

· 临床论著 ·

全膝关节置换术后深静脉血栓预测模型的建立[△]

徐泽^{1,2}, 张贤祚², 张林林², 黄威², 周伟², 朱晨², 尹宗生^{3*}

(1. 安徽医科大学附属安徽省立医院骨科, 安徽合肥 230001; 2. 中国科学技术大学附属第一医院骨科, 安徽合肥 230001; 3. 安徽医科大学第一附属医院骨科, 安徽合肥 230022)

摘要: [目的] 构建基于逻辑回归和 XGBoost 算法的全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 围手术期深静脉血栓形成风险 (deep vein thrombosis, DVT) 的预测模型。[方法] 回顾性分析 2017 年 12 月—2021 年 10 月于安徽医科大学附属安徽省立医院骨科接受 TKA 手术治疗的 3 711 例患者的临床资料, 构建逻辑回归和 XGBoost 算法预测模型, 筛选围手术期出现 DVT 的预测因素, 并比较两者的预测效能。[结果] 3 711 例患者中, TKA 术后共有 889 例患者发生 DVT, 总发病率 23.96%。单因素比较表明, 与非 DVT 组相比, DVT 组年龄显著更大 ($P<0.05$), 低分子肝素和 X 因子抑制剂使用的比率显著更高 ($P<0.05$), 术后 6 h 早期抗凝比率显著更低 ($P<0.05$)、术前准备时间显著更短 ($P<0.05$)、术后住院时间显著更长 ($P<0.05$), 手术时间显著更长 ($P<0.05$), 术前 D-二聚体含量显著更高 ($P<0.05$), 术前凝血酶原活动度更低 ($P<0.05$)、术后血磷含量更高 ($P<0.05$)、术后尿素氮肌酐比值更高 ($P<0.05$), 差异均有统计学意义。逻辑回归表明: 术后尿素氮肌酐比值升高 ($OR=1.576, P<0.05$)、术后住院时间长 ($OR=1.393, P<0.05$)、高龄 ($OR=1.214, P<0.05$)、术后血磷升高 ($OR=1.160, P=0.05$)、术前 D-二聚体升高 ($OR=1.058, P=0.05$) 是发生 DVT 的危险因素。XGBoost 模型显示年龄、术后住院时间、术后 D-二聚体水平、血清尿素氮/肌酐比值、使用低分子肝素是重要的特征向量。两种预测模型 ROC 分析的 AUC 分别为 0.709 和 0.840。[结论] XGBoost 模型对于 TKA 围手术期 DVT 事件具有良好的预测能力, 患者年龄、术后住院时间、术后 D-二聚体含量、血清尿素氮/肌酐比值、使用低分子肝素是潜在的重要预测指标。

关键词: 全膝关节置换术, 深静脉血栓, 预测模型, 极端梯度提升, 逻辑回归

中图分类号: R681.57 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 23-2123-06

Establishment of the prediction models for the deep vein thrombosis after total knee arthroplasty // XU Ze^{1,2}, ZHANG Xian-zuo², ZHANG Lin-lin², HUANG Wei², ZHOU Wei², ZHU Chen², YIN Zong-sheng³. 1. Department of Orthopaedics, Anhui Provincial Hospital, Hefei 230001, China; 2. Department of Orthopaedics, The First Affiliated Hospital, China University of Science and Technology, Hefei 230001, China; 3. Department of Orthopaedics, The First Affiliated Hospital, Anhui Medical University, Hefei 230022, China

