

基于随机森林的严重多发伤后应激性溃疡影响因素分析

Analysis on Influencing Factors of Stress Ulcer after Multiple Trauma Based on Random Forest

蒋兰婷^{1,2} 陈莉^{2*}

Lanting Jiang^{1,2} Li Chen^{2*}

1. 南华大学护理学院 中国·湖南 衡阳 421001

2. 南华大学附属南华医院 中国·湖南 衡阳 421002

1.School of Nursing, University of South China, Hengyang, Hunan, 421001, China

2.Affiliated Nanhua Hospital, University of South China, Hengyang, Hunan, 421002, China

摘要: 目的: 使用随机森林算法分析严重多发伤后应激性溃疡的影响因素。方法: 回顾性收集2021年1月—2023年1月衡阳市某三甲医院重症监护病房且符合纳排标准的494例多发伤患者, 运用随机森林构建严重多发伤后应激性溃疡预测模型并分析其影响因素。结果: 随机森林模型显示留置胃管/鼻肠管天数、机械通气天数、GCS评分、APACHE II评分/修正创伤评分、肠内营养天数、PT(凝血酶原时间)、禁食天数、乳酸, 是患者发生应激性溃疡的前八位影响因素。结论: 随机森林预测模型性能较好, 可为临床预防措施的制定提供依据。

Abstract: Objective: To analyze the influencing factors of stress ulcer after multiple trauma using random forest algorithm. **Methods:** Retrospective collection of 494 patients with multiple injuries who met the admission and exclusion criteria in the intensive care unit of a tertiary hospital in Hengyang City from January 2021 to January 2023, a prediction model for severe stress ulcers after multiple injuries was constructed using random forest and its influencing factors were analyzed. **Results:** The random forest model showed that the duration of gastric tube/nasointestinal tube, mechanical ventilation, GCS score, APACHE II score/modified trauma score, enteral nutrition days, PT (prothrombin time), fasting days and lactic acid were the top eight influencing factors for the development of stress ulcer. **Conclusion:** The performance of random forest prediction model is good, which can provide a basis for the formulation of clinical preventive measures.

关键词: 多发伤; 应激性溃疡; 随机森林

Keywords: multiple trauma; stress ulcer; random forest

DOI: 10.12346/pmr.v5i4.8990

1 引言

近年来, 随着中国创伤中心的进一步建立, 早期救治水平得到了迅猛发展, 然而研究发现, 后期因生理指标紊乱等多方面因素导致一系列的并发症, 创伤的致死致残率并未下降^[1]。应激性溃疡是其中最常见的并发症之一, 一旦发生应激性溃疡出血, 死亡率高达50%^[2]。但目前关于严重多发伤患者发生应激性溃疡的影响因素尚存争议, 且未对其影响因素排序。随机森林算法近年来在疾病的预测、辅助诊断中应用广泛^[3], 降低了异常值所带来的影响, 同时降低了过拟合

的可能性, 更适合处理创伤患者复杂的临床数据集, 且能在较高预测精度下对影响因素进行重要性排序。因此, 本研究采用随机森林算法分析严重多发伤后应激性溃疡的影响因素, 以期为其防治提供参考。

2 对象与方法

2.1 研究对象

选取2021年1月—2023年1月湖南省某三级甲等综合医院重症监护室住院的494例严重多发伤患者。根据患

【作者简介】蒋兰婷(1996-), 女, 中国湖南衡阳人, 在读硕士, 护师, 从事急危重症护理研究。

【通讯作者】陈莉(1979-), 女, 中国湖南衡阳人, 硕士, 主任护师, 从事急危重症护理研究。

者住院期间是否发生应激性溃疡,将其分为应激性溃疡组(n=132)和非应激性溃疡组(n=362)。

纳入标准:①通过影像学检查,符合多发伤定义诊断且NISS评分 ≥ 20 分;②住院时间 ≥ 24 h;③年龄 ≥ 18 周岁;④所有患者均在受伤后24h内入院治疗。

