

儿童体外循环手术压力性损伤发生风险因素及预测模型构建

阳波, 滕思思

作者单位: 410007 长沙, 中南大学湘雅医学院附属儿童医院(湖南省儿童医院)麻醉手术科

作者简介: 阳波(1997—), 女, 护师。研究方向: 手术护理

通信作者: 滕思思, E-mail: 332184221@qq.com

【摘要】 目的 通过对儿童体外循环手术压力性损伤的现状进行调查, 构建一个预测模型, 以便更好地理解并预测发生压力性损伤的风险。**方法** 回顾性分析 2021 年 7 月至 2023 年 12 月湖南省儿童医院收治的儿童体外循环手术压力性损伤的相关数据, 进行现状调查并构建预测模型。**结果** 最终本研究共纳入研究对象 283 例, 其中 59 例发生了压力性损伤, 发生率为 20.8%。性别、术前 Braden 评分、麻醉分级以及术中出血为儿童体外循环手术压力性损伤发生的影响因素($P < 0.05$)。预测模型: $\text{Logit}(P) = -1.383 + 1.403 \times \text{性别} + 1.149 \times \text{麻醉分级} - 1.537 \times \text{术前 Braden 评分} + 0.770 \times \text{术中出血量}$, 其灵敏度为 0.749, 特异度为 0.832。**结论** 儿童体外循环手术压力性损伤发生率较高, 且受性别、术前 Braden 评分、麻醉分级以及术中出血量 4 个因素影响。基于以上 4 个危险因素构建的风险预测模型效果良好, 可以为临床筛选儿童体外循环手术压力性损伤高危患儿。

【关键词】 手术压力性损伤; 体外循环; 预测模型构建; 儿童

doi: 10.3969/j.issn.1674-3865.2024.06.013

【中图分类号】 R614 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1674-3865(2024)06-0521-05

Risk factors and prediction model for pressure injury in children undergoing extracorporeal circulation surgery

YANG Bo, TENG Sisi

The Affiliated Children's Hospital of Xiangya School of Medicine, Central South University (Hunan Children's Hospital), Changsha 410007, China

Corresponding author: TENG Sisi, E-mail: 332184221@qq.com

【Abstract】 Objective To investigate the current situation of pressure injury in children undergoing extracorporeal circulation surgery and construct a prediction model to better understand and predict the risk of pressure injury. **Methods** The data of children with pressure injury during extracorporeal circulation surgery treated in Hunan Children's Hospital from July 2021 to December 2023 were retrospectively analyzed, and the current situation was investigated and a prediction model was established. **Results** A total of 283 subjects were included in this study, 59 of which had pressure injury, with an incidence of 20.8%. Gender, preoperative Braden score, anesthesia grade and intraoperative blood loss were the factors influencing the occurrence of pressure injury in children undergoing extracorporeal circulation ($P < 0.05$). Prediction model: $\text{Logit}(P) = -1.383 + 1.403 \times \text{gender} + 1.149 \times \text{anesthesia grade} - 1.537 \times \text{preoperative Braden score} + 0.770 \times \text{intraoperative blood loss}$; the sensitivity was 0.749 and specificity was 0.832. **Conclusion** The incidence of pressure injury in children undergoing extracorporeal circulation surgery is relatively high, and it is affected by four factors: gender, preoperative Braden score, anesthesia grade and intraoperative blood loss. The risk prediction model based on the above four risk factors has a good effect, which can be used for clinical screening of children at high risk of pressure injury during extracorporeal circulation surgery.

