

APACHE II 评分和 TRISS 评分预测 ICU 创伤患者预后的 Meta 分析

余倩¹ 江利冰² 高建波¹

¹ 杭州市富阳区第一人民医院急诊医学科, 浙江杭州 311400; ² 浙江大学医学院附属第二医院急诊医学科, 杭州 310009

通信作者: 高建波, Email: gjblms@sina.com

【摘要】目的 比较急性生理学与慢性健康状况评分 II (APACHE II) 和创伤严重度评分 (TRISS) 对重症监护病房 (ICU) 创伤患者预后的预测能力。**方法** 应用计算机系统性检索美国国立医学图书馆 PubMed 数据库、Cochrane 图书馆数据库、中国生物医学文献服务系统 (SinoMed)、中国知网 (CNKI) 1980 年 1 月至 2020 年 12 月发表的比较 TRISS 与 APACHE II 两种评分法对创伤患者预后预测能力的研究。由 2 位研究者独立完成文献筛选、数据提取及质量评价。采用 MetaDiSc 1.4 软件检验各研究间的异质性, 对诊断准确度指标进行 Meta 分析并拟合综合受试者工作特征曲线 (SROC 曲线), 比较两种评分的 SROC 曲线下面积 (AUC)。采用 Deek 检验法分析文献发表偏倚。**结果** 最终共纳入 6 篇文献, 包括 4 054 例患者, 文献质量中等偏上。Meta 分析结果显示, TRISS 评分和 APACHE II 评分预测 ICU 创伤患者预后的敏感度较低 [合并敏感度及 95% 可信区间 (95%CI) 分别为 0.48 (0.41~0.55)、0.51 (0.41~0.62)], 特异度较高 [合并特异度及 95%CI 分别为 0.96 (0.93~0.97)、0.98 (0.95~0.99)], 诊断优势比 (DOR) 及 95%CI 分别为 20 (14~28)、46 (18~120), 总体 AUC 尚可 [AUC 及 95%CI 分别为 0.79 (0.75~0.82)、0.80 (0.76~0.83)], 两种评分 AUC 比较差异无统计学意义 ($Z=1.542, P>0.05$)。Deek 检验显示, 纳入文献不存在发表偏倚。**结论** APACHE II 评分和 TRISS 评分在预测 ICU 创伤患者死亡风险准确性方面没有明显区别。

【关键词】 急性生理学与慢性健康状况评分 II; 创伤严重度评分; 病死率; 重症监护病房; Meta 分析; 受试者工作特征曲线

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划项目 (2017KY372); 浙江省杭州市卫生计生科技计划项目 (2018B053)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210107-00018

A comparison of the acute physiology and chronic health evaluation II score and the trauma-injury severity score for outcome assessment in intensive care unit trauma patients: a meta-analysis

Yu Qian¹, Jiang Libing², Gao Jianbo¹

¹Department of Emergency, the First People's Hospital of Fuyang, Hangzhou 311400, Zhejiang, China; ²Department of Emergency, the Second Affiliated Hospital, School of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou 310009, Zhejiang, China
Corresponding author: Gao Jianbo, Email: gjblms@sina.com

【Abstract】Objective To assess the ability of the acute physiology and chronic health evaluation II (APACHE II) and trauma-injury severity score (TRISS) in predicting mortality in intensive care unit (ICU) trauma patients. **Methods** Databases of PubMed, Cochrane Library, SinoMed, CNKI were retrieved from January 1980 to December 2020. The ability of the APACHE II and the TRISS to predict mortality in the ICU trauma patients was compared in the retrieval literatures. The relevant literatures were screened by two researchers independently. The data of the included literatures were extracted, and the quality of the included literatures was evaluated. MetaDiSc 1.4 software was used to test the heterogeneity among studies. Meta-analysis was performed on diagnostic accuracy indicators and the summary receiver operator characteristics curve (SROC curve) was fitted. The area under SROC curve (AUC) of the two scores was compared. Deek test was used to analyze literature publication bias. **Results** Six studies were selected with 4 054 patients involved with medium and high quality. Meta-analysis results showed that APACHE II and TRISS had low sensitivity [the pooled sensitivity and 95% confidence interval (95%CI) was 0.48 (0.41-0.55) and 0.51 (0.41-0.62)], high specificity [the pooled specificity and 95%CI was 0.96 (0.93-0.97) and 0.98 (0.95-0.99)], the pooled diagnostic odds ratio (DOR) and 95%CI was 20 (14-28) and 46 (18-120), and overall good performance in terms of AUC [the AUC and 95%CI was 0.79 (0.75-0.82) and 0.80 (0.76-0.83)] in predicting the prognosis of ICU trauma patients. There was no statistical difference in AUC between the two scores ($Z = 1.542, P > 0.05$). Deek funnel plot showed little publication bias. **Conclusion** Both APACHE II and TRISS scores could accurately predict mortality in ICU trauma patients.