排除标准:①研究相关临床资料不完善,包括无法提供既往病史、住院期间未完善本研究所需实验室指标检查等;②合并腹部损伤且不能排除胃肠道损伤;③既往有出血性疾病或长期服用抗凝、血小板聚集药物;④存在血液进入胃肠的可能(如颌面部外伤、颅底骨折等)。

本研究已获得伦理委员会批准。

2.2 研究方法

2.2.1 资料收集

研究者根据自行设计的一般资料调查表进行资料收集,包括社会人口学资料、疾病相关资料、疾病严重程度、药物使用情况、临床治疗情况、实验室检查结果等。从电子病历系统和重症监护系统提取所需资料,统计记录2021年1月—2023年1月严重多发伤患者病例资料,并计算APACHE II和NISS的分值。数据采集应为病人入ICU或抢救开始后24小时内最差值。对于SU组患者,收集其应激性溃疡发生前数据;非SU组患者收集其ICU住院期间的数据。

2.2.2 统计学处理

用Excel建立数据收集信息表,采用SPSS 26.0软件进

行统计学分析。符合正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差描述,组间比较采用独立样本t检验;不符合正态分布的计量资料用中位数(四分位间距)描述,组间比较采用Mann-Whitney U秩与检验;计数采用频数、百分比描述,组间比较采用 χ^2 检验Fisher确切概率法。所有检验均为双侧性, $P < 0.05$ 视为有统计学差异。通过MATLAB平台,采用随机森林算法对各变量的重要性进行排序。

3 结果

3.1 一般情况

本次研究共纳入494例多发伤患者,男性363例(73.5%),女性131例(26.5%),男女比为2.77:1。不同年龄均有发病,患者年龄范围为18~91岁,平均年龄58.59岁(58.59 \pm 14.40)。356例(72.1%)患者否认既往史,其中高血压患者110例(22.3%)、糖尿病患者59例(11.9%)。

3.2 单因素分析

是否手术、ICU住院天数、休克指数、APACHE II评分、NISS评分、GCS评分、镇痛镇静使用天数、留置胃管或鼻肠管天数、机械通气天数、禁食天数、肠内营养天数、乳酸、血糖、WBC、CRP、中性粒细胞计数、PT、APTT、白蛋白、血红蛋白等变量差异具有统计学意义($P < 0.05$)。具体见表1、表2。

表1 分类变量单因素分析

变量		例数	非应激性溃疡组 (n=905)	应激性溃疡组 (n=330)	χ^2	P值
性别	男性	908	662	246	0.053	0.817
	女性	327	243	84		
受伤原因	车祸	608	433	175	1.965	0.580
	高处坠落伤	280	215	65		
	其他	42	35	7		
	摔伤	305	223	82		
受伤部位	头颈	710	510	200	2.753	0.600
	胸部	176	136	40		
	腹部	35	30	5		
	骨盆	130	90	40		
	四肢	184	139	45		
高血压	否	960	708	252	0.406	0.524
	是	275	195	80		
糖尿病	否	1088	798	290	0.005	0.941
	是	147	108	39		
溃疡防治药物	H2RA	300	237	63	6.505	0.089
	PPI	862	605	257		
	硫糖铝	28	23	5		
	无	45	40	5		
手术	否	469	384	85	17.016	0.001
	是	766	523	243		
肾脏替代治疗	否	1227	902	325	2.460	0.117
	是	8	3	5		

