

腰椎退行性疾病术后下肢深静脉血栓形成特点及危险因素分析

孙伯林^{1,2,3}, 熊绪^{1,2}, 钟彦鑫^{1,2}, 刘宇^{1,2}, 杜浏学^{1,2}, 陶腾辉^{1,2}, 黄山虎^{1,2}, 刘志礼^{1,2}, 刘家明^{1,2*}

¹南昌大学第一附属医院骨科, 江西南昌 330006; ²脊柱脊髓系统疾病江西省重点实验室, 江西南昌 330006; ³鄂州市中心医院骨科, 湖北鄂州 436000

[中图分类号] R687 [文献标志码] A [DOI] 10.11855/j.issn.0577-7402.1125.2025.0423

[声明] 本文所有作者声明无利益冲突

[引用本文] 孙伯林, 熊绪, 钟彦鑫, 等. 腰椎退行性疾病术后下肢深静脉血栓形成特点及危险因素分析[J]. 解放军医学杂志, 2025, 50(9): 1117-1121.

[收稿日期] 2024-07-24

[录用日期] 2024-12-29

[上线日期] 2025-04-23

[摘要] 目的 分析腰椎退行性疾病术后下肢深静脉血栓形成(DVT)的特点及相关危险因素。方法 回顾性分析2022年10月1日—2023年4月15日于南昌大学第一附属医院因腰椎退行性疾病住院, 并接受腰椎手术治疗的298例患者的临床资料。根据术后1周内是否发生下肢DVT分为DVT组($n=71$)与非DVT组($n=227$)。分析术后DVT的发生率、分布特点, 采用单因素及二元logistic回归分析DVT发生的危险因素, 通过受试者操作特征(ROC)曲线计算相关危险因素的截断值。结果 298例中, 男159例(53.4%), 女139例(46.6%), 年龄(64.5 ± 9.8)岁。71例发生DVT, 发生率为23.8%。DVT组中肌间静脉血栓49例(69.0%), 其他血栓22例(腓静脉血栓7例, 胫后静脉血栓4例, 股总静脉血栓3例, 胫前静脉血栓1例, 多发性血栓7例); 单侧下肢DVT 58例(81.7%), 双侧下肢DVT 13例(18.3%)。单因素分析结果显示, 年龄、体重指数(BMI)、住院时间、高血压病史、手术时间及术中出血量与腰椎退行性疾病术后下肢DVT的发生有关($P<0.05$)。二元logistic回归分析结果显示, 年龄大($OR=1.079, P<0.01$)、BMI高($OR=1.130, P=0.01$)、高血压病史($OR=2.992, P<0.01$)和术中失血量大($OR=1.002, P=0.03$)是下肢DVT发生的独立危险因素。ROC曲线分析显示, 年龄 >58.5 岁、BMI >24.01 kg/m²、高血压病史、术中失血量 >550 ml的腰椎退行性疾病患者术后下肢DVT的发生风险明显增加。结论 腰椎退行性疾病术后下肢DVT发生率高, 以肌间静脉血栓多见; 年龄大、BMI高、高血压病史、术中失血量大是术后下肢DVT发生的独立危险因素。

[关键词] 腰椎退行性疾病; 下肢深静脉血栓; 危险因素; 术后并发症

Characteristics and risk factors of postoperative lower extremity deep vein thrombosis in patients with lumbar degenerative diseases

Sun Bo-Lin^{1,2,3}, Xiong Xu^{1,2}, Zhong Yan-Xin^{1,2}, Liu Yu^{1,2}, Du Liu-Xue^{1,2}, Tao Teng-Hui^{1,2}, Huang Shan-Hu^{1,2}, Liu Zhi-Li^{1,2}, Liu Jia-Ming^{1,2*}

¹Department of Orthopedic Surgery, the First Affiliated Hospital of Nanchang University, Nanchang, Jiangxi 330006, China

²Jiangxi Provincial Key Laboratory of Spine and Spinal Cord Diseases, Nanchang, Jiangxi 330006, China

³Department of Orthopaedic Surgery, Ezhou Central Hospital, Ezhou, Hubei 436000, China

