

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2025.07.001

文章编号: 1005-8982 (2025) 07-0001-07

儿科疾病专题·论著

婴儿先天性心脏病术中延迟关胸的危险因素分析*

比拉力·排祖拉¹, 迪娜·努尔兰¹, 何丽芸², 杨龙¹, 王月茹¹, 伊木然·卡吾力江¹,
陈基尧¹, 张国明¹

(新疆医科大学第一附属医院, 1. 小儿心胸外科, 2. 中心手术室, 新疆 乌鲁木齐 830054)

摘要: **目的** 探讨婴儿先天性心脏病术中延迟关胸的危险因素。**方法** 回顾性分析2016年1月1日—2021年12月30日在新疆医科大学第一附属医院小儿心胸外科行体外循环下正中胸骨切开术的210例先天性心脏病患儿的临床资料。术中24例接受延迟关胸患儿为延迟关胸组, 186例直接关胸患儿为直接关胸组。比较两组患儿的临床资料, 采用单因素及多因素一般Logistic回归模型分析术中延迟关胸的影响因素。**结果** 婴儿先天性心脏病术中延迟关胸的发生率为11.4%。延迟关胸组与直接关胸组患儿的性别构成、早产率、体质指数、左室射血分数比较, 差异均无统计学意义($P>0.05$); 延迟关胸组与直接关胸组患儿的年龄构成、改良Ross心功能分级构成、二尖瓣舒张早期血流速度峰值(E峰)/二尖瓣环室间隔舒张早期血流速度峰值(e'峰)构成、肺动脉高压构成、先天性心脏病手术风险分级(RACHS-1)构成、体外循环时间构成、主动脉阻断时间构成、心胸比率及手术时间比较, 差异均有统计学意义($P<0.05$)。单因素一般Logistic回归分析显示: 年龄 ≤ 6 个月、改良Ross心功能分级 ≥ 3 级、E/e'值 >10 、中重度肺动脉高压、RACHS-1分级 >3 级、手术时间的增加、体外循环时间 ≥ 120 min和主动脉阻断时间 ≥ 60 min有统计学意义($P<0.05$)。多因素一般Logistic回归分析显示: 年龄 ≤ 6 个月[OR = 5.488 (95% CI: 1.795, 16.779)], RACHS-1分级 >3 级[OR = 6.895 (95% CI: 2.171, 21.903)], 体外循环时间 ≥ 120 min[OR = 2.945 (95% CI: 1.058, 8.192)]均是术中延迟关胸的危险因素($P<0.05$)。**结论** 年龄 ≤ 6 个月、RACHS-1分级 >3 级、体外循环时间 ≥ 120 min均是术中延迟关胸的危险因素。

关键词: 先天性心脏病; 心脏外科手术; 延迟关胸; 危险因素; 婴儿

中图分类号: R541.1

文献标识码: A

Analysis of risk factors of congenital heart disease intraoperative delayed sternal closure in infants*

Bilali Paizula¹, Dina Nuerlan¹, He Li-yun², Yang Long¹, Wang Yue-ru¹, Yimuran Kawulijiang¹,
Chen Ji-yao¹, Zhang Guo-ming¹

(1. Department of Pediatric Cardiothoracic Surgery, 2. Central Operating Room, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830054, China)

Abstract: **Objective** To investigate the risk factors for intraoperative delayed sternal closure (DSC) in infants with congenital heart disease (CHD). **Method** A retrospective analysis was conducted on 210 children with CHD (aged ≤ 12 months) who underwent median sternotomy and cardiopulmonary bypass (CPB) cardiac surgery in the Department of Pediatric Cardiothoracic Surgery of the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University from January 1, 2016 to December 30, 2021. The patients were divided into two groups: 24 cases with delayed

收稿日期: 2024-11-07

* 基金项目: 新疆维吾尔自治区天山英才培养计划(No: TSYC202301B036); 新疆维吾尔自治区研究生创新项目(No: XJ2024G167)

[通信作者] 张国明, E-mail: 406765929@qq.com; Tel: 13999171060

sternal closure (DSC) during the operation were assigned to the DSC group, and 186 cases with direct sternal closure during the operation were assigned to the direct sternal closure group. Univariate and multivariate Logistic general regression analyses were performed to identify the influencing factors of DSC in the children during the operation.

