

脑肿瘤切除手术患儿术中压力性损伤风险预测模型的构建

屈虹¹,唐绪容¹,周蓉¹,付绍川¹,曾炜¹,牟绍玉²

(1.重庆医科大学附属儿童医院 手术室,重庆 400014; 2.重庆医科大学 护理学院,重庆 400016)

【摘要】 目的 分析儿童脑肿瘤术中压力性损伤(intraoperatively acquired pressure injuries ,IAPIs)的危险因素,建立其风险列线图模型,为儿童脑肿瘤 IAPIs 预防策略提供依据。**方法** 收集 2019 年 8 月至 2021 年 2 月接受脑肿瘤手术治疗 460 例患儿临床资料。通过单因素和 Logistic 分析 IAPIs 发生风险因素,用 R 软件构建其列线图模型,利用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve,ROC)下面积判断列线图模型预测能力,并计算一致性指数(index of concordance,C-index)评价模型区分度,绘制校准曲线评估预测结果与实际结果一致性。**结果** Logistic 分析显示:年龄、术中出血、术中体温、术中使用升压药、手术时间是 IAPIs 独立危险因素(均 $P < 0.05$);ROC 提示列线图模型有较好区分度;内部验证 C-index 值为 0.956,外部验证 C-index 值为 0.981;校准曲线显示预测结果与实际结果之间有较好一致性。**结论** 本研究分析脑肿瘤切除手术患儿术中压力性损伤相关风险因素,构建列线图预测模型有较好预测价值,可为临床个体化预测儿童脑肿瘤手术中 IAPIs 发生风险提供参考。

【关键词】 脑肿瘤;压力性损伤;护理;手术;列线图

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2023.04.005

【中图分类号】 R473.72 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2023)04-0019-05

Construction of Risk Prediction Model of Intraoperatively Acquired Pressure Injuries in Children Undergoing Brain Tumor Resection

QU Hong¹, TANG Xurong¹, ZHOU Rong¹, FU Shaochuan¹, ZENG Wei¹, MOU Shaoyu² (1. Operating Room, Children's Hospital Affiliated to Chongqing Medical University, Chongqing 400014, China; 2. School of Nursing, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

Corresponding author: MOU Shaoyu, Tel: 023-89012797

【Abstract】 Objective To analyze the risk factors of intraoperatively acquired pressure injuries (IAPIs) in children undergoing brain tumor resection and establish a risk prediction model. **Methods** From August 2019 to February 2021, clinic data of 460 children undergoing brain tumor resection were enrolled. The risk factors of IAPIs were analyzed by single factor and Logistic analysis, and the nomogram model was constructed by R software. The predictive ability of the nomogram model was judged by the area under receiver operating characteristic curve (ROC), and the model differentiation was evaluated by the consistency index (C-index). A calibration curve was drawn to evaluate the consistency between the predicted results and the actual results. **Results** Logistic analysis showed that age, intraoperative bleeding, intraoperative body temperature, intraoperative use of pressors and operative time were independent risk factors for IAPIs (all $P < 0.05$). ROC suggested that the line graph model had good differentiation. The C-index value of internal verification was 0.956, and the C-index value of external verification was 0.981. The calibration curve showed a good agreement between the predicted results and the actual results. **Conclusions** The analysis of related risk factors of IAPIs and the construction of a nomogram prediction model in this study are of good predictive value, which can provide reference for individualized clinical prediction of the risk of pressure injury during pediatric brain tumor surgery.

【Key words】 brain tumor; pressure injury; nursing care; operation; nomogram

[Mil Nurs, 2023, 40(04): 19-23]

【收稿日期】 2022-08-22 **【修回日期】** 2023-02-16

【基金项目】 重庆医科大学附属儿童医院护理院级科研项目 (CHCQMU2019.12)

【作者简介】 屈虹, 硕士在读, 主管护师, 电话: 023-63632143

【通信作者】 牟绍玉, 电话: 023-89012797

压力性损伤是有或无剪切的压力引起的皮肤和/或底层组织的局部损伤,通常发生在骨突出部位或与使用医疗设备相关^[1-2]。手术获得性压力性损伤(intraoperatively acquired pressure injuries , IA-

