

# 跟腱断裂术后下肢深静脉血栓的影响因素分析\*

郑杰 谈伟 魏欣 崔宝俊 彭章林

(四川省骨科医院功检科, 四川 成都 610041)

**【摘要】** 目的 分析跟腱断裂术后下肢深静脉血栓(DVT)的影响因素及其预测模型构建。方法 回顾性收集本院诊治的 364 例跟腱断裂术后患者临床资料,依据患者术后有无下肢 DVT 分为血栓组 62 例、无血栓组 302 例,对两组一般资料及实验室指标等进行单因素分析,Logistic 回归分析明确跟腱断裂术后 DVT 的独立影响因素,并构建影响因素的预测模型。结果 单因素分析示,两组年龄、受伤时间、手术时间、身体质量指数(BMI)、D-二聚体(D-D)、纤维蛋白降解产物(FDP)、C 反应蛋白(CRP)比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。多因素 Logistic 回归分析示,年龄、BMI 值、手术时间、D-D、FDP 是跟腱断裂术后 DVT 的独立影响因素( $P<0.05$ )。由影响因素构建预测模型预测术后 DVT 的 ROC 曲线下面积(AUC)为 0.927、约登指数为 0.784。结论 年龄、BMI 及 D-D、FDP 升高是增加跟腱断裂术后 DVT 发生风险的影响因素,由影响因素构建的预测模型可早期识别下肢 DVT 发生风险,并为患者术后下肢 DVT 防治提供参考。

**【关键词】** 跟腱断裂;下肢深静脉血栓;影响因素;预测模型

**【中图分类号】** R687.2 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2025.05.026

## Influencing factors of lower extremity deep vein thrombosis after surgery for Achilles tendon rupture

ZHENG Jie, TAN Wei, WEI Xin, CUI Baojun, PENG Zhanglin

(Department of Surgical Examination, Sichuan Orthopedic Hospital, Chengdu 610041, China)

**【Abstract】** **Objective** To analyze the influencing factors of lower extremity deep vein thrombosis (DVT) after surgery for Achilles tendon rupture and construct a prediction model. **Methods** The clinical data of 364 patients who underwent surgery for Achilles tendon rupture were collected retrospectively. The patients were divided into thrombus group (62 cases) and non-thrombus group (302 cases) according to the presence or absence of DVT after surgery. Univariate analysis of the general data and laboratory indicators of the two groups was conducted. Logistic regression analysis was performed to identify the independent influencing factors of DVT after surgery for Achilles tendon rupture, and a prediction model was constructed. **Results** Univariate analysis found that there were statistically significant differences between the two groups in terms of age, time of injury, surgical time, body mass index (BMI), D-dimer (D-D), fibrin degradation product (FDP) and C-reactive protein (CRP) ( $P<0.05$ ). Multivariate logistic regression analysis found that age, BMI, surgical time, D-D and FDP were independent influencing factors of lower extremity DVT after surgery for Achilles tendon rupture ( $P<0.05$ ). The area under the ROC curve (AUC) of the prediction model constructed based on the influencing factors for predicting postoperative DVT was 0.927, and Youden index was 0.784. **Conclusion** Age, BMI, increased D-D and FDP are risk factors of lower extremity DVT after surgery for Achilles tendon rupture. The prediction model constructed based on these factors can help to early identify the risk of DVT and provide reference for the prevention and treatment of DVT.

**【Key words】** Achilles tendon rupture; Lower extremity deep vein thrombosis; Influencing factor; Prediction model

跟腱断裂系指足踝后部肌腱因直接暴力或间接暴力发生的断裂,多发人群为中青年男性,患者常表

现为跟腱局部明显肿胀或疼痛及跖屈无力等,严重影响患者日常生活质量<sup>[1]</sup>。跟腱断裂发病率在发达国家为每年 2~10/10 万人,发展中国家和欠发达地区发病率相对较低,近年来随着群体健身运动广泛开展及运动水平的日益提高,跟腱断裂发生率有明显增高的趋势<sup>[2-3]</sup>。手术是跟腱断裂患者有效治疗方案,但术

