

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.09.005

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240311.0950.002\(2024-03-12\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20240311.0950.002(2024-03-12))

## 基于倾向性评分匹配的非计划再次手术危险因素分析及预测模型构建\*

高梦婷, 汤梓菲, 袁磊<sup>△</sup>

(武汉大学人民医院信息中心, 武汉 430060)

**[摘要]** **目的** 分析非计划再次手术的危险因素, 构建列线图风险预测模型筛选高危患者, 为围手术期管理降低非计划再次手术率提供依据。**方法** 收集 2018—2021 年该院 880 例非计划再次手术患者作为非计划再次手术组, 运用倾向性评分匹配法按照 1:3 比例匹配出 2 640 例患者作为对照组, 收集可能的风险因素指标并进行单因素分析, 筛选出具有统计学意义的指标进行多因素 logistic 回归分析, 进而构建风险预测模型, 并评估该模型的预测价值。**结果** 合并症数量 3~5 个 ( $OR=1.84$ )、合并症数量 6~10 个 ( $OR=2.94$ )、合并恶性肿瘤 ( $OR=1.75$ )、合并终末期肾病 ( $OR=1.92$ )、主要手术级别三级 ( $OR=4.27$ )、主要手术级别四级 ( $OR=7.26$ )、切口分组 I、II、III 类 ( $OR=2.18, 1.97, 6.85$ ) 是非计划再次手术的独立影响因素 ( $P<0.05$ )。模型通过校准度检验, 受试者工作特征 (ROC) 曲线下面积 (AUC) 为 0.715, 模型区分度良好。**结论** 根据风险因素构建的风险预测模型, 可用于识别非计划再次手术的高危人群。

**[关键词]** 非计划再次手术; 危险因素; 倾向性评分匹配; 风险预测模型; 手术质量安全管理

**[中图分类号]** R197.323 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)09-1307-05

## Analysis of risk factors for unplanned reoperation and construction of a prediction model based on propensity score matching\*

GAO Mengting, TANG Zifei, YUAN Lei<sup>△</sup>

(Information Center, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan, Hubei 430060, China)

**[Abstract]** **Objective** To analyze the risk factors of unplanned reoperation and construct a nomogram-based risk prediction model to identify high-risk patients, so as to provide a basis for perioperative management to reduce the rate of reoperation. **Methods** A total of 880 patients with underwent unplanned reoperation between 2018 and 2021 were included as the unplanned reoperation group. Using propensity score matching, 2640 patients were matched in a 1:3 ratio to form the control group. Potential risk factor indicators were collected and subjected to univariate analysis. Significant indicators were then selected for multivariable logistic regression analysis to construct the risk prediction model. The predictive value of the model was evaluated. **Results** For unplanned reoperation, The number of complications 3-5 ( $OR=1.84$ ), the number of complications 6-10 ( $OR=2.94$ ), combined with malignant tumor ( $OR=1.75$ ), combined with end-stage renal disease ( $OR=1.92$ ), major surgery grade 3 ( $OR=4.27$ ), major surgery grade 4 ( $OR=7.26$ ), and incision grade I, II, III ( $OR=2.18, 1.97, 6.85$ ) were independent factors ( $P<0.05$ ). The model passed the calibration degree test, and the area under ROC curve (AUC) was 0.715, indicating good model differentiation. **Conclusion** A risk prediction model based on risk factors can help identify high-risk populations for unplanned reoperation and suggest corresponding measures for prevention.