*Corresponding author, E-mail: liujiamingdr@hotmail.com

This work was supported by the Science and Technology Project of Jiangxi Provincial Health Commission (202410014), and the Key Research and Development Program of Jiangxi Province (20223BBG71S02)

[Abstract] **Objective** To analyze the characteristics and risk factors associated with postoperative deep vein thrombosis (DVT) of the lower extremities in patients undergoing surgery for lumbar degenerative diseases. **Methods** A retrospective analysis was conducted on clinical data from 298 patients who were hospitalized for lumbar degenerative diseases and underwent lumbar spine

[基金项目] 江西省卫健委科技计划项目(202410014); 江西省重点研发计划项目(20223BBG71S02)

[作者简介] 孙伯林, 硕士研究生, 主要从事脊柱外科方面的临床研究

[通信作者] 刘家明, E-mail: liujiamingdr@hotmail.com

surgery treatment in the First Affiliated Hospital of Nanchang University from October 1, 2022 to April 15, 2023. Patients were divided into DVT group ($n=71$) and non-DVT group ($n=227$) according to whether DVT of the lower limbs occurred within 1 week postoperatively. The incidence and distribution characteristics of postoperative DVT were analyzed. Univariate and binary logistic regression analyses were performed to identify risk factors for DVT, and receiver operating characteristic (ROC) curves were used to determine cut-off values for relevant risk factors. **Results** A total of 298 patients were included, among whom 159 were males (53.4%) and 139 were females (46.6%), with an average age of (64.5 ± 9.8) years. DVT occurred in 71 patients, and the incidence of lower extremity DVT was 23.8%. In the DVT group, there were 49 cases (69.0%) of intermuscular vein thrombosis, and 22 cases of other types of thrombosis (7 cases of peroneal vein thrombosis, 4 cases of posterior tibial vein thrombosis, 3 cases of common femoral vein thrombosis, 1 case of anterior tibial vein thrombosis, and 7 cases of multiple thrombosis); 58 cases (81.7%) had DVT in one lower extremity, and 13 cases (18.3%) had DVT in both lower extremities. Univariate analysis results showed that age, body mass index (BMI), length of hospital stay, history of hypertension, operative time, and intraoperative blood loss were associated with the occurrence of lower extremity DVT after surgery for lumbar degenerative diseases ($P<0.05$). Binary logistic regression analysis results indicated that older age ($OR=1.079, P<0.01$), higher BMI ($OR=1.130, P=0.01$), history of hypertension ($OR=2.992, P<0.01$), and larger intraoperative blood loss ($OR=1.002, P=0.03$) were independent risk factors for the occurrence of lower extremity DVT. ROC curve analysis demonstrated that patients with age >58.5 years, BMI >24.01 kg/m², history of hypertension, and intraoperative blood loss >550 ml had a significantly increased risk of postoperative lower limb DVT. **Conclusions** The incidence of lower extremity DVT after surgery for lumbar degenerative disease is high, and intermuscular venous thrombosis is more common. Older age, higher BMI, history of hypertension, and larger intraoperative blood loss are independent risk factors for the occurrence of lower extremity DVT after surgery.

[Key words] lumbar degenerative diseases; lower extremity deep vein thrombosis; risk factors; postoperative complications

腰椎退行性疾病患者接受腰椎减压手术后, 由于手术打击和长期卧床, 易引起一系列并发症^[1]。其中, 下肢深静脉血栓形成(deep vein thrombosis, DVT)是一种较为常见的术后并发症。由于炎症反应、组织因子释放及手术相关的疼痛和应激反应可诱发血液高凝状态, 同时慢性炎症刺激可能导致静脉内皮损伤, 激活凝血因子, 促进血栓形成^[2]。此外, 由于术后长期卧床和活动受限, 容易导致静脉回流减慢和局部血流瘀滞, 为血栓的形成创造了有利条件。这些因素共同作用, 使腰椎退行性疾病患者成为术后DVT发生的高危群体。DVT进一步发展可能导致肺栓塞, 甚至危及生命^[3-4]。Park等^[5]对大规模手术患者进行长期随访发现, 腰椎术后下肢DVT的发生率为2.09%。Zhang等^[1]也发现, 腰椎术后早期DVT的发生率为2.39%。随着我国对术后下肢DVT预防的重视及围手术期下肢静脉彩色多普勒超声(color doppler ultrasound, CDUS)等检查的普及, 发现腰椎术后发生下肢DVT并非可以忽略的小概率事件。另外, 既往研究也发现, 腰椎术后DVT形成与患者年龄、体重指数(body mass index, BMI)、手术方式、手术时间等多种因素密切相关^[1,6]。然而, 对于各危险因素截断值的研究报道较少, 且差异较大。本研究拟通过回顾性病例分析探讨腰椎退行性疾病患者术后下肢DVT的形成特点及其危险因素, 并计算各危险因素的截断值, 为临床预防DVT形成提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象 收集2022年10月1日—2023年4月