【Keywords】 Surgical pressure injury; Extracorporeal circulation; Prediction model construction; Child

儿童体外循环手术是一种关键且复杂的治疗方法,用于解决许多儿童骨髓、心脏和肺部等重大疾病。然而,尽管技术不断进步,儿童体外循环手术仍然存在一些潜在的风险和挑战。其中之一是手术过程中可能发生的压力性损伤。儿童手术患者在体外循环手术中面临的压力因素是多种多样的,这包括机械通气、血流动力学变化,以及手术操作带来的各种应激因素等。这些因素的综合作用可能导致儿童体外循环手术期间出现压力性损伤^[1-2],从而对患儿的预后产生不良影响^[3]。

为了减少儿童体外循环手术中的压力性损伤发生率,我们有必要对其发生现状进行深入调查和研究。通过了解目前儿童体外循环手术压力性损伤的发生情况^[4-5],可以帮助我们识别风险因素,优化手术方案,并采取预防措施,以降低患者的风险。因此,本研究的目的是通过对儿童体外循环手术压力性损伤的现状进行调查,构建一个预测模型,以便更好地理解 and 预测发生压力性损伤的风险。通过分析相关患者的临床资料和手术数据,我们期望能够确定与压力性损伤相关的因素,并建立针对不同患者群体的预测模型。

1 对象与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2021 年 7 月至 2023 年 12 月湖南省儿童医院收治的儿童体外循环手术压力性损伤的相关数据,进行现状调查并构建预测模型。

本研究经湖南省儿童医院伦理审查委员会审核通过(批号:HCHLL2024-61)。

1.2 纳入标准

(1)年龄 1 个月至 13 岁;(2)接受体外循环手术治疗的儿童患者,包括心脏手术、肺手术和骨髓移植手术等;(3)可获得完整临床资料;(4)患儿家属知情同意。

1.3 排除标准

(1)合并重大并发症(如心脏衰竭、多器官功能障碍综合征等)的患者;(2)合并其他手术并发症(如创伤、出血、感染等)的患者。

1.4 研究工具

1.4.1 一般信息调查表

年龄、性别、病情严重程度评分、手术类型、体外循环时间、机械通气情况、血流动力学变化、手术操作相关因素等。这些数据将从医疗记录、手术记录以及实验室检测结果中获取。

1.4.2 压力性损伤判断指标

采用 2016 年美国国家压疮咨询委员会(national

pressure ulcer advisory. panel, NPUAP)压疮专家组的压疮分期^[6]:1 期:完整皮肤的指压不变白红斑;2 期:皮肤的部分皮层缺失显露出真皮;3 期:全层皮肤缺失;4 期:全层皮肤和组织缺失。

1.5 资料提取与整理

通过访问医院或研究机构的医疗记录数据库获取儿童体外循环手术压力性损伤发生的相关数据。包括手术记录、护理记录、实验室检测结果等。我们将得到患儿的基本信息、手术类型、手术操作过程、手术后的监测数据以及其他临床信息。这些数据将为我们提供详细和全面的资料,用于分析和研究。根据研究目的,我们将选择并提取与研究课题相关的字段和变量。同时,我们将对数据进行整理和编码,以便后续的数据分析和模型构建。

1.6 统计学方法

使用 SPSS 分析数据。计算平均数、标准差以描述数据的集中趋势和分散程度。使用频数和百分比来描述各种特征的分布情况。等级资料采用秩和检验。单因素分析采用 χ^2 检验、 t 检验,多因素分析采用 Logistics 回归分析($P<0.05$)。自变量之间的多重共线性分析采用共线性诊断,计算方差膨胀因子;采用 Hosmer-Lemeshow 检验和受试者工作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线下面积(area under the curve, AUC)分别判断模型拟合优度和预测效果,使用约登指数确定风险预测模型最佳诊断阈值。

2 结果

2.1 调查对象基本情况

本研究共纳入研究对象 283 例,其中手术时间 1~11 h,平均(4.62±2.68)h;年龄 0~12 岁,平均(7.65±3.05)岁;压力性损伤发生率为 20.8%(59/283);压力性损伤分期:1 期 41 例,1 期和 2 期同时存在 8 例,2 期 10 例;压力性损伤发生部位(存在患儿出现 2 处及以上压力性损伤):枕部 16 例,耳郭 10 例,背部 13 例,肘部 9 例,骶尾部 8 例,小腿 4 例,足跟 12 例,其他 3 例。其余情况见表 1。