Abstract: [Objective] To establish the prediction models of deep vein thrombosis (DVT) after total knee arthroplasty (TKA) based on the logic regression and the extreme gradient boosting (XGBoost). **[Methods]** A retrospective study was conducted on 3 711 patients who received TKA in the Department of Orthopaedics, Anhui Provincial Hospital from December 2017 to October 2021. The prediction models for DVT after TKA were established based on the factors related the DVT by logical regression and XGBoost algorithm respectively, which were compared in term of prediction efficiency. **[Results]** Of 3 711 patients, 889 patients proved DVT after TKA, with a total incidence of 23.96%. In term of univariate comparison, the DVT group proved significantly older ($P<0.05$), higher ratio of low-grade heparin and X factor inhibitors used ($P<0.05$), lower early anti-coagulation 6 hours after the operation ($P<0.05$), shorter preoperative preparation time ($P<0.05$), longer postoperative hospital stay ($P<0.05$), longer operation time ($P<0.05$), higher preoperative blood D-dimer ($P<0.05$), lower preoperative coagulation activity ($P<0.05$), higher level of postoperative blood phosphate ($P<0.05$) and higher postoperative ratio of urea nitrogen to creatinine ($P<0.05$) than the non-DVT group. As results of logical regression, higher postoperative ratio of urea nitrogen to creatinine ($OR=1.576, P<0.05$), longer postoperative hospital stay ($OR=1.393, P<0.05$), older age ($OR=1.214, P<0.05$), higher postoperative serum phosphorus ($OR=1.160, P=0.05$), higher preoperative D-dimer ($OR=1.058, P=0.05$) were risk factors for DVT events. In term of XGBoost model, the age, postoperative hospital stay, postoperative D-dimer, serum urea nitrogen/creatinine ratio, and use of low molecular weight heparin were

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.23.03

[△]基金项目:安徽省自然科学基金项目(编号:2108085QH319)

作者简介:徐泽,主治医师,研究方向:关节外科,(电话)13515652953,(电子信箱)ahslyxz@126.com

* 通信作者:尹宗生,(电话)13956977198,(电子信箱)anhuiyzs@163.com

important feature vectors. The AUC of ROC analysis of the two prediction models were of 0.709 and 0.840 respectively. [Conclusion] XGBoost model has a good ability to predict DVT events in the perioperative period of TKA. The age, postoperative hospital stay, postoperative D-dimer, serum urea nitrogen/creatinine ratio, and low molecular weight heparin used are potential important predictors.

Key words: total knee replacement, deep vein thrombosis, prediction model, extreme gradient boosting, logistic regression

全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 是治疗终末期骨性关节炎的有效方法, 可以显著减轻疼痛并恢复关节功能, 日益受到认可。预计 2030 年美国每年将有 348 万例患者接受 TKA 手术, 而在中国这一群体可能更为庞大。深静脉血栓形成 (deep vein thrombosis, DVT) 是 TKA 围手术期常见的并发症之一^[1]。DVT 多见于下肢, 可造成不同程度的慢性深静脉功能不全, 严重时可致残^[2]。据统计, TKA 术后 DVT 发生率可高达 66%^[3]。而一旦继发出现肺栓塞, 患者死亡率高达 34%^[4]。DVT 早期起病隐匿, 传统单一指标难以预测 DVT 的发生风险, 术后超声检查一旦证实血栓形成治疗已较为棘手。因此寻找一种即时动态的 DVT 风险预测工具有潜在的临床价值。已有研究应用逻辑回归对膝关节术后血栓发生的相关危险因素进行分析^[5]。但这一方法仍局限于有限变量的线性相关模型分析中, 对复杂疾病模型的预测能力欠佳。极端梯度提升 (extreme gradient boosting, XGBoost) 模型由于其高效、灵活和准确的特点, 被广泛应用于数据挖掘、机器学习和人工智能等领域, 在医学领域越来越受到重视。本研究回顾性研究 2017 年 12 月—2021 年 10 月在中国科学技术大学附属第一医院骨科住院并接受 TKA 手术的终末期骨关节炎患者的临床资料, 通过逻辑回归模型和 XGboost 机器学习算法构建 TKA 术后早期 DVT 形成风险的预测模型, 为其早期干预提供可靠的理论治疗。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 住院接受择期单侧 TKA 手术治疗; (2) 住院期间接受双下肢静脉彩超静脉血栓筛查; (3) 围手术期病历资料齐全。

