

基于决策树法构建后路腰椎椎间融合术患者术中低体温发生风险的预测模型

梁晓霜,彭边,裴娟,毛莹莹,王雪莲

(南方医科大学第三附属医院 麻醉手术室,广东 广州 510630)

【摘要】 目的 构建预测后路腰椎椎间融合患者术中低体温发生风险的决策树模型。**方法** 2022 年 6—9 月,采用便利抽样法选取于某医院行后路腰椎椎间融合术的 102 例患者为研究对象,根据是否发生术中低体温将其分为低体温组($n=77$)和非低体温组($n=25$),使用单因素和多因素 Logistic 回归分析发生术中低体温的危险因素,并建立相关决策树预测模型。**结果** 体质质量指数(body mass index,BMI)较低、美国麻醉医生协会(American Society of Anesthesiologists,ASA)评分较高、入室体温较低、手术时间较长和出血量较多是后路腰椎椎间融合术患者术中低体温的独立危险因素(均 $P<0.05$);基于上述因素建立了预测后路腰椎椎间融合术患者术中低体温发生风险的决策树模型,模型验证结果显示,曲线下面积(area under curve,AUC)为 0.821(95%CI:0.798~0.844)。**结论** 基于影响因素构建的决策树模型,对后路腰椎椎间融合术患者术中低体温的发生风险具有良好的预测能力。

【关键词】 后路腰椎椎间融合术;术中低体温;危险因素;决策树

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2024.11.017

【中图分类号】 R473.6 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2024)11-0070-04

Risk Prediction Model of Intraoperative Hypothermia in Patients with Posterior Lumbar Interbody Fusion Based on Decision Tree Method

LIANG Xiaoshuang, PENG Bian, PEI Juan, MAO Yingying, WANG Xuelian (Anesthesia Operation Room, The Third Affiliated Hospital of Southern Medical University, Guangzhou 510630, Guangdong Province, China)

Corresponding author: WANG Xuelian, Tel: 020-62784470

【Abstract】 Objective To construct a decision tree model for predicting the risk of hypothermia during posterior lumbar interbody fusion. **Methods** Patients who underwent posterior lumbar interbody fusion in a hospital from June 2022 to September 2022 were selected as the study objects by convenience sampling method. They were divided into hypothermia group ($n=77$) and non-hypothermia group ($n=25$) according to whether intraoperative hypothermia occurred. Univariate and multivariate Logistic regression were used to analyze the risk factors of intraoperative hypothermia in posterior lumbar interbody fusion patients, and the correlation decision tree prediction model was established. **Results** Low Body Mass Index (BMI), high American Society of Anesthesiologists (ASA) score, low body temperature, long operation time and blood loss were independent risk factors for intraoperative hypothermia in posterior lumbar interbody fusion (all $P<0.05$). Based on these factors, a decision tree model was established to predict the risk of intraoperative hypothermia in patients undergoing posterior lumbar interbody fusion. The model validation results showed that the AUC was 0.821 (95%CI: 0.798—0.844). **Conclusions** The decision tree model based on influencing factors has a good predictive ability for the risk of intraoperative hypothermia in posterior lumbar interbody fusion patients.

【Key words】 posterior lumbar interbody fusion; intraoperative hypothermia; risk factors; decision tree

[Mil Nurs, 2024, 41(11): 70-73]

后路腰椎椎间融合术是一种广泛应用于治疗腰椎退行性疾病的外科术式^[1]。术中低体温是后路腰椎椎间融合术常见的并发症,术中低体温可导致患

者凝血功能异常、新陈代谢速率和免疫功能下降,从而导致术中出血增多、麻醉复苏延迟、术后感染等不良事件的发生风险增加^[2]。因此,早期评估术中低体温的风险并加以防控对后路腰椎椎间融合术患者具有重要意义。决策树模型是一种用于解决分类和回归问题的树状结构模型,目前已在临床得到广泛

【收稿日期】 2024-03-07 **【修回日期】** 2024-10-28

【基金项目】 广东省医学科学技术研究基金项目(C2016065)

