

论著·临床研究

腹腔镜结直肠癌手术术中低体温预警模型的构建与验证*

黄晓霞, 劳景茂[△], 韦小波, 刘 广

(钦州市第一人民医院, 广西 钦州 535000)

[摘要] **目的** 对腹腔镜结直肠癌患者术中低体温危险因素的预警模型进行构建并验证,旨在指导临床预防措施。**方法** 选取该院 2020 年 1 月至 2021 年 12 月行腹腔镜手术治疗的结直肠癌 475 例患者,术中出现低体温 83 例为验证组,其余非低体温患者为对照组($n=392$)。收集两组一般资料,采用单因素分析及多因素分析腹腔镜结直肠癌患者术中低体温危险因素,构建预警模型并验证其准确度。**结果** 475 例结直肠癌患者术中低体温发生率为 17.47%(83/475)。经单因素与多因素 logistic 回归分析,术中低体温独立危险因素包括:麻醉时间大于 3 h、手术室温度小于或等于 23 °C、BMI ≤ 24 kg/m²、年龄大于 60 岁、术中补液量大于 1 000 mL ($P<0.05$)。预警模型:logistic(P)= $-2.213+2.580\times(\text{年龄})+1.608\times(\text{BMI})+1.460\times(\text{手术室温度})+1.254\times(\text{麻醉时间})+1.119\times(\text{术中输液量})$ 。受试者工作特征曲线下面积为 0.709(95%CI:0.631~0.789),校准曲线显示其与实际曲线一致性良好,表明该模型具有较好的区分度,预测拟合度较好($P<0.001$)。Hosmer-lemeshow 结果: $\chi^2=162.181, P<0.001$,表明预测较准确。**结论** 构建预警模型具有良好的精确度和区分度,可以有效预测术中发生低体温的概率。

[关键词] 腹腔镜; 结直肠癌手术; 术中低体温; 预警模型; 验证

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2024.01.005 中图法分类号:R735.3

文章编号:1009-5519(2024)01-0026-05

文献标识码:A

Construction and validation of hypothermia early warning model during
laparoscopic colorectal cancer surgery*

HUANG Xiaoxia, LAO Jingmao[△], WEI Xiaobo, LIU Guang

(Qinzhou Municipal First People's Hospital, Qinzhou, Guangxi 535000, China)

[Abstract] **Objective** To construct and verify the early warning model of the hypothermic risk factors during laparoscopic surgery in the patients with colorectal cancer in order to guide the clinical preventive measures. **Methods** A total of 475 patients with colorectal cancer undergoing laparoscopic surgery in this hospital from January 2020 to December 2021 were selected. Eighty-three patients with hypothermia during surgery served as the validation group ($n=83$) and the other served as the non-hypothermia control group ($n=392$). The general data in the two groups were collected. The univariate analysis and multivariate analysis were adopted to analyze the risk factors of hypothermia during laparoscopic surgery in the patients with colorectal cancer. Then the early warning model was constructed and its accuracy was verified. **Results** The incidence rate of hypothermia during surgery in 475 patients with colorectal cancer was 17.47% (83/475). The univariate and multivariate logistic regression analysis results showed that the anesthesia time >3 h, operating room temperature ≤ 23 °C, BMI ≤ 24 kg/m², age >60 years old, intraoperative fluid infusion volume >1 000 mL were the independent risk factors for intraoperative hypothermia ($P<0.05$). The early warning model:logistic (P)= $-2.213+2.580\times(\text{age})+1.608\times(\text{BMI})+1.460\times(\text{operating room temperature})+1.254\times(\text{anesthesia time})+1.119\times(\text{intraoperative fluid infusion volume})$. The area under the curve (AUC) of the receiver operating characteristic(ROC) curve was 0.709 (95%CI 0.631-0.789). The calibration curve showed that the calibration curve was in good agreement with the actual curve, indicating that the model had good discrimination and good prediction fitting ($P<0.001$). The result of Hosmer-lemeshow test was $\chi^2=162.181, P<$

* 基金项目:广西壮族自治区卫健委自筹经费科研课题(Z20210329);广西壮族自治区临床重点专科建设项目(桂卫医发[2022]17号)。

作者简介:黄晓霞(1984—),本科,主管护师,主要从事普通外科护理的研究。 △ 通信作者, E-mail:15977022288@163.com。

0.001, indicating that the prediction was more accurate. **Conclusion** The constructed early warning model has good accuracy and discrimination, which could effectively predict the probability of hypothermia during surgery.