排除标准: (1) 合并严重心脑血管疾病和恶性肿瘤; (2) 同期接受双侧 TKA 或同时接受全髋关节和全膝关节置换; (3) 参与其他干预性临床研究。

1.2 一般资料

回顾性分析 2017 年 12 月—2021 年 10 月在中国科学技术大学附属第一医院骨科住院并接受 TKA 手

术的终末期骨关节炎患者的临床资料, 共 3 711 例符合纳入上述标准, 纳入本研究。本研究获得医院伦理委员会批准, 所有患者均知情同意。

1.3 手术方法

手术在全麻下进行, 患者平卧, 患肢大腿根部扎止血带并于手术全程使用。手术取膝关节正中切口, 于髌旁内侧入路切开并进入膝关节, 部分切除髌下脂肪垫及髌上滑囊。使用定位杆和截骨模块依次完成股骨远端截骨、股骨髁四面截骨、髌间截骨以及胫骨平台截骨, 调节膝关节屈伸间隙平衡、内外间隙平衡。清理增生的骨赘和游离体, 试装膝关节假体试模并确认膝关节屈伸位稳定平衡、下肢力线满意且髌骨轨迹良好。调制骨水泥并依次安装胫骨、股骨假体, 安装聚乙烯垫片并复位膝关节。待骨水泥固化后逐层缝合膝关节。术后即按照《预防骨科大手术深静脉血栓形成指南》进行血栓预防并指导功能锻炼^[6]。

1.4 评价指标

记录患者性别、年龄、术前准备时间、术后住院时间、手术时间、禁食水时间、使用低分子肝素、XA 因子抑制剂、氨甲环酸等、围手术期血常规、生化、凝血、D-二聚体、静脉 B 超检查等指标。DVT 诊断方法: 以术后双下肢静脉彩超作为 DVT 的诊断标准, 超声见静脉管腔不能压闭、管腔内低回声或无回声、静脉内无血流信号或仅少量血流信号者诊断为 DVT。

1.5 统计学方法

采用 R 软件 (4.1.3) 对数据进行统计分析, 资料分析处理过程详见图 1。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。计量资料符合正态分布的用独立样本 *t* 检验, 不符合正态分布的用非参数检验。计数资料组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验; $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

以围手术期 DVT 事件为二分变量为因变量, 其他因素为自变量, 行二元多因素逻辑回归。利用分布式梯度计算方法建立 XGboost 模型, 并构建梯度提升的迭代决策树。在此基础上, 增加二阶泰勒函数对数据进行分类。按照 7:3 的比例将数据随机分入训练集和测试集, 并用 dummyVars 函数对分类变量进行独热编码, KNN 方法插值处理缺失值后进行数据矩

阵的构建。以是否发生 DVT 事件与预测指标行受试者工作曲线 (receiver operating characteristic, ROC) 分析, 按曲线下面积 (area under curve, AUC) 表达预测能力。

2 结果

2.1 临床结果

3 711 例患者中, TKA 术后共有 889 例发生 DVT, 总发病率 23.96%。发现时间在术后第 1 d。发病患者平均年龄 (67.34±7.59) 岁, 其中, 男 197 例、女 692 例。经静脉彩超诊断后, 采取制动、抗凝、水化等方法治疗, 均未出现进一步病情恶化或严重不良后果。

2.2 血栓发生的单因素分析

按照是否发生静脉血栓, 将患者分为 DVT 组和非 DVT 组, 其中 DVT 组 889 例, 非 DVT 组 2 822 例。两组患者单项因素比较见表 1。两组性别构成、氨甲环酸使用率、术前禁食水时间、术后第 1 d 的 D-二聚体含量的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。与非 DVT 组相比, DVT 组年龄显著更大 ($P<0.05$), 低分子肝素和 X 因子抑制剂使用的比率显著更高 ($P<$

