

## 伤员伤情危重程度简易评分的构建与验证

刘 微<sup>1</sup>, 刘建超<sup>1</sup>, 庄 倩<sup>1</sup>, 冯 聪<sup>2</sup>, 叶小飞<sup>3</sup>, 刘丽华<sup>1</sup>, 李 林<sup>1</sup>

<sup>1</sup>解放军总医院医学创新研究部医院管理研究所, 北京 100853; <sup>2</sup>解放军总医院第一医学中心急诊医学科, 北京 100853; <sup>3</sup>海军军医大学卫勤系军队卫生统计学教研室, 上海 200433

**摘要:**背景 对伤员伤情危重程度的准确判断和精确分类是实施科学救治的前提和基础。目的 构建可供院前急救使用的伤员伤情危重程度监测指标和测量方法。方法 收集解放军总医院8个医学中心2014-2018年创伤伤员44642例, 纳入年龄、入院病情、体温、脉搏、呼吸、收缩压、共病数量、伤部、伤类、伤因10个指标; 采用多元 Logistic 回归分析构建伤情危重评分模型, 用 Liu 方法、Youden 指数法、离(0, 1)最近法确定创伤危重分级界值。结果 构建的伤情危重分值, 为该伤员各变量风险分值得和, 取值范围为-15~98分, 模型验证区分度和校准度均较好; 将伤情分为轻度和重度, <32分为轻度, ≥32分为重度。结论 构建的伤情危重评分可用于院前环境对伤员的伤情危重评估和伤员结局预测, 并作为救治资源调配的依据。

**关键词:** 创伤; 院前; 创伤危重程度评分模型; 急救医学; 死亡率

中图分类号: R459.7

文献标志码: A

文章编号: 2095-5227(2023)11-1206-06

DOI: 10.12435/j.issn.2095-5227.2023.040

引用本文: 刘微, 刘建超, 庄倩, 等. 伤员伤情危重程度简易评分的构建与验证 [J]. 解放军医学院学报, 2023, 44 ( 11 ): 1206-1211.

### Construction and verification of a simple scoring system for severity of injuries

LIU Wei<sup>1</sup>, LIU Jianchao<sup>1</sup>, ZHUANG Qian<sup>1</sup>, FENG Cong<sup>2</sup>, YE Xiaofei<sup>3</sup>, LIU Lihua<sup>1</sup>, LI Lin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hospital Management Institute, Medical Innovation Research Division, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; <sup>2</sup>Department of Emergency Medicine, the First Medical Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; <sup>3</sup>Department of Military Medical Statistics, Naval Military Medical University, Shanghai 200433, China

Corresponding author: LI Lin. Email: [lilin@301hospital.com.cn](mailto:lilin@301hospital.com.cn)

**Abstract:** **Background** Accurate assessment and classification for the severity of injuries is a prerequisite and foundation for implementing timely and scientific treatment. **Objective** To provide some monitoring indicators and measurement methods for the severity of injuries for uses in battlefield and on-site first aid. **Methods** A total of 44 642 cases with trauma injuries were collected from 8 medical centers affiliated to Chinese PLA General Hospital from 2014 to 2018, and multiple logistic regression analysis was used to construct an injury severity scoring model, including 10 indicators: age, admission condition, temperature, pulse, breathing, systolic blood pressure, number of comorbidities, injury sites, injury types, and injury causes. The Liu method, Youden index method, and nearest (0, 1) method were used to determine the cut-off scores of trauma severity. **Results** The severity score of injury was the sum of the risk scores of each variable, ranging from -15 to 98 points, and the verification of discrimination and calibration degree of the model was good. The cut-off score for grading injuries into mild and severe was 32, with <32 classified as mild and ≥ 32 as severe. **Conclusion** The injury severity score can be used for assessment of the severity and prediction of casualty outcomes in battlefield and on-site environments, which can be used as a reference for resource allocation.