[Key words] Laparoscopy; Surgery for colorectal cancer; Intraoperative hypothermia; Early warning model; Verification

结直肠癌是消化科常见的恶性肿瘤, 临床治疗主要采取根治性切除手术, 但患者机体功能差, 应激反应大, 术中不定因素多, 易影响手术顺利进行, 且术后并发症多、恢复慢, 影响预后, 因此需加强护理以保证手术效果^[1]。体温是人体生命体征之一, 正常体温为 36.1~37.4℃, 术中低体温是指体温下降至 36℃ 以下^[2], 低体温会引发凝血功能异常、心血管不良事件增加、输血需求加大、切口感染率上升、麻醉苏醒延迟、术后寒战等并发症, 延长恢复时间^[3]。本研究拟在通过分析并构建出腹腔镜结直肠癌术中低体温的预警模型, 并进行验证, 旨在指导今后临床治疗中能够识别高危患者, 并采取预防措施, 改善患者预后。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2020 年 1 月至 2021 年 12 月在本院行腹腔镜结直肠癌术患者 475 例。排除标准^[4]: 严重心、肺、肝、肾功能障碍; 中枢性高热; 甲状腺功能异常; 行肠梗阻、穿孔、出血等急诊手术; 体重指数 (BMI) > 35 kg/m²; 美国麻醉医师协会 (ASA) 评分大于 III 级; 孕妇等。本研究已经钦州市第一人民医院医学伦理委员会批准 (20210059), 患者或者家属均知情同意, 具体一般资料见表 1。

1.2 方法 统计 475 例患者资料, 包括性别、年龄、术前 BMI、吸烟史、饮酒史、合并高血压、合并糖尿病、术前低蛋白血症、ASA 分级、术中失血、麻醉时间、手术室温度、术中输血量、腹腔冲洗液量。其中术中出现低体温 83 例患者为验证组, 非低体温患者 392 例为对照组。

1.3 观察指标与诊断标准^[5] (1) 分析腹腔镜结直肠癌术中低体温危险因素, 构建预警模型并验证其预测效果。(2) 术中低体温: 患者全身麻醉后测量鼻咽部位温度作为核心体温, 每 30 分钟测量 1 次, 出现 1 次小于 36℃ 即为术中低体温。(3) 低蛋白血症: 正常值为 35~55 g/L, < 35 g/L 时为低蛋白血症。

1.4 统计学处理 采用 SPSS26.0 统计学软件, 性别、年龄、BMI、并发症、ASA 分级、术中补液量等单因素分析采用 χ^2 检验; 纳入 logistic 多因素分析, 建立预警模型, 采用 Hosmer-lemeshow 检验模型的拟合度, 以受试者工作特征曲线 (ROC 曲线) 的曲线下面积 (AUC) 检验模型的区分度, 绘制校准曲线判断一致度。P < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 单因素分析 475 例结直肠癌患者术中低体温发生率为 17.47% (83/475)。结果显示, 发生术中低体温的危险因素包括年龄、BMI、手术室温度、麻醉时间、术中补液量等 (P < 0.05)。见表 1。

表 1 腹腔镜结直肠癌手术术中低体温危险因素分析 (n)