0.05), 术后 6 h 早期抗凝比率显著更低 ($P<0.05$), 术前准备时间显著更短 ($P<0.05$), 术后住院时间显著更长 ($P<0.05$), 手术时间显著更长 ($P<0.05$), 术前 D-二聚体含量显著更高 ($P<0.05$), 术前凝血酶原活动度更低 ($P<0.05$), 术后血磷含量更高 ($P<0.05$), 术后尿素氮肌酐比值更高 ($P<0.05$), 差异均有统计学意义。

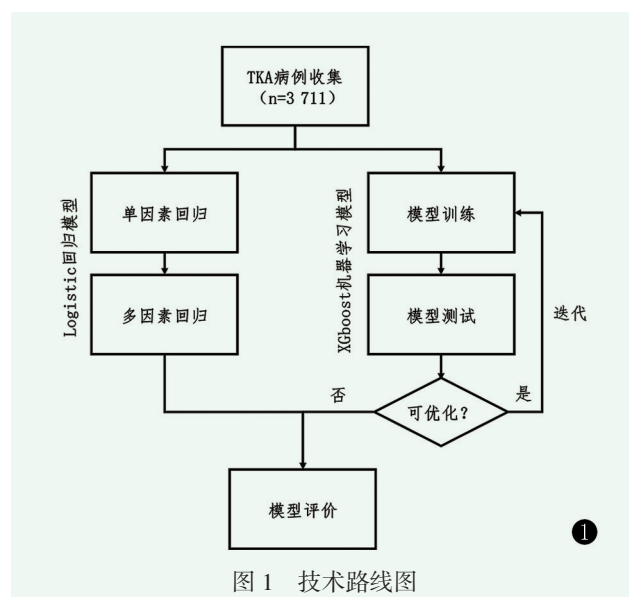


图 1 技术路线图

表 1 两组患者单因素比较

指标	DVT 组 (n=889)	非 DVT 组 (n=2 822)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	67.34±7.59	65.76±8.54	<0.001
性别 (例, 男/女)	197/692	697/2 125	0.134
是否使用低分子肝素 (例, 是/否)	203/686	344/2 478	<0.001
是否使用 X 因子抑制剂 (例, 是/否)	604/285	1 804/1 018	0.032
是否使用氨甲环酸 (例, 是/否)	742/147	2 315/507	0.355
术后 6 h 早期抗凝 (例, 是/否)	16/873	97/2 725	0.018
术前准备时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.09±2.69	3.42±2.98	0.002
术后住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	5.90±3.52	4.96±2.32	<0.001
术前禁食水时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	390.71±169.53	393.03±165.14	0.720
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	91.04±24.73	88.57±23.96	<0.001
术前 D-二聚体 ($\mu\text{g/ml}$, $\bar{x} \pm s$)	1.04±1.87	0.83±1.74	0.006
术后第 1 d D-二聚体 ($\mu\text{g/ml}$, $\bar{x} \pm s$)	12.09±8.89	12.81±8.51	0.225
术前凝血酶原活动度 (% , $\bar{x} \pm s$)	115.97±21.37	119.51±23.24	<0.001
术后血磷值 (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	1.21±0.22	1.17±0.21	<0.001
术后尿素氮肌酐比值 (比值, $\bar{x} \pm s$)	78.19±62.21	67.23±61.10	<0.001

2.3 二元多因素逻辑回归分析

以是否发生 DVT 事件作为因变量, 单因素分析有差异的因素作为自变量的多元逻辑回归方程为: LOGIT (Y) = -0.158X1 + 0.332X2 + 0.194X3 + 0.056X4 -

0.202X5 + 0.148X6 + 0.455X7 + ϵ , 其中 X1~X7 分别是术前准备时间 (d)、术后住院时间 (d)、年龄 (岁)、术前 D-二聚体、术前凝血酶原活动度、术后血磷、术后尿素氮肌酐比值, 具体分析结果见表 2。

该模型分类能力为 81.5%，经卡方检验模型有效 ($\chi^2=629.393, P<0.001$)。结果表明：术后尿素氮肌酐比值升高 ($OR=1.576, P<0.05$)、术后住院时间长 ($OR=1.393, P<0.05$)、高龄 ($OR=1.214, P<0.05$)、术后血磷升高 ($OR=1.160, P=0.05$)、术前 D-二聚体升

