



## 预测ICU住院病人死亡的Nomogram模型

孙敏捷, 罗兵, 李振兴, 霍星星, 王云

引用本文:

孙敏捷,罗兵,李振兴,霍星星,王云. 预测ICU住院病人死亡的Nomogram模型[J]. 蚌埠医学院学报, 2022, 47(12): 1733-1736.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2022.12.026>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### COPD机械通气病人谵妄发生风险的列线图预测模型构建与评估

Establishment and evaluation of a nomogram predictive model for the risk of delirium occurrence in COPD patients with mechanical ventilation

蚌埠医学院学报. 2021, 46(11): 1611-1615 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.11.029>

#### 基于思维导图联合量化预测模型对缺血性脑卒中合并吞咽障碍病人的护理实践

Nursing practice of the mind mapping combined with quantitative prediction model in patients with ischemic stroke complicated with dysphagia

蚌埠医学院学报. 2021, 46(11): 1634-1638 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.11.034>

#### 老年股骨颈骨折病人术后下肢深静脉血栓的危险因素分析

Analysis of the risk factors of postoperative lower extremity deep venous thrombosis in elderly patients with femoral neck fracture

蚌埠医学院学报. 2022, 47(9): 1324-1327 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2022.09.042>

#### CT影像组学在预测非小细胞肺癌淋巴结转移中的价值

The value of CT radiomics in the prediction of lymph node metastasis in non-small cell lung cancer

蚌埠医学院学报. 2021, 46(9): 1239-1243,1247 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2021.09.023>

#### 体外循环心脏术后并发压力性损伤预测模型的建立

Establishment of prediction model of stress injury after cardiopulmonary bypass

蚌埠医学院学报. 2022, 47(12): 1752-1755,1759 <https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2022.12.030>

## 预测 ICU 住院病人死亡的 Nomogram 模型

孙敏捷<sup>1</sup>, 罗 兵<sup>2</sup>, 李振兴<sup>3</sup>, 霍星星<sup>4</sup>, 王 云<sup>5</sup>

**[摘要]**目的:构建重症监护病房(ICU)住院病人死亡 Nomogram 预测模型,为降低 ICU 住院病人死亡率提供指导。方法:回顾性分析 ICU 1 133 例住院病人临床资料,采用 logistic 回归分析筛选 ICU 住院病人死亡危险因素,并构建可视化 Nomogram 预测模型,采用决策曲线分析(DCA)对简单评价模型和复杂评价模型进行比较。结果:多因素 logistic 回归分析显示医院感染( $OR = 1.876, 95\% CI: 1.037 \sim 3.043$ )、高血压( $OR = 1.133, 95\% CI: 1.090 \sim 1.177$ )、糖尿病( $OR = 1.141, 95\% CI: 1.064 \sim 1.209$ )、输血( $OR = 1.357, 95\% CI: 1.102 \sim 3.421$ )、低 GCS 评分( $OR = 0.953, 95\% CI: 0.917 \sim 0.991$ )、APACHE II 评分( $OR = 2.638, 95\% CI: 0.794 \sim 8.692$ )、气管切开( $OR = 3.973, 95\% CI: 2.386 \sim 6.615$ )、气管插管( $OR = 1.562, 95\% CI: 1.163 \sim 2.266$ )、动静脉插管( $OR = 1.365, 95\% CI: 1.067 \sim 3.172$ )、动静脉插管时间( $OR = 1.825, 95\% CI: 1.224 \sim 2.979$ )、导尿管插管( $OR = 2.016, 95\% CI: 1.050 \sim 3.870$ )、导尿管插管时间( $OR = 2.689, 95\% CI: 1.724 \sim 4.195$ )为 ICU 住院病人死亡独立危险因素( $P < 0.05$ )。根据多因素 logistic 回归结果建立 Nomogram 模型,经验证预测模型一致性良好( $C-index = 0.748, P < 0.05$ )。DCA 显示阈值概率在(0.09~0.49)范围内,复杂模型的净利润高于简单模型,阈值概率在(0.49~0.87)范围内,简单模型的净利润高于复杂模型。结论:成功建立预测 ICU 住院病人死亡的 Nomogram 预测模型。

