

脊柱脊髓损伤患者深静脉血栓预防的研究进展

Research progress of prevention of deep vein thrombosis after spine and spinal cord injury

董忠礼, 赵学凌

(昆明医科大学第一附属医院骨科 650000 云南省昆明市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.03.14

中图分类号: R683.2 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2016)-03-0279-05

深静脉血栓(deep venous thrombosis, DVT)是脊柱脊髓损伤患者常见的并发症之一。Gould 等^[1]研究表明,对于未采取预防措施的急性脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)患者,其 DVT 的发生率在所有科室住院患者中最高,高达 80%~100%。Smith 等对 108419 例脊柱术后患者的调查也发现急性 SCI 患者术后 DVT 的发生率高达 81%~100%^[2],如下肢血栓脱落可导致肺栓塞(pulmonary embolism, PE),其中 SCI 死亡患者中约 1/3 由 PE 引起^[3]。DVT 具有发病率高、起病隐匿、早期诊断困难、后果严重及治疗费用高等特点。目前国内对于脊柱脊髓损伤相关的 DVT 的研究仍较少,尚无可靠和规范的 DVT 预防指导方案。笔者对脊柱脊髓损伤患者 DVT 的预防进行综述。

1 术前 DVT 的基础预防

对于所有脊柱脊髓损伤的患者,在损伤后立即告知患者本人及其家属预防 DVT 的重要性、必要性和基本方法有助于降低 DVT 的发生率^[4]。脊柱损伤患者,尤其是合并 SCI 的瘫痪患者,在损伤后多有长期卧床制动、下肢失去神经支配和肌肉活动减少等特点,且脊柱脊髓损伤患者受伤部位合并的血管损伤以及血液的高凝状态等均增加了 DVT 形成的风险。通过评估脊柱脊髓损伤患者合并的高危因素、预计手术时间、术中使用材料和下肢血管的功能状况,可对所有患者进行 DVT 危险因素的评估,并根据评估结果及患者的神经功能损伤情况,采取适当的预防方法^[5,6],如机械预防及药物预防,必要时可联合使用多种预防方法。有研究指出对此类患者的 DVT 预防应尽早进行,建议在出血控制后尽早使用低分子肝素(low molecular-weight heparin, LMWH),同时可联合使用间歇充气加压装置(intermittent pneumatic compression, IPC)或逐级弹性加压法(graduated elastic compression, GEC)^[5,7]。另外,如 SCI

患者双下肢无骨折等合并伤,护理过程中定时主动及被动活动双下肢,如对于完全性瘫痪患者被动进行肌肉的按摩和各关节的活动,对于不完全性瘫痪患者鼓励其进行主动的下肢肌群舒缩训练和各关节活动,嘱患者家属自下而上帮助患者按摩腓肠肌等,同样可防止血流瘀滞,减少 DVT 形成^[8,9]。

2 DVT 的术中预防

对于不完全性瘫痪的 SCI 患者,手术能促进患者 SCI 恢复,使得患者能尽早自主活动,减少 DVT 的发生率。而与手术相关的 DVT,血栓形成开始于手术中,这已经是公认的理论。针对血栓形成的三要素(血管内膜的损伤、血流状态的改变和血液高凝状态),可采取针对性措施,尽量避免造成上述状态,降低 DVT 形成的风险^[10]。如在手术操作时,应仔细操作,避免血管内皮损伤,术中可悬空腹部、缩短手术时间、减少下肢静脉压迫防止血液瘀滞;减少术中骨水泥等材料的使用和减少出血,可避免形成血液高凝状态等^[10]。尽量避免输入库存血,因输注库存血可诱发血栓形成^[11]。对术中进行植骨融合患者,应行坚强内固定,便于术后早期下床活动,进行功能锻炼,降低 DVT 风险。