**[Key words]** unplanned reoperation; risk factor; propensity score matching; risk prediction model; surgical quality and safety management

非计划再次手术是反映医疗质量安全尤其是手术质量安全的重要指标, 对患方会影响患者预后、增加经济负担, 对院方会增加医护工作量、影响医院运行效率和医疗质量<sup>[1-3]</sup>。《2019 年国家医疗服务与质

量安全报告》显示我国非计划再次手术率未见明显改善<sup>[4]</sup>, 2022 年国家卫生健康委员会将非计划再次手术率纳入《2022 年国家医疗质量安全改进目标》, 并要求各医疗机构运用质量管理工具, 分析本机构非计划再

次手术率的影响因素并制订针对性的改进措施<sup>[5]</sup>。本研究以华中地区某大型三级甲等医院数据为基础,分析非计划再次手术的危险因素,并构建风险预测模型,为围手术期管理降低非计划再次手术率提供科学依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究为回顾性病例对照研究。患者基本信息及相关的诊疗信息来自医院信息系统,主刀医师职称信息来源于人力资源管理系统。纳入标准:(1)住院期间两次进入手术室开展手术的患者;(2)两次手术时间间隔 $\leq 31$  d。排除标准:(1)第一次手术出院后再入院开展手术的患者;(2)手术类型为活检、穿刺等检查或治疗类操作的患者;(3)临床资料不完整的患者。

### 1.2 方法

患者一次住院期间 31 d 内第 2 次进行手术申请时,需要临床医师根据《三级医院评审标准(2022 年版)》<sup>[6]</sup>中对非计划再次手术的要求,确认是否为非计划再次手术。提取 2018—2021 年所有非计划再次手术患者资料作为非计划再次手术组,运用倾向性评分匹配法(propensity score matching analysis, PSM)在 2018—2021 年该院所有手术患者中匹配出对照组。收集所有可能的风险因素信息,包括合并症(如高血压、糖尿病、冠心病、恶性肿瘤、终末期肾病)、主刀医生职称、主要手术级别、切口分组、切口愈合等级、手术类型等,进行探索性分析。

### 1.3 统计学处理

应用 R 软件进行数据分析。采用最邻近匹配法按照 1:3 根据性别、年龄、出院时间、科室匹配对照组。计数资料以例数和构成比或率表示,组间比较比较采用 $\chi^2$ 检验或 Fisher 确切概率法,有序资料组间比较采用秩和检验。将单因素分析 $P < 0.05$ 的变量纳入多因素 logistic 回归,根据回归系数构建风险预测模型并绘制列线图,运用 pROC 包进行校准度检验,通过 $P$ 值和受试者工作特征(ROC)曲线下面积(AUC)评估模型预测能力,通过 Bootstrap 法得到校准曲线评估模型性能,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 非计划再次手术发生率

共纳入研究对象 438 250 例,其中非计划再次手术患者 880 例,非计划再次手术发生率为 0.20%。2018—2021 年非计划再次手术率分别为 0.22%(235/105 451)、0.17%(219/130 013)、0.23%(187/80 710)、0.20%(239/122 076)。

### 2.2 匹配前后两组患者基本情况

匹配前两组患者性别、年龄、出院时间、科室差异均有统计学意义( $P < 0.05$ )。匹配后非计划再次手术组 880 例,对照组 2 640 例,两组患者性别、年龄、出院时间、科室差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),匹配后非计划再次手术组与对照组的均衡性提高,见表 1。

表 1 PSM 前后两组患者基本情况比较[n(%)]

项目	匹配前		$\chi^2$	$P$	匹配后		$\chi^2$	$P$
	非计划再次手术组 (n=880)	对照组 (n=437 370)			非计划再次手术组 (n=880)	对照组 (n=2 640)		
性别			46.371	<0.001			0.002	0.969
男	377(42.8)	237 444(54.3)			377(42.8)	1 133(42.9)		
女	503(57.2)	199 926(45.7)			503(57.2)	1 507(57.1)		
年龄			1 052.739	<0.001			0.059	0.996
<18 岁	7(0.8)	12 254(2.8)			7(0.8)	21(0.8)		
18~<45 岁	186(21.1)	135 967(31.1)			186(21.1)	555(21.0)		
45~<65 岁	456(51.8)	185 431(42.4)			456(51.8)	1 360(51.5)		
$\geq 65$ 岁	231(26.3)	103 718(23.7)			231(26.3)	704(26.7)		
出院时间			13.230	0.004			0.007	1.000
2018 年	235(26.7)	105 216(24.1)			235(26.7)	705(26.7)		
2019 年	219(24.9)	129 794(29.7)			219(24.9)	660(25.0)		
2020 年	187(21.2)	80 523(18.4)			187(21.2)	558(21.1)		
2021 年	239(27.2)	121 837(27.8)			239(27.2)	717(27.2)		
科室			1 350.740	<0.001			0.102	1.000
普外科	197(22.4)	38 510(8.8)			197(22.4)	593(22.5)		
神经外科	140(15.9)	9 882(2.3)			140(15.9)	414(15.7)		
骨外科	100(11.4)	20 477(4.7)			100(11.4)	300(11.4)		
心胸外科	76(8.6)	9 282(2.1)			76(8.6)	222(8.4)		
妇产科	84(9.5)	56 588(12.9)			84(9.5)	252(9.5)		
眼科	69(7.8)	37 713(8.6)			69(7.8)	207(7.8)		
其他	214(24.3)	264 918(60.6)			214(24.3)	652(24.7)		

