

## · 临床研究 ·

# 基于 Caprini 风险评估模型的干预策略对全膝关节置换术后静脉血栓栓塞症的预防效果观察

赵琦, 吕晓琴, 孙利红, 庄伟

(浙江中医药大学附属江南医院 萧山区中医院, 浙江 杭州 311200)

**【摘要】** 目的:探讨基于 Caprini 血栓风险评估模型的干预策略对全膝关节置换术(total knee replacement,TKA)后静脉血栓栓塞症(venous thromboembolism,VTE)的预防效果。方法:自 2017 年 5 月至 2021 年 12 月收治 257 例 TKA 患者,以 2019 年 5 月是否引进 Caprini 血栓风险评估模型为界分为传统常规干预策略(对照组 121 例)和基于 Caprini 血栓风险评估模型的干预策略(观察组 136 例)。对照组男 79 例,女 42 例;年龄 50~78(63.10±11.86)岁;体质量指数(body mass index,BMI)19~32(25.21±4.95)kg/m<sup>2</sup>;左侧 55 例,右侧 66 例。观察组男 81 例,女 55 例;年龄 50~78(64.35±10.54)岁;BMI 19~32(24.43±5.18)kg/m<sup>2</sup>;左侧 87 例,右侧 49 例。比较两组患者术后 VTE 发生率,疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale,VAS),美国特种外科医院(Hospital for Special Surgery,HSS)膝关节评分,患肢肿胀情况,血流平均速度(mean velocity,Vm),峰值速度(peak velocity,PV),D-二聚体(D-dimer,D-D)及凝血酶原时间(prothrombin time,PT)和并发症发生率。结果:观察组 VTE 发生率为 1.47%(2/136),对照组 VTE 发生率为 9.09%(11/121),两组比较差异有统计意义( $\chi^2=6.976,P=0.008$ )。术后 7 d,观察组 VAS、HSS 评分及患肢周径差值均明显优于对照组( $P<0.05$ )。术后 7 d,两组血流 Vm 和 PV 水平均明显升高( $P<0.001$ ),且观察组血流 Vm、PV 水平高于对照组( $P<0.001$ )。术后 7 d,观察组血清 D-D 水平明显低于对照组,PT 水平明显高于对照组( $P<0.05$ )。两组并发症发生率比较,差异有统计意义( $\chi^2=4.488,P=0.034$ )。结论:基于 Caprini 血栓风险评估模型的干预策略可有效降低 TKA 患者 VTE 发生率及并发症发生率,改善患肢肿胀、血流动力学及凝血功能状态,有助于膝关节功能恢复。

**【关键词】** 关节成形术,置换,膝; 静脉血栓栓塞; 风险评估

中图分类号:R459.9

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2022.12.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Observation of preventive effect of intervention strategy based on Caprini risk evaluation model on venous thromboembolism after total knee arthroplasty** ZHAO Qi, LYU XIAO-qin, SUN Li-hong, and ZHUANG Wei. Jiangnan Hospital Affiliated to Zhejiang Chinese Medicine University Xiaoshan District Traditional Chinese Medicine Hospital, Hangzhou 311200, Zhejiang, China

**ABSTRACT Objective:** To observe preventive effect of Caprini based thrombosis risk evaluation model on venous thromboembolism (VTE) after total knee replacement (TKA). **Methods:** Totally 257 TKA patients were admitted from May 2017 to December 2021 were selected. They were divided into conventional intervention strategies (121 patients in control group) and intervention strategies based on Caprini thrombosis risk evaluation model (136 patients in observation group), based on whether Caprini thrombosis risk evaluation model was introduced in May 2019. In normal group, there were 79 males and 42 females aged from 50 to 78 years old with an average of (63.10±11.86) years old; body mass index (BMI) ranged from 19 to 32 with an average of (25.21±4.95) kg/m<sup>2</sup>; 55 patients on the left side and 66 on the right side. In observation group, there were 81 males and 55 females aged from 50 to 78 years old with an average of (64.35±10.54) years old; BMI ranged from 19 to 32 with an average of (24.43±5.18) kg/m<sup>2</sup>; 87 patients on the left side and 49 on the right side. The incidence of VTE, visual analogue scale (VAS), Hospital for Special Surgery (HSS) score, affected limb swelling, mean velocity (Vm), peak velocity (PV), D-dimer (D-D), prothrombin time (PT), and incidence of complications were analyzed and compared. **Results:** The incidence of VTE in observation group was 1.47% (2/136), and 9.09% (11/121) in control group, and there was statistically difference between two groups ( $\chi^2=6.976, P=0.008$ ). At 7 days after operation, VAS, HSS score and the difference in circumference of the affected limb in observation group were significantly better than those in control group, and had statistically differences ( $P<0.05$ ). Blood flow Vm and PV levels between two groups were significantly increased ( $P<0.001$ ), and blood flow Vm and PV levels in observation group were significantly higher than those in control group on the 7th day after operation, and had

