

• 手术室护理 •

骨科患者术中下肢深静脉血栓风险增高的血流变化及影响因素

方敏^{1,2}, 高兴莲², 王曾妍², 柯稳², 肖潇³, 梁元元¹

摘要:目的 探讨骨科患者术中下肢深静脉血栓(DVT)风险增高的血流变化特点并分析其影响因素,为手术室护理干预提供临床指导。**方法** 选取151例骨科择期手术患者为研究对象,术中使用多普勒超声诊断仪观察下肢血流改变特征,并收集患者基本资料、手术相关资料、术前实验室检查指标等,患者手术结束24 h内采血行D-二聚体凝血功能检测。**结果** D-二聚体检测结果显示,DVT高风险患者70例(46.36%),低风险81例(53.64%)。手术结束后DVT高风险患者下肢平均血流速度、血管内径显著低于或小于低风险患者(均 $P<0.05$)。logistic回归分析显示,手术时间 >120 min、凝血酶原时间(PT) >13.1 s、术中发生低体温和术中失血量 >100 mL是骨科患者术中DVT风险增高的独立危险因素(均 $P<0.05$)。**结论** 骨科手术患者术中DVT发生风险较高,存在明显血流动力学改变。手术室护理人员需针对性地开展手术效率管理、术中低体温监测和预防、维持术中血容量稳定,有效降低骨科手术患者术中DVT发生风险。

关键词: 骨科手术; 术中; 下肢深静脉血栓; 血流动力学; 低体温; 术中失血量; 风险管理; 手术室护理

中图分类号: R472.3 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2024.10.064

Hemodynamics changes and influencing factors on risk of intraoperative DVT in orthopedic patients

Fang Min, Gao Xinglian, Wang Zengyan, Ke Wen, Xiao Xiao, Liang Yuanyuan.
School of Nursing, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Abstract: **Objective** To explore the characteristics of blood flow in orthopedic patients with increased risk of intraoperative deep venous thrombosis(DVT) and analyze relevant influencing factors, so as to provide a reference for nursing intervention in the operating room. **Methods** A total of 151 patients who underwent elective orthopedic surgery were selected as the study subjects. Doppler ultrasound diagnostic instrument was used to observe the blood flow changes in lower extremities during the operation. The basic data of patients, operation-related data and preoperative laboratory examination indexes also were collected. Blood samples were collected from the patients within 24 hours after the operation for a D-dimer coagulation test. **Results** The results of the D-dimer test showed that there were 70 patients with a high risk of DVT (46.36%) and 81 patients with a low risk (53.64%). The mean blood flow velocity and vascular diameter of the patient's lower limbs at high risk for DVT were significantly lower than those of patients at low risk after surgery($P<0.05$ for both). Multivariate analysis showed that operation time >120 min, PT >13.1 s, hypothermia and intraoperative blood loss >100 mL were independent risk factors for increased risk of intraoperative DVT (all $P<0.05$). **Conclusion** Patients undergoing orthopedic surgery are at high risk of intraoperative DVT with significant hemodynamic changes. The nursing staff in the operating room need to carry out targeted surgical efficiency management, intraoperative hypothermia monitoring and prevention, maintain intraoperative blood volume stability, and effectively reduce the risk of DVT during the surgical process.

Keywords: orthopedic surgery; intraoperative; deep vein thrombosis; hemodynamics; hypothermia; intraoperative blood loss; risk management; nursing in operating room

下肢深静脉血栓(Deep Venous Thrombosis, DVT)多发生于小腿深静脉、腘静脉等部位, DVT的形成将会导致下肢肿胀、皮肤硬化、腿部溃疡等血栓后综合征,血栓栓子一旦脱落,可随血流移动堵塞肺动脉或其分支继而形成肺栓塞,是患者围手术期死亡的重要原因之一^[1-2]。有研究表明,骨外科患者因创伤或骨折导致活动受限、手术创伤大引发血管壁损伤、术中止血带引起肢体组织缺血,骨水泥释放热量致使血管内皮损伤,

