

· 临床研究 ·

## 间歇性充气加压预防跟腱修复术后深静脉血栓

刘洋, 鲁文, 韩锦学, 李雪飞, 丁晓琳\*

(山东第一医科大学第二附属医院骨科, 山东泰安 271000)

**摘要:** [目的] 探讨间歇性充气加压 (intermittent pneumatic compression, IPC) 治疗对跟腱修复术后深静脉血栓 (deep vein thrombosis, DVT) 发生的影响。[方法] 回顾性分析 2020 年 1 月—2022 年 1 月本院采用微创手术修复的急性跟腱断裂 114 例。术后医患沟通, 59 例术后常规石膏固定 (常规组), 55 例术后常规石膏固定的同时加用 IPC 治疗 (IPC 组)。比较两组术后并发症和 DVT 发生率。[结果] 两组患者均顺利完成手术。常规组未出现腓肠神经损伤, IPC 组出现 1 例腓肠神经损伤, 考虑术中牵拉所致, 经过药物治疗后痊愈, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。常规组有 3 例切口愈合不佳, 出现浅表感染, IPC 组有 2 例切口浅表感染, 经过局部换药后痊愈, 两组患者切口愈合等级差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。超声检查显示, IPC 组术后 2 周 DVT 发生率显著低于常规组 (5.5% vs 13.6%,  $P=0.042$ ), 术后 4 周两组间 DVT 的发生率差异无统计学意义 (20.0% vs 25.4%,  $P=0.737$ )。[结论] 即使石膏固定状态下, IPC 治疗能够有效降低 DVT 的发生, 同时对切口愈合及腓肠神经无明显影响。

**关键词:** 跟腱断裂, 微创修复, 间歇性充气加压, 深静脉血栓

**中图分类号:** R687      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2023) 12-1138-03

**Intermittent pneumatic compression for prevention of deep vein thrombosis after Achilles tendon repair // LIU Yang, LU Wen, HAN Jin-xue, LI Xue-fei, DING Xiao-lin. Department of Orthopedics, The Second Affiliated Hospital, Shandong First Medical University, Tai'an 271000, China**

**Abstract:** [Objective] To investigate the efficiency of intermittent pneumatic compression (IPC) used for prevention of deep vein thrombosis (DVT) after Achilles tendon repair. [Methods] A total of 114 patients received minimally invasive surgical repair for acute Achilles tendon rupture in our hospital from January 2020 to January 2022. Based on postoperative doctor-patient communication, 59 patients received postoperative routine plaster fixation (the conventional group), while the other 55 patients underwent postoperative routine plaster fixation combined with IPC treatment (IPC group). The incidence of postoperative complications and DVT was compared between the two groups. [Results] All patients in both groups were successfully operated on. Sural nerve injury was found in one case of the IPC group, whereas non in the conventional group, which was considered to be caused by intraoperative pulling and recovered after drug treatment, without a statistically significant difference between the two groups ( $P<0.05$ ). Poor incision healing and superficial infection were noted in 3 patients in the conventional group, while 2 cases in the IPC group, which healed well after dressing change, with no statistically significant difference in incision healing grade between the two groups ( $P>0.05$ ). Ultrasonographically, the incidence of DVT in the IPC group was significantly lower than that in the conventional group 2 weeks after surgery (5.5% vs 13.6%,  $P=0.042$ ), whereas it became not significantly different between the two groups 4 weeks after surgery (20.0% vs 25.4%,  $P=0.737$ ). [Conclusion] The IPC treatment does effectively reduce the incidence of DVT, without significant impact on wound healing and sural nerve.