【Key words】 Acute physiology and chronic health evaluation II; Trauma-injury severity score; Mortality; Intensive care unit; Meta-analysis; Receiver operator characteristics curve

Fund program: Zhejiang Provincial Medical and Health Science and Technology Project of China (2017KY372); Health and Family Planning Science and Technology Project in Hangzhou of Zhejiang Province of China (2018B053)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210107-00018

创伤是威胁人类健康的重大因素,尤其是 45 岁以下青年人的首位死亡原因。据文献报道,严重创伤所致病死率为 7%~45%^[1-4]。提高创伤救治质量成为目前迫切需要解决的问题^[5]。创伤评分系统在创伤救治质量中起到极为重要的作用,可在创伤救治质量的横向与纵向比较中提供基线可比性。创伤严重度评分(trauma-injury severity score, TRISS)^[6-8]、急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)^[9-10]是重症监护病房(intensive care unit, ICU)严重创伤患者最常用的评分系统^[9-10]。本研究的目的是搜集有关比较 TRISS 评分与 APACHE II 评分对 ICU 创伤患者预后评估的文献,并进行系统评价和 Meta 分析,指导临床医生正确评估 ICU 创伤患者的预后。

1 资料和方法

1.1 文献检索策略:由 2 位评价员通过美国国立医学图书馆 PubMed 数据库、Cochrane 图书馆数据库、中国生物医学文献服务系统(Chinese Biomedical Literature Service System, SinoMed)、中国知网(Chinese National Knowledge Infrastructure, CNKI),独立系统性检索 1980 年 1 月至 2020 年 12 月发表的相关文献。中文数据库检索词:(trauma injury severity score OR TRISS) AND (APACHE II OR 急性生理慢性健康评分);英文数据库检索词:(TRISS OR trauma injury severity score) AND (APACHE II OR acute physiology and chronic health evaluation II)。

1.2 文献纳入和排除标准

1.2.1 文献纳入标准:① 研究内容:比较了 TRISS 评分与 APACHE II 评分对创伤患者预后的预测能力,并且能够构建 2×2 矩阵;② 研究类型:诊断性研究,“金标准”为随访患者的结局状态(死亡或存活);③ 研究对象:ICU 创伤患者;④ 测量指标:敏感度、特异度、诊断优势比(diagnostic odds ratio, DOR)及综合受试者工作特征曲线(summary receiver operator characteristics curve, sROC 曲线)下面积(area under SROC curve, AUC)。

1.2.2 文献排除标准:① 数据重复的文献;② 研究对象为儿童的文献;③ 数据不完整的文献。

1.3 研究的选择和数据的提取:由 2 位评价者独立严格按照纳入、排除标准筛选合格文献,提取以下信息:第一作者、发表年份、研究设计、患者特征及真阳性(true positive, TP)、假阳性(false positive, FP)、假阴性(false negative, FN)和真阴性(true negative,

