

· 综述 ·

脊柱围手术期深静脉血栓诊治的现状<sup>△</sup>

李根, 欧宇轩, 朱立新, 郑欣\*

(南方医科大学珠江医院脊柱外科, 广东广州 510280)

**摘要:** 深静脉血栓是指静脉回流障碍引起局部肿胀和疼痛, 可引起肺栓塞等严重并发症。脊柱外科的患者深静脉血栓发生率有较大差异, 与疾病类型、监测方法、监测时间等因素有关。抗凝是首选的治疗方法, 最佳的抗凝药物和治疗时间取决于临床评估。本文就脊柱外科常见疾病例如腰椎退变、脊柱骨折、颈椎病等在围手术期深静脉血栓形成的发病率、早期诊断与治疗的现状做一综述, 为临床提供参考。

**关键词:** 围手术期, 深静脉血栓形成, 腰椎退变手术, 脊柱骨折, 颈椎病

**中图分类号:** R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 05-0454-05

**Current diagnosis and treatment of deep vein thrombosis in the perioperative period of the spinal surgeries // LI Gen, OU Yu-xuan, ZHU Li-xin, ZHENG Xin. Department of Spine Surgery, Zhujiang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou, Guangdong 510280, China**

**Abstract:** Deep vein thrombosis refers to local swelling and pain caused by disorders of venous return, which can cause serious complications such as pulmonary embolism. The incidence of deep vein thrombosis in patients undergoing spinal surgery varies greatly, which is related to factors such as disease type, monitoring method, and monitoring time. Anticoagulation remains the treatment of choice, and the optimal anticoagulant and duration of treatment depends on clinical evaluation. This article reviews the incidence, early diagnosis and treatment of common diseases in spine surgery, such as lumbar degenerative surgery, spinal fracture, cervical spondylosis and so on in the perioperative period, so as to provide a reference for clinical practice.

**Key words:** perioperative period, deep vein thrombosis, lumbar degeneration surgery, fracture of the spine, cervical spondylosis

深静脉血栓 (deep venous thrombosis, DVT) 是脊柱外科患者围手术期常见的并发症之一, 指深静脉血液发生的异常凝固、阻塞血管腔引起静脉回流障碍, 可引起下肢肿胀疼痛等症状。脊柱外科患者由于卧床、手术创伤等原因, 容易出现血流缓慢、血液处于高凝状态、静脉壁损伤, 从而引起 DVT<sup>[1]</sup>。在脊柱手术的患者中, DVT 的患病率为 0.6%~32.3%<sup>[2, 3]</sup>, 甚至术前即可发生 DVT<sup>[4]</sup>, 危及患者生命安全。本文就脊柱外科常见疾病围手术期 DVT 形成的诊治现状做一综述, 为临床工作提供参考。

## 1 腰椎退变手术围手术期 DVT

### 1.1 术前发生 DVT

腰椎退变手术术前即可发生 DVT。Basindwah

等<sup>[5]</sup>对 49 例腰椎退行性疾病患者术前行超声检查发现 3 例 (6.1%) 无症状 DVT, 都有较长的病程和较严重的残疾 (改良 Rankin 量表 $\geq 3$ 分)。Imuro 等<sup>[6]</sup>发现, 年龄 $\geq 70$ 岁、下肢肌力 $< 3$ 级的患者 DVT 的发生率显著升高。残疾评分高及肌力下降的患者活动减少, 静脉回流速度减慢, 从而较易形成 DVT。刘乐等<sup>[7]</sup>对 220 例腰椎间盘突出症患者术前 DVT 的发生率及危险因素进行研究, 结果发现术前 DVT 发生率为 5.9% (13/220)。他们认为高龄、心脑血管病史、高血脂是术前 DVT 形成的高危因素。Akeda 等<sup>[8]</sup>报告 209 例行脊柱手术治疗的患者, 围手术期有 23 例 (11.0%) 出现 DVT, 其中 9 例 (4.3%) 术前发生 DVT, 他们发现术前发生 DVT 病例的平均年龄明显较高。

### 1.2 术后发生 DVT

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100687

<sup>△</sup>基金项目:国家自然科学基金面上项目(编号:82272523);国家自然科学基金青年基金项目(编号:81902244)