Results The incidence of intraoperative DSC in infants with CHD was 11.4%. There were no significant differences in gender composition, premature birth rate, body mass index (BMI) and left ventricular ejection fractions (LVEF) between the DSC group and the direct sternal closure group ($P > 0.05$). There were statistically significant differences in age composition, modified ROSS score composition, E/e' value composition, pulmonary hypertension composition, risk adjustment for congenital heart surgery (RACHS-1) score composition, cardiothoracic ratio (CTR), operation time, CPB time and aortic cross-clamp (ACC) time between DSC group and direct sternal closure group ($P < 0.05$). Univariate general Logistic regression analysis showed that age ≤ 6 months, modified ROSS score ≥ 3 , E/e' value > 10 , moderate to severe pulmonary hypertension, RACHS-1 score > 3 , increased operation time, CPB time ≥ 120 min and ACC time ≥ 60 min were statistically significant ($P < 0.05$). Multivariate general Logistic regression analysis showed that age ≤ 6 months [$\hat{OR} = 5.488$ (95% CI: 1.795, 16.779)], RACHS-1 score > 3 [$\hat{OR} = 6.895$ (95% CI: 2.171, 21.903)], and CPB time ≥ 120 min [$\hat{OR} = 2.945$ (95% CI: 1.058, 8.192)] were all risk factors for intraoperative DSC. **Conclusions** age ≤ 6 months, RACHS-1 score > 3 , and CPB time ≥ 120 min are independent risk factors for intraoperative DSC in infants with CHD.

Keywords: congenital heart disease; cardiac surgical procedures; delayed sternal closure; risk factors; infant

先天性心脏病是在胎儿发育时期因为心脏和大血管的发育异常所致的先天性畸形, 占所有先天性畸形的 28%, 每年影响全球 135 万新生儿, 超过 25% 的先天性心脏病患儿需要接受矫正或姑息手术, 其中复杂性先天性心脏病患儿需要终身随访^[1]。在先天性心脏病的外科治疗方面, 微创心脏外科手术有美观、创伤小、术后恢复快等优势, 但是微创心脏外科手术视野范围小、操作难度大、学习周期长。对一些术前诊断不明确的复杂性先天性心脏畸形的患儿, 或合并肺及肺血管发育不良, 或伴重度肺动脉高压及肺部感染, 采用微创心脏外科手术反而会增加手术风险^[2]。因此, 对于此类患儿, 传统的正中胸骨切开术目前仍是安全、成熟的手术治疗方式, 也是矫正先天性心脏病的标准术式^[3]。因儿童心脏、肺脏相对胸腔体积较大, 开胸心脏手术后容易出现心脏、肺脏等纵隔器官水肿, 导致心脏压塞。延迟关胸技术最大限度地减少了术后心脏压塞, 并经过多年的发展及应用, 该技术已经成为婴幼儿复杂性先天性心脏病手术的必要辅助手段, 约 10% 的患儿会接受术中延迟关胸, 且在延迟关胸后的 1 ~ 3 d 内接受关胸^[4-5]。延迟关胸提高了患儿围手术期呼吸、血液循环的稳定性, 为术中心肌水肿、血流动力学不稳定的患儿提供了缓冲的时间和条件, 挽救了许多危重复发性先天性心脏病患儿的生命, 并且在儿童心脏移植领域也得到了很好的应用^[6-7]。然而, 相比于直接关胸,