表2 连续变量单因素分析

变量	应激性溃疡		t 值	P 值
	否 (n=905)	是 (n=330)		
年龄 (岁)	58.16 ± 14.198	59.79 ± 14.981	-1.113	0.266
总住院天数 (天)	31.38 ± 30.956	37.67 ± 36.911	-1.747	0.082
ICU 住院天数 (天)	8.83 ± 13.444	15.59 ± 15.851	-4.364	<0.0001
休克指数	1.679 ± 0.427	1.544 ± 0.586	2.412	0.017
APACHE II	8.699 ± 4.043	11.864 ± 4.59	-7.418	<0.0001
NISS 评分	21.268 ± 1.775	30.674 ± 2.153	-44.943	<0.0001
GCS 评分	13.622 ± 2.158	10.303 ± 4.094	8.874	<0.0001
镇痛镇静使用天数 (天)	3.16 ± 3.898	7.55 ± 8.192	-5.907	<0.0001
留置胃管或鼻肠管天 (天)	1.35 ± 8.415	9.64 ± 13.215	-6.734	<0.0001
机械通气天数 (天)	0.7 ± 7.65	3.6 ± 4.671	-5.076	<0.0001
禁食天数 (天)	1.49 ± 1.399	2.61 ± 2.209	-5.439	<0.0001
肠内营养天数 (天)	1.13 ± 6.764	3.73 ± 5.979	-4.129	<0.0001
乳酸 (mmol/L)	2.207 ± 1.617	3.48 ± 2.862	-4.835	<0.0001
血糖 (mmol/L)	8.937 ± 3.241	10.172 ± 4.435	-2.926	0.004
钾离子 (mmol/L)	3.782 ± 0.512	3.798 ± 0.695	-0.245	0.806
WBC (10 ⁹ /L)	13.539 ± 5.516	15.266 ± 6.192	-2.978	0.003
CRP (mg/L)	15.794 ± 34.683	31.017 ± 53.386	-3.05 ?	0.003
中性粒细胞计数 (10 ⁹ /L)	11.716 ± 5.089	12.891 ± 5.595	-2.211	0.028
血小板计数 (10 ⁹ /L)	175.559 ± 77.553	162.705 ± 73.969	1.687	0.093
PT (s)	13.828 ± 1.709	15.73 ± 9.613	-2.26	0.025
APTT (s)	34.328 ± 12.163	37.043 ± 12.097	-2.199	0.028
白蛋白 (g/L)	39.602 ± 5.223	36.408 ± 6.709	4.95	<0.0001
血红蛋白 (g/L)	116.279 ± 22.037	106.606 ± 24.898	4.166	<0.0001
ALT (U/L)	56.827 ± 57.161	70.347 ± 133.101	-1.101	0.272
AST (U/L)	38.172 ± 96.208	41.405 ± 62.755	-0.542	0.588
肌酐 (μmol/L)	85.464 ± 2.441	175.886 ± 779.477	-1.329	0.186
尿素氮 (mmol/L)	6.014 ± 17.421	17.421 ± 73.543	-1.782	0.077

3.3 随机森林算法

关于变量重要性排序,线性检验模型纳入单因素分析中具有统计学意义的20个变量,NISS评分与因变量的logit转换值不存在线性关系,因此将其排出模型。而多重共线性诊断排除WBC和中性粒细胞两个变量。再将单因素分析有统计学意义的剩余17个变量作为自变量,以是否发生应激性溃疡作为因变量,利用Matlab2019软件中的“TreeBagger”函数构建随机森林模型,选择合适的参数(最小叶子数为5、决策树数目为500)使得随机森林模型的性能表现最佳,具体见图1。

将对变量重要性进行排序,重要性评估以模型中的“OOB Permuted Predictor Delta Error”参数作为评价指标,该值越高表示该变量对随机森林的分类影响越大。评估结果见图2。