### 2.3 匹配后非计划再次手术影响因素分析

#### 2.3.1 单因素分析

经过 PSM 均衡两组患者基本情况后,从合并症、主刀医生职称和手术情况等方面比较非计划再次手术组与对照组的差异,结果显示两组合并症数量构成,合并恶性肿瘤、终末期肾病的比例,主刀医生职称、主要手术级别、切口分组构成、切口甲级愈合的比例比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ );非计划再次手术组合并症数量 6~10 个、合并恶性肿瘤、终末期肾病、四级手术、II、III 类切口、主刀医生职称为高级的比例均高于对照组,切口甲级愈合的比例低于对照组,见表 2。

表 2 研究对象基本情况[n(%)]

项目	非计划再次手术组 (n=880)	对照组 (n=2 640)	$\chi^2/Z$	P
合并症数量			121.327	<0.001
0~2 个	179(20.4)	1 015(38.4)		
3~5 个	244(27.7)	736(27.9)		
6~10 个	457(51.9)	889(33.7)		
高血压			0.063	0.802
无	603(68.5)	1 795(68.0)		
有	277(31.5)	845(32.0)		
糖尿病			3.191	0.074
无	778(88.4)	2 391(90.6)		
有	102(11.6)	249(9.4)		
冠心病			0.072	0.789
无	838(95.2)	2 506(94.9)		
有	42(4.8)	134(5.1)		
恶性肿瘤			66.251	<0.001
无	655(74.4)	2 277(86.2)		
有	225(25.6)	363(13.8)		
终末期肾病			4.294	0.038
无	803(91.2)	2 464(93.3)		

续表 2 研究对象基本情况[n(%)]

项目	非计划再次手术组 (n=880)	对照组 (n=2 640)	$\chi^2/Z$	P
有	77(8.8)	176(6.7)		
主刀医生职称			34.950	<0.001
高级	638(72.5)	1 625(61.6)		
副高级	152(17.3)	610(23.1)		
中级和其他	90(10.2)	405(15.3)		
主要手术级别			163.371	<0.001
一、二级	41(4.7)	473(18.0)		
三级	275(31.2)	1 065(40.3)		
四级	564(64.1)	1 102(41.7)		
切口分组			63.818	<0.001
0 类	35(4.0)	315(11.9)		
I 类	555(63.1)	1 675(63.4)		
II 类	270(30.7)	625(23.7)		
III 类	20(2.3)	25(1.0)		
切口愈合等级			13.131	<0.001
甲级	854(97.0)	2 609(98.8)		
其他	26(3.0)	31(1.2)		
手术类型			0.024	0.876
急诊	456(51.8)	1 360(51.5)		
门诊或其他	424(48.2)	1 280(48.5)		

#### 2.3.2 多因素 logistic 回归分析

将非计划再次手术作为因变量,将单因素分析中  $P < 0.05$  的变量作为自变量进行多因素 logistic 回归分析,结果显示,合并症数量 3~5 个、合并症数量 6~10 个、合并恶性肿瘤、合并终末期肾病、主要手术级别三级、主要手术级别四级、切口分组 I 类、切口分组 II 类、切口分组 III 类是非计划再次手术的独立影响因素,见表 3。