2.2 儿童体外循环手术压力性损伤发生风险单因素分析

数据显示,性别、术前 Braden 评分、麻醉分级以及术中出血为儿童体外循环手术压力性损伤发生的影响因素($P<0.05$),见表 2。

2.3 儿童体外循环手术压力性损伤发生风险预测模型构建

将单因素分析差异有统计学意义($P<0.05$)的变量纳入 Logistic 回归,自变量赋值方式见表 3。

表 1 调查对象基本信息 (n=283)

项目	频率(n)	构成比(%)	项目	频率(n)	构成比(%)
性别			手术类型		
男	200	70.7	心脏手术	162	57.2
女	83	29.3	胸部手术	82	29.0
术前 Braden 评分			腹部手术	39	13.8
正常	216	76.3	使用预防性敷料		
异常	67	23.7	使用	192	67.8
麻醉分级			未使用	91	32.2
Ⅲ~Ⅳ级	101	35.7	手术体位		
I~Ⅱ级	182	64.3	平卧位	162	57.2
术中出血			侧卧位	82	29.0
>300 mL	127	44.9	俯卧位	39	13.8
>200~300 mL	116	41.0	术中低体温		
100~200 mL	22	7.8	使用	192	67.8
<100 mL	18	6.4	未使用	91	32.2

表 2 儿童体外循环手术压力性损伤发生风险单因素分析 (n=283)

项目	发生组	未发生组	$t/\chi^2/z$	P	项目	发生组	未发生组	$t/\chi^2/z$	P
年龄	7.90±2.70	7.59±3.13	0.693	0.489	术中出血			-2.981	0.003
手术时间	4.46±2.71	4.66±2.83	-0.495	0.621	>300 mL	35(59.3)	92(41.1)		
性别			13.201	<0.001	>200~300 mL	22(37.3)	94(42.0)		
男	53(89.8)	147(65.6)			100~200 mL	1(1.7)	21(9.4)		
女	6(10.2)	77(34.4)			<100 mL	1(1.7)	17(7.6)		
术前 Braden 评分			14.422	<0.001	使用预防性敷料			0.900	0.343
正常	34(57.6)	182(81.3)			使用	37(62.7)	155(69.2)		
异常	25(42.4)	42(18.8)			未使用	22(37.3)	69(30.8)		
麻醉分级			18.139	<0.001	手术体位			1.913	0.384
Ⅲ~Ⅳ级	35(59.3)	66(29.5)			平卧位	37(62.7)	125(55.8)		
I~Ⅱ级	24(40.7)	158(70.5)			侧卧位	17(28.8)	65(29.0)		
手术类型			2.305	0.316	俯卧位	5(8.5)	34(15.2)		
心脏手术	37(62.7)	124(55.4)			术中低体温			0.776	0.378
胸部手术	17(28.8)	64(28.6)			使用	37(62.7)	154(68.8)		
腹部手术	5(8.5)	36(16.1)			未使用	22(37.3)	70(31.3)		

表 3 自变量赋值情况

自变量	赋值情况
性别	0=男,1=女
术前 Braden 评分	0=正常,1=异常
麻醉分级	0=Ⅲ~Ⅳ级,1=I~Ⅱ级
术中出血量	0=>300 mL,1=>200~300 mL,2=100~200 mL,3=<100 mL

表 4 儿童体外循环手术压力性损伤发生风险多因素分析

自变量	β	标准误	Wald χ^2	P	OR	95%CI
性别	1.403	0.481	8.503	0.004	4.065	1.584~10.435
术前 Braden 评分	-1.537	0.363	17.908	0.000	0.215	0.106~0.438
麻醉分级	1.149	0.334	11.826	0.001	3.155	1.639~6.072
术中出血量	0.770	0.262	8.665	0.003	2.160	1.293~3.607
常量	-1.383	0.830	2.776	0.096	0.251	