3 术后 DVT 的预防

3.1 术后 DVT 预防的分层管理

有学者^[12-14]使用 Caprini 危险因素评估模型对矫形外科患者术后的静脉血栓(venous thrombosis, VET)危险因素进行评估并进行分层管理,根据患者最终得分情况将患者分为低危、中危、高危和极高危组,并给出相应的 DVT 预防建议,低危组 0~1 分,中危组 2 分,高危组 3~4 分,极高危组 5 分以上。在 Caprini 危险因素评估表中,急性 SCI 患者均属于 DVT 形成风险的极高危组,建议单独使用低剂量普通肝素(low-dose unfractionated heparin, LDUH)、LMWH、华法林或 Xa 因子抑制剂,或者联合 GEC 或 IPC 使用^[12-14]。于峥嵘等^[10]对脊柱术后 DVT 患者进行危险因素的评估并进行分级处理,建议低、中危组患者主要采取物

第一作者简介:男(1989-),在读研究生,研究方向:外科学(骨科方向)

电话:(0871)5320841 E-mail:591053622@qq.com

通讯作者:赵学凌 E-mail:zxkygk@sina.com

理预防措施,包括 GEC、IPC;对高危组患者,除采用物理预防措施外,还应用 LMWH 等。

3.2 基础预防

首先,对患者及家属宣传 DVT 形成的危害及预防的基本方法。其次,行脊柱手术后如无禁忌,应尽早活动,这有助于减少 DVT 的发生率^[5]。对于脊柱创伤术后患者,可抬高下肢促进静脉回流;在术后可进行下肢被动屈伸活动,按摩腓肠肌,但对于已经形成血栓的患者,按摩腓肠肌是禁忌;随后开始主动行踝关节背伸、股四头肌等长收缩和直腿抬高运动等促进下肢静脉血液回流;另外,尽量避免在双下肢行静脉穿刺或注射高渗及对血管刺激性较大的药物;同时告知患者改善生活方式,如控制血糖、血脂、戒烟、戒酒等,均可降低 DVT 形成风险^[8,9]。

3.3 物理预防

物理预防不会增加出血风险,是存在抗凝药物禁忌患者的不错选择。目前常用方法主要有:(1)下肢加压弹力袜(graduated compression stocking,GCS)。因其无创、价格低廉、使用方便和易于被患者接受的特点,已成为目前临床上最常用的预防措施。Winemiller 等^[16]指出,GCS 和 IPC 能降低 SCI 患者 DVT 的发生率。Rimaud 等^[17]采用静脉体积描记法评估 GCS 的效果,发现 21mmHg 压力能有效抑制静脉扩张,并降低 DVT 的发生率。但近年来国外无 GCS 在创伤患者中应用的报道^[18]。越来越多的研究也表明,单独使用弹力袜预防急性 SCI 后的 DVT 的作用很小^[19]。(2)IPC。通过间歇顺序压迫足底和下肢的静脉血管,促进静脉回流,减少血液的瘀滞。Nash 等^[20]采用随机双盲对照试验证明,快速间歇波动加压所获得的最大静脉流速高于缓慢持续加压,更有利于 DVT 的预防。Winemiller 等^[16]对 428 例 SCI 患者进行多因素分析后指出,持续使用 IPC 可明显减少血栓事件的发生。还有研究表明 SCI 患者术后单独使用 IPC 和联合使用 IPC 及 LMWH 能在有效减少局部 DVT 的同时降低近端 DVT 的发生率^[21,22]。(3)持续被动活动装置(continuous passive motion devices)。持续被动活动踝关节可促进静脉回流,与小剂量的普通肝素相比,持续被动活动装置更能有效降低骨科创伤手术患者 DVT 的发生率^[7,23]。(4)肌肉的电刺激(muscle electrostimulation)。电刺激可引起肌肉收缩,模拟肌肉泵促进血液回流。有初步研究证明其能降低 DVT 的发生率^[7,24]。但是一项关于 47 例严重创伤患者的随机对照前瞻性研究表明,肌肉电刺激组与使用药物预防的对照组相比,二者静脉回流情况和 DVT 的发生率并没有明显差异^[25]。物理预防也存在着禁忌,如存在血管损伤和动脉活动性出血、大面积软组织缺损的患者,以及过度肥胖而没有合适的预防装置的患者^[26]。

3.4 药物预防

在 Caprini 危险因素评估模型中,急性 SCI 患者均属于极高危组^[12-14],均推荐使用药物预防。药物预防是防止 DVT 和 PE 发生最有效的方法,但脊柱脊髓损伤患者是否使用药物预防仍存在争议。因为药物预防可能增加伤口渗