**[关键词]**重症监护病房;住院病人;死亡率;列线图;预测模型

**[中图分类号]** R 449 **[文献标志码]** A **DOI:** 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2022.12.026

## Nomogram model for predicting death of hospitalized ICU patients

SUN Min-jie<sup>1</sup>, LUO Bing<sup>2</sup>, LI Zhen-xing<sup>3</sup>, HUO Xing-xing<sup>4</sup>, WANG Yun<sup>5</sup>

(1. Department of Operating Room, 2. Department of Clinical Laboratory, 3. Department of Blood Transfusion, 5. Department of Hospital Infection Management, Anhui No. 2 Provincial People's Hospital, Hefei Anhui 230041; 4. Department of Scientific Research Center, The Traditional Chinese Medicine Hospital of Anhui, Hefei Anhui 230020, China)

**[Abstract] Objective:** To establish a Nomogram prediction model for inpatient mortality in intensive care units (ICU), and to provide guidance for reducing inpatient mortality in ICU. **Methods:** Clinical data of 1 133 inpatients in ICU were analyzed retrospectively. Death risk factors of inpatients in ICU were screened by logistic regression analysis. Nomogram prediction model was constructed. Decision curve analysis (DCA) was used to compare simple and complex evaluation model. **Results:** Multivariate logistic regression analysis showed that hospital infection ( $OR = 1.876, 95\% CI: 1.037 - 3.043$ ), hypertension ( $OR = 1.133, 95\% CI: 1.090 - 1.177$ ), diabetes mellitus ( $OR = 1.141, 95\% CI: 1.064 - 1.209$ ), blood transfusion ( $OR = 1.357, 95\% CI: 1.102 - 3.421$ ), low GCS score ( $OR = 0.953, 95\% CI: 0.917 - 0.991$ ), APACHE II score ( $OR = 2.638, 95\% CI: 0.794 - 8.692$ ), tracheotomy ( $OR = 3.973, 95\% CI: 2.386 - 6.615$ ), endotracheal intubation ( $OR = 1.562, 95\% CI: 1.163 - 2.266$ ), arteriovenous cannulation ( $OR = 1.365, 95\% CI: 1.067 - 3.172$ ), days of arteriovenous cannulation ( $OR = 1.825, 95\% CI: 1.224 - 2.979$ ), urinary catheter intubation ( $OR = 2.016, 95\% CI: 1.050 - 3.870$ ), and days of urinary catheter intubation ( $OR = 2.689, 95\% CI: 1.724 - 4.195$ ) were independent risk factors for death of hospitalized ICU patients ( $P < 0.05$ ). Nomogram model was established according to multivariate logistic regression results, and it was verified that the prediction model had good consistency ( $C-index = 0.748, P < 0.05$ ). DCA showed that the threshold probability was within the range of (0.09 - 0.49), and the net benefit of the complex model was higher than that of the simple model. The threshold probability was within the range of (0.49 - 0.87), the net benefit of the simple model was higher than that of the complex model.

**Conclusions:** The Nomogram model is successfully established to predict the death of ICU inpatients.

**[Key words]** intensive care unit; inpatients; mortality rate; Nomogram; prediction model

**[收稿日期]** 2021-03-31 **[修回日期]** 2022-05-04

**[基金项目]** 国家自然科学基金项目(81803938);安徽省高校自然科学研究重点项目(KJ2019A1099);安徽省高校自然科学研究一般项目(ZR2019B04)

**[作者单位]** 安徽省第二人民医院 1. 手术室, 2. 检验科, 3. 输血科, 5. 院感科, 安徽 合肥 230041; 4. 安徽省中医院 科研中心, 安徽 合肥 230020

**[作者简介]** 孙敏捷(1989-),女,护师。

**[通信作者]** 罗 兵,副主任技师。E-mail: luob2008lb@126.com;王云,副主任技师。E-mail: ahs2y2008@126.com

研究<sup>[1]</sup>显示重症监护病房(ICU)住院后的死亡人数估计为5%~27%。尽管在过去的几十年里,降压病房广泛使用,ICU护理质量有所改善,仍有相当数量的ICU病人发生院内死亡。重症监护后的短期预后可由ICU内外因素决定<sup>[2-7]</sup>。另一方面的

