

糖尿病患者全膝关节置换术后下肢深静脉血栓形成相关危险因素分析

章海港, 陈宏伟, 朱勋鹏, 汪林, 张辉*

安徽医科大学第一附属医院关节外科, 安徽 合肥

收稿日期: 2025年3月22日; 录用日期: 2025年4月15日; 发布日期: 2025年4月22日

摘要

目的: 探讨糖尿病患者TKA术后下肢DVT相关危险因素。方法: 选取糖尿病患者行全膝关节置换术的病例, 按有无发生下肢深静脉血栓分成DVT组(34例)和n-DVT组(66例)。收集两组患者的一般临床资料, 使用SPSS26.0软件, 采用单因素分析及多因素Logistic回归分析确定DVT的危险因素, 绘制ROC曲线分析两组患者不同指标的敏感度及特异性, 确定各个指标单独检测及联合检测糖尿病患者TKA术后下肢DVT的价值性。结果: 单因素分析结果显示DVT组在BMI、手术时间、止血带压力、术前CRP、纤维蛋白原、术后NEUT %水平方面, 相较于n-DVT组均具有显著的差异性($P < 0.05$)。多因素Logistic回归分析显示DVT组BMI (OR = 5.119, $P = 0.011$)、手术时间(OR = 7.632, $P = 0.007$)、止血带压力(OR = 5.456, $P = 0.047$)、术前CRP (OR = 1.112, $P = 0.020$)、纤维蛋白原(OR = 3.147, $P = 0.005$)、术后NEUT % (OR = 1.139, $P = 0.015$)水平较n-DVT组高, 是糖尿病患者TKA术后下肢DVT的危险因素。ROC分析显示BMI、手术时间、止血带压力、术前CRP、纤维蛋白原、术后NEUT %水平联合检测预测糖尿病患者TKA术后下肢DVT的AUC为0.898, 灵敏度为91.2%, 特异度为85.3% ($P < 0.05$), 联合检测预测价值较高。结论: BMI、手术时间、止血带压力、术前CRP、纤维蛋白原、术后NEUT %水平高是糖尿病患者TKA术后下肢DVT的潜在危险因素, 具有一定的预测价值, 联合预测价值更高。本研究的结果为糖尿病患者TKA术后下肢DVT的评估及预防提供了一定参考价值。

关键词

糖尿病, 全膝关节置换术, 下肢深静脉血栓, 危险因素

Analysis of Related Risk Factors for Deep Vein Thrombosis in the Lower Extremities in Diabetic Patients after Total Knee Arthroplasty

Haigang Zhang, Hongwei Chen, Xunpeng Zhu, Lin Wang, Hui Zhang*

*通讯作者。

文章引用: 章海港, 陈宏伟, 朱勋鹏, 汪林, 张辉. 糖尿病患者全膝关节置换术后下肢深静脉血栓形成相关危险因素分析[J]. 临床医学进展, 2025, 15(4): 2439-2447. DOI: 10.12677/acm.2025.1541198

