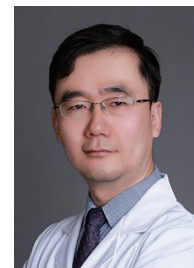


· 论 著 ·

# 危重烧伤患者发生急性呼吸窘迫综合征预测模型的建立及其预测价值分析

任海涛<sup>1</sup> 陈华清<sup>2</sup> 韩春茂<sup>1</sup><sup>1</sup>浙江大学医学院附属第二医院烧伤科,杭州 310009;<sup>2</sup>浙江大学医学院附属第二医院护理部,杭州 310009

通信作者:任海涛,Email:rht@zju.edu.cn



**【摘要】** 目的 筛选危重烧伤患者发生急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的独立危险因素,以此构建危重烧伤患者发生 ARDS 的预测模型并分析其预测价值。方法 2018 年 1 月—2019 年 12 月,浙江大学医学院附属第二医院烧伤科收治 131 例符合入选标准的危重烧伤患者(男 101 例、女 30 例,年龄 18~84 岁),对其进行回顾性病例对照研究。根据是否发生 ARDS,将患者分为 ARDS 组(54 例)和非 ARDS 组(77 例)。统计 2 组患者性别、年龄、烧伤指数、合并吸入性损伤情况、吸烟史、延迟复苏情况、留置鼻胃管情况和并发脓毒症情况,对数据进行独立样本  $t$  检验、 $\chi^2$  检验、Fisher 确切概率法检验。对 2 组比较差异有统计学意义的指标进行多因素 logistic 回归分析,筛选危重烧伤患者发生 ARDS 的独立危险因素,并据此构建危重烧伤患者发生 ARDS 风险的列线图预测模型。根据前述列线图得到患者发生 ARDS 的风险评分,绘制受试者操作特征(ROC)曲线,计算曲线下面积;采用 Bootstrap 法对前述 ARDS 预测模型进行内部验证,分别计算建模组(79 例)和验证组(52 例)的 ROC 曲线下面积;绘制校准曲线评估前述 ARDS 预测模型对危重烧伤患者发生 ARDS 的预测符合度。结果 ARDS 组患者烧伤指数、合并吸入性损伤比例和并发脓毒症比例均显著高于非 ARDS 组( $t=0.36, \chi^2=33.78, 49.92, P<0.01$ ),性别、年龄、吸烟史、延迟复苏情况、留置鼻胃管情况与非 ARDS 组相近( $P>0.05$ )。多因素 logistic 回归分析显示,烧伤指数、合并吸入性损伤、并发脓毒症是危重烧伤患者发生 ARDS 的独立危险因素(比值比=1.05、15.33、5.02, 95% 置信区间=1.01~1.10、2.65~88.42、1.28~19.71,  $P<0.05$  或  $P<0.01$ )。前述 ARDS 预测模型的总体 ROC 曲线下面积为 0.92(95% 置信区间=0.88~0.97),验证组和建模组的 ROC 曲线下面积分别为 0.95 和 0.91(95% 置信区间=0.90~1.00、0.86~0.97)。应用前述 ARDS 预测模型进行 ARDS 发生率预测中,当预测概率<35.0% 或>85.0% 时,可能存在一定的高估 ARDS 发生率的风险;当预测概率为 35.0%~85.0% 时,可能存在一定的低估 ARDS 发生率的风险。结论 烧伤指数、吸入性损伤和脓毒症是危重烧伤患者发生 ARDS 的独立危险因素,基于这 3 个指标建立的 ARDS 风险预测模型对危重烧伤患者发生 ARDS 具有较好的预测能力。

**【关键词】** 烧伤; 呼吸窘迫综合征,成人; 危险因素; 回归分析; 列线图**基金项目:**国家重点研发计划(2016YFC1100800);浙江省科技厅重点研发计划(2019C03041);浙江省自然科学基金(LY15H150004)

## Establishment of a predictive model for acute respiratory distress syndrome and analysis of its predictive value in critical burn patients

Ren Haitao<sup>1</sup>, Chen Huaqing<sup>2</sup>, Han Chunmao<sup>1</sup><sup>1</sup>Department of Burns, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310009, China; <sup>2</sup>Department of Nursing, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310009, China

DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200301-00109

本文引用格式:任海涛,陈华清,韩春茂.危重烧伤患者发生急性呼吸窘迫综合征预测模型的建立及其预测价值分析[J].中华烧伤杂志,2021,37(4):333-339. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200301-00109.

Ren HT, Chen HQ, Han CM. Establishment of a predictive model for acute respiratory distress syndrome and analysis of its predictive value in critical burn patients[J]. Chin J Burns, 2021, 37(4): 333-339. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20200301-00109.