**Keywords:** trauma; pre-hospital; traumatic severity scoring model; emergency medicine; mortality

**Cited as:** Liu W, Liu JCH, Zhuang Q, et al. Construction and verification of a simple scoring system for severity of injuries [J]. Acad J Chin PLA Med Sch, 2023, 44 ( 11 ): 1206-1211.

对伤病员危重程度的准确判断和精确分类是实施及时科学救治的前提和基础。院前急救环境

中伤员伤情复杂, 很多是潜在危重伤员, 单纯由医务人员主观判断不易精确评估其危重程度, 而这些伤员如未早期发现和干预, 往往导致病情快速恶化, 发展为危重伤员甚至死亡。急救现场往往有大量伤员需要同时救治, 伤情危重程度的准确分类非常重要, 对于高效配置救治力量、提高伤病员救治成功率具有重要意义。国外现有疾病危重程度的衡量方法主要用于特定患者危重程度的评价, 特别是重症监护室患者<sup>[1-3]</sup>, 包括急性

收稿日期: 2022-05-06

基金项目: 国家重点研发计划 (2020YFC2003403); 国家重点研发计划 (2020YFC2003402); 国家自然科学基金项目 (72274211; 82072200)

作者简介: 刘微, 女, 硕士, 助理研究员。研究方向: 卫生信息管理。Email: [yaya9200@hotmail.com](mailto:yaya9200@hotmail.com)

通信作者: 李林, 男, 博士, 副主任医师。Email: [lilin@301hospital.com.cn](mailto:lilin@301hospital.com.cn)

生理和慢性健康状况评分 (acute physiology and chronic health valuation, APACHE)、格拉斯高昏迷评分、简明急性生理学评分 (simplified acute physiology, SAPS)、病死率模型 (mortality probability model, MPM) 和基于实验室检查的急性生理功能评分 (第 2 版) (laboratory acute physiology score, version 2, LAPS2)<sup>[4-8]</sup>, 大部分是基于临床数据和统计学模型开发的, 其有效性已被验证并被广泛采用<sup>[9-16]</sup>。国内目前主要以轻、中、重简单定性评价伤情危重程度, 这种方法存在的问题包括: (1) 分类粗糙, 不够准确; (2) 主要依据个人经验, 不够客观, 受医师、护士知识水平等自身因素影响大, 很容易导致伤情误判而延误治疗。本文基于诊疗数据和统计学模型开发简易伤情测量方法, 以期为院前现场急救提供评估工具。

### 对象与方法

**1 资料来源** 本研究是一项回顾性队列研究, 数据来源于解放军总医院 8 家医学中心 (医院) HIS 系统。纳入标准: 2014 年 1 月 1 日 - 2018 年 12 月 31 日收治的, 出院第一诊断代码为国际疾病统计分类 (第 10 版, ICD-10) S 段、T 段 (损伤、中毒和外因的某些其他后果), 年龄  $\geq 16$  岁的出院患者和院内死亡患者。排除标准: 分析模型构建所需关键变量缺失者。最终纳入分析的患者 44 642 例。

本研究遵循临床预测模型构建指南——个体预后或治疗多变量预测模型透明报告 (transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis, TRIPOD) 的原则和要求<sup>[17]</sup>。本研究已经解放军总医院伦理委员会审查批准 (批准号: S2021-187-01)。

**2 创伤危重评分纳入指标** 伤员伤情危重程度除与损伤情况相关外, 还反映在生命体征上。选取年龄、性别、入院病情、入院体温、入院脉搏、入院呼吸、收缩压、共病数量、伤部、伤类、伤因这 11 个指标反映伤员的危重程度。考虑到每组样本量的平衡性, 年龄分为 4 组: 16 ~ < 40 岁, 40 ~ < 65 岁, 65 ~ < 75 岁,  $\geq 75$  岁。共病情况根据 Elixhauser 共病指数定义的 31 类共病, 由 ICD-10 确定, 将该指数转化为二分类变量, 分别为  $\leq 0$  和  $\geq 1$ 。入院病情原始值包含危、急、一般三类, 由于被归为危的患者只有 260 例 (0.58%), 因此与被归为急的患者合并为一类。收缩压  $\geq 140$  mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 和 (或) 舒张压  $\geq 90$  mmHg 定义为高血压, 收缩压 < 90 mmHg 和