通讯作者:赵琦 E-mail:zhaozhongy@163.com

Corresponding author: ZHAO Qi E-mail:zhaozhongy@163.com

differences ( $P<0.001$ ). The serum D-D level in observation group was significantly lower than that of in control group on the 7th day after operation, and PT level was significantly higher than that of in control group, and had difference ( $P<0.05$ ). There was no difference in total incidence of complications between two groups ( $\chi^2=4.488, P=0.034$ ). **Conclusion:** Intervention strategy based on caprini thrombus risk evaluation model could effectively reduce incidence of VTE and complications in TKA patients, improve swelling, hemodynamics and coagulation function of the affected limbs, and contribute to recovery of knee joint function.

**KEYWORDS** Arthroplasty, replacement, knee; Venous thromboembolism; Risk evaluation

全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)是通过关节重建治疗保守疗法无效的严重膝关节病变的常用外科手术,对患者恢复膝关节功能及膝关节周围软组织平衡有关键作用<sup>[1]</sup>。静脉血栓栓塞症(venous thromboembolism, VTE)是静脉血凝异常引发血管阻塞或部分阻塞的一类疾病总称,包括深静脉血栓(deep venous thrombosis, DVT)和肺动脉血栓栓塞症(pulmonary embolism, PE),二者发生率为2:1,是医院非预期死亡和围手术期死亡的重要因素之一<sup>[2-5]</sup>。受手术牵拉挤压、软组织损伤、纤溶系统异常及抗凝因子变化等因素影响,易发生静脉内膜损伤或静脉淤滞而致静脉血栓,引发VTE<sup>[6-9]</sup>。多项研究表明<sup>[10-12]</sup>,TKA术后DVT发生风险达3.5%,早期表现为酸胀、疼痛、麻木、运动神经障碍等临床症状,如得不到有效干预,极易进展为腿部溃疡、坏死,严重者可致PE,使得相应VTE发生风险升高。作为VTE风险管控的评估模型之一,Caprini风险评估模型已广泛用于医院血栓风险分级管理,有助于及时预知血栓发生风险,动态调整干预策略,对提高TKA术后临床疗效及改善预后具有重要临床价值。本院引入Caprini血栓风险评估模型时间尚短,故以257例TKA患者作为回顾性队列,探讨了基于Caprini血栓风险评估模型的干预策略对TKA术后VTE的预防效果,结果报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

纳入标准:(1)年龄 $\geq 60$ 岁,首次行TKA。(2)单侧置换。(3)患者知情同意。(4)临床资料完整。排除标准:(1)合并严重心脑血管疾病者。(2)合并凝血功能障碍者。(3)合并恶性肿瘤者。(4)合并肝肾功能异常者。(5)合并感染性疾病者。(6)既往存在血栓病史、出血病史,及周围血管病变史者。(7)合并精神疾病或沟通障碍者。(8)低分子肝素或利伐沙班抗凝剂使用禁忌者。

### 1.2 临床资料

自2017年5月至2021年12月收治257例TKA患者作为回顾性队列研究对象。以2019年5月引进Caprini血栓风险评估模型为界分为两组,对照组121例,观察组136例。对照组男79例,女42例;

年龄50~78(63.10 $\pm$ 11.86)岁;体质指数(body mass index, BMI)19~32(25.21 $\pm$ 4.95)kg/m<sup>2</sup>;置换侧为左侧55例,右侧66例;疾病类型为退行性骨关节炎33例,类风湿性关节炎25例,创伤性骨关节炎23例,血友病性关节炎15例,髌骨关节炎11例,关节滑膜良性肿瘤6例,关节良性骨肿瘤8例;合并高血压49例,糖尿病47例。观察组男81例,女55例;年龄50~78(64.35 $\pm$ 10.54)岁;BMI 19~32(24.43 $\pm$ 5.18)kg/m<sup>2</sup>;置换侧为左侧87例,右侧49例;疾病类型为退行性骨关节炎51例,类风湿性关节炎29例,创伤性骨关节炎21例,血友病性关节炎10例,髌骨关节炎10例,关节滑膜良性肿瘤8例,关节良性骨肿瘤7例;合并高血压47例,糖尿病45例。两组性别,年龄, BMI, 置换侧(左右侧),疾病类型及合并症等临床资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。见表1。本研究已通过医院伦理委员会审批(批号:A2017034)。