Abstract

Objective: To explore the risk factors related to DVT after TKA in patients with diabetes. **Methods:** Selecting cases of diabetic patients undergoing TKA and divide them into two groups based on whether they developed lower extremity DVT: the DVT group (34 cases) and the non-DVT group (66 cases). Collecting general clinical data from both groups, using SPSS26.0 software, and employing univariate analysis and multivariate Logistic regression analysis to identify the risk factors for DVT. Constructing ROC curves to analyze the sensitivity and specificity of different indicators in both groups, and determining the value of individual and combined indicator testing for predicting lower extremity DVT in diabetic patients after TKA. **Results:** Single-factor analysis results show that the DVT group exhibited significant differences compared to the non-DVT group in terms of BMI, operation time, tourniquet pressure, preoperative CRP, fibrinogen levels, and postoperative NEUT % levels ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis indicates that the DVT group had higher levels of BMI (OR = 5.119, $P = 0.011$), operation time (OR = 7.632, $P = 0.007$), tourniquet pressure (OR = 5.456, $P = 0.047$), preoperative CRP (OR = 1.112, $P = 0.020$), fibrinogen (OR = 3.147, $P = 0.005$), and postoperative NEUT % (OR = 1.139, $P = 0.015$) compared to the non-DVT group, which are risk factors for lower limb DVT after TKA in diabetic patients. ROC analysis shows that the combined detection of BMI, operation time, tourniquet pressure, preoperative CRP, fibrinogen, and postoperative NEUT % levels has a high predictive value for lower limb DVT after TKA in diabetic patients, with an AUC of 0.898, sensitivity of 91.2%, and specificity of 85.3% ($P < 0.05$). **Conclusion:** BMI, operation time, tourniquet pressure, preoperative CRP, fibrinogen, and elevated postoperative NEUT % levels are potential risk factors for lower limb DVT in diabetic patients undergoing TKA, with certain predictive value. The combined predictive value is even higher. The results of this study provide a reference for the assessment and prevention of lower limb DVT in diabetic patients after TKA.

Keywords

Diabetic, Total Knee Arthroplasty, Deep Vein Thrombosis, Risk Factors

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

全膝关节置换术(Total Knee Arthroplasty, TKA)是一种通过手术切除膝关节病变的关节面(包括股骨远端、胫骨近端及髌骨表面),并植入由金属合金、高分子聚乙烯及特殊涂层材料构成的人工假体,以重建膝关节生物力学轴线、缓解疼痛并恢复关节功能的终末期治疗手段[1]。下肢深静脉血栓(DVT, Deep Vein Thrombosis)是指血液在下肢深静脉中异常凝结,造成血管阻塞及相关病理变化的一种疾病,常见于全膝关节置换术患者,严重时可能引发致命的肺栓塞[2]。DVT作为TKA术后常见并发症,已有大量与此相关的研究,通过检索目前中外文献,几乎没有相关文献探讨糖尿病患者TKA术后下肢DVT发生危险因素。因此,本研究旨在探讨糖尿病患者术后下肢DVT的发生存在哪些危险因素,以便骨科医生对糖尿病患者TKA的术前评估及术后下肢DVT的预防提供一定参考价值。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

选取 2020 年 1 月~2023 年 1 月于安徽医科大学第一附属医院骨科糖尿病患者行全膝关节置换术共 120 例。根据纳入标准和排除标准,排除 20 名不符合条件患者,最终纳入 100 例。临床 TKA 术后下肢深静脉中髂静脉、股静脉、腘静脉、肌间静脉易出现血栓,按患者 TKA 术后双下肢血管超声提示有无 DVT 分成并发 DVT 的患者组(DVT 组) 34 例和未发生 DVT 的患者组(n-DVT 组) 66 例。

2.2. 选取标准

纳入标准: 1) 确诊糖尿病患者,规律服药; 2) 有完整的术前及术后检验检查报告及护理记录单; 3) 患者在术前和术后均接受了双下肢彩色多普勒超声检查; 4) 术前均未使用抗凝药,术后 1 天开始均使用低分子肝素抗凝。

排除标准: 1) 双侧同期膝关节置换术; 2) 有深静脉血栓病史,术前已有 DVT 者; 3) 长期服用阿司匹林、利伐沙班等抗血栓药者,且术前 7 天内未停药者; 4) 资料不完整及其他杂项原因。