加上手术时间较长、术中出血,成为DVT发生的极高危人群,尤其以人工髌和膝关节置换术、髌部骨折手术及脊柱手术等大手术更为常见,未经预防的无症状性DVT发生率可达30%~80%^[3]。据文献报道,与DVT发生的相关因素50%存在于手术过程中,但由于手术隐匿性、高漏诊率导致多于术后住院病房中被发现或确诊^[4]。而术中血流动力学改变可警示血栓的发生,血流动力学紊乱提示血栓形成风险加剧。为此,明确术中DVT形成危险因素并采取相应预防措施对降低其发生率至关重要,而既往研究多聚焦于骨科患者术后发生原因或预防^[5-6],有关术中DVT血流动力学变化特点与影响因素研究甚少^[7]。本研究探讨手术期间术中血流动力学变化特点,旨在进一步明确导致骨科患者术中DVT风险增高的危险因素,为提升骨科手术患者护理安全提供依据。

作者单位:1. 华中科技大学同济医学院护理学院(湖北 武汉, 430030); 2. 华中科技大学同济医学院附属协和医院手术室; 3. 岳阳市中心医院手术室

方敏:女,硕士在读,护士,1315550615@qq.com

通信作者:王曾妍,13871467175@163.com

科研项目:湖北省自然科学基金项目(2021CFB444)

收稿:2023-12-19;修回:2024-02-15

1 资料与方法

1.1 一般资料 前瞻性连续纳入 2023 年 4—8 月于我院接受骨科手术的患者为研究对象。纳入标准:①年龄 ≥ 18 岁;②行骨科择期手术;③术前未确诊 DVT;④术前未长期服用抗凝或抗血小板药物;⑤意识清楚,能有效进行语言沟通并回答问题。排除标准:①术前未完善相关实验室检查;手术部位涉及双下肢或双下肢存在皮肤严重溃烂。剔除标准:术中服用肝素等抗凝药物。本研究已获得医院伦理委员会审批:[2022]伦审字(0489-01)号。入组对象均知情同意且自愿参与研究。

1.2 方法

1.2.1 调查工具 采用课题组自行设计的术中 DVT 影响因素调查表进行调查。该调查表在文献回顾基础上,由课题组共同讨论并编制 2 轮专家函询问卷,邀请 7 名临床医生、2 名麻醉医生及 9 名护理专家(本科学历 4 名,硕士及以上 14 名;均为副高及以上职称),对问卷各条目相关性进行评价与修改,最终设计形成调查表。调查表内容包括:①患者基本资料,如年龄、BMI、吸烟史、术前卧床时间、下肢创伤史和合并慢性病(高血压、糖尿病等);②手术相关资料,如手术分级、麻醉方式、ASA 分级、手术体位、手术时间、术中静脉补液量、术中收缩压较术前降低百分比、术中低血压、使用止血带、使用骨水泥、术中库血输注、术中低氧血症、术中低体温、术中出血量和大量使用肌松药(指超出正常用量);③术前实验室检查指标,如纤维蛋白原(FIB)、白细胞(WBC)、血小板(PLT)、活化部分凝血酶原时间(APTT)和凝血酶原时间(PT)。

1.2.2 资料收集方法 由经过相关培训的同 1 名研究者追踪手术进程完成所有资料的收集,确保资料收集一致性。研究者分别于麻醉开始前和手术结束时使用同一多普勒超声诊断仪行血流动力学指标检测。

表 1 手术前后两组腓静脉血流速度与血管内径比较

$M(P_{25}, P_{75})$

组别	例数	平均血流速度(cm/s)		血管内径(cm)	
		手术前	手术结束	手术前	手术结束
低风险	81	4.30(3.09, 5.65)	4.22(2.85, 5.34)	0.62(0.50, 0.78)	0.61(0.47, 0.77)
高风险	70	4.82(2.82, 5.97)	3.12(2.32, 4.12)	0.67(0.56, 0.77)	0.37(0.33, 0.46)
Z		0.577	3.439	1.139	4.940
P		0.564	0.001	0.255	<0.001