### 1.3 治疗方法

**1.3.1 对照组** TKA术前经下肢多普勒超声检查排除血栓,维持血压、血糖及心肾肺功能平稳,实施传统常规干预策略。具体包括:(1)认知干预。系统做好VTE相关知识及预防策略宣教。(2)危险因素干预。对诱发VTE的危险因素进行针对性干预及相关并发症预防。(3)运动干预。指导并督促患者进行患侧踝泵运动、踝关节背伸、跖屈、肌肉舒张与收缩运动等功能锻炼,以循序渐进为原则。(4)药物干预。手术前后注射低分子肝素钙(国药准字J20040119, Sanofi Winthrop Industrie),每次0.2 ml,每日1次,连续使用7 d。(5)心理干预。充分沟通,消除患者疑虑及负性心理情绪,增强患者康复信心,提高患者治疗依从性。(6)生活方式干预。禁酒、禁烟、忌食辛辣、冰冷食物,控制血糖、血脂水平;多摄入富含蛋白、粗纤维食物,保持大便通畅,预防腹压升高而影响下肢血液循环;逐渐增加饮水量,每日 $\geq 2\ 000$  ml,以降低血液黏稠度。(7)应用间歇式充气加压治疗仪。依次以充气腿套固定脚踝至大腿并充气,脚踝、小腿及大腿压力控制为45、35、25 mmHg,同时放气以促进下肢静脉回流。(8)疼痛干预。客观评价患者疼痛状况,实施超前疼痛干预,密切监测患者疼痛变化,体位干预

表 1 两组 TKA 患者术前临床资料比较  
Tab.1 Comparison of clinical data of TKA patients between two groups

项目	例数	性别(例)		年龄(x±s,岁)	BMI(x±s,kg/m <sup>2</sup> )	置换侧(例)	
		男	女			左侧	右侧
观察组	136	81	55	64.35±10.54	24.43±5.18	87	49
对照组	121	79	42	63.10±11.86	25.21±4.95	55	66
检验值		$\chi^2=0.208$		$t=0.895$	$t=1.230$	$\chi^2=2.586$	
P 值		0.649		0.372	0.220	0.108	

  

项目	例数	疾病类型(例)							合并症(例)	
		退行性骨关 节炎	类风湿性关 节炎	创伤性骨关 节炎	血友病性关 节炎	髌骨关节炎	关节滑膜良 性肿瘤	关节良性 骨肿瘤	高血压	糖尿病
观察组	136	51	29	21	10	10	8	7	47	45
对照组	121	33	25	23	15	11	6	8	49	47
检验值		$\chi^2=1.554$							$\chi^2=0.439$	$\chi^2=0.435$
P 值		0.213							0.508	0.509

动作要轻柔,避免引发疼痛;疼痛程度过大,立即报告医生使用止痛药物,一般 TKA 术后 1~3 d 需使用阿片类药物或神经阻滞类药物,术后 3~7 d 可减少阿片类药物剂量或改用甾体类药物。

**1.3.2 观察组** 以对照组常规干预为基础,观察组实施基于 Caprini 血栓风险评估模型的干预策略,具体包括:(1)基于 Caprini 模型的 VTE 风险层级体系构建。从年龄、BMI、病史、手术史、实验室指标、卧床时间等 40 项风险因素使用 Caprini 量表评估 VTE 风险,评估时间点为入院后 8 h 内、TKA 完备回到病房和 TKA 术后,各风险因素按照 1~5 分赋值,总分=临床基本危险因素积分+相关因素积分。根据总评分划分为 4 个风险等级:0 分≤低危<1 分,1 分≤中危<3 分,3 分≤高危<5 分,极高危≥5 分。(2)VTE 信息化追踪体系构建。将首次 Caprini 评分导入医护办公平台,系统自动生成下次评估时间。TKA 术后密切监测患肢皮温、血运、疼痛及肿胀等生命体征,病情突变责任护理人员重新进行 Caprini 评分,系统再次导入评估数据自动生成下次评估时间。自动循环此追踪流程,筛选出高危和极高危患者,并向医护人员预警。(3)基于 Caprini 模型的 VTE 分级干预策略体系构建。低危患者:定时变换体位,患肢抬高 15°~30°以促进下肢静脉回流,指导患者进行上肢屈伸肌力、扩胸训练,下肢主动直抬腿训练、踝泵运动,以及股四头肌收缩放松功能训练。指导患者进行呼吸及咳嗽训练、下床活动,尽量避免下肢静脉穿刺。中危患者:手术前后注射低分子肝素钙,每次 0.2 ml,每日 1 次,连续使用 7 d;穿戴抗血栓弹力袜,睡前脱去;气压式血液循环驱动器预防血栓,每次 60 min,每日 3 次,直至出院;进行下肢康复器训练,每次

