

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.03.017

❖ 临床研究 ❖

超声引导下改良 Bunnell 法经皮缝合术治疗急性闭合性跟腱断裂的疗效

何家雄¹, 吴家盛¹, 朱俊德², 何影浩¹, 曾焯辉¹, 李灿辉¹, 何秀珍³, 吴征杰¹

(广州中医药大学附属佛山市中医院, 1. 创伤骨科; 2. 门诊骨科; 3. 超声诊疗科, 广东 佛山 528000)

【摘要】目的: 比较超声引导下改良 Bunnell 法经皮缝合、Bunnell 法经皮缝合、切开缝合三种方法治疗急性闭合性跟腱断裂的疗效。**方法:** 按手术方式不同将 90 例急性闭合性跟腱断裂患者分为 A、B、C 三组, 每组各 30 例。A 组采用超声引导下改良 Bunnell 法经皮缝合, B 组采用 Bunnell 法经皮缝合, C 组采用切开缝合进行治疗。观察三组的手术时间、出血量、住院时间、疼痛程度[视觉模拟评分(VAS 评分)], 手术前后跟腱断端间隙、创伤指标[白细胞(WBC)、C-反应蛋白(CPR)、降钙素原(PCT)的表达水平], 手术相关并发症发生情况、术后恢复工作时间及恢复运动时间, 末次随访按跟腱完全断裂评分标准(ATRS)及 Thermann 跟腱损伤评分(Thermann 评分)评价踝关节的功能。**结果:** A、B 组手术时间、出血量、住院时间、VAS 评分优于 C 组($P < 0.05$); A、C 组术后跟腱断端间隙小于 B 组($P < 0.05$); C 组术前、术后的创伤指标变化较 A、B 组明显($P < 0.05$); 术后 B 组并发症发生率高于 A 组、C 组($P < 0.05$); A、C 组术后恢复工作时间及恢复运动时间均短于 B 组($P < 0.05$)。**结论:** 三种方法均能有效治疗急性闭合性跟腱断裂, 其中超声引导下改良 Bunnell 法经皮缝合在保持微创优势同时, 最大限度避免并发症发生, 是治疗急性闭合性跟腱断裂的较理想方法。

【关键词】 急性跟腱断裂; 闭合性损伤; 缝合术; 微创; Bunnell 法经皮缝合; 超声引导

【中图分类号】 R687.2 **【文献标志码】** A

Efficacy of ultrasound-guided modified Bunnell method percutaneous suturing in the treatment of acute closed Achilles tendon rupture

HE Jia-xiong¹, WU Jia-sheng¹, ZHU Jun-de², HE Ying-hao¹, ZENG Yan-hui¹, LI Can-hui¹, HE Xiu-zhen³, WU Zheng-jie¹

(1. Department of Orthopaedic Trauma; 2. Department of Orthopedics; 3. Department of Ultrasonic, Foshan Hospital of TCM, Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Foshan 528000, Guangdong, China)

【Abstract】 Objective: To compare the efficacy of ultrasound-guided modified Bunnell method, Bunnell method and open suture in the treatment of acute closed Achilles tendon rupture. **Methods:** 90 patients with acute closed achilles tendon rupture were divided into group A, B and C according to the different surgical methods, 30 cases in each group. The patients in group A were treated with ultrasound-guided modified Bunnell method, Bunnell method of percutaneous suture in group B, and incision and suture in group C. The operation time, blood loss, hospital stay, pain degree (VAS score), preoperative and posterior achilles tendon gap, preoperative and postoperative trauma indexes (WBC, CPR, PCT), the occurrence of surgery-related complications, the time to resume working and exercise after operation were observed. The ankle joint function was evaluated by ATRS score and Thermann score at the last follow-up. **Results:** Groups A and B performed better in terms of operative time, hemorrhage, hospital stay, and VAS score than group C ($P < 0.05$). The postoperative Achilles tendon rupture gap was significantly smaller in groups A and C than in group B ($P < 0.05$). The changes of trauma indexes before and after surgery in group C were significantly higher than that in group A and B ($P < 0.05$). The incidence of postoperative complications in group B was higher than that in group A and C ($P < 0.05$). The estimated return to work and return to exercise times were shorter in groups A and C than in group B, with statistically significant difference ($P < 0.05$). **Conclusion:** While all three procedures are efficient for acute closed Achilles tendon rupture, ultrasound-guided modified Bunnell method percutaneous suture is the optimum method since it minimize complications while maintaining minimally invasive benefits