PIs)是指在术后几小时至术后6 d内发生的压力性损伤^[3]。研究^[3-4]发现,手术患者是压力性损伤的高危人群,其发生率为2.5%~66.0%。目前,关于成人的压力性损伤研究较多,而对于儿童压力性损伤报道相对较少^[5]。儿童压力性损伤的护理是一个极具挑战的问题,因为儿童皮肤具有比成人皮肤更薄、细胞更小、表皮与真皮之间缺乏连接等特征。因此,通过成人压力性损伤的研究数据来推断儿童压力性损伤需要非常谨慎^[6-7]。儿童脑肿瘤切除因手术复杂、手术时间长和术中出血多、术中需持续保持特殊手术体位等原因,IAPIs发生率较其他手术更高,但国内外针对儿童脑肿瘤切除手术IAPIs相关研究报道尚少。本研究通过回顾性分析,探究了儿童脑肿瘤切除术IAPIs发生的特征和相关危险因素,构建并验证个体化预测风险模型,为准确识别高风险患儿和制订相应预防策略提供了一定的参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 便利抽样法选取2019年8月至2021年2月在某三级甲等儿童专科医院接受脑肿瘤切除术的460例患儿为研究对象。按照随机原则,分入到建模组307例,验证组153例。纳入标准:(1)≤18周岁;(2)接受脑肿瘤切除手术;(3)术后病理诊断为脑肿瘤。排除标准:(1)术前已有压力性损伤;(2)患有皮肤病影响皮肤观察者。本研究已通过医院伦理委员会审批[(2022)年伦审(研)第(56)号],研究对象均自愿参与本研究。

1.2 方法

1.2.1 研究工具

1.2.1.1 脑肿瘤切除术患儿一般资料及IAPIs发生情况调查 参照压力性损伤相关文献^[2,8-11],采用回顾性分析方法,自行设计临床资料收集表,包含:(1)一般资料:年龄、性别、主要诊断、手术名称、是否发生压力性损伤和压力性损伤分期和部位。(2)可能与压力性损伤相关的风险因素:体重、Braden-Q评分;术前血清白蛋白、血红蛋白、血清钾、血清钠,手术体位、手术时间;术中体温、低血压、出血量、升压药使用、乳酸值、氧分压值(partial pressure of oxygen,PO₂)和二氧化碳分压值(partial pressure of carbon dioxide,PCO₂)。其中,患儿体重以WHO标准体重为判定标准;Braden-Q评分以术前访视的评分为准,术前检查结果以术前最后一次为准。术中体温和血压通过手术麻醉信息系统5 min自动采集1次。手术体位分为平卧位和俯卧位(包含右侧或左侧俯卧位);术中低血压是指低于该患儿对应年龄正常值的20 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),且维持时间大于20 min^[12];术中体温异常指体温<36℃和/或体温>38℃,维持

时间大于30 min^[3];术中出血量评估是通过患儿体重计算出患儿总血容量(儿童血容量以体重8%计算),再根据术中出血量占总血容量的百分比值判定^[12];术中使用升压药包含使用多巴胺和/或去甲肾上腺素。

1.2.1.2 IAPIs判定方法 压力性损伤判定标准采用2016年美国压力性损伤顾问小组(National Pressure Ulcer Advisory Panel, NPUAP)制订的诊断标准^[8]。本研究从设计、实施、资料收集等方面采取了严格质量控制,对收集数据的护士进行了统一培训。

1.2.2 研究的质量控制 本研究为了排除其它因素对IAPIs的影响,只纳入在术中发生压力性损伤的病例,手术结束后护士立即评估患儿受压部位皮肤情况,若发生IAPIs,在医院办公自动化(office automation,OA)系统按不良事件上报。