基金项目:成都市医学科研课题(2022561)

引用本文:郑杰,谈伟,魏欣,等.跟腱断裂术后下肢深静脉血栓的影响因素分析[J].西部医学,2025,37(5):767-770. DOI:10.3969/j.issn.1672-3511.2025.05.026

后并发症较多,其中下肢深静脉血栓(Deep vein thrombosis, DVT)是常见骨科术后并发症,发病率高达 50%~80%,严重者可进展为肺栓塞,危及患者生命<sup>[4-6]</sup>。早期识别跟腱断裂患者术后下肢 DVT 形成原因,早期预防和治疗对患者术后生活质量改善有重要临床意义。目前国内外鲜见跟腱断裂患者术后下肢 DVT 影响因素的报道。基于此,本次回顾性收集 364 例跟腱断裂术后患者临床资料,通过分析跟腱断裂术后下肢 DVT 的影响因素及其预测模型构建,旨在为跟腱断裂术后下肢 DVT 的早期防治提供参考。

### 1 资料与方法

1.1 研究对象 回顾性纳入本院 2021 年 6 月—2023 年 6 月诊治的 364 例跟腱断裂术后患者。纳入标准:符合《实用骨科学》<sup>[7]</sup>有关跟腱断裂诊断标准;临床诊治资料和随访资料完整;新发跟腱断裂,既往无跟腱断裂史;术前未接受抗凝药物治疗;术前彩超无血栓。排除标准:合并恶性肿瘤或恶性血液病;合并其他部分骨折或生理性骨折;肝肾功异常或血液系统疾病。依据患者术后有无下肢 DVT 分为血栓组 62 例、无血栓组 302 例。下肢 DVT 诊断标准<sup>[8]</sup>:患者下肢有明显胀痛或剧痛,股三角区亦或小腿处有明显压痛;跟腱部位温度较高,浅静脉怒张及 Homans 征阳性;经超声或静脉血流图机静脉造影等检查确诊。

1.2 研究方法 一般资料收集:查阅患者电子病历,收集包括性别(分类:男/女)、年龄、断裂部位(分类:左侧/右侧)、受伤时间(分类:>24/≤24 h)、身体质量指数(Body Mass Index, BMI)、既往史(吸烟史、饮酒

史、高血压、糖尿病)、手术时间和手术史(分类:有/无)等一般资料。实验室指标检测:采集患者术前肘部静脉血 5 mL,常规离心后采集血浆/血清标本,采用 STA-R Evolution 全自动酶标仪(stago 公司)检测血浆 D-二聚体(D-Dimer, D-D)、纤维蛋白降解产物(Fibrin degradation products, FDP)、纤维蛋白原(Fibrinogen, Fib)水平,检测试剂是创世亚中公司产品。日立 3500 生化分析仪(日立公司)检测血清甘油三酯、血清总胆固醇、C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)水平,检测试剂由迈克生物公司提供。

1.3 分析指标 ①影响跟腱断裂患者术后 DVT 的一般资料单因素分析。②影响跟腱断裂患者术后 DVT 的手术及实验室指标单因素分析。③回归变量赋值。④影响跟腱断裂患者术后 DVT 的 Logistic 回归分析。⑤影响跟腱断裂术后 DVT 影响因素的预测模型。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 26.0 软件进行统计学分析。性别、年龄分类、断裂部位等计数资料采用例(%)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。符合正态分布的计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验, Logistic 回归分析跟腱断裂患者术后下肢 DVT 的影响因素。受试者工作特征曲线(ROC)曲线分析预测模型的预测价值。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

### 2 结果

2.1 影响跟腱断裂患者术后 DVT 的一般资料单因素分析 与无血栓组比较,血栓组年龄、受伤时间 > 24 h 占比、BMI 值、手术时间明显高,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。

表 1 影响跟腱断裂患者术后 DVT 的一般资料单因素分析( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Univariate analysis of general data affecting postoperative DVT in patients with Achilles tendon rupture