15日于南昌大学第一附属医院因腰椎退行性疾病住院并接受腰椎手术治疗的298例患者的临床资料进行回顾性分析。纳入标准:(1)入院诊断为“腰椎间盘突出症”“腰椎管狭窄症”“腰椎滑脱”;(2)年龄 >18 岁;(3)接受腰椎减压手术治疗(包括融合手术和非融合手术)。排除标准:(1)术前存在下肢静脉疾病;(2)术前已确诊下肢DVT;(3)术前存在凝血功能障碍, 包括遗传性凝血功能缺陷(如血友病、凝血因子V缺陷)、抗磷脂综合征或继发性凝血功能异常(如肝功能严重损伤或肾病综合征);(4)术后出现神经系统并发症, 导致下肢活动障碍;(5)合并其他部位骨折;(6)术前1个月内使用影响凝血功能的药物(如华法林、阿司匹林等);(7)合并恶性肿瘤^[7]。根据患者术后1周内是否发生下肢DVT分为DVT组($n=71$)与非DVT组($n=227$)。本研究经南昌大学第一附属医院伦理委员会审批(IIT[2024]临伦审第552号)。

1.2 临床资料采集 收集两组患者的性别、年龄、BMI、内科病史、手术方式、手术时间、术中失血量、术后1周血清D-二聚体水平、血小板计数及血栓类型等临床资料。术后血清D-二聚体水平采用酶联免疫吸附法(ELISA)测定。采集术后1周内血清D-二聚体数据时, 对于接受多次检测的患者, 取最高值。

1.3 下肢DVT诊断方法 CDUS对于诊断下肢DVT具有较高的敏感度和特异度, 是疑似DVT的首选诊断方法^[8]。本研究所有患者术前及术后1周内均完善CDUS检查。

1.4 观察指标 (1)分析腰椎退行性病变术后下肢

DVT的发生率、分布特点及相关危险因素；(2)对各项变量进行单因素分析，筛选可能与术后下肢DVT发生相关的因素。对单因素分析中 $P<0.05$ 的变量进行二元logistic回归分析，确定下肢DVT发生的独立危险因素。采用受试者操作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析相关危险因素的预测效能，并通过约登指数(Youden's index)确定最佳截断值。

1.5 统计学处理 采用SPSS 27.0软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示，符合正态分布者两组间比较采用 t 检验；不符合正态分布者两组间比较采用Mann-Whitney U 检验；计数资料以例(%)表示，两组间比较采用 χ^2 检验，当样本量较小或者某些单元格的期望频数 <5 时采用Fisher's精确检验。所有统计检验均为双侧检验， $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况 298例患者中，男159例(53.4%)，女139例(46.6%)，男女比例为1.14:1；年龄22~94(64.5 \pm 9.8)岁。术后下肢DVT发生率为23.8%(71/298)。DVT组中血栓类型包括肌间静脉血栓49例(69.0%)；腓静脉血栓7例(9.9%)；胫后静脉血栓4例(5.6%)；股总静脉血栓3例(4.2%)；胫前静脉血栓1例(1.4%)；多发性血栓7例(9.9%)。其中，单侧下肢DVT 58例(81.7%)，双侧下肢DVT 13例(18.3%)；下肢近端DVT 59例(83.1%)，下肢远端DVT 12例(16.9%)。

2.2 术后下肢DVT发生的单因素分析 单因素分析结果显示，年龄、BMI、住院时间、高血压病史、手术时间及术中失血量与腰椎退行性疾病术后下肢DVT的发生有关($P<0.05$ ，表1)。