【作者简介】 梁晓霜,本科,主管护师,电话:020-62784880

【通信作者】 王雪莲,电话:020-62784470

应用^[3]。为此,本研究拟在探究后路腰椎椎间融合术中低体温危险因素的基础上,构建相关决策树模型,以期制订更合理的临床决策提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 2022年6—9月,采用便利抽样法选取于某医院行后路腰椎椎间融合术的102例患者作为研究对象。纳入标准:(1)符合《2014年版美国神经外科医师协会腰椎融合术治疗退行性腰椎疾病指南》^[4]中退行性腰椎疾病的诊断标准,保守治疗无效;(2)行后路腰椎椎体间融合术;(3)临床资料完整;(4)患者及其家属麻醉前均签署知情同意书。排除标准:(1)既往腰椎外伤史、骨折史、脊柱结核史、肿瘤史;(2)先天性脊柱畸形;(3)严重骨质疏松;(4)合并精神类疾病、恶性肿瘤、血液系统疾病、免疫系统疾病、严重脏器功能不全等;(5)资料模糊或缺失者。

1.2 方法

1.2.1 分组方法 保温措施:术中使用预热设备将输血、输液的液体预先加热,并在手术台上给患者覆盖保温毯;术后患者均覆盖保温毯。术中动态监测并记录体温,体温测量采用腋下测温:将温度计置于患者腋窝,紧扣上臂使腋部形成一个近似密闭的空间,由专职护理人员读数并记录1次/10 min,麻醉医生在旁核对。术中测得最低温度低于36℃判定为术中低体温^[5],根据术中低体温的发生情况,将患者分为低体温组和非低体温组。

1.2.2 观察指标 通过病历收集患者资料:性别、年龄、体质量指数(body mass index,BMI)、吸烟史、高血压、糖尿病、冠心病、病程、手术原因、节段数、手术方式、手术次数、美国麻醉医生协会(American Society of Anesthesiologists,ASA)评分、术前血红蛋白、术前白蛋白、入室时间点、入室体温、手术时间、出血量和输血情况等。其中ASA评分取入院时评估结果;术前血红蛋白、术前白蛋白取患者术前末次实验室检查结果;入室时间点、入室体温于患者进入手术室时即刻记录和测量;出血量采用血纱布和电子秤辅助测量。

1.3 统计学处理 采用SPSS 22.0统计软件。计数资料以百分比表示,采用 χ^2 检验;符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验;采用Logistic回归方程筛选危险因素;采用SPSS Modeler软件构建决策树模型;采用R软件绘制模型的受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线,并计算曲线下面积(area under curve,AUC)评估模型的预测能力。以 $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 后路腰椎椎间融合术患者术中低体温的发生

情况 102例腰椎椎间融合术患者,发生术中低体温77例(75.49%),据此将患者分为低体温组($n = 77$)和非低体温组($n = 25$)。

2.2 后路腰椎椎间融合术患者术中发生低体温的单因素分析 结果显示,两组患者BMI、ASA评分、入室体温、手术时间和出血量的差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表1。

表1 后路腰椎椎间融合术患者术中低体温的单因素分析[n(%)]

项 目	低体温组 ($n = 77$)	非低体温组 ($n = 25$)	χ^2 或 t	P
性别			0.130	0.718
男	35(45.45)	11(44.00)		
女	42(54.55)	14(56.00)		
年龄(岁)			0.007	0.933
<60	16(20.78)	5(20.00)		
≥60	61(79.22)	20(80.00)		
BMI(kg/m ²)			10.412	<0.05
<19	30(38.96)	4(16.00)		
19~23	42(54.55)	14(56.00)		
≥24	5(6.49)	7(28.00)		
吸烟史	28(36.36)	8(32.00)	0.157	0.692
高血压	21(27.27)	7(28.00)	0.005	0.944
糖尿病	8(10.39)	4(16.00)	0.572	0.449
病程(月)	3.11±0.53	2.93±0.48	1.508	0.135
手术原因			3.470	0.176
腰椎间盘突出	14(18.18)	9(36.00)		
腰椎椎管狭窄	45(58.44)	11(44.00)		
退变性腰椎滑脱	18(23.38)	5(20.00)		
节段数			0.205	0.903
1	36(46.75)	11(84.00)		
2	24(31.17)	9(36.00)		
≥3	17(22.08)	5(20.00)		
手术次数			0.315	0.574
初次	68(88.31)	21(84.00)		
翻修	9(11.69)	4(16.00)		
ASA 评分			9.430	<0.05
I	32(41.56)	19(76.00)		
II	21(27.27)	4(16.00)		
III	24(31.17)	2(8.00)		
术前血红蛋白(g/L)	135.54±9.21	135.38±10.56	0.073	0.942
术前白蛋白(g/L)	41.18±2.43	40.57±3.18	1.008	0.316
入室时间点			1.835	0.400
9:00 前	36(46.76)	11(44.00)		
9:00—12:00	21(27.27)	10(40.00)		
12:00 后	20(25.97)	4(16.00)		
入室体温(T/℃)			15.452	<0.05
<36.5	21(27.27)	3(12.00)		
36.5~<37.0	47(61.04)	10(40.00)		
≥37.0	9(11.69)	12(48.00)		
手术时间(t /min)			11.388	<0.05
<180	13(16.88)	11(44.00)		
180~240	35(45.45)	12(48.00)		
>240	29(37.66)	2(8.00)		
出血量(v /ml)			10.718	<0.05
<300	17(22.08)	14(56.00)		
300~<400	36(46.75)	8(32.00)		
≥400	24(31.17)	3(12.00)		
输血	14(18.18)	3(12.00)	0.519	0.471