结果显示,性别、术前 Braden 评分、麻醉分级以及术中出血为儿童体外循环手术压力性损伤发生的影响因素,以上 4 个因素方差膨胀因子分别为 1.037,1.037,1.045,1.024,提示不存在多重共线性问题。Logit(P)=-1.383+1.403×性别+1.149×麻醉分级-1.537×术前 Braden 评分+0.770×术中出血量,见表 4。

模型验证结果显示, AUC 为 0.831, 95% CI (0.768, 0.889), $P<0.001$; 约登指数为 0.561, 灵敏度为 0.749, 特异度为 0.832。见图 1。

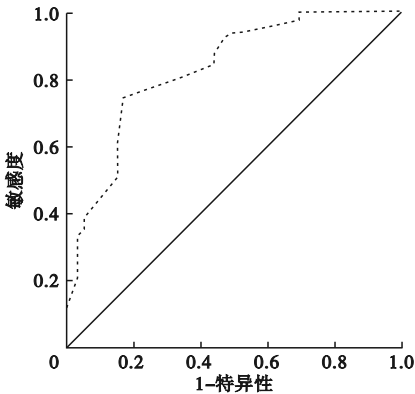


图 1 儿童体外循环手术压力性损伤发生风险预测模型 ROC 曲线

3 讨论

3.1 儿童体外循环手术压力性损伤发生率较高

数据显示, 调查对象压力性损伤发生率为 20.8%。该结果与陈沅等^[7]对心血管手术患者的调查结果(19.86%)相似。这说明儿童体外循环手术压力性损伤发生率较高。一种可能的原因是手术过程中的机械压力。体外循环手术过程中, 持续的机械压力可能对儿童身体造成损伤。这可能涉及到体外循环设备的选择和设置, 手术操作的技巧以及手术过程中的监测和干预措施。另一个原因可能是个体差异^[8-10]。每个儿童的生理状态、病情和手术需求都不同, 这意味着对于不同个体而言, 发生压力性损伤的风险也不同。可能有一些儿童存在某些潜在的风险因素, 如体质性疾病、先天性心脏病等, 这些因素可能增加了他们发生压力性损伤的风险^[11-12]。所以, 医护人员应定期评估和优化体外循环设备和手术操作, 确保符合儿童生理需求, 并采用优化技术, 最大程度减少对儿童身体的机械压力。在手术前, 对儿童进行风险评估, 并针对性地采取预防措施, 定期监测患儿的皮肤状况, 特别关注发生部位, 及时发现压力性损伤的早期征兆, 采取有效干预。压力性损伤发生部位中, 其中枕部 16 例, 耳郭 10 例, 背部 13 例, 足跟 12 例, 所以护士应特别针对枕部、耳郭、背部等多发部位采取重点预防措施, 如定期翻身、使用合适的护理垫和减压设备等。定期监测患儿的皮肤状况, 特别关注发生部位, 及时发现压力性损伤的早期征兆, 采取有效干预。

3.2 儿童体外循环手术压力性损伤受多种因素影响

男童手术压力性损伤发生率更高。分析其中原

因, 可能是因为女童和男童在解剖和生理上存在差异, 例如心肺功能、心脏结构等方面。这些差异可能导致男童更容易受到手术过程中的机械压力和损伤。然而具体原因仍待进一步开展研究进行探索。但是, 这也提示应结合男童皮肤特性, 采取更加细致和频繁的皮肤评估和护理, 特别关注摩擦和压力的减轻, 以及保持皮肤湿润^[13-14]。