接受延迟关胸的患儿住院期间感染和死亡的风险会显著上升。研究表明, 接受延迟关胸的患儿术后胸骨伤口感染及纵隔炎的发生率随着延迟关胸时间的延长而增加, 病死率为 5.6% ~ 34.2%^[8]。延迟关胸取决于手术医生团队的经验, 并且受术中血流动力学、血管活性药物的使用、尿量等多个因素影响, 没有特定的标准。因此, 延迟关胸具有双面性, 早期明确延迟关胸的原因和影响因素, 对术中采取有效的决策具有积极意义。本研究旨在探讨婴儿先天性心脏病术中延迟关胸的危险因素, 为术中延迟关胸的决策提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2016 年 1 月 1 日—2021 年 12 月 30 日在新疆医科大学第一附属医院小儿心胸外科行体外循环下正中胸骨切开术的 210 例先天性心脏病患儿的临床资料。纳入标准: ①手术年龄 0 ~ 1 岁; ②经胸超声心动图、CT 或磁共振成像诊断为先天性心脏病; ③接受体外循环下正中胸骨切开术。排除标准: ①既往接受过心脏手术; ②合并其他脏器畸形或染色体畸形; ③严重肝、肾功能不全; ④病历资料不全。根据术中是否接受延迟关胸分为两组, 其中术中接受延迟关胸的 24 例患儿为延迟关胸组, 术后直接关胸的 186 例患儿为直接关胸组。本研究经医院医学伦理委员会审核批准(No:

K2024-1027),患儿的法定监护人均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 临床资料收集 通过电子病历系统采集患儿临床资料,术前资料包括性别、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、出生时胎龄(胎龄<37周定义为早产儿);术中资料包括手术时间、体外循环时间、主动脉阻断时间,采用先天性心脏病手术风险分级(risk adjustment for congenital heart surgery, RACHS-1)对患儿接受的先天性心脏病手术方式进行风险分级^[9]。采用经胸超声心动图取术前婴儿四腔心切面,应用脉冲多普勒测定二尖瓣舒张早期血流速度峰值(E峰)与二尖瓣环室间隔处舒张早期血流速度峰值(e'峰),计算得到E/e'比值;取左心室短轴切面,应用M型超声心动图测定左室射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)^[10-11]。采用肺动脉收缩压公式估算术前患儿肺动脉压力,并根据肺动脉高压分度标准进行分度^[12]。采用术前正位胸部平片,测量心影最大横径(d)与胸廓最大横径(D),计算d/D得到心胸比率(cardiothoracic ratio, CTR)^[13]。采用改良Ross心功能分级法^[14]评估患儿术前心功能分级并记录。

1.2.2 手术及延迟关胸方法 患儿气管插管麻醉生效后取平卧位,用碘伏常规消毒皮肤,取胸部正中切口,依次切开皮肤、皮下组织,电锯劈开并撑开胸骨,切开并悬吊心包,全身肝素化后,建立体外循环,心脏停搏,根据患儿心内畸形的不同采取不同矫正术式,完成心内操作后,开放循环,心脏复跳后进行辅助循环,待循环稳定后逐一拔除插管,彻底止血。直接关胸组患儿闭合胸骨,逐层缝合切口。延迟关胸组患儿替代闭合胸骨为开放胸骨,行延迟关胸。24例患儿中14例直接覆盖无菌手术贴膜于切口表面,7例将无菌手套裁剪成适合切口大小后覆盖切口表面并与切口边缘缝合,3例将常规吸引器头裁剪成适合长度、两端中间凹陷的支架撑开胸骨,并用无菌手套裁剪与切口边缘缝合。两组患儿术后均常规置入心包、纵隔引流管保持引流,转往重症监护室进一步监护。延迟关胸组患儿延迟关胸期间禁止翻身,以避免胸骨切口摩擦造成切口出血或导致心脏压迫症状。当

血流动力学稳定、心肌组织水肿消退、推挤双侧胸廓试验性关胸血压无明显下降或治疗无效死亡时可考虑关胸,关胸在无菌手术室进行。

1.3 统计学方法

数据分析采用SPSS 24.0统计软件。计数资料以构成比或率(%)表示,比较采用 χ^2 检验;非正态分布计量资料以中位数(上四分位数,下四分位数)[M(P₂₅, P₇₅)]表示,比较采用秩和检验;影响因素的分析采用单因素或多因素一般Logistic回归模型。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿临床资料比较