出,甚至增加脊髓内出血及硬膜外血肿等并发症风险,故国内学者多不推荐使用药物预防。但 Glotzbecker 等^[27]对 493 篇脊柱术后血栓的相关文献进行荟萃分析指出,使用药物预防 DVT 后硬膜外血肿的发生率为 0~0.7%。Jacobs 等^[28]对 227 例脊柱创伤手术患者的研究也表明,在脊柱创伤患者术后立即使用药物预防 DVT 是安全的,既没有硬膜外血肿发生,也未增加伤口渗血。近年来随着脊柱外科技术的发展,行脊柱手术的患者越来越多,脊柱术后并发 DVT 的病例报道也逐渐增多,DVT 开始被更多的脊柱外科医生所重视,越来越多的脊柱外科医生倾向于尽早对脊柱手术后患者使用药物预防^[29]。2009 年 Ploumis 等^[30]通过咨询 25 位脊柱外科医师获得关于脊柱损伤后使用血栓预防药物的共识,共识指出对于不伴有 SCI 的脊柱骨折患者,术后可不必使用药物预防血栓,而对于颈椎骨折合并 SCI 的患者或合并行胸腰椎手术的患者应使用药物预防。

Powell 等^[31]对 189 例 SCI 患者的研究结果显示,使用低剂量肝素组与不采取预防措施组的 DVT 发生率分别为 4.1%和 16.4%。但有学者对低剂量肝素预防血栓的效果提出了质疑,指出低剂量肝素治疗似乎对预防血栓有效,但单独使用肝素预防血栓时其效果并不明显^[32]。近年来,LMWH 开始用于 SCI 患者的血栓预防,且 LMWH 预防 DVT 的效果优于普通肝素^[33]。Harris 等^[34]对 105 例使用 LMWH 的脊柱脊髓损伤患者进行回顾性分析,所有患者入院开始即注射依诺肝素 30mg,每天一次,均未出现症状性 DVT 以及 PE。印度的一项前瞻性研究也表明,与单独使用弹力袜预防 DVT 相比,LMWH 能明显降低急性 SCI 患者的 DVT 发生率^[35]。而 Vincent 等^[36]指出,使用足量的低分子肝素可能导致小腿肌肉间血管出血,从而导致筋膜室综合征。国内小样本的研究表明,利伐沙班和肝素一样能有效预防腰椎术后血栓形成且不增加术后的出血风险^[37]。而美国关于血栓预防与治疗的指南则指出,对于没有下肢骨折等损伤的患者,联合使用低分子肝素、普通肝素和 IPC 或 GEC 能更有效预防 DVT 形成^[5]。其中一个针对 369 例 SCI 患者的研究结果也证实了联合多种方法预防血栓的优越性,普通肝素(unfractionated heparin,UFH)联合 IPC 组患者和使用依诺肝素组患者之间血栓的发生率无区别,但依诺肝素组 PE 发生率较 UFH+IPC 组低,分别为 5.2%和 18.4%^[38]。

4 DVT 药物预防的开始时间

对于脊柱脊髓损伤患者何时开始使用预防药物,目前并没有统一认识。根据 2006 年对于血栓的预防 and 治疗的指南,对于 SCI 和合并多发伤的患者,DVT 预防建议在出血控制后尽早使用 LMWH^[39]。另外,类似的研究也指出对于合并多发伤的 SCI 患者,如果没有颅内出血或出血控制以后,在损伤后 36h 以内使用 LMWH (依诺肝素 30mg 每日两次)比使用 LDUH(5000UI 每日两次)对血栓预防更有效^[40]。Harris 等^[34]对 105 例脊柱损伤患者(66 例合并

SCI)回顾分析指出,从入院开始每 12h 使用一次 30mg 依诺肝素,如果患者需要手术,则依诺肝素使用至手术当天早晨,术后 24h 后再恢复使用,一直维持到患者出院,结果没有发生症状性 DVT,60 例超声确诊的无症状 DVT 也没有发展成症状性 DVT。而对于既往有血栓病史或存在高危因素的脊柱脊髓手术患者推荐单独使用低分子肝素或联合 IPC 预防静脉血栓,有数据支持低分子肝素的使用应该在术后 24h 内开始^[41],但这要求手术医师时刻监测患者的神经功能,如神经功能进行性减退则提示硬膜外血肿可能。