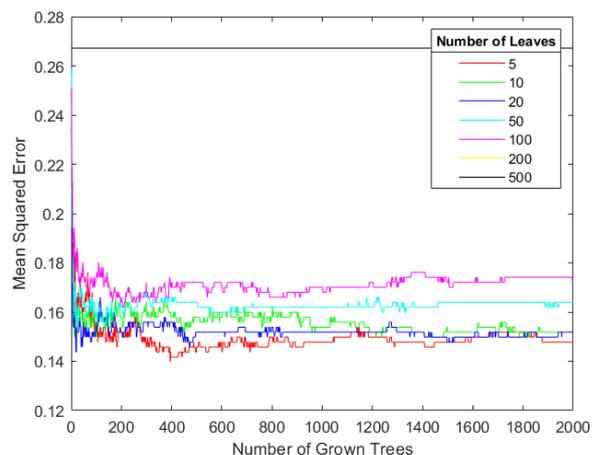


图1 模型MSE与决策树数目的关系图

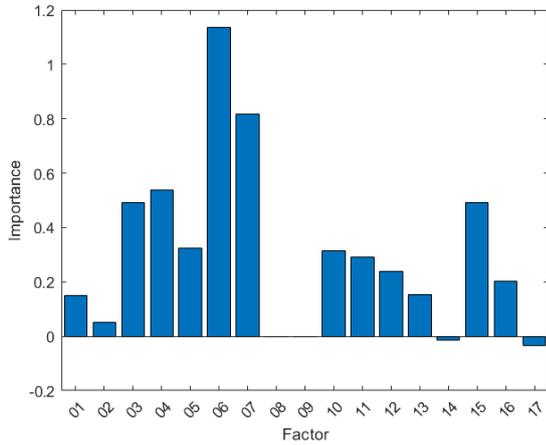


图2 不同影响因素对模型的重要性

我们将评分最高的变量投入模型进行验证,记录验证结果,之后根据变量重要性排序依次增加一个变量投入模型,进行逐步验证。结果显示,当变量数为8时,误差率最低。重要性评分排名前8的变量分别为留置胃管/鼻肠管天数、机械通气天数、GCS评分、APACHE II评分/修正创伤评分、肠内营养天数、PT(凝血酶原时间)、禁食天数、乳酸。具体结果见图3。

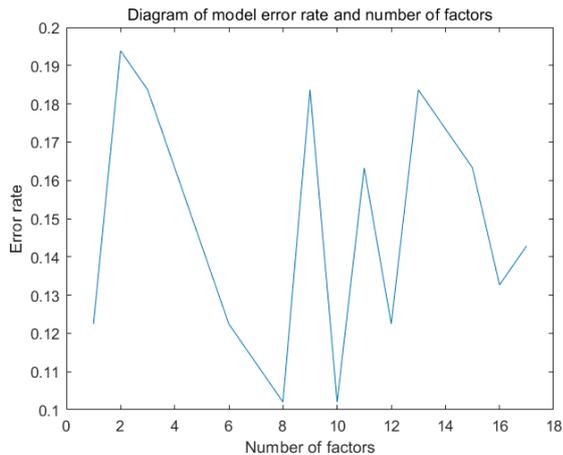


图3 模型的误差率与影响因子输入个数的关系

4 讨论

严重多发伤较其他疾病,病情变化极快,机体更易产生应激反应并发应激性溃疡,从而导致患者病情恶化。研究显示^[4],早期识别发生应激性溃疡并进行干预,可有效预防应激性溃疡及其并发症的发生。然而,目前对多发伤后应激性溃疡的预后研究仍较少,临床应用证据不足。随机森林算法因为其高度并行化,不容易过拟合,对部分特征缺失不敏感,抗噪能力强等优势^[5],被广泛应用于临床研究尤其是各种疾病的风险评估和影响因素探索等方面。本研究利用随机森林方法构建模型,分析多发伤后应激性溃疡的影响因素,为多发伤后应激性溃疡的预后提供参考,降低严重多发伤后应激

性溃疡的发生概率,优化患者的生命保障。

本研究显示,留置胃管/鼻肠管天数,肠内营养天数,机械通气天数,GCS评分,APACHE II评分/修正创伤评分,PT(凝血酶原时间),禁食天数,乳酸是患者发生应激性溃疡的前8位影响因素。

