

急性严重创伤患者自发性低体温风险预测模型的构建及验证

何聪聪¹, 张 瑜², 周立敏^{2*}

¹南昌大学第一附属医院护理部, 江西 南昌

²南昌大学第一附属医院急诊科, 江西 南昌

收稿日期: 2024年10月14日; 录用日期: 2024年11月8日; 发布日期: 2024年11月19日

摘 要

目的: 分析急性严重创伤患者自发性低体温现状及危险因素, 构建风险预测模型并探究应用效果。方法: 采用便利抽样的方法, 回顾性选取2022年12月~2023年12月来自江西省某三级甲等医院急诊创伤中心治疗的346例急诊创伤患者为研究对象, 收集所有研究对象的一般临床资料及低体温的发生情况以及创伤的程度。根据患者体温值将研究对象分为低体温组($<36^{\circ}\text{C}$)与非低体温组($\geq 36^{\circ}\text{C}$), 比较两组患者一般临床资料的差异, 利用Logistic回归方程构建风险预测模型并绘制ROC曲线图。结果: 院前未输液、院内输液为加温、院内未使用保暖用具是严重创伤患者出现自发性低体温的独立危险因素。ROC曲线结果显示, 自发性低体温风险预测模型的ROC曲线下面积为0.663 (95% CI: 0.958~0.992, $P < 0.001$), 灵敏度为92.8%, 特异度为95.2%, 预测准确率为92.3%。结论: 院前未输液、院内输液未加温以及院内未使用保暖用具是严重创伤患者发生自发性低体温的独立危险因素, 可为严重创伤患者自发性低体温的预防提供参考。

关键词

严重创伤, 低体温, 预测模型

Construction and Validation of a Risk Prediction Model for Spontaneous Hypothermia in Patients with Acute Severe Trauma

Congcong He¹, Yu Zhang², Limin Zhou^{2*}

*通讯作者。

文章引用: 何聪聪, 张瑜, 周立敏. 急性严重创伤患者自发性低体温风险预测模型的构建及验证[J]. 护理学, 2024, 13(11): 1615-1622. DOI: 10.12677/ns.2024.1311228

¹Department of Nursing, The First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang Jiangxi²Department of Emergency Medicine, The First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang JiangxiReceived: Oct. 14th, 2024; accepted: Nov. 8th, 2024; published: Nov. 19th, 2024

Abstract

Objective: To analyze the current status and risk factors of spontaneous hypothermia in patients with acute severe trauma, construct a risk prediction model, and explore its application effect. **Method:** Convenience sampling was used to retrospectively select 346 emergency trauma patients treated at the Emergency Trauma Center of a tertiary hospital in Jiangxi Province from December 2022 to December 2023 as the research subjects. General clinical data and incidence of hypothermia were recorded for all study subjects, and the degree of trauma. According to the patient's body temperature, the study subjects were divided into a hypothermia group ($<36^{\circ}\text{C}$) and a non hypothermia group ($\geq 36^{\circ}\text{C}$), and the differences in general clinical data between the two groups of patients were compared. A risk prediction model was constructed using logistic regression equation and an ROC curve was plotted. **Results:** No pre-hospital infusion, in-hospital infusion for warming, and no use of warming appliances in the hospital were independent risk factors for the development of spontaneous hypothermia in severely traumatised patients. The results of the ROC curves showed that the area under the ROC curve of the risk prediction model for spontaneous hypothermia was 0.663 (95% CI: 0.958~0.992, $P < 0.001$), with a sensitivity of 92.8%, a specificity of 95.2%, and a prediction accuracy of 92.3%. **Conclusion:** Failure to administer intravenous fluids before admission, failure to warm up intravenous fluids within the hospital, and failure to use warm equipment within the hospital are independent risk factors for spontaneous hypothermia in severely injured patients, which can provide reference for the prevention of spontaneous hypothermia in severely injured patients.