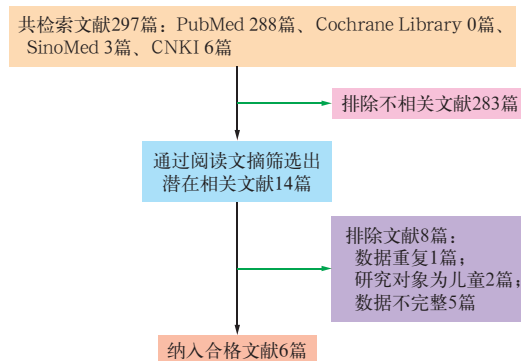
TN)患者例数等。

1.4 质量评价:由 2 名评价者独立严格按照诊断准确性研究的质量评价工具(Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies 2, QUADAS2)对病例的选择、待评价试验、“金标准”及病例的流程和进展情况 4 个方面逐一进行评估,每项研究逐条评价为“是”“否”“不清楚”。

1.5 统计学分析:提取纳入研究的诊断四格表和其他信息,录入 MetaDiSc 1.4 软件,进行统计学处理。由于本研究的特殊性,不考虑阈值效应,利用 Chi^2 检验检测入选研究间的统计学异质性,显著性水平设定为 $\alpha=0.1$,即 $P \leq 0.1$ 时,认为研究结果间存在异质性;同时采用 I^2 值对异质性进行定量分析,检验水准为 $\alpha=0.05$ 。通过 Z 检验比较两种评分预测预后的 AUC。采用 Deek 检验法分析文献发表偏倚。

2 结果

2.1 文献检索结果(图 1):共检索到 297 篇文献,最终纳入 6 篇文献^[11-16],其中 2 篇为中文^[11-12],4 篇为英文^[13-16]。

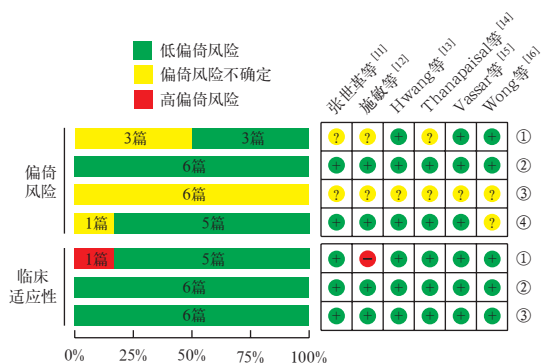


注: APACHE II 为急性生理学与慢性健康状况评分 II, TRISS 为创伤严重度评分, ICU 为重症监护病房

图 1 APACHE II 评分和 TRISS 评分预测 ICU 创伤患者预后的 Meta 分析文献筛选流程

2.2 纳入研究的基本特征:6 项研究中, 2 项来自中国^[11-12], 1 项来自韩国^[13], 1 项来自泰国^[14], 1 项来自美国^[15], 1 项来自加拿大^[16]; 6 项研究共纳入 4 054 例创伤患者。纳入研究的基本特征见表 1。

2.3 文献质量评价(图 2):因为本研究的待评价试验涉及两种评分系统,而“金标准”是死亡或存活两种状态,所以待评价试验和“金标准”无论在偏倚风险方面还是临床适用性方面都表现为低风险,但在“金标准”判断时是否对待评价试验结果实施盲法,所有研究都未报道,所以结果均为不清楚。故文献质量评价结果显示,纳入文献整体质量中等偏上。



注：APACHE II为急性生理学与慢性健康状况评分II，TRISS为创伤严重程度评分，ICU为重症监护病房；①为病例的选择，②为待评价试验，③为“金标准”，④为病例的流程和进展情况；不同偏倚风险和临床适用性对应数字为相关文献数