表 3 非计划再次手术影响因素的 logistic 回归分析

项目	Coef	OR	95%CI	SE	Z	P
合并症数量(以“0~2 个”为参照)						
3~5 个	0.612	1.84	1.48~2.30	0.11	5.42	<0.000 1
6~10 个	1.080	2.94	2.39~3.63	0.11	10.10	<0.000 1
恶性肿瘤(以“无”为参照)	0.562	1.75	1.42~2.17	0.11	5.16	<0.000 1
终末期肾病(以“无”为参照)	0.655	1.92	1.37~2.70	0.17	3.81	0.000 1
主要手术级别(以“一、二级”为参照)						
三级	1.453	4.27	2.97~6.30	0.19	7.60	<0.000 1
四级	1.968	7.26	4.99~10.51	0.18	10.38	<0.000 1
切口分组(以“0 类”为参照)						
I 类	0.779	2.18	1.33~2.97	0.20	3.31	0.000 9
II 类	0.676	1.97	1.51~3.23	0.19	4.04	<0.000 1
III 类	1.926	6.85	3.28~14.36	0.37	5.13	<0.000 1

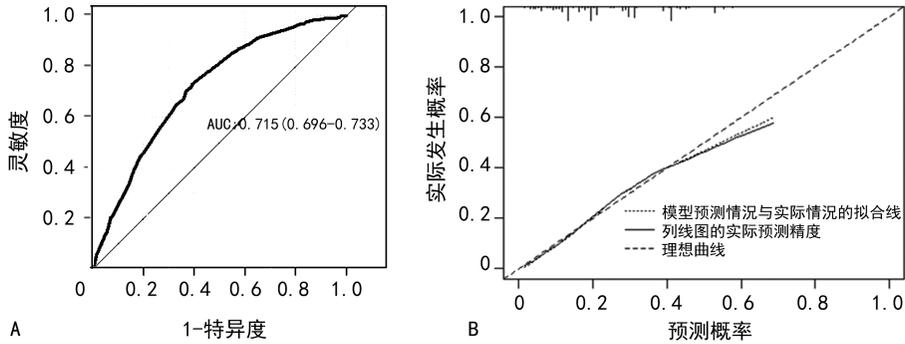
### 2.4 列线图预测模型与检验

模型验证结果显示模型与理想模型的最大偏移

量  $E_{max}=0.119$ , 最小偏移量  $E_{avg}=0.012$ , 不可靠性实验  $P=0.869$ , 通过校准度检验。运用 R 软件 pROC 包绘制 ROC 曲线, AUC 为 0.715 (95% CI: 0.696~0.734,  $P<0.001$ ), 模型区分度良好, 运用 Bootstrap 法绘制校准曲线, 校准曲线横坐标为模型预测概率, 纵坐标为实际发生概率, 校准曲线用于对比实际发生概率和模型预测概率的一致性。本研究

中 Apprent 线和 Bais-corrected 线几乎与  $Y=X$  重合, 表明模型校准良好, 见图 1。

运用 RMS 包绘制列线图(图 2), 例如一名患者合并症 3 个, 有恶性肿瘤, 无终末期肾病, 主要手术级别为四级, 切口分组为 III 类, 对应的总得分为 260, 非计划再次手术的风险概率为 0.72。



