

· 临床研究 ·

术中超声辅助微创修复急性跟腱断裂

王瑞强¹, 武英楷², 苏长辉¹, 韩锦学¹, 贾庆卫¹, 杨永良^{3*}

(1. 山东第一医科大学第二附属医院, 山东泰安 271000; 2. 宁阳县第一人民医院, 山东宁阳 271400;
3. 山东省立医院, 山东济南 250021)

摘要: [目的] 探讨术中超声辅助微创修复急性跟腱断裂的临床疗效。[方法] 2017—2020年手术治疗急性跟腱断裂66例(66足)。根据医患沟通结果, 36例采用超声辅助微创修复(微创组), 30例采用常规开放手术(常规组)。比较两组早期结果及随访结果。[结果] 微创组手术时间、切口长度、平均住院时间、术中失血量、术后下地负重时间显著优于常规组($P<0.05$)。术后随访(12.34±3.45)个月, 微创组完全负重时间显著早于常规组($P<0.05$)。术后随时间推移, 两组VAS评分均显著减少($P<0.05$), AOFAS、ARTS评分及踝关节主动ROM均显著增加($P<0.05$)。相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义($P>0.05$)。[结论] 术中超声辅助微创修复急性跟腱断裂具有手术时间短、创伤小、失血量少、术后恢复快的优点。

关键词: 急性跟腱断裂, 术中超声, 微创手术, 开放手术

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478(2022)19-1816-04

Intraoperative ultrasound-assisted minimally invasive repair of acute Achilles tendon rupture // WANG Rui-qiang¹, WU Ying-kai², SU Chang-hui¹, HAN Jin-xue¹, JIA Qing-wei¹, YANG Yong-liang³. 1. The Second Affiliated Hospital, Shandong First Medical University, Taian 271000, China; 2. The First People Hospital of Ningyang County, Taian 271400, China; 3. Shandong Provincial Hospital, Jinan 250021, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical outcomes of ultrasound-assisted minimally invasive repair of acute Achilles tendon rupture. [Methods] A total of 66 patients (66 feet) received surgical repair of acute Achilles tendon rupture from 2017 to 2020. Based on patient-doctor communication, 36 patients underwent ultrasound-assisted minimally invasive surgery (MI group), while the remaining 30 patients had the tendon repaired by conventional open surgery (CO group). The documents of perioperative period and follow-up were compared between the two groups. [Results] The MI group proved significantly superior to the CO group in terms of operative time, incision length, hospital stay, intraoperative blood loss and postoperative walking time ($P<0.05$). Postoperative follow-up lasted for (12.34±3.45) months on a mean. The MI group resumed full weight bearing activity significant early than CO group ($P<0.05$). The VAS score significantly decreased ($P<0.05$), while AOFAS and ARTS scores, as well as range of motion (ROM) significantly increased in both groups over time ($P<0.05$), whereas which proved not statistically significant between the two groups at any matching time points ($P>0.05$). [Conclusion] Intraoperative ultrasound-assisted minimally invasive repair of acute Achilles tendon rupture has the advantages of shortening operation time, reducing trauma, decreasing blood loss and improving postoperative recovery.

Key words: acute Achilles tendon rupture, intraoperative ultrasound, minimally invasive surgery, open surgery

急性跟腱断裂是足踝部常见损伤, 多发于30~40岁人群, 且发生率逐年增加^[1]。急性跟腱断裂首选手术修复, 恢复其张力及长度, 手术后患者能够早期进行功能锻炼, 实现快速康复^[2], 并且术后跟腱再断裂率显著低于保守治疗^[3]。常规开放手术暴露范围广, 直视下修复保证了跟腱的强度, 且能够避免腓肠神经损伤, 但容易出现感染及皮肤坏死。微创手术具有创

伤小、手术时间短、切口并发症发生率低的优点, 但腓肠神经损伤一直是微创治疗中困扰手术医师的一个难题^[4]。为了减少微创手术中腓肠神经损伤, 作者设计了术中使用超声辅助微创修复急性跟腱断裂的方法, 并将其临床疗效同开放手术进行比较, 来明确该方法的效果和优势。