2.3 骨科手术患者术中 DVT 风险增高的单因素分析 结果显示,两组不同年龄、性别、BMI 及麻醉方式

患者取仰卧位,被检下肢略外旋、外展,使整个下肢呈松弛状态,将探头置于腓静脉处,当该血管的切面图像能够清晰显示时,检测腓静脉平均血流速度及血管内径,重复测量 3 次后取平均值记录。研究者于患者进入手术间等待时,查阅病历、询问患者以获取基本资料与术前实验室检查指标,手术相关资料经术中观察记录、查阅手术麻醉系统和手术护理系统获取。手术结束 24 h 内抽取患者外周静脉血行凝血功能检测,根据 D-二聚体判断是否处于血栓高凝状态,D-二聚体 ≥ 5 00 μg/L 纳入 DVT 高风险组, < 500 μg/L 纳入 DVT 低风险组^[8-9]。

1.2.3 统计学方法 采用 SPSS26.0 软件进行统计分析,服从正态分布的定量资料使用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 *t* 检验,非正态分布的定量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用秩和检验。定性资料以频数表示,组间比较采用 χ^2 检验。多因素分析采用 logistic 回归分析。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 骨科手术患者一般资料 共纳入 151 例骨科手术患者,男 77 例,女 74 例;年龄 53.0(40.0, 61.0)岁。手术部位涉及颈椎 6 例,锁骨 7 例,肩胛 4 例,上肢 25 例,胸椎 5 例,腰椎 20 例,髌部 14 例,下肢 56 例,足部 14 例;术中采用全身麻醉 68 例,区域神经阻滞 4 例,全身麻醉联合区域神经阻滞 79 例;有吸烟史 43 例;下肢创伤史 46 例;有慢性疾病 45 例;术中低血压 119 例;术中使用止血带 36 例;使用骨水泥 9 例;术中发生低氧血症 7 例。BMI 23.9(21.7, 25.7) kg/m², 术前卧床时间 > 3 d 者 29 例。

2.2 DVT 低风险与高风险组血流变化 151 例骨科手术患者中,DVT 高风险组 70 例(46.36%),DVT 低风险组 81 例(53.64%)。手术前后两组腓静脉血流速度与血管内径比较,见表 1。

等比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),差异有统计学意义的 8 个变量比较,见表 2。

表 2 骨科患者术中 DVT 风险增高的单因素分析

组别	例数	手术时间[<i>min</i> , $M(P_{25}, P_{75})$]	术中静脉补液量 [<i>mL</i> , $M(P_{25}, P_{75})$]	PT [<i>s</i> , $M(P_{25}, P_{75})$]	术中收缩压较术前 降低(%、 $\bar{x} \pm s$)	术中库血输注(例)		术中低体温(例)		术中出血量(例)		术中大量使用肌松药(例)	
						无	有	否	是	≤100 mL	>100 mL	否	是
低风险	81	74.0(50.0, 108.0)	1 000.0(800.0, 1 500.0)	12.7(12.3, 13.1)	25.3 ± 9.5	77	4	40	41	75	6	77	4
高风险	70	111.5(70.0, 190.0)	1 240.0(1 000.0, 1 925.0)	12.9(12.5, 13.5)	28.8 ± 10.5	57	13	19	51	44	26	60	10
统计量		Z = 4.161	Z = 2.749	Z = 2.419	<i>t</i> = 2.121	$\chi^2 = 6.986$		$\chi^2 = 7.802$		$\chi^2 = 19.880$		$\chi^2 = 3.900$	
P		<0.001	0.006	0.016	0.036	0.008		0.005		<0.001		0.048	

2.4 骨科手术患者术中 DVT 风险增高的多因素分析

以是否发生术中 DVT 高风险为因变量(否=0,是=1),将单因素分析有统计学意义的 8 个变量纳入 logistic 回归分析,通过受试者操作特征曲线确定最佳临界值,将连续变量转换为分类变量。采用向前逐步法确定危险因素。结果显示:手术时间(≤ 120 min=0, >120 min=1)、PT(≤ 13.1 s=0, >13.1 s=1)、术中出血量(≤ 100 mL=0, >100 mL=1)、术中低体温(否=0,是=1)是骨科患者术中 DVT 风险增高的独立危险因素,见表 3。Hosmer-Lemeshow 检验结果显示, $\chi^2=1.348, P=0.969$;模型系数综合检验结果显示, $\chi^2=45.399, P<0.001$,拟合度较好。