Keywords

Severe Trauma, Hypothermia, Prediction Model

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

1. 引言

“创伤”是指在物理、化学、生物等外界因素作用下，引起的组织或者器官出现结构损伤，或者结构功能障碍[1]。2020年世界卫生组织(WHO)的一份报告显示，全球因创伤导致死亡和致残的人数约为580万，占全球死亡和致残人数的2.8% [2] [3]。随着我国城市化进程的加快，各类创伤的发生率明显增加，我国每年因创伤就医高达6200万人次，每年因创伤致死人数达70~80万人[4]。自发性低体温与凝血功能障碍、酸中毒一起并称为创伤患者“致死三联征”，其中低体温的发生率为12%~66%，是急性创伤后患者常见的并发症之一[5] [6]。临床上将低体温定义为身体核心体温 $<36^{\circ}\text{C}$ ，研究表明低体温会引起创伤患者内环境紊乱，诱发凝血功能异常、脏器损伤等不良反应，导致患者的致残率及病死率明显增高[7] [8]。根据现有的专家共识：严重创伤患者在核心温度低于 34°C 时存在死亡风险，而当核心温度低于 32°C 时，病死率几乎达到100% [9]。因此，及早发现并进行复温干预能够有效改善患者的预后，降低创伤患

者的病死率[10]。因此,对急性创伤后患者进行自发性低体温风险筛查及早期干预至关重要。但国内相关研究少,临床上无相应的指南或风险预测模型指导。本研究基于国内外文献和临床情况,探讨急性创伤后患者自发性低体温的危险因素,并建立其风险预测模型,以期急性创伤后自发性低体温的预防和早期干预提供便捷的工具与评估方法。

2. 对象与方法

2.1. 研究对象

采用便利抽样的方法,回顾性选取 2022 年 12 月~2023 年 12 月于本院急诊科就诊符合纳入及排除标准的急性严重创伤患者为研究对象。纳入标准:(1) 机械因素加于人体所造成的组织或器官的破坏;(2) 年龄 ≥ 18 周岁;(3) 受伤时间 < 72 小时;(4) 损伤严重程度评分(Injury Severity Score, ISS)评分 > 15 分。排除标准:(1) 合并肝肾功能障碍、血液疾病、传染性疾病等;(2) 合并多器官功能衰竭、多发性恶性肿瘤等;(3) 中途转他院治疗;(4) 急诊就诊资料不全或随访丢失。

本研究共纳入 11 个因素,每个因素至少需要 5~10 例患者验证,根据国内外研究,创伤后低体温的平均发生率为 39%,考虑 20%的失访率,预计样本量为:177~353 例,本研究共纳入样本 346 例,其中,建模组 $= 346 \times 70\% = 242$ 例;验证组 $= 346 \times 30\% = 104$ 例。

2.2. 研究方法

2.2.1. 研究工具

采用电话回访以及电子病历系统回顾性收集创伤患者相关信息,包括:① 患者基本信息:姓名、性别、年龄、身高、体重、住院号、诊断;② ISS 评分、病情严重程度;③ 院前情况:环境温度、输液是否加温、是否保暖;④ 院内情况:环境温度、输液是否加温、是否保暖。

2.2.2. 低体温诊断标准

患者进入急诊,由护士通过迈瑞监护仪连接的体温传感器测量的腋温作为核心体温记录,记录入院时,入院半小时、1 小时、1.5 小时、2 小时的 5 次体温,之后按每 4 小时记录。以患者 24 h 内任意时间点核心体温 $< 36^{\circ}\text{C}$ 为创伤后低体温诊断标准。

2.3. 统计学方法

采用软件 EXCEL 2019 和 SPSS 25.0 对数据进行两人输入、校对和分析。正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差,用 t 检验比较;中位数(四分位数间距)【M(Q)】表示偏态分布的计量资料。利用 Logistic 回归方程构建预测模型并绘制 ROC 曲线图,最后对模型的预测效能进行验证,使用 ROC 曲线下面积(AUC)评价其区分度、Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验(H-L 检验)来评价预测模型的校准度,通过灵敏度、特异度以及准确度来评估模型的临床有效性。所有检验均为双尾检验, $P < 0.05$ 被认为差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 急性创伤后患者自发性低体温单因素分析

