

儿童术中低体温列线图预测模型构建

季彬^{1,2}, 徐维虹², 陈航², 杨律成², 罗雯懿³, 沈南平³

摘要:**目的** 建立儿童术中低体温列线图预测模型,为术中儿童低体温评估与预防提供参考。**方法** 选取接受手术治疗的 1 086 例患儿,在医院病历系统中收集相关资料。采用 χ^2 检验、秩和检验和 logistic 回归分析确定影响因素,利用 R 软件绘制儿童术中低体温列线图预测模型。**结果** 儿童术中低体温发生率为 17.31%;年龄、术前体温 $\leq 36.9^{\circ}\text{C}$ 、血红蛋白 $\leq 118.5\text{ g/L}$ 、禁食时间 $\geq 6\text{ h}$ 、麻醉时间 $>62.6\text{ min}$,是儿童术中低体温发生的独立影响因素。列线图预测儿童术中低体温风险的 ROC 曲线下面积为 0.698(95%CI:0.598~0.789)。**结论** 儿童术中低体温发生率较高,应用列线图模型可快速预测低体温发生概率,及时采取针对性干预,保障患儿手术安全。

关键词: 儿童; 低体温; 危险因素; 列线图; 预测模型; 血红蛋白; 禁食时间; 麻醉时间

中图分类号: R472.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2022.01.039

A nomogram model to predict intraoperative hypothermia in children Ji Bin, Xu Weihong, Chen Hang, Yang Lvcheng, Luo Wenyi, Shen Nanping. Nursing School of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200025, China

Abstract: **Objective** To develop a nomogram model to predict intraoperative hypothermia in children, and to provide reference for assessment and prophylaxis of hypothermia during surgery in pediatric patients. **Methods** A total of 1 086 children undergoing surgical treatment were included in this study and their data were collected through medical records. Chi-square test, Wilcoxon rank sum test and logistic regression analysis were performed to determine the risk factors, then R software was utilized to develop a nomogram prediction model. **Results** The incidence of hypothermia during surgery was 17.31%. Age, preoperative body temperature ≤ 36.9 degrees, hemoglobin $\leq 118.5\text{ g/L}$, fasting duration $\geq 6\text{ h}$, and anesthesia duration $>62.6\text{ min}$ were independent risk factors for intraoperative hypothermia. An area under ROC curve in our nomogram reached 0.698(95%CI:0.598—0.789). **Conclusion** The prevalence of hypothermia during surgery in children was relatively high, and our nomogram could predict the probability of hypothermia, thus to help medical staff take targeted interventions and ensure safety of children.

Key words: children; hypothermia; riskfactor; nomogram; prediction model; hemoglobin; fasting duration; anesthesia duration

低体温是手术患者围手术期最常见的生理异常现象。有文献报道,外科手术患者低体温发生率达 50%~90%^[1]。儿童因生长发育特点有所不同,特别是在手术治疗期间,体温过低因素有其特殊性^[2],为围手术期低体温的高危人群。研究发现,低体温能减少血液流向肝脏和肾脏,降低麻醉药的代谢和排泄,延缓患者的麻醉恢复时间,增加手术部位感染、出血和寒战的风险^[3]。因此,早期预测低体温发生具有重要意义。成人术中低体温发生的危险因素及预测模型已有报道^[4],本研究探讨儿童术中低体温的危险因素并建立预测模型,为术中儿童低体温评估与预防提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2019 年 1~8 月在上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心接受手术治疗的患

儿为研究对象。纳入标准:年龄 ≤ 18 岁,诊断时无严重并发症,非心脏手术治疗,手术时间 $\geq 30\text{ min}$ 。排除标准:急诊手术;拒绝签署知情同意书;未接受手术治疗,包括手术前放弃治疗并要求出院者。共纳入 1 086 例,男 702 例,女 384 例;年龄最小 1 个月,最大 18 岁,中位年龄 3.0(1.2,7.1)岁。

1.2 方法

1.2.1 数据收集方法 自制儿童手术资料收集表,在医院病历系统中回顾性收集研究对象的一般资料(性别、年龄、身高、体质量、心率、血压、ASA 分级),实验室指标(血红蛋白、血小板、丙氨酸转移酶、冬氨酸转移酶)以及手术室监测指标(禁食时间、手术科室、麻醉时间、手术时间、手术室室温、术前基础体温、术中出血量、术中补液量)。本研究参照《手术室护理实践指南(2020 版)》^[5],将手术开始至结束阶段记录的直肠温小于 36°C 作为发生低体温事件的标准。