1.2.3 统计学处理 采用SPSS 24.0软件进行统计学分析。计数资料用频数、构成比描述,组间比较采用 χ^2 或Fisher检验;计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 描述,组间比较采用 t 检验。采用多因素Logistic回归分析进行独立影响因素的筛选。采用R软件(R3.6),建立IAPIs列线图风险模型。采用H-L检验验证模型拟合度,计算列线图风险模型受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve,ROC)下面积(area under curve,AUC),评估列线图模型区分度。绘制校准曲线评估预测结果与实际结果的一致性。分别通过内部验证和外部验证的一致性指数(index of concordance,C-index)来评估列线图模型的准确度。采用双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 脑肿瘤切除术患儿IAPIs的特征 本研究建模组纳入307例脑肿瘤手术患儿,发生IAPIs共计32例,发生率为10.4%,其中男18例(56.3%),女14例(43.8%),年龄8~173个月,年龄中位数为34.7个月。IAPIs分期及数量:1期19例,1期和2期同时存在13例;有1处损伤的14例,2处损伤的14例,3处损伤的4例。IAPIs发生部位:(1)头部:颞部11例、前额8例、枕部6例,耳廓5例;(2)胸部:胸骨处4例,锁骨处2例;(3)上肢:肘部2例;(4)下肢:髌前上棘8例,骶尾部2例,小腿4例,足跟2例。验证组纳入153例患儿,其中男81例(52.9%),女72例(47.1%),年龄中位数35.6个月。发生IAPIs共计15例,发生率为9.8%。建模组和验证组的性别、年龄差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.2 脑肿瘤切除术患儿IAPIs发生的单因素分析 将建模组307例脑肿瘤手术患儿分为IAPIs发生组与未发生组,结果显示两组患儿在年龄、手术体

位、手术时间、术中出血、术中体温和术中使用升压药方面差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),见表 1。

表 1 脑肿瘤切除手术患儿 IAPIs 的单因素分析

项 目	IAPIs 组 (n=32)	无 IAPIs 组 (n=275)	χ^2 或 t	P
性别[n(%)]			0.373	0.541
男	18(56.3)	139(50.5)		
女	14(43.8)	136(49.5)		
年龄[岁,n(%)]			13.981	<0.001
>3	7(21.9)	156(56.7)		
≤3	25(78.1)	119(43.3)		
体重[n(%)]			1.436	0.231
≥WHO 儿童标准体重	14(43.8)	151(54.9)		
<WHO 儿童标准体重	18(56.3)	124(45.1)		
手术体位[n(%)]			8.361	0.004
平卧位	8(25.0)	143(52.0)		
俯卧位	24(75.0)	132(48.0)		
术中出血[n(%)]			26.198	<0.001
≤总血容量的 20%	10(31.2)	206(74.9)		
>总血容量的 20%	22(68.8)	69(25.1)		
术中体温[n(%)]			17.548	<0.001
正常	12(37.5)	202(73.5)		
异常	20(62.5)	73(26.5)		
术中低血压[n(%)]			0.079	0.778
无	23(71.9)	204(74.2)		
有	9(28.1)	71(25.8)		
术中升压药[n(%)]			38.589	<0.001
未使用	12(37.5)	232(84.4)		
使用	20(62.5)	43(15.6)		
手术时间($t/h, \bar{x} \pm s$)	9.1 ± 2.7	5.8 ± 1.3	8.265	<0.001
BradenQ 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	13.8 ± 2.3	14.9 ± 2.8	-1.620	0.130
血清白蛋白浓度 ($\rho_B/g \cdot L^{-1}, \bar{x} \pm s$)	43.9 ± 3.2	43.4 ± 3.1	0.492	0.634
血红蛋白浓度 ($\rho_B/g \cdot L^{-1}, \bar{x} \pm s$)	128.0 ± 10.7	125.7 ± 9.9	0.790	0.420
血清钾值 ($C_B/mm\text{mol} \cdot L^{-1}, \bar{x} \pm s$)	4.4 ± 0.2	4.3 ± 0.3	0.680	0.510
血清钠值 ($C_B/mm\text{mol} \cdot L^{-1}, \bar{x} \pm s$)	137.2 ± 5.7	141.3 ± 5.2	-0.650	0.630
乳酸值 ($C_B/mm\text{mol} \cdot L^{-1}, \bar{x} \pm s$)	0.9 ± 0.5	0.8 ± 0.4	0.720	0.580
PO ₂ ($P/mm\text{Hg}, \bar{x} \pm s$)	227.8 ± 69.1	258.8 ± 85.3	-1.110	0.330
PCO ₂ ($P/mm\text{Hg}, \bar{x} \pm s$)	32.9 ± 5.8	33.6 ± 4.8	-0.470	0.820