Corresponding author: Ren Haitao, Email: rht@zju.edu.cn

**【 Abstract 】 Objective** To establish a predictive model for acute respiratory distress syndrome (ARDS) in critical burn patients with the screened independent risk factors, and to validate its predictive value. **Methods** Totally 131 critical burn patients (101 males and 30 females, aged 18–84 years) who met the inclusion criteria were admitted to the Department of Burns of the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine from January 2018 to December 2019. A retrospective case-control study was conducted. The patients were divided into ARDS group (54 cases) and non-ARDS group (77 cases) according to whether ARDS occurred or not. The statistics of patients in the two groups were recorded including the gender, age, burn index, combination of inhalation injury, smoking history, delayed resuscitation, indwelling nasogastric tube, and complication of sepsis, and the data were statistically analyzed with independent sample *t* test, chi-square test, and Fisher's exact probability test. The multivariate logistic regression analysis was performed on the indicators with statistically significant differences between the two groups to screen the independent risk factors for developing ARDS in critical burn patients, and the corresponding nomograph prediction model for the risk of ARDS in critical burn patients was established. The risk scores for patients developing ARDS were therefore obtained based on the above-mentioned nomograph, and the corresponding receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to calculate the area under the curve. The internal validation of the above-mentioned ARDS prediction model was performed using the Bootstrap method, and the area under the ROC curve was calculated for modeling group (79 cases) and validation group (52 cases), respectively. A calibration curve was drawn to assess the predictive conformity of the above-mentioned ARDS prediction model for the occurrence of ARDS in critical burn patients. **Results** The burn index, proportion of combination of inhalation injury, and proportion of complication of sepsis of patients were significantly higher in ARDS group than in non-ARDS group ( $t=0.36$ ,  $\chi^2=33.78$ ,  $49.92$ ,  $P<0.01$ ). The gender, age, smoking history, delayed resuscitation, and indwelling nasogastric tube of patients in ARDS group were close to those in non-ARDS group ( $P>0.05$ ). The multivariate logistic regression analysis showed that the burn index, combination of inhalation injury, and complication of sepsis were the independent risk factors for developing ARDS in critical burn patients (odds ratio=1.05, 15.33, 5.02, 95% confidence interval=1.01–1.10, 2.65–88.42, 1.28–19.71,  $P<0.05$  or  $P<0.01$ ). The overall area under the ROC curve of the above-mentioned ARDS prediction model was 0.92 (95% confidence interval=0.88–0.97), and the area under the ROC curve was 0.95 and 0.91 (95% confidence interval=0.90–1.00, 0.86–0.97) for validation group and modeling group, respectively. When applying the above-mentioned ARDS prediction model for ARDS incidence prediction, there might be some risk of overestimating ARDS incidence when the prediction probability was  $<35.0\%$  or  $>85.0\%$ , and some risk of underestimating ARDS incidence when the prediction probability was  $35.0\%–85.0\%$ . **Conclusions** The burn index, inhalation injury, and sepsis are the independent risk factors for the occurrence of ARDS in critical burn patients. The risk prediction model for ARDS based on these three indicators has good predictive ability for ARDS in critical burn patients.

**【 Key words 】** Burns; Respiratory distress syndrome, adult; Risk factors; Regression analysis; Nomograms

**Fund program:** National Key Research and Development Program (2016YFC1100800); Key Research and Development Program of Zhejiang Provincial Science and Technology Department (2019C03041); Natural Science Foundation of Zhejiang Province of China (LY15H150004)

危重烧伤引发机体应激参与烧伤后免疫功能紊乱和高代谢反应<sup>[1]</sup>。危重烧伤患者由于存在创面、免疫抑制<sup>[2-3]</sup>、手术创伤、超级细菌<sup>[4]</sup>等多重损害,常发生脓毒症和多脏器功能不全<sup>[5]</sup>。ARDS在多脏器功能不全中发生率高,出现早,进展迅速,病死率高达30%~40%<sup>[6]</sup>。烧伤伴有吸入性损伤和机械通气的患者中ARDS的发生率为34%~43%,合并重度ARDS的患者病死率约为59.7%<sup>[7-8]</sup>。烟雾吸入性损伤、烧伤复苏后液体蠕变、脓毒症都可能是促进ARDS发展的因素<sup>[9]</sup>。ARDS治疗手段目前仍十分有限,主要依赖保护性通气<sup>[10]</sup>、控制性液体复苏<sup>[11-13]</sup>,辅以抗炎及支持治疗等。体外膜氧合<sup>[14-15]</sup>和

肺移植治疗是难治性ARDS患者的终极治疗措施<sup>[16]</sup>,但是前者花费巨大且患者病死率仍高,后者可能存在患者不具备移植条件的情况。近年来研究显示,干细胞疗法在烧伤、创面愈合等领域具有治疗前景<sup>[17-19]</sup>,也为ARDS的治疗带来新的希望,但相关研究大多处于实验阶段或临床前研究阶段,仅在新型冠状病毒肺炎ARDS中少量应用或仅限于I、II期临床试验<sup>[20-21]</sup>,目前仍缺乏高级别循证医学证据<sup>[22]</sup>。因此,筛选ARDS发生的危险因素及提前预警ARDS的发生可能比研究发生ARDS后的治疗更有意义。