(或) 舒张压 < 60 mmHg 定义为低血压, 介于两者之间为正常血压。伤部、伤类、伤因由 R 语言的 ICDPICR 包根据伤员第一诊断 ICD-10 代码匹配获得。

**3 训练集和验证集的划分** 将数据集以入院年份和医院名称为分层条件, 按 7 : 3 比例随机拆分为训练数据集和验证数据集。

**4 创伤危重评分的构建** 以在院死亡为伤情危重程度简易评分模型的因变量, 采用多元 Logistic 快速向后消除法逐步回归建立预测因素与在院死亡的统计模型, 以  $\alpha=0.2$  为界值, 大于该界值则在模型中剔除该变量。所有的变量都被设置为虚拟变量。取各变量  $\beta$  系数的中位数乘 10 并四舍五入, 作为变量的死亡风险分值。将每个变量的风险得分相加, 得出每个伤员的伤情危重评分。用 STATA 16 的 `-cutpt-` 命令计算, 分别用 Liu 方法、Youden 指数法、离 (0, 1) 最近法<sup>[18-20]</sup>, 求得 3 个最佳界值, 其中 Liu 方法是以敏感度与特异度之积最大的界值作为最佳界值, Youden 指数法是以敏感度与特异度之和最大的界值作为最佳界值, 而离 (0, 1) 最近法是以 ROC 曲线下面积最大的界值作为最佳界值。

**5 统计学方法** 对于评分模型进行内部验证, 将推导出的评分用于预测验证集中伤员的死亡率, 用 ROC 曲线下面积 (AUC) 评价区分度; 模型的校准度采用 Hosmer-Lemeshow 拟合优度检验 (H-L 检验) 评估 ( $\alpha=0.05$ ) 并以图形形式表示, 以评分的十分位数计算预期的和观察到的死亡率。对于连续型变量均转换为分类变量, 以百分比形式表示, 并采用  $\chi^2$  检验分析组间差异。所有分析使用统计软件 SAS 9.4 和 STATA 16。

### 结果

**1 创伤伤员特征** 创伤伤情危重程度简易评分模型的研究数据集包括 44 642 例住院病例, 训练集包含 31 251 例, 验证集包含 13 391 例。全部伤员的基本特征见表 1。

**2 伤情危重评分构建** 除性别外 ( $\alpha > 0.2$ ), 其余变量均进入多元 Logistic 回归分析。在院死亡率的最初预测因素包括年龄、入院病情、入院体温、入院脉搏、入院呼吸、收缩压、共病数量、伤部、伤类、伤因 (表 2)。结果显示, 75 岁以上、入院病情危重、体温高于 38°C、入院时呼吸频率低于 16 次/min、脉搏高于 100/min 或低于 60/min、低血压、共病数量大于 1、伤部为头颈部、伤类为

表 1 纳入分析创伤伤员的基本特征 (例, %)  
Tab. 1 Basic characteristics of trauma patients (n, %)