2.3. 围术期处理

患者入院后常规查血常规、生化全项、凝血功能、血沉、C 反应蛋白、尿常规、心电图、胸片、双下肢血管超声、超声心动图、双下肢全长正侧位片及 MRI 或 CT 三维重建等相关检查。患者空腹血糖 + 餐后血糖连续 3 天监测,术前目标为空腹 ≤ 8 mmol/L,餐后 ≤ 10 mmol/L,控糖不佳者请内分泌科会诊,调整降糖方案直至达到标准。了解患者膝关节病史、既往手术史、过敏史、用药史(特别是抗凝药物),患者的基本信息包括性别、年龄、身高、体重、血压等需准确且无遗漏。评估膝关节活动度、肌力、畸形程度、韧带稳定性及下肢力线,检查是否存在心血管疾病、糖尿病、贫血、呼吸系统疾病等,评估手术风险。术后进行术区加压包扎和冷敷,并常规使用低分子肝素抗凝,预防下肢深静脉血栓形成。监测生命体征、引流情况及疼痛程度。术后当天或次日开始踝泵运动,术后第一天复查双下肢全长正位片和侧位片,以确认假体的牢固固定和正确位置。术后 1~2 天内完善双下肢血管超声检查,检查结果提示 DVT 患者经会诊后制定抗血栓治疗方案。同时,为了加快康复,鼓励患者尽早借助助行器的辅助下行走。术后进行常规换药,并根据引流量情况择期拔出引流管,通常 24~48 小时后拔除。

2.4. 方法

2.4.1. 资料收集

利用医院电子病历系统对患者进行详细记录,包括患者性别、年龄、BMI 以及是否存在其他基础疾病史(高血压、冠心病、心梗)等信息、手术时间、止血带时间、空腹血糖、术后引流量、输血、空腹血糖、血沉、术前术后中性粒细胞百分比、血小板计数、淋巴细胞、PT、APTT、TT、FDP、FIB、AT、D-D 聚体、CRP 水平等。

2.4.2. 统计分析

采用 SPSS 26.0 软件对数据进行统计分析。先对患者年龄、术前术后 ESR、中性粒细胞百分比、血小板计数、凝血功能等数据进行正态性检验。符合正态分布的变量使用 $\bar{x} \pm s$ 表示,进行独立样本 t 检验。对于分类变量,并使用卡方检验进行组间比较。对于单因素分析中具有统计学意义的变量,采用多因素 Logistic 回归分析影响糖尿病患者 TKA 术后并发下肢 DVT 的相关危险因素,绘制 ROC 曲线,分析两组患者不同指标的敏感度及特异性,确定各个指标单独检测及联合检测糖尿病患者 TKA 术后下肢 DVT 的价值性。 $P < 0.05$ 表明差异具有显著意义。

3. 结果

1) DVT 组和 n-DVT 组患者的 DVT 34 例(34%), n-DVT 66 例(66%)。对两组患者的临床数据相关数据进行独立样本 t 检验, 如表 1 所示, 各指标均服从正态分布, 其中 DVT 组患者术前 FIB (3.39 ± 0.78)、术前 CRP (7.13 ± 1.15)、术后 NEUT % (82.96 ± 5.55) VS n-DVT 患者术前 FIB (3.07 ± 0.61)、术前 CRP (3.10 ± 1.25)、术后 NEUT % (79.93 ± 7.29), 结果显示各组 P 值均小于 0.05, 说明两组数据间存在显著差异。两组患者在年龄、术前 ESR、术前血小板计数等方面差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

Table 1. Basic information t-test
表 1. 基本信息 t 检验

	DVT 组 (34 例)	n-DVT 组 (66 例)	P
年龄(岁)	67.26 $\pm$ 8.11	65.55 $\pm$ 7.28	0.285
术前 ESR	18.85 $\pm$ 13.00	22.83 $\pm$ 17.50	0.245
术前 NEUT %	60.21 $\pm$ 8.15	60.56 $\pm$ 8.68	0.846
术前血小板计数	214.85 $\pm$ 67.32	232.27 $\pm$ 64.38	0.210
术前 PT	10.47 $\pm$ 3.29	10.46 $\pm$ 1.98	0.987
术前 APTT	26.84 $\pm$ 11.82	28.46 $\pm$ 27.84	0.747
术前 FDP	2.43 $\pm$ 2.52	2.20 $\pm$ 2.18	0.635
术前 FIB	3.39 $\pm$ 0.78	3.07 $\pm$ 0.61	0.039
术前 D-二聚体	1.55 $\pm$ 2.42	1.13 $\pm$ 1.31	0.259
术后 NEUT %	82.96 $\pm$ 5.55	79.93 $\pm$ 7.29	0.036
术后血小板计数	194.74 $\pm$ 48.43	211.29 $\pm$ 58.42	0.159
术前 CRP	7.13 $\pm$ 1.15	3.10 $\pm$ 1.25	0.013