2.3 术后下肢DVT发生的二元logistic回归分析 对单因素分析中 $P<0.05$ 的变量(高血压病史赋值：有=1，无=0；年龄、BMI、住院时间、手术时间和术中失血量为连续变量)进行二元logistic回归分析，结果显示，年龄大($OR=1.079$ ， $P<0.01$)、BMI高($OR=1.130$ ， $P=0.01$)、高血压病史($OR=2.992$ ， $P<0.01$)和术中失血量($OR=1.002$ ， $P=0.03$)是腰椎退行性疾病术后下肢DVT发生的独立危险因素(表2)。

2.4 ROC曲线分析及最佳截断值计算 当约登指数最大时，通过ROC曲线测定年龄的最佳截断值为58.5岁，曲线下面积(AUC)为0.705(95%CI 0.643~0.768， $P<0.05$)，敏感度为0.859，特异度为0.476，即当年龄 >58.5 岁时，术后下肢DVT的发生风险明显增加。BMI的最佳截断值为24.01 kg/m²，AUC为0.660(95%CI 0.584~0.736， $P<0.05$)，敏感度为0.690，特异度为0.643，即当BMI >24.01 kg/m²时，术后下肢

表1 腰椎退行性疾病患者术后下肢DVT发生的单因素分析结果

Tab. 1 Univariate analysis results of postoperative lower limb DVT in patients with lumbar degenerative diseases

因素	非DVT组 (n=227)	DVT组 (n=71)	χ^2/t	P
性别[例(%)]			0.62	0.43
男	124(54.6)	35(49.3)		
女	103(45.4)	36(50.7)		
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	59.8 \pm 11.8	68.6 \pm 9.0	5.78	<0.01
BMI(kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	23.2 \pm 3.2	24.9 \pm 3.4	3.89	<0.01
入院诊断[例(%)]			2.84	0.24
腰椎滑脱	50(22.0)	17(23.9)		
腰椎间盘突出症	132(58.1)	34(47.9)		
腰椎管狭窄症	45(19.8)	20(28.2)		
住院时间(d)	13.6 \pm 5.0	15.9 \pm 7.4	2.93	<0.01
高血压病史[例(%)]			4.82	0.03
有	76(19.7)	34(47.9)		
无	151(80.3)	37(52.1)		
吸烟史[例(%)]			0.10	0.75
有	22(9.7)	6(8.5)		
无	205(90.3)	65(91.5)		
饮酒史[例(%)]			0.02	0.90
有	17(7.5)	5(7.0)		
无	210(92.5)	66(93.0)		
手术方式[例(%)]			0.19	0.67
后路开放融合	172(75.8)	52(72.3)		
微创手术	55(24.2)	19(26.8)		
手术时间(min, $\bar{x}\pm s$)	178.3 \pm 51.6	206.7 \pm 87.3	3.37	<0.01
术中失血量(ml, $\bar{x}\pm s$)	332.6 \pm 163.3	505.1 \pm 452.6	4.84	<0.01
术后D-二聚体(mg/L, $\bar{x}\pm s$)	1.34 \pm 1.63	1.62 \pm 2.24	1.15	0.25
术后血小板计数($\times 10^9/L$, $\bar{x}\pm s$)	187.5 \pm 43.6	174.9 \pm 62.4	1.90	0.06

DVT. 深静脉血栓形成；BMI. 体重指数

表2 腰椎退行性疾病患者术后下肢DVT发生的二元logistic回归分析结果

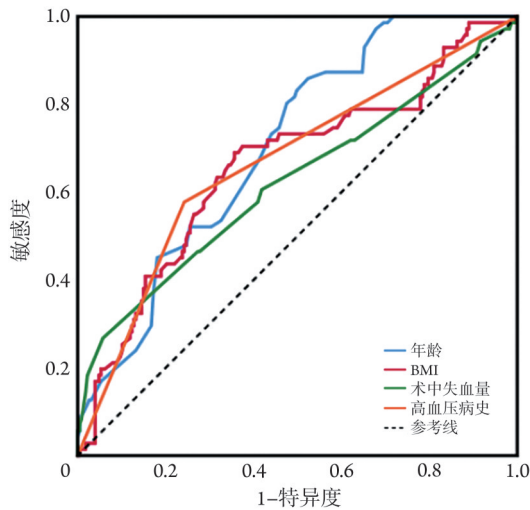
Tab. 2 Binary logistic regression analysis results of postoperative lower limb DVT in patients with lumbar degenerative diseases