5 DVT 药物预防的疗程

对于脊柱脊髓损伤患者,如果没有 DVT 预防,其发生几率及 DVT 治疗后的复发率很高,多次复发不仅增加医疗成本,而且严重影响患者生活质量。根据患者的危险因素和血栓形成的时机,血栓预防应贯穿于整个住院期间,直至患者能完全自主活动为止,而对于截瘫患者则需要延长预防抗凝时间^[6]。有研究指出,对于 SCI 患者应尽早开始基础的机械和药物预防,而行手术治疗后的患者可适当延迟抗凝开始时间,因为大部分 SCI 患者的静脉血栓形成事件多发生在术后 3 个月之内,故根据患者自主活动程度的不同,推荐抗凝疗程为 3~4 个月^[42]。Pierfranceschi 等^[43]对 94 例 SCI 患者的回顾性研究指出,尽管规律采取预防措施,SCI 患者仍然存在很高的 VET 风险,大部分的血栓事件都发生在损伤后最初的 3 个月内。另有研究得出同样的结论,大部分的静脉血栓形成事件多发生在损伤后 2~3 个月内^[44,45]。因此对于没有特殊危险因素的 SCI 患者,推荐使用抗凝药物预防 DVT 的时间为 8~12 周^[6,30,45]。但这种基本原则不适用于瘫痪患者,这部分患者应联合使用多种预防方法,并且应该延长 DVT 的预防时间^[6,22]。

6 下腔静脉滤器的应用

依据 2012 年美国胸科医师学会(American College of Chest Physicians, ACCP)指南,下腔静脉滤器(inferior vena cava filters, IVCFs)仅适用于不能系统抗凝的 DVT 和 PE 患者^[46]。2002 年美国东部创伤外科学会(Eastern Association for the Surgery of Trauma, EAST)发表的 IVCFs 使用指南指出,IVCFs 也适用于 SCI 合并截瘫或四肢瘫痪的患者、复杂骨盆骨折和多发长骨折患者^[47]。而脊柱脊髓损伤多由巨大暴力引起,多伴有复杂的骨盆骨折和长骨折,此类患者多存在抗凝药物的禁忌,而且这部分患者长期卧床并且活动受限,存在 DVT 极高危风险,部分学者开始将 IVCFs 用于 SCI 患者的 PE 预防^[33,48,49]。IVCFs 是已知的可减少 PE 发生率的有效方法^[50]。Wilson 等^[48]对 15 例 SCI 患者放置 IVCFs 的同时使用小剂量肝素或弹力袜,随访 1 年无 1 例并发 PE 的患者,该作者还指出,这个结果优于 111 例未使用 IVCFs 患者的回顾性研究结果,这 111 例 SCI 患者中有 7 例患者发生了 PE,其中 6 例没有采取任何预防措

施,另 1 例是因枪伤导致的脊髓损伤。Khansarinia 等^[49]回顾 108 例使用了 IVCFs 的患者,均无 PE 发生,并与 216 例只使用低剂量肝素和 IPC 患者进行比较,216 例患者中有 30 例发生了 PE,其中 9 例是致死性的 PE,使用 IVCFs 组的死亡率稍高于未使用 IVCFs 组患者,但无明显差别。2002 年 Maxwell 等^[51]的回顾性研究结果显示,SCI 患者的 DVT 和 PE 的发生率分别为 9.0% 和 1.8%,远没有以前报道的发生率高,考虑使用 IVCFs 高额的费用,作者认为对于 SCI 患者没有必要常规放置 IVCFs,但一些极高危的 DVT 和 PE 患者应该使用 IVCFs,如 DVT 的各种预防措施失败导致 DVT 形成、存在抗凝禁忌以及合并长骨折的患者可能从 IVCFs 中获益。关于何时放置 IVCFs,有学者建议尽早开始,尽可能在受伤后最初的 48h 内^[52]。但 SCI 患者使用 IVCFs 也存在一定的并发症,如气胸、血肿、IVCFs 移位、腹膜穿孔、IVCFs 堵塞和部分不能取出等,其并发症的发生在 0~36%^[53]。Balshi 等^[54]强调,对于四肢瘫痪的患者,因为腹部肌肉和血管失去了张力,在使用 IVCFs 时,其发生并发症的危险性更高。2009 年 Gorman 等^[55]回顾了 114 例 SCI 患者,47% 的患者使用了 IVCFs 装置,所有患者均使用了低分子肝素或肝素,结果显示 IVCFs 组 DVT 发生率为 20.4%,而未使用 IVCFs 患者 DVT 发生率仅为 5.4%,且其中唯一发生 PE 的患者为使用 IVCFs 的患者。