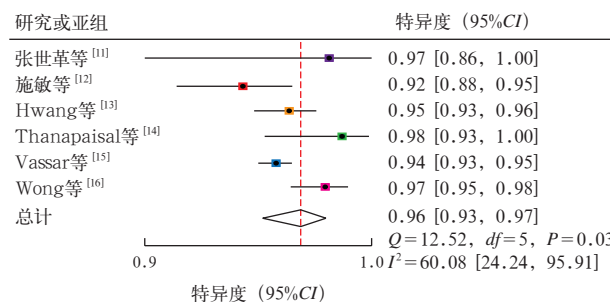
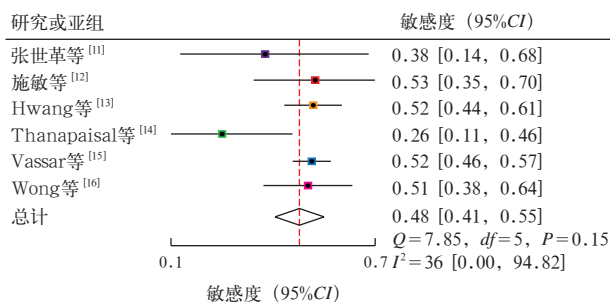
图2 APACHE II评分和TRISS评分预测ICU创伤患者预后的Meta分析纳入文献的偏倚风险及临床适用性

2.4 ICU创伤患者死亡的Meta分析：因为本次Meta分析的待评价试验为TRISS与APACHE II两种评分系统，且以0.5作为判断预后的临界值（ ≥ 0.5 为存活， < 0.5 为死亡），因此，“金标准”为随访生存状态（存活或死亡）。综合考虑不存在阈值效应，故未进行阈值效应检验。图3显示，TRISS评分合并特异度和DOR的异质性分析均提示 $I^2 > 50\%$ 、 $P < 0.1$ ，说明各项研究间存在统计学异质性；但合并敏感度的异质性分析则提示 $I^2 < 50\%$ 、 $P > 0.1$ ，说明各项研究间不存在统计学异质性。图4显示，APACHE II评分合并敏感度、特异度和DOR的异质性分析均提示 $I^2 > 50\%$ 、 $P < 0.1$ ，说明各项研究间存在统计学异质性。

表1 APACHE II评分和TRISS评分预测ICU创伤患者预后的Meta分析纳入文献基本特征

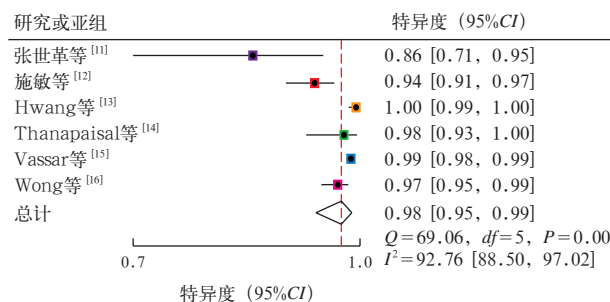
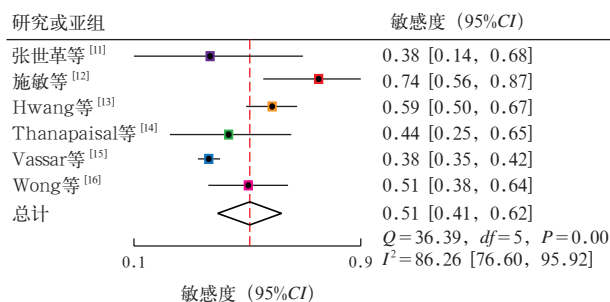
纳入文献	例数 (例)	死亡 (例)	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)		TRISS评分(分, $\bar{x} \pm s$)		APACHE II评分(分, $\bar{x} \pm s$)		TRISS预测预后结果分布(例)				APACHE II预测预后结果分布(例)			
			存活组	死亡组	存活组	死亡组	存活组	死亡组	TP	FP	FN	TN	TP	FP	FN	TN
张世革等 ^[11]	50	13 ^a	36.88 ± 11.68		21.54 ± 8.66		16.34 ± 7.37		5	1	8	36	5	5	8	32
施敏等 ^[12]	282	33 ^a	39.48 ± 11.70	52.53 ± 13.63	15.67 ± 7.75	23.26 ± 14.72	16.74 ± 7.08	27.79 ± 5.06	18	20	16	228	25	14	9	234
Hwang等 ^[13]	706	147 ^b	44.2 ± 16.9	50.1 ± 18.5	未报道		未报道		77	29	70	530	86	2	61	557
Thanapaisal等 ^[14]	132	27 ^a	29.83 ± 17.08	37.22 ± 21.15	17.09 ± 9.53	24.52 ± 6.32	9.54 ± 6.47	23.29 ± 9.85	7	2	20	103	12	2	15	103
Vassar等 ^[15]	2 414	297 ^a	38 ± 18		21 ± 13		13 ± 8		172	125	159	1 958	280	17	456	1 661
Wong等 ^[16]	470	63 ^a	37.9 ± 17.0	50.7 ± 23.0	21.2 ± 9.6	32.3 ± 12.1	10.0 ± 7.0	24.7 ± 7.3	32	12	31	395	32	11	31	396