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.19.20

作者简介: 王瑞强, 主治医师, 研究方向: 创伤外科, (电话)13563828924, (电子信箱)wrq2010158@163.com; 并列第一作者: 武英楷, 住院医师, 研究方向: 关节与运动医学, (电话)15153896707, (电子信箱)1104213194@qq.com

* 通信作者: 杨永良, (电话)1586602569, (电子信箱)trauma1973@hotmail.com

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析2017年—2020年本院手术治疗急性跟腱断裂66例患者的临床资料。根据医患沟通结果将其分为两组,36例行超声辅助微创修复跟腱断裂(微创组),30例行常规开放手术(常规组)。两组患者术前一般情况见表1,两组年龄、性别、侧别、受伤机制差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究经医院伦理委员会批准,所有患者均知情同意。

1.2 手术方法

所有患者均采用硬膜外麻醉,俯卧位。

微创组:未使用止血带,超声检查标记跟腱断端位置及跟腱内外缘,标记小隐静脉走行(图1a)。以断端内侧做约2cm纵行切口,切开腱膜找到断端,显露、清理。在断端近端1、3、5cm处跟腱两侧做2mm切口,切口位于小隐静脉内侧。用腹壁缝合器(或硬膜外麻醉套管针)引入2号爱惜邦线,按Bunnell方法缝合断端近端(图1b),缝合线的两端于跟腱断端的两侧穿出,预张缝合线,同样方法缝合断端远端(图1c),于踝关节跖屈位,断端两侧分别打结固定,2-0可吸收线加强修复断端,3-0可吸收线修

复腱膜,切口行皮内缝合(图1d),不放置引流。

常规组:使用止血带,取跟腱旁内侧纵行切口,逐层切开,保护周围组织,断端有限清创,2号爱惜邦线采用Krackow锁边缝合,对合断端,修复腱周组织,逐层缝合,放置引流管1根。

术后两组患者均踝跖屈 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 短腿石膏托固定。

1.3 评价指标

记录早期结果:手术时间、切口长度、术中失血量、术中并发症、切口愈合情况及住院时间。采用下地行走时间、完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、踝背伸-跖屈活动度(range of motion, ROM)、美国足踝骨科协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝及后足评分、跟腱完全断裂评分(Achilles tendon total rupture score, ATRS)评价临床效果。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0软件对数据进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示,资料呈正态分布时,两组间比较采用独立样本 t 检验,组内比较采用单因素方差分析;资料呈非正态分布时,采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。



图1 患者,男,32岁,急性跟腱断裂,行术中超声辅助微创修复术治疗 1a:术前彩超标记小隐静脉位置 1b:小切口显露跟腱断端, Bunnell方法缝合断端近端 1c: Bunnell方法缝合断端远端 1d:完成手术后,切口情况

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患者均顺利完成手术,术中无神经、血管损伤等并发症。两组围手术期资料见表1。微创组手术时间、术中失血量、切口长度、住院时间、术后下地

活动时间均显著优于常规组($P<0.05$)。微创组无切口感染发生,1例发生肌间静脉血栓,并发症发生率2.78%(1/36);常规组2例出现切口浅表感染,2例出现下肢肌间静脉血栓,并发症发生率13.33%(4/30)。两组并发症发生率的差异无统计学意义($P=0.169$)。

表 1 两组患者一般资料及围手术期资料与比较

指标	微创组 (n=36)	常规组 (n=30)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	44.42±6.15	45.27±6.30	0.965
性别 (例, 男/女)	19/17	16/14	0.582
侧别 (例, 左/右)	18/18	18/12	0.287
损伤机制 (例, 运动/非运动)	32/4	28/2	0.428
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	38.11±3.53	54.70±7.79	<0.001
切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	3.61±0.73	12.73±1.11	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	17.58±1.52	56.13±2.27	<0.001
住院天数 (d, $\bar{x} \pm s$)	4.44±0.65	7.93±0.87	<0.001
切口感染 (例, 是/否)	0/36	2/28	0.203
腓肠神经损伤 (例, 是/否)	0/36	0/30	ns
DVT (例, 是/否)	1/35	2/28	0.587
术后下地时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.54±0.78	7.91±1.29	<0.001