高 ($OR=1.058, P=0.05$) 是发生 DVT 事件的危险因素；术前准备时间长 ($OR=0.854, P<0.05$)、术前凝血酶原活动度高 ($OR=0.817, P<0.05$) 是 DVT 事件的保护因素。

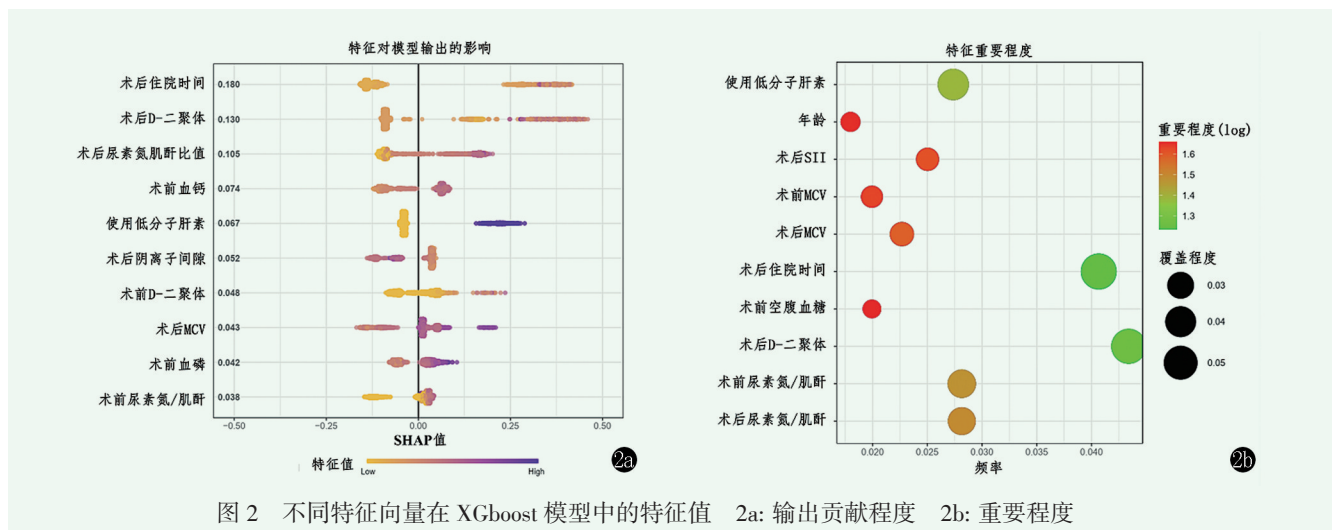
表 2 DVT 事件与危险因素的多因素逻辑回归分析

指标	B 值	SE 值	Wald 值	OR 值	95%置信区间		P 值
					下限	上限	
术前准备时间	-0.158	0.059	7.122	0.854	0.755	0.950	0.008
术后住院时间	0.332	0.044	56.668	1.393	1.279	1.520	<0.001
年龄	0.194	0.049	15.805	1.214	1.104	1.337	<0.001
术前 D-二聚体	0.056	0.021	6.987	1.058	1.015	1.104	0.008
术前凝血酶原活动度	-0.202	0.092	4.824	0.817	0.680	0.974	0.028
术后血磷	0.148	0.053	7.895	1.160	1.046	1.286	0.005
术后尿素氮肌酐比值	0.455	0.109	17.413	1.576	1.274	1.954	<0.001

2.4 XGBoost 模型

按照 7:3 的比例将数据随机分入训练组和测试组，并用 dummyVars 函数对分类变量进行独热编码，插值处理缺失值后进行数据矩阵的构建。训练集共纳入 2 598 例数据，测试集共纳入 1 113 例数据。

在经历 757 次迭代后模型趋于稳定，共获得了 109 个特征向量。其中术后住院时间、术后 D-二聚体、术后尿素氮肌酐比值等特征在对模型输出中起到最重要的影响 (SHAP 值最大)，使用低分子肝素、年龄、术后 SII 等指标对模型的重要程度最高，详见图 2。