注：APACHE II为急性生理学与慢性健康状况评分II，TRISS为创伤严重程度评分，ICU为重症监护病房，TP为真阳性，FP为假阳性，FN为假阴性，TN为真阴性；a代表院内死亡例数，b代表30d死亡例数



注：TRISS为创伤严重程度评分，ICU为重症监护病房，95%CI为95%可信区间

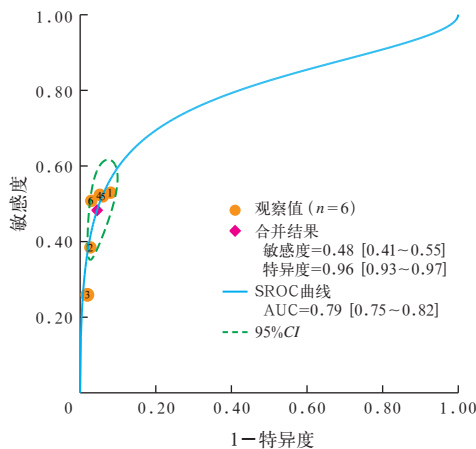
图3 TRISS评分预测ICU创伤患者死亡风险的合并敏感度和特异度



注：APACHE II为急性生理学与慢性健康状况评分II，ICU为重症监护病房，95%CI为95%可信区间

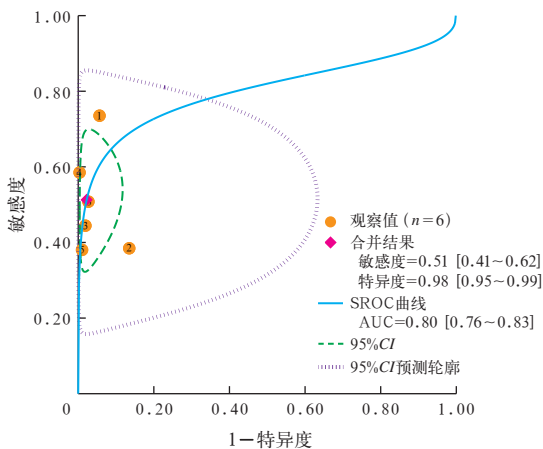
图4 APACHE II评分预测ICU创伤患者死亡风险的合并敏感度和特异度

Meta 分析显示(图 3~6), TRISS 评分预测 ICU 创伤患者预后的合并敏感度和特异度分别为 0.48 [95% 可信区间(95% confidence interval, 95%CI)为 0.41~0.55]、0.96(95%CI 为 0.93~0.97), AUC 为 0.79 (95%CI 为 0.75~0.82); 而 APACHE II 评分预测患者预后的合并敏感度和特异度分别为 0.51 (95%CI 为 0.41~0.62)、0.98(95%CI 为 0.95~0.99), AUC 为 0.80 (95%CI 为 0.76~0.83)。通过 Z 检验对 TRISS 评分和 APACHE II 评分的 AUC 进行比较, 结果显示, 两种评分在预测创伤患者死亡风险方面差异无统计学意义 ($Z=1.542, P>0.05$)。



注: TRISS 为创伤严重度评分, ICU 为重症监护病房, SROC 曲线为综合受试者工作特征曲线, AUC 为 SROC 曲线下面积, 95%CI 为 95% 可信区间

图 5 TRISS 评分预测 ICU 创伤患者死亡风险的 SROC 曲线



注: APACHE II 为急性生理学及慢性健康状况评分 II, ICU 为重症监护病房, SROC 曲线为综合受试者工作特征曲线, AUC 为 SROC 曲线下面积, 95%CI 为 95% 可信区间