1.2.2 统计学方法 采用 SPSS22.0 软件进行统计分析。 χ^2 检验、Mann-Whitney U 检验进行单因素分析。使用 ROC 曲线确定连续型变量最佳临界值,以此构建变量的分类指标,进一步采用 logistic 回归分析(逐步回归法)进行多因素分析,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。利用 R 软件绘制儿童术中低体温列线图预测

作者单位:1. 上海交通大学护理学院(上海,200025);上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心 2. 手术室 3. 护理部
季彬:男,硕士在读,主管护师
通信作者:沈南平,shennanping@scmc.com.cn
科研项目:上海交通大学医学院科技基金项目(Jyhz2002);护理高原学科建设百人计划(Hlgy1853qnbb)
收稿:2021-08-10;修回:2021-10-14

模型。

2 结果

2.1 儿童术中低体温发生率 1 086 例手术患儿中,发生术中低体温 188 例,发生率为 17.31%。

2.2 儿童术中低体温单因素分析

2.2.1 不同特征儿童术中低体温发生率比较有统计学意义的项目 见表 1。

表 1 不同特征儿童术中低体温发生率比较有统计学意义的项目

项目	例数	非低体温组 (例)	低体温组 (例)	χ^2	P
年龄(岁)				25.422	0.000
0~	248	189	59		
1~	520	453	67		
6~	233	197	36		
12~18	85	59	26		
科室				20.356	0.000
骨科	326	255	71		
泌尿外科	295	260	35		
普外科	296	256	40		
神经外科	169	127	42		
ASA 分级				15.041	0.002
I	305	273	32		
II	572	463	109		
III	196	152	44		
IV	13	10	3		

表 2 低体温组与非低体温组实验室及手术室监测指标比较有统计学意义的项目 $M(P_{25}, P_{75})$

组别	例数	术前体温(℃)	舒张压(mmHg)	血红蛋白(g/L)	出血量(mL)	禁食时间(h)	手术时间(h)	麻醉时间(min)
非低体温组	898	36.8(36.5,37.1)	56.0(52.0,62.0)	125.0(118.0,132.0)	2.0(1.0,5.0)	6.3(6.0,6.6)	1.0(0.8,2.0)	70.0(45.0,125.0)
低体温组	188	36.7(36.5,37.0)	56.0(50.0,62.0)	123.0(115.0,130.0)	3.0(1.0,15.0)	6.4(6.0,6.6)	1.8(1.0,3.0)	95.0(65.0,160.0)
Z		2.362	0.042	0.011	4.002	2.550	4.936	4.549
P		0.018	0.042	0.011	0.000	0.011	0.000	0.000

表 3 儿童术中低体温影响因素的 logistic 回归分析结果

	β	SE	Wald χ^2	P	OR(95%CI)
年龄(岁)					
<1	0.517	0.222	5.423	0.020	1.677(1.086,2.590)
6~	0.259	0.234	1.225	0.268	1.296(0.819,2.052)
12~18	1.053	0.294	12.828	0.000	2.866(1.611,5.101)
术前体温>36.9℃	-0.801	0.184	18.951	0.000	0.449(0.313,0.645)
血红蛋白>118.5 g/L	-0.531	0.195	7.415	0.006	0.588(0.401,0.862)
禁食时间≥6 h	0.574	0.188	9.322	0.002	1.776(1.230,2.565)
麻醉时间>62.5 min	0.842	0.196	18.455	0.000	2.321(1.579,3.412)