2.3 脑肿瘤切除手术患儿 IAPIs 发生的多因素 Logistic 回归分析 以是否发生 IAPIs 为因变量,将单因素分析结果差异有统计学意义的 6 个影响因素(年龄、手术体位、手术时间、术中出血、术中体温和术中使用升压药)为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示年龄、手术时间、术中出血和术中手术使用升压药是独立影响因素,其中年龄是脑肿瘤手术患儿 IAPIs 保护因素($P < 0.05$),见表 2。

2.4 脑肿瘤切除手术患儿 IAPIs 列线图模型的建立 依据 Logistic 回归分析结果,将 6 个自变量导入 R 软件绘制列线图预测模型,见图 1。列线图模型显示:年龄 > 3 岁为 0 分、≤ 3 岁为 28 分;手术平卧位为 0 分、俯卧位为 12 分;手术时间 3 h 为 0 分,在此基础上每增加 1 h,得分增加 6.7 分;术中出血

量 ≤ 总血量 20% 为 0 分、> 总血量 20% 为 17 分;术中体温正常为 0 分、异常为 19 分;术中未使用升压药为 0 分、使用为 22 分。每个变量对应列线图变量轴上相应点,以该点做变量轴的垂直线对应评分标尺,得到该变量的得分,再对各变量的得分求和,并得出总分。总分对应压力性损伤风险轴上的点,即为患者相应的损伤发生风险。

表 2 脑肿瘤患儿 IAPIs 发生的多因素 Logistic 回归分析

变 量	b	Sb	Wald χ^2	P
常数项	-10.759	1.730	38.670	<0.001
年龄	-3.100	0.916	11.442	0.001
体位	0.988	0.688	2.064	0.151
术中出血	1.714	0.689	6.214	0.013
术中体温	1.881	0.910	4.275	0.039
术中升压药	1.951	0.748	6.796	0.009
手术时间	0.909	0.223	16.658	<0.001

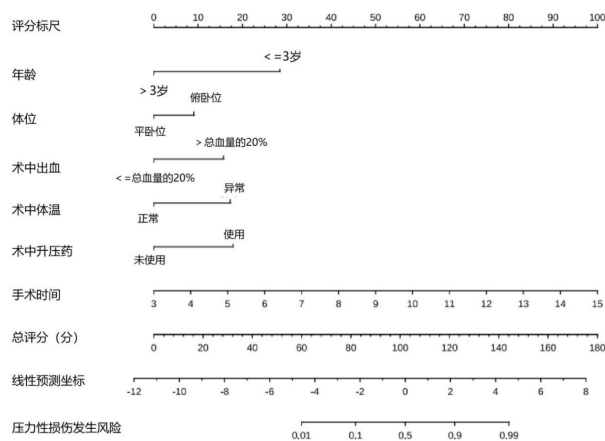


图 1 脑肿瘤患儿 IAPIs 风险预测列线图模型

2.5 脑肿瘤切除手术患儿 IAPIs 列线图模型的验证 绘制预测脑肿瘤手术患儿 IAPIs 列线图模型的 ROC 曲线,评估列线图模型区分度, AUC 为 0.968 (95% CI: 0.947~0.989),表示该模型有较好的区分度,见图 2。约登指数为 0.76 时,其对应的截断值为 0.352,灵敏度为 0.938,特异度为 0.822。H-L 拟合优度检验($\chi^2 = 0.537, P = 0.764$)提示,模型拟合度良好。校准曲线为斜率接近 1 的直线,表明该列线图模型预测脑肿瘤手术患儿 IAPIs 发生率与实际结果一致性良好,见图 3。随后采用验证组数据对模型进行外部验证,ROC 曲线下面积为 0.961 (95% CI: 0.956~0.985),C-index 值为 0.981,进一步证明该模型在预测 IAPIs 发生风险有较好的区分度和准确度。