相关因素	n	验证组 (n=83)	对照组 (n=392)	χ^2	P
性别				0.75	0.385
男	260	49	211		
女	215	34	181		
年龄				16.784	<0.001
>60 岁	191	50	141		
≤60 岁	284	33	251		
术前 BMI				9.090	0.003
≤24 kg/m ²	255	57	198		
>24 kg/m ²	220	26	194		
吸烟史				1.485	0.223
是	223	44	179		
否	252	39	213		
饮酒史				0.273	0.601
是	228	42	186		
否	247	41	206		
合并高血压				1.361	0.243
是	218	43	175		
否	257	40	217		
合并糖尿病				1.349	0.245
是	213	42	171		
否	262	41	221		
术前低蛋白血症				3.640	0.056
是	207	44	163		
否	268	39	229		
术中输血				2.420	0.120
是	76	18	58		
否	399	65	334		
腹腔冲洗液量				2.951	0.086
≤500 mL	258	38	220		
>500 mL	217	45	172		
手术室温度				7.681	0.006
≤23℃	210	53	157		

续表 1 腹腔镜结直肠癌手术中低体温危险因素分析(n)

相关因素	n	验证组 (n=83)	对照组 (n=392)	χ^2	P
>23 ℃	265	30	235		
麻醉时间				7.441	0.006
>3 h	233	52	181		
≤3 h	242	31	211		
术中补液量				9.160	0.002
>1 000 mL	230	56	174		
≤1 000 mL	245	27	218		
ASA 分级				0.849	0.357
I、II 级	245	39	206		
III 级	230	44	186		

2.2 多因素 logistic 回归分析 麻醉时间大于 3 h、手术室温度小于或等于 23 ℃、BMI≤24 kg/m²、年龄大于 60 岁、术中补液量大于 1 000 mL 均是发生术中低体温的独立危险因素(P<0.05)。见表 2。

2.3 构建危险因素预警模型及验证 最终拟合的危险因素预警模型: $\text{logistic}(P) = -2.213 + 2.580 \times (\text{年龄}) + 1.608 \times (\text{BMI}) + 1.460 \times (\text{手术室温度}) + 1.254 \times (\text{麻醉时间}) + 1.119 \times (\text{术中输血量})$ 。ROC 曲线的 AUC 为 0.709(95%CI:0.631~0.789), 校准曲线显示校正曲线和实际曲线一致性良好, 表明该模

型具有较好的区分度, 预测拟合度较好(P<0.001)。Hosmer-lemeshow 结果: $\chi^2 = 162.181, P < 0.001$ 。见图 1~2。

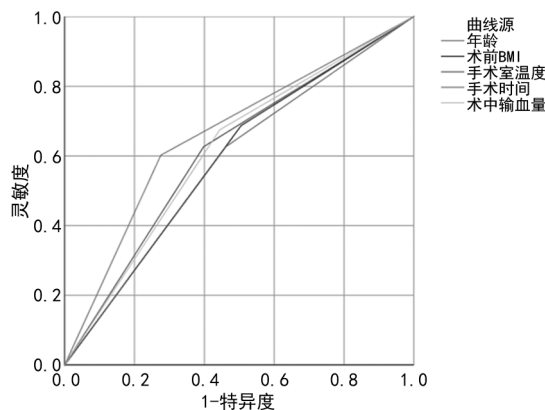


图 1 术中低体温模型 ROC 曲线

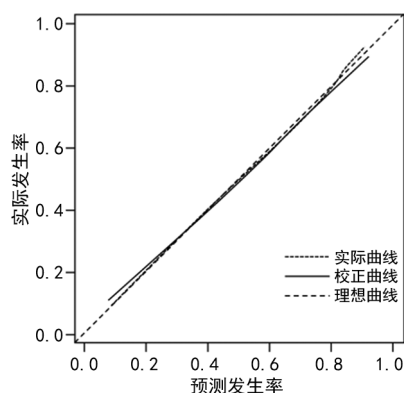


图 2 术中低体温模型校准曲线

表 2 多因素 logistic 回归分析

相关危险因素	回归系数(β)	标准误	Wald χ^2	P	比值比(OR)	95%可信区间(95%CI)
常量	-2.213	0.455	23.225	<0.001	6.602	—
年龄(>60 岁)	2.580	0.461	21.319	0.009	3.195	2.346~7.621
BMI(≤24 kg/m ²)	1.608	0.556	12.010	<0.001	3.573	3.510~9.093
手术室温度(≤23 ℃)	1.460	0.507	13.597	0.001	1.710	2.339~7.035
麻醉时间(>3 h)	1.254	0.353	12.607	0.008	3.506	1.754~7.006
术中补液量(>1 000 mL)	1.119	0.393	8.125	0.004	3.062	1.418~6.609

