

· 临床论著 ·

改良 Ma-Griffith 经皮与开放缝合急性跟腱断裂比较

钟建, 徐兵*, 汪华清, 黄强开, 曾勇

(成都市第二人民医院, 四川成都 610000)

摘要: [目的] 比较经皮修复与开放修复治疗急性闭合性跟腱断裂的临床效果。[方法] 回顾性研究 2015 年 7 月—2020 年 2 月于本院手术治疗的急性闭合性跟腱断裂 72 例患者的临床资料。根据医患沟通结果, 38 例改良 Ma-Griffith 经皮修复 (微创组), 另外 34 例采用传统开放修复 (开放组)。比较两组围手术期和随访资料。[结果] 微创组手术时间 [(45.5±5.9) min vs (49.0±7.0) min, $P<0.05$]、切口总长度 [(5.5±0.8) cm vs (7.9±0.9) cm, $P<0.05$]、术中失血量 [(16.1±4.1) ml vs (25.9±4.9) ml, $P<0.05$]、下地行走时间 [(4.0±1.6) d vs (7.0±1.7) d, $P<0.05$]、切口愈合等级 [甲/乙/丙, 38/0/0 vs 30/4/0, $P<0.05$]、住院时间 [(8.2±1.9) d vs (12.0±2.5) d, $P<0.05$] 均显著优于开放组。微创组腓肠神经损伤发生率显著高于开放组 (20.1% vs 2.9%, $P<0.05$), 但微创组术后切口感染发生率显著低于开放组 (0.0% vs 11.8%, $P<0.05$)。所有患者平均随访 (15.9±2.8) 个月, 微创组术后完全负重活动时间显著早于开放组 [(59.3±4.7) d vs (87.8±4.4) d, $P<0.05$]。随术后时间推移, 两组 VAS 评分显著减小 ($P<0.05$), 而 AOFAS 评分及踝关节活动度显著增加 ($P<0.05$)。在术后 1 个月, 微创组的 VAS [(1.9±0.6) vs (3.9±0.8), $P<0.05$]、AOFAS [(86.0±3.4) vs (74.7±5.0), $P<0.05$]、ATRS 评分 [(89.2±4.0) vs (77.2±4.0), $P<0.05$] 及踝关节活动度 [(48.7±3.6)° vs (39.7±4.1)°, $P<0.05$] 均显著优于开放组 ($P<0.05$), 但是, 末次随访时两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 经皮修复术作为一种微创手术, 虽然腓肠神经损伤的风险较高, 但与开放修复术相比, 能明显降低跟腱断裂后的感染率, 促进术后早期功能恢复。

关键词: 闭合性跟腱断裂, 经皮跟腱修复术, 微创手术, 开放跟腱修复

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 22- 2047-05

Modified Ma-Griffith percutaneous repair versus open repair of acute Achilles tendon rupture // ZHONG Jian, XU Bing, WANG Hua-qing, HUANG Qiang-kai, ZENG Yong. The Second People's Hospital of Chengdu City, Chengdu 610000, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical outcomes of modified Ma-Griffith percutaneous repair (PR) versus conventional open repair (OR) of acute closed Achilles tendon rupture. **[Methods]** A retrospective study was conducted on 72 patients who received surgical treatment for acute closed Achilles tendon rupture in our hospital from July 2015 to February 2020. Based on the results of doctor-patient communication, 38 patients underwent PR, while the other 34 patients received conventional open repair (OR). The perioperative period and follow-up data of the two groups were compared. **[Results]** The PR group proved significantly superior the OR group in terms of operation time [(45.5±5.9) min vs (49.0±7.0) min, $P<0.05$], the total length of incision [(5.5±0.8) cm vs (7.9±0.9) cm, $P<0.05$], intraoperative blood loss [(16.1±4.1) ml vs (25.9±4.9) ml, $P<0.05$], postoperative ambulation time [(4.0±1.6) days vs (7.0±1.7) days, $P<0.05$], incision healing grade [A/B/C, (38/0/0) vs (30/4/0), $P<0.05$] and hospital stay [(8.2±1.9) days vs (12.0±2.5) days, $P<0.05$]. The PR group got significantly higher incidence of sural nerve injury than the OR group (20.1% vs 2.9%, $P<0.05$), whereas the former had significantly lower incidence of postoperative incision infection than the latter (0.0% vs 11.8%, $P<0.05$). All patients were followed up for a mean of (15.9±2.8) months, and the PR group resumed full weight-bearing activity significantly earlier than the OR group [(59.3±4.7) days vs (87.8±4.4) days, $P<0.05$]. The VAS score decreased significantly ($P<0.05$), while AOFAS score and ankle range of motion (ROM) increased significantly in both groups over time postoperatively ($P<0.05$). The PR group proved significantly superior to the OR group in terms of VAS score [(1.9±0.6) vs (3.9±0.8), $P<0.05$], AOFAS [(86.0±3.4) vs (74.7±5.0), $P<0.05$], ATRS score [(89.2±4.0) vs (77.2±4.0), $P<0.05$] and ankle ROM [(48.7±3.6)° vs (39.7±4.1)°, $P<0.05$] 1 month postoperatively, whereas which became not statistically significant between the two groups at the latest follow up ($P>0.05$). **[Conclusion]** Compared with open repair, the percutaneous repair, a minimally invasive surgery, does significantly reduce the infection rate after Achilles tendon rupture and improve the early postoperative functional recovery, despite of higher risk of sural nerve injury.