3 讨论

3.1 脑肿瘤切除手术患儿 IAPIs 具有发生率高、头

部和下肢占比高的特点 IAPIs 易延长患者住院时间、增加并发症发生率等^[1,13]。已有多项研究^[3,8]表明,手术患者因麻醉、长时间被动体位、医疗器械使用和机体内环境变化等因素,导致其 IAPIs 发生率显著高于非手术患者。因此,IAPIs 已为评估手术室护理质量敏感指标之一。本研究发现,脑肿瘤切除手术患儿 IAPIs 具有发生率高、头部和下肢占比高、1 期和 2 期及多处损伤同时存在的特点。这可能与儿童解剖生理特点及手术特殊体位要求有关。儿童皮肤薄,脑肿瘤手术体位以俯卧位居多(50.8%),俯卧位使头面部更易受压,下肢血液回流缓慢,加之体位固定用物的使用较多,较成人手术和儿童其他类型手术更易发生 IAPIs。

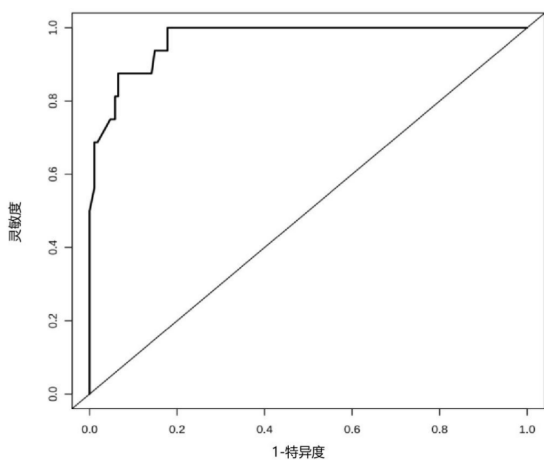


图 2 脑肿瘤患儿 IAPIs 列线图模型的 ROC 曲线

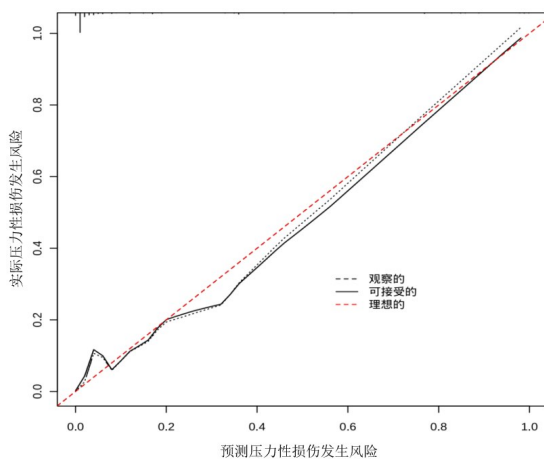


图 3 脑肿瘤患儿 IAPIs 列线图模型的校准曲线

3.2 脑肿瘤切除手术患儿 IAPIs 影响因素分析

3.2.1 年龄是儿童脑肿瘤切除 IAPIs 的最显著影响因素 Freundlich^[10]报道,儿童年龄越小发生 IAPIs 概率越大。本研究也提示,年龄是脑肿瘤手术患儿 IAPIs 保护因素($OR = 0.047$),年龄 ≤ 3 岁 IAPIs 发

生率明显高于年龄 > 3 岁患儿($P < 0.05$),这与婴幼儿肌肉更少,脂肪更多有一定关系。因此,手术室护士对婴幼儿期脑肿瘤手术患儿应予以更多关注。患儿进入手术室后就需及时采取预防 IAPIs 的措施,术中加强观察,及时排除风险因素,术后加强与病房护士交接班,以防止 IAPIs 的发生。

3.2.2 体温异常是儿童脑肿瘤切除 IAPIs 的独立危险因素 有研究^[2]报道,术中体温异常是 IAPIs 独立危险因素。本研究同样证实,术中体温 $< 36^{\circ}C$ 或 $> 38^{\circ}C$ 比体温正常者更易发生 IAPIs,术中体温异常成为 IAPIs 独立危险因素($OR = 6.561$)。脑肿瘤患儿术前常需中心静脉穿刺、建立多条外周静脉通路和有创动脉压监测等操作,身体局部暴露时间较长,开台前就容易发生低体温。因此,患儿进入手术室时应即刻采取保温保暖措施。同时,本研究还发现,脑肿瘤患儿术中容易发生体温明显波动,提示应关注脑肿瘤切除术中体温异常患者的 IAPIs 发生情况。可能与患儿体温中枢发育不成熟、脑肿瘤容易出现体温异常、手术敷料厚重、保温保暖时间长等因素有关。