【Key words】 Acute rupture of Achilles tendon; Closed injury; Suture; Minimally invasive; Bunnell method percutaneous suture; Ultrasonic guidance

基金项目: 广东省佛山市科技局医学科技攻关项目(2018AB001431)

作者简介: 何家雄(1969-), 男, 副主任医师。E-mail: yinianming@163.com

通讯作者: 吴征杰。E-mail: nicuohele@163.com

急性闭合性跟腱断裂是一种常见的严重肌腱损伤,目前临床尚无最佳治疗方法^[1],保守治疗存在跟腱再断裂、提踵及步态恢复差、发生下肢深静脉血栓等风险^[2-3];切开缝合能较完全修复断裂的跟腱,但术后切口并发症发生率较高^[4-5];有限切开、经皮缝合能降低切口相关并发症,但腓肠神经损伤、再次断裂的发生率也高于切开缝合^[6-7]。Bunnell 法是抽出式肌腱缝合法^[8],用钢线在肌腱近侧断端行两道与腱纤维垂直方向的缝合,再沿与腱纤维平行方向引出断端,从远侧断端平行方向穿入 2 cm 后再穿出肌腱表面,于原位穿出皮肤,钮扣固定缝合。Bunnell 法不将异物留于肌腱内,不影响机体组织的正常愈合,但因其操作路径较长,可能会造成术后的广泛粘连。本研究拟运用超声引导改良 Bunnell 法,并应用于急性闭合性跟腱断裂的治疗。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2017 年 1 月至 2019 年 12 月佛山市中医院收治的 90 例急性闭合性跟腱断裂患者作为研究对象。纳入标准:初诊;成人患者;符合急性跟腱断裂诊断标准^[9];Myerson 分型 I - II 型^[10];受伤时间 ≤ 2 周;无手术禁忌症。排除标准:跟腱止点撕脱型断裂。将患者按接受手术方式不同分为 A 组、B 组、C 组,每组各 30 例。A 组采用超声引导下改良 Bunnell 法经皮缝合;B 组采用 Bunnell 法经皮缝合;C 组采用切开缝合进行治疗。本研究经院伦理委员会批准,患者签署知情同意书。三组一般临床资料比较,差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 三组患者间一般资料 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

指标	A 组 (n = 30)	B 组 (n = 30)	C 组 (n = 30)	F/χ^2 值	P 值
年龄 (岁)	36.03 ± 8.63	36.97 ± 9.86	34.30 ± 6.88	0.753	0.474
性别				1.180	0.667
男	27(90.00)	24(80.00)	25(83.33)		
女	3(10.00)	6(20.00)	5(16.67)		
吸烟 (是/否)				1.550	0.493
是	8(26.67)	12(40.00)	12(40.00)		
否	22(73.33)	18(60.00)	18(60.00)		
饮酒				1.160	0.644
是	17(56.67)	14(46.67)	18(60.00)		
否	13(43.33)	16(53.33)	12(40.00)		
受伤原因				0.520	0.770
运动	29(96.67)	28(93.33)	29(96.67)		
急性外伤	1(3.33)	2(6.67)	1(3.33)		
受伤侧				0.640	0.802
右	11(36.67)	13(43.33)	14(46.67)		
左	19(63.33)	17(56.67)	16(53.33)		
Myerson 分型				0.270	0.872
I 型	2(6.67)	3(10.00)	3(10.00)		
II 型	28(93.33)	27(90.00)	27(90.00)		