术中接受延迟关胸患儿24例,发生率为11.4%。年龄≤6个月患儿88例,早产儿91例,改良Ross心功能分级≥3级患儿85例,E/e'值>10患儿105例,中重度肺动脉高压患儿69例,RACHS-1分级>3级患儿90例,体外循环时间≥120 min患儿64例,主动脉阻断时间≥60 min患儿73例。

延迟关胸组与直接关胸组患儿的性别构成、早产率、BMI、LVEF比较,经 χ^2/Z 检验,差异均无统计学意义($P>0.05$);延迟关胸组与直接关胸组患儿的年龄构成、改良Ross心功能分级构成、E/e'值构成、肺动脉高压构成、RACHS-1分级构成、体外循环时间构成、主动脉阻断时间构成、CTR和手术时间比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表1。

2.2 婴儿先天性心脏病术中延迟关胸的单因素及多因素一般Logistic回归分析

以是否延迟关胸(否=0,是=1)为因变量,年龄(>6个月=0,≤6个月=1)、改良Ross心功能分级(<3级=0,≥3级=1)、E/e'值(≤10=0,>10=1)、肺动脉高压(无或轻度=0,中重度=1)、RACHS-1分级(≤3级=0,>3级=1)、体外循环时间(<120 min=0,≥120 min=1)、主动脉阻断时间(<60 min=0,≥60 min=1)、CTR(实测值)和手术时间(实测值)为自变量,进行单因素一般Logistic回归分析,结果显示:年龄≤6个月、改良Ross心功能分级≥3级、E/e'值>10、中重度肺动脉高压、RACHS-1分级>3级、手术时间、体外循环时间≥120 min和主动脉阻断时

表 1 延迟关胸组与直接关胸组临床资料比较

组别	n	男/女/例	年龄 例(%)		早产儿 例(%)		BMI/[kg/m ² , M(P ₂₅ ,P ₇₅)]	改良 Ross 心功能分级 例(%)	
			≤6 个月	>6 个月	是	否		<3 级	≥3 级
延迟关胸组	24	14/10	19(79.2)	5(20.8)	13(54.2)	11(45.8)	14.93(14.03,16.38)	8(33.3)	16(66.7)
直接关胸组	186	81/105	69(37.1)	117(62.9)	78(41.9)	108(58.1)	15.38(13.91,16.89)	117(62.9)	69(37.1)
χ ² /Z 值		1.876	15.454		1.295		-0.732	7.715	
P 值		0.171	0.000		0.255		0.464	0.005	

组别	E/e' 值 例(%)		肺动脉高压 例(%)		RACHS-1 分级 例(%)		体外循环时间 例(%)	
	≤10	>10	无或轻度	中重度	≤3 级	>3 级	<120 min	≥120 min
延迟关胸组	6(25.0)	18(75.0)	13(54.2)	11(45.8)	5(20.8)	19(79.2)	12(50.0)	12(50.0)
直接关胸组	99(53.2)	87(46.8)	128(68.8)	58(31.2)	115(61.8)	71(38.2)	134(72.0)	52(28.0)
χ ² /Z 值	6.774		5.018		14.587		4.875	
P 值	0.009		0.025		0.000		0.027	

组别	主动脉阻断时间 例(%)		LVEF/[%, M(P ₂₅ ,P ₇₅)]	CTR/[M(P ₂₅ ,P ₇₅)]	手术时间/[min, M(P ₂₅ ,P ₇₅)]
	<60 min	≥60 min			
延迟关胸组	11(45.8)	13(54.2)	66.78(64.27,70.73)	0.56(0.51,0.62)	240.00(211.50,260.75)
直接关胸组	126(67.7)	60(32.3)	68.88(66.00,72.00)	0.53(0.51,0.61)	207.50(180.00,240.00)
χ ² /Z 值	4.499		-1.567	-2.024	-2.771
P 值	0.034		0.117	0.043	0.006