3.2.3 血容量不足是儿童脑肿瘤切除 IAPIs 发生的重要影响因素 皮肤微循环障碍是 IAPIs 形成的最基本病理生理改变,术中大量出血、低血压使组织缺血缺氧,发生缺血再灌注性损伤,从而导致皮肤损伤^[8]。而儿童脑肿瘤切除手术大、出血多,使用血管活性药物的情况较常见,使 IAPIs 发生率增高。本研究证实,当术中出血量 $> 20\%$ 的 IAPIs 发生率高于术中出血量 $\leq 20\%$ 患儿($P < 0.05$),使用升压药是发生 IAPIs 的独立危险因素($OR = 7.034$),特别是使用去甲肾上腺素患儿,由于用药后皮肤小血管收缩,皮肤血流量进一步减少,更容易发生 IAPIs,这与既往研究^[6,9]结果一致。有研究^[2]表明,低血压是 IAPIs 的危险因素,但也有研究^[14]指出,在 ICU 和手术中患者低血压不是 IAPIs 危险因素,这与本研究发现是一致的,在脑肿瘤患儿 IAPIs 发生组与未发生组术中低血压差异无统计学意义($P > 0.05$),这可能与脑肿瘤患儿在术中发生低血压时,使用升压药维持循环稳定有关。由此,我们首次提出一个假说,脑肿瘤患儿因术中大量出血导致循环障碍,从而使用升压药维持循环稳定,这虽维持了全身循环稳定,却进一步加重了皮肤微循环障碍;当循环改善后,又会产生再灌注性损伤,最终导致 IAPIs 发生,这可能是儿童脑肿瘤手术 IAPIs 发生率高的重要因素。因此,对于术中出血较多并使用了升压药的脑肿瘤患儿,护士需加强患儿受压处皮肤的动态评估,及时采取相应的保护措施,预防 IAPIs 的发生。

3.2.4 体位和手术时间是 IAPIs 发生的常见影响因素。有研究^[2-3]报道,手术体位和手术时间均是 IAPIs 独立危险因素。本研究单因素分析显示,俯卧位脑肿瘤患儿 IAPIs 发生率显著高于平卧位($P < 0.05$),头部和下肢发生率更高,但多因素 Logistic 回归分析发现手术体位不是独立危险因素($P > 0.05$),这个可能与样本量较少或多种混杂因素影响相关。有研究^[2]表明,当手术时间超过 4 h,每延长 30 min,IAPIs 将增加 33%。本研究显示,脑肿瘤患儿手术时间均超过 3 h,也是发生 IAPIs 的独立危险因素($OR = 2.482$),且手术时间越长,发生 IAPIs 风险越高。因此,护士应加强对脑肿瘤手术患儿受压部位评估,必要时进行减压处理。

3.3 预测脑肿瘤患儿 IAPIs 发生风险列线图模型的建立和应用 IAPIs 形成并非单一因素造成,而是自身因素和其他外界混杂因素共同作用的结果。因术中 IAPIs 受外界影响因素更多,导致用目前针对压力性损伤评分标准很难对其精准预测。本研究结果显示,Braden-Q 评分难以预测脑肿瘤患儿 IAPIs 的发生;而目前国内外还缺乏相应的评估方法,因此,亟需一个精准、量化、简单实用的评估工具对脑肿瘤患儿 IAPIs 进行个体化预测,以便有效预防脑肿瘤患儿 IAPIs 发生。列线图模型具有将 Logistic 回归结果量化、图形化、可视化和简单化的特点,被证实具有良好的预测价值^[15-16]。本研究建立的预测脑肿瘤患儿 IAPIs 发生风险的列线图模型及动态列线图模型,可自动得出预测结果,极大方便了医护的使用(网址: <https://ml-cqmu.shinyapps.io/DynNomapp/>),经 Bootstrap 法内部验证和外部验证,H-L 拟合优度检验($P = 0.764$)和 ROC 曲线分析($AUC = 0.968$)表明,其准确度和区分度较好。可以帮助临床医护人员一目了然地进行风险因素量化评估,甄别每位患儿发生 IAPIs 风险,从而采取相应的预防措施。