图 6 APACHE II 评分预测 ICU 创伤患者死亡风险的 SROC 曲线

此外, Meta 分析还显示, TRISS 和 APACHE II 评分预测创伤患者死亡的合并 DOR 分别为 20(95%CI 为 14~28)、46(95%CI 为 18~120)。

2.5 发表偏倚: 分别对 TRISS 评分和 APACHE II 评分预测创伤患者预后的相关文献进行发表偏倚的线性回归分析, 结果显示, P 值分别为 0.627 和 0.726, 均大于 0.1, 提示不存在发表偏倚。

3 讨论

本次 Meta 分析通过搜集文献, 对 TRISS 评分和 APACHE II 评分预测 ICU 创伤危重症患者病死率的能力进行比较, 结果显示, 两者预测 ICU 创伤危重症患者病死率的准确性没有明显的区别, 而 TRISS 评分较 APACHE II 评分的敏感度有所增高。鉴于目前国际上通用的对创伤患者病死率的预测模型为 TRISS 评分, 为了便于国际上不同中心的比较, 推荐使用 TRISS 评分模型。

创伤作为一种独特的病种, 受伤人群通常年龄较小, 受伤的机制比较明确, 基础健康状况较好, 需要应用对损伤严重程度进行评估及对结局进行预测的专门工具。目前最常用的评估工具包括简明损伤定级 (abbreviated injury scale, AIS)、损伤严重度评分 (injury severity score, ISS)、TRISS 评分及 APACHE II 评分, 均可较好地预测严重创伤患者的结局^[17-18]。TRISS 评分作为国际通用的创伤患者结局预测模型, 可以通过对非预期死亡案例的分析来提高创伤救治水平, 主要具有以下优势: ① 考虑到了创伤患者生理指标、解剖损伤、受伤机制和年龄分层^[6, 19]; ② 由于评分主要在患者刚入院时完成, 不受治疗的影响, 因此, 评分不依赖于治疗水平。TRISS 评分同时也存在一些弊端, 如囊括的生理指标较少, 未将创伤前的健康状况纳入模型, 年龄分层过于简单, 同时存在 ISS 评分固有的一些弊端。尽管存在这些缺点, 但仍有研究显示 TRISS 评分可以很好地预测 ICU 创伤患者的预后^[20]。APACHE II 是 ICU 最常用的评分工具, 已有研究证实 APACHE 较创伤评分 (trauma score, TS) 及 ISS 评分可以更好地预测 ICU 创伤患者的预后^[21-22]。APACHE II 评分的优势主要体现在: ① 包含了 12 项生理评分, 而生理评分是预测创伤患者预后最强的指标^[23]; ② 将患者的基础疾病状况考虑在内, 已有研究者指出患者受伤前的健康状况和功能状态对预后的影响非常大^[24-25]。除此之外, APACHE II 评分也存在一些不足之处: 首先, 它没有考虑到解剖损伤对创伤预后的影响; 其次, APACHE II 评分记录的是患者入 ICU 后第 1 个 24 h 内的最差值, 很容易受到复苏过程和 ICU 救治水平的影响; 最后, APACHE II 评分赋予多发伤 (颅脑创

伤+其他部位)的权重低于单独的颅脑创伤,容易导致对多发伤患者死亡风险的低估。

除此之外,本次 Meta 分析还存在一些潜在的混杂因素。首先,纳入研究对象之间的差异可能是导致异质性的主要来源,虽然多数研究纳入的研究对象为 ISS 评分 >16 分的严重多发伤患者,但不同国家、不同 ICU 收治的创伤患者在年龄、受伤机制等方面仍然存在一些差异;其次,不同的评分人员如果熟练程度不够,将会影响评分的准确性,从而影响对预后的判断;最后,由于纳入的研究数量有限,无法进行 Meta 回归分析、亚组分析和敏感性检验以探索异质性的来源。