焦点主要集中在 ICU 护理和特殊团队监督并识别这些病人的死亡风险<sup>[8]</sup>。虽然 ICU 的病人经过严格 ICU 护理后,死亡率有所下降,但有些死亡似乎不可避免,甚至缺乏预测手段,目前为止关于 ICU 住院病人死亡 Nomogram 预测模型的建立鲜见文献报道。本研究探讨 ICU 病人死亡率的预测因素并建立 Nomogram 预测模型。

## 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 回顾性分析 2017-2019 年安徽省第二人民医院所有入住的 1 133 例 ICU 病人临床资料。排除标准为病人从第一次入住 ICU 到死亡 < 48 h、病人年龄 < 18 岁、入住过其他医院外科 ICU、入住过其他医院的 ICU。对于同一住院期间多次入住 ICU 的病人,仅考虑第一次入住 ICU 的结果。被纳入本研究的对象本人或家属签署知情同意书,本研究符合医院伦理委员会要求并通过审批。

**1.2 变量** 临床资料包括是医院感染、年龄、性别、住院时间、ICU 住院时间、手术、使用抗菌药物、高血压、糖尿病、低蛋白血症、输血、昏迷、格拉斯哥昏迷评分(GCS 评分)、急性生理和慢性健康评估 II (APACHE II 评分)、气管切开、气管插管、呼吸机插管时间、动静脉插管、动静脉插管时间、导尿管插管、导尿管插管时间。病人在入住 ICU 时进行 GCS 评分和 APACHE II 评分。为了确定住院死亡的原因,由主治医师审查所有死亡的全部医院记录。我们还记录了病人和家属是否下达了禁止复苏(DNR)的命令或在死亡前停止无效治疗的决定,在 ICU 入院前或 ICU 住院期间有记录的 DNR 状态的病人被排除在分析中。因此,在 ICU 成功出院后其入院期间有记录的 DNR 状态的病人也纳入分析。

**1.3 统计学方法** 采用  $\chi^2$  检验、*t* 检验和 logistic 回归分析;采用 R3.5.1 将 logistic 回归分析中的独立预测因子绘制成可视化列线图并验证,绘制 DCA。

## 2 结果

**2.1 ICU 住院病人临床资料比较** 对 804 例存活的 ICU 住院病人和 329 例死亡的 ICU 住院病人的临床资料进行评估,除年龄、住院时间、ICU 住院时间、使用抗菌药物、低蛋白血症、手术等指标外,其他指标在 2 组之间的差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ) (见表 1)。

**2.2 影响 ICU 住院病人死亡的多因素 logistic 回归**

分析 以是否死亡为因变量(否:0,是:1),将单因素分析结果中  $P < 0.05$  的变量纳入多因素 logistic 回归分析,将感染(否:0,是:1)、性别(男:0,女:1)、APECHE II 评分(<20 分:0,≥20 分:1)、昏迷(否:0,是:1)、高血压(否:0,是:1)、糖尿病(否:0,是:1)、气管切开(否:0,是:1)、气管插管(否:0,是:1)、动静脉插管(否:0,是:1)、动静脉插管时间(<7 d:0,≥7 d:1)、导尿管插管(否:0,是:1)、导尿管插管时间(<7 d:0,≥7 d:1)、输血(否:0,是:1)、GCS 评分等指标纳入回归方程。结果显示,医院感染、高血压、糖尿病、输血、GCS 评分、APACHE II 评分 ≥ 20 分、气管切开、气管插管、动静脉插管、动静脉插管时间 ≥ 7 d、导尿管插管、导尿管插管时间 ≥ 7 d 为 ICU 住院病人死亡独立危险因素( $P < 0.05$ ) (见表 2)。