目前对危重烧伤患者发生ARDS的预测还缺乏

可靠手段<sup>[13]</sup>。有文献报道,红细胞分布宽度<sup>[23]</sup>和血管性假血友病因子<sup>[24]</sup>对早期识别 ARDS 具有一定意义;另有文献报道,肺-肠细菌同源可能预示 ARDS 发生风险及不良预后<sup>[25]</sup>。近年来,通过筛选某种疾病的危险因素构建该疾病的预测模型已用于危重症<sup>[26-27]</sup>和烧伤<sup>[28-31]</sup>等领域,具有较好的预测价值和实用性。但是,目前尚鲜见有关危重烧伤患者 ARDS 风险预测模型的研究。本研究筛选危重烧伤患者发生 ARDS 的危险因素,据此构建 ARDS 风险预测模型并分析其预测价值,拟为该类患者 ARDS 的风险预测提供参考。

## 1 对象与方法

### 1.1 伦理学声明

本研究经浙江大学医学院附属第二医院伦理委员会批准,批号:2020-190。此外,本研究为非干预、回顾性病例对照研究,相关临床资料在患者身份保密的前提下获准收集和分析使用。

### 1.2 入选标准

纳入标准:年龄 $\geq 18$ 岁、既往无肺部基础疾病、住院时间 $>48$  h 的重度或特重度烧伤患者。排除标准:因经济原因放弃治疗者、病历资料不全者、复合伤患者。

### 1.3 临床资料与分组统计

2018 年 1 月—2019 年 12 月,浙江大学医学院附属第二医院烧伤科收治符合入选标准的危重烧伤患者 131 例,其中男 101 例、女 30 例,年龄 18~84 岁。根据是否发生 ARDS,将患者分为 ARDS 组(54 例)和非 ARDS 组(77 例)。ARDS 的诊断按照柏林标准<sup>[32]</sup>:1 周内急性起病或新发呼吸症状、氧合指数 $\leq 300$  mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)且呼气末正压 $\geq 5$  cmH<sub>2</sub>O (1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa)、不能被心功能不全或液体过负荷解释的呼吸衰竭、胸部 X 线片示双肺浸润影。

统计 2 组患者性别、年龄、烧伤指数、合并吸入性损伤情况、吸烟史、延迟复苏情况、留置鼻胃管情况和并发脓毒症情况。烧伤指数=Ⅲ度烧伤面积+1/2 Ⅱ度烧伤面积。脓毒症诊断按照脓毒症 3.0 定义标准<sup>[33]</sup>:脓毒症是宿主对感染的失调反应所致的危及生命的器官功能障碍,诊断标准为感染导致的序贯性器官衰竭评估评分急性改变 $\geq 2$ 分。

### 1.4 统计学处理

采用 R 3.4.3 统计软件进行分析, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。计量资料数据均符合正态分布,

用  $\bar{x} \pm s$  表示,采用独立样本  $t$  检验;计数资料数据采用频数表示,采用  $\chi^2$  检验或者 Fisher 确切概率法检验(软件自动略去该统计量值)。对 2 组数据进行单因素分析,初步筛选出危重烧伤患者发生 ARDS 的影响因素,即差异有统计学意义的指标。对 2 组比较差异有统计学意义的指标进行多因素 logistic 回归分析,筛选危重烧伤患者发生 ARDS 的独立危险因素。变量赋值:吸入性损伤、脓毒症存在=1,不存在=0;留置鼻胃管=0,不留置鼻胃管=1;男性=1,女性=0;有延迟复苏=1,无延迟复苏=0。

基于独立危险因素建立危重烧伤患者发生 ARDS 风险预测模型并以列线图展示。根据前述列线图得到患者发生 ARDS 的死亡风险评分,绘制受试者操作特征(ROC)曲线,计算曲线下面积。使用 Bootstrap 法对前述 ARDS 预测模型进行内部验证,重复抽样次数为 500 次。内部验证按照 60% 病例(79 例)建模、40% 病例(52 例)验证,分别测定建模组和验证组 ROC 曲线下面积。ROC 曲线下面积越接近 1 说明预测价值越好。绘制校准曲线评估前述 ARDS 预测模型对危重烧伤患者发生 ARDS 的预测符合度。校准曲线是以实际发生率为纵坐标和预测发生率为横坐标绘制的曲线,表示模型的预测符合度,其中蓝线是预测概率拟合线;红线是理想线( $y=x$ ),代表预测概率和实测发生率完全一致。蓝线和红线越接近说明预测和实测符合率越高,如果预测值=实际值,则红色直线与蓝色曲线参考线完全重合。如果预测值 $>$ 实际值,即高估了风险,则蓝线在红线之上;如果预测值 $<$ 实际值,即低估了风险,则蓝线在红线之下。

## 2 结果

### 2.1 单因素分析

单因素分析显示,ARDS 组患者烧伤指数、合并吸入性损伤比例和并发脓毒症比例均显著高于非 ARDS 组( $P < 0.01$ );ARDS 组患者性别、年龄、吸烟史、延迟复苏情况、留置鼻胃管情况与非 ARDS 组比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。烧伤指数、吸入性损伤和脓毒症可能是危重烧伤患者发生 ARDS 的影响因素。