作者简介:李根, 硕士研究生, 研究方向:脊柱外科, (电子信箱) ligendr@163.com

\* 通信作者:郑欣, (电子信箱) drzhengxin@163.com

腰椎退变手术术后 DVT 形成的发生率存在较大差异。有学者对 2 053 例行后入路腰椎融合内固定手术患者的研究发现, 术后 58 例发生 DVT, 4 例发生了肺栓塞 (pulmonary embolism, PE) [9]。此外, 他们发现 DVT 组的患者融合节段相对较长, 这可能与手术时间和创伤的大小有关。Yang 等 [10] 对 995 例行腰椎融合内固定手术患者的研究发现, 术后 DVT 的发生率为 22.4%, DVT 组的失血量和输血量明显高于非 DVT 组, 此外, 疼痛评分高是 DVT 发生的危险因素, 这可能是因为手术伤口疼痛, 机体活动减少, 导致血液循环不良, 从而较易形成 DVT。Akeda 等 [8] 报告 209 例行手术治疗患者, 其中 14 例 (6.7%) 在术后出现 DVT, 2 例术后发生 PE, 他们认为术后 DVT 与手术时间、术中失血量之间无显著相关性。

王进等 [11] 发现在脊柱疾病中腰椎退行性疾病的 DVT 最多见。柴巍浩等 [12] 发现, 脊柱手术术后 DVT 的发病率为 6.3% (30/480), 他们认为年龄  $\geq 60$  岁、术前 D-二聚体升高、术中输血、多节段手术、术中行神经根减压、术后卧床时间  $\geq 5$  d 是脊柱疾病患者术后发生 DVT 的高危因素。有学者报道, 手术持续时间可预测 DVT 的发生, 特别是在手术时间超过 218 min 后, 手术时间每增加 1 h, DVT 风险就会增加 18% [13]。Olinger 等 [3] 对 315 例行微创经椎间孔入路腰椎椎间融合术 (MIS-TILF) 患者的研究中发现, 只有 2 例 (0.6%) 患者术后发生 DVT, 显著低于后入路腰椎开放融合术的发生率, 这可能与微创的切口小以及较开放手术时间短有关。与此同时, Alshuler 等 [14] 通过对 1 435 例行腰椎退行性病变手术的患者研究发现, 微创减压技术比传统开放减压术 DVT 发生率低。

### 1.3 治疗及干预措施

围手术期 DVT 患者大多为无症状型, 容易被忽视和漏诊, 若血栓脱落可发生 PE 危及生命。因此, 早期诊断及治疗尤为重要。抗凝是 DVT 治疗的基础, 可抑制血栓蔓延、利于血栓自溶和管腔再通、降低 PE 发生率和病死率 [15]。Imuro 等 [6] 建议对于 D-二聚体水平升高、下肢 MMT  $< 3$  级的患者, 术前即行超声筛查 DVT。Zhang 等 [9] 建议对于 D-二聚体升高的腰椎后路手术患者, 术前需要联合使用机械和药物预防。Wei 等 [16] 对 2 861 例行腰椎后路融合术患者术后均进行机械预防和化学预防, 结果有 269 例 (9.4%) 发生 DVT, 术前 D-二聚体升高患者的 DVT 发生率明显较高。易伟林等 [17] 研究发现, 年龄  $\geq 60$  岁、体重指数  $\geq 24$  kg/m<sup>2</sup>、术后卧床天数  $\geq 5$  d 是腰椎

融合术后 DVT 形成的高危因素。他们建议对于高危因素的手术患者, 术后应给予机械预防联合药物预防。Zhao 等 [18] 对 710 例行腰椎椎体间融合内固定术患者, 术后每天给予 5 000 U 低分子肝素皮下注射, 结果有 84 例 (11.8%) 发生 DVT, 2 例 (0.3%) 患者发生 PE。Li 等 [19] 的研究发现, 高龄、静脉血栓栓塞病史和高血压是老年患者术后 DVT 形成的危险因素, 他们建议术后第 1 周进行机械和化学预防。

综上所述, 腰椎退变手术围术期 DVT 形成的发生率及诊治措施存在争议。抗凝是 DVT 治疗的基础, 可抑制血栓蔓延、利于血栓自溶和管腔再通、降低 PE 发生率和病死率。目前围术期预防 DVT 的措施有基本预防、机械预防和药物预防。应根据危险因素评估选择预防方案, 无高危因素的患者单纯使用基本预防; 低、中危的患者应采取基本预防加机械预防; 高危的患者采用基本预防、机械预防及药物预防联合进行。