2.5 两种模型预测的 ROC 分析

用 ROC 曲线对以上 2 种模型进行了比较，逻辑回归模型的曲线下面积 (AUC) 为 0.709，XGboost 模型的 AUC 为 0.840，两者比较情况见图 3。

3 讨论

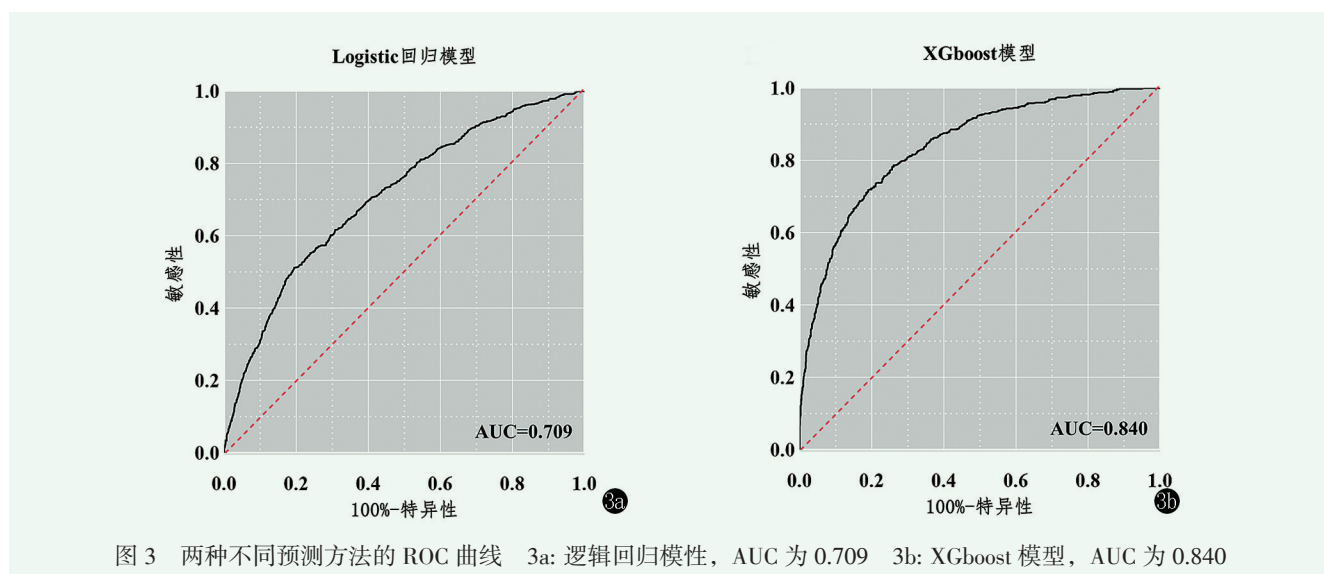
DVT 是 TKA 常见的术后并发症，其危险性已经得到临床的广泛重视 [7-10]。本研究发现，高龄患者围手术期 DVT 发生率较高，术后住院时间长与 DVT 的

发生有关，术后及早抗凝以及维持水电解质平衡对降低血栓风险可能具有积极意义。在临床工作中对上述影响 DVT 的危险因素做好预防及早干预，对预防肺栓塞及进一步并发症具有重要意义 [11, 12]。本研究还利用逻辑回归和 XGboost 机器学习算法构建了用于预测 TKA 围手术期 DVT 事件的 2 种数学模型，发现 XGboost 模型具有良好的预测效果。

骨科大手术患者血流缓慢、围手术期出现应激高凝和静脉壁损伤容易出现 DVT [1, 13]。一旦出现血栓，患者或因恐惧并发症暂停康复治疗并延长住院

时间^[10]。另一方面,长期住院患者活动范围有限且处于精神应激状态,可能导致高凝状态的形成致使DVT形成^[14],造成恶性循环。既往研究发现,高体重指数、糖尿病、高龄是血栓发生的危险因素,而术后早期活动是血栓发生的保护因素^[8, 9]。本研究观察到术后住院时间延长与围手术期DVT时间相关,但其因果关系尚需要进一步研究。早期进行Xa因子联