2) 在进一步分析中, 对患者的相关数据进行量化分析, 采用卡方检验(χ^2 检验)对数据进行统计学处理, 见表 2。两组病人在有无高血压、有无脑梗、性别、术后引流量、止血带时间等方面没有显著差异($P > 0.05$), 而在 BMI、止血带压力、手术时间方面存在显著差异($P < 0.05$)。

Table 2. Clinical data chi-square test
表 2. 临床数据 χ^2 检验

		DVT 组 (34 例)	n-DVT 组 (66 例)	卡方值	P
BMI (kg/m ²)	<23.9	8 (23.5)	29 (43.9)	4.010	0.045
	≥ 23.9	26 (76.5)	37 (56.1)		
高血压	无	12 (35.3)	31 (47.0)	1.248	0.264
	有	22 (64.7)	35 (53.0)		
脑梗	无	28 (82.4)	59 (89.4)	0.984	0.321
	有	6 (17.6)	7 (10.6)		

续表

手术时间(min)	<120	19 (55.9)	56 (84.8)	10.042	0.002
	≥120	15 (44.1)	10 (15.2)		
性别	女	28 (82.4)	47 (71.2)	1.485	0.223
	男	6 (17.6)	19 (28.8)		
止血带压力(mmHg)	<250	7 (20.6)	30 (45.5)	5.953	0.015
	≥250	27 (79.4)	36 (54.5)		
术后引流量(mL)	<150	9 (26.5)	26 (39.4)	1.647	0.199
	≥150	25 (73.5)	40 (60.6)		
止血带时间(min)	<60	13 (38.2)	28 (42.4)	0.163	0.687
	≥60	21 (61.8)	38 (57.6)		

3) 以 BMI、手术时间、止血带压力、术前 CRP、术前 FIB、术后 NEUT %水平为自变量,以糖尿病患者 TKA 术后是否发生下肢 DVT 为因变量(0 = 否, 1 = 是),进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示 BMI (OR = 5.119, P = 0.011)、手术时间(OR = 7.632, P = 0.007)、止血带压力(OR = 5.456, P = 0.047)、术前 CRP (OR = 1.112, P = 0.020)、术前 FIB (OR = 3.147, P = 0.005)、术后 NEUT % (OR = 1.139, P = 0.015)是糖尿病患者 TKA 术后下肢 DVT 的危险因素(表 3)。

Table 3. Multivariate logistic regression analysis

表 3. 多因素 logistic 回归分析

高危因素	回归系数	标准误	Wald χ^2	P	OR	95% CI	
						下限	上限
BMI	1.633	0.643	6.451	0.011	5.119	1.452	18.049
手术时间	2.032	0.758	7.195	0.007	7.632	1.729	33.696
止血带压力	1.697	0.854	3.948	0.047	5.456	1.023	29.086
术前 CRP	0.106	0.046	5.380	0.020	1.112	1.017	1.216
术前 FIB	1.147	0.412	7.746	0.005	3.147	1.404	7.058
术后 NEUT %	0.130	0.053	5.906	0.015	1.139	1.025	1.264

注: 赋值说明: BMI (kg/m²) < 23.9 = 0, ≥23.9 = 1; 手术时间(min) < 120 = 0, ≥120 = 1; 止血带压力(mmHg) < 250 = 0, ≥250 = 1。

4) 通过绘制 ROC 曲线分析 BMI、术前 CRP、手术时间、止血带压力、术前 FIB、术后 NEUT %水平及联合指标对是否糖尿病患者 TKA 术后下肢 DVT 的诊断效能,图 1 所示的 ROC 曲线显示的是各指标单独检测及联合检测的敏感度和特异度。