本研究结果显示急性创伤后患者自发性地提问发生率为 25.6%,经单因素分析显示,年龄、院前是否输液、院前是否使用保暖用具、院内输液是否加温、院内是否使用保暖用具以及病情严重程度在低体温组与非低体温组中有差异($P < 0.01$),具体见表 1。

Table 1. One-way analysis of spontaneous hypothermia in patients after acute trauma
表 1. 急性创伤后患者自发性低体温单因素分析

危险因素	低体温组(n = 62)	非低体温组(n = 180)	X ² /t 值	P 值
性别			3.201	0.070
男	38 (61.3%)	132 (73.3%)		
女	24 (38.7%)	48 (26.7%)		
年龄			22.970	< 0.001
18~35 (包含 35)	8 (12.9%)	27 (15%)		
>35~59	14 (22.6%)	97 (53.9%)		
≥60	40 (64.5%)	56 (31.1)		
BMI 分组			4.440	0.197 ^a
<18.5	6 (9.7%)	8 (4.4%)		
18.5~23.9	46 (74.2%)	124 (68.9%)		
24~27.9	10 (16.1%)	46 (25.6%)		
≥28	0	2 (1.1%)		
创伤类型			5.130	0.072
高处坠落	14 (22.6%)	46 (25.6%)		
交通意外	39 (62.9%)	124 (68.9%)		
机械损伤	9 (14.5%)	10 (5.5%)		
院前是否输液			124.384	< 0.001
是	2 (3.2%)	149 (82.8%)		
否	60 (96.8%)	31 (17.2%)		
院前是否使用保暖用具			56.172	< 0.001
是	1 (1.6%)	101 (56.1%)		
否	61 (98.4%)	79 (43.9%)		
院内输液是否加温			72.250	< 0.001
是	13 (21%)	145 (80.6%)		
否	49 (79%)	35 (19.4%)		
院内是否使用保暖用具			68.781	< 0.001
是	14 (22.6%)	145 (80.6%)		
否	48 (77.4%)	35 (19.4%)		
病情严重程度			11.982	0.001
危重	42 (67.7%)	157 (87.2%)		
濒危	20 (32.3%)	23 (12.8%)		
院外温度	24.3	24.1	0.221	0.825
院内急诊室温度	23.1	23.1	0.054	0.957

注：a 为采用精确检验法。

3.2. 急性严重创伤患者自发性低体温的多因素 Logistic 回归分析

将单因素分析中具有差异性的变量作为自变量，并进行赋值(见表 2)；将有无自发性低体温(有 = 1，无 = 2)为因变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示，院前是否输液、院内输液是否加温以及院内是否使用保暖用具是急性严重创伤患者出现自发性低体温的独立危险因素($P < 0.05$)，见表 3。

Table 2. Assignment of independent variables

表 2. 自变量赋值

自变量名称	自变量赋值
年龄	18~35 (包括 35) = 1；>35~59 = 2；≥60 = 3
院前是否输液	是 = 1；否 = 0
院前是否使用保暖用具	是 = 1；否 = 0
院内输液是否加温	是 = 1；否 = 0
院内是否使用保暖用具	是 = 1；否 = 0
病情严重程度	危重 = 1；濒危 = 2

Table 3. Multifactorial Logistic regression analysis of spontaneous hypothermia in acute severe trauma patients

表 3. 急性严重创伤患者自发性低体温的多因素 Logistic 回归分析

变量	回归系数	SE 值	WaldX ² 值	OR 值	95% CI	P 值
年龄	-0.617	0.389	2.511	0.540	0.252~1.157	0.110
院前是否输液	-4.094	0.957	18.311	0.017	0.003~0.109	<0.001
院前是否使用保暖用具	-1.310	1.208	1.176	0.270	0.025~2.879	0.280
院内输液是否加温	-2.367	0.585	16.398	0.094	0.030~0.295	<0.001
院内是否使用保暖用具	-1.854	0.578	10.292	0.157	0.050~0.486	0.001
病情严重程度	-1.160	0.749	2.401	0.313	0.072~1.360	0.121