综上所述,脊柱脊髓损伤患者具有 DVT 发生率高、发病隐匿、后果严重的特点,值得临床高度重视。其预防应该贯穿于整个治疗过程,不仅要兼顾患者的整体性原则,更应该把握好个体化治疗的原则,最终根据患者的 DVT 危险分层和具体的神经功能受损情况确定具体的标准规范而又个体化的 DVT 预防方案。

7 参考文献

1. Gould MK, Garcia DA, Wren SM, et al. Prevention of VTE in nonorthopedic surgical patients: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines [J]. Chest, 2012, 141(2 Suppl): e227S-e277S.
2. Smith JS, Fu KM, Polly DW Jr, et al. Complication rates of three common spine procedures and rates of thromboembolism following spine surgery based on 108, 419 procedures: a report from the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality Committee[J]. Spine, 2010, 35(24): 2140-2149.
3. Michael J, Krause JS, Lammertse DP. Recent trends in mortality and causes of death among persons with spinal cord injury[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1999, 80(11): 1411-1419.
4. 陈悦, 李燕. 下肢深静脉血栓形成的危险因素与预防护理[J]. 全科护理, 2010, 8(24): 2169-2170.
5. Educationaltrust CD, Forum EV. Prevention and treatment of venous thromboembolism: international consensus statement (guidelines according to scientific evidence)[J]. Clin Appl Thromb Hemost, 2013, 25(2): 101-161.