### 2.2 多因素 logistic 回归分析

多因素 logistic 回归分析显示,烧伤指数、合并吸入性损伤、并发脓毒症是危重烧伤患者发生 ARDS 的独立危险因素( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ ),见表 2。

表 1 2 组危重烧伤患者临床资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	烧伤指数 (%TBSA, $\bar{x} \pm s$ )	合并吸入性损伤(例)		吸烟史(例)		延迟复苏(例)		留置鼻胃管(例)		并发脓毒症(例)	
		男	女			有	无	有	无	有	无	有	无	有	无
非 ARDS 组	77	58	19	45±12	28±12	35	42	40	37	0	77	41	36	16	61
ARDS 组	54	43	11	48±15	55±23	51	3	35	19	1	53	21	33	45	9
统计量值		$\chi^2=0.33$		$t=1.04$	$t=0.36$	$\chi^2=33.78$		$\chi^2=2.15$		—	$\chi^2=2.63$		$\chi^2=49.92$		
P 值		0.56		0.30	<0.01	<0.01		0.14		0.41	0.11		<0.01		

注:ARDS 为急性呼吸窘迫综合征, TBSA 为体表总面积; “—” 表示无此统计量值

表 2 影响 131 例危重烧伤患者发生 ARDS 的多因素 logistic 回归分析结果

危险因素	比值比	95% 置信区间	P 值
烧伤指数(%TBSA)	1.05	1.01~1.10	0.02
并发脓毒症	5.02	1.28~19.71	0.02
合并吸入性损伤	15.33	2.65~88.42	<0.01

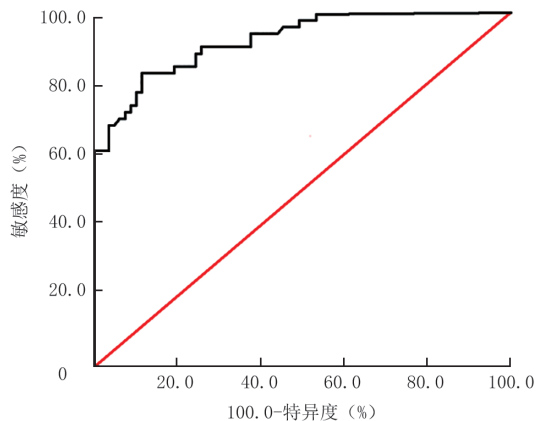
注:ARDS 为急性呼吸窘迫综合征, TBSA 为体表总面积

### 2.3 危重烧伤患者发生 ARDS 风险列线图预测模型的建立与评价

**2.3.1 预测模型列线图绘制** 构建的包含危重烧伤患者发生 ARDS 的 3 个独立危险因素的预测模型如下:  $\text{logistic}(\text{概率}) = -5.00 + 0.05 \times \text{烧伤指数} + 1.61 \times (\text{并发脓毒症}=1) + 2.73 \times (\text{合并吸入性损伤}=1)$ , 以图 1 列线图进行展示。

**2.3.2 预测模型有效性评价** 如图 2 所示, 前述 ARDS 预测模型的总体 ROC 曲线下面积为 0.92(95% 置信区间=0.88~0.97)。在进行预测模型内部验证时, 验证组和建模组的 ROC 曲线下面积分别为 0.95(95% 置信区间=0.90~1.00) 和 0.91(95% 置信区间=0.86~0.97)。