变量	β	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
年龄	0.076	0.017	20.703	1.079	1.044~1.115	<0.01
BMI	0.122	0.047	6.694	1.130	1.030~1.240	0.01
住院时间	0.048	0.027	3.254	1.049	0.996~1.106	0.07
高血压病史	1.096	0.322	11.591	2.992	1.592~5.623	<0.01
手术时间	0.001	0.003	0.120	1.001	0.995~1.007	0.73
术中失血量	0.002	0.001	5.042	1.002	1.000~1.004	0.03

DVT. 深静脉血栓形成；BMI. 体重指数

DVT的发生风险明显增加。术中失血量的最佳截断值为550 ml，AUC为0.622(95%CI 0.540~0.703， $P<0.05$)，敏感度为0.268，特异度为0.943，即当术中失血量

>550 ml时, 术后下肢DVT的发生风险明显增加。高血压病史的AUC为0.668(95%CI 0.592~0.743, $P<0.05$) (图1)。



ROC. 受试者操作特征; BMI. 体重指数; DVT. 深静脉血栓形成
图1 年龄、BMI、术中失血量及高血压病史对术后下肢DVT预测能力的ROC曲线分析

Fig.1 ROC curve analysis of age, BMI, intraoperative blood loss, and history of hypertension for predicting postoperative lower limb DVT

3 讨论

术后下肢DVT是一种严重的手术并发症^[9]。深入研究腰椎术后DVT发生的原因及其危险因素, 对于减少手术并发症、提高患者术后生活质量具有重要意义。本研究发现, 腰椎退行性疾病术后下肢DVT的发生率为23.8%, 明显高于既往文献报道的脊柱术后下肢DVT发生率(0.18%~2.82%)^[1,10-12]。下肢CDUS检查是诊断DVT的金标准^[13], 但既往文献中并非所有接受腰椎手术的患者都常规行下肢CDUS检查。而本研究中, 所有患者术前、术后1周内均常规行下肢CDUS检查, 这可能是本研究DVT发生率明显高于既往文献报道的原因。

本研究中, 下肢DVT发生部位以近端为主(83.1%, 59/71), 且DVT类型大多数为肌间静脉血栓(69.0%, 49/71)。Ma等^[7]发现, 108例下肢DVT患者中远端DVT 89例(82.4%), 且最多见的DVT类型是腓静脉血栓(56.2%, 109/194)。本研究结果与之不同, 分析原因可能为: (1)研究对象不同, 本研究对象为腰椎退行性疾病患者, 而Ma等^[7]的研究对象为脊柱骨折患者; (2)患者年龄、手术方式等存在差异, 这对下肢DVT的发生也存在影响。

术前及术中因素对患者腰椎术后下肢DVT的发生具有重要影响^[14]。本研究发现, 年龄、高血压病

史、BMI和术中失血量是腰椎术后下肢DVT发生的独立危险因素。Sato等^[11]发现, 年龄>80岁与DVT的发生率明显相关。本研究发现, 当年龄>58.5岁时, 术后下肢DVT的发生风险明显增加(敏感度为0.859, 特异度为0.476)。Peng等^[15]对骨折患者术后发生下肢DVT的危险因素进行分析, 发现年龄的截断值为55.5岁, 与本研究结果相似。年龄增长可导致血管壁硬化及弹性降低, 增加了静脉血栓形成的可能性。老年患者血液黏稠度增加, 同时血液纤维蛋白原水平升高, 可促进血栓形成。术后高龄患者可能更倾向于长时间卧床, 进一步增加了静脉淤滞的风险。因此, 对于年龄>58.5岁的腰椎退行性疾病患者, 术前需充分评估其凝血功能, 术后加强抗凝干预和早期活动的指导, 同时定期监测DVT的发生。