合抗凝血酶活性检测并有针对性的进行抗凝干预对预防DVT事件能起到积极效果^[12, 15, 16]。大量实践已经证明TKA围手术期使用低分子肝素干预的安全性及有效性^[17],此外新型口服Xa因子抑制剂抗凝药物亦被证实具有良好的DVT预防作用^[18, 19]。本研究亦发现早期抗凝能够对血栓形成起到一定程度上的预防作用。



本研究的两种数学模型均发现尿素氮/肌酐比值等反映肾脏功能的指标与围手术期DVT事件相关。一方面,肾脏功能不全可能造成血液凝血成分浓度增高,形成高凝状态^[20];另一方面,围手术期的高凝状态可能同时导致下肢DVT和髂静脉、肾静脉内的血栓形成,从而显示出肾功能受损和DVT同时出现的征象^[21]。目前,肾功能不全与血栓高危风险的关系尚未研究清楚,但已有诸多两者合并发病的文献个案报道^[22, 23]。本研究同时观察到水电解质平衡在模型中亦有一定贡献作用,作者猜测这一现象与肾脏功能调节的改变相关,但仍有待进一步研究证实。

本研究应用了机器学习方法,通过既往数据资料对DVT的发生进行了有效预测。最新研究显示包括XGboost模型在内的数种机器学习算法能够预测骨关节炎手术患者DVT的发生^[24, 25]。但这一算法仍有一定的局限性:一方面,由于机器学习的“黑匣子”特性,其内部的运作模式和对临床的指导意义仍不明确;另一方面,由于本研究回顾性、观察性的特点,一些无法测量的混杂效应可能对研究结论产生影响,应当审慎判读所获得的结果,其具体应用场景仍有待进一步的研究。

参考文献

- [1] Lurie JM, Png CYM, Subramaniam S, et al. Virchow's triad in "silent" deep vein thrombosis [J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2019, 7 (5): 640-645.
- [2] 廖子黎, 斯海波, 沈彬. 关节置换下肢深静脉血栓形成的危险因素及预防 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (14): 1293-1296.
- [3] Chang MJ, Song MK, Kyung MG, et al. Incidence of deep vein thrombosis before and after total knee arthroplasty without pharmacologic prophylaxis: a 128-row multidetector CT indirect venography study [J]. BMC Musculoskel Disorders, 2018, 19: 274.
- [4] Meng H, Zhu Y, Zhang J, et al. Incidence and risk factor for preoperative deep vein thrombosis (DVT) in isolated calcaneal fracture, a prospective cohort study [J]. Foot Ankle Surg, 2021, 27 (5): 510-514.
- [5] 盛小燕, 秦钰莹, 黎赛, 等. 膝关节置换术后患者血栓性事件相关性因素分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (15): 1354-1357.
- [6] 中华医学会骨科学分会. 预防骨科大手术深静脉血栓形成指南(草案) [J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 17 (4): 287.
- [7] 廖子黎, 斯海波, 沈彬. 关节置换下肢深静脉血栓形成的危险因素及预防 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (14): 1293-1296.
- [8] 盛小燕, 秦钰莹, 黎赛, 等. 膝关节置换术后患者血栓性事件相关性因素分析 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (15): 1354-1357.
- [9] 刘旭, 姚尧, 戎朕, 等. 全膝关节置换术后下肢深静脉血栓发生的时间分布 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23 (11): 991-995.
- [10] 张阳, 吴鸣, 赵婧, 等. 全膝关节置换术后小腿肌间静脉血栓的