**Key words:** achilles tendon rupture, minimally invasive repair, intermittent pneumatic compression, deep vein thrombosis

跟腱断裂的患者无论是手术治疗还是保守治疗都需要石膏固定下肢, 患者深静脉血栓 (deep vein thrombosis, DVT) 发病率风险特别高<sup>[1]</sup>。有研究显示当给予机械间歇气动加压疗法 (intermittent pneumatic compression, IPC) 治疗时, 住院关节置换术患者的 DVT 减少<sup>[2]</sup>, 但尚缺少 IPC 对于跟腱术后 DVT 的影

响的研究。临床医师在使用 IPC 的同时, 常常担心切口愈合不良及神经损伤。本研究通过探究 IPC 治疗后对跟腱修复术后 DVT 发生率影响, 探究 IPC 是否能有效的降低跟腱术后 DVT 发生率的同时, 观察其是否影响切口愈合及腓肠神经, 为临床上促进跟腱恢复, 降低跟腱术后并发症寻找可靠的方法。

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.12.17

作者简介: 刘洋, 主治医师, 研究方向: 足踝外科, (电话)15215482771, (电子信箱)liuyang@sdfmu.edu.cn

\* 通信作者: 丁晓琳, (电话)15666082271, (电子信箱)ankle163@163.com

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

2020 年 1 月—2022 年 1 月本院手术治疗的急性跟腱断裂 126 例，其中男 91 例，女 35 例；年龄 27~51 岁，平均 (35.3±9.6) 岁；右侧 54 例，左侧 72 例。所有纳入研究的患者经治疗前彩超证实双下肢无深静脉血栓。所有手术均有同一医疗小组完成。术前两组患者一般资料差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。依据术后医患沟通结果，66 例患者术后常规石膏固定 (常规组)，60 例术后常规石膏固定的同时加用 IPC 治疗 (IPC 组)。在治疗过程中，常规组有 4 例因个人原因离院，3 例在后期失去联系，无法完成调查，最终有效病例数为 59 例。IPC 组有 5 例患者无法完成调查，最终有效病例数为 55 例。所有患者均知情同意均签署知情同意书，本研究经医院伦理委员会批准。

### 1.2 治疗方法

手术均采用小切口微创修复术，术后踝跖屈 20° 位石膏固定。常规组术后给予基本的药物预防血栓，持续 2 周。IPC 组患者在此基础上，额外接受双侧小腿 IPC 治疗，治疗时 IPC 治疗仪安放见图 1。每天进行 2 次 IPC 治疗，每次治疗持续时间为 4 h。治疗时选择合适的压力套，包裹小腿及大腿，充气压力为 40 mmHg，由 IPC 装置在微电脑控制下规律充气放气。每个周期为 60 s，其中充气 15 s，放气 45 s，交替进行持续 2 周，2 周后停止 IPC 治疗。



图 1 术后患肢取踝跖屈位 20°，长腿石膏外固定，使用 IPC 治疗

所有患者在术后 4 周内患肢不负重，可扶拐下地。4 周后换短腿支具下地负重活动。治疗期间按时换药，观察切口愈合情况，2 周后拆线。

### 1.3 评价指标

术后观察腓肠神经支配区有无麻木，观察评价切

口愈合情况。整个治疗过程中，严密观察患者生命体征，若出现下肢肿胀、咳嗽、胸痛等血栓栓塞症状，立刻 IPC 治疗，并给予相关处理。术后 2、4 周，分别由 2 位经验丰富的且对治疗不知情的超声医师检测通过彩色多普勒超声检测有无深静脉血栓形成，记录并分析数据。

### 1.4 统计学方法

使用 SPSS 21.0 统计学软件进行数据分析。计数资料采取采用  $\chi^2$  检验或校正  $\chi^2$  检验。等级资料采用 Mann-whitney  $U$  检验。 $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

两组临床资料见表 1。整个治疗过程中未发生下肢肿胀、呼吸困难、咳嗽、胸痛等血栓栓塞症状。常规组未出现腓肠神经损伤，IPC 组出现 1 例腓肠神经损伤，考虑术中牵拉所致，经过药物治疗后痊愈，差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。常规组有 3 例切口愈合不佳，出现浅表感染，IPC 组有 2 例患者出现切口浅表感染，经过局部换药后痊愈，两组患者切口愈合等级差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