4 小结

本研究采用回顾性分析方法,发现年龄、手术体位、术中体温、出血量及升压药使用情况、手术时间是儿童脑肿瘤切除术 IAPIs 的重要影响因素,基于以上因素构建的儿童脑肿瘤切除术 IAPIs 风险列线图模型具有较好的区分度和准确度,为早期识别和预防其风险发生提供了量化可行的测评工具。本研究不足在于,首先是回顾性研究,不可避免存在选择偏倚;其次,本研究在同一所医院完成,将研究结果推广到其他医院使用可能存在差异;最后本研究的阳性样本量偏少,可能会影响多因素 Logistic 回归分析结果。因此研究结论还需要前瞻性多中心的随

机对照研究进一步验证。

【参考文献】

- [1] National Pressure Ulcer Advisory Panel.NPUAP pressure injury stages[EB/OL]. [2022-06-24]. <https://www.npuap.org/resources/educational-and-clinical-resources/npuap-pressure-injury-stages/>.
- [2] GAO L, YANG L, LI X, et al. The use of a logistic regression model to develop a risk assessment of intraoperatively acquired pressure ulcer[J]. Clin Nurs, 2018, 27(15-16): 2984-2992.
- [3] XIONG C, GAO X, MA Q, et al. Risk factors for intraoperative pressure injuries in patients undergoing digestive surgery: a retrospective study[J]. Clin Nurs, 2019, 28(7-8): 1148-1155.
- [4] O'BRIEN D D, SHANKS A M, TALSMA A, et al. Intraoperative risk factors associated with post operative pressure ulcers in critically ill patients: a retrospective observational study[J]. Crit Care Med, 2014, 42(1): 40-47.
- [5] KRIESBERG LANGE C P, LITTLE J M, MOHR L, et al. Reducing pressure injuries in pediatric cardiac care unit: a quality improvement project[J]. J Wound Ostomy Continence Nurs, 2018, 45(6): 497-502.
- [6] COX J. Predictors of pressure ulcers in adult critical care patients[J]. Am J Crit Care, 2011, 20(5): 364-375.
- [7] 高兴莲, 郭莉. 术中获得性压力性损伤危险因素评估量表的编制及信效度检验[J]. 中华护理杂志, 2021, 56(4): 556-560.
- [8] MERVIS J S, PHILLIPS T J. Pressure ulcers: pathophysiology, epidemiology, risk factors and presentation[J]. Am Acad Dermatol, 2019, 81(4): 881-890.
- [9] HOOGENDOORN I, REENALDA J, KOOPMAN B, et al. The effect of pressure and shear on tissue viability of human skin in relation to the development of pressure ulcers: a systematic review[J]. J Tissue Viability, 2017, 26(3): 157-171.
- [10] FREUNDLICH K. Pressure injuries in medically complex children: a review[J/OL]. [2022-07-12]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5406684/>. DOI: 10.3390/children4040025.
- [11] BAZALINSKI D, MIDURA B, WOJCIK A, et al. Selected biochemical blood parameters and a risk of pressure ulcers in patients receiving treatment in intensive care units[J/OL]. [2022-07-12]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7922769/>. DOI: 10.3390/medicina57020177.
- [12] 孙轂, 沈颖, 黄国英. 小儿内科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2020: 9-22.
- [13] ZHANG H, MA Y, WANG Q, et al. Incidence and prevalence of pressure injuries in children patients: a systematic review and meta-analysis[J]. J Tissue Viability, 2022, 31(1): 142-151.
- [14] BARGOS-MUNARRIZ M, BERMUDEZ-PEREZ M, MARTINEZ-AIUNSO A M, et al. Prevention of pressure injuries in critically ill children: a preliminary evaluation[J]. J Tissue Viability, 2020, 29(4): 310-318.
- [15] 宋思平, 刘晓晴, 蒋琪霞. 压力性损伤风险预测模型的研究进展[J]. 中华护理杂志, 2020, 55(4): 628-631.
- [16] XU W, YU X, JIANG H, et al. A nomogram prediction of pressure injury in critical ill patients: a retrospective cohort study[J]. Int Wound J, 2022, 19(4): 826-833.

(本文编辑: 王园园)