3.3. 急性严重创伤患者自发性低体温风险预测模型构建

风险预测模型公式为： $\logit(P) = \exp(\beta_0 + \beta_1x_1 + \dots + \beta_{p}x_p)$ [11]。根据表 3 多因素回归分析结果中独立危险因素及其偏回归系数，构建急性严重创伤患者自发性低体温风险预测模型的回归方程，完成预测模型的构建： $\logit(P) = 20.458 - 4.094 * \text{院前是否输液}(\text{是} = 1 \text{ 或否} = 2) - 2.367 * \text{院内输液是否加温}(\text{是} = 1 \text{ 或否} = 2) - 1.854 * \text{院内是否使用保暖用具}(\text{是} = 1 \text{ 或否} = 2)$ 。

3.4. 急性严重创伤患者自发性低体温风险预测模型验证

以是否出现自发性低体温为状态变量，以风险预测模型的评分为结果变量，绘制 ROC 曲线图，曲线下面积(AUC)越接近 1，说明该模型的区分能力越好[12]。本研究结果显示，该预测模型的 AUC = 0.975 (95% CI: 0.958~0.992, $P < 0.001$)，约登指数最大值为 0.88，对应模型最佳临界值是 0.663，敏感度为 0.928，特异性为 0.952。表明构建的风险预测模型对区分是否出现自发性低体温的能力较好。见图 1。Hosmer-Lemeshow (H-L)卡方检验结果显示卡方值为 2.202，df = 7， $P = 0.6948$ ，说明模型拟合较好。

通过急性严重创伤患者自发性低体温风险预测模型对验证组病人发生自发性低体温风险进行评价，预测发生自发性低体温 32 例病人中实际发生 30 例，预测未发生自发性低体温 72 例病人中实际未发生 66 例，预测准确率为 92.3%。

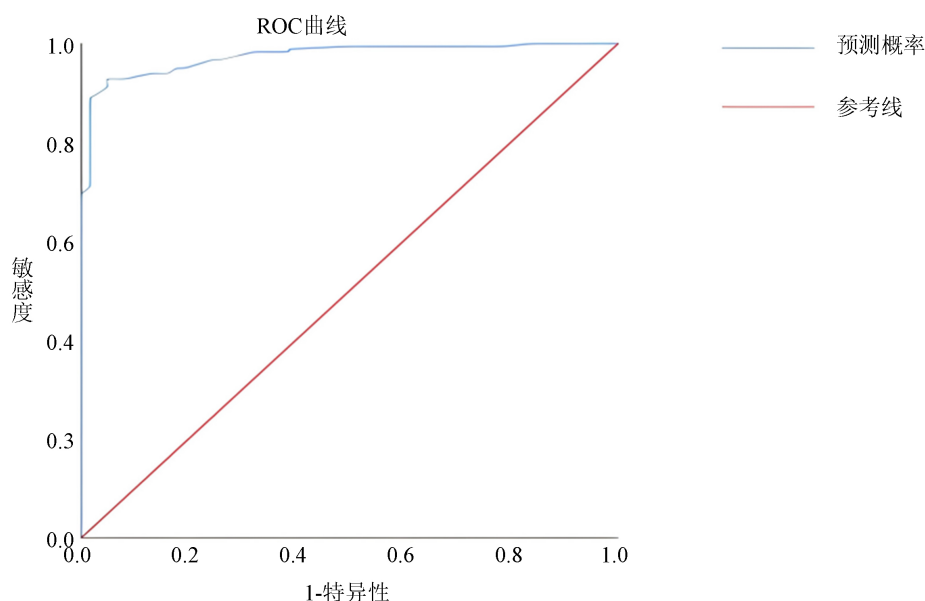


Figure 1. ROC curve of the predictive model for risk of spontaneous hypothermia in acute severe trauma patients in the modelling cohort