表 1 ICU 住院病人死亡组和未死亡组临床资料比较

变量	存活组 ( <i>n</i> = 804)	死亡组 ( <i>n</i> = 329)	$\chi^2$	<i>P</i>
感染				
是	75	45	4.66	<0.05
否	729	284		
年龄/岁			0.04	>0.05
≤60	264	110		
>60	540	219		
性别			6.52	<0.05
男	522	187		
女	282	142		
APECHE II 评分/分			14.14	<0.05
<20	587	203		
≥20	217	126		
住院时间/d			0.03	>0.05
<30	680	277		
≥30	124	52		
ICU 入住时间/d			0.23	>0.05
<14	655	272		
≥14	149	57		
使用抗菌药物			0.35	>0.05
是	769	312		
否	35	17		
昏迷			4.51	<0.05
是	411	191		
否	393	138		
高血压			6.41	<0.05
是	366	177		
否	438	152		
糖尿病			6.38	<0.05
是	411	141		
否	393	188		

续表 1

变量	存活组 (n = 804)	死亡组 (n = 329)	$\chi^2$	P
低蛋白血症				
是	495	213	1.00	>0.05
否	309	116		
手术				
是	105	49	0.67	>0.05
否	699	280		
气管切开				
是	157	37	11.28	<0.05
否	647	292		
气管插管				
是	552	254	8.31	<0.05
否	252	75		
呼吸机插管时间/d				
$\geq 7$	170	57	2.13	>0.05
<7	634	272		
动静脉插管				
是	446	251	43.14	<0.05
否	358	78		
动静脉插管时间/d				
<7	634	231	9.66	<0.05
$\geq 7$	170	98		
导尿管插管				
是	770	302	7.25	<0.05
否	34	27		
导尿管插管时间/d				
<7	467	230	13.79	<0.05
$\geq 7$	337	99		
输血				
是	259	141	11.58	<0.05
否	545	188		
GCS 评分( $\bar{x} \pm s$ )/分	7.23 $\pm$ 4.16	6.51 $\pm$ 3.86	2.80*	<0.05

\* 示 t 值

**2.3 Nomogram 模型的建立及其验证** 根据多因素 logistic 回归分析结果建立 Nomogram 模型,对各个风险因素进行打分,计算其总得分,总得分对应风险预测值,最后得出模型的 C-index 为 0.748 ( $P < 0.05$ )(见图 1)。

**2.4 ICU 住院病人死亡决策曲线分析** 在 Nomogram 模型的基础上,对多因素 logistic 回归分析筛选出来的变量进行 ICU 住院病人死亡的决策曲线分析,根据表 2 结果显示气管切开的  $OR = 3.973$  最大,因此将气管切开纳入简单模型,将医院感染、高血压、糖尿病、输血、GCS 评分、APACHE II 评分、气管切开,气管插管、动静脉插管、动静脉插管时间、

导尿管插管、导尿管插管时间等纳入复杂模型。结果显示阈值概率在(0.09 ~ 0.49)范围内,复杂模型的净利润高于简单模型,阈值概率在(0.49 ~ 0.87)范围内,简单模型的净利润高于复杂模型(见图 2)。

表 2 影响 ICU 住院病人死亡的多因素 logistic 回归分析

变量	B	Wald $\chi^2$	OR	95% CI	P
医院感染	0.631	4.26	1.876	1.037 ~ 3.043	<0.05
性别	0.227	2.23	0.797	0.591 ~ 1.074	>0.05
高血压	0.125	6.57	1.133	1.090 ~ 1.177	<0.05
糖尿病	0.136	15.22	1.141	1.064 ~ 1.209	<0.05
输血	0.545	6.37	1.357	1.102 ~ 3.421	<0.05
昏迷	0.043	0.07	0.958	0.692 ~ 1.326	>0.05
GCS 评分	0.048	5.86	0.953	0.917 ~ 0.991	<0.05
APACHE II 评分	0.870	2.35	2.638	0.794 ~ 8.692	<0.05
气管切开	1.379	28.12	3.973	2.386 ~ 6.615	<0.05
气管插管	0.442	8.79	1.562	1.163 ~ 2.266	<0.05
动静脉插管	0.426	6.75	1.365	1.067 ~ 3.172	<0.05
动静脉插管时间	0.592	6.45	1.825	1.224 ~ 2.979	<0.05
导尿管插管	0.701	4.44	2.016	1.050 ~ 3.870	<0.05
导尿管插管时间	0.989	19.00	2.689	1.724 ~ 4.195	<0.05