5) 单独检测及联合检测的 ROC 分析显示(表 4), BMI、术前 CRP、手术时间、止血带压力、术前 FIB、术后 NEUT %水平检测预测 TKA 术后并发下肢 DVT 的 AUC 分别为 0.662、0.630、0.623、0.621、0.686、0.662, 灵敏度分别为 79.4%、41.2%、88.2%、38.2%、85.3%、70.6%, 特异度分别为 53.0%、84.8%、36.4%、78.8%、57.6%、59.1%。联合检测的 AUC 为 0.898, 灵敏度为 91.2%, 特异度为 85.3% (P < 0.05), 联合检测预测价值较单独检测高。

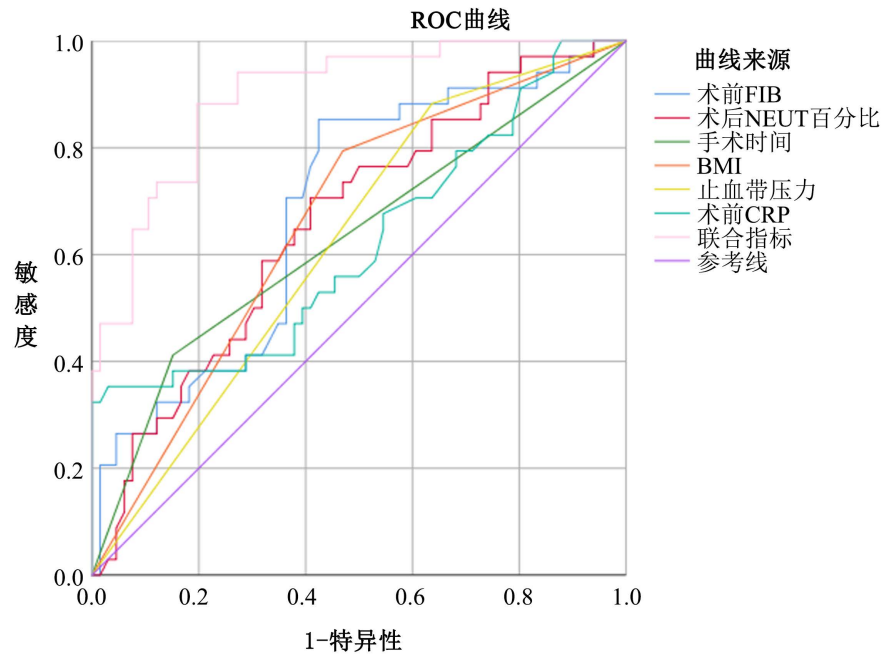


Figure 1. ROC curve of single and combined detection methods for predicting postoperative lower limb DVT in diabetic patients undergoing total knee arthroplasty

图 1. 单独检测及联合检测对糖尿病患者全膝关节置换术后并发下肢 DVT 的 ROC 曲线图

Table 4. ROC analysis of single and combined detection methods

表 4. 单独检测及联合检测的 ROC 分析

指标	AUC	临界值	灵敏度%	特异度%	P	95% CI	
						下限	上限
BMI	0.662	0.500	79.4	53.0	0.008	0.552	0.772
手术时间	0.630	0.500	41.2	84.8	0.034	0.510	0.750
止血带压力	0.623	0.500	88.2	36.4	0.045	0.512	0.734
术前 CRP	0.621	5.700	38.2	78.8	0.047	0.499	0.744
术前 FIB	0.686	3.030	85.3	57.6	0.002	0.577	0.796
术后 NEUT %	0.662	81.750	70.6	59.1	0.008	0.551	0.773
联合指标	0.898		91.2	85.3	0.000	0.837	0.960