组别	<i>n</i>	性别(男/女)	年龄(岁)	断裂部位(左/右)	受伤时间(>24/≤24 h)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	吸烟史	饮酒史	高血压	糖尿病	手术时间(min)	手术史(有/无)
血栓组	62	59/3	41.11±4.15	36/26	30/32	26.37±2.68	22	32	8	0	57.02±5.94	19/43
无血栓组	302	284/18	38.05±3.99	166/136	91/211	25.22±2.60	117	158	15	4	54.09±6.18	99/203
$\chi^2/t$		0.119	5.463	0.200	7.724	3.156	0.231	0.010	5.473	0.830	3.422	0.107
<i>P</i>		0.730	<0.001	0.655	0.005	0.002	0.631	0.919	0.019	0.362	0.001	0.743

2.2 影响跟腱断裂患者术后 DVT 的手术及实验室指标单因素分析 与无血栓组比较,血栓组 D-D、

FDP、Fib、CRP 明显高,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。

表 2 影响跟腱断裂患者术后 DVT 的手术及实验室指标单因素分析( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Univariate analysis of surgical and laboratory indicators for influencing postoperative DVT in patients with Achilles tendon rupture

组别	<i>n</i>	D-D( $\mu\text{g/mL}$ )	FDP( $\mu\text{g/mL}$ )	Fib(g/L)	血清甘油三酯(mmol/L)	血清总胆固醇(mmol/L)	CRP(mg/L)
血栓组	62	0.73±0.08	2.27±0.24	3.17±0.32	1.95±0.24	4.96±0.52	6.15±0.74
无血栓组	302	0.31±0.04	1.38±0.16	3.07±0.34	2.02±0.28	5.03±0.62	5.60±0.60
<i>t</i>		61.375	36.259	2.130	1.835	0.831	6.304
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.034	0.067	0.407	<0.001

2.3 回归变量赋值 以跟腱断裂患者术后是否形成 DVT 为应变量(是=1、否=0),年龄、受伤时间 > 24 h、

BMI 值、手术时间、D-D、FDP、Fib、CRP 上述单因素分析中有统计学意义的指标为自变量进行赋值,具体赋

值情况,见表 3。

表 3 回归变量赋值  
Table 3 Assignments of the regressors

因素	赋值
年龄	实际值为准
受伤时间	>24 h=1, <24 h=0
BMI 值	实际值为准
手术时间	实际值为准
D-D	实际值为准
FDP	实际值为准
Fib	实际值为准
CRP	实际值为准

2.4 影响跟腱断裂患者术后 DVT 的 Logistic 回归分析 单因素 Logistic 回归分析示,年龄、BMI、手术时间、D-D、FDP、CRP 是跟腱断裂患者术后 DVT 的影响因素( $P<0.05$ ),见表 4。多因素 Logistic 回归分析示,年龄、BMI 值、手术时间、D-D、FDP 是跟腱断裂患者术后 DVT 形成的危险因素( $P<0.05$ ),见表 5。

表 4 影响跟腱断裂患者术后 DVT 的单因素 Logistic 回归分析

Table 4 Univariate Logistic regression analysis affecting postoperative DVT in patients with Achilles tendon rupture

变量	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	P	OR	95%CI
年龄	1.583	0.139	128.949	<0.001	4.871	3.708~6.395
BMI 值	0.894	0.112	63.715	<0.001	2.445	1.963~3.045
手术时间	1.029	0.288	12.766	<0.001	2.798	1.591~4.921
D-D	0.462	0.106	18.996	0.007	1.587	1.289~1.954
FDP	1.265	0.387	10.685	0.001	3.543	1.659~7.565
CRP	0.652	0.167	15.243	<0.001	1.919	1.384~2.663

表 5 影响跟腱断裂患者术后 DVT 的多因素 Logistic 回归分析

Table 5 Multivariate Logistic regression analysis affecting postoperative DVT in patients with Achilles tendon rupture