4 结论

创伤错综复杂,“预测结局=解剖损伤+生理损伤+患者储备”,目前各种评分方案均未达到理想要求。本次 Meta 分析证实,APACHE II 评分与 TRISS 评分对 ICU 创伤危重症患者结局的预测能力没有明显区别,可根据研究目的进行选择,但由于目前对创伤患者的结局预测主要采用 TRISS 评分模型,所以为了便于不同研究之间的比较,提高创伤救治水平,推荐采用 TRISS 评分。但 TRISS 评分权重系数是基于严重创伤结局研究(major trauma outcome study, MTOS)的权重值,我国在创伤院前、转运、急诊、ICU 等方面与国外还是存在很大的差距。只有逐步建立起自己的创伤数据库系统,通过回归分析制定符合我国的权重系数,才能使评分更为合理,这对于提高创伤的救治和研究水平都有很大的帮助。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Ning PS, Schwebel DC, Huang HL, et al. Global progress in road injury mortality since 2010 [J]. PLoS One, 2016, 11 (10): e0164560. DOI: 10.1371/journal.pone.0164560.
- [2] Jiang LB, Ma YF, Jiang SY, et al. Comparison of whole-body computed tomography vs selective radiological imaging on outcomes in major trauma patients: a meta-analysis [J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2014, 22: 54. DOI: 10.1186/s13049-014-0054-2.
- [3] Evans JA, van Wessem KJ, McDougall D, et al. Epidemiology of traumatic deaths: comprehensive population-based assessment [J]. World J Surg, 2010, 34 (1): 158-163. DOI: 10.1007/s00268-009-0266-1.
- [4] O'Reilly D, Mahendran K, West A, et al. Opportunities for improvement in the management of patients who die from haemorrhage after trauma [J]. Br J Surg, 2013, 100 (6): 749-755. DOI: 10.1002/bjs.9096.
- [5] Zetl HL, LaGrone LN, Foianini JE, et al. Status of trauma quality improvement programs in the Americas: a survey of trauma care providers [J]. J Surg Res, 2017, 220: 213-222. DOI: 10.1016/j.jss.2017.06.035.
- [6] Valderrama-Molina CO, Giraldo N, Constain A, et al. Validation of trauma scales: ISS, NISS, RTS and TRISS for predicting mortality in a Colombian population [J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2017, 27 (2): 213-220. DOI: 10.1007/s00590-016-1892-6.
- [7] Darbandsar Mazandarani P, Heydari K, Hatamabadi H, et al. Acute physiology and chronic health evaluation (APACHE) III score