1.2 方法

术前,三组患者均根据超声及 MR 定位,在皮肤上标记跟腱断端及腓肠神经的投影位置。蛛网膜下腔阻滞麻醉,取俯卧位。术后,三组患者术后跖屈 30° 位短腿石膏固定两周,然后改用跖屈位跟腱支具继续固定,逐步行踝关节屈伸功能锻炼,6 周后在支具保护下部分负重并逐步过渡到完全负重练习,6 个月后无活动限制。所有患者均得到随访,随访时间 12 ~ 17 个月,平均 (12.5 ± 2.4) 个月。A 组 (超声引导下改良 Bunnell 法经皮缝合):术中使用深圳 WISON Labat SP 彩色超声诊断仪,10 MHz 探头。床边超声先行跟腱断端及腓肠神经定位,以跟腱断裂点为中心,分别在跟腱断端近端、远端、跟腱断裂处沿肌腱的内、外侧边缘各做 3 个长约 0.5 cm 的纵行切口,在术中超声监测下,避开腓肠神经,用直径 1.5 mm 的带孔克氏针分别在远、近端穿刺,通过两侧小切口经皮交叉引入 5 号 MB66 ETHIBOND 缝线,并分别在断端中点两侧小切口穿出,同时拉紧两侧远近端缝线,超声实时监测断端合拢情况,见远近两端间隙消失后,同时打结。再于跟腱断裂点远、近端 2 cm 处分别作两长约 0.5 cm 的纵切口,用 0 号 W9261PDS II ETHICON 可吸收缝线通过小切口作经皮“8”字缝合加固断端,超声即时检查断裂处对合良好,检查 Thompson 试验 (-) 后,缝合皮肤伤口,以踝关节跖屈 30° 位小腿石膏托固定。术中注意将穿刺孔周围组织分离,避免缝合深筋膜及牵拉损伤腓肠神经。B 组 (Bunnell 法经皮缝合):分别在跟腱远、近断端两侧各做 3 个纵行 0.5 cm 的切口,用 5 号 MB66 ETHIBOND 缝线通过两侧小切口对断端行“8”字缝合。穿刺及缝合前注意将穿刺孔周围组织分离,避免损伤腓肠神经。检查 Thompson 试验 (-),缝合皮肤伤口,以踝关节跖屈 30° 位小腿石膏托固定。C 组 (切开缝合):在跟腱内侧作一长约 8 ~ 10 cm 的纵行切口。暴露断裂的跟腱,5 号 MB66 ETHIBOND 缝线作 Krackow 法缝合,用 0 号 VCP358 ETHICON 可吸收缝线加固缝合腱周组织、检查牢靠后,缝合皮下组织及皮肤。以踝关节跖屈 30° 位短腿石膏托固定。见图 1。

1.3 疗效评定指标

(1)手术时间、出血量、住院时间、术后两周疼痛程度 [视觉模拟评分 (VAS 评分)]、术前与术后 8 周跟腱断端间隙 (B 超)、术前与术后 8 周的创伤指标 [白细胞 (WBC)、C-反应蛋白 (CPR)、降钙素原 (PCT)]。(2)术后 8 周内手术相关并发症发生率。(3)恢复工作及运动的时间。(4)末次随访踝关节功能。采用跟腱完全断裂评分标准 (Achilles tendon

total rupture score, ATRS) 及 Thermann 跟腱损伤评分标准进行评价^[11-12]。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较用 t 检验,两两比较用 SNK- q 检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较使用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

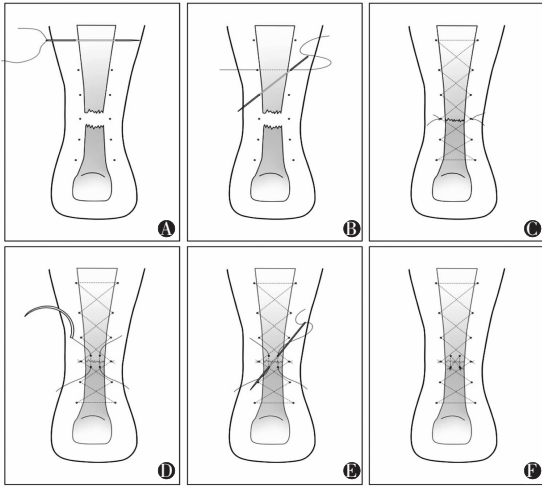


图1 改良 Bunnell 法操作示意图

A. 超声引导穿刺针经皮横穿跟腱,引入缝线;B. 穿刺针依次交叉穿刺引线;C. 超声监测下远、近端缝线收紧打结;D. 超声引导用 PDS II 缝线在断端间经皮穿刺,引出缝线;E. 依次用穿刺针经远端穿刺孔通过跟腱断端表面皮下隧道至近端对侧穿刺孔将对侧缝线引出;F. 超声监测下断端间缝线收紧打结。

2 结果

2.1 三组患者手术相关指标比较

A、B 组的手术时间、术中出血量、住院时间、VAS 评分均低于 C 组(均 $P < 0.05$)。术前,三组的 WBC、CRP、PCT、B 超跟腱间隙组间差异均无统计学意义($P > 0.05$);术后,A、B 组的 WBC、CRP、PCT 水平低于 C 组(均 $P < 0.05$),A、C 组的跟腱间隙小于 B 组(均 $P < 0.05$)。见表 2 及表 3。

表 2 三组手术相关指标($\bar{x} \pm s$)