6. Shatzter M. Patient safety in the rehabilitation of the adult with a spinal cord injury [J]. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 2012, 23(2): 371-375.
7. Lo V, Esquenazi Y, Han MK, et al. Critical care management of patients with acute spinal cord injury[J]. *J Neurosurg Sci*, 2013, 57(4): 281-292.
8. 王芳. 26 例脊髓损伤伴截瘫患者预防下肢深静脉血栓的护理[J]. *中国医药指南*, 2010, 8(30): 328-329.
9. 江蕙君. 脊髓损伤并发下肢深静脉血栓的观察和护理[J]. *中国现代医药杂志*, 2013, 15(11): 84-85.
10. 于峥嵘, 李淳德, 吕晓东, 等. 脊柱手术后静脉血栓栓塞的预防[J]. *北京大学学报*, 2011, 43(5): 661-665.
11. Piovelia F1, Wang CJ, Lu H, et al. Deep-vein thrombosis rates after major orthopedic surgery in Asia: an epidemiological study based on postoperative screening with centrally adjudicated bilateral venography[J]. *J Thromb Haemost*, 2005, 3(12): 2664-2670.
12. Iverson RE, Gomez JL. Deep venous thrombosis: prevention and management[J]. *Clin Plast Surg*, 2013, 40(3): 389-398.
13. Pannucci CJ, Barta RJ, Portschiy PR, et al. Assessment of postoperative venous thromboembolism risk in plastic surgery patients using the 2005 and 2010 Caprini Risk score [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2012, 130(2): 343-353.
14. Spandorfer J, Galanis T. Deep venous thrombosis[J]. *Ann Intern Med*, 2015, 162(9): ITC1.
15. Epstein NE. A review article on the benefits of early mobilization following spinal surgery and other medical/surgical procedures[J]. *Surg Neurol Int*, 2014, 5(Suppl 3): S66-73.
16. Winemiller MH, Stolp-Smith KA, Silverstein MD, et al. Prevention of venous thromboembolism in patients with spinal cord injury: effects of sequential pneumatic compression and heparin[J]. *J Spinal Cord Med*, 1998, 22(3): 182-191.
17. Rimaud D, Boissier CP. Evaluation of the effects of compression stockings using venous plethysmography in persons with spinal cord injury[J]. *J Spinal Cord Med*, 2008, 31(2): 202-207.
18. Datta I, Ball CG, Rudmik L, et al. Complications related to deep venous thrombosis prophylaxis in trauma: a systematic review of the literature[J]. *J Trauma Manag Outcomes*, 2010, 4(1): e11.
19. Rathore MFA, Hanif S, New PW, et al. The prevalence of deep vein thrombosis in a cohort of patients with spinal cord injury following the Pakistan earthquake of October 2005[J]. *Spinal Cord*, 2008, 46(7): 523-526.
20. Nash MS, Mintz CD, Montalvo BM, et al. A randomized blinded comparison of two methods used for venous antistasis in tetraplegia[J]. *J Spinal Cord Med*, 2000, 23(4): 221-227.
21. Koo KH, Choi JS, Ahn JH, et al. Comparison of clinical and physiological efficacies of different intermittent sequential pneumatic compression devices in preventing deep vein thrombosis: a prospective randomized study[J]. *Clin Orthop Surg*, 2014, 6(4): 468-475.
22. Velmahos GC. Prevention of venous thromboembolism in the acute treatment phase after spinal cord injury: a randomized, multicenter trial comparing low-dose heparin plus intermittent pneumatic compression with enoxaparin [J]. *J Trauma*, 2003, 54(6): 1116-1126.
23. Fuchs S, Heyse T, Rudofsky G, et al. Continuous passive motion in the prevention of deep-vein thrombosis: a randomised comparison in trauma patients[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2005, 87(8): 1117-1122.
24. Kaplan RE, Czyrny JJ, Fung TS, et al. Electrical foot stimulation and implications for the prevention of venous thromboembolic disease[J]. *Thromb Haemost*, 2002, 88(2): 200-204.
25. Velmahos GC, Petrone P, Chan LS, et al. Electrostimulation for the prevention of deep venous thrombosis in patients with major trauma: a prospective randomized study [J]. *Surgery*, 2005, 137(5): 493-498.
26. Bendinelli C, Balogh Z. Postinjury thromboprophylaxis [J]. *Curr Opin Crit Care*, 2008, 14(6): 673-678.
27. Glotzbecker MP, Bono CM, Wood KB, et al. Postoperative spinal epidural hematoma: a systematic review [J]. *Spine*, 2010, 35(10): E413-E420.
28. Jacobs LJ, Woods BI, Chen AF, et al. Safety of thromboembolic chemoprophylaxis in spinal trauma patients requiring surgical stabilization[J]. *Spine*, 2013, 38(16): E1041-E1047.
29. O'Donnell M, Weitz JI. Thromboprophylaxis in surgical patients[J]. *Can J Surg*, 2003, 46(2): 129-135.
30. Ploumis A, Ponnappan RK, Bessey JT, et al. Thromboprophylaxis in spinal trauma surgery: consensus among spine trauma surgeons[J]. *Spine J*, 2009, 9(7): 530-536.
31. Powell M, Kirshblum S, O'Connor KC. Duplex ultrasound screening for deep vein thrombosis in spinal cord injured patients at rehabilitation admission[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1999, 80(9): 1044-1046.
32. McCormick PC. Deep venous thrombosis and thromboembolism in patients with cervical spinal cord injuries[J]. *Neurosurgery*, 2002, 50(3 Suppl): S73-80.
33. Grant RA, Quon JL, Abbed KM. Management of acute traumatic spinal cord injury[J]. *Curr Treat Options Neurol*, 2015, 17(2): 334.
34. Harris S, Chen D, Green D. Enoxaparin for thromboembolism prophylaxis in spinal injury: preliminary report on experience with 105 patients[J]. *Am J Phys Med*, 1996, 75(5): 326-327.
35. Halim TA, Chhabra HS, Arora M, et al. Pharmacological prophylaxis for deep vein thrombosis in acute spinal cord injury: an Indian perspective[J]. *Spinal Cord*, 2014, 52(7): 547-550.
36. Vincent Y, Christopher F. Lower extremity hemorrhage in patients with spinal cord injury receiving enoxaparin therapy