变量	区间	总体(n=44 642)	训练集(n=31 251)	验证集(n=13 391)	$\chi^2$ 值	P值
年龄	16岁~	17805(39.88)	12475(39.92)	5330(39.80)	0.320	0.956
	40岁~	15845(35.49)	11098(35.51)	4747(35.45)		
	65岁~	4409(9.88)	3089(9.88)	1320(9.86)		
	75岁~	6583(14.75)	4589(14.68)	1994(14.89)		
性别	女	15728(35.23)	11036(35.31)	4692(35.04)	0.312	0.576
	男	28914(64.77)	20215(64.69)	8699(64.96)		
入院病情	危或急	15627(35.01)	10944(35.02)	4683(34.97)	0.010	0.921
	一般	29015(64.99)	20307(64.98)	8708(65.03)		
体温	0℃~	16725(37.46)	11648(37.27)	5077(37.91)	2.107	0.349
	36.7℃~	26392(59.12)	18544(59.34)	7848(58.61)		
	38℃~	1525(3.42)	1059(3.39)	466(3.48)		
入院脉搏	0/min~	512(1.15)	359(1.15)	153(1.14)	0.036	0.982
	100/min~	42328(94.82)	29634(94.83)	12694(94.80)		
	60/min~	1802(4.04)	1258(4.03)	544(4.06)		
入院呼吸	0次/min~	616(1.38)	417(1.33)	199(1.49)	1.928	0.381
	16次/min~	17936(40.18)	12534(40.11)	5402(40.34)		
	19次/min~	26090(58.44)	18300(58.56)	7790(58.17)		
入院血压	低血压	1153(2.58)	824(2.64)	329(2.46)	1.314	0.518
	正常血压	31643(70.88)	22153(70.89)	9490(70.87)		
	高血压	11846(26.54)	8274(26.48)	3572(26.67)		
共病数量	0	42179(94.48)	29508(94.42)	12671(94.62)	0.724	0.395
	1~	2463(5.52)	1743(5.58)	720(5.38)		
伤部	胸和躯干	1553(3.48)	1128(3.61)	425(3.17)	6.854	0.077
	四肢	26571(59.52)	18533(59.30)	8038(60.03)		
	头颈	11686(26.18)	8177(26.17)	3509(26.20)		
	脊柱后背	4832(10.82)	3413(10.92)	1419(10.60)		
伤类	骨折	23163(51.89)	16253(52.01)	6910(51.60)	0.830	0.842
	内脏损伤	7907(17.71)	5517(17.65)	2390(17.85)		
	开放伤	1818(4.07)	1262(4.04)	556(4.15)		
	其他	11754(26.33)	8219(26.30)	3535(26.40)		
伤因	坠落	13731(30.76)	9646(30.87)	4085(30.51)	5.676	0.128
	其他	6361(14.25)	4459(14.27)	1902(14.20)		
	交通伤	24033(53.83)	16762(53.64)	7271(54.30)		
	未明确	517(1.16)	384(1.23)	133(0.99)		

内脏损伤、伤因为交通伤伤员的危重评分最高。各变量的风险分值见表 2。某伤员甲的伤情危重分值，为该伤员各变量风险分值之和，取值范围为-15~98分。以某伤员为例，假定其年龄 25 岁，现场判断其病情为“危”，体温 38.5℃，呼吸 13 次/min，脉搏 120/min，正常血压，未患共病，下肢受伤，骨折，伤因为高处坠落，根据表 2，其伤情危重评分为 0+10+8+9+12+0+0+0+0+0=39 分。

**3 创伤危重评分分布** 训练集和验证集的创伤危重评分分布按是否在院死亡分类，在院死亡伤员伤情危重评分的均值和中位数均大于存活者。训练集死亡者均值 55 分、中位数 55 分，存活者均

值 17.5 分、中位数 14 分 (图 1)；验证集死亡者均值 52 分、中位数 52 分，存活者均值 17.6 分、中位数 14 分 (图 2)。

**4 在院死亡率预测** 图 3 显示了训练集伤员按伤情危重评分各组的人数和预测死亡率。结果表明，随着创伤危重分值增加，在院死亡率增加。预测死亡率最高为 15.26%。对于上方示例的伤员甲，其危重评分 39 分，根据图 3，对应的预测在院死亡率为 0.67%，95% CI 为 0.661%~0.673%。