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.22.06

作者简介: 钟建, 主治医师, 研究方向: 关节外科, (电话)17381855218, (电子信箱)icetear6@163.com

* **通信作者:** 徐兵, (电话)028-67830281, (电子信箱)ddamma@163.com

Key words: closed Achilles tendon rupture, percutaneous Achilles tendon repair, minimally invasive surgery, open Achilles tendon repair

跟腱是人体最大且最强壮的肌腱，同时也是最常发生断裂的肌腱，由于人口老龄化、肥胖率及参与体育运动的人口比例增加，跟腱断裂的发生率亦逐渐增加^[1-3]。目前对于急性跟腱断裂的治疗方案仍有争议^[4, 5]，切开手术治疗的再断裂率低且能较好恢复肌腱的强度，但术后并发症如深部感染、切口坏死的风险较大^[6, 7]。Ma 等^[8]提出了经皮修复跟腱断裂，但有学者认为经皮修复的强度较低且再断裂率及神经损伤的风险较开放手术高^[9, 10]。目前关于 Ma-Griffith 方法治疗跟腱断裂的研究较少且报道结果不尽相同，为进一步论证 Ma-Griffith 方法治疗跟腱断裂的安全性和可行性，现回顾 2015 年 7 月—2020 年 2 月在本院行跟腱断裂手术治疗的患者 72 例，为该类疾病患者的治疗提供参考。报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1) Thompson 征阳性、触及肌腱断端间隙，对于诊断有疑问的患者均行 MRI 检查以明确诊断。患者年满 18 周岁；(2) 闭合性跟腱断裂；(3) 完全性跟腱断裂，断端距离止点 2~8 cm；(4) 不超过 3 周的新鲜跟腱断裂。

排除标准：(1) 年龄未满 18 周岁；(2) 开放性跟腱断裂或跟腱近端及止点撕脱；(3) 跟腱不全断裂；(4) 超过 3 周的跟腱断裂；(5) 随访时间 < 6 个月。

1.2 一般资料

回顾性分析 2015 年 7 月—2020 年 2 月在本院行跟腱断裂手术治疗的患者，共 72 例患者符合上述标准，纳入本研究。根据医患沟通结果，将患者分为两组，其中开放组 34 例，微创组 38 例。两组一般资料见表 1。两组患者年龄、性别、BMI、损伤至手术时间、侧别、伤因等一般资料的比较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，所有患者在术前均知情同意。

1.3 手术方法

微创组：采用俯卧位，患足垫高至约 20° 跖屈位，患侧大腿不上止血带。用记号笔标记断裂的跟腱远近两端，分别于远近两端各做 4 个约 1 cm 切口，跟腱内外侧各 2 个，断端间隙中央两侧各作 1 个

cm 切口，蚊式钳松解皮下 (图 1a)。2 根 2 号爱惜康缝线通过 18 号腰穿针分别自断端近端以近、远端以远的切口横行穿过跟腱，然后再分别斜向对侧穿过跟腱后自切口穿出，最后缝线通过圆针自皮下从同侧断端间隙所作切口穿出 (图 1b)。拉紧跟腱两侧缝线后断端间隙消失，打结固定 (图 1c)，查体示 Thompson 征阴性。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

指标	微创组 (n=38)	开放组 (n=34)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	35.5±8.7	37.5±10.0	0.361
性别 (例, 男/女)	32/6	28/6	0.833
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	23.7±1.0	23.9±1.2	0.543
损伤至手术时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	2.3±0.3	2.4±0.3	0.908
侧别 (例, 左/右)	18/20	16/18	0.979
伤因 (例, 运动/其他)	33/5	31/3	0.420