**2.3.3 预测模型符合度评价** 应用前述 ARDS 预测模型进行 ARDS 发生率预测中, 当预测概率 < 35.0% 或 > 85.0% 时, 可能存在一定的高估 ARDS 发



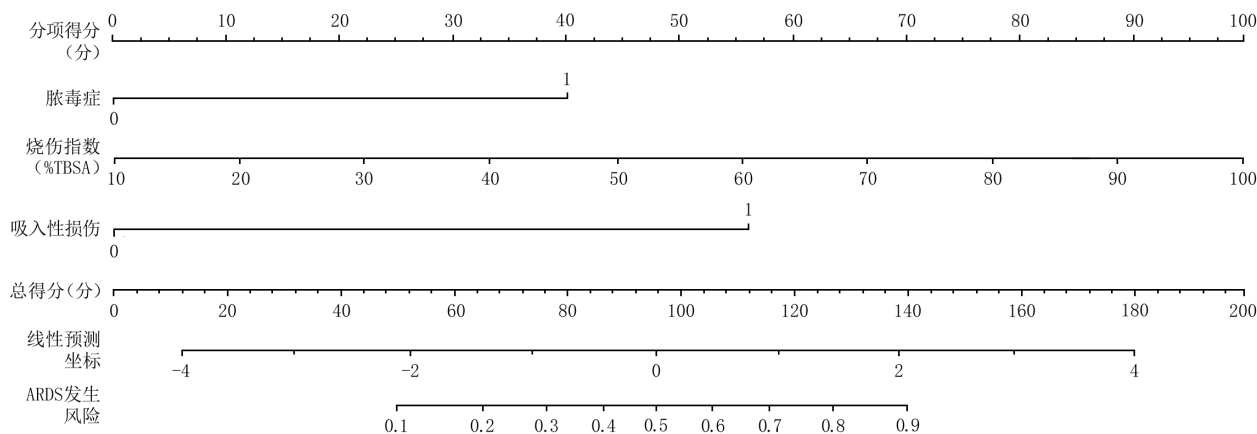
注: 对角直线为参考线, 曲线为预测模型

图 2 131 例危重烧伤患者发生急性呼吸窘迫综合征预测模型的受试者操作特征曲线

生率的风险; 当预测概率为 35.0%~85.0% 时, 可能存在一定的低估 ARDS 发生率的风险。见图 3。

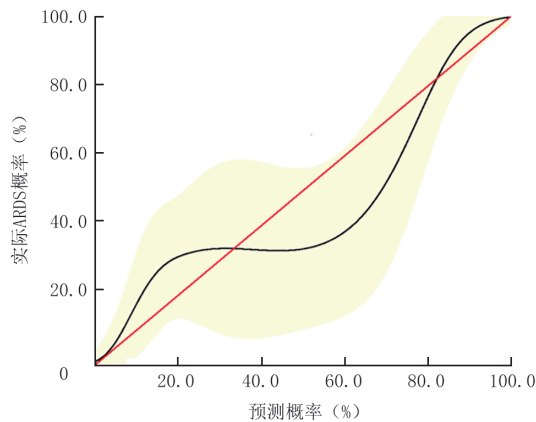
### 3 讨论

筛选危险因素是建立预测模型的必要步骤。本研究中的患者来自同一收治单位, 治疗方案具有相对的同质性。ARDS 组和非 ARDS 组患者的年龄、性别和吸烟史的构成差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 说明基线资料具有可比性。患者烧伤的危重程度可以根据烧伤指数以及合并吸入性损伤情



注: TBSA 为体表总面积

图 1 131 例危重烧伤患者发生急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的列线图预测模型



注:图中红色直线为理想线,即预测概率与实际发生率完全符合的对角线;蓝色曲线为预测概率拟合线;黄色范围为95%置信区间

图3 131例危重烧伤患者发生急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的预测模型校准曲线

况来衡量,延迟复苏可能加重休克、造成脏器损伤,并发脓毒症可导致ARDS;临床观察到部分存在误吸风险的重症烧伤患者发生了ARDS。此外,前述文献报道粪便和深部痰或肺泡灌洗液微生物培养结果一致可能与ARDS相关<sup>[25]</sup>,但由于本组患者该项资料不全,故未将该指标纳入危险因素研究。因此本研究最终还将烧伤指数、合并吸入性损伤情况、延迟复苏情况和并发脓毒症情况作为危重烧伤患者发生ARDS的潜在危险因素,将留置鼻胃管作为危重烧伤患者发生ARDS的可疑危险因素进行分析。然而研究结果并未显示留置鼻胃管是危重烧伤患者发生ARDS的独立危险因素;也未显示延迟复苏是危重烧伤患者发生ARDS的独立危险因素,这可能与病例来源地区具有发达的高速公路体系、延迟复苏患者较少有关。而在有大量延迟复苏患者的偏远地区,延迟复苏是否会成为发生ARDS的独立危险因素尚待进一步检验。

本研究通过单因素分析,初步筛选出了危重烧伤患者发生ARDS的3个可能影响因素,即烧伤指数、合并吸入性损伤、并发脓毒症;在多因素logistic回归分析中,进一步证实了这3个指标是影响ARDS发生的独立危险因素。烧伤指数整合了烧伤面积和烧伤深度因素,反映了烧伤的严重程度,不难理解烧伤程度重的患者发生MODS尤其是ARDS的概率可能较高。另有文献报道烧伤合并吸入性损伤的患者发生ARDS的概率显著增加<sup>[9]</sup>;中、重度吸入性损伤极易进展为ARDS<sup>[34]</sup>。除了以上2个因素,烧伤感染也是危重烧伤患者的重大威胁,脓毒症则是烧伤患者发生MODS的重要因素<sup>[5]</sup>。研究显示,脓

毒症相关性ARDS主要和基因多态性有关<sup>[35]</sup>,但本研究主要基于常见的临床评估指标,未进行基因检测研究,相关机制还有待进一步分析。多因素logistic回归结果提示,烧伤指数大、合并吸入性损伤和并发脓毒症的危重烧伤患者发生ARDS的风险显著增加。临床如遇烧伤指数大、合并吸入性损伤及并发脓毒症的患者,可将其视为发生ARDS的高危患者,具体可以通过列线图评分进行量化预测。