30~60 min,每日 2 次。高危患者:气压式血液循环驱动器预防血栓,每次 60 min,每日 4 次,直至出院;密切观察皮肤、口腔黏膜等出血倾向及不良反应。极高危患者:即行下肢深静脉彩色多普勒超声、肺部 CT、D-D 及凝血功能 4 项指标检查并实时监控,发现 VTE 立即通知主管医生处理;注射低分子肝素钙,每次 0.4 ml,每日 1 次,连续使用 7 d;使用足底静脉泵压迫治疗,每次 10~15 min,每日 2 次;气压式血液循环驱动器预防血栓,每次 120 min,每日 4 次,直至出院。以上干预策略,逐级叠加。

**1.4 观察项目与方法**

(1)VTE 发生率。DVT 判定标准<sup>[13]</sup>:患肢肿胀、皮温低和足背动脉搏动减弱或消失提示 DVT,经彩色多普勒超声检查显示血栓形成,呈 Homans 征、Evhof 征阳性。PE 判定标准<sup>[14]</sup>:经肺动脉 CT 血管造影(CT angiography,CTA)显示动脉血管完全闭塞,管腔无造影剂填充,偏心型肺动脉充盈缺损与管壁成锐角。统计 DVT 和 PE 发生例数,计算 VTE 发生率。VTE 发生率=[(DVT+PE)/总例数]×100%。(2)疼痛情况。于术后苏醒即刻和术后 7 d 采用视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)进行评价,总分 10 分,得分越高说明疼痛越严重。(3)膝关节功能。分别于术前和术后 7 d 采用美国特种外科医院(Hospital for Special Surgery, HSS)膝关节评分系统进行评价,包括疼痛、关节功能、活动度、整体使用及持久性等内容,总分 100 分,得分越高说明膝关节功能越好<sup>[15]</sup>。(4)患肢肿胀。分别于术前、术后即刻、术后 7 d 使用医用卷尺测量患肢膝关节上下 15 cm 处周径,计算与术前周径的差值并取平均值,用于评价患肢肿胀情况。(5)血流动力学指标测量。于术后即刻和术后

7 d 使用彩色多普勒超声诊断仪测量患者血流平均速度 (mean velocity, Vm) 及血流峰值速度 (peak velocity, PV)。(6)凝血功能指标检测。于术中和术后 7 d 采集静脉血 3 ml,离心后取上清液,使用全自动血液分析仪以快速酶联免疫吸附法检测 D-二聚体 (D-dimer, D-D) 及凝血酶原时间 (prothrombin time, PT) 水平,所有操作严格按照试剂盒说明书进行。(7)并发症。记录并比较两组患者并发症发生情况,包括呼吸道感染、泌尿系统感染、消化道出血及水肿等。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析,符合正态分布的定量资料采用均数±标准差 ( $\bar{x}\pm s$ ) 表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验,组内比较采用配对 *t* 检验;定性资料采用  $\chi^2$  检验,均为双侧检验。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 VTE 发生情况

所有入选患者成功完成手术及术后随访,时间 7 d~3 个月。观察组 2 例发生 VTE,对照组 11 例发生 VTE,两组比较差异有统计学意义 ( $\chi^2=6.976, P=0.008$ )。

2.2 VAS 及患肢肿胀情况

两组患者术后苏醒即刻 VAS 及患肢周径差值比较,差异无统计学意义 ( $P>0.05$ );术后 7 d,观察组 VAS、患肢周径差值均明显优于对照组 ( $P<0.01$ )。见表 2。

2.3 血流动力学水平

两组术后血流 Vm 和 PV 水平均明显升高 ( $P<0.001$ ),且观察组术后 7 d 血流 Vm 和 PV 水平显著高于对照组 ( $P<0.001$ )。见表 3。

2.4 HSS 评分比较

两组术前 HSS 各项评分及总分比较,差异无统计学意义 ( $P>0.05$ );术后 7 d,观察组疼痛、关节功能、活动度、肌力、屈曲畸形及 HSS 总分明显优于对

表 2 两组 TKA 患者术后 VAS、患肢周径差值比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.2 Comparison of VAS, difference of limb circumference of TKA patients between two groups after operation ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	VAS(分)		患肢周径差值(cm)	
		术后即刻	术后 7 d	术后即刻	术后 7 d
观察组	136	5.25±0.80	1.17±0.35	4.75±0.83	2.11±0.75
对照组	121	5.31±0.95	1.31±0.33	4.80±0.92	2.53±0.90
<i>t</i> 值		0.549	3.288	0.458	4.079
<i>P</i> 值		0.583	0.001	0.647	<0.001

表 3 两组 TKA 患者术前和术后 7 d 血流 Vm 和 VP 水平比较 ( $\bar{x}\pm s, \text{cm/s}$ )

Tab.3 Comparison of blood flow Vm and VP levels of TKA patients between two groups before and after operation at 7 days ( $\bar{x}\pm s, \text{cm/s}$ )