注: —表示无此项。

3 讨 论

术中低体温导致围手术期并发症增加, 将影响患者机体的正常代谢, 严重时威胁患者的生命安全^[6]。本研究分析术中低体温原因, 构建危险因素预警模型, 预测术中发生低体温的概率, 旨在为今后的手术过程中采取科学有效的干预措施, 避免低体温的发生, 改善患者预后结局。

3.1 结直肠癌术中低体温的发生原因 本研究中, 475 例结直肠癌患者出现术中低体温 83 例, 发生率为 17.47%。考虑原因: (1) 麻醉药物抑制中枢神经, 因此调节体温功能降低, 代谢能力下降^[7], 产热少, 丢失

多。(2) 麻醉药物引起血管扩张, 肢体皮肤吸收核心热量, 热量通过传导、散发和对流等方式丢失。(3) 老年人机体功能下降, 脂肪少不能储存热量, 且散热快, 产热慢; 儿童机体发育不完善, 不能有效控制体温, 均易导致术中体温下降。

3.2 术中低体温的危险因素 本研究中, 麻醉时间大于 3 h、BMI≤24 kg/m²、年龄大于 60 岁、手术室温度小于或等于 23 ℃、术中补液量大于 1 000 mL 是发生术中低体温的独立危险因素(P<0.05), 与文献[8-9]报道结果相仿。分析原因如下。(1) 年龄大于 60 岁: 老年人机体功能减弱, 中枢神经调节能力下

降^[10],不能及时复温;代谢能力下降,不能快速代谢麻醉药物,进一步降低产热能力,易发生低体温;老年人皮下脂肪减少,耐受性差,体热易丢失,加上手术创伤等因素影响,增加低体温发生率,因此高龄患者术中低体温发生率更高。(2)BMI ≤ 24 kg/m²:高 BMI 患者体内脂肪组织和肌肉含量更多,可构成隔离层,减少热量散失,保温效果高于低 BMI 患者,高 BMI 患者脂肪分解代谢还可以提供热量,因此 BMI 低的患者术中低体温发生率更高^[11]。(3)手术室温度小于或等于 23℃:患者机体受到低温度环境的影响,使人体的传导和辐射热量增加,体内热量严重丢失,发生低体温现象。因此,手术室温度小于或等于 23℃是独立危险因素^[12]。(4)麻醉时间大于 3 h:腹腔镜结直肠癌手术麻醉方式为全身麻醉(全麻),全麻药物能够抑制大脑中枢神经调节机体产热;同时扩张全身外周血管,抑制血管收缩调节体温功能;另外,麻醉药物抑制了神经功能,降低代谢率约为 25%^[13],人体中心温度随之下降;中枢神经调节功能随着麻醉时间的增加而延长,身体暴露时间加长,热量扩散越多,出现术中低体温的风险越高。因此,麻醉时间大于 3 h 是独立危险因素。(5)术中输液量大于 1 000 mL:术中输血和输液是维持机体血压、水、电解质和血容量循环正常的有效措施,并且可预防感染、镇定止痛,但大量补液会引起血管收缩,机体热量大量消耗,从而造成体温降低^[14]。

3.3 预测模型的构建与验证 ROC 曲线能较好反映任意界限值时对性能的识别能力,特异度和灵敏度较高,直观性强,操作简单,能够有效检测试验准确性。本研究中,对独立危险因素建立预警模型:logistic(P) = $-2.213 + 2.580 \times (\text{年龄}) + 1.608 \times (\text{BMI}) + 1.460 \times (\text{手术室温度}) + 1.254 \times (\text{麻醉时间}) + 1.119 \times (\text{术中输液量})$ 。ROC 曲线的 AUC 为 0.709(95%CI:0.631~0.789),校准曲线显示其与实际曲线一致性良好,表明该模型具有较好的区分度,预测拟合度较好($P < 0.001$)。Hosmer-lemeshow 结果: $\chi^2 = 162.181, P < 0.001$,表明该模型预测精准度高,对指导临床医护人员有较高的应用价值^[15]。