变量	$\beta$	SE	Wald $\chi^2$	P	OR	95%CI
年龄	1.021	0.364	7.868	0.005	2.776	1.360~5.666
BMI	0.682	0.125	29.768	<0.001	1.978	1.548~2.527
手术时间	0.827	0.201	16.929	<0.001	2.286	1.542~3.390
D-D	1.094	0.286	14.632	<0.001	2.986	1.705~5.231
FDP	0.936	0.301	9.670	0.002	2.550	1.413~4.600
常数项	12.594	2.621	23.088	<0.001	-	-

2.5 影响跟腱断裂术后 DVT 影响因素的预测模型

参照多因素 Logistic 回归分析结果构建预测模型,  $Y=12.594+1.021\times\text{年龄}+0.682\times\text{BMI}+0.827\times\text{手术时间}+1.094\times\text{D-D}+0.936\times\text{FDP}$ ; Homser-Lemeshow 检验拟合度,  $\chi^2=3.021, P>0.05$ ; 预测模型预测跟腱断裂患者术后 DVT 的 AUC 为 0.927(95% CI: 0.842~0.974), 约登指数为 (0.784,  $Z=13.169, P<0.001$ ), 以 0.503 为截断值, 其预测术后 DVT 的敏感性、特异性分别为 86.5% 和 91.9%, 见图 1。

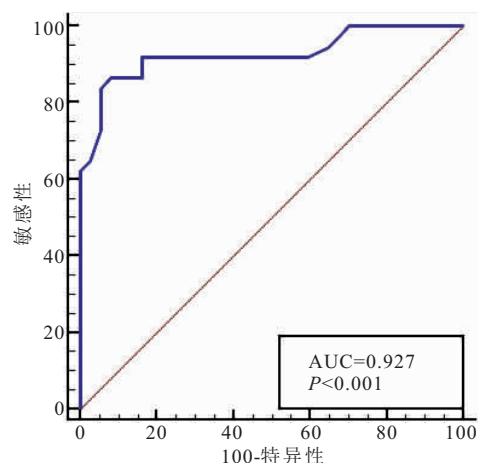


图 1 预测模型预测跟腱断裂术后 DVT 的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve of DVT after Achilles tendon rupture

### 3 讨论

手术是跟腱断裂患者治疗的主要选择,但术中因长时间俯卧和麻醉,下肢肌肉完全麻痹失去正常收缩功能、肌肉松弛和静脉舒张,深静脉血栓风险较高<sup>[9]</sup>。同时,术后由于疼痛和固定制动,患者需长期卧床休息,影响术后运动,导致静脉血液回流缓慢,增加 DVT 发生风险。此外,手术作为一种应激损伤,严重失血或血液浓缩导致机体处于血液高凝状态,诱发深静脉血栓的形成<sup>[10-12]</sup>。DVT 所致肺栓塞和深静脉血栓综合征等严重危害患者生命安全,明确跟腱断裂患者术后下肢 DVT 形成的影响因素对 DVT 的早期防治有利<sup>[13]</sup>。

本研究显示,血栓组年龄、受伤时间>24 h 占比、BMI 值、D-D、FDP、Fib、CRP 较无血栓组明显高,手术时间明显长,初步说明年龄较大、受伤时间和手术时间较长的跟腱断裂患者术后 DVT 形成风险高,并提示凝血功能指标可能与患者术后下肢 DVT 的发生有关。本次单因素和多因素 Logistic 回归分析结果提示年龄、BMI 值、手术时间、D-D、FDP 值是跟腱断裂患者术后 DVT 形成的危险因素;本研究中单因素 Logistic 回归分析显示 CRP 值为患者术后 DVT 的影响因素,但多因素 Logistic 回归分析并未显示 CRP 值是影响因素,考虑是因为多因素 Logistic 回归分析中多种因素间相互因素,可能导致结果有一定偏倚,关于 CRP 值是否是影响因素还需进一步研究佐证。年龄是争议较大的因素,本研究证实年龄越大患者术后下肢 DVT 发生风险越高,是因为大龄患者多合并高血压、高血脂等基础疾病,新陈代谢减慢,血液高凝状态,血液回流慢,易致下肢静脉血液回流受阻,且大龄患者血液黏稠度更高,因而下肢 DVT 发生风险相对更高<sup>[14-15]</sup>。胡好等<sup>[16]</sup>研究证实 BMI 值增高是患者术后 DVT 的独立影响因素。柴巍浩等<sup>[17]</sup>研究则显示