组别	例数	Vm		PV	
		术前	术后 7 d	术前	术后 7 d
观察组	136	14.85±2.06	35.07±2.85	25.37±3.95	55.15±5.22
对照组	121	14.97±2.03	30.58±4.74	25.87±3.88	49.17±4.35
<i>t</i> 值		0.469	9.316	1.021	9.907
<i>P</i> 值		0.639	<0.001	0.308	<0.001

照组 ( $P<0.05$ )。见表 4。

2.5 凝血功能

观察组术后 7 d 血清 D-D 水平明显低于对照组,PT 水平明显高于对照组 ( $P<0.01$ )。见表 5。

2.6 并发症

观察组呼吸道感染 2 例,泌尿系统感染 1 例,消化道出血 3 例,水肿 5 例;对照组呼吸道感染 4 例,泌尿系统感染 3 例,消化道出血 7 例,水肿 8 例;两组比较差异有统计意义 ( $\chi^2=4.488, P=0.034$ )。

3 讨论

3.1 TKA 术后 VTE 风险

VTE 属于静脉回流障碍性疾病,与静脉壁损伤、

表 4 两组 TKA 患者术前和术后 7 d HSS 评分比较 ( $\bar{x}\pm s, \text{分}$ )

Tab.4 Comparison of HSS score of TKA patients before and after operation at 7 days between two groups ( $\bar{x}\pm s, \text{score}$ )

组别	例数	疼痛		关节功能		活动度		肌力		屈曲畸形		总分	
		术前	术后 7 d	术前	术后 7 d	术前	术后 7 d	术前	术后 7 d	术前	术后 7 d	术前	术后 7 d
观察组	136	20.14±	25.13±	15.37±	19.66±	12.32±	15.39±	6.18±	8.69±	5.82±	8.41±	59.91±	77.25±
		2.16	3.01	2.18	3.17	1.69	2.68	1.09	1.09	1.11	1.08	4.28	3.19
对照组	121	20.38±	22.16±	15.53±	16.52±	12.49±	13.19±	6.07±	7.02±	5.93±	6.51±	60.39±	65.42±
		2.41	2.81	2.08	2.96	1.92	2.92	1.82	1.13	1.01	1.13	3.47	3.77
<i>t</i> 值		0.532	2.139	0.736	2.127	0.927	2.297	0.996	1.093	0.936	2.039	0.980	27.241
<i>P</i> 值		0.783	0.459	0.859	0.529	0.789	0.228	0.975	0.463	0.896	0.132	0.328	0.000

表 5 两组 TKA 患者术前和术后 7 d D-D 及 PT 水平比较  
( $\bar{x} \pm s$ )

Tab.5 Comparison of D-D and PT levels of TKA patients between two groups before and after operation at 7 days( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	D-D(mg/L)		PT(s)	
		术前	术后 7 d	术前	术后 7 d
观察组	136	0.40±0.45	1.45±1.57	13.35±3.30	11.71±2.55
对照组	121	0.49±0.41	1.99±1.31	12.91±2.75	10.80±2.63
<i>t</i> 值		1.668	2.973	1.153	2.814
<i>P</i> 值		0.097	0.003	0.250	0.005

静脉血回流滞缓和血液高凝等因素有关,是创伤骨科的常见并发症,其危害程度逐级提高,轻者影响患者 TKA 术后恢复,重者危及患者生命安全,是医院非预期死亡和围手术期死亡的重要原因之一<sup>[16-17]</sup>。VTE 包括 DVT 和 PE 两种类型,是 VTE 不同阶段、不同部位的临床表现形式。DVT 在全身静脉均可发生,其中以下肢静脉发生率最高。PE 是静脉系统(下肢近端腘静脉或近侧部位)或右心血栓栓子阻塞肺动脉或肺动脉分支引发肺循环障碍和呼吸功能障碍的疾病,栓子主要来源于下肢近端 DVT,是患者围手术期死亡的主要原因之一<sup>[18]</sup>。根据《中国创伤骨科患者围手术期静脉血栓栓塞症预防指南(2021)》<sup>[19]</sup>,术后 3 个月内,致死性 PE 发生率为 1.4%~7.5%,疾病创伤、手术创伤、活动受限、术后制动及下肢瘫痪是 VTE 发生的主要危险因素。TKA 术创伤后,血小板会应激性增高,黏附性增强,叠加术中麻醉致下肢肌肉松弛、患肢制动等危险因素的影响,患者下肢血流速度减慢,从而导致 TKA 术后 VTE 的发生风险升高<sup>[20]</sup>。除此之外,高龄、术前禁食、心肺慢性疾病、BMI 过高、既往 VTE 病史、易栓症、止血药物应用、遗传性凝血功能障碍、中心静脉置管、肿瘤、慢性静脉瓣膜功能障碍及 TKA 术后长时间卧床休息等因素均可加重患者血液回流阻碍程度,增加 VTE 发生风险。因此,及时对发生风险作出科学预警并采取针对性干预措施对降低 TKA 术后 VTE 发生率有重要意义。