在腰椎退行性疾病手术患者中, 高血压可能与DVT的发生存在相关性。高血压可导致血管内皮功能受损和血管壁的慢性炎症反应, 增加血管壁的脆弱性, 为血栓形成提供了基础条件。高血压患者往往存在血液高黏滞性状态, 可促进血栓形成。高血压导致的微循环障碍可使静脉血流速度减慢, 为DVT的形成提供了有利条件^[16-17]。Wang等^[18]发现, 高血压病史是脊柱术后下肢DVT形成的危险因素。本研究发现, DVT组中合并高血压病史的比例明显高于非DVT组($P=0.03$)。为了降低腰椎退行性疾病术后患者DVT的发生率, 在围手术期应对高血压患者进行严格的血压监测和管理, 目标为将血压控制在合理范围内(<140/90 mmHg), 以改善血管内皮功能和降低血栓形成的风险。对于高风险患者(如高血压合并肥胖), 建议术后早期使用抗凝药物。

BMI与患者术后下肢静脉血栓的形成呈正相关^[19], 本研究BMI截断值为24.01 kg/m², 与Yang等^[20]在骨折患者中得出的24.73 kg/m²类似。肥胖患者的腹腔脂肪堆积可增加下肢静脉回流的阻力, 导致血流淤滞。肥胖通常伴随慢性低度炎症状态, 促进了凝血因子的活化及血栓形成。肥胖患者术后恢复过程中活动能力可能更差, 增加了DVT形成的风险。因此, 建议对于BMI>24.01 kg/m²的腰椎退行性疾病患者, 术前有条件时可减轻体重, 术后监测并采取积极的预防措施, 如抗凝治疗或穿戴压力袜。同样, 杨晨等^[21]的研究也发现, BMI≥24 kg/m²为骨科患者术后下肢DVT形成的独立危险因素。因此, BMI高的腰椎退行性改变患者, 术后应早期使用间歇性充气压迫装置或穿戴梯度压力弹力袜, 促进下肢静脉血流循环。

术中失血量大可能导致凝血因子的消耗和血液稀释性凝血障碍, 继而引发反应性高凝状态。失血

量增加可引起组织因子的释放,进一步激活凝血系统,增加血栓形成的风险。建议术中失血量大的腰椎退行性疾病患者术后密切监测D-二聚体水平,并尽早进行下肢超声筛查。本研究发现,术中失血量的最佳截断值为550 ml, AUC为0.622,在550 ml截断值下特异度较高(0.943),但敏感度较低(0.268)。Ren等^[22]发现,术中失血量是股骨干骨折患者术后下肢DVT发生的独立危险因素,其截断值也为550 ml,与本研究结果类似。由此可见,对于不同手术类型的患者,术中失血量大均会增加术后下肢DVT形成的风险。加强对术中失血量的实时监测,特别是失血量大的患者,应引起高度警惕,提前准备血液制品,预防血液凝固功能异常。术中失血量较大的患者术后应密切监测D-二聚体水平,术后早期进行下肢CDUS检查,及时发现DVT并进行早期干预。

本研究存在的不足之处:(1)为单中心回顾性研究,可能存在选择偏倚,结果的普适性可能受到一定限制;(2)回顾性研究存在部分缺失值,尽管在统计分析时采用了合适的缺失值填补方法(如多重插补法),避免因缺失数据导致的偏倚影响结果的可靠性,但仍可能对分析结果产生影响;(3)未能对手术方式等进行严格的亚组分析,可能存在不同手术方式对DVT发生影响的潜在差异。

综上所述,本研究结果显示,腰椎退行性疾病术后下肢DVT的发生率高达23.8%,以近端DVT为主,DVT最常见的类型是肌间静脉血栓;年龄大、BMI高、高血压病史及术中失血量大是腰椎术后下肢DVT形成的独立危险因素,特别是年龄>58.5岁、BMI>24.01 kg/m²、有高血压病史及术中失血量>550 ml的患者更应引起注意。