3.4 术中低体温的预防措施 根据上述危险因素,制订相应的预防措施。(1)术前做好知识宣教,告知患者及家属低体温的危害和预防措施,帮助他们提高认识,主动积极预防低体温的发生。(2)全面评估患者病情,制订合理的手术方案,选择合适的麻醉方法和麻醉药物,加强医生、护士、麻醉医师之间的配合度,缩短手术时间,做好止血措施^[16]。(3)保持手术室内温度不低于 23℃,使用电热充气设备、电热毯等加

热手术台。(4)监测患者体温,评估患者舒适度。李丽等^[17]建议重点观察高龄且低 BMI 患者,切记做好保温措施,使用热敷贴、护袖、护腿、电热被等物品,尽量减少皮肤暴露面积^[18]。(5)控制术中输液、冲洗液量,减少输入液体的冷稀释作用,输注的液体加温至 37℃,冲洗液加热至 38~40℃,血液制品温度为 30℃^[19]。(6)限制 CO₂ 用量,使用电子气腹机加热 CO₂ 并维持温度约为 37℃。因此,围手术期要加强护理措施,保证患者机体体温恒定,促进新陈代谢,保持正常的生命活动,对促进其早期恢复具有重要意义^[20]。

综上所述,腹腔镜结直肠癌根治术中低体温危险因素较多,本研究分析并构建了低体温危险因素预警模型,具有较高的预测准确度,可以有效地预测术中低体温的发生率,可指导今后的临床治疗。医护人员还需要高度关注高龄、低 BMI 患者,麻醉时间长、手术室温度低、术中补液量大等问题,采取必要措施预防该症状发生。

参考文献

- [1] RAUCH S, MILLER C, Brauer A, et al. Perioperative hypothermia—a narrative review[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(16): 8749.
- [2] LI Y, HANG H, FENG Y, et al. Prevalence and multivariable factors associated with inadvertent intraoperative hypothermia in video-assisted thoracoscopic surgery: A single-center retrospective study[J]. BMC Anesthesiol, 2020, 20(1): 25.
- [3] 吴晓舟, 魏彦姝. 腹腔镜直肠癌术中低体温相关因素及其护理进展[J/CD]. 中华肩肘外科电子杂志, 2020, 8(4): 335-339.
- [4] 普鹰, 张莹, 汤佳骏, 等. 腹腔镜手术患者术中低体温预测模型的构建及应用[J]. 中华护理杂志, 2019, 54(9): 1308-1312.
- [5] 梁平萍. 手术室护理对腹腔镜结直肠癌术中低体温的预防效果[J]. 健康之友, 2021(4): 191.
- [6] GROTE R, WETZ A J, BRAUER A, et al. Pre-warming according to the AWMF S3 guidelines on preventing inadvertent perioperative hypothermia 2014: Retrospective analysis of 7 786 patients[J]. Anaesthetist, 2018, 67(1): 27-33.
- [7] MENDONCA F T, FERREIRA J D S, GUILARDI V H F, et al. Prevalence of inadvertent perioperative hypothermia and associated factors: A cross-sectional study[J]. Ther Hypo-

