024, 69(2):184-190.
- [37] FOCKENS M M, DAWOOD Y, ZWART M J, et al. Micro-CT imaging of tracheal development in down syndrome and non-down syndrome fetuses [J]. *Laryngoscope*, 2024, 134(10):4389-4395.
- [38] ABDELGAWAD T A, IBRAHIM H M, ELSAYED E M, et al. Hemodynamic monitoring during weaning from mechanical ventilation in critically ill pediatric patients: a prospective observational study[J]. *BMC Pediatr*, 2024, 24(1):681.
- [39] RITU, JHAMB U. Dexamethasone in prevention of postextubation stridor in ventilated children: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial[J]. *Indian J Crit Care Med*, 2020, 24(12):1230-1235.
- [40] AL-HADIDI A, LAPKUS M, KARABON P, et al. Respiratory modalities in preventing reintubation in a pediatric intensive care unit[J]. *Glob Pediatr Health*, 2021, 8:2333794X21991531.
- [41] AL-SOFYANI K A. Predictors and outcomes of extubation failures in a pediatric intensive care unit: a retrospective study[J]. *J Taibah Univ Med Sci*, 2024, 19(3):516-523.
- [42] KUMARI N, KUMARI B, KUMAR S, et al. Effectiveness of high flow nasal Cannula (HFNC) versus bilevel positive airway pressure (BiPAP) in preventing tracheal reintubation in patients with high risk of extubation failure in intensive care unit-a randomised comparative trial [J]. *Indian J Anaesth*, 2024, 68(3):246-253.
- [43] DUAN J, ZHANG X F, SONG J P. Predictive power of extubation failure diagnosed by cough strength: a systematic review and meta-analysis[J]. *Crit Care*, 2021, 25(1):357.
- [44] 丁克元, 李贤英, 王捷, 等. GCS 评分、咳嗽效力评级与颅脑疾病气管切开后拔管成功的关系[J]. *临床误诊误治*, 2023, 36(7):97-100.

收稿日期:2025-07-08;修回日期:2025-08-24

(本文编辑 覃黎黎)