开放组：患者采用俯卧位，患足垫高至约 20° 跖屈位，患肢大腿上止血带，开放手术治疗采用后内侧入路，长约 9 cm 长纵行手术切口，逐层分离，注意保护腓肠神经和腱旁组织。用 2 号爱惜康通过 Kessler 法行断端吻合，再用 2-0 薇乔线连续缝合予以加强，修复腱旁组织，逐层缝合。

术后患足跖屈 20° 位长腿石膏制动 3 周，随后予以患足中立位短腿石膏继续制动 3 周，在制动的最后 2 周时间里患者可在可承受范围内部分负重，术后 6 周拆除石膏予以跟腱靴佩戴 6 周，于跟腱靴保护下负重并开始踝关节功能锻炼。术后 9~12 周逐步开始提踵力量锻炼。

1.4 评价指标

记录两组患者围手术期资料，包括手术时间、切口长度、术中失血量、术中并发症、切口愈合、下地行走时间、住院时间。采用完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、美国骨科足踝协会 (American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 后足与踝评分、跟腱完全断裂评分 (achilles tendon total rupture score, ATRS)、踝关节活动度 (range of motion, ROM) 评价临床效果。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 13.0 软件进行统计学分析。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，组内时间点间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 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-Whitney U 检验，组内比较采用多个相关资料的 Friedman 检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组患者手术均顺利完成，术中均未发生严重并发症。两组患者围手术期资料详见表 2。微创组手术时间、切口总长度、术中失血量、下地行走时间、切口愈合及住院时间均显著优于开放组 (P<0.05)。术后微创组发生 1 例跟腱再断裂，开放组发生 2 例跟腱再断裂，均再次手术治疗后治愈，两组间差异无统计学意义 (P>0.05)。术后腓肠神经损伤症状，微创组为 8/38 (20.1%)，开放组为 1/34 (2.9%)，通过口服甲钴胺治疗后均恢复正常，微创组神经损伤发生率显著高于开放组 (P<0.001)。术后切口感染，微创组为 0 (0.0%)，开放组为 4/34 (11.8%)，均通过定期换药、抗生素抗感染后治愈，两组间比较差异有统计学意义 (P<0.001)。两组患者术后均无深静脉血栓、皮肤坏死发生。

表 2 两组患者围手术期资料比较

指标	微创组 (n=38)	开放组 (n=34)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	45.5±5.9	49.0±7.0	0.023
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	5.5±0.8	7.9±0.9	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	16.1±4.1	25.9±4.9	<0.001
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	4.0±1.6	7.0±1.7	<0.001
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	38/0/0	30/4/0	0.045
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	8.2±1.9	12.0±2.5	<0.001

2.2 随访结果

所有患者均获随访，平均随访时间 (15.9±2.8) 个月。两组随访资料详见表 3。微创组术后完全负重活动时间显著早于开放组 (P<0.05)。随术后时间推移，两组 VAS 评分显著减小 (P<0.05)，而 AOFAS 评分及踝关节活动度显著增加 (P<0.05)。术后 1 个月时，微创组的 VAS、AOFAS、ATRS 评分及踝关节活动度均显著优于开放组 (P<0.05)，术后 6 个月时，微创组的 VAS、AOFAS 评分显著优于开放组 (P<0.05)，但两组间 ATRS 评分及踝关节活动度差异无统计学意义 (P>0.05)。末次随访时上述指标的差异均无统计学意义 (P>0.05)。微创组典型病例提踵

功能见图 1d。

表 3 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 比较

指标	微创组 (n=38)	开放组 (n=34)	P 值
完全负重活动时间 (d)	59.3±4.7	87.8±4.4	<0.001
VAS 评分 (分)			
术后 1 个月	1.9±0.6	3.9±0.8	<0.001
术后 6 个月	1.2±0.6	2.1±0.5	<0.001
末次随访	0.7±0.5	0.8±0.7	0.979
P 值	<0.001	<0.001	
AOFAS 评分 (分)			
术后 1 个月	86.0±3.4	74.7±5.0	<0.001
术后 6 个月	90.1±3.2	80.0±4.6	<0.001
末次随访	91.0±3.5	89.4±4.3	0.082
P 值	<0.001	<0.001	
ATRS 评分 (分)			
术后 1 个月	89.2±4.0	77.2±4.0	<0.001
术后 6 个月	90.7±4.2	90.0±3.2	0.391
末次随访	93.8±3.6	93.8±3.0	0.720
P 值	0.277	<0.001	
踝关节活动度 ROM (°)			
术后 1 个月	48.7±3.7	39.7±4.1	<0.001
术后 6 个月	50.5±3.5	49.9±4.4	0.510
末次随访	51.2±3.6	50.1±4.3	0.228
P 值	0.027	<0.001	