- thermia Temp Manag, 2021, 11(4): 208-215.
- [8] 张锐红. 研究手术室护理对腹腔镜结直肠癌术中低体温的预防效果[J]. 大健康, 2021(17): 49.
- [9] 刘建玲, 白海明, 张森, 等. 分析手术室护理对腹腔镜结直肠癌术中低体温的预防效果[J]. 中国保健营养, 2020, 30(28): 278-279.
- [10] 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.
- [11] 祝文澜. 手术室护理对腹腔镜结直肠癌术中低体温的预防效果[J/CD]. 临床医药文献电子杂志, 2020, 7(增 4): 95.
- [12] 刘琳, 邓漂, 冯龙. 腹腔镜结直肠癌手术术中低体温预警模型的构建与验证[J]. 中国实用护理杂志, 2022, 38(20): 1546-1553.
- [13] 刘静, 姚盛云. 手术室护理对腹腔镜结直肠癌术中低体温的预防效果[J/CD]. 临床医药文献电子杂志, 2020, 7(23): 81.
- [14] CUMIN D, FOGARIN J, MITCHELLS J, et al. Perioperative hypothermia in open and laparoscopic colorectal surgery [J]. Anz J Surg, 2022, 92(5): 1125-1131.
- [15] 普鹰, 张莹, 汤佳骏, 等. 腹腔镜手术患者术中低体温预测模型的构建及应用[J]. 中华护理杂志, 2019, 54(9): 1308-1312.
- [16] FAHIM M, DUKSMAN L M, BIESMA D H, et al. Effect of intra-operative hypothermia on post-operative morbidity in patients with colorectal cancer [J]. Surg Infect (Larchmt), 2021, 22(8): 803-809.
- [17] 李丽, 颜艳, 房馨, 等. 腹腔镜手术患者术中低体温风险预测模型的构建及验证[J]. 中华护理杂志, 2022, 57(4): 463-468.
- [18] HANNA D N, HAWKINS A T. Colorectal: Management of postoperative complications in colorectal surgery [J]. Surg Clin North Am, 2021, 101(5): 717-729.
- [19] 国家麻醉专业质量控制中心. 围术期患者低体温防治专家共识(202 版) [J]. 协和医学杂志, 2023, 14(4): 734-743.
- [20] DEKKER E, TANIS P J, VLEUGEISJ L A, et al. Colorectal cancer [J]. Lancet, 2019, 394(10207): 1467-1480.
- (收稿日期: 2023-05-20 修回日期: 2023-10-15)
-
- (上接第 25 页)
- 分析学报, 2020, 22(3): 124-132.
- [11] 胡亚伟. 基于大数据分析的手足口病地区发病疫情预测模型研究与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2019.
- [12] 赵晶, 郭晓雷, 吴炳义, 等. GM(1, 1) 灰色预测模型和 ARIMA 模型在拟合山东省心脑血管疾病死亡率中的应用[J]. 现代预防医学, 2016, 43(10): 1732-1734.
- [13] WANG C L, LI Y D, FENG W, et al. Epidemiological features and forecast model analysis for the morbidity of influenza in Ningbo, China, 2006 - 2014 [J]. Int J Environ Res Public Health, 2017, 14(6): 559.
- [14] 付之鸥, 周扬, 陈诚, 等. 时间序列分析与机器学习方法在预测肺结核发病趋势中的应用[J]. 中国卫生统计, 2020, 37(2): 190-195.
- [15] 李婷, 何金戈, 夏岚, 等. 新型冠状病毒肺炎疫情对四川省结核病患者登记情况的影响分析[J]. 中国防痨杂志, 2021, 43(9): 929-938.
- [16] 李俊, 张云, 刘锦宏, 等. 新冠肺炎疫情对湖北省荆州市结核病控制影响分析[J]. 中国公共卫生, 2022, 38(10): 1340-1344.
- [17] 赖晓莹, 钱俊. ARIMA-LSTM-XGBoost 加权组合模型在肺结核发病趋势预测的研究[J]. 现代预防医学, 2021, 48(1): 5-9.
- [18] 茅蓉, 王远航, 葛锐. 基于自回归移动平均模型的浙江省肺结核发病趋势预测[J]. 疾病监测, 2022, 37(5): 652-656.
- [19] 杨召, 叶中辉, 尤爱国, 等. 乘积季节 ARIMA 模型在结核病发病率预测中应用[J]. 中国公共卫生, 2013, 29(4): 469-472.
- [20] 林淑芳, 周银发, 张山鹰, 等. 2010—2019 年福建省肺结核流行特征及发病预测模型应用[J]. 中华疾病控制杂志, 2021, 25(7): 768-774.
- (收稿日期: 2023-06-29 修回日期: 2023-10-11)