术前 Braden 评分显示存在压力性损伤风险的患儿手术压力性损伤发生率更高。该结果与王震等^[15]研究结果一致。这提示应对患儿进行充分术前压力性损伤评估。在术前评估中, 不仅要考虑 Braden 评分, 还要综合考虑其他潜在的风险因素。这包括术前的临床评估, 如疾病的严重程度、患儿的全面状况等。综合评估能够更全面地了解患儿的压力性损伤风险, 并制定个体化的护理计划。根据综合评估的结果^[16-17], 选择适当的床位类型和床位表面, 以减少患儿的压力性损伤风险。同时, 制定个体化的护理计划, 包括定期更换体位, 加强皮肤护理, 减少时间上的压力。

麻醉分级较高的患儿手术压力性损伤发生率更高。该结果与孙晶等^[18]对产妇研究结果一致。究其原因, 麻醉分级较高的患儿可能需要更复杂的手术程序, 手术时间较长, 这会增加手术过程中患儿接受体外循环的时间, 进而增加了手术压力性损伤的发生风险。此外, 麻醉分级较高的患儿可能患有一些心脏疾病或其他器官功能不全, 这些因素可能导致患儿体外循环过程中心脏负荷增加, 增加了手术压力性损伤的风险。高级别麻醉可能会对患儿的循环系统产生一定影响, 导致循环功能不稳定, 容易发生血流动力学变化, 增加了手术压力性损伤的风险。因此, 术前进行详细的麻醉评估, 全面了解患儿的麻醉需求, 精确掌握麻醉药物的使用量和速度, 确保麻醉的平稳过程, 减少对循环系统的不良影响。对于麻醉等级高的患儿, 应定期评估患儿体位, 确保减少长时间对同一部位的压力, 使用合适的护理垫、垫褥等减压设备, 缓解皮肤受压。

术中出血量较多的患儿手术压力性损伤发生率更高。该结果与刘斐等^[19]研究结果一致。究其原因, 出血量的增加意味着失血导致患儿的血容量下降, 这可能导致循环系统的血流量减少和氧供减少, 增加了手术压力性损伤的风险。所以, 建议在手术前评估患儿的血容量状态, 血红蛋白水平和液体平衡情况。术前积极通过输血或输液等方式纠正低血容量状态, 保持患儿的足够血容量, 以降低手术压力性损伤的风险^[20]。

3.3 儿童体外循环手术压力性损伤发生风险预测模型具有较强科学性

本研究中 AUC 值为 0.831,95%CI 为(0.768, 0.889), $P<0.001$ 。AUC 是评估分类模型性能的重要指标,其值越接近于 1,表示模型的拟合优度越好。在这种情况下,AUC 值为 0.831 表明模型较好地适应了研究数据,具有较强的预测能力。

提供了模型在该最佳诊断界值下的灵敏度为 0.751 和特异度为 0.832。灵敏度和特异度是评估分类模型性能的两个重要指标。高灵敏度表示模型能够较好地识别出实际发生的压力性损伤,而高特异度表示模型能够较好地排除无压力性损伤的情况。在这个研究中,灵敏度为 0.751 和特异度为 0.832 表明该模型能够提供较好的预测准确性。

根据提供的数据,儿童体外循环手术压力性损伤发生风险预测模型具有较强的科学性。模型在拟合优度和预测效果方面表现出很好的性能,这为临床中的风险评估和预防措施提供了有力的科学依据。然而,进一步的验证和应用研究仍然是必要的,以确保模型的稳健性和实用性。

4 结论

儿童体外循环手术压力性损伤发生率较高,且受性别、术前 Braden 评分、麻醉分级以及术中出血量 4 个因素影响。该风险预测模型,基于以上 4 个危险因素构建,展现出了良好的效果,有助于在临床上识别出儿童体外循环手术压力性损伤高危患儿。

参考文献

[1] Gefen A,Creehan S,Black J. Critical biomechanical and clinical insights concerning tissue protection when positioning patients in the operating room:A scoping review[J]. Int Wound J,2020,17(5):1405-1423.

[2] Miller MW,Emeny RT,Snide JA,et al. Patient-specific factors associated with pressure injuries revealed by electronic health record analyses[J]. Health Informatics J,2020,26(1): 474-485.