术后 2 周用超声检查显示，在 IPC 组中有 3 例出现血栓，常规组中有 8 例出现血栓，差异具有统计学意义 ( $P<0.05$ )。术后 4 周的超声检查显示，IPC 组 11 名患者中出现 DVT，较术后 2 周出现 DVT 的患者明显增多，有 8 例患者的血栓发生在远端深静脉。常规组术后 4 周 15 例患者出现 DVT，较 2 周前增多，其中有 10 例患者的血栓集中在远端深静脉。但常规组及 IPC 组术后 4 周后 DVT 发生的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

表 1 两组患者临床资料与比较

指标	IPC 组 (n=55)	常规组 (n=59)	P 值
腓肠神经损伤 (例, 是/否)	1/54	0/59	0.935
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙)	53/2/0	56/3/0	0.556
2 周后 DVTs [例 (%)]	3 (5.5)	8 (13.6)	0.042
4 周后 DVTs [例 (%)]	11 (20.0)	15 (25.4)	0.737

## 3 讨论

跟腱损伤在常见肌腱损伤中居前列<sup>[3]</sup>，常见于剧烈运动。跟腱损伤的保守治疗并发症较多，手术修复逐渐成为主流<sup>[4]</sup>。手术治疗常见的并发症：腓肠神

经损伤、切口感染不愈合、DVT等。尤其是跟腱术后需要石膏固定,可导致下肢血流缓慢,进而导致DVT<sup>[5]</sup>。严重者导致肺栓塞<sup>[6]</sup>,危及生命。有报道骨科手术术后均存相对较高的DVT及PTE发生率,欧美洲DVT发生率为2.2%~3.3%,PTE发生率为0.9%~2.0%<sup>[7,8]</sup>;我国DVT发生率为1.8%~2.9%<sup>[9]</sup>。术后预防DVT尤为重要。

在众多预防DVT的措施中,间歇充气加压治疗(IPC)无药物的不良反应,且经济、方便、易接受<sup>[10]</sup>,治疗时还能增加患者体验感,临床应用广泛。其作用原理是通过机械挤压及生物化学效应预防血栓,当肢体受压时,气压带将产生作用力挤压血管,继而推动血液流动,可有效防止血液淤滞,避免血栓的形成。IPC在改善肢体静脉血流的同时,还能降低动脉的阻力,增加动脉血流量<sup>[10]</sup>。有研究显示IPC还能引起内皮细胞生理反应,改善血管组织代谢,激发纤溶系统活性,有效减少DVT的总体发病率<sup>[11,12]</sup>,能促成IPC抗血凝、纤溶和血管舒张效应<sup>[13]</sup>,可使血栓的发生率从45%~50%下降至10%~20%<sup>[14]</sup>。

本研究发现,经过IPC治疗2周后DVT的发病率远远低于常规组,即使在石膏固定的情况下,IPC治疗仍然能够有效降低DVT的发病率。然而停止IPC治疗后,IPC组的DVT的发病率明显增高,进一步说明IPC治疗的有效性。本研究中跟腱断裂术后的患者,其深静脉血栓主要发生在远端深静脉,孟华等<sup>[15]</sup>研究认为小腿肌间静脉没有深筋膜的束缚,管腔易扩张,血流速度慢,这些特性容易导致血栓的发生。小腿部肌肉静脉存在许多静脉窦,在这种情况下,血液回流的动力很大程度上依赖肌肉泵的作用,跟腱术后小腿肌肉收缩有限,静脉血回流受限,因此更易发生血栓。