表 3 骨科患者术中 DVT 风险增高的 logistic 回归分析($n=151$)

变量	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
常量	-1.844	0.394	21.942	<0.001	0.158	
手术时间	1.423	0.449	10.026	0.002	4.419	1.720~10.011
PT	1.129	0.413	7.482	0.006	3.092	1.377~6.941
术中失血量	1.692	0.540	9.833	0.002	5.431	1.886~15.638
术中低体温	0.906	0.401	5.099	0.024	2.475	1.127~5.435

3 讨论

3.1 骨科人体手术过程中下肢血流动力学分析

正常情况下,人体血液在血管内以层流形式流动,血管中分布着血液成分物质和一定的血液流速、血流量,是生理状况下降低血栓形成风险的血流动力学基础^[10]。本研究发现,骨科术中 DVT 高风险患者手术期间腘静脉血流速度、管腔内径显著低于低风险患者(均 $P<0.05$)。分析其原因,手术创伤刺激造成医源性软组织受损,血管内皮损伤,且通过作用于静脉腔内压力感受器,血管出现反射性收缩,增大血管腔内阻力,降低腘静脉血流速度,是导致血流动力学发生改变的重要原因^[11]。另一方面,血栓高风险患者的血管内径缩小更为明显,这可能是由于术中微血栓附着在血管内皮细胞后,患者出现血管内膜炎症导致血管内膜增厚^[12],从而导致血管通道变狭窄;同时,缩小的管腔使血流阻力增大,进一步降低静脉血流速度。因此,手术室护理人员需对 DVT 高风险手术患者积极实施相应预防措施,如抬高下肢,防止血液滞留,促进下肢血液回流;肢体约束避免过紧,阻止小腿血液回流。另有研究发现,手术过程中通过采取间歇气动压力装置、足底静脉泵等物理预防措施可促进静脉血液回流,增加回流速度^[13-14],对于术前明确 DVT 高风险患者可遵医嘱使用,以有效降低术中 DVT 形成的风险。

3.2 骨科手术患者术中 DVT 危险因素分析

3.2.1 手术时间越长 DVT 风险越大

手术时间已被证明是影响患者术后 DVT 的重要危险因素。本研究结果显示,手术时间 ≥ 120 min 的骨科手术患者,术中 DVT 风险增加 4.419 倍,与夏菲霞等^[15]的研究结果类似。主要是由于手术和麻醉时间延长,术中使用肌

松药维持手术者操作顺利,导致周围血管血流缓慢和淤积,增加了血液中微小血栓聚集。另一方面,骨科手术以开放术式为主,手术通常需要使用骨螺钉、钢板等结构支撑进行内固定,人工关节、人工植骨材料等修复或替代受损的骨组织,整个手术操作对患者机体创伤较大,长时间手术导致炎症和氧化应激水平显著增加,促使术中 DVT 形成的风险增高^[16]。此外,骨科手术时患者的下肢多呈内旋、内收、屈膝等体位状态,使血管较长时间受到旋转和牵拉,易导致血管壁损伤,手术时间的延长进一步加重了血栓风险。因此,在保证手术安全有效的前提下,主刀医生需带领手术团队提高手术效率,缩短手术时间;手术室护士及麻醉医师应充分评估手术患者,做好术前各项准备工作,熟练掌握理论知识与器械相关操作技能,确保术中准确、高效配合医生操作,缩短手术与麻醉时间,最大限度降低患者术中 DVT 风险。