间 ≥60 min 有统计学意义 ($P < 0.05$)。以有统计
学意义的变量为自变量,进行多因素一般
Logistic 回归分析,结果显示:年龄 ≤6 个月 [$\hat{OR} =$
5.488 (95% CI : 1.795 , 16.779)], RACHS-1 分级 >
3 级 [$\hat{OR} = 6.895$ (95% CI : 2.171 , 21.903)]、体外
循环时间 ≥120 min [$\hat{OR} = 2.945$ (95% CI : 1.058 ,
8.192)] 均是术中延迟关胸的独立危险因素
($P < 0.05$)。见表 2、3。

表 2 婴儿先天性心脏病术中延迟关胸的单因素 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S_b	Wald χ^2	P 值	$\hat{OR}$	95% CI	
						下限	上限
年龄 ≤6 个月	1.863	0.525	12.591	0.000	6.443	2.303	18.032
改良 Ross 分级心功能 ≥3 级	1.221	0.459	7.084	0.008	3.391	1.380	8.336
E/e' 值 >10	1.228	0.494	6.183	0.013	3.414	1.297	8.986
中重度肺动脉高压	0.959	0.439	4.764	0.029	2.608	1.103	6.168
RACHS-1 分级 >3 级	1.817	0.525	11.991	0.000	6.155	2.200	17.216
体外循环时间 ≥120 min	0.947	0.440	4.634	0.031	2.577	1.008	6.101
主动脉阻断时间 ≥60 min	0.909	0.439	4.294	0.038	2.482	1.050	5.864
CTR	0.071	0.043	2.723	0.099	1.074	0.987	1.168
手术时间	0.013	0.005	6.134	0.013	1.013	1.003	1.024

表3 婴儿先心病术中延迟关胸的多因素一般 Logistic 回归分析参数

自变量	<i>b</i>	<i>S_b</i>	Wald χ^2	<i>P</i> 值	$\hat{OR}$	95% CI	
						下限	上限
年龄 ≤6 个月	1.703	0.570	8.915	0.003	5.488	1.795	16.779
改良 Ross 分级心功能 ≥3 级	0.669	0.618	1.173	0.279	1.953	0.582	6.558
E/e' 值 >10	0.604	0.657	0.845	0.358	1.830	0.505	6.639
中重度肺动脉高压	-0.633	0.633	1.002	0.317	0.531	0.154	1.834
RACHS-1 分级 >3 级	1.931	0.590	10.720	0.001	6.895	2.171	21.903
体外循环时间 ≥120 min	1.080	0.522	4.279	0.039	2.945	1.058	8.192
主动脉阻断时间 ≥60 min	0.569	0.514	1.226	0.268	1.767	0.645	4.842
手术时间	0.011	0.006	2.948	0.086	1.011	0.998	1.023

3 讨论

随着先天性心脏病诊断技术的提升,越来越多的先天性心脏病患儿能被更早地发现,这使得更多复杂且严重的先天性心脏病患儿在新生儿和婴儿阶段就可以得到诊断和治疗^[15]。对于复杂性先天性心脏病的患儿,年龄越大,肺动脉高压越重,心功能状态相对差,术后恢复时间长^[16]。但矛盾的是,手术年龄的降低也导致了患儿围手术期对心脏手术耐受差、手术难度增大等风险,尤其对于早产儿或伴有其他基础疾病的患儿风险更高。

本研究发现年龄≤6个月、RACHS-1 分级评分>3级、体外循环时间≥120 min 是影响婴儿术中延迟关胸的独立危险因素,与婴儿术中延迟关胸的发生有关。SILVETTI 等^[17]对 31 个中心延迟关胸患儿抗生素治疗策略的 Meta 分析中发现,在所有接受心脏手术人群中,接受延迟关胸的儿童占到了 10%,其中绝大部分为新生儿和婴儿,而在成人中只有 2%。KANAKIS 等^[18]对新生儿先天性心脏病患儿术后延迟关胸危险因素分析的研究中发现年龄是延迟关胸的唯一危险因素,且对延迟关胸的发生有预测价值。VASWANI 等^[19]对 63 例延迟关胸患儿的疗效分析中,年龄<6 个月的患儿有 52 例,占 82.54%,且认为年龄为延迟关胸的危险因素之一。以上均与本研究结论相似。本研究中,年龄≤6 个月的延迟关胸患儿为 19 例,占有延迟关胸患儿的 79.2%。年龄≤6 个月患儿延迟关胸发生率高,可能与以下几点因素有关:首先大部分复杂先天性心脏病手术推荐时机在 6 个月内,手术时机延后,患儿心脏原发病会影响患儿生长发育,尤其对