### 3.2 基于 Caprini 血栓风险评估模型的干预策略对 VTE 的预防效果

本院自 2019 年 5 月引进 Caprini 血栓风险评估模型后,TKA 患者术后 VTE 发生率由 9.09% 降至 1.47%( $P < 0.01$ ),略高于刘研等<sup>[21]</sup>报道的 0.72%。这说明,基于 Caprini 血栓风险评估模型的干预策略更具针对性、计划性和预测性。Caprini 血栓风险评估模型以年龄、BMI、病史、手术史、实验室指标、卧床时间等 40 项 VTE 风险因素为基点进行赋值评分,

以 Caprini 评分作为 VTE 风险分级标准,从 TKA 患者中精准筛选出高危、极高危 VTE 风险人群,通过实时追踪 VTE 信息,动态评估风险等级,实现干预方案个性化并依据情况变化及时调整,从而达到显著降低 TKA 术后 VTE 发生率的目的。

基于 Caprini 血栓风险评估模型的干预策略包括基本干预、物理干预和药物干预 3 部分。其中,基本干预包括认知干预、危险因素干预、运动干预、心理干预、生活方式干预和疼痛干预等,物理干预包括足底静脉泵、抗血栓弹力袜、气压式血液循环驱动器及下肢康复器等,药物干预包括低分子肝素钙、抗血小板药物及降解纤维蛋白原药物等。对低危患者,基本干预方案即可满足 VTE 预防需求。中危以上患者,则需要基本干预、物理干预和药物干预上相互组合、逐级强化。本研究结果显示,引进 Caprini 血栓风险评估模型后,患者 VAS、HSS 评分、患肢周径差值、血流动力学指标( $V_m$  与  $PV$ )、凝血功能指标(D-D 与 PT)均得到了明显优化( $P < 0.05$ ),而且并发症发生率也明显更低(8.09% vs 18.18%),表明基于 Caprini 血栓风险评估模型的干预策略有助于改善患者血流动力学状态,提高血液流速,抑制血液高凝状态,降低因静脉血流滞缓或血液高凝所致的静脉血栓发生概率。基本干预措施中,抬高患肢有助于防止深静脉回流障碍,督促患者每日  $\geq 2000$  ml 饮水可有效改善因手术出血所致的血容量下降及血液黏稠度升高<sup>[22-23]</sup>。物理干预措施中,足底静脉泵通过气体脉冲在 0.4 s 内快速冲击足底,产生类似行走时的下肢静脉收缩舒张状态,从而达到加快血流、消除血液淤滞及预防血栓因子沉淀的效果<sup>[24]</sup>;抗血栓弹力袜可从踝部至大腿近心端从高到低实施梯度压迫,以缓解下肢静脉瓣膜压力,改善瓣膜功能,增加下肢血流速度,从而达到降低 VTE 发生率的目的<sup>[25]</sup>;气压式血液循环驱动器可循环性加压刺激下肢静脉,促进下肢静脉收缩与舒张,促使静脉淤滞血液排空,循环性减压则促使静脉血液回流,通过这种周期性机械搏动,血管内皮细胞应切力得到有效提高,使得血液有效泵入下肢远端深静脉系统,从而激活纤溶系统活性,促进静脉血及淋巴回流,最终达到预防 VTE 的效果<sup>[26]</sup>。但是,在应用物理干预措施前,应常规筛查使用禁忌,对存在肺水肿,充血性心力衰竭,严重下肢水肿,血栓性静脉炎,下肢局部异常(皮炎、近期皮肤移植、坏疽、挤压伤和开放性损伤等),严重下肢动脉硬化,严重下肢畸形或已发生 VTE 的患者,物理干预措施要注意使用禁忌,严格规范干预策略<sup>[24]</sup>。药物干预措施中,低分子肝素钙具有抗凝和抗血栓的双重疗效,其半衰期长且不易被血小板 IV

因子中和,能够强效阻断 Xa 因子信号通路<sup>[27]</sup>,对血栓形成具有很好抑制作用,能够有效预防极高危患者发生 VTE,但在使用过程中要严格注意药物禁忌。综上,基于 Caprini 血栓风险评估模型的干预策略之所以能够有效预防 TKA 术后 VTE 发生,在于通过 Caprini 模型进行 VTE 风险分级,针对不同风险层级进行个性化干预,既避免了常规干预策略一刀切的盲目性,又突出了高危、极高危患者干预的竞争性,弥补了传统常规干预对高危、极高危患者干预不足的缺陷。