3.2.2 PT 延长患者术中 DVT 风险增大

PT 可反映机体外源性凝血系统是否正常,当外源性和共同凝血途径中凝血因子缺乏或受抑制会导致 PT 延长,是围手术期抗凝状态和抗凝药物治疗效果监测的重要指标^[17]。本研究中,骨科手术高风险患者表现为 PT 延长,这可能与凝血因子的消耗有关,致使外源性凝血因子出现障碍,与 Yu 等^[18]的研究结论类似。有研究发现,PT 联合 D-二聚体检查结果对 DVT 显示出较高的临床诊断意义^[19]。综合以上研究结果,关注骨科手术患者术前 PT 尤为重要,其反映了血液黏滞性、浓稠性等血液状态,可对术中预测及监测 DVT 形成风险显示出重要价值。本研究中,当骨科手术患者 PT >13.1 s 时,医护人员须警惕术中 DVT 风险的增高,并采取针对性预防措施。

3.2.3 术中低体温患者 DVT 风险增大

本研究结果显示,术中低体温是导致患者术中 DVT 风险增高的独立危险因素,与 Li 等^[20]研究结果相似。分析其原因,骨科手术多采用开放术式,术中体表暴露面积大、体腔冲洗或补液输注大量常温液体时,需吸收患者身体热量,其热量消耗程度增加,体温降低引发的低体温会导致机体凝血功能障碍^[21],主要表现为组织因子释放使血液黏滞度增加,同时血容量减少,血流速度降低,静脉淤滞,使术中 DVT 形成的风险增加。此外,骨科手术需在千级、万级甚至百级手术洁净间进行,术间空气洁净系统送风使空气产生快速对流、换气,导致患者机体的散热增加^[22],更易发生术中低体温,从而导致骨科患者术中 DVT 风险随之增大。研究证实,通过术中综合保温措施和主动升温策略干预术中低体温事件的发生,可有效降低术中 DVT 风险^[23]。因此,应提高手术室护理人员对术中低体温预防的重视程度,实施低体温评估监测、术间环境温度调节、冲洗液加温、静脉输注加温、体表加温等综合干预措施,降低术中低体温对 DVT 的影响。

3.2.4 术中失血量越大 DVT 风险越大 研究显示,骨科手术出血除手术部位切口外,隐性失血约占总失血量的 60%,高出血风险增加患者围术期并发症和经济压力^[24]。高能损伤性骨折切开复位、髌膝关节置换等复杂手术通常伴随着术中较多出血,引起机体产生应激反应,交感神经兴奋和垂体-肾上腺皮质活动加强,增加了血液中血小板和凝血因子,从而使血小板粘附和聚集能力加强,为凝血提供了一定的物质基础。此外,骨科手术过程中深静脉易受牵拉,静脉壁损伤为术中血栓的形成创造条件;关节腔、肌肉渗血及局部水肿压迫使静脉血液回流受阻,术中 DVT 风险增大。临床应完善术前血常规、凝血功能检查,详细评估患者情况,以筛选出术中具有出血高危倾向的患者,并给予针对性处理。其次,骨科手术出血与医生手术操作技术等因素相关,医生在手术时应做到精细化操作,防止误伤重要血管,尽量减少出血创面,护士须配合采用合理的止血措施。此外,还可采用术中常规备血、自体血回输及切口局部使用促凝血药物等应对策略,降低 DVT 发生风险。

4 结论

本研究发现,骨科患者手术期间腘静脉血流速度变缓慢、血管内径缩窄,为术中 DVT 高风险创造了条件,而手术时间、PT、术中低体温和术中失血量是导致术中 DVT 风险增高的独立影响因素。临床医护人员应及时识别术中 DVT 高危人群,并采取集束化护理措施和管理策略,降低术中 DVT 发生风险。本研究是通过术后 24 h 内的 D-二聚体判断 DVT 风险,未使用多普勒超声检查或静脉造影明确诊断,在今后的研究中将继续完善。

参考文献:

[1] 赵纪春,邱贵兴,裴福兴,等.骨科大手术加速康复围术期静脉血栓栓塞症防治专家共识[J].中华骨与关节外科杂志,2022,15(10):754-762.

[2] Duffett L. Deep venous thrombosis[J]. Ann Intern Med, 2022,175(9):C129-C144.

[3] Lee S Y, Ro D H, Chung C Y, et al. Incidence of deep vein thrombosis after major lower limb orthopedic surgery:analysis of a nationwide claim registry[J]. Yonsei Med J, 2015,56(1):139-145.