**5 评分模型的验证** 该模型训练集风险评分的 AUC 为 0.927，具有良好的区分能力。将风险评分应用于内部验证集时，模型的 AUC 为 0.911，性能仍良好。Hosmer-Lemeshow 检验结果表明，内

表 2 训练集创伤伤员院内死亡 Logistic 回归结果与各变量风险分值  
Tab. 2 Logistic regression results of in-hospital death and risk scores of each variable in the training set

变量	区间	估计系数	P值	风险分值
年龄	16岁~(对照组)	-	-	0
	40岁~	0.560	0.023	6
	65岁~	1.512	<0.001	15
	75岁~	2.313	<0.001	23
入院病情	一般(对照组)	-	-	0
	危或急	1.024	<0.001	10
入院体温	0℃~	0.192	0.232	0
	36.7℃~(对照组)	-	-	0
	38℃~	0.817	<0.001	8
入院呼吸	0次/min~	0.922	0.002	9
	16次/min~(对照组)	-	-	0
	19次/min~	0.192	0.265	0
入院脉搏	0/min~	1.158	0.002	12
	60/min~(对照组)	-	-	0
	100/min~	1.232	<0.001	12
入院血压	低血压	0.816	0.002	8
	正常血压(对照组)	-	-	0
	高血压	0.210	0.182	0
共病数量	0(对照组)	-	-	0
	1~	1.220	<0.001	12
伤部	四肢(对照组)	-	-	0
	胸部躯干	-0.698	0.259	0
	头颈	0.890	0.035	9
	脊柱后背	-1.482	0.015	-15
伤类	其他(对照组)	-	-	0
	骨折	0.730	0.159	0
	内脏损伤	2.263	<0.001	23
	开放伤	0.209	0.806	0
伤因	未明确(对照组)	-	-	0
	坠落伤	0.301	0.088	0
	其他	1.234	0.234	0
	交通伤	0.424	0.036	4

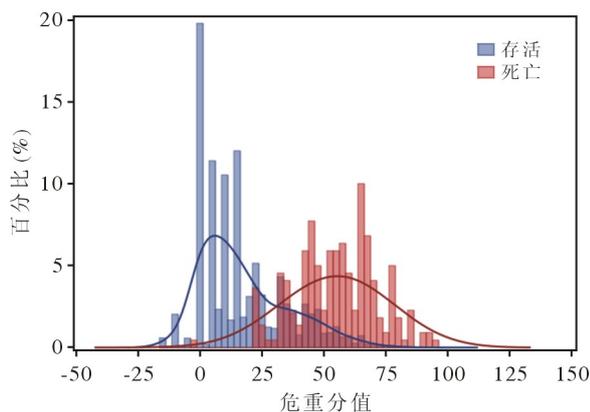


图 1 训练集创伤伤员院内死亡与非死亡伤情危重评分百分比分布  
Fig.1 Percentage distribution of severe injury scores for in-hospital deaths versus non-fatalities in training set

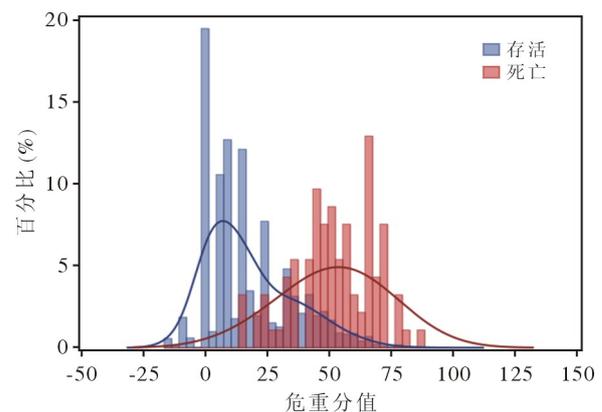


图 2 内部验证集院内死亡与非死亡伤情危重评分百分比分布  
Fig.2 Percentage distribution of severe injury scores for in-hospital deaths versus non-fatalities in validation set