A: ROC 曲线; B: 校准曲线。

图 1 非计划再次手术预测模型 ROC 曲线和校准曲线图

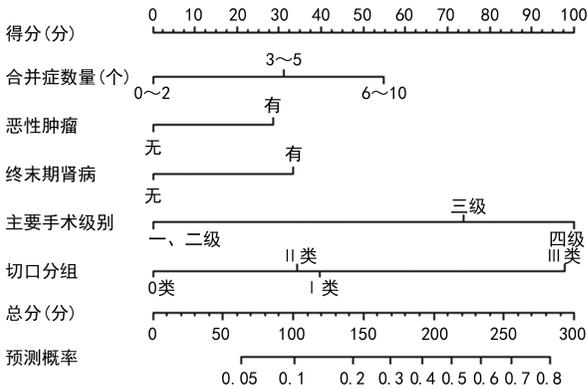


图 2 非计划再次手术预测模型列线图

### 3 讨论

非计划再次手术在国际上尚无明确定义<sup>[7]</sup>, 临床工作中多是医生或管理人员根据患者实际病情主观判断<sup>[8]</sup>。本研究中本院非计划再次手术率(0.20%)略高于三级公立医院平均水平(0.17%)<sup>[4]</sup>, 可能是由于将病理升级或病情加重作为非计划手术纳入标准。有文献报道三级医院非计划再次手术率在 0.17%~0.71%<sup>[9-10]</sup>, 2023 年国家卫生健康委员会发布《手术质量安全提升行动方案(2023-2025 年)》, 要求到 2025 年末将非计划再次手术率降至 0.18% 以下<sup>[11]</sup>。

合并症数量超过 3 个的患者发生非计划再次手术的风险远高于合并症 3 个以下的患者, 其中合并恶性肿瘤、终末期肾病是非计划再次手术的独立危险因素。已有研究也发现术前诊断为恶性肿瘤的患者在颈部、泌尿系统术后进行非计划再次手术的可能性较大<sup>[12-14]</sup>, 可能是由于患者术前放化疗导致免疫力降低。终末期肾病患者非计划再次手术率高可能与其血液透析或腹膜透析有关, 腹透置管后容易出现导管

移位再次手术<sup>[15]</sup>, 国外也有研究报道终末期肾病患者更容易发生 30 d 内再手术<sup>[16]</sup>。

有研究对多学科医生进行问卷调查发现, 主要手术级别是医生公认的非计划再次手术的影响因素<sup>[17-19]</sup>, 本研究验证了主要手术等级为三、四级患者发生非计划再次手术的风险是一、二级手术患者的 4.27、7.26 倍。此外, 本研究还发现切口分组高是非计划再次手术的独立危险因素, 这也是术后感染和切口愈合不良常发的原因<sup>[20]</sup>。提示医疗机构应完善手术分级管理和手术授权制度, 对手术级别高、难度大的手术严格落实术前评估、术前讨论、术前谈话, 制订科学的手术方案, 避免再次手术的发生。

国家卫生健康委员会《医疗机构手术分级管理办法》要求医疗机构建立手术质量安全评估制度, 定期对非计划再次手术率等手术质量安全指标进行评估, 并在院内公开<sup>[21]</sup>, 建议医疗机构建立手术质量安全评估制度和相应的激励约束措施。由于非计划再次手术不是住院病案首页的必填项, 难以从病案首页中抓取<sup>[22]</sup>。医院可借助电子病历系统或手术室系统, 实现非计划再次手术率的监测与管理<sup>[23-24]</sup>, 并将结果同步至病案首页附页中。掌握数据后, 才能进一步分析, 制订改进措施。另外医院可探索建立围手术期患者风险预警系统, 对非计划再次手术高风险患者进行预警, 及时进行干预<sup>[25]</sup>, 推动非计划再次手术的智慧化管理。