【参考文献】

- [1] Zhang H, Weng H, Yu K, *et al.* Clinical risk factors and perioperative hematological characteristics of early postoperative symptomatic deep vein thrombosis in posterior lumbar spinal surgery[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2021, 46(19): E1042-E1048.
- [2] 宋景春,王岗,房云海,等.重症患者凝血酶原复合物合理应用中国专家共识[J]. *解放军医学杂志*, 2023, 48(12): 1359-1369.
- [3] Shang Z, Wanyan P, Zhang B, *et al.* Incidence and risk factors of deep vein thrombosis in patients with spinal cord injury: a systematic review with meta-analysis[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2023, 10: 1153432.
- [4] Yang D, Chen S, Zhuo C, *et al.* Analysis of risk factors for postoperative deep vein thrombosis in traumatic spinal fracture complicated with spinal cord injury[J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2024, 30: 10760296241271331.
- [5] Park JH, Lee KE, Yu YM, *et al.* Incidence and risk factors for venous thromboembolism after spine surgery in Korean patients[J]. *World Neurosurg*, 2019, 128: e289-e307.
- [6] Basindwah S, AlHamzah M, Balsharaf F, *et al.* Prevalence of asymptomatic deep vein thrombosis in preoperative state of spine surgeries[J]. *World Neurosurg*, 2023, 170: e737-e743.
- [7] Ma J, Du P, Qin J, *et al.* Incidence and risk factors predicting deep venous thrombosis of lower extremity following spinal fractures[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 2441.
- [8] Bernardi E, Camporese G. Diagnosis of deep-vein thrombosis[J]. *Thromb Res*, 2018, 163: 201-206.
- [9] Uzel K, Azboy İ, Parvizi J. Venous thromboembolism in orthopedic surgery: global guidelines[J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2023, 57(5): 192-203.
- [10] Chen HW, Wu WT, Wang JH, *et al.* The risk of venous thromboembolism after thoracolumbar spine surgery: a population-based cohort study[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(2): 613.
- [11] Sato K, Date H, Michikawa T, *et al.* Preoperative prevalence of deep vein thrombosis in patients scheduled to have surgery for degenerative musculoskeletal disorders[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1): 513.
- [12] Zhang L, Cao H, Chen Y, *et al.* Risk factors for venous thromboembolism following spinal surgery: A meta-analysis[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(29): e20954.
- [13] Chopard R, Albertsen IE, Piazza G. Diagnosis and treatment of lower extremity venous thromboembolism: a review[J]. *JAMA*, 2020, 324(17): 1765-1776.
- [14] Weitz HH, Merli GJ. Annals consult guys - standardizing venous thromboembolism prophylaxis in the setting of orthopedic surgery [J]. *Ann Intern Med*, 2022, 175(9): CG1.
- [15] Peng J, Feng B, Ren W, *et al.* Incidence and risk factors of isolated calf muscular venous thrombosis after tibial plateau fractures surgery [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2023, 24(1): 625.
- [16] Huang L, Li J, Jiang Y. Association between hypertension and deep vein thrombosis after orthopedic surgery: a meta-analysis[J]. *Eur J Med Res*, 2016, 21: 13.
- [17] Havers-Borgersen E, Butt JH, Johansen M, *et al.* Preeclampsia and long-term risk of venous thromboembolism[J]. *JAMA Netw Open*, 2023, 6(11): e2343804.
- [18] Wang S, Wu L. Risk factors for venous thrombosis after spinal surgery: a systematic review and meta-analysis[J]. *Comput Math Methods Med*, 2022, 2022: 1621106.
- [19] Colling ME, Tourdot BE, Kanthi Y. Inflammation, infection and venous thromboembolism[J]. *Circ Res*, 2021, 128(12): 2017-2036.
- [20] Yang S, Wang T, Long Y, *et al.* Risk factors of deep vein thrombosis in adults with acute compartment syndrome following lower extremity fractures[J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2023, 29: 10760296231165053.
- [21] 杨晨,吾甫尔·依马尔,阿娜尔,等.骨科患者术后发生下肢深静脉血栓的术中影响因素[J]. *血管与腔内血管外科杂志*, 2022, 8(9): 1043-1048.
- [22] Ren Z, Yuan Y, Qi W, *et al.* The incidence and risk factors of deep venous thrombosis in lower extremities following surgically treated femoral shaft fracture: a retrospective case-control study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16(1): 446.