指标	A 组(n=30)	B 组(n=30)	C 组(n=30)	F 值	P 值
手术时间(min)	43.3±5.4*	41.4±4.8*	50.2±5.9	22.660	0.010
术中出血量(mL)	14.7±2.9*	14.7±3.0*	29.7±4.8	167.389	0.010
住院时间(d)	6.5±2.1*	7.7±1.6*	9.5±2.2	16.675	0.010
术后疼痛程度(VAS 评分)	4.9±1.6*	5.7±1.8*	7.0±1.5	13.416	0.010

* $P < 0.05$,与 C 组比较。

表 3 三组手术相关指标($\bar{x} \pm s$)

指标	A 组(n=30)	B 组(n=30)	C 组(n=30)	F 值	P 值
术前					
WBC($\times 10^9/L$)	6.69±0.77	6.85±0.96	6.92±0.99	0.490	0.614
CRP(mg/L)	4.37±0.68	4.54±0.61	4.54±0.68	0.798	0.454
PCT(ng/mL)	0.06±0.02	0.06±0.02	0.06±0.02	1.194	0.308
B 超跟腱间隙(cm)	3.03±0.27	3.12±0.33	3.15±0.31	1.306	0.276
术后					
WBC($\times 10^9/L$)	8.80±0.85*	8.92±1.07*	10.64±1.22	28.113	0.010
CRP(mg/L)	5.41±0.63*	5.46±0.77*	7.58±0.68	95.167	0.010
PCT(ng/mL)	0.29±0.05*	0.30±0.05*	0.47±0.06	120.313	0.010
B 超跟腱间隙(cm)	0.04±0.01#	0.08±0.02	0.03±0.02#	103.690	0.010

* $P < 0.05$,与 C 组比较;# $P < 0.05$,与 B 组比较。

2.2 三组术后并发症比较

A 组:无并发症发生。B 组:切口表浅感染 1 例,经换药治疗后,伤口愈合;出现腓肠神经损伤 3 例,予营养神经治疗 12 周后症状消失,术后 3 周及 7 周各出现跟腱再断裂 1 例,予切开 Krackow 法缝合治疗后愈合,并发症发生率为 20%(6/30)。C 组:切口表浅感染 1 例,切口皮缘坏死 2 例,经换药治疗后,伤口愈合,并发症发生率为 10%(3/30)。三组并发症发生率比较差异有统计学意义($\chi^2 = 6.796, P = 0.037$)。

2.3 三组预后指标比较

治疗后,B 组恢复工作及运动时间长于 A、C 组,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。Thermann 评分及 ATRS 评分三组相当,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 4。

表 4 三组预后相关指标($\bar{x} \pm s$)

变量	恢复工作的时间(d)	恢复运动的时间(月)	Thermann 评分	ATRS 评分
A 组	58.90±8.25*	6.97±1.63*	94.87±2.15*	92.40±2.93*
B 组	73.00±8.26	8.20±1.24	93.87±2.16	90.60±2.76
C 组	60.17±6.70*	6.87±1.36*	94.93±1.78*	91.27±3.18*
F 值	30.258	8.169	2.583	2.828
P 值	0.010	0.001	0.081	0.065

* $P < 0.05$,与 B 组比较。

3 讨论

目前切开缝合仍是急性闭合性跟腱断裂主要外科治疗方法^[13]。但由于跟腱解剖和血供的特殊性,术后并发症较多见。为降低手术相关的并发症,Ma 等^[8]提出了经皮缝合法,但因术中无法直视全部术野,无法确保断端吻合质量和腓肠神经在跟腱区域的行径,术者很难通过触摸体表标志物将其定位,易致神经损伤^[14],且修复强度不足、再断裂也是经皮

缝合术常见的合并症^[15-16]。近年来,有限切开缝合、内镜下及超声辅助下经皮修复等方法应运而生^[6,17-19]。但有限切开缝合法发生术后并发症及腓肠神经损伤的可能性不低^[13];内镜下经皮缝合法存在硬件要求高、操作复杂、学习曲线长等缺点^[20];而超声辅助法操作简便,易于掌握。

本研究中,A 组术后无并发症,且 A、B 组术中出血量少、手术及住院时间短、术后疼痛轻,术后炎症指标均低于 C 组。术后复查 B 超,B 组吻合后断端间隙较另外两组大,推测断端处无紧密接触及术后 3 个月内过早负重可能是其主要原因。B 组术后出现并发症,可能与术中腓肠神经位置无法准确定位、打结时缝线牵拉、线结离体表过近等有关。C 组中部分患者出现伤口浅表感染、皮缘坏死,可能是由于跟腱吻合张力恢复后,软组织愈合张力过大及皮下脂肪液化。B 组恢复工作及运动的时间长于 A、C 组,可能是因为断端间遗留间隙致修复时间长。

综上所述,超声引导下改良 Bunnell 法经皮缝合、Bunnell 法经皮缝合、切开缝合三种方法均能有效治疗急性闭合性跟腱断裂,其中超声引导下改良 Bunnell 法经皮缝合在保证断端吻合质量的同时,避免了切口并发症发生及腓肠神经损伤,康复时间短,费用低,是治疗急性闭合性跟腱断裂较理想的方法。

参考文献

[1] Raikin SM, Garras DN, Krapchev PV. Achilles tendon injuries in a United States population [J]. *Foot Ankle International*, 2013, 34(4):475-480.