## 2 脊柱骨折围手术期 DVT

### 2.1 术前发生 DVT

脊柱骨折后需制动卧床, 导致下肢深静脉回流速度减慢使血液处于黏稠、高凝状态, 从而增加 DVT 形成的风险。Wang 等 [20] 通过对 429 例胸腰段骨折患者的研究发现, 术前 DVT 的总体发病率为 14.5% (62/429), 胸椎骨折患者术前发生率较高 (24.6%), 腰椎骨折为 11.0%。他们还发现下肢肌力  $< 3$  级、从损伤到手术时间  $> 3$  d 和 D-二聚体  $> 1.81$  mg/L 是术前 DVT 形成的危险因素。Ma 等 [4] 对 2 432 例脊柱骨折患者术前进行超声检查, 其中 108 例 (4.4%) 患者术前发生 DVT。Lv 等 [21] 对 665 例胸腰椎骨折患者行超声检查发现, 术前 99 例 (15.1%, 99/655) 发生 DVT。

### 2.2 术后发生 DVT

李斌等 [22] 对胸腰段脊柱骨折患者术后 DVT 形成危险因素的研究发现, 47% (64/146) 的患者术后发生了 DVT, 他们认为输血、ASIA 分级 A 级、D-二聚体  $> 1.6$  mg/L 以及未进行间歇性充气加压治疗是术后 DVT 形成的危险因素。Yamasaki 等 [2] 的研究中, 101 例脊柱骨折患者有 5 例 (5.0%) 在术后发生 DVT, 与 Lv 等 [21] 的研究结果 5.3% (35/655) 相近, Lv 等发现, D-二聚体升高、延迟手术干预、手术时间长和失血量大是 DVT 形成的危险因素。

### 2.3 治疗及干预措施

Cloney 等<sup>[23]</sup>研究发现,与所有脊柱手术的患者相比,脊柱骨折的患者更需要尽早采取化学预防性抗凝治疗。邵露露等<sup>[24]</sup>建议,对胸腰椎骨折术后患者采取基本预防、物理预防、药物预防等综合预防措施。Wang 等<sup>[25]</sup>研究发现,尽管对高能量损伤所致胸腰椎骨折患者入院即行机械预防和化学预防,术后 DVT 的发生率仍高达 18.9% (101/534),他们发现,高龄、下肢运动能力下降、输血、卧床时间长、纤维蛋白原和 D-二聚体升高是 DVT 的危险因素。Hamidi 等<sup>[26]</sup>研究发现,在脊柱创伤患者中,48 h 内使用低分子肝素可显著降低 DVT 发生率,并且不会增加出血的风险,建议尽早使用低分子肝素预防 DVT 形成。Hamidi 等<sup>[27]</sup>发现,口服抗凝药物比低分子肝素预防 DVT 形成的效果更显著。

综上所述,脊柱骨折患者在围手术期 DVT 的发生率较高,这可能与脊柱骨折后需制动卧床,导致下肢深静脉回流速度减慢,使血液处于黏稠、高凝状态有关。对于骨折患者,应积极采取预防措施,建议采用机械预防和化学预防联合预防 DVT 的形成。

### 3 颈椎病围手术期 DVT

#### 3.1 术前发生 DVT

目前国内外尚缺乏有关颈椎病术前发生 DVT 的相关研究,Yamada 等<sup>[28]</sup>的研究中共 289 例颈椎病患者,其中 3 例(1%) 在围手术期出现 DVT,均为女性患者,他们认为女性和快速进展型脊髓病是颈椎手术围手术期 DVT 发生的高危因素。

#### 3.2 术后发生 DVT

余鹏等<sup>[29]</sup>对 559 例颈椎前路手术早期并发症的研究中发现,术后 5 例(0.9%) 发生 DVT,其中 1 例栓子脱落出现 PE 而死亡。Wewel 等<sup>[30]</sup>的研究中纳入 72 例行颈椎减压融合术治疗的患者,术后 DVT 的发生率为 1.4%。Boniello 等<sup>[31]</sup>报告,3 796 例行颈椎手术的患者,术后 DVT 发生率为 0.9%。Witiw 等<sup>[32]</sup>纳入 50 998 例行颈椎后路椎间孔切开术或颈椎前路椎间盘切除减压椎间融合术的患者,术后 DVT 的发生率为 1.3%。曾志远等<sup>[33]</sup>对 155 例颈部脊髓损伤患者围手术期并发症的研究中发现,10 例(6.5%) 术后发生 DVT,这可能与颈脊髓损伤常会致双下肢不同程度截瘫、卧床制动状态、肌肉动静态收缩丧失及下肢静脉回流障碍有关。