脑部而言影响更大,所以更多的患儿选择在 6 个月内行心脏手术;其次,患儿胸腔小,手术视野小,术者操作难度大,使得心内操作时间、体外循环时间延长;第三,患儿年龄小,发育不完全,手术耐受差,更容易受手术操作、体外循环、主动脉阻断的影响,导致心肌、肺脏水肿。

RACHS-1 手术风险分级系统已经被广泛地应用于欧美国家先天性心脏病患儿术后死亡率、并发症发生率、术后机械通气时间的危险因素及预测的研究中,并且其预测效能在我国先天性心脏病患儿中已经得到初步验证^[20-21]。理论上,延迟关胸也属于先天性心脏病手术的并发症范畴。本研究发现 RACHS-1 分级评分>3 级是术中延迟关胸的独立危险因素。然而,一项对新生儿先天性心脏病外科手术中延迟关胸危险因素的研究结果显示,RACHS-1 分级是术中延迟关胸的危险因素但非独立危险因素,考虑与研究对象多为危重病例相关,即使简单先天性心脏病也可能由于病情危重而接受延迟关胸^[22]。SIERRA 等^[23]发现 RACHS-1 分级>3 级可以预测接受延迟关胸患儿的术后死亡率,但未讨论 RACHS-1 分级与延迟关胸的关系。本研究以 RACHS-1 3 级为界,是由于目前较简单先天性心脏病的手术治疗方式难度在 RACHS-1 3 级以下,术中、术后并发症发生概率小。RACHS-1 分级>3 级代表着先天性心脏病复杂程度高,手术难度大,手术操作时间、麻醉时间延长,心肌缺血再灌注损伤概率升高,会导致术中、术后并发症的发生及病死率显著上升^[24]。因此,此类患儿术前评估应用 RACHS-1 分级,有助于医疗团队更准确

地预测手术结局,并制订完善的手术方案,以快速应对术中可能进行的延迟关胸。

体外循环和主动脉阻断是导致体外循环心肌受损的主要原因,其机制主要与体外膜肺的非生理管道与血液成分接触诱发的强烈级联式炎症反应有关^[25]。其次,体外循环过程中心脏停搏可引起心肌缺血、缺氧,停止体外循环、开放阻断的主动脉时血液再灌注,一方面可造成心肌水肿、心肌损害、心肌收缩力下降、心脏增大,同时可引起胸壁水肿和肺水肿,导致容纳心脏的空间缩小,并且损伤与体外循环时间、主动脉阻断时间呈正相关^[22, 26]。本研究中,体外循环时间 ≥ 120 min、主动脉阻断时间 ≥ 60 min 在单因素 Logistic 回归分析中有统计学意义,多因素一般 Logistic 回归分析中体外循环时间 ≥ 120 min 为术中延迟关胸的独立危险因素,但与主动脉阻断时间无关,这与李晓峰等^[27]得出的结论相似。而杨盛春等^[22]的研究得出体外循环时间不是术中延迟关胸的独立危险因素,这可能与纳入的研究对象年龄范围不同有关。本研究纳入年龄 ≤ 12 个月的婴儿为研究对象,年龄范围广,不同年龄段先天性心脏病患儿手术难度及操作时间不同,从而导致体外循环时间的差异。因此,当术中体外循环时间过长并出现明显的心肌、胸廓、肺水肿,手术结束时应及时采取延迟关胸措施,做好术后支持治疗,改善患儿预后。