- [J]. *J Spinal Cord Med*, 2015, 38(2): 236–238.
37. Du W, Zhao C, Wang J, et al. Comparison of rivaroxaban and parnaparin for preventing venous thromboembolism after lumbar spine surgery[J]. *J Orthop Surg Res*, 2015, 10: 78.
38. Spinal Cord Injury Thromboprophylaxis Investigators. Prevention of venous thromboembolism in the acute treatment phase after spinal cord injury: a randomized, multicenter trial comparing low-dose heparin plus intermittent pneumatic compression with enoxaparin [J]. *J Trauma*, 2003, 54 (6): 1116–1124.
39. Nicolaides AN, Fareed J, Kakkar AK, et al. Prevention and treatment of venous thromboembolism International Consensus Statement (guidelines according to scientific evidence)[J]. *Int Angiol*, 2006, 25(2): 101–161.
40. Geerts WH, Jay RM, Code KI, et al. A comparison of low-dose heparin with low-molecular-weight heparin as prophylaxis against venous thromboembolism after major trauma[J]. *N Engl J Med*, 1996, 335(10): 701–707.
41. Gerlach R, Raabe A, Beck J, et al. Postoperative nadroparin administration for prophylaxis of thromboembolic events is not associated with an increased risk of hemorrhage after spinal surgery[J]. *Eur Spine J*, 2004, 13(1): 9–13.
42. Jones T, Ugalde V, Franks P, et al. Venous thromboembolism after spinal cord injury: incidence, time course, and associated risk factors in 16, 240 adults and children [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2005, 86(12): 2240–2247.
43. Pierfranceschi MG, Donadini MP, Francesco D, et al. The short- and long-term risk of venous thromboembolism in patients with acute spinal cord injury: a prospective cohort study[J]. *Thromb Haemost*, 2012, 109(1): 34–38.
44. Chung WS, Lin CL, Chang SN, et al. Increased risk of deep vein thrombosis and pulmonary thromboembolism in patients with spinal cord injury: a nationwide cohort prospective study[J]. *Thromb Res*, 2014, 133(4): 579–584.
45. Dhall SS, Hadley MN, Aarabi B, et al. Deep venous thrombosis and thromboembolism in patients with cervical spinal cord injuries[J]. *Neurosurgery*, 2013, 72: 244–254.
46. Kearon C, Akl EA, Comerota AJ, et al. Antithrombotic therapy for VTE disease: Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed: American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines[J]. *Chest*, 2012, 141(2 Suppl): e419S–494S.
47. Rogers FB, Cipolle MD, Velmahos G, et al. Practice management guidelines for the prevention of venous thromboembolism in trauma patients: the EAST practice management guidelines work group[J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2002, 53(1): 142–164.
48. Wilson JT, Rogers FB, Wald SL, et al. Prophylactic vena cava filter insertion in patients with traumatic spinal cord injury: preliminary results[J]. *Neurosurgery*, 1994, 35 (2): 234–239.
49. Khansarinia S, Dennis JW, Veldenz HC, et al. Prophylactic Greenfield filter placement in selected high-risk trauma patients[J]. *J Vasc Surg*, 1995, 22(3): 231–236.
50. Lozano LM, Perel P, Ker K, et al. Thromboprophylaxis for trauma patients[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2013, 3(3): 100–104.
51. Maxwell RA, Marco CA, Cockerham WT, et al. Routine prophylactic vena cava filtration is not indicated after acute spinal cord injury[J]. *J Trauma*, 2002, 52(5): 902–906.
52. Karmy-Jones R, Jurkovich GG, Burdick T, et al. Practice patterns and outcomes of retrievable vena cava filters in trauma patients: an AAST multicenter study [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2007, 62(1): 17–25
53. Sing RF, Fischer PE. Inferior vena cava filters: indications and management[J]. *Curr Opin Cardiol*, 2013, 28(6): 625–631.
54. Balshi JD, Cantelmo NL, Menzoian JO. Complications of caval interruption by Greenfield filter in quadriplegics [J]. *J Vasc Surg*, 1989, 9(4): 558–562.
55. Gorman PH, Qadri SF, Rao-Patel A. Prophylactic inferior vena cava (IVC) filter placement may increase the relative risk of deep venous thrombosis after acute spinal cord injury [J]. *J Trauma Acute Care Surg*, 2009, 66(3): 707–712.

(收稿日期:2015-08-24 修回日期:2016-02-21)

(本文编辑 李伟霞)