[3] 高兴莲,郭莉,何丽,等. 术中获得性压力性损伤预防专家共识[J]. 护理学杂志,2023,38(1):44-47.

[4] Li N,Cui D,Shan L,et al. The prediction model for intraoperatively acquired pressure injuries in orthopedics based on the new risk factors;a real-world prospective observational, cross-sectional study[J]. Front Physiol,2023,14:1170564.

[5] Sving EBM,Gunningberg LAC,Bååth CB,et al. Using pressure mapping intraoperatively to prevent pressure ulcers-A quasi-experimental study[J]. Health Sci Rep,2023,6(2):e1112.

[6] Ayello EA,Sibbald RG. Report on NPUAP Session; Untang-

ling the Terminology of Unavoidable Pressure Injuries, Terminal Ulcers, and Skin Failure[J]. Adv Skin Wound Care, 2017,30(5):198.

[7] 陈沅,吴蓓雯,钱倩健,等. 心血管手术患者术中压力性损伤现状及相关因素研究[J]. 上海护理,2019,19(2):18-24.

[8] Chen Y,Wang W,Qian Q,et al. Comparison of four risk assessment scales in predicting the risk of intraoperative acquired pressure injury in adult surgical patients;a prospective study[J]. J Int Med Res,2023,51(10):3000605231207530.

[9] Wu Y,Jiang Z,Huang S,et al. Identification of Risk Factors for Intraoperative Acquired Pressure Injury in Patients Undergoing Neurosurgery: A Retrospective Single-Center Study [J]. Med Sci Monit,2021,27:e932340.

[10] Putowski Z,Krzych Ł,Czajka S. High intraoperative pulse pressure is a risk factor for postoperative acute kidney injury in a cohort of abdominal surgery patients; An exploratory study[J]. Adv Clin Exp Med,2022,31(5):511-517.

[11] Zhou Y,Liu L,Rong R,et al. Constructing nursing quality indicators for intraoperative acquired pressure injury in cancer patients based on guidelines [J]. Int J Qual Health Care, 2024,36(1):mzae001.

[12] Shi G,Jiang L,Liu P,et al. Using a Decision Tree Approach to Analyze Key Factors Influencing Intraoperative-Acquired Pressure Injury[J]. Adv Skin Wound Care,2023,36(11):591-597.

[13] Jin YX,Liu J,Shentu YQ,et al. Effect of "micromovement" in preventing intraoperative acquired pressure injuries among patients undergoing surgery in supine position[J]. Int Wound J, 2023,21(2):e14408.

[14] Chen H,Ren G,Guo X,et al. Construction and validation of a management model for intraoperatively acquired pressure injury based on PISETI theory[J]. Asian J Surg,2023,46(7): 2763-2764.

[15] 王震,张伟英. 小儿术中获得性压力性损伤影响因素分析及风险预测模型构建[J]. 护理研究,2022,36(13):2292-2297.

[16] Hou P,Xue H,Chang S,et al. Thermal preconditioning can reduce the incidence of intraoperatively acquired pressure injuries[J]. J Therm Biol,2023,115:103617.

[17] Özdemir ED,Uslu Y,Karabacak U,et al. Pressure injuries in the operating room;who are at risk[J]? J Wound Care,2023, 32(Sup7a):cxxxviii-cxxxvi.

[18] 孙晶,闫秋菊,姜梅,等. 高危孕产妇剖宫产术中获得性压力性损伤的高危因素分析[J]. 中国医学前沿杂志(电子版),2023, 15(6):47-51.

[19] 刘斐,王少玲,纪文博. 手术患者术中获得性压力性损伤的影响因素分析[J]. 齐鲁护理杂志,2022,28(22):78-81.

[20] Qu H,Tang X,Zeng W,et al. Risk factors and the nomogram model for intraoperatively acquired pressure injuries in children with brain tumours; A retrospective study [J]. Int Wound J,2023,20(6):2250-2259.