本研究中,虽然早产患儿占到延迟关胸组患儿的 54.2%,但早产史不是术中延迟关胸的影响因素,可能与每个早产患儿受自身遗传因素及后天的喂养、生长环境等多方面因素影响,其心肺功能、耐受先天性心脏病手术能力不尽相同有关。本研究中,反映心功能的指标:改良 Ross 心功能分级、E/e' 值及 CTR 在单因素 Logistic 回归分析中有统计学意义,而多因素一般 Logistic 回归分析则不是独立危险因素,这也与其他研究结论相似^[22],表明以上因素可能对术中延迟关胸起到综合性的作用,而非独立影响。本研究采用了更适合儿童的改良 Ross 心功能分级方法,并首次将 E/e' 值纳入影响因素中,虽然结果显示其均不是延迟关胸的独立危险因素,但都与术中延迟关胸有关,可在今后的研究中进一步探讨。

本研究存在以下局限性:首先,本研究病例数

有限,无法进行多中心的多样本的回顾性研究;其次,本研究对象为行体外循环下正中胸骨切开术的先天性心脏病手术治疗患儿,且回顾性收集临床资料时间跨度为 5 年,存在着心脏外科技术的更新发展及手术医生先天性心脏病手术学习曲线等影响因素,无法排除这些因素对研究数据产生的误差。后续进行研究时间跨度短的、多中心协作的、大样本量的研究或是解决目前研究局限性的办法,且在样本量足够的前提下,可尝试建立术中延迟关胸的风险预测模型。

综上所述,年龄 ≤ 6 个月、RACHS-1 分级 >3 级、体外循环时间 ≥ 120 min 为婴儿先天性心脏病术中延迟关胸的独立危险因素。了解这些危险因素可以帮助临床医生更科学、更准确地把握延迟关胸的指征。合理应用延迟关胸有助于先天性心脏病患儿术后的早期恢复。

参考文献:

- [1] 李莉娟,崔彦芹,胡春梅,等.先天性心脏病婴儿术后 3 年的生长轨迹[J].中华小儿外科杂志,2024,45(9):788-793.
- [2] 莫绪明,陈润森.儿童先天性心脏病微创手术现状与展望[J].临床小儿外科杂志,2023,22(5):407-411.
- [3] CHONG L S H, FITZGERALD D A, CRAIG J C, et al. Children's experiences of congenital heart disease: a systematic review of qualitative studies[J]. Eur J Pediatr, 2018, 177(3): 319-336.
- [4] HEINISCH P P, NUCERA M, BARTKEVICS M, et al. Early experience with a novel suture device for sternal closure in pediatric cardiac surgery[J]. Ann Thorac Surg, 2022, 114(5): 1804-1809.
- [5] von STUMM M, LEPS Y, JOCHHEIM L, et al. Impact of delayed sternal closure on wound infections following neonatal and infant cardiac surgery[J]. PLoS One, 2022, 17(5): e0267985.
- [6] 刘洋,张刚成,卢蓉,等.延迟关胸技术在小儿复杂先天性心脏病手术中的应用[J].临床外科杂志,2015(1):48-50.
- [7] 童路,苏伟,孙永丰,等.延迟关胸在儿童心脏移植中的应用[J].中华移植杂志(电子版),2022,16(2):83-87.
- [8] ELSISY M F, DEARANI J A, CRESTANELLO J A, et al. Outcomes of primary vs secondary delayed sternal closure in pediatric cardiac surgery[J]. Ann Thorac Surg, 2022, 113(4): 1231-1237.
- [9] JENKINS K J, GAUVREAU K, NEWBURGER J W, et al. Consensus-based method for risk adjustment for surgery for congenital heart disease[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2002, 123(1): 110-118.
- [10] 中华医学会超声医学分会超声心动图学组,中国医师协会心血管分会超声心动图专业委员会.超声心动图评估心脏收缩和舒张功能临床应用指南[J].中华超声影像学杂志,2020,