留置胃管或鼻肠管时间越长,禁食时间越长,肠内营养时间越短,发生严重多发伤后应激性溃疡的可能性越大。留置胃管或鼻肠管会压迫消化道黏膜,引起压力性损伤,产生应激反应。然而经鼻肠管行肠内营养支持可提升患者肠内营养耐受性,增强营养,降低胃肠道并发症^[6-7],减少应激性溃疡的发生。Becq等^[8]研究指出,肠道喂养对术后应激性溃疡出血具有保护作用,同理禁食天数过长也会增加胃肠道并发症的风险。El-Kersh^[9]的一项前瞻性研究发现早期肠内营养可以预防应激性溃疡,可能是因为早期肠内营养能使胃黏膜血流量增加,恢复肠道功能,缓解肠内电解质代谢紊乱而引起的组织水肿等表现。提示医护人员应留置胃管或鼻肠管,开启早期肠内营养,按时更换,在病情允许的情况下,尽早拔除。

严重多发伤患者本身免疫力低,耐受力差,容易受到致病菌入侵。机械通气时间过长,变相地增大了患者胃肠道与致病菌接触的机会,进而导致应激性溃疡的发生。另外,机械通气还会对患者自身造成一定创伤^[10]。因此,在治疗过程中应该对患者病情进行紧密监控,及时拔管,避免通气时间过长。

本研究结果显示,APACHE II评分和GCS评分是严重多发伤后应激性溃疡的影响因素。Tian Y等^[11]发现APACHE II评分能较准确预测危重患者的预后,金梦等^[12]认为APACHE II评分具有较好的诊断胃肠道衰竭的能力,这与本研究的结果一致。可能是因为APACHE II评分作为ICU常用的病情严重程度评估工具,APACHE II评分越高,说明患者病情越危重,身体各脏器机能损伤越大,导致胃肠黏膜血管缺血缺氧、糜烂、出血等。Qiu等^[13]研究发现初始GCS评分是脑出血患者发生应激性溃疡的独立预测因素,与本研究的结果一致。GCS评分反映脑损伤的严重程度,GCS评分越低、脑损伤越严重。处于应激状态下的迷走神经兴奋,胃酸分泌增加,导致应激性溃疡风险增加;也可能是因为脑损伤导致肠道微生物组的广泛变化,肠道微生物组与消化性溃疡相关的共生菌群定植,导致胃肠道炎症导致溃疡^[14]。APACHE II评分和GCS评分均反映病情严重程度,提示医护人员要动态评估患者病情,及时发现病情变化,降低应激性溃疡发生的风险。

PT(凝血酶原时间)是严重多发伤后应激性溃疡出血的危险因素,凝血酶原时间越长,发生应激性溃疡的概率越高。凝血酶原时间是指在缺乏血小板的血浆中加入过量的组织因子(兔脑渗出液)后,凝血酶原转化为凝血酶,导致血浆凝固所需的时间。正常值为12~14s,但在多发伤的治疗中,

我们往往会使用抗凝剂或抗血小板聚集药物,这些药物会影响机体正常的凝血防御反应,加重消化道出血反应^[2]。Han等^[15]对不同抗血小板方案进行研究后发现,几乎所有接受抗血小板治疗的患者都会出现胃肠道损伤。因此,临床在使用抗凝剂时一定要严格控制使用剂量,避免诱发不良事件。

乳酸越高,发生应激性溃疡的可能性越大。多发伤患者多有乳酸代谢异常,这是因为多发伤患者早期失血,组织缺氧、灌注不足。肠道对低灌注较敏感,易产生应激反应^[16]。乳酸的浓度也是反映人体内氧化应激的重要指标,是脓毒血症以及创伤死亡率和并发症的重要预测因子^[17]。提示医护人员应加强对乳酸的监测,早期进行预防。

本研究仍存在很多不足之处。首先,本研究资料来源较局限,入院率偏倚不可避免;其次,随机森林算法虽然能得出与因变量相关的重要特征,但是缺乏对各个特征的作用方向及作用程度做出更直观的解释。因此,该模型可能在未来需要继续优化。综上,论文基于随机森林算法,以严重多发伤患者为研究对象,对应激性溃疡的影响因素进行研究。结果表明,留置胃管/鼻肠管天数、机械通气天数、GCS评分,APACHE II评分/修正创伤评分、肠内营养天数、PT(凝血酶原时间)、禁食天数、乳酸是患者发生应激性溃疡的前八位影响因素。为日后对严重多发伤后应激性溃疡的预后提供参考。