[2] Twaddle BC, Poon P. Early motion for Achilles tendon ruptures: is surgery important A randomized, prospective study [J]. *American Journal of Sports Medicine*, 2007, 35(12):2033-2038.

[3] Bergkvist D, Astrom I, Josefsson Po, et al. Acute Achilles tendon rupture: A questionnaire follow up of 487 patients [J]. *Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, 2012, 94(13):1229-1233.

[4] Willits K, Amendola A, Bryant D, et al. Operative versus nonoperative treatment of acute Achilles tendon ruptures: a multicenter randomized trial using accelerated functional rehabilitation [J]. *Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, 2010, 92(17):2767-2775.

[5] Marican MM, Fook-Chong SM, Rikhray IS. Incidence of postoperative wound infections after open tendo Achilles repairs [J]. *Singapore Medical Journal*, 2015, 56(10):549-554.

[6] Carmont MR, Rossi R, Scheffler S, et al. Percutaneous mini invasive Achilles tendon repair [J]. *Sports Medicine Arthroscopy Rehabilitation Therapy & Technology*, 2011, 3:28.

[7] Devries JG, Scharer BM, Summerhays BJ. Acute Achilles rupture percutaneous repair [J]. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 2017, 34(2):251-262.

[8] Ma GW, Griffith TG. Percutaneous repair of acute closed ruptured Achilles tendon: A new technique [J]. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1977, 128:247-255.

[9] 中国医师协会骨科医师分会. 急性跟腱断裂循证临床诊疗指南 [J]. *中华外科杂志*, 2015, 53(8):561-563.

[10] Myerson MS. Achilles tendon ruptures [J]. *Instructional Course Lectures*, 1999, 48:219-230.

[11] Nilsson-Helander K, Thomee R, Gravare-Silbernagel K, et al. The Achilles tendon total rupture score (ATRS): Development and validation [J]. *American Journal of Sports Medicine*, 2006, 35(3):421-426.

[12] Thermann H, Zwip H, Tscherner H. Functional treatment of acute Achilles tendon rupture prospectively randomized study [J]. *Journal of Orthopaedic Translation*, 1992, 16(3):729.

[13] Stavenuiter XJR, Lubberts B, Prince RM, et al. Postoperative complications following repair of acute Achilles tendon rupture [J]. *Foot & Ankle International*, 2019, 40(6):679-686.

[14] Flavin R, Gibney RG, Rourke SKO. A clinical test to avoid sural nerve injuries in percutaneous Achilles tendon repairs [J]. *Injury*, 2007, 38(7):845-847.

[15] Cretnik A, Kosanovic M, Smrkolj V. Percutaneous versus open repair of the ruptured Achilles tendon-A comparative study [J]. *American Journal of Sports Medicine*, 2005, 33:1369-1379.

[16] Tejwani NC, Lee J, Weatherall J, et al. Acute Achilles tendon ruptures: A comparison of minimally invasive and open approach repairs followed by early rehabilitation [J]. *American Journal of orthopedics (Belle Mead N. J.)*, 2014, 43(10):E221-E225.

[17] Kakiuchi M. A combined open and percutaneous technique for repair of tendo Achillis comparison with open repair [J]. *Journal of Bone and Joint Surgery-British Volume*, 1995, 77(1):60-63.

[18] Webb JM, Bannister GC. Percutaneous repair of the ruptured tendo Achilles [J]. *Journal of Bone and Joint Surgery-British Volume*, 1999, 81(5):877-880.

[19] Carmont MR, Maffulli N. Modified paneous repair of ruptured Achilles tendon [J]. *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 2008, 16(2):199-203.

[20] Fortis AP, Dimas A, Lamprakis A, et al. Repair of achilles tendon rapture under endoscopic control [J]. *Arthroscopy*, 2008, 24(6):683-688.

(收稿日期:2021-12-03

修回日期:2021-12-29)