部验证集的预期和实际住院死亡率符合令人满意的标准 [ $\chi^2(8)=4.813, P=0.777$ ], 训练集 H-L 检验  $P<0.05$  [ $\chi^2(8)=22.866, P=0.004$ ], 可能与样本量大有关。图 4 和图 5 显示了训练集和验证集的校

准线, 表明模型的预测性能较好。

6 伤情危重分级阈值 根据 Liu 方法、Youden 指数法、离 (0, 1) 最近法计算的创伤危重分值最佳阈值分别为 32、32、33 分, 故取 32 分作为危

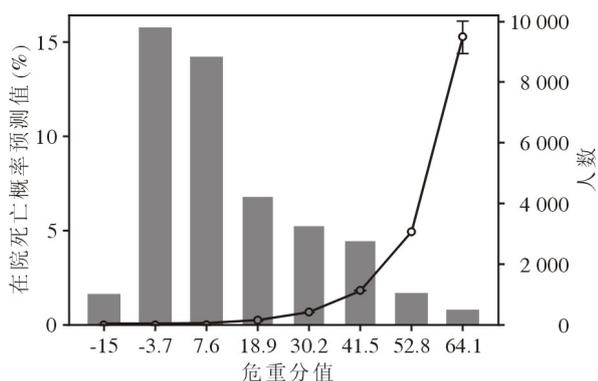


图3 训练集不同伤情评分伤员数量和预测在院死亡率  
Fig.3 Number of casualties and predicted in-hospital mortality of death with casualty scores in training set

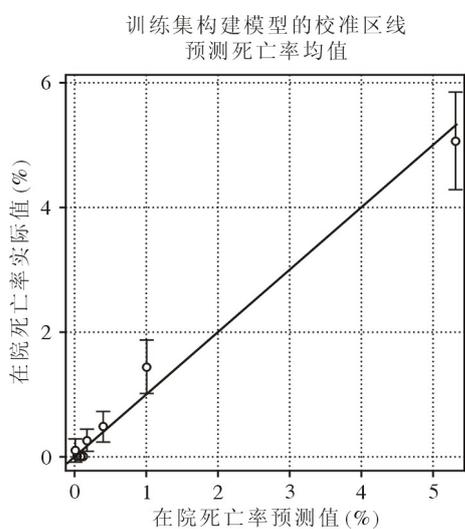


图4 训练集院内死亡伤情危重评分模型校准图  
Fig.4 Calibration diagram of severe scoring model of injury for hospital deaths in training set

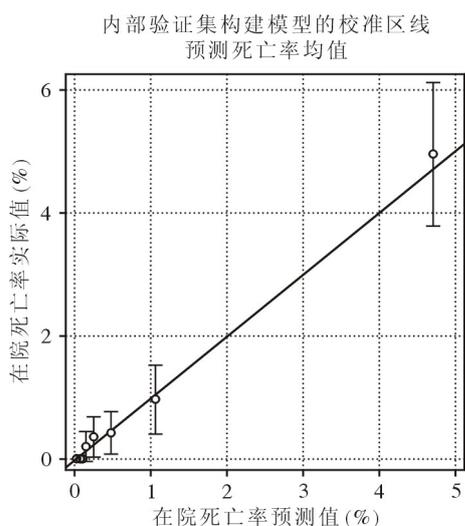


图5 内部验证集院内死亡伤情危重评分模型校准图  
Fig.5 Calibration diagram of severe scoring model of injury for hospital deaths in validation set

重评分的界值， $<32$ 分为轻度， $\geq 32$ 分为重度。界值上下各组在院存活与死亡的患者情况见表3。

表3 全部伤员伤情危重评分界值之上、之下的死亡率  
Tab.3 Mortality above or below the cut-off of the severity score for injuries