2.3 后路腰椎椎间融合术患者术中发生低体温的多因素 Logistic 回归分析 以术中低体温发生情况

为因变量,以单因素分析中有统计学意义的项目为自变量,进行多因素 Logistic 回归分析。因变量赋值:术中低体温(发生=1,未发生=0)。自变量赋值:BMI($<19\text{ kg/m}^2=2$, $19\sim23\text{ kg/m}^2=1$, $\geq 24\text{ kg/m}^2=0$);ASA 评分(III 级=2,II 级=1,I 级=0);入室体温($<36.5^\circ\text{C}=2$, $36.5\sim<37.0^\circ\text{C}=1$,

$\geq 37.0^\circ\text{C}=0$);手术时间($>240\text{ min}=2$; $180\sim240\text{ min}=1$, $<180\text{ min}=0$);出血量($\geq 400\text{ ml}=2$; $300\sim<400\text{ ml}=1$, $<300\text{ ml}=0$)。结果显示,BMI 较低、ASA 评分较高、入室体温较低、手术时间较长和出血量较多是后路腰椎椎间融合术患者术中低体温的独立危险因素(均 $P<0.05$),见表 2。

表 2 后路腰椎椎间融合术患者术中低体温的多因素 Logistic 回归分析

变量	<i>b</i>	<i>b'</i>	Wald χ^2	<i>P</i>	OR	95%CI
常数项	-3.486	0.968	12.976	0.000	0.031	—
BMI	0.953	0.476	4.007	0.045	2.593	1.020~6.591
ASA 评分	0.885	0.435	4.138	0.042	2.423	1.033~5.683
入室体温	1.212	0.507	5.723	0.017	3.361	1.245~9.076
手术时间	1.095	0.447	5.991	0.014	2.989	1.244~7.185
出血量	1.045	0.415	6.336	0.012	2.844	1.260~6.418

2.4 预测后路腰椎椎间融合术患者术中低体温发生风险决策树模型的建立与验证 基于筛选出的影响因素建立预测后路腰椎椎间融合术患者术中低体温发生风险的决策树模型,模型选择了入室体温、出血量和 ASA 评分 3 个指标作为节点,共 3 层,6 个节点,见图 1。模型的 AUC 为 0.821(95%CI:0.798,0.844)。

3 讨论

3.1 后路腰椎椎间融合术患者术中低体温的发生现状 研究^[6]显示,我国术中低体温发生率为 44.3%,Dai 等^[7]报道术中低体温的发生率为 43.6%。本研究显示,后路腰椎椎间融合术患者术中低体温的发生率高达 75.49%,均高于上述报道。分析原因可能是腰椎椎间融合术术式较为复杂,需要先移除部分椎板、椎弓根或椎间盘后再进行植骨内固定融合治疗,整个过程需要长时间的麻醉支持。

3.2 后路腰椎椎间融合术患者术中低体温的危险因素 多项研究^[8-9]显示,BMI 较低会导致术中低体温的发生风险增加,与本文研究结果一致。这可能是因为 BMI 较低通常反映出患者身体脂肪储备量不足,而脂肪是一种良好的热绝缘体,具有保护体温的作用。当身体脂肪储备有限时,无法提供足够的绝缘保护,容易导致术中体温散失过快^[10]。Wongyingsinn 等^[11]报道,ASA 评分较高是术中低体温的危险因素,与本文结果一致。分析原因,ASA 评分较高的患者通常伴有多种基础疾病或系统功能障碍,这可能会影响患者的代谢能力,导致体温调节中枢功能受损,对术中炎症和应激反应的处理能力有限,从而增加了术中低体温的发生风险。入室体温会受到环境温度、个人特点、季节变化、术前准备等因素的影响,Hu 等^[12]报道,基线核心温度与术中低体温的发生密切相关,这可能是因为入室体温较低一定程度上反映