### 3.3 本研究不足及展望

基于 Caprini 血栓风险评估模型的干预策略可有效降低 TKA 患者 VTE 发生率及并发症发生率,改善患肢肿胀、血流动力学及凝血功能状态,有助于膝关节功能恢复。但 Caprini 血栓风险评估模型引入时间尚短,可能相对不成熟,同时本研究观察的时间节点大部分为术后 7 d,缺乏对远期疗效的观察。此外,本研究为观察性研究,虽真实世界研究能体现实际临床效果,但可能结果存在一定的偏倚风险,接下来应开展大样本、多中心的随机对照研究,延长观察时间以验证内部环境下的疗效及远期效果,且相应的干预策略方案需要更长时间的临床经验积累作为循证证据加以优化完善,以增进患者获益。

#### 参考文献

[1] 常乐,宋琳娜,冯世波.人工全膝关节置换术联合富血小板血浆对创伤性膝关节炎恢复的影响[J].局解手术学杂志,2020,29(8):640-644.  
CHANG L,SONG LN,FENG SB. Effect of total knee arthroplasty combined with platelet-rich plasma on recovery of traumatic knee arthritis[J]. Ju Jie Shou Shu Xue Za Zhi,2020,29(8):640-644. Chinese.

[2] 莫雪晴,邹圣洁.基于 Caprini 风险评估模型的护理模式对降低脊柱术后患者 DVT 发生率的临床效果观察[J].世界最新医学信息文摘,2020,20(61):266-268.  
MO XQ,ZOU SJ. Clinical effect of nursing model based on Caprini risk assessment model on reducing the incidence of DVT in patients after spinal surgery[J]. Shi Jie Zui Xin Yi Xue Xin Xi Wen Zhai, 2020,20(61):266-268. Chinese.

[3] Nikolaeva LS,Semenov AN. Developing a highly active blood anticoagulant-a heparin complex with glutamic acid-by simulating chemical equilibria based on pH-metric data[J]. Russian J Phys Chem, 2020,92(2):381-388.

[4] 梁燕,邵永强. Caprini 风险评估模型预防下肢静脉曲张患者围术期静脉血栓栓塞症的效果观察[J].医学理论与实践,2021,(2):325-326.  
LIANG Y,SHAO YQ. A Caprini risk assessment model for prevention of perioperative venous thromboembolism in patients with varicose veins of the lower extremity[J]. Yi Xue Li Lun Yu Shi Jian, 2021,(2):325-326. Chinese.

[5] 赵艳歌,吴果果. Caprini 风险评估模型预防术后 VTE 高危人群并发肺栓塞的效果[J].河南医学研究,2021,30(3):432-434.

ZHAO YG,WU GG. A Caprini risk assessment model for the prevention of pulmonary embolism in patients at high risk of postoperative VTE[J]. He Nan Yi Xue Yan Jiu,201,30(3):432-434. Chinese.

[6] Ding D,Sekar P,Moomaw CJ,et al. Venous thromboembolism in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage:a multicenter study[J]. Neurosurgery,2019,84(6):e304-e310.

[7] Shi J,Ye J,Zhuang X,et al. Application value of Caprini risk assessment model and elevated tumor-specific D-dimer level in predicting postoperative venous thromboembolism for patients undergoing surgery of gynecologic malignancies[J]. J Obstet Gynaecol Res,2019,45(3):657-664.

[8] Al-Quray Z,Walsh J,Rodrigo B,et al. Venous thromboembolism in head and neck surgery:risk,outcome,and burden at the national level[J]. Head Neck,2019,41(2):411-422.

[9] Systematic review of thromboprophylaxis in patients having orthognathic surgery[J]. British J Oral & Maxill Surg,2020,58(4):396-403.

[10] Song CF,Shargall Y,Li H,et al. Prevalence of venous thromboembolism after lung surgery in China:a single-centre,prospective cohort study involving patients undergoing lung resections without perioperative venous thromboembolism prophylaxis[J]. Europ J Cardiothoracic Surg,2019,55(3):455-460.

[11] Luyendyk JP,Schoenecker JG,Flick MJ. The multifaceted role of fibrinogen in tissue injury and inflammation[J]. Blood,2019,133(6):511-520.

[12] 彭江南,王昊晨,张亮,等.老年髋部骨折后静脉血栓栓塞症风险预测模型的构建及预测效能[J].中南大学学报(医学版),2021,46(2):142-148.  
PENG JN,WANG HC,ZHANG L,et al. Risk prediction model for venous thromboembolism in elderly patients with hip fracture[J]. Zhong Nan Da Xue Xue Bao(Yi Xue Ban),2021,46(2):142-148. Chinese.

[13] Stephen MD,Rajani C,Anida H,et al. Utility of the DASH score after unprovoked venous thromboembolism:a single centre study [J]. British J Haemat,2019,185(3):631-633.

[14] Borjas-Howard JF,de Leeuw K,Rutgers A,et al. Risk of recurrent venous thromboembolism in autoimmune diseases:a systematic review of the literature[J]. Semi Thromb Hemost,2019,45(2):141-149.