- 29(6): 461-477.
- [11] 薛正杰, 张智伟, 孙凌, 等. 多普勒超声 E/E' 对先天性心脏病患者心室舒张功能的评价[J]. 岭南心血管病杂志, 2015, 21(2): 182-186.
- [12] LAMMERS A E, APITZ C, MICHEL-BEHNKE I, et al. A guide to echocardiographic assessment in children and adolescents with pulmonary hypertension[J]. Cardiovasc Diagn Ther, 2021, 11(4): 1160-1177.
- [13] 陈道虎, 刘辉, 葛广全. 先天性心脏病患儿心胸比与心功能的相关性研究[J]. 解放军医药杂志, 2020, 32(3): 40-43.
- [14] 中华医学会儿科学分会心血管学组, 中国医师协会心血管内科医师分会儿童心血管专业委员会, 中华儿科杂志编辑委员会. 儿童心力衰竭诊断和治疗建议(2020年修订版)[J]. 中华儿科杂志, 2021, 59(2): 84-94.
- [15] 阳广贤, 黄鹏, 刘剑, 等. 新生儿危重先天性心脏病的手术治疗结果及围术期处理分析[J]. 临床小儿外科杂志, 2018, 17(3): 212-218.
- [16] 杨水华, 梁蒙凤, 覃桂灿, 等. 早孕期胎儿复杂先天性心脏病的超声诊断[J]. 中华超声影像学杂志, 2024, 33(1): 27-35.
- [17] SILVETTI S, LANDONI G, CASTAGNOLA E, et al. Antibiotic management for delayed sternal closure following pediatric cardiac surgery: a systematic review of recent literature[J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2020, 34(5): 1333-1340.
- [18] KANAKIS M, SAMANIDIS G, KOLOVOU K, et al. Outcomes of delayed chest closure after congenital heart surgery in neonates[J]. Pediatr Med Chir, 2024, 46(1): 328.
- [19] VASWANI P, SAHU M K, BIPIN C, et al. Outcomes of delayed sternal closure in paediatric cardiac surgical patients-a prospective single centre study[J]. J Card Crit Care TSS, 2020, 4(2): 96-103.
- [20] RIBEIRO A C D L, SICILIANO R F, LOPES A A, et al. Risk factors for surgical site infection in patients undergoing pediatric cardiac surgery[J]. Arq Bras Cardiol, 2023, 120(12): e20220592.
- [21] 高华炜, 陈求名, 赵韡, 等. 三种先天性心脏病手术风险评估系统预测效能的比较[J]. 中华心血管病杂志, 2019, 47(5): 388-392.
- [22] 杨盛春, 陈欣欣, 崔虎军, 等. 新生儿先天性心脏病外科手术中延迟关胸的危险因素分析[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2015, 22(9): 821-825.
- [23] HURTADO-SIERRA D, CALDERÓN-COLMENERO J, CURI-CURI P, et al. Outcomes of delayed sternal closure in pediatric heart surgery: single-center experience[J]. Biomed Res Int, 2018, 2018: 3742362.
- [24] ZHENG G L, WANG J, CHEN P L, et al. Epidemiological characteristics and trends in postoperative death in children with congenital heart disease (CHD): a single-center retrospective study from 2005 to 2020[J]. J Cardiothorac Surg, 2023, 18(1): 165.
- [25] 屈林, 王志斌, 龚鱼涓, 等. 体外循环条件下心肌损伤保护策略的研究进展[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(7): 1243-1246.
- [26] 叶明棠, 莫绪明, 丁培成, 等. 胶体渗透压对婴儿体外循环术后恢复的影响[J]. 中华小儿外科杂志, 2024, 45(8): 697-703.
- [27] 李晓峰, 庄建, 陈寄梅, 等. 完全性大动脉转位新生儿大动脉调转术后延迟关胸的病例对照研究[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2018, 25(10): 834-838.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 比拉力·排祖拉, 迪娜·努尔兰, 何丽芸, 等. 婴儿先天性心脏病术中延迟关胸的危险因素分析[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(7): 1-7.

Cite this article as: BILALI P, DINA N, HE L Y, et al. Analysis of risk factors of congenital heart disease intraoperative delayed sternal closure in infants[J]. China Journal of Modern Medicine, 2025, 35(7): 1-7.