了患者的体温调节能力相对较弱^[13]。

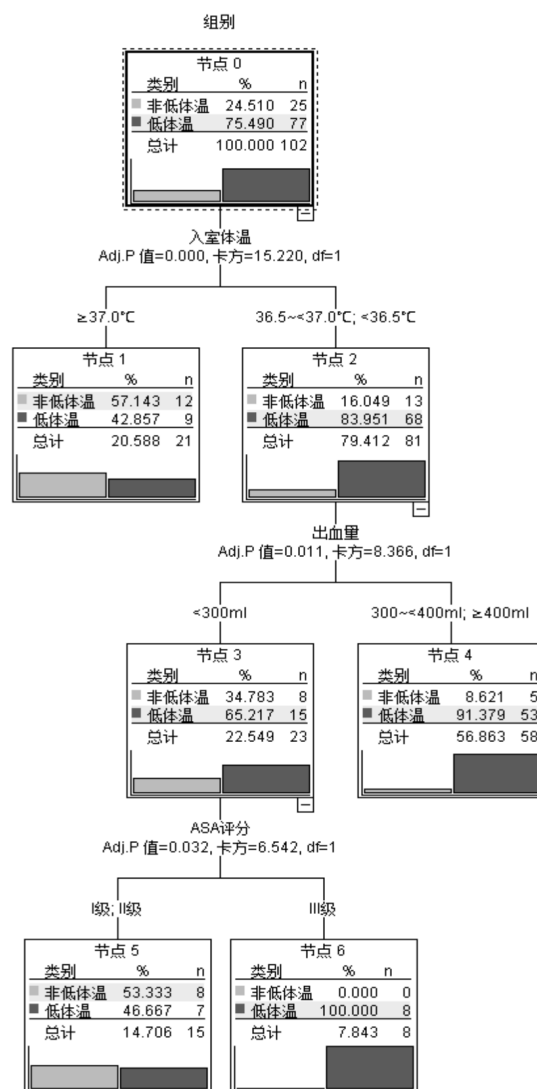


图 1 预测后路腰椎椎间融合术患者术中低体温发生风险的决策树模型

国内外研究^[14-15]均显示,手术时间是术中低体温的预测因素,与本文结果一致。究其原因可能是手术时间延长会使患者的暴露时间增多,体表散热增加,且术中创伤会导致组织损伤和炎症反应,释放大量的热量,进而导致体温下降^[16]。此外,手术时间延长还会使麻醉药物作用时间延长,导致对体温调节的抑制作用加重,从而增加了术中低体温的发生风险^[17]。Ma等^[18]报道,术中失血较多是术中低体温的危险因素,与本文结果一致,这可能是由于大量出血可导致机体缺氧和体内循环系统紊乱,从而干扰体温调节中枢的正常功能,导致体温调节受损^[19]。

3.3 预测后路腰椎椎间融合术患者术中低体温发生风险决策树模型的预测效能

本研究构建了预测后路腰椎椎间融合术患者术中低体温发生风险的决策树模型,护理人员可沿着路径从根节点到叶节点进行决策,得出后路腰椎椎间融合术患者发生术中低体温风险的预测结果。决策树的优势在于能够将计算繁琐、使用复杂的回归方程进行可视化处理,从而使预测模型更为直观易懂。此外,决策树模型还能够自动筛选出重要的变量,此次模型选择了入室体温、出血量和ASA评分3个指标作为节点,既简化了模型,又直观反映了各纳入变量对结果的贡献程度,临床实用性较强。本次模型的验证结果显示AUC为0.821(95%CI:0.798~0.844),表明模型区分度较好,能够在腰椎椎间融合术患者中有效识别出术中低体温高危人群,有助于临床早期评估相关风险并制订针对性的护理干预,如加强对BMI较低、ASA评分较高患者的术前管理,可采取加热床单、加热毯等保暖措施来为患者预热,以防其核心体温过低。同时,应熟练掌握后路腰椎椎间融合术中的护理操作,协助医生尽可能减少手术时间和出血量。整个术中要持续监测患者的体温,并根据需要采取相应的措施进行调整。综上所述,临床应重视BMI较低、ASA评分较高、入室体温较低、手术时间较长和出血量较多的后路腰椎椎间融合术患者,警惕其术中发生低体温。此次构建的决策树模型能够有效预测后路腰椎椎间融合术患者术中低体温的发生风险。本研究的不足:后路腰椎椎间融合术患者入组数量有限,代表性不足;收集的临床资料有限,可能会遗漏与术中低体温密切相关的变量;本次模型尚未收集另一组数据集进行外部验证,模型的外推行仍需进一步验证。后续应增加样本量、扩充变量、实施外部验证来模型进行完善。