[15] Ahmad A,Sundquist K,Palmer K,et al. Risk prediction of recurrent venous thromboembolism:a multiple genetic risk model[J]. J Thromb Thromboly,2019,47(2):216-226.

[16] Kyrle PA,Eischer L,Sinkovec H,et al. Factor XI and recurrent venous thrombosis:an observational cohort study[J]. JHT,2019,17(5):782-786.

[17] 王成光,周鹏程,邹文,等.骨科患者围术期静脉血栓栓塞症变化及其准确性评价[J].中华创伤杂志,2021,37(8):715-719.  
WANG CG,ZHOU PC,ZOU W,et al. Changes and accuracy of perioperative venous thromboembolism in orthopaedic patients [J]. Zhonghua Chuang Shang Za Zhi,2021,37(8):715-719. Chinese.

[18] Audu CO,Gordon AE,Obi AT,et al. Inflammatory biomarkers in deep venous thrombosis organization,resolution,and post-thrombotic syndrome[J]. J Vascu Surg,2020,8(2):299-305.

[19] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组,中华医学会骨科学分

- 会外固定与肢体重建学组, 中国医师协会骨科医师分会创伤专家工作委员会, 中国医师协会创伤外科医师分会创伤感染专家委员会. 中国创伤骨科患者围手术期静脉血栓栓塞症预防指南(2021)[J]. 中华创伤骨科杂志, 2021, 23(3): 185-192. Chinese Medical Association Orthopaedic Trauma Group, Chinese Medical Association Orthopaedic Society Orthopaedic Surgery and Limb Reconstruction Group, Chinese Medical Association Orthopaedic Society Trauma Expert Working Committee, Chinese Medical Association Trauma Surgeon Society Trauma Infection Expert Committee. Prevention of perioperative venous thromboembolism in orthopaedic trauma patients: a review[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2021, 23(3): 185-192. Chinese.
- [20] 朱丽筠, 王磊, 徐园, 等. 国外静脉血栓栓塞症预防研究的文献计量学分析[J]. 中华护理杂志, 2021, (12): 1906-1910. Zhu LY, WANG L, XU Y, et al. Bibliometric analysis of foreign studies on prevention of venous thromboembolism[J]. Zhonghua Hu Li Za Zhi, 2021, (12): 1906-1910. Chinese.
- [21] 刘研, 郭鑫悦, 刘文静, 等. 基于 Caprini 血栓风险评估量表的预见性护理对全膝关节置换术患者静脉血栓栓塞症的预防效果[J]. 中华现代护理杂志, 2021, 27(7): 944-948. LIU Y, GUO XY, LIU WJ, et al. Prevention of venous thromboembolism in patients undergoing total knee replacement using predictive nursing based on Caprini thrombosis risk assessment Scale [J]. Zhonghua Xian Dai Hu Li Za Zhi, 2021, 27(7): 944-948. Chinese.
- [22] 鲁楠, 朱丽, 刘倩. 关节镜手术患者静脉血栓评估及预防措施的应用现状[J]. 中国运动医学杂志, 2020, 39(2): 152-157. LU N, ZHU L, LIU Q. Evaluation and prevention of venous thrombosis in patients undergoing arthroscopic surgery [J]. Zhongguo Yun Dong Yi Xue Za Zhi, 2020, 39(2): 152-157. Chinese.
- [23] 林盼, 田凌云, 贺爱兰, 等. 静脉血栓栓塞症复发现状及风险评估工具研究进展[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29(11): 1391-1398. LIN P, TIAN LY, HE AL, et al. Recurrence of venous thromboembolism and its risk assessment tools [J]. Zhongguo Pu Tong Wai Ke Za Zhi, 2020, 29(11): 1391-1398. Chinese.
- [24] Wang H, Pei H, Ding W, et al. Risk factors of postoperative deep vein thrombosis (DVT) under low molecular weight heparin (LMWH) prophylaxis in patients with thoracolumbar fractures caused by high-energy injuries [J]. J Thromb Thrombolysis, 2020, 51(2): 397-404.
- [25] Lin CH, Chen Y, Chen B, et al. D-dimer combined with fibrinogen predicts the risk of venous thrombosis in fracture patients [J]. Emerg Med Int, 2020, 2020: 1930405.
- [26] Mansueto G, Costa D, Capasso E, et al. The dating of thrombus organization in cases of pulmonary embolism: an autopsy study [J]. BMC Cardiovasc Disord, 2019, 19(1): 250.
- [27] Darzi AJ, Karam SG, Charide R, et al. Prognostic factors for VTE and bleeding in hospitalized medical patients: a systematic review and meta-analysis [J]. Blood, 2020, 135(20): 1788-1810.

(收稿日期: 2022-08-30 本文编辑: 李宜)