- compared to trauma-injury severity score (TRISS) in predicting mortality of trauma patients [J]. Emerg (Tehran), 2016, 4 (2): 88-91.
- [8] Domingues Cde A, Nogueira Lde S, Settervall CH, et al. Performance of trauma and injury severity score (TRISS) adjustments: an integrative review [J]. Rev Esc Enferm USP, 2015, 49 (Esp): 138-143. DOI: 10.1590/S0080-623420150000700020.
 - [9] Agarwal A, Agrawal A, Maheshwari R. Evaluation of probability of survival using APACHE II & TRISS method in orthopaedic polytrauma patients in a tertiary care centre [J]. J Clin Diagn Res, 2015, 9 (7): RC01-04. DOI: 10.7860/JCDR/2015/12355.6201.
 - [10] Polita JR, Gomez J, Friedman G, et al. Comparison of APACHE II and three abbreviated APACHE II scores for predicting outcome among emergency trauma patients [J]. Rev Assoc Med Bras (1992), 2014, 60 (4): 381-386. DOI: 10.1590/1806-9282.60.04.018.
 - [11] 张世革, 卞建民. TRISS 和 APACHE II 评分在 ICU 创伤病人中的对比应用 [J]. 急诊医学, 1999, 8 (5): 339-341. DOI: 10.3760/j.issn:1671-0282.1999.05.024.
 - [12] 施敏, 冯杰, 吴梓苗, 等. APACHE II 与 TRISS 评分系统对急诊重症创伤患者预后预测的比较 [J]. 浙江创伤外科, 2012, 17 (5): 583-585. DOI: 10.3969/j.issn.1009-7147.2012.05.003.
 - [13] Hwang SY, Lee JH, Lee YH, et al. Comparison of the sequential organ failure assessment, acute physiology and chronic health evaluation II scoring system, and trauma and injury severity score method for predicting the outcomes of intensive care unit trauma patients [J]. Am J Emerg Med, 2012, 30 (5): 749-753. DOI: 10.1016/j.ajem.2011.05.022.
 - [14] Thanapaisal C, Saksaeen P. A comparison of the acute physiology and chronic health evaluation (APACHE) II score and the trauma-injury severity score (TRISS) for outcome assessment in Srinagarind intensive care unit trauma patients [J]. J Med Assoc Thai, 2012, 95 Suppl 11: S25-33. DOI: 10.1097/00003246-199610000-00007.
 - [15] Vassar MJ, Lewis FR Jr, Chambers JA, et al. Prediction of outcome in intensive care unit trauma patients: a multicenter study of acute physiology and chronic health evaluation (APACHE), trauma and injury severity score (TRISS), and a 24-hour intensive care unit (ICU) point system [J]. J Trauma, 1999, 47 (2): 324-329. DOI: 10.1097/00005373-199908000-00017.
 - [16] Wong DT, Barrow PM, Gomez M, et al. A comparison of the acute physiology and chronic health evaluation (APACHE) II score and the trauma-injury severity score (TRISS) for outcome assessment in intensive care unit trauma patients [J]. Crit Care Med, 1996, 24 (10): 1642-1648. DOI: 10.1097/00003246-199610000-00007.
 - [17] Mica L, Rufibach K, Keel M, et al. The risk of early mortality of polytrauma patients associated to ISS, NISS, APACHE II values and prothrombin time [J]. J Trauma Manag Outcomes, 2013, 7: 6. DOI: 10.1186/1752-2897-7-6.
 - [18] Dosssett LA, Redhage LA, Sawyer RG, et al. Revisiting the validity of APACHE II in the trauma ICU: improved risk stratification in critically injured adults [J]. Injury, 2009, 40 (9): 993-998. DOI: 10.1016/j.injury.2009.03.004.
 - [19] Champion HR, Copes WS, Sacco WJ, et al. The major trauma outcome study: establishing national norms for trauma care [J]. J Trauma, 1990, 30 (11): 1356-1365. DOI: 10.1097/00005373-199011000-00008.
 - [20] Brockamp T, Maegele M, Gaarder C, et al. Comparison of the predictive performance of the BIG, TRISS, and PS09 score in an adult trauma population derived from multiple international trauma registries [J]. Crit Care, 2013, 17 (4): R134. DOI: 10.1186/cc12813.
 - [21] Rutledge R, Fakhry S, Rutherford E, et al. Comparison of APACHE II, trauma score, and injury severity score as predictors of outcome in critically injured trauma patients [J]. Am J Surg, 1993, 166 (3): 244-247. DOI: 10.1016/s0002-9610(05)80966-3.
 - [22] Rhee KJ, Baxt WG, Mackenzie JR, et al. APACHE II scoring in the injured patient [J]. Crit Care Med, 1990, 18 (8): 827-830. DOI: 10.1097/00003246-199008000-00006.
 - [23] Tohira H, Jacobs I, Mountain D, et al. Systematic review of predictive performance of injury severity scoring tools [J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2012, 20: 63. DOI: 10.1186/1757-7241-20-63.
 - [24] Bouamra O, Jacques R, Edwards A, et al. Prediction modelling for trauma using comorbidity and 'true' 30-day outcome [J]. Emerg Med J, 2015, 32 (12): 933-938. DOI: 10.1136/emermed-2015-205176.
 - [25] Jones JM, Skaga NO, Sovik S, et al. Norwegian survival prediction model in trauma: modelling effects of anatomic injury, acute physiology, age, and co-morbidity [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2014, 58 (3): 303-315. DOI: 10.1111/aas.12256.

(收稿日期: 2021-01-07)