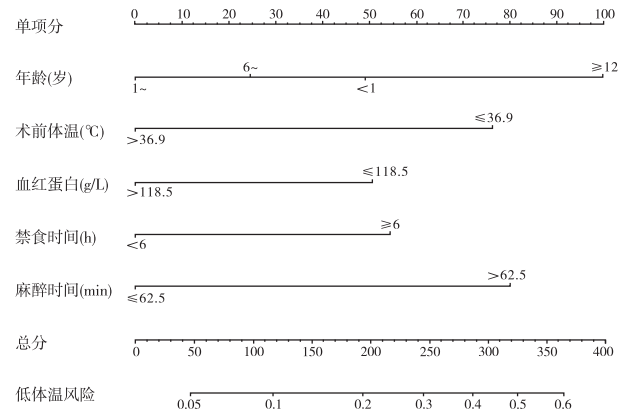


图 1 儿童术中低体温的列线图预测模型

2.2.2 低体温组与非低体温组实验室及手术室监测指标比较有统计学意义的项目 见表 2。

2.2 儿童术中低体温危险因素的多因素分析 为方便临床统计分析及医护人员使用,将单因素分析中差异有统计学意义的连续型变量转变为分类变量,通过 ROC 曲线确定各变量的最佳截断值(术前体温 36.9℃,血红蛋白 118.5 g/L,禁食时间 6 h,麻醉时间 62.5 min,手术时间 1.35 h,舒张压 56 mmHg,出血量 5 mL 为最佳截断值)。以术中低体温为因变量(未发生=0,发生=1),单因素分析中有统计学意义的变量为自变量(年龄以 1~岁为对照设置哑变量,科室以骨科为对照设置哑变量,其余变量以截断值分类),进行多因素 logistic 回归分析,结果见表 3。

2.3 儿童术中低体温列线图模型 以年龄、术前体温、血红蛋白、禁食时间、麻醉时间绘制列线图,见图 1。列线图总体预测值范围为 0.05~0.60。例如,年龄大于 12 岁,术前体温 36.4℃,血红蛋白 99 g/L,术前禁食 7 h,麻醉持续时间 90 min 的患儿;则特征分值分别约为 100 分,76 分,52 分,55 分,80 分,累加总分为 363 分,该总分通过垂直线向下在危险值线上对应的低体温风险发生概率约为 60%。列线图预测儿童术中低体温风险的 ROC 曲线下面积为 0.698,95%CI 为 0.598~0.789。

3 讨论

3.1 儿童围术期低体温对手术预后的影响 在手术患儿围术期管理中,低体温始终是临床一个巨大的挑战^[6]。美国麻醉护士协会认为,核心温度低于 36℃会增加患者并发症发生率和病死率^[7]。研究指出,并发症包括术后凝血功能障碍,心血管和脑血管意外,麻醉苏醒延迟,免疫功能下降,感染风险增加等^[4]。与成人相比,儿童尚处于发育阶段,低体温患儿更容易发生不良反应,如出凝血功能障碍,如果得不到足够的重视,可能会引起弥漫性血管内凝血,从而导致儿童死亡^[8]。研究显示,非计划性低体温已经是发达国家儿童死亡的主要原因之一,病死率达到 20%~80%^[9]。因此,在手术前识别体温过低风险并予以纠正,有利于改善患儿的临床结局。

3.2 儿童围术期低体温及其独立危险因素 本研究中,儿童围术期低温发生率为 17.31%。高于 Kim 等^[10]在 2013 年进行的研究(基线发生率为 8.9%)。通过多因素 logistic 回归分析发现,年龄,术前体温≤36.9℃、血红蛋白≤118.5 g/L、禁食时间≥6 h、麻醉

时间>62.6 min 是儿童围术期低体温发生的独立影响因素。①年龄。黄一乐等^[11]研究指出,新生儿及婴儿相对更易发生低体温,本研究结果也进一步表明年龄小于 1 岁的患儿发生低体温的风险相对较高。同时,本研究发现 12~18 岁发生低体温的概率相对最高,与 Kim 等^[10]的研究相一致,该研究中 12~18 岁患儿低体温发生率达 60%。可能与医护人员倾向于更加关注年幼患儿的保温有关,具体原因尚待进一步探讨。②术前体温。研究指出,围术期体温是机体产热和散热的平衡,麻醉使患者机体产热的能力下降,体温通常会降低 1~2℃^[12]。体温过低最初是由于身体热量从核心到外周的内部重新分配,随后热量损失超过代谢产热。因此,术前足够的热量储备能降低核心与外周温度梯度,减少、甚至避免因热量再分布导致的体温降低。本研究显示术前基础体温≤36.9℃是术中低体温的危险因素。③术前血红蛋白。本研究发现血红蛋白值与低体温事件发生的风险相关。血红蛋白是机体运氧的主要载体。血红蛋白降低会使机体的运氧能力显著下降,使机体在代谢中不能充分利用有氧化产生充足 ATP。ATP 水解放出大量的能量,其中一部分是热能,人体因热能增加而体温升高。本次研究结果显示,术前血红蛋白含量≤118.5 g/L 为围术期低体温的危险因素。④禁食时间。本研究表明,禁食时间≥6 h 与发生术中低体温的风险相关。有研究指出,食物特殊动力效应提供人体约 10%的热量,禁食会降低食物特殊动力效应从而切断机体热量来源^[13]。医护人员应关注术前禁食计划,合理安排适当缩短禁食时间将有助于预防术中低体温的发生。⑤麻醉时间。孔亮等^[14]研究发现,麻醉时间是麻醉后恢复室期间低体温发生的独立危险因素。本研究同样表明麻醉时间>62.5 min 是儿童术中低体温的危险因素。已有研究证明,麻醉药物会抑制机体的体温调节中枢,使患者的体核温度向外周扩散^[10]。此外,麻醉时间越长,意味着手术切口暴露在环境中的时间越长,体温流失的叠加效应会进一步放大^[15-16]。