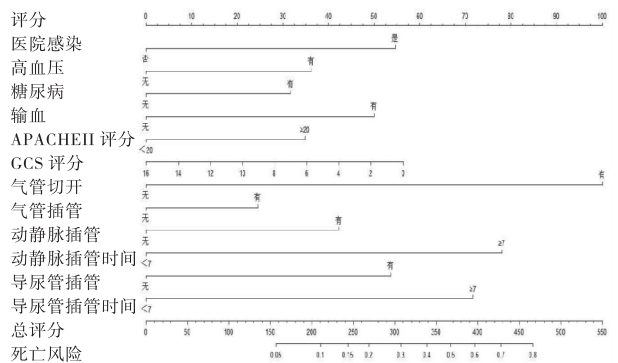


图 1 ICU 住院病人死亡风险的 Nomogram 模型

### 3 讨论

本研究发现 ICU 住院病人死亡率为 29.03%,而多因素 logistic 回归分析医院感染、高血压、糖尿病、输血、低 GCS 评分、APACHE II 评分、气管切开,气管插管、动静脉插管、动静脉插管时间、导尿管插管、导尿管插管时间是 ICU 住院病人死亡的独立危险因素。

由于 ICU 床位的供不应求导致病人预后不良,但我们不确定推迟 ICU 出院是否能提高病人的生存率。尽管降压病房已广泛使用,仍有相当数量的病人在 ICU 出院后死亡<sup>[9]</sup>,我们的研究显示 ICU 住院时间及总住院时间在 2 组之间差异无统计学意

义,与文献<sup>[9]</sup>报道一致。另一项研究表明,ICU 住院病人死亡与其疾病严重程度、呼吸衰竭、脓毒血症等因素相关<sup>[10]</sup>,我们的研究显示气管切开,气管插管、动静脉插管、导尿管插管、输血等多措施支持治疗可能与病人病情严重程度相关,医院感染可能导致病人脓毒血症等,而这些因素均是 ICU 住院病人死亡的独立危险因素,与文献<sup>[10]</sup>报道相一致。TATSUMI 等<sup>[11]</sup>研究发现病人是否患有糖尿病和高血压与病人死亡率显著相关<sup>[11]</sup>,我们的研究发现与之相近。我们的研究还发现气管切开是 ICU 病人死亡的独立危险因素,且 OR 最大( $OR = 3.973, 95\% CI: 2.386 \sim 6.615$ ),与 KLEMM 等<sup>[12]</sup>的发现一致。

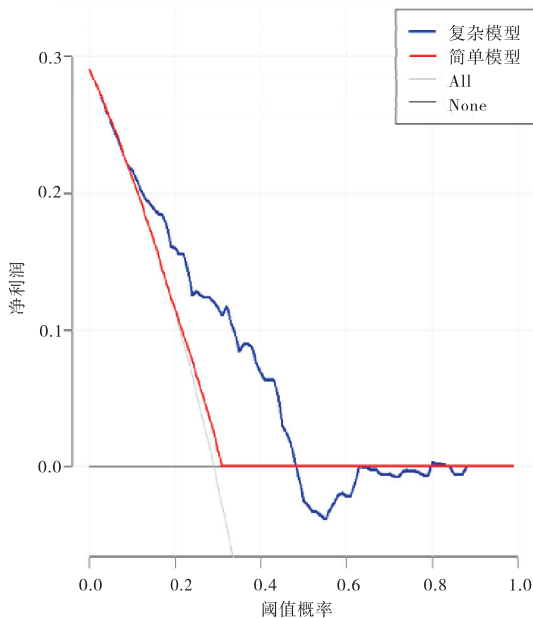


图2 ICU住院病人死亡决策曲线分析

Nomogram 是一种用于事件结局预测分析的统计学模型,在临床中来指导临床决策<sup>[13]</sup>,我们通过多因素 logistic 回归分析筛选出独立危险因素,然后绘制成 Nomogram 图,根据病人独立危险因素的特征,计算各独立危险因素得分,再计算其总得分,在风险图上找到其风险值,经验证该模型一致性良好( $C\text{-index} = 0.748, P < 0.05$ )。决策曲线分析是一种用于评估诊断测试并用于临床决策实践<sup>[14]</sup>,我们的研究发现在阈值概率为(0.09 ~ 0.49)范围内,复杂模型的净利润高于简单模型,在这个阈值概率范围内,多因素形成的复杂模型可能具有更高的应用价值;阈值概率为(0.49 ~ 0.87)范围内,简单模型的净利润高于复杂模型;说明气管切开不仅与 ICU 病人死亡相关,同时可以预测病人死亡风险。