列线图是预测疾病的直观简易的方式<sup>[9]</sup>,通过构建列线图预测模型可将复杂的公式可视化。该研究结果使危重烧伤患者ARDS的预测有“图”据可依,可以简便、直观、动态预估患者发生ARDS的风险。将所有列线图中变量对应的得分相加得出总分,并以该得分向下划一条垂线,就可得出该患者发生ARDS的预估概率。例如1例烧伤指数为50%TBSA的烧伤患者,合并吸入性损伤但目前未发生脓毒症,其在本研究构建的预测模型中的分项得分分别为45、56.5、0分,总得分为101.5分,对应ARDS风险约为58%。结合多因素分析结果和列线图可以看出,3个独立危险因素对ARDS的影响程度从高到低排列分别是合并吸入性损伤、并发脓毒症和烧伤指数。预测模型有效性评价中,模型整体的ROC曲线下面积>0.90,且内部验证时,建模组和验证组的ROC曲线下面积均>0.90,说明本研究所构建的模型对危重烧伤患者ARDS的发生具有较好的预测价值。对参照本预测模型测算存在ARDS高危风险的患者应重点加强ARDS的防范,如可通过积极修复创面、纤维支气管镜治疗、保护性通气、控制感染和监控炎症指标变化、加强脓毒症预警等措施积极处理以上3个危险因素,防范ARDS的发生,提高救治成功率。

但是需要注意的是在利用该模型进行预测时,该模型预测概率<35.0%或>85.0%时可能存在一定的高估ARDS发生率的风险,当预测概率为35.0%~85.0%时可能存在一定的低估ARDS发生率的风险。这可能与样本量不够丰富导致模型存在一定波动漂移有关,后续的研究中需进一步扩大样本量,尤其需要多家单位合作,在大数据运算的基础上得出更为可靠的模型。因此,样本量的制约成为本研究的主要不足之一,较小样本单中心回顾性研究的证据级别较为有限;此外,本研究仅采用了内部验证,并未采用多中心的外部数据验证。鉴于以上不足,本研究结果有待前瞻性大样本多中心研究的验证。

本研究也未对吸入性损伤程度进行细化分类,主要是由于部分患者支气管镜资料不完善。此外,在实际临床工作中,影响烧伤 ARDS 的危险因素非常多,包括烧伤原因(电烧伤、化学烧伤等)及部位和深度、吸入性损伤程度、感染部位和细菌类型、治疗方案差异、早期休克复苏情况、输血输液等,单用一个数学模型很难模拟现实中千变万化的影响因素。如能纳入更多的指标如炎症指标和动态基因测序等,可能大大降低预测模型的预测漂移,提高模型预测的准确度;但是该设想前期工作量巨大,需要耗费大量人力和物力,仍然有很长的路要走,有赖于今后临床大数据建设。

综上所述,本研究通过对危重烧伤患者发生 ARDS 的独立危险因素进行筛选,建立了基于吸入性损伤、烧伤指数和脓毒症 3 个独立危险因素的危重烧伤患者发生 ARDS 的预测模型。该模型能直观、简便、较为准确地预测危重烧伤患者发生 ARDS 的风险,有利于医护人员及时评估患者病情变化,必要时调整救治方案。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参考文献