2.2 随访结果

两组患者均获随访, 平均随访时间 (12.34±3.45) 个月。随访期间两组均无跟腱再断裂发生。两组随访资料见表 2。微创组完全负重时间显著早于常规组 ($P<0.05$)。术后随时间推移, 两组 VAS 评分均显著减少 ($P<0.05$), AOFAS、ARTS 评分及踝关节主动 ROM 均显著增加 ($P<0.05$)。相应时间点, 两组间 VAS 评分、AOFAS 评分、ARTS 评分及踝关节主动 ROM 差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。

末次随访时, 微创组 36 例中, 4 例出现活动后轻微不适, 但无需处理, 其余 32 例未诉疼痛不适; 34 例提踵正常, 2 例提踵时出现乏力感。常规组 30 例中, 2 例于活动后出现轻微不适, 但无需处理, 其余 28 例未诉疼痛不适; 27 例提踵正常, 3 例提踵时出现乏力感。

表 2 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	微创组 (n=36)	常规组 (n=30)	P 值
完全负重时间 (周)		6.78±0.46	11.32±0.67	<0.001
VAS 评分 (分)	术前	5.78±0.79	6.03±0.89	0.223
	术后 3 个月	1.53±0.77	1.37±0.72	0.388
	末次随访	1.53±0.73	1.39±0.77	0.386
	P 值	<0.001	<0.001	
AOFAS 评分 (分)	术前	47.44±1.40	47.00±1.45	0.263
	术后 3 个月	86.89±1.88	87.10±1.51	0.622
	末次随访	92.39±2.84	91.73±2.46	0.325
	P 值	<0.001	<0.001	
ARTS 评分 (分)	术前	8.58±0.87	8.77±0.82	0.386
	术后 3 个月	86.83±1.76	87.17±1.66	0.436
	末次随访	86.97±1.84	87.00±1.58	0.948
	P 值	<0.001	<0.001	
主动 ROM (°)	术前	10.08±1.79	10.43±1.67	0.419
	术后 3 个月	38.81±5.31	39.33±2.68	0.623
	末次随访	39.69±2.84	39.17±2.45	0.427
	P 值	<0.001	<0.001	

3 讨论

急性跟腱断裂是较常见的运动损伤, 如不能得到有效治疗, 将影响运动功能, 其治疗核心是降低再断裂率、恢复运动功能^[5]。手术修复跟腱再断裂率低, 是跟腱断裂的首选治疗方案^[1-5]。同常规开放手术相比, 微创手术更容易损伤腓肠神经^[6]。腓肠神经与跟腱位置相对固定, 微创治疗中术者可以根据经验选择

相对较安全的穿刺点, 但少部分患者腓肠神经同跟腱近端距离存在变异^[7], 因此容易损伤腓肠神经。研究发现, 腓肠神经与小隐静脉伴行且位于小隐静脉外侧、位置固定^[8]。并且超声定位小隐静脉比较容易^[9]。因此作者设计了超声辅助微创修复急性跟腱断裂的方法。微创组未发生腓肠神经损伤, 说明该方法能准确定位腓肠神经, 避免损伤。

微创修复跟腱存在修复强度相对较低, 容易再断裂的问题。Sutherland^[10]采用微创技术治疗 31 例跟

腱断裂, 其中2例因跟腱强度不够出现再断裂。本研究中微创组取得了同常规开放手术一致的跟腱强度, 无跟腱再断裂发生, 原因如下: (1) Bunnell法是交叉缝合, 最大限度提高了缝线同跟腱接触面积, 有效减少了单位缝线所承载的压强, 降低了缝线对跟腱的切割; (2) 采用2-0可吸收线进行加强缝合, 增加了跟腱断端的接触面积, 减少跟腱断端的缺损; (3) 对腱膜损伤小, 保护跟腱血运, 利于断端愈合。本研究中微创组手术时间、失血量、切口长度、下地负重时间等显著优于常规组, 说明微创组创伤小、术后恢复快, 同庞晖^[11]的研究一致。