3.3 列线图预测模型与 ROC 曲线下风险临界值临床意义 列线图模型可对多元回归分析结果可视化和图像化,便于直观预测某疾病发生风险^[17]。本研究筛选出的 5 项独立危险因素(年龄、术前体温、血红蛋白、禁食时间、麻醉时间)进行整合建立可视化的列线图模型,预测儿童术中低体温的 ROC 曲线下面积为 0.698,模型的预测效能尚可,医护人员可以根据每项危险因素的评分求和来预测儿童术中低体温的发生概率,甄别高风险人群,制订干预决策。本研究为回顾性的单中心研究,下一步将联合多中心,结合临床实践进一步验证完善预测儿童术中低体温风险的列线图模型。

参考文献:

[1] Moola S, Lockwood C. Effectiveness of strategies for the

management and/or prevention of hypothermia within the adult perioperative environment[J]. *Int J Evid Based Healthc*, 2011, 9(4):337-345.

[2] Beedle S E, Phillips A, Wiggins S, et al. Preventing unplanned perioperative hypothermia in children [J]. *AORN J*, 2017, 105(2):170-183.

[3] Akers J L, Dupnick A C, Hillman E L, et al. Inadvertent perioperative hypothermia risks and postoperative complications: a retrospective study[J]. *AORN J*, 2019, 109(6):741-747.

[4] Yi J, Lei Y, Xu S, et al. Intraoperative hypothermia and its clinical outcomes in patients undergoing general anesthesia: national study in China[J]. *PLoS One*, 2017, 12(6):e0177221.

[5] 中华护理学会手术室护理专业委员会. 手术室护理实践指南(2020 版)[M]. 北京:人民卫生出版社, 2020:93.

[6] Engorn B M, Kahntroff S L, Frank K M, et al. Perioperative hypothermia in neonatal intensive care unit patients: effectiveness of a thermoregulation intervention and associated risk factors[J]. *Paediatr Anaesth*, 2017, 27(2):196-204.

[7] Hooper V D, Chard R, Clifford T, et al. ASPAN's evidence-based clinical practice guideline for the promotion of perioperative normothermia[J]. *J Perianesth Nurs*, 2009, 24(5):271-287.

[8] Trckova A, Stourac P. Influence of perioperative hypothermia on blood clotting in children[J]. *Bratisl Lek Listy*, 2018, 119(5):294-297.

[9] Mehrotra S, Misir A. Special traumatized populations: accidental hypothermia in children[J]. *Curr Pediatr Rev*, 2018, 14(1):28-33.

[10] Kim P, Taghon T, Fetzer M, et al. Perioperative hypothermia in the pediatric population: a quality improvement project[J]. *Am J Med Qual*, 2013, 28(5):400-406.

[11] 黄一乐, 胡文娟. 手术患者术中低体温危险因素评价指标体系的构建[J]. *中国实用护理杂志*, 2016, 32(35):2727-2730.

[12] Sessler D I. Perioperative thermoregulation and heat balance[J]. *Lancet*, 2016, 387(10038):2655-2664.

[13] Rasmussen L G, Larsen T M, Mortensen P K, et al. Effect on 24 h energy expenditure of a moderate-fat diet high in monounsaturated fatty acids compared with that of a low-fat, carbohydrate-rich diet: a 6-mo controlled dietary intervention trial[J]. *Am J Clin Nutr*, 2007, 85(4):1014-1022.

[14] 孙亮, 高倩, 王广, 等. 麻醉后恢复室期间全身麻醉患者发生低体温的影响因素[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(1):52-56.

[15] 王艳华, 许红霞. 开展品管圈活动降低患者术中低体温发生率[J]. *护理学杂志*, 2014, 29(18):47-48.

[16] 陈思宇, 薄禄龙, 徐文, 等. 全身麻醉患者苏醒室内低体温发生情况及危险因素研究[J]. *临床军医杂志*, 2019, 47(4):335-337, 341.

[17] 田甜, 景慧, 荆莉. 颈动脉支架植入术后谵妄风险列线图模型构建[J]. *护理学杂志*, 2021, 36(12):26-30.