- [1] 刘琰,王际壮. 烧伤应激反应及其调控策略[J]. 中华烧伤杂志, 2021, 37(2): 126-130. DOI: 10.3760/ema.cn501120-20201125-00499.
- [2] 姚咏明, 梁樱译. 烧伤脓毒症免疫状态精准评估及其价值[J]. 中华烧伤杂志, 2018, 34(11): 786-789. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1009-2587.2018.11.013.
- [3] 姚咏明, 李秀花. 脓毒症患者免疫功能监测的临床价值[J]. 中华烧伤杂志, 2016, 32(2): 67-70. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1009-2587.2016.02.002.
- [4] 任海涛, 韩春茂, 张晶晶, 等. 烧伤伴肺炎克雷伯菌感染患者流行病学调查和发生脓毒症的危险因素分析[J]. 中华烧伤杂志, 2019, 35(6): 456-458. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1009-2587.2019.06.011.
- [5] Greenhalgh DG. Sepsis in the burn patient: a different problem than sepsis in the general population[J/OL]. Burns Trauma, 2017, 5:23[2020-03-01]. <https://academic.oup.com/burnstrauma/article/doi/10.1186/s41038-017-0089-5/5680317>. DOI: 10.1186/s41038-017-0089-5.
- [6] Matthay MA, Zemans RL, Zimmerman GA, et al. Acute respiratory distress syndrome[J]. Nat Rev Dis Primers, 2019, 5(1): 18. DOI: 10.1038/s41572-019-0069-0.
- [7] Cartotto R, Li ZY, Hanna S, et al. The acute respiratory distress syndrome (ARDS) in mechanically ventilated burn patients: an analysis of risk factors, clinical features, and outcomes using the Berlin ARDS definition[J]. Burns, 2016, 42(7): 1423-1432. DOI: 10.1016/j.burns.2016.01.031.
- [8] Sine CR, Belenkiy SM, Buel AR, et al. Acute respiratory distress syndrome in burn patients: a comparison of the Berlin and American-European definitions[J]. J Burn Care Res, 2016, 37(5): e461-469. DOI: 10.1097/BCR.0000000000000348.
- [9] Chong SJ, Kok YO, Tay RXY, et al. Quantifying the impact of inhalational burns: a prospective study[J/OL]. Burns Trauma, 2018, 6: 26[2020-03-01]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30238012/>. DOI: 10.1186/s41038-018-0126-z.
- [10] 李孝建, 钟晓旻, 邓忠远, 等. 肺保护性通气策略联合肺复张对严重烧伤并发急性呼吸窘迫综合征患者的疗效[J]. 中华烧伤杂志, 2014, 30(4): 305-309. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1009-2587.2014.04.004.
- [11] Narendra DK, Hess DR, Sessler CN, et al. Update in management of severe hypoxemic respiratory failure[J]. Chest, 2017, 152(4): 867-879. DOI: 10.1016/j.chest.2017.06.039.
- [12] Ingelse SA, Juschten J, Maas MAW, et al. Fluid restriction reduces pulmonary edema in a model of acute lung injury in mechanically ventilated rats[J]. PLoS One, 2019, 14(1): e0210172. DOI: 10.1371/journal.pone.0210172.
- [13] Maarouf R, Campbell C. Acute respiratory failure and burn patient outcomes[J]. Curr Opin Anaesthesiol, 2021, 34(2): 180-186. DOI: 10.1097/ACO.0000000000000973.
- [14] Dadras M, Wagner JM, Wallner C, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome in burn patients: a case series and literature update[J/OL]. Burns Trauma, 2019, 7: s41038-019-0166-z [2020-03-01]. <https://academic.oup.com/burnstrauma/article/doi/10.1186/s41038-019-0166-z/5685891>. DOI: 10.1186/s41038-019-0166-z.
- [15] Kennedy JD, Thayer W, Beuno R, et al. ECMO in major burn patients: feasibility and considerations when multiple modes of mechanical ventilation fail[J/OL]. Burns Trauma, 2017, 5: 20[2020-03-01]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28649575/>. DOI: 10.1186/s41038-017-0085-9.
- [16] Spinelli E, Mauri T, Beitler JR, et al. Respiratory drive in the acute respiratory distress syndrome: pathophysiology, monitoring, and therapeutic interventions[J]. Intensive Care Med, 2020, 46(4): 606-618. DOI: 10.1007/s00134-020-05942-6.
- [17] Li Z, Maitz P. Cell therapy for severe burn wound healing[J/OL]. Burns Trauma, 2018, 6: 13[2020-03-01]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29854856/>. DOI: 10.1186/s41038-018-0117-0.
- [18] Ahangar P, Mills SJ, Smith LE, et al. Treatment of murine partial thickness scald injuries with multipotent adult progenitor cells decreases inflammation and promotes angiogenesis leading to improved burn injury repair[J/OL]. Wound Repair Regen, 2021[2021-03-10]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/wrr.12906>. [published online ahead of print March 2, 2021]. DOI: 10.1111/wrr.12906.
- [19] Jo H, Brito S, Kwak BM, et al. Applications of mesenchymal stem cells in skin regeneration and rejuvenation[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(5): 2410. DOI: 10.3390/ijms22052410.
- [20] Hashemian SR, Aliannejad R, Zarrabi M, et al. Mesenchymal stem cells derived from perinatal tissues for treatment of critically ill COVID-19-induced ARDS patients: a case series[J]. Stem Cell Res Ther, 2021, 12(1): 91. DOI: 10.1186/s13287-021-02165-4.
- [21] Lanzoni G, Linetsky E, Correa D, et al. Umbilical cord mesenchymal stem cells for COVID-19 acute respiratory distress syndrome: a double-blind, phase 1/2a, randomized controlled trial[J/OL]. Stem Cells Transl Med, 2021[2021-03-10]. [https://stemcellsjournalsonline.wiley.com/doi/full/10.1002/sctm.20-0472?utm\\_source=TrendMD&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=STEM\\_CELLS\\_Translational\\_Medicine\\_TrendMD\\_0](https://stemcellsjournalsonline.wiley.com/doi/full/10.1002/sctm.20-0472?utm_source=TrendMD&utm_medium=cpc&utm_campaign=STEM_CELLS_Translational_Medicine_TrendMD_0). [published online ahead of print January 5, 2021]. DOI: 10.1002/sctm.20-0472.
- [22] Monguió-Tortajada M, Bayes-Genis A, Rosell A, et al. Are mesenchymal stem cells and derived extracellular vesicles valuable to halt the COVID-19 inflammatory cascade? Current evidence and future perspectives[J]. Thorax, 2020, 76(2): 196-200. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2020-215717.