### 参考文献

[1] PONG T M, VAN LEEUWEN W F, OFLAZO-

- GLU K, et al. Unplanned reoperation and implant revision after total wrist arthroplasty[J]. *Hand(N Y)*, 2022, 17(1): 114-118.
- [2] MASON E M, HENDERSON W G, BRONSERT M R, et al. preoperative prediction of unplanned reoperation in a broad surgical population[J]. *J Surg Res*, 2023, 285: 1-12.
- [3] 赵子奇. 上海市某医院现代医院管理制度试点成效评估研究[D]. 上海: 中国人民解放军海军军医大学, 2022.
- [4] 国家卫生健康委员会. 2019 年国家医疗服务与质量安全报告[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 2020.
- [5] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发 2022 年国家医疗质量安全改进目标的通知[EB/OL]. [2023-09-26]. <https://wjw.ah.gov.cn/public/7001/56149641.html>.
- [6] 国家卫生健康委. 国家卫生健康委关于印发《三级医院评审标准(2022 年版)》及其实施细则的通知[EB/OL]. [2023-09-26]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s3585/202212/cf89d8a82a68421cbb9953ec610fb861.shtml>
- [7] GOODMAN A D, GIL J A, STARR A M, et al. Thirty-day reoperation and/or admission after elective hand surgery in adults: a 10-year review[J]. *J Hand Surg Am*, 2018, 43(4): 383. e1-383. e7.
- [8] HUANG W C, CHEN Y J, LIN M H, et al. Analysis of neurosurgical procedures with unplanned reoperation for quality improvement: a 5-year single hospital study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(52): e28403.
- [9] 邹庞, 陈开红. 非计划再次手术的影响因素及原因分析[J]. *中国病案*, 2019, 20(10): 74-78.
- [10] 李净, 肖良成, 李礼安, 等. 某三甲医院非计划再次手术监测分析[J]. *现代医院*, 2021, 21(12): 1857-1859, 1863.
- [11] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发手术质量安全提升行动方案(2023-2025 年)的通知[EB/OL]. [2023-09-26]. <https://wjw.ah.gov.cn/public/7001/56888061.html>.
- [12] 许馨元, 闫存玲, 高汉. 哈尔滨市某肿瘤专科医院非计划再次手术回顾性分析与质量评价[J]. *哈尔滨医科大学学报*, 2022, 56(4): 402-405.
- [13] SANGAL N R, NISHIMORI K, ZHAO E, et al. Understanding risk factors associated with unplanned reoperation in major head and neck surgery[J]. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*, 2018, 144(11): 1044-1051.
- [14] WALLIS C J, BJARNASON G, BYRNE J, et al. Morbidity and mortality of radical nephrectomy for patients with disseminated cancer: an analysis of the national surgical quality improvement program database [J]. *Urology*, 2016, 95: 95-102.
- [15] 李红波, 熊飞, 张燕敏, 等. 腹膜透析置管围手术期并发症的管理[J]. *湖北中医杂志*, 2018, 40(4): 38-40.
- [16] GAJDOS C, HAWN M T, KILE D, et al. The risk of major elective vascular surgical procedures in patients with end-stage renal disease[J]. *Ann Surg*, 2013, 257(4): 766-773.
- [17] 徐芳, 赵汝成, 方超, 等. 上海市某三甲专科医院非计划再次手术原因及影响因素分析[J]. *中国医院管理*, 2023, 43(4): 62-65.
- [18] 谢冬玲, 李扬, 冀志勇. 某肿瘤医院非计划再次手术回顾性分析[J]. *中国病案*, 2020, 21(9): 57-60.
- [19] 朱江浩. 脊柱外科非计划再次手术危险因素分析[D]. 南昌: 南昌大学, 2018.
- [20] 徐雨晨, 曹云帆, 吴开明, 等. 重庆市某三甲医院非计划再次手术影响因素研究[J]. *医学与社会*, 2020, 33(10): 85-88, 93.
- [21] 国家卫生健康委办公厅. 国家卫生健康委办公厅关于印发医疗机构手术分级管理的通知[EB/OL]. [2023-09-26]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7657/202212/5eb7ddbbaa8004a4497c5f29d3a2a5b4d.shtml>.
- [22] 王金吉. 2017 年至 2019 年某院非计划再入院与非计划再次手术医疗质量指标评价分析[J]. *中国病案*, 2022, 23(10): 20-22, 36.
- [23] 汤佳骏, 方芳, 贲阳, 等. 以全质量管理为基础的手术室信息平台实施效果分析[J]. *上海护理*, 2022, 22(12): 70-73.
- [24] 徐袁磊, 刘广军, 翁益平, 等. 基于事件监控的非计划再次手术信息化管理[J]. *手术电子杂志*, 2022, 9(1): 47-51.
- [25] 蒋亮, 黄玉清. 非计划性再次手术精准质控管理的信息化实践探索[J]. *信息与电脑*, 2023, 35(2): 11-13.