#### 3.3 治疗及干预措施

曾志远等<sup>[33]</sup>建议对长期卧床患者,围手术期积

极应用低分子肝素预防 DVT 的发生。Yamada 等<sup>[28]</sup>建议颈椎病患者,在围手术期应采用间歇性充气加压治疗和弹力袜治疗预防 DVT。有关下腔静脉滤器的使用存在争议,Makary 等<sup>[34]</sup>认为,脊柱手术患者在围手术期置入下腔静脉滤器,可出现相对较低的 PE 发生率(1.1%, 4/380),以及较低的并发症发生率(1.1%)。而 Woodward 等<sup>[35]</sup>研究发现,下腔静脉滤器置入的患者相关并发症发生率为 11%,DVT 发生率是非置入患者的 3 倍,因此他们建议,不宜常规使用预防性下腔静脉滤器。Tritschler 等<sup>[15]</sup>也建议,应避免使用下腔静脉滤器,除非急性静脉血栓栓塞绝对禁忌抗凝者。

综上所述,颈椎病围手术期 DVT 的发生率相对较低,但伴有颈脊髓损伤的患者 DVT 的发生率相对较高,这可能与颈脊髓损伤患者常会双下肢不同程度截瘫,下肢处于卧床制动状态,肌肉动静态收缩丧失及下肢静脉回流障碍有关,建议尽早采取机械预防和化学预防 DVT 的发生,不建议使用下腔静脉滤器。

### 4 总结与展望

脊柱围手术期 DVT 的发生率及诊治存在差异,颈椎病患者 DVT 发生率相对较低,腰椎退行手术及脊柱骨折患者 DVT 发生率相对较高。诊断首选彩色多普勒超声检查:敏感性、特异性均较高。临床上每例患者的基本情况都有所不同,所采用的治疗措施也有所差异,脊柱外科医生应根据患者围手术期 DVT 形成的危险因素进行评估分层处理,低风险患者不进行抗凝治疗或进行物理抗凝治疗;中风险患者常规使用物理抗凝治疗;高风险患者使用物理抗凝治疗联合化学抗凝治疗。不建议使用下腔静脉滤器。随着对脊柱外科围手术期 DVT 研究的不断深入,相信在未来会提供更有针对性的方案,降低其发生率及相关并发症,从而提高治疗满意度。

**利益冲突声明** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 李根:选题与框架设计、文献检索、筛选及分类整理、撰写初稿(引言、方法、讨论部分)、参与全文修订;欧宇轩:协助文献检索与分析、撰写结果与局限性分析章节、参与稿件校对;朱立新:提供专业知识支持、负责文献质量评估与证据分级、修订讨论部分的临床意义阐述;郑欣:统筹研究设计、指导研究方向、审定文献纳入标准、终稿审核及学术规范性把控、协调团队协作与投稿流程