参考文献

- [1] 李阳,李辉,陈驾君,等.多发伤病历与诊断:专家共识(2023版)[J].创伤外科杂志,2023,25(8):561-568.
- [2] 曹娅妮,伍玉玲,关沛.颅脑损伤患者术后应激性溃疡出血发生情况及相关因素调查[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2023,18(9):1176-1179+1236.
- [3] 陈新宇,周军良,李婷婷,等.基于随机森林算法和Logistic回归分析的老年肌肉衰减症影响因素[J].中华疾病控制杂志,2022,26(3):357-361.
- [4] Bashar S K, Ding E Y, Walkey A J, et al. Atrial Fibrillation Prediction from Critically Ill Sepsis Patients [J]. Biosensors (Basel), 2021,11(8).
- [5] Bujak K, Wasilewski J, Osadnik T, et al. The Prognostic Role of Red Blood Cell Distribution Width in Coronary Artery Disease: A Review of the Pathophysiology [J]. Dis Markers, 2015(7):824624.
- [6] 苗新宇.经鼻肠管与鼻胃管喂养的机械通气患者行肠内营养支持VAP发生率及相关指标比较[J].解放军预防医学杂志,2020,38(8):67-69.
- [7] Compher C, Bingham A L, McCall M, et al. Guidelines for the provision of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2022,46(1): 12-41.
- [8] Becq A, Urien S, Barret M, et al. Epinephrine dose has a preventive effect on the occurrence of stress ulcer-induced gastrointestinal bleeding in critically ill patients[J]. Dig Dis Sci,2018,63(10):2687-2694.
- [9] El-Kersh K, Jalil B, McClave S A, et al. Enteral nutrition as stress ulcer prophylaxis in critically ill patients: A randomized controlled exploratory study [J]. J Crit Care, 2018(43):108-113.
- [10] 亓田,杨新华,雷媛.呼吸机相关性肺炎发生的危险因素及目标性集束化护理的应用和优化[J].齐鲁护理杂志,2021,27(15):78-80.
- [11] Tian Y, Yao Y, Zhou J, et al. Dynamic APACHE II Score to Predict the Outcome of Intensive Care Unit Patients [J]. Front Med (Lausanne),2021(8):744907.
- [12] 金梦,张慧敏,陈轩馥,等.急性胰腺炎相关胃肠道衰竭的评价和早期诊断指标[J].中国医学科学院学报,2020,42(1):47-54.
- [13] Qiu W, Liu C, Ye J, et al. Age-to-Glasgow Coma Scale score ratio predicts gastrointestinal bleeding in patients with primary intracerebral hemorrhage [J]. Front Neurol, 2023(14):1034865.
- [14] Kumaria A, Kirkman M A, Scott R A, et al. A Reappraisal of the Pathophysiology of Cushing Ulcer: A Narrative Review [J]. J Neurosurg Anesthesiol, 2023(7).
- [15] Han Y, Liao Z, Li Y, et al. Magnetically controlled capsule endoscopy for assessment of antiplatelet therapy-induced gastrointestinal injury[J]. J Am Coll Cardiol,2022,79(2):116-128.
- [16] 杨威,钟德金,王力涛,等.血清PGE-2和血乳酸水平与急性上消化道出血病情严重程度及预后的相关性分析[J].中国现代医学杂志,2022,32(19):25-31.
- [17] Gicheru B, Shah J, Wachira B, et al. The diagnostic accuracy of an initial point-of-care lactate at the emergency department as a predictor of in-hospital mortality among adult patients with sepsis and septic shock [J]. Front Med (Lausanne), 2023(10):1173286.