3 讨论

目前对于跟腱断裂的最佳治疗方案意见不一，不恰当的治疗方式可导致明显的患肢功能障碍 [11, 12]，若能早期恢复跟腱连续性并进行肌肉力量及患肢活动度锻炼，以尽快达到受伤前的运动水平，且最大程度避免如跟腱再发断裂等并发症，则是最为理想的治疗方案。有随机对照研究表明在术后 6 个月时保守治疗与手术治疗相比并无明显差异 [13]。有研究显示手术治疗能明显降低再断裂风险但并发症发生率则明显增加 [14, 15]。切开手术治疗的再断裂率低且能良好恢复肌腱的强度，但不可避免术后并发症如深部感染、切口坏死的发生 [6, 7]。虽然早期有学者认为经皮修复的强度较低且再断裂率及神经损伤的风险较开放手术高 [9]，但有研究认为经皮手术治疗兼具保守与开放手术治疗的优点，经皮手术治疗与保守治疗相较再断裂率低，而与开放手术相较则切口并发症少且更为美观 [7, 16-18]。



图1 患者,男,24岁,右足跟腱完全断裂,采用改良 Ma-Griffith 微创方法治疗。1a:术前切口设计;1b:术中缝线拉紧前;1c:术中缝线拉紧后;1d:术后末次随访,右侧提踵功能恢复良好。

微创手术创伤小,与开放手术相比优势较明显,本研究中微创组手术时间、切口总长度、术中失血量、下地行走时间、住院时间均明显优于开放组,与既往研究结果大体一致^[19, 20]。Ma等^[8]于1977年第一次提出了经皮修复跟腱断裂,但术后跟腱断裂发生率报道不一, Haji 和 Bradley 报道经皮修复术后再断裂率分别为 2.6%及 16%,而 Panagiotis 的研究中并未观察到再断裂的发生^[21-23]。本研究中发现微创组术后再断裂率为 2.6% (1例),明显低于开放组 (5.9% 2例),虽然两组间并无统计学差异,可能的原因是开放手术组创伤重、对局部血供干扰大,以致术后跟腱愈合受限,也因此原因微创组的 VAS、AOFAS、ATRS 评分及踝关节活动度在术后 1 个月时均明显优于开放组。高度提示术中应当尽量精细操作,尽可能减少对局部组织的损伤。

腓肠神经损伤是跟腱断裂手术治疗的另一个关注点,有学者报道经皮修复组腓肠神经损伤发生率高达 60%^[9],亦有学者报道并无神经损伤发生^[21]。在本研究中,经皮修复组腓肠神经损伤发生率高达 21.1% (8例),与开放手术组相较有统计学差异 (2.9%, 1例),考虑原因为手术未在局麻下进行故术中无法得知是否有神经受损症状,且术中并未暴露腓肠神经。毛仁群等^[24]认为腓肠神经走行较恒定且变异较小,可术前标记好神经走行,以避免术中神经损伤发生,这点值得借鉴以尽可能减少神经损伤风险。

开放手术最严重的并发症是感染,有研究报道跟腱断裂术后感染及伤口并发症发生率约为 12.5%^[25]。本研究中,经皮修复组术后无感染发生而开放手术组感染发生率高达 11.8% (4例),均通过静脉应用抗生素及换药治疗治愈,未再次行感染清创。考虑其原因为跟腱周围组织开放手术破坏局部血供及腱周组织,且皮下缝线结节过多可能。

本研究发现两组患者术后均无深静脉血栓、皮肤坏死发生,且两组患者术后末次随访 AOFAS、ATRS 评分及踝关节活动度均无统计学差异,与既往研究结果一致^[19-21, 26, 27],表明微创经皮修复手术方案术后效果确切,能较好恢复患肢功能。

综上所述,本研究发现经皮修复手术与开放手术治疗跟腱断裂相较术后效果相似,微创手术术后早期功能恢复更好,但经皮修复手术较易发生腓肠神经损伤,而开放手术术后感染发生率明显高于经皮修复手术。本研究为小样本回顾性研究,有待大样本的前瞻性随机对照研究予以进一步探讨。