- 康复策略: 动或不动 [J]. 中国康复医学杂志, 2021, 36 (7): 881-884.
- [11] Tamura S, Mai Y, Kitagawa A, et al. Deep vein thrombosis (DVT) prophylactic team activity to support DVT prevention protocol for the purpose of the prophylaxis of pulmonary thromboembolism (PTE) and operation [J]. *Ann Vasc Dis*, 2021, 14 (2): 99-107.
- [12] Fuji T, Fujita S, Kimura T, et al. Clinical benefit of graduated compression stockings for prevention of venous thromboembolism after total knee arthroplasty: post Hoc analysis of a phase 3 clinical study of edoxaban [J]. *Thrombosis J*, 2016, 14 (1): 13.
- [13] 肖蓉, 刘古月, 余玲, 等. 关节置换术后下肢深静脉血流动力学改变与血栓形成的关系 [J]. 中国超声医学杂志, 2020, 36 (11): 1039-1042.
- [14] 韩业兴, 赵欢欢, 娄春光, 等. 应激与血栓形成研究进展 [J]. 中国医药导报, 2015, 12 (30): 53-56.
- [15] 阿卜杜合力力·艾尼, 巨啸晨, 孙荣鑫. 抗 Xa 因子活性监测及 ATⅢ活性检测在 TKA 术后血栓与出血预防中的应用价值 [J]. 实用骨科杂志, 2021, 27 (7): 610-614.
- [16] Sung CK, Yang ST, Hoon PS, et al. Rivaroxaban and acetylsalicylic acid for prevention of venous thromboembolism following total knee arthroplasty in Korean patients [J]. *Knee Surg Relat Res*, 2018, 30 (3): 247-254.
- [17] 么宁宁, 赵继磊, 李悦, 等. 低分子肝素用于预防 TKA 后下肢深静脉血栓的安全性及有效性 [J]. 重庆医学, 2020, 49 (增刊-1): 169-171.
- [18] 郭书英. 利伐沙班预防关节置换术后深静脉血栓形成的研究现状 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26 (15): 1405-1407.
- [19] 赵志刚, 谢林, 丁凡, 等. 利伐沙班预防关节置换术后下肢深静脉血栓的临床前瞻性对照研究 [J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24 (7): 619-622.
- [20] 吴思弦, 袁浩, 周毅峰, 等. 血栓弹力图评估慢性肾脏病患者凝血功能及其高凝状态的危险因素 [J]. 南方医科大学学报, 2020, 40 (4): 556-561.
- [21] 王丁一, 范国辉, 吴司南, 等. 肾功能不全与静脉血栓栓塞症 [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2022, 45 (2): 204-208.
- [22] 刘佳, 冯耀良, 王笑云, 等. 20 例肾病综合征合并肾静脉血栓的介入性溶栓治疗 [J]. 南京医科大学学报 (自然科学版), 2003, 11 (5): 481-483.
- [23] Niu S, Li J, Zhao Y, et al. Preoperative deep venous thrombosis (DVT) after femoral neck fracture in the elderly, the incidence, timing, location and related risk factors [J]. *BMC Musculoskel Disord*, 2021, 22 (1): 264.
- [24] Lu C, Song J, Li H, et al. Predicting venous thrombosis in osteoarthritis using a machine learning algorithm: a population-based cohort study [J]. *J Pers Med*, 2022, 12 (1): 114.
- [25] Chen Y, Jiang Y. Construction of prediction model of deep vein thrombosis risk after total knee arthroplasty based on XGBoost algorithm [J]. *Comput Math Method Med*, 2022, 2022: 3452348.
- (收稿: 2022-04-29 修回: 2022-10-09)
(同行评议专家: 张启栋 陈坚锋 张 辉 喻德富)
(本文编辑: 郭秀婷)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

编辑部搬迁公告

因工作调整,《中国矫形外科杂志》编辑部已于近日由山东第一医科大学第二附属医院搬迁回山东省泰安市环山路 217-1 号中国融通医疗泰安八十八医院,所有其他联系方式不变,给您带来的不便敬请谅解。感谢您的支持!

《中国矫形外科杂志》编辑部
2022 年 11 月