4. 讨论

TKA 作为治疗严重膝关节骨关节炎的重要手段,其手术成功率与患者生活质量的改善已得到广泛验证。尽管如此,TKA 术后并发症仍是一个必须引起重视的问题。研究显示,TKA 术后并发症的发生率约为 1%~15%,其中常见的并发症包括感染、深静脉血栓形成、肺栓塞、假体松动、关节僵硬以及持续性疼痛等[3]。DVT 是深静脉内血液凝固形成的血栓,属于静脉血栓栓塞症的一种,最常见于下肢深静脉,如大腿股静脉、小腿腓静脉、髂静脉等,但也可能发生在 upper 肢、骨盆或内脏深静脉如门静脉、肾静脉等[4]。DVT 的症状并不总是很明显,有些人可能完全没有症状,当血栓从腿部或其他部位脱落,随着血液流动到达肺部时,阻塞肺动脉,导致严重的呼吸困难、胸痛,甚至死亡。

研究发现, DM 患者 TKA 术后 DVT 发生率较非 DM 患者增加 1.5~2.3 倍, PE 风险提高 1.8 倍[5][6]。糖尿病患者术后 DVT 风险显著增高的原因与其病理生理改变密切相关, 主要涉及血管内皮损伤、血液高凝状态、血流动力学异常以及合并症叠加效应[7][8]。肥胖患者 TKA 术后更容易出现并发症, 如感染和血栓栓塞等并发症。Guan 等人[9]的研究显示肥胖是独立风险因素, BMI 超重组术后静脉血栓形成风险是 BMI 正常组的 2.24 倍, 进一步分层后, 超重(25.01~27 kg/m²)、肥胖(27.01~30 kg/m²)和病理性肥胖(>30 kg/m²)患者的 DVT 风险分别达正常组的 7.04 倍、4.8 倍和 9.6 倍。

多项研究显示, 手术时间延长显著增加 DVT 发生率, 其机制涉及多因素相互作用。一项通过对 2005 年至 2011 年在参与美国医院接受全身麻醉手术的 1,432,855 名患者的回顾性分析显示手术持续时间与 DVT 之间的相关性呈逐步增加, 与平均持续时间的手术相比, 接受最长手术的患者发生 VTE 的几率增加了 1.27 倍[10]。另一项研究发现, 手术时间每延长 1 小时, DVT 风险呈阶梯式上升, 手术时间 100 分钟或更长时间与发生 DVT 的风险增加正相关, 在 100 分钟后, 每增加 7 分钟, DVT 的风险会上升 5% [11]。手术时间延长意味着更广泛的软组织剥离、电凝止血, 刺激释放组织因子、凝血酶原激活物等促凝物质。止血带应用时间与手术时间重叠, 其缺血性损伤和再灌注氧化应激可能协同增加血栓风险[12]。止血带通过暂时阻断下肢动脉血流, 显著减少手术区域的出血量, 术野无血液干扰, 便于精确截骨、软组织平衡及假体安装, 同时减少频繁止血操作, 提高手术效率, 避免血液稀释骨水泥, 提高骨水泥固定效果。止血带有严格的使用规范, 单次使用上限为上肢 1 小时, 下肢 1.5 小时, 间隔放气 10~15 分钟后可重复使用, 总时长不超过 3 小时。止血带压力成人为上肢 250~300 mmHg, 下肢 300~400 mmHg, 儿童为上肢 <200 mmHg, 下肢 <250 mmHg。一些外科医生更喜欢为所有患者使用统一的止血带充气压力, 关于 TKA 期间充气压力的最佳模式尚未达成共识。Sun 等人[13]认为个性化止血带充气压力在全膝关节置换术中提供更少的疼痛强度、大腿瘀斑率、以及更好的膝关节屈曲初始恢复。Ishii 等人[14]建议根据收缩压动态调整, 而非固定高压如 300~350 mmHg, 以减少并发症。