本研究有局限性需要讨论,纳入模型的影响因素不够全面,如病人体质量指数及一些反映病人疾

病严重程度的血液检查结果未被纳入分析。

综上所述,本研究成功建立 ICU 住院病人死亡事件发生预测模型,该模型对指导临床制定个性化治疗措施以降低病人死亡率具有一定的指导意义。

#### [参 考 文 献]

- [1] RANZANI OT, PRADA LF, ZAMPIERI FG, *et al.* Failure to reduce C-reactive protein levels more than 25% in the last 24 hours before intensive care unit discharge predicts higher in-hospital mortality; a cohort study [J]. *J Crit Care*, 2012, 27 (5): 525. e9.
- [2] DALY K, BEALE R, CHANG RW. Reduction in mortality after inappropriate early discharge from intensive care unit; logistic regression triage model [J]. *BMJ*, 2001, 322 (7297): 1274.
- [3] SPRUNG CL, DANIS M, IAPICHINO G, *et al.* Triage of intensive care patients; identifying agreement and controversy [J]. *Intensive Care Med*, 2013, 39 (11): 1916.
- [4] BROWN SE, RATCLIFFE SJ, HALPERN SD. Assessing the utility of ICU readmissions as a quality metric; an analysis of changes mediated by residency work-hour reforms [J]. *Chest*, 2015, 147 (3): 626.
- [5] WAGNER J, GABLER NB, RATCLIFFE SJ, *et al.* Outcomes among patients discharged from busy intensive care units [J]. *Ann Intern Med*, 2013, 159 (7): 447.
- [6] 刘俊, 吴继雄, 张泽华, 等. IL-6、TNF- $\alpha$  与 APACHE II 评分判断 ICU 老年重症感染病人预后的价值 [J]. *蚌埠医学院学报*, 2020, 45 (8): 1048.
- [7] 郑可欣, 陈春蓉, 徐禹, 等. 镇静深度及深度镇静持续时间对 ICU 重症急性胰腺炎病人谵妄发生的影响 [J]. *蚌埠医学院学报*, 2022, 47 (2): 265.
- [8] GOLDHILL DR, WORTHINGTON L, MULCAHY A, *et al.* The patient-at-risk team; identifying and managing seriously ill ward patients [J]. *Anaesthesia*, 1999, 54 (9): 853.
- [9] LEE J, CHO YJ, KIM SJ, *et al.* Who dies after ICU discharge? retrospective analysis of prognostic factors for in-hospital mortality of ICU survivors [J]. *J Korean Med Sci*, 2017, 32 (3): 528.
- [10] EGBOHOU P, SAMA HD, MOUZOU T, *et al.* Causes of deaths in the intensive care unit of Sylvanus Olympio Teaching Hospital, Lomé, Togo [J]. *Med Sante Trop*, 2018, 28 (3): 281.
- [11] TATSUMI Y, OHKUBO T. Hypertension with diabetes mellitus: significance from an epidemiological perspective for Japanese [J]. *Hypertens Res*, 2017, 40 (9): 795.
- [12] KLEMM E, NOWAK AK. Tracheotomy-Related Deaths [J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2017, 114 (16): 273.
- [13] IASONOS A, SCHRAG D, RAJ GV, *et al.* How to build and interpret a nomogram for cancer prognosis [J]. *J Clin Oncol*, 2008, 26 (8): 1364.
- [14] VICKERS AJ, CRONIN AM, ELKIN EB, *et al.* Extensions to decision curve analysis, a novel method for evaluating diagnostic tests, prediction models and molecular markers [J]. *BMC Med Inform Decis Mak*, 2008, 8: 53.