BMI 对患者术后 DVT 的影响不大。而本结果证实 BMI 值是跟腱断裂患者术后下肢 DVT 形成的独立影响因素,分析原因为 BMI 值越高尤其是达到肥胖标准,脂肪组织的压迫作用越明显,患者腹腔压力增高,股总静脉回流速度减慢,下肢深静脉血液回流受限。同时,对于 BMI 值越高患者脂肪组织将持续产生炎症因子,破坏血管内皮细胞,导致内皮损伤,引起血液高凝状态,增加术后下肢 DVT 形成风险<sup>[18-20]</sup>。

本研究证实,手术时间越长患者术后下肢 DVT 风险越高,是因为手术时间越长预示机体引发的应激反应越明显,手术失血量可能增加,导致血液浓缩和血细胞增多等,致使机体处于血液高凝状态,增加下肢 DVT 的发生风险<sup>[21]</sup>。D-D 属于交联纤维蛋白降解产物;FDP 是纤维蛋白(原)降解产物,可促进血小板及凝血酶的生成,两者是评估患者凝血功能的有效指标<sup>[22-23]</sup>。CRP 水平可反映机体炎症反应程度<sup>[24]</sup>。本研究证实 D-D、FDP、CRP 是患者术后下肢 DVT 形成的重要因素,D-D、FDP、CRP 水平越高预示患者血液黏稠度越高,炎症反应越明显,机体血液处于高凝状态,术后下肢 DVT 形成风险越高。与黄伟等<sup>[25]</sup>研究证实的 D-D 和 Fib 是骨折患者围术期 DVT 形成的危险因素不同,本研究并未证实 Fib 是独立影响因素,考虑可能与两项研究中 Fib 测量准确度不同和样本量存在差异等有关。此外,本研究针对影响因素构建预测模型,结果证实预测模型对患者术后下肢 DVT 预测价值较高。研究初步提示,年龄较大和高 BMI 及手术时间较长患者是术后下肢 DVT 的高危群体,对于此类患者需高度警惕,同时应密切监测患者 D-D、FDP、CRP 水平,对术后下肢 DVT 早期防治十分关键。

#### 4 结论

年龄大、BMI 高、手术时间长和 D-D、FDP、CRP 异常表达的跟腱断裂患者术后下肢 DVT 风险高,据此构建预测模型对下肢 DVT 有较高的诊断效能,利于围术期早期识别高危群体,对早期防治措施的制定有一定参考意义。

#### 【参考文献】

[1] 胡雨璇, 田建, 黄海, 等. 跟腱断裂超声征象特点及临床疗效的价值评估分析[J]. 中国医学装备, 2023, 20(4): 76-80.  
 [2] SZARO P, NILSSON-HELANDER K, CARMONT M. MRI of the Achilles tendon—a comprehensive pictorial review. Part one [J]. Eur J Radiol Open, 2021, 8: 100342.  
 [3] PARK S H, LEE H S, YOUNG K W, et al. Treatment of acute Achilles tendon rupture[J]. Clin Orthop Surg, 2020, 12(1): 1-8.  
 [4] BONANNO J, CHENG J, TILLEY D, et al. Factors associated with Achilles tendon rupture in women's collegiate gymnastics[J]. Sports Health, 2022, 14(3): 358-368.