界值	在院存活伤员		在院死亡伤员		总体	
	数量	百分比	数量	百分比	数量	百分比
$<32$	34 062	76.84	24	7.67	34 086	76.35
$\geq 32$	10 267	23.16	289	92.33	10 556	23.65
合计	44 329	100	313	100	44 642	100

### 讨论

伤员伤情的变化必然反映在生命体征等生理指标上，通过生命体征和损伤情况，运用数学模型将其综合化为一个指标，可实现辨识伤情的目的。本研究收集了解放军总医院8个医学中心的住院伤员数据，运用 Logistic 回归模型，研究伤员预后与现场监测指标之间的数量关系，研制并验证了适于现场急救的简易伤情危重评分，运用 Liu 方法、Youden 指数法、离 (0, 1) 最近法确定其轻、重度伤情危重分级界值，可作为院前救治环境对伤员伤情严重程度判断、预后结局预测和入院后资源利用 (如 ICU 使用、医护力量的调配) 的依据。

在现有创伤伤员的死亡预测模型中，常用的创伤危重评分和新版创伤危重评分会受到专家主观判断的影响，且不同领域的专家间判断差异更大<sup>[21-24]</sup>。而本研究构建的伤情简易评分仅考虑伤部、伤类、伤因和体温、脉搏、呼吸、血压生命体征指标，以及年龄、入院病情、共病数量等客观变量，均容易获取，因此可用于院前急救环境不明伤情或伤员不配合检伤等情况下，对伤员开展伤情判断，同时可作为院内救治的参考。此外，模型中的年龄和伤类，因其风险分值更高 (23 分)，相比其他因素对创伤危重评分的影响更大。

本研究构建的伤员危重评分，改变了现有对伤员伤情严重程度以轻度、中度、重度等简单、定性的方法进行衡量的方式，以评分的量化形式衡量，不同评分可以精确预测在院死亡率，是伤情危重程度量化衡量的一个进步。结果表明，随着创伤危重分值增加，在院死亡率增加。经验证，模型的区分度和校准度较好。尚未发现确定伤情危重评分界值的文献。本研究构建的简易伤情评分确定了危重分级界值为 32 分， $<32$ 分为轻度伤， $\geq 32$ 分为重度伤，是对现有评分方法的发展和创新。

研究的局限性：(1) 受样本量和关键变量缺失比例高的限制，纳入分析的样本较少，同时该评

分是基于北京三级甲等医院的住院创伤伤员构建的,应用于其他地区伤员和更广泛地推广时需要谨慎;(2)构建的伤情危重评分的死亡预测性能并未与创伤危重评分等现有常用损伤评分进行比较。后期应扩大样本量,特别是利用更多其他地区伤员数据和其他级别医疗机构数据,进一步确定和验证该评分的性能,并开展与现有损伤评分的性能比较。

**作者贡献** 李林:论文的整体构思、审阅和修正;刘微:部分文献查阅,初稿撰写;刘建超:数据的采集和整理;庄倩:部分文献查阅,数据分析;冯聪:论文的审读和修订;叶小飞:统计学方法指导;刘丽华:监督指导,资金获取。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突。