本研究中发现在IPC组和常规组中,IPC治疗并没有影响跟腱缝合术后切口感染以及腓肠神经损伤的发病率,在试验过程中,虽然都出现了切口感染,但是差异无统计学意义。而且似乎经过IPC治疗后,切口愈合的更好。可能是经过IPC治疗后,促进了下肢血液循环,减少切口的淤血和水肿,切口得到的血液营养供应更丰富,从而有助于切口的愈合,在这一点,作者并没有深入进行试验研究,也可以作为将来研究的方向之一。同时有研究显示<sup>[1]</sup>,IPC治疗能够上调I型胶原蛋白的合成,起到促进跟腱的愈合的作用。

总之,跟腱断裂手术后即使在石膏固定的状态下

通过IPC能够有效降低DVT的发病率,治疗安全有效,不用担心IPC治疗对术后并发症的影响。

#### 参考文献

- [1] Abdul Alim M, Domeij-arverud E, Nilsson G, et al. Achilles tendon rupture healing is enhanced by intermittent pneumatic compression upregulating collagen type I synthesis [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26 (7): 2021-2029.
- [2] 黎坚. 间歇性充气加压与髌关节置换后下肢深静脉血栓的预防和治疗 [J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2010, 14 (43): 8133-8136.
- [3] 董新利, 孙强, 刘晗, 等. 改良微创技术修复急性闭合性跟腱断裂 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (11): 1016-1019.
- [4] Nilsson-helander K, Silbernagel KG, Thomeé R, et al. Acute achilles tendon rupture: a randomized, controlled study comparing surgical and nonsurgical treatments using validated outcome measures [J]. *Am J Sports Med*, 2010, 38 (11): 2186-2193.
- [5] 刘洋, 丁晓琳, 鲁文, 等. 两种技术修复急性跟腱断裂的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (4): 289-292.
- [6] 李晓强, 张福先, 王深明. 深静脉血栓形成的诊断和治疗指南(第三版) [J/CD]. *中国血管外科杂志(电子版)*, 2017, 9 (4): 250-257.
- [7] Olaf M, Cooney R. Deep venous thrombosis [J]. *Emerg Med Clin North Am*, 2017, 35 (4): 743-770.
- [8] Di NM, Van EN, Büller HR. Deep vein thrombosis and pulmonary embolism [J]. *Lancet*, 2016, 388 (10063): 3060-3073.
- [9] 刘维佳. 《医院内静脉血栓栓塞症防治与管理建议(2018版)》解读与实践 [C] // 2019年度贵州省中西医结合学会呼吸学术年会, 贵州遵义, 2019.
- [10] Fan C, Jia L, Fang F, et al. Adjunctive intermittent pneumatic compression in hospitalized patients receiving pharmacologic prophylaxis for venous thromboprophylaxis: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Nurs Scholarsh*, 2020, 52 (4): 397-405.
- [11] Iba T, Shin T, Sonoda T, et al. Stimulation of endothelial secretion of tissue-type plasminogen activator by repetitive stretch [J]. *J Surg Res*, 1991, 50 (5): 457-460.
- [12] Lippi G, Favaloro EJ, Cervellin G. Prevention of venous thromboembolism: focus on mechanical prophylaxis [J]. *Semin Thromb Hemost*, 2011, 37 (3): 237-251.
- [13] Nicolaides AN, Fernandes E, Fernandes J, et al. Intermittent sequential pneumatic compression of the legs in the prevention of venous stasis and postoperative deep venous thrombosis [J]. *Surgery*, 1980, 87 (1): 69-76.
- [14] 付志厚. 髌膝关节置换术后下肢深静脉血栓形成的防治 [J]. *实用医药杂志*, 2003, 20 (12): 941-942.
- [15] 孟华, 姜玉新. 孤立性小腿深静脉血栓的超声诊断 [J]. *中国医学影像技术*, 2002, 18 (9): 919-921.

(收稿:2023-02-22 修回:2023-03-06)

(同行评议专家: 陈君生 侯存强)

(本文编辑: 郭秀婷)