[5] 王军. 利伐沙班联合疏血通注射液预防下肢骨折术后深静脉血栓形成疗效及对患者血液流变学的影响[J]. 陕西医学杂志, 2015, 44(11): 1530-1532.  
 [6] 王妍丽, 吕国翠, 楚立云. 下肢骨折术后深静脉血栓 Caprini 评估与预见性护理[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(18): 1712-1715.  
 [7] 陆裕朴. 实用骨科学[M]. 北京: 人民军医出版社, 1991.  
 [8] 韩丽珠, 尹琪楠, 边原, 等. 深静脉血栓和肺栓塞的管理与治疗: 对美国血液病学会静脉血栓栓塞管理指南的解读[J]. 中国新药与临床杂志, 2021, 40(11): 784-788.  
 [9] HOLM C, KJAER M, ELIASSON P. Achilles tendon rupture: treatment and complications: a systematic review[J]. Scand J Med Sci Sports, 2015, 25(1): e1-10.  
 [10] DEROO E, MARTINOD K, CHERPOKOVA D, et al. The role of platelets in Thrombus fibrosis and vessel wall remodeling after venous thrombosis[J]. J Thromb Haemost, 2021, 19(2): 387-399.  
 [11] YU H, WANG F Y, XIE J, et al. The reinforced ma-Griffith method combined with minimally invasive small-incision suture for acute Achilles tendon rupture[J]. Orthop Surg, 2022, 14(2): 315-322.  
 [12] GOULD H P, BANO J M, AKMAN J L, et al. Postoperative rehabilitation following Achilles tendon repair: a systematic review[J]. Sports Med Arthrosc Rev, 2021, 29(2): 130-145.  
 [13] YAO M T, MA J C, WU D W, et al. Neutrophil extracellular traps mediate deep vein thrombosis: from mechanism to therapy [J]. Front Immunol, 2023, 14: 1198952.  
 [14] 郑新英, 陈晓, 戚桂松, 等. 不同股骨骨折部位对老年患者术后深静脉血栓形成的影响及危险因素[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(12): 2927-2930.  
 [15] WU J X, QING J H, YAO Y, et al. Performance of age-adjusted D-dimer values for predicting DVT before the knee and hip arthroplasty[J]. J Orthop Surg Res, 2021, 16(1): 82.  
 [16] 胡好, 问亚芳. 基于巢式病例对照研究的腹腔镜术后静脉血栓栓塞症风险预测模型的构建[J]. 中国医刊, 2023, 58(2): 167-171.  
 [17] 柴巍浩, 李忠伟, 哈力·哈布力汗, 等. 脊柱术后深静脉血栓形成的危险因素分析[J]. 实用骨科杂志, 2021, 27(6): 488-491, 511.  
 [18] 张妍, 刘雨辰, 王明刚, 等. 腹腔镜手术病人静脉血栓栓塞症风险评估决策树模型建立与测试[J]. 中国实用外科杂志, 2021, 41(2): 194-200.  
 [19] TAN J S, LIU N N, GUO T T, et al. Genetically predicted obesity and risk of deep vein thrombosis[J]. Thromb Res, 2021, 207: 16-24.  
 [20] 吴宇航. 压力泵对老年髋部骨折后下肢深静脉血栓的预防效果[J]. 川北医学院学报, 2019, 34(3): 385-388.  
 [21] 刘凯, 李军, 张雪艳, 等. 脊柱手术后并发下肢深静脉血栓的因素分析[J]. 血栓与止血学, 2022, 28(2): 285-287.  
 [22] 彭测, 覃渝茜, 马天洪. 谷红注射液联合利伐沙班预防脊柱骨折术后下肢深静脉血栓形成[J]. 西部医学, 2023, 35(3): 366-371.  
 [23] SHI D M, XIA T, FENG H X, et al. Evaluating the diagnostic value of vWF: Ag, D-D and FDP in patients with acute cerebral infarction using ROC curves[J]. Exp Ther Med, 2014, 7(6): 1573-1577.  
 [24] BÜYÜKŞİRİN M, ANAR C, POLAT G, et al. Can the level of CRP in acute pulmonary embolism determine early mortality? [J]. Turk Thorac J, 2021, 22(1): 4-10.  
 [25] 黄伟, 钱锦锋, 姜叶飞. 老年胫骨平台骨折患者围手术期发生下肢深静脉血栓形成的危险因素分析[J]. 重庆医学, 2021, 50(S01): 219-221.

(收稿日期:2023-11-09; 修回日期:2025-03-21; 编辑:张翰林)