【参考文献】

[1] MOHAN C, MADHUSUDHANA R. Effects of pre-warming and co-warming in preventing intraoperative hypothermia[J/OL]. [2024-02-03]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36949989/>. DOI: 10.7759/cu-

reus.35132.

- [2] 梅润,何乾峰,徐璐瑶,等.基于决策树构建急诊创伤患者低体温早期预警模型及验证[J].军事护理,2023,40(5):14-17,85.
- [3] MONDAL R, O M D, AHMED N U, et al. Decision tree learning in Neo4j on homogeneous and unconnected graph nodes from biological and clinical datasets[J/OL]. [2024-02-03]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36879243/>. DOI: 10.1186/s12911-023-02112-8.
- [4] GROFF, MICHAEL W. Introduction: guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine[J/OL]. [2024-02-03]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24980577/>. DOI: 10.3171/2014.4.SPINE14190.
- [5] NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH AND CARE EXCELLENCE. The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults[EB/OL]. [2021-11-01]. <http://WWW.nice.org.Uk/guidance/c965>.
- [6] YI J, LEI Y, XU S, et al. Intraoperative hypothermia and its clinical outcomes in patients undergoing general anesthesia: national study in China[J/OL]. [2024-02-03]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28594825/>. DOI: 10.1371/journal.pone.0177221.
- [7] DAI Z, ZHANG Y L, YI J, et al. Validation of a prediction model for intraoperative hypothermia in patients receiving general anesthesia[J/OL]. [2024-02-03]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36187909/>. DOI: 10.1155/2022/6806225.
- [8] 张震,麻玉梅,汪艺婷,等.消化道肿瘤手术患者基于两种不同定义的术中低体温发生率及危险因素分析[J].空军军医大学学报,2023,44(4):329-333.
- [9] 管恩玲,孙建良,陈淑萍,等.老年患者术中低体温的相关因素及其处置对策[J].中华老年医学杂志,2019,38(7):783-786.
- [10] 张东宁.积极保暖干预对剖宫产所致手术源性低体温的影响[J].解放军护理杂志,2018,35(21):45-49.
- [11] WONGYINGSINN M, POKPRAYOON V. Incidence and associated factors of perioperative hypothermia in adult patients at a university-based, tertiary care hospital in Thailand[J/OL]. [2024-02-03]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37098492/>. DOI: 10.1186/s12871-023-02084-2.
- [12] HU Z, LI W, LIANG C, et al. Risk factors and prediction model for inadvertent intraoperative hypothermia in patients undergoing robotic surgery: a retrospective analysis[J/OL]. [2024-02-03]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36878972/>. DOI: 10.1038/s41598-023-30819-1.
- [13] 段李欢,欧炜,王厚钧,等.达芬奇机器人手术患者术中发生低体温的因素分析[J].贵州医科大学学报,2022,47(10):1209-1214.
- [14] MORISHIGE S, OHYAMA T, FUJITA N, et al. Risk factors for intraoperative hypothermia during holmium laser enucleation of the prostate[J]. Urol Int, 2023, 107(7):672-677.
- [15] 张荣.术中低体温的影响因素分析与护理干预[J].护理实践与研究,2020,17(1):125-126.
- [16] 陈昱,覃梦洁,徐文青,等.苏醒入室低体温胸腔镜患者围术期特征的回溯性分析[J].军事护理,2023,40(2):50-53.
- [17] 朱佳,张琼.手术室术中患者低体温因素分析与复合保温措施效果观察[J].护理实践与研究,2020,17(1):122-124.
- [18] MA Z K, MA P C, HUANG N W, et al. Incidence of unintentional intraoperative hypothermia and its risk factors in oral and maxillofacial surgery: a prospective study[J]. J Perianesth Nurs, 2023, 38(6):876-880.
- [19] 王一羽,高雪.综合干预措施在预防老年患者术中低体温中的应用[J].中国老年学杂志,2021,41(3):558-561.

(本文编辑:沈园园)