炎症指标在 DVT 中的作用是一个多因素、多机制的过程, 可能通过影响血管内皮、凝血系统和炎症反应机制发挥作用。CRP 不仅是 DVT 的炎症标志物, 更是参与血栓形成的关键介质。Kunutsor 等人[15]强调 CRP 升高与 DVT 风险增加有关, 涉及炎症反应、内皮功能障碍等因素, CRP 与合并症如高血压和糖尿病及其导致的高凝状态之间的复杂相互作用可能协同增加下肢 DVT 的风险。FIB 水平的升高可能与术后下肢静脉血栓的发生过程密切相关, 高 FIB 可能通过促炎途径加剧血栓形成, 手术操作可加重应激反应, 血管损伤后 FIB 转化为纤维蛋白, 可激活凝血因子, 加速血液凝固, 参与 DVT 形成过程[16]。中性粒细胞是炎症反应的核心介质, 炎症通过激活血管内皮细胞、促进促凝状态和血小板聚集, 在 DVT 形成中发挥关键作用[17]。中性粒细胞比例显著升高的情况下, 可能反映机体处于全身或局部炎症状态, 激活的中性粒细胞释放中心粒细胞外陷阱(Neutrophil Extracellular Traps, NETs), 由 DNA、组蛋白和颗粒蛋白组成的网状结构, 直接参与血栓形成[18]。

本研究存在以下不足: 1) 糖尿病本身就是心血管疾病的危险因素, 这可能与 DVT 的发生存在关联, 未对这些混杂因素进行调整可能会高估或低估研究中发现的风险因素的影响; 2) 不同医院或医生对 DVT 的诊断标准可能存在差异, 本研究缺乏对超声检查结果的量化指标的描述, 例如血栓大小、位置等, 缺乏详细的描述会影响研究结果的可重复性和可比性; 最后, 纳入的样本较少, 需要大样本多方位观察研究才可进一步检验结果的可靠性。

5. 结论

综上所述, 本研究通过单因素及多因素分析结果显示 BMI、手术时间、止血带压力、术前 CRP、FIB、术后 NEUT %水平均是糖尿病患者 TKA 术后下肢 DVT 的危险因素。ROC 曲线分析显示, BMI、手术时

间、止血带压力、术前 CRP、FIB、术后 NEUT %水平联合检测预测糖尿病患者 TKA 术后下肢 DVT 的 AUC 为 0.898, 灵敏度为 91.2%, 特异度为 85.3%, 均高于各指标单独预测, 其特异度与各指标单独预测基本一致, 表明各指标对 TKA 后并发下肢 DVT 均具有一定预测价值, 但六者联合预测效能更高。作为骨科医生, 当糖尿病患者行 TKA 手术时, 应该仔细评估患者术前及术后发生 DVT 的高危因素, 以便及时行双下肢超声发现 DVT, 并尽早规划抗血栓治疗方案, 降低患者术后 DVT 几率, 防止出现肺栓塞等进一步高危并发症。