腱膜为跟腱提供丰富的血供, 开放手术需剥离腱膜, 影响血运, 且暴露时间长, 增加感染风险。跟腱断裂开放手术感染率约为1.2%~3.2%^[12, 13]。Paavola^[14]认为: 患肢使用止血带不利于切口愈合、增加感染风险。本研究中两组发生感染的差异无统计学意义, 但常规组2例出现浅表感染, 可能与术中使用时止血带及腱膜广泛剥离有关。

两组末次随访时VAS、AOFAS、ARTS评分差异无统计学意义, 微创组完全负重时间优于常规组, 说明微创组在保证临床疗效的同时, 能够使患者更快地恢复运动能力。汤明^[15]将微创治疗同加速康复相结合, 更进一步缩短了患者康复周期。

综上所述, 术中超声辅助微创修复急性跟腱断裂手术时间短、创伤小、失血量少、术后恢复快。

参考文献

- [1] Wang D, Sandlin MI, Cohen JR, et al. Operative versus nonoperative treatment of acute Achilles tendon rupture: an analysis of 12 570 patients in a large healthcare database [J]. *Foot Ankle Surg*, 2015, 21 (4): 250-253.
- [2] 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.
- [3] Jones MP, Khan RJ, Carey Smith RL. Surgical interventions for treating acute Achilles tendon rupture: key findings from a recent Cochrane review [J]. *J Bone Joint Surgical Am*, 2012, 94 (12): e88.
- [4] 丁晓琳, 刘洋, 张玲, 等. 小切口修复急性跟腱断裂[J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (4): 360-363.
- [5] 柴明祥, 何泽阳, 吴希瑞. 经皮与开放缝合治疗急性闭合性跟腱断裂的临床研究[J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24 (8): 711-716.
- [6] Klein W, Lang DM, Saleh M. The use of the Ma-Griffith technique for percutaneous repair of fresh ruptured tendoAchillis [J]. *Chir Organi Mov*, 1991, 76 (3): 223-228.
- [7] Porter KJ, Robati S, Karia P, et al. An anatomical and cadaveric study examining the risk of sural nerve injury in percutaneous Achilles tendon repair using the Achillon device [J]. *Foot Ankle Surg*, 2014, 20 (2): 90-93.
- [8] Eid EM, Hegazy AM. Anatomical variations of the human sural nerve and its role in clinical and surgical procedures [J]. *Clin Anat*, 2011, 24 (2): 237-245.
- [9] Yongliang Y, Honglei J, Wupeng Z, et al. Intraoperative ultrasonography assistance for minimally invasive repair of the acute Achilles tendon rupture [J]. *Orthop Surg Res*, 2020, 15 (1): 258-266.
- [10] Sutherland A, Maffulli N. A modified technique of percutaneous repair of ruptured Achilles tendon [J]. *Oper Orthop Trauma*, 1999, 7 (1): 288-295.
- [11] 庞晖, 崔健, 李建军, 等. 传统与微创缝合急性闭合性跟腱断裂的比较[J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (4): 289-292.
- [12] 王成, 胡跃林, 焦晨, 等. 跟腱断裂修补后再断裂与感染的发病率、危险因素及临床预后[J]. *中国运动医学杂志*, 2010, 29 (5): 516-519.
- [13] Saxena A, Maffulli N, Nguyen A, et al. Wound complications from surgeries pertaining to the Achilles tendon: an analysis of 219 surgeries [J]. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2008, 98 (2): 95-101.
- [14] Paavola M, Orava S, Leppilahti J, et al. Chronic Achilles tendon overuse injury: complications after surgical treatment. An analysis of 432 consecutive patients [J]. *Am J Sports Med*, 2000, 28 (1): 77-82.
- [15] 汤明, 魏世隼, 齐凤宇, 等. 微创缝合联合术后早期加速康复治疗急性跟腱断裂的临床研究[J]. *创伤外科杂志*, 2021, 23 (4): 296-300.

(收稿:2022-04-19 修回:2022-09-07)
(同行评议专家: 窦洪磊)
(本文编辑: 郭秀婷)