### 参考文献

[1] Piper K, Algattas H, DeAndrea-Lazarus IA, et al. Risk factors as-

- sociated with venous thromboembolism in patients undergoing spine surgery [J]. *J Neurosurg Spine*, 2017, 26 (1) : 90-96. DOI: 10.3171/2016.6.SPINE1656.
- [2] Yamasaki K, Hoshino M, Omori K, et al. Prevalence and risk factors of deep vein thrombosis in patients undergoing lumbar spine surgery [J]. *J Orthop Sci*, 2017, 22 (6) : 1021-1025. DOI: 10.1016/j.jos.2017.07.010.
- [3] Olinger CR, Gardocki RJ. Deep venous thrombosis and pulmonary embolism after minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion: report of 2 cases in 315 procedures [J]. *Orthop Clin North Am*, 2020, 51 (3) : 423-425. DOI: 10.1016/j.ocl.2020.02.006.
- [4] 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. DOI: 10.1038/s41598-021-82147-x.
- [5] 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. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.11.105.
- [6] Imuro T, Saito M. Preoperative lower extremity motor weakness affects deep vein thrombosis during the perioperative period of lumbar surgery [J]. *Spine*, 2022, 47 (3) : E116-E123. DOI: 10.1097/BRS.0000000000004133.
- [7] 刘乐, 王海燕, 孙建民, 等. 腰椎间盘突出症术前下肢深静脉血栓发生风险因素 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (17) : 1564-1566. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.17.06.  
Liu L, Wang HY, Sun JM, et al. Risk factors of deep vein thrombosis in patients with lumbar disc herniation before surgery [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2017, 25 (17) : 1564-1566. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.17.06.
- [8] Akeda K, Matsunaga H, Imanishi T, et al. Prevalence and countermeasures for venous thromboembolic diseases associated with spinal surgery: a follow-up study of an institutional protocol in 209 patients [J]. *Spine*, 2014, 39 (10) : 791-797. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000295.
- [9] 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*, 2021, 46 (19) : E1042-E1048. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003963.
- [10] Yang SD, Ding WY, Yang DL, et al. Prevalence and risk factors of deep vein thrombosis in patients undergoing lumbar interbody fusion surgery: a single-center cross-sectional study [J]. *Medicine*, 2015, 94 (48) : e2205. DOI: 10.1097/MD.0000000000002205.
- [11] 王进, 郑欣, 张星晨, 等. 骨科患者临床重要性静脉血栓栓塞症发生的描述性分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (8) : 698-702. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.08.06.  
Wang J, Zheng X, Zhang XC, et al. A descriptive analysis on clinically important venous thromboembolism in orthopedic patients [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2018, 26 (8) : 698-702. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.08.06.
- [12] 柴巍浩, 李忠伟, 哈布力汗哈力, 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. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2021.06.002.  
Chai WH, Li ZW, Ha BLHHL, et al. Analysis of risk factors for deep vein thrombosis after spine surgery [J]. *Journal of Practical Orthopaedics*, 2021, 27 (6) : 488-491, 511. DOI: 10.13795/j.cnki.sgkz.2021.06.002.
- [13] Tran KS, Issa TZ, Lee Y, et al. Impact of prolonged operative duration on postoperative symptomatic venous thromboembolic events after thoracolumbar spine surgery [J]. *World Neurosurg*, 2023, 169: e214-e220. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.10.104.
- [14] Altshuler M, Mueller K, MacConnell A, et al. Does minimally invasive spine surgery reduce the rate of perioperative medical complications? A retrospective single-center experience of 1 435 degenerative lumbar spine surgeries [J]. *Eur Spine J*, 2021, 30 (1) : 122-127. DOI: 10.1007/s00586-020-06536-y.
- [15] Tritschler T, Kraaijpoel N, Le Gal G, et al. Venous thromboembolism: advances in diagnosis and treatment [J]. *JAMA*, 2018, 320 (15) : 1583-1594. DOI: 10.1001/jama.2018.14346.
- [16] Wei J, Li W, Pei Y, et al. Clinical analysis of preoperative risk factors for the incidence of deep venous thromboembolism in patients undergoing posterior lumbar interbody fusion [J]. *J Orthop Surg Res*, 2016, 11 (1) : 68. DOI: 10.1186/s13018-016-0403-0.
- [17] 易伟林, 梁斌, 丘德赞, 等. 脊椎融合术后下肢深静脉血栓形成的危险因素分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26 (1) : 22-26. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.01.04.  
Yi WL, Liang B, Qiu DZ, et al. Risk factors of early deep venous thrombosis in lower extremity after spinal fusion surgery [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2018, 26 (1) : 22-26. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.01.04.
- [18] Zhao CM, Zhang Y, Yang SD, et al. Risk factors for lower limb deep vein thrombosis in patients with single-level lumbar fusion: a prospective study of 710 cases [J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2018, 24 (9\_suppl) : 157S-162S. DOI: 10.1177/1076029618798940.
- [19] Li L, Li Z, Huo Y, et al. Time-to-event analyses of lower-limb venous thromboembolism in aged patients undergoing lumbar spine surgery: a retrospective study of 1620 patients [J]. *Aging*, 2019, 11 (19) : 8701-8709. DOI: 10.18632/aging.102364.
- [20] Wang H, Lv B, Zhang Z, et al. Prevalence and predictors for preoperative deep vein thrombosis in patients with thoracolumbar fractures caused by high-energy injuries [J]. *World Neurosurg*, 2020, 141: e431-e436. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.05.162.
- [21] Lv B, Wang H, Zhang Z, et al. Dynamic changes and relevant factors of perioperative deep vein thrombosis in patients with thoracolumbar fractures caused by high-energy injuries [J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2023, 29: 10760296231153123. DOI: 10.1177/10760296231153123.
- [22] 李斌, 石岩, 黄承, 等. 胸腰段脊柱骨折合并急性创伤性脊髓损伤患者术后深静脉血栓的危险因素分析 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2022, 32 (8) : 713-719. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2022.08.06.