**数据共享声明** 本论文相关数据可依据合理理由从作者处获取,Email: lilin@301hospital.com.cn。

#### 参考文献

- 郭超,余丹阳,解立新.危重症预后评分系统初探[J].解放军医学杂志,2010,35(9):1151-1153.
- Sterner M, Attergrim J, Claeson A, et al. Both the multiplicative and single-worst-injury International Classification of Diseases Injury Severity Score underperform in urban Indian hospitals [J]. *Trauma*, 2019, 21(4): 301-309.
- Berecki-Gisolf J, Tharanga Fernando D, D'Elia A. International classification of disease based injury severity score (ICISS): a data linkage study of hospital and death data in Victoria, Australia [J]. *Injury*, 2022, 53(3): 904-911.
- Escobar GJ, Gardner MN, Greene JD, et al. Risk-adjusting hospital mortality using a comprehensive electronic record in an integrated health care delivery system [J]. *Med Care*, 2013, 51(5): 446-453.
- Larsen R, Bäckström D, Fredrikson M, et al. Decreased risk adjusted 30-day mortality for hospital admitted injuries: a multi-centre longitudinal study [J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2018, 26(1): 24.
- Mitchell RJ, Ting HP, Driscoll T, et al. Identification and internal validation of models for predicting survival and ICU admission following a traumatic injury [J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2018, 26(1): 95.
- Wada T, Yasunaga H, Doi K, et al. Impact of hospital volume on mortality in patients with severe torso injury [J]. *J Surg Res*, 2018, 222: 1-9.
- Do VQ, Ting HP, Curtis K, et al. Internal validation of models for predicting paediatric survival and trends in serious paediatric hospitalised injury in Australia [J]. *Injury*, 2020, 51(8): 1769-1776.
- Attergrim J, Sterner M, Claeson A, et al. Predicting mortality with the international classification of disease injury severity score using survival risk ratios derived from an Indian trauma population: a cohort study [J]. *PLoS One*, 2018, 13(6): e0199754.
- Claeson A, Sterner M, Attergrim J, et al. Assessment of the predictive value of the International Classification of Diseases Injury Severity Score for trauma mortality in urban India [J]. *J Surg Res*, 2018, 229: 357-364.
- Wada T, Yasunaga H, Yamana H, et al. Development and validation of an ICD-10-based disability predictive index for patients admitted to hospitals with trauma [J]. *Injury*, 2018, 49(3): 556-563.
- Wang MD, Qiu WS, Zeng YJ, et al. IMP-ICDX: an injury mortality prediction based on ICD-10-CM codes [J]. *World J Emerg Surg*, 2019, 14(1): 46.
- Kang WS, Chung H, Ko H, et al. Artificial intelligence to predict in-hospital mortality using novel anatomical injury score [J]. *Sci Rep*, 2021, 11: 23534.
- Lee HS, Sung WY, Lee JY, et al. Comparative evaluation of emergency medical service trauma patient transportation patterns before and after level 1 regional trauma center establishment: a retrospective single-center study [J]. *J Trauma Inj*, 2021, 34(2): 87-97.
- Van Deynse H, Cools W, Depreitere B, et al. Quantifying injury severity for traumatic brain injury with routinely collected health data [J]. *Injury*, 2022, 53(1): 11-20.
- Zhang G, Wang M, Cong D, et al. Traumatic injury mortality prediction (TRIMP-ICDX): a new comprehensive evaluation model according to the ICD-10-CM codes [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2022, 101(31): e29714.
- Collins GS, Reitsma JB, Altman DG, et al. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD Statement [J]. *BMC Med*, 2015, 13: 1.
- Youden WJ. Index for rating diagnostic tests [J]. *Cancer*, 1950, 3(1): 32-35.
- Fluss R, Faraggi D, Reiser B. Estimation of the Youden Index and its associated cutoff point [J]. *Biom J*, 2005, 47(4): 458-472.
- Liu X. Classification accuracy and cut point selection [J]. *Stat Med*, 2012, 31(23): 2676-2686.
- Osler T, Glance LG, Buzas JS, et al. Injury scoring: then, now, and into the 21st century [J]. *Injury*, 2019, 50(1): 2-3.
- Bolierakis E, Schick S, Sprengel K, et al. Interobserver variability of injury severity assessment in polytrauma patients: does the anatomical region play a role? [J]. *Eur J Med Res*, 2021, 26(1): 35.
- Filippatos G, Tsironi M, Zyga S, et al. External validation of International Classification of Injury Severity Score to predict mortality in a Greek adult trauma population [J]. *Injury*, 2022, 53(1): 4-10.
- Osler T, Hosmer D. Injury scoring from ISS to machine learning - The rest of the story [J]. *Injury*, 2022, 53(1): 1-3.

(责任编辑:施晓亚)