- [23] Xiao CH, Wan J, Liu H, et al. Red blood cell distribution width is an independent risk factor in the prediction of acute respiratory distress syndrome after severe burns[J]. Burns, 2019, 45(5): 1158-1163. DOI: 10.1016/j.burns.2019.01.006.
- [24] Afshar M, Burnham EL, Joyce C, et al. Injury characteristics and von Willebrand factor for the prediction of acute respiratory distress syndrome in patients with burn injury: development and internal validation[J]. Ann Surg, 2019, 270(6): 1186-1193. DOI: 10.1097/SLA.0000000000002795.
- [25] Dickson RP, Schultz MJ, van der Poll T, et al. Lung microbiota predict clinical outcomes in critically ill patients[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2020, 201(5): 555-563. DOI: 10.1164/rccm.201907-1487OC.
- [26] Dong YM, Sun J, Li YX, et al. Development and validation of a nomogram for assessing survival in patients with COVID-19 pneumonia[J]. Clin Infect Dis, 2021, 72(4): 652-660. DOI: 10.1093/cid/ciaa963.
- [27] Wu ZS, Liu Y, Xu JY, et al. A ventilator-associated pneumonia prediction model in patients with acute respiratory distress syndrome[J]. Clin Infect Dis, 2020, 71 Suppl 4: S400-408. DOI: 10.1093/cid/ciaa1518.
- [28] 曾庆玲, 王庆梅, 陶利菊, 等. 特重度烧伤患者死亡风险列线图预测模型的建立及预测价值[J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36(9): 845-852. DOI: 10.3760/cma.j.cn501120-20190620-00280.
- [29] 樊钧豪, 孙义方, 伍国胜, 等. 基于改良全身炎症反应综合征评分建立的联合预测模型对大面积烧伤患者入院早期死亡风险的预测价值[J]. 中华烧伤杂志, 2020, 36(1): 42-47. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2020.01.008.
- [30] 汤陈琪, 李骏强, 徐达圆, 等. 机器学习和 logistic 回归模型预测严重烧伤患者发生急性肾损伤的比较分析[J]. 中华烧伤杂志, 2018, 34(6): 343-348. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.06.006.
- [31] Janik S, Grasl S, Yildiz E, et al. A new nomogram to predict the need for tracheostomy in burned patients[J/OL]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2020[2021-03-10]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00405-020-06541-3>. [published online ahead of print December 21, 2020]. DOI: 10.1007/s00405-020-06541-3.
- [32] Fan E, Brodie D, Slutsky AS. Acute respiratory distress syndrome: advances in diagnosis and treatment[J]. JAMA, 2018, 319(7): 698-710. DOI: 10.1001/jama.2017.21907.
- [33] Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, et al. The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (sepsis-3)[J]. JAMA, 2016, 315(8): 801-810. DOI: 10.1001/jama.2016.0287.
- [34] 中国老年医学学会烧伤分会. 吸入性损伤临床诊疗全国专家共识(2018 版)[J]. 中华烧伤杂志, 2018, 34(11): 770-775. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.11.010.
- [35] Guillen-Guio B, Lorenzo-Salazar JM, Ma SF, et al. Sepsis-associated acute respiratory distress syndrome in individuals of European ancestry: a genome-wide association study[J]. Lancet Respir Med, 2020, 8(3): 258-266. DOI: 10.1016/S2213-2600(19)30368-6.

(收稿日期:2020-03-01)

## · 读者 · 作者 · 编者 ·

## 本刊 2021 年重点号专栏征稿启事

敬请浏览并关注本刊 2021 年各期重点选题, 欢迎针对有意向的选题内容积极投稿。若稿件通过编委会专家组评审, 将有可能会被纳入当期重点号专栏刊发。欢迎积极参与, 感谢您的支持!

征稿要求: 原创性论著, 字数 5 000 字左右(需附中英文摘要及关键词), 至少于当期专栏出刊前 4 个月投稿。

投稿途径: 登录本刊官网 [www.zhsszz.org](http://www.zhsszz.org) → 点击左侧“在线投稿”注册投稿即可, 投稿时请务必在题目中注明投第几期重点选题。

2021 年 1 期	创面修复新理论与新技术	组稿专家: 黄跃生、王一兵(组稿完成)
2021 年 2 期	烧伤早期应激与抗休克	组稿专家: 肖仕初、刘琰(组稿完成)
2021 年 3 期	特殊原因致伤	组稿专家: 沈余明、刘毅(组稿完成)
2021 年 4 期	烧伤康复	组稿专家: 吴军、谢卫国(组稿完成)
2021 年 5 期	慢性创面治疗	组稿专家: 陆树良、谭谦(组稿完成)
2021 年 6 期	烧伤感染防治	组稿专家: 彭毅志、姚咏明
2021 年 7 期	毁损性创面治疗	组稿专家: 胡大海、张丕红
2021 年 8 期	瘢痕治疗	组稿专家: 章一新、徐庆连
2021 年 9 期	烧伤营养与代谢	组稿专家: 韩春茂、彭曦
2021 年 10 期	烧伤危重症与并发症	组稿专家: 郇京宁、郭光华
2021 年 11 期	创面修复与生物材料	组稿专家: 吕国忠、罗高兴
2021 年 12 期	特殊创面处理	组稿专家: 贾赤宇、申传安

本刊编辑委员会