图 1. 建模队列中急性严重创伤患者自发性低体温风险预测模型 ROC 曲线

4. 讨论

4.1. 急性严重创伤患者自发性低体温的危险因素分析

本研究结果显示,院前未输液、院内输液未加温、院内未使用保暖用具是严重创伤患者出现自发性低体温的独立危险因素($P < 0.05$)。严重创伤患者多是由于车祸、高处坠落引起的多发伤,在等待转运至医疗机构的过程中,患者的体温会随着出血量的增多而降低。而暴露于寒冷的环境中会加剧核心体温的降低。张亚云[13]等人的研究指出:适当的液体输注,患者体内的热量不容易散失,核心体温更容易保持恒定。同样的,在医疗机构内,如果输入患者的液体没有经过适当的加温,从外界带入的冷液体快速进入体内可能会引起“冷稀释作用”,导致核心体温下降[14]。此外,在医疗机构内需要对患者进行很多医疗操作,例如穿刺、转运等。这些会导致患者长时间暴露于外界环境中,如果没有使用保暖用具(如加温毯、保温箱等)来减少热量散失,患者的体温会直线下降。颜雷雷[15]等人根据修正创伤评分(Revised Trauma Score, RTS)的结果构建了急性创伤患者低体温发生风险的预测模型。其结果并未表明院前未输液、院内输液为加温、院内未使用保暖用具是影响创伤患者出现自发性低体温的影响因素,这可能是与纳入研究对象创伤的严重程度不一致有关,本研究纳入的研究对象均为 ISS 评分 > 15 分的患者,患者病情更重,出现低体温风险更高,更需要做好各种保温措施。刘力行[16]等人研究指出:严重创伤患者由于病情更加恶劣,病情进展快,机体组织的低灌注、低氧血症,尤其是组织的摄氧、耗氧能力明显下降,导致机体代谢下降到极限,不能产生足够的热量以维持体温,因此更容易出现低体温的危险,并且低体温与不良预后、死亡等密切相关。现有的最佳证据[17]建议对创伤患者的体温管理以预防为主,应该尽早采取措施减少热量散失,及时复温低体温患者,以恢复和维持正常体温,减少并发症的发生。因此,护理人员在创伤现场面对创伤患者时应该及早的建立静脉通路进行输液,移除湿衣物。并且在转运的途中使用被子等保暖用具维持患者的正常体温,减少热量的散失。同时在院内为患者进行各种操作时注意减少患者暴露时间,操作完毕及时盖好被子,酌情使用加温器对输液进行加温。此外,在护理创伤患者时还应提

高体温监测的意识,对于创伤较重的患者应持续监测体温,以便及早识别低体温患者并采取相应措施。

4.2. 急性严重创伤患者自发性低体温风险预测模型的效果评价

本研究构建了一个基于 Logistic 回归分析的急诊创伤后患者自发性低体温预测模型,结果显示,模型预测性、灵敏度以及特异度均较好,并且采用了验证组的数据进行模型的验证。Hosmer-Lemeshow 检验结果显示,模型预测值与实际观测值之间的差异没有统计学意义,提示模型具有较好的校准能力($\chi^2 = 2.202, P = 0.6948 > 0.05$),此外,模型的 AUC 值为 0.975,表明模型具有较高的区分度,预测正确率为 92.3%,说明该模型能较好地预测自发性低体温的发生,具有一定的临床适用性。在临床工作中,应特别关注入院前未进行输液、院内输液未加温以及未使用保暖用具的人群,及早进行体温监测,做到早发现、早干预,以减少并发症的产生,提高患者的生存质量。

5. 小结

综上所述,院前未输液、院内输液未加温以及院内未使用保暖用具是严重创伤患者发生自发性低体温的独立危险因素,可为严重创伤患者自发性低体温的预防提供参考。本研究存在一定的局限:研究为单中心研究,且样本量偏少,实测数据的结果可能会存在一定的偏移。未来可开展多中心的大样本研究,并对严重创伤患者 ISS 评分进一步细分,完善该模型。