参考文献

- [1] Huttunen TT, Kannus P, Rolf C, et al. Acute achilles tendon ruptures: incidence of injury and surgery in Sweden between 2001 and 2012 [J]. *Am J Sports Med*, 2014, 42 (10): 2419-2423.
- [2] Lantto I, Heikkinen J, Flinkkilä T, et al. Epidemiology of Achilles tendon ruptures: increasing incidence over a 33-year period [J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2015, 25 (1): e133-e138.
- [3] Raikin SM, Garras DN, Krapchev PV. Achilles tendon injuries in a United States population [J]. *Foot Ankle Int*, 2013, 34 (4): 475-480.
- [4] Del BA, Volpin A, Maffulli N. Minimally invasive versus open surgery for acute Achilles tendon rupture: a systematic review [J]. *Br Med Bull*, 2014, 109: 45-54.
- [5] Kester BS, Strauss EJ. Management of acute achilles tendon ruptures [J]. *Bull Hosp Joint Dis*, 2021, 79 (1): 17-22.
- [6] Nistor L. Surgical and non-surgical treatment of Achilles tendon rupture. A prospective randomized study [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1981, 63 (3): 394-399.
- [7] Devries JG, Schärer BM, Summerhays BJ. Acute achilles rupture percutaneous repair: approach, materials, techniques [J]. *Clin Podiatr Med Surg*, 2017, 34 (2): 251-262.
- [8] Ma GW, Griffith TG. Percutaneous repair of acute closed ruptured achilles tendon: a new technique [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1977,

- 128 (128) : 247-255.
- [9] Hockenbury RT, Johns JC. A biomechanical in vitro comparison of open versus percutaneous repair of tendon Achilles [J]. *Foot Ankle*, 1990, 11 (2) : 67-72.
- [10] Patel MS, Kadakia AR. Minimally invasive treatments of acute achilles tendon ruptures [J]. *Foot Ankle Clin*, 2019, 24 (3) : 399-424.
- [11] Horstmann T, Lukas C, Merk J, et al. Deficits 10-years after Achilles tendon repair [J]. *Int J Sports Med*, 2012, 33 (6) : 474-479.
- [12] Deng S, Sun Z, Zhang C, et al. Surgical treatment versus conservative management for acute achilles tendon rupture: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2017, 56 (6) : 1236-1243.
- [13] 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.
- [14] Khan RJ, Carey SR. Surgical interventions for treating acute Achilles tendon ruptures [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2010, 8 (9) : D3674.
- [15] Zhou K, Song L, Zhang P, et al. Surgical versus non-surgical methods for acute achilles tendon rupture: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2018, 57 (6) : 1191-1199.
- [16] McMahon SE, Smith TO, Hing CB. A meta-analysis of randomised controlled trials comparing conventional to minimally invasive approaches for repair of an Achilles tendon rupture [J]. *Foot Ankle Surg*, 2011, 17 (4) : 211-217.
- [17] 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.
- [18] Maes R, Copin G, Averous C. Is percutaneous repair of the Achilles tendon a safe technique? A study of 124 cases [J]. *Acta Orthop Belg*, 2006, 72 (2) : 179-183.
- [19] 芮泽, 韩锦学, 刘洋, 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) : 369-371.
- [20] 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) : 325-328.
- [21] Karabinas PK, Benetos IS, Lampropoulou-Adamidou K, et al. Percutaneous versus open repair of acute Achilles tendon ruptures [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2014, 24 (4) : 607-613.
- [22] Haji A, Sahai A, Symes A, et al. Percutaneous versus open tendo-achillis repair [J]. *Foot Ankle Int*, 2004, 25 (4) : 215-218.
- [23] Bradley JP, Tibone JE. Percutaneous and open surgical repairs of Achilles tendon ruptures. A comparative study [J]. *Am J Sports Med*, 1990, 18 (2) : 188-195.
- [24] 毛仁群, 陈传焯, 王培吉, 等. 微创手术治疗急性闭合性跟腱断裂 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (13) : 1229-1232.
- [25] Kadakia AR, Dekker RN, Ho BS. Acute achilles tendon ruptures: an update on treatment [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2017, 25 (1) : 23-31.
- [26] Cretnik A, Kosanovic M, Smrkolj V. Percutaneous versus open repair of the ruptured Achilles tendon: a comparative study [J]. *Am J Sports Med*, 2005, 33 (9) : 1369-1379.
- [27] 梁晓军, 赵宏谋, 李毅, 等. 微创手术与传统手术治疗急性跟腱断裂的比较研究 [J]. *中国骨与关节外科*, 2013, 6 (5) : 438-441.

(收稿:2022-09-05 修回:2023-03-16)

(同行评议专家: 李爱国, 窦洪磊, 何斌, 聂海)

(本文编辑: 闫承杰)