- Li B, Shi Y, Huang C, et al. Risk factors of deep venous thrombosis in patients with thoracolumbar spinal fracture complicated with acute traumatic spinal cord injury [J]. *Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2022, 32 (8) : 713–719. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2022.08.06.
- [23] Cloney MB, Yamaguchi JT, Dhillon ES, et al. Venous thromboembolism events following spinal fractures: a single center experience [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2018, 174: 7–12. DOI: 10.1016/j.clin-neuro.2018.08.030.
- [24] 邵露露, 余文霞, 唐青, 等. 胸腰椎骨折术后深静脉血栓的预防与护理 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (24) : 2295–2297. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.24.20.
- Shao LL, Yu WX, Tang Q, et al. Prevention and care of deep vein thrombosis after thoracolumbar fracture [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2019, 27 (24) : 2295–2297. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2019.24.20.
- [25] 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*, 2021, 51 (2) : 397–404. DOI: 10.1007/s11239-020-02192-7.
- [26] Hamidi M, Asmar S, Bible L, et al. Early thromboprophylaxis in operative spinal trauma does not increase risk of bleeding complications [J]. *J Surg Res*, 2021, 258: 119–124. DOI: 10.1016/j.jss.2020.08.029.
- [27] Hamidi M, Zeeshan M, Kulvatunyou N, et al. Operative spinal trauma: Thromboprophylaxis with low molecular weight heparin or a direct oral anticoagulant [J]. *J Thromb Haemost*, 2019, 17 (6) : 925–933. DOI: 10.1111/jth.14439.
- [28] Yamada K, Suda K, Matsumoto Harmon S, et al. Rapidly progressive cervical myelopathy had a high risk of developing deep venous thrombosis: a prospective observational study in 289 cases with degenerative cervical spine disease [J]. *Spinal Cord*, 2019, 57 (1) : 58–64. DOI: 10.1038/s41393-018-0213-9.
- [29] 余鹏, 汤逊, 徐永清, 等. 颈椎前路手术的早期并发症及其预防和处理 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2012, 20 (10) : 874–876. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2012.10.04.
- Yu P, Tang X, Xu YQ, et al. Prevention and management of early complications in anterior cervical spine surgery [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2012, 20 (10) : 874–876. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2012.10.04.
- [30] Wewel JT, Brahimaj BC, Kasliwal MK, et al. Perioperative complications with multilevel anterior and posterior cervical decompression and fusion [J]. *J Neurosurg Spine*, 2019, 32 (1) : 9–14. DOI: 10.3171/2019.6.SPINE198.
- [31] Boniello A, Petrucelli P, Kerbel Y, et al. Short-term outcomes following cervical laminoplasty and decompression and fusion with instrumentation [J]. *Spine*, 2019, 44 (17) : E1018–E1023. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003057.
- [32] Witiw CD, Smieliauskas F, O'Toole JE, et al. Comparison of anterior cervical discectomy and fusion to posterior cervical foraminotomy for cervical radiculopathy: utilization, costs, and adverse events 2003 to 2014 [J]. *Neurosurgery*, 2019, 84 (2) : 413–420. DOI: 10.1093/neuros/nyy051.
- [33] 曾志远, 潘文誉, 卢天祥, 等. 颈脊髓损伤病人的围手术期并发症处理 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2009, 17 (18) : 1387–1388.
- Zeng ZY, Pan WY, Lu TX, et al. Treatment of perioperative complications in patients with cervical spinal cord injury [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2009, 17 (18) : 1387–1388.
- [34] Makary MS, Koso M, Yoder M. Utility and clinical outcomes of perioperative inferior vena cava filter prophylaxis in spine surgery patients [J]. *Spine*, 2024, 49 (8) : 569–576. DOI: 10.1097/BRS.0000000000004670.
- [35] Woodward CC, Eby M, Gandhi R, et al. Do prophylactic inferior vena cava filters affect the rates of venous thromboembolism and pulmonary embolism in patients undergoing major spine surgery [J]. *Global Spine J*, 2023, 13 (7) : 1909–1917. DOI: 10.1177/21925682211058462.

(收稿:2023-09-25 修回:2024-06-17)

(同行评议专家: 王健, 王明飞, 李喜功, 吴继彬)

(本文编辑: 宁桦)