[4] O'Meara P M, Kaufman E E. Prophylaxis for venous thromboembolism in total hip arthroplasty:a review[J]. Orthopedics, 1990,13(2):173-178.

[5] 黄蓉,袁青,屈万明,等.老年骨科 Caprini 风险评估高危患者静脉血栓预防护理[J].护理学杂志,2021,36(15):36-38.

[6] 米元元,陈婷,周英凤,等.脊柱外科术后患者深静脉血栓预防及管理的最佳证据总结[J].中华护理杂志,2019,54(2):288-294.

[7] 牛艳丽,李晓妍,周宇.血流动力学联合血清检测在老年下肢深静脉血栓中的临床意义[J].安徽医药,2023,27(4):742-746.

[8] Kakkos S K, Gohel M, Baekgaard N, et al. Editor's Choice:

European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2021 clinical practice guidelines on the management of venous thrombosis [J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2021,61(1):9-82.

[9] Chopard R, Albertsen I E, Piazza G. Diagnosis and treatment of lower extremity venous thromboembolism:a review[J]. JAMA, 2020,324(17):1765-1776.

[10] Masuda E M, Kessler D M, Kistner R L, et al. The natural history of calf vein thrombosis:lysis of thrombi and development of reflux[J]. J Vasc Surg, 1998,28(1):67-73.

[11] Myers D D Jr. Pathophysiology of venous thrombosis[J]. Phlebology, 2015,30(1 Suppl):7-13.

[12] Line B R. Pathophysiology and diagnosis of deep venous thrombosis[J]. Semin Nucl Med, 2001,31(2):90-101.

[13] 范志英,谢素丽,潘文文,等.骨科大手术中物理预防患者深静脉血栓的研究进展[J].护理学杂志,2021,36(12):102-105.

[14] 陈黎敏,葛建林,叶红,等.胫后神经电刺激对后路腰椎椎间融合术患者术中下肢深静脉血流速度的影响[J].中华物理医学与康复杂志, 2020,42(8):747-749.

[15] 夏菲霞,潘亚娟,李海霏,等.老年髌部骨折患者术中发生静脉血栓栓塞的危险因素及预测分析[J].血管与腔内血管外科杂志,2022,8(9):1124-1129.

[16] Colling M E, Tourdot B E, Kanthi Y. Inflammation, infection and venous thromboembolism[J]. Circ Res, 2021,128(12):2017-2036.

[17] Kamal A H, Tefferi A, Pruthi R K. How to interpret and pursue an abnormal prothrombin time, activated partial thromboplastin time, and bleeding time in adults[J]. Mayo Clin Proc, 2007,82(7):864-873.

[18] Yu R, Nansubuga F, Yang J, et al. Efficiency and safety evaluation of prophylaxes for venous thrombosis after gynecological surgery [J]. Medicine (Baltimore), 2020,99(25):e20928.

[19] 李丽丽,刘洋,屠海霞,等. D-二聚体联合凝血四项指标对下肢深静脉血栓的诊断价值[J].血管与腔内血管外科杂志,2022,8(7):856-860.

[20] Li L, Huang J, Chen X, et al. A retrospective analysis of the postoperative effect of intraoperative hypothermia on deep vein thrombosis after intracranial tumor resection [J]. World Neurosurg, 2022,167:e778-e783.

[21] Akers J L, Dupnick A C, Hillman E L, et al. Inadvertent perioperative hypothermia risks and postoperative complications:a retrospective study[J]. AORN J, 2019,109(6):741-747.

[22] 柯稳,高兴莲,余文静.成人术中低体温发生风险预测工具和风险因素深度研究进展[J].护士进修杂志,2022,37(22):2066-2071.

[23] 袁琳琳,喻晓芬,江瑾.无线连续性体温监测对老年开腹手术患者术中低体温及凝血功能障碍的预防[J].中国预防医学杂志,2019,20(8):703-706.

[24] Liu X, Zhang X, Chen Y, et al. Hidden blood loss after total hip arthroplasty [J]. J Arthroplasty, 2011,26(7):1100-1105.