参考文献

- [1] Sheth, N.P., Husain, A. and Nelson, C.L. (2017) Surgical Techniques for Total Knee Arthroplasty: Measured Resection, Gap Balancing, and Hybrid. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **25**, 499-508. <https://doi.org/10.5435/jaaos-d-14-00320>
- [2] Kusnezov, N., Iyer, A., Richardson, M.K., et al. (2022) Risk Factors for Venous Thromboembolism Following Total Knee Arthroplasty: An Analysis of 3,052 Pulmonary Emboli. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, **33**, e380-e390.
- [3] Sadoghi, P., Liebensteiner, M., Agreiter, M., Leithner, A., Böhler, N. and Labek, G. (2013) Revision Surgery after Total Joint Arthroplasty: A Complication-Based Analysis Using Worldwide Arthroplasty Registers. *The Journal of Arthroplasty*, **28**, 1329-1332. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2013.01.012>
- [4] Barrosse-Antle, M.E., Patel, K.H., Kramer, J.A. and Baston, C.M. (2021) Point-of-care Ultrasound for Bedside Diagnosis of Lower Extremity DVT. *Chest*, **160**, 1853-1863. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.07.010>
- [5] Qin, W., Huang, X., Yang, H. and Shen, M. (2020) The Influence of Diabetes Mellitus on Patients Undergoing Primary Total Lower Extremity Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research International*, **2020**, Article ID: 6661691. <https://doi.org/10.1155/2020/6661691>
- [6] Deng, W., Huo, L., Yuan, Q., Huang, D., Li, Q. and Tian, W. (2021) Risk Factors for Venous Thromboembolism in Patients with Diabetes Undergoing Joint Arthroplasty. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **22**, Article No. 608. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04453-9>
- [7] Liu, X., Li, T., Xu, H., Wang, C., Ma, X., Huang, H., et al. (2022) Hyperglycemia May Increase Deep Vein Thrombosis in Trauma Patients with Lower Limb Fracture. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, **9**, Article 944506. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.944506>
- [8] Wei, W., Lin, S., Hsu, J., Wu, Y., Loh, C., Huang, H., et al. (2022) Association between Hyperosmolar Hyperglycemic State and Venous Thromboembolism in Diabetes Patients: A Nationwide Analysis in Taiwan. *Journal of Personalized Medicine*, **12**, Article 302. <https://doi.org/10.3390/jpm12020302>
- [9] Guan, Z., Chen, Y. and Song, Y. (2006) Influence of Body Mass Index and Age on Deep Vein Thrombosis after Total Hip and Knee Arthroplasty. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, **20**, 611-615.
- [10] Kim, J.Y.S., Khavanin, N., Rambachan, A., McCarthy, R.J., Mlodinow, A.S., De Oliveria, G.S., et al. (2015) Surgical Duration and Risk of Venous Thromboembolism. *JAMA Surgery*, **150**, 110-117. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2014.1841>
- [11] Sakran, J.V., Ezzeddine, H., Haut, E.R., Lunardi, N., Mehta, A., Choron, R.L., et al. (2019) Prolonged Operating Room Time in Emergency General Surgery Is Associated with Venous Thromboembolic Complications. *The American Journal of Surgery*, **218**, 836-841. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2019.04.022>
- [12] Magan, A.A., Dunseath, O., Armonis, P., Fontalis, A., Kayani, B. and Haddad, F.S. (2022) Tourniquet Use in Total Knee Arthroplasty and the Risk of Infection: A Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Journal of Experimental Orthopaedics*, **9**, Article No. 62. <https://doi.org/10.1186/s40634-022-00485-9>
- [13] Sun, C., Yang, X., Zhang, X., Ma, Q., Yu, P., Cai, X., et al. (2022) Personalized Tourniquet Pressure May Be a Better Choice than Uniform Tourniquet Pressure during Total Knee Arthroplasty: A PRISMA-Compliant Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized-Controlled Trials. *Medicine*, **101**, e28981. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000028981>
- [14] Ishii, Y., Noguchi, H., Takeda, M. and Higashihara, T. (2008) A New Tourniquet System That Determines Pressures in Synchrony with Systolic Blood Pressure in Knee Surgery. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **17**, 48-52. <https://doi.org/10.1007/s00167-008-0640-9>
- [15] Kunutsor, S.K., Seidu, S., Blom, A.W., Khunti, K. and Laukkanen, J.A. (2017) Serum C-Reactive Protein Increases the Risk of Venous Thromboembolism: A Prospective Study and Meta-Analysis of Published Prospective Evidence. *European Journal of Epidemiology*, **32**, 657-667. <https://doi.org/10.1007/s10654-017-0277-4>

-
- [16] 张玥, 亓雪, 刘湘, 等. 血小板参数、纤维蛋白原和 D-二聚体对深静脉血栓形成的诊断价值[J]. 解放军医学杂志, 2021, 46(9): 906-911.
- [17] Hu, C., Zhao, B., Ye, Q., Zou, J., Li, X. and Wu, H. (2023) The Diagnostic Value of the Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio and Platelet-to-Lymphocyte Ratio for Deep Venous Thrombosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, **29**, 1-12. <https://doi.org/10.1177/10760296231187392>
- [18] 朱永林, 姜德国, 王书凌. 中性粒细胞胞外诱捕网在恶性肿瘤患者 PICC 相关深静脉血栓形成中的作用[J]. 中国新药与临床杂志, 2019, 38(12): 744-748.