基金项目

江西省卫生健康委科技计划(项目编号:202210262)。

参考文献

- [1] 付小兵,王正国,主编.创伤基础[M].武汉:湖北科学技术出版社,2016:1-2.
- [2] 宋昕.WHO 公布全球十大死亡原因[J].中华灾害救援医学,2018,6(11):661.
- [3] Maek, T., Fochtmann, U., Jungbluth, P., Pass, B., Lefering, R., Schoeneberg, C., *et al.* (2024) Reality of Treatment for Severely Injured Patients: Are There Age-Specific Differences? *BMC Emergency Medicine*, **24**, Article No. 14. <https://doi.org/10.1186/s12873-024-00935-w>
- [4] 冷峰,冯娇娇,徐正梅,等.创伤急救医联体实施[J].解放军医院管理杂志,2020,27(1):39-41.
- [5] Melendez, J.J., Caicedo, Y., Guzman, M., Serna, J.J., Ordoñez, J., Angamarca, E., *et al.* (2020) Prehospital Damage Control: The Management of Volume, Temperature... and Bleeding! *Colombia Medica*, **51**, e4024486. <https://doi.org/10.25100/cm.v51i4.4486>
- [6] Haverkamp, F.J.C., Giesbrecht, G.G. and Tan, E.C.T.H. (2018) The Prehospital Management of Hypothermia—An Up-To-Date Overview. *Injury*, **49**, 149-164. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.11.001>
- [7] van Veelen, M.J. and Brodmann Maeder, M. (2021) Hypothermia in Trauma. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, Article 8719. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168719>
- [8] Miranda, D., Maine, R., Cook, M., Brakenridge, S., Moldawer, L., Arbabi, S., *et al.* (2021) Chronic Critical Illness after Hypothermia in Trauma Patients. *Trauma Surgery & Acute Care Open*, **6**, e000747. <https://doi.org/10.1136/tsaco-2021-000747>
- [9] 中国研究型医院学会休克与脓毒症专业委员会,中国人民解放军战创伤学专业委员会.创伤后多器官功能障碍综合征临床诊疗专家共识[J].中华危重病急救医学,2022,34(3):225-238.
- [10] Lapostolle, F., Couvreur, J., Koch, F.X., Savary, D., Alhéritière, A., Galinski, M., *et al.* (2017) Hypothermia in Trauma Victims at First Arrival of Ambulance Personnel: An Observational Study with Assessment of Risk Factors. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, **25**, Article No. 43. <https://doi.org/10.1186/s13049-017-0349-1>
- [11] 徐彩凤.中青年重症急性胰腺炎患者并发肠瘘风险预测模型的构建及验证[D]:[硕士学位论文].长春:长春中医药大学,2023.
- [12] 程正楠.老年糖尿病患者跌倒风险预测模型的构建[D]:[硕士学位论文].天津:天津医科大学,2020.

- [13] 张亚云, 石卉, 顾玉慧, 等. 预防性加温输液对急诊创伤患者生理指标及预后的影响[J]. 中外医疗, 2021, 40(29): 130-133.
- [14] 李旭锋. 急诊创伤后自发性低体温发生因素分析与干预措施探讨[J]. 中国伤残学, 2020, 28(5): 19-20.
- [15] 颜雷雷, 廖德珺, 金倩倩, 等. 急性创伤患者低体温发生风险的列线图模型构建[J]. 中国护理管理, 2022, 22(7): 1015-1020.
- [16] 刘力行, 聂时南, 刘云, 等. 创伤后自发性低体温急救处理现状与临床问题的研究进展[J]. 中华护理杂志, 2016, 51(6): 725-729.
- [17] 吴金玉, 帅俊坤, 上官非凡, 等. 急诊成人创伤患者自发性低体温院内管理的最佳证据总结[J]. 中华急危重症护理杂志, 2022, 3(6): 513-519.