

• 临床论著 •

半切开锁扣阻挡改良 Krackow 缝合跟腱断裂

徐梦瑶, 田建*, 胡雨璇, 张宇轩

(无锡市第九人民医院, 江苏无锡 214000)

摘要: [目的] 评价半切开锁扣阻挡改良 Krackow (locking block modified Krackow, LBMK) 缝合治疗跟腱断裂的疗效。[方法] 回顾性分析本院 2020 年 1 月—2023 年 2 月手术治疗的 63 例跟腱断裂患者的临床资料。依据医患沟通结果, 33 例采用半切开 LBMK 缝合, 30 例采用常规 Krackow 缝合。对比两组围手术期、随访资料。[结果] 改良组手术时间 [(45.0±6.4) min vs (50.6±7.2) min, $P=0.002$]、切口长度 [(2.5±0.5) cm vs (6.8±1.0) cm, $P<0.001$]、术中失血量 [(12.6±3.2) mL vs (34.7±8.3) mL, $P<0.001$]、下地行走时间 [(4.3±0.8) d vs (6.5±1.2) d, $P<0.001$]、住院时间 [(7.0±2.0) d vs (9.4±2.3) d, $P<0.001$] 均显著少于常规组。随访时间平均 (22.0±5.4) 个月, 改良组完全负重活动时间 [(46.2±4.6) d vs (50.0±5.3) d, $P<0.001$] 显著早于常规组, 术后随时间推移, 两组 VAS 评分、AOFAS 评分、ATRS 评分、足跖屈-背伸 ROM 及单足提踵次数均显著改善 ($P<0.05$)。术后 1 个月和 6 个月, 改良组 VAS 评分 [(2.0±0.5) vs (3.4±1.0), $P<0.001$; (1.0±0.3) vs (1.2±0.4), $P=0.028$], AOFAS 评分 [(78.4±4.0) vs (74.3±3.8), $P<0.001$; (89.2±3.6) vs (86.0±3.2), $P<0.001$], ATRS 评分 [(80.3±4.5) vs (75.8±4.2), $P<0.001$; (90.0±3.8) vs (87.7±4.0), $P=0.023$] 和单足提踵次数 [(9.6±2.0) 次/min vs (7.5±1.4) 次/min, $P<0.001$; (25.4±4.2) 次/min vs (20.8±3.8) 次/min, $P<0.001$] 均显著优于常规组。改良组术后 1 个月跟腱断端间隙 [(0.1±0.0) cm vs (0.3±0.1) cm, $P<0.001$] 显著小于常规组。[结论] 半切开 LBMK 缝合治疗跟腱断裂疗效明确, 且微创安全, 能明显恢复踝关节功能。

关键词: 跟腱断裂, 半切开, 锁扣阻挡, 改良 Krackow 缝合

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2025) 07-0604-06

Semi-invasive locking block modified Krackow suture for Achilles tendon rupture // XU Meng-yao, TIAN Jian, HU Yu-xuan, ZHANG Yu-xuan. The Ninth People's Hospital of Wuxi City, Wuxi, Jiangsu 214000, China

Abstract: [Objective] To evaluate the efficacy of locking block modified Krackow (LBMK) suture in the treatment of ruptured Achilles tendon. [Methods] A retrospective study was conducted on 63 patients who had Achilles tendon rupture repaired surgically in our hospital from January 2020 to February 2023. According to the doctor-patient communication, 33 patients underwent semi-incision LBMK suture, while other 30 patients underwent conventional Krackow suture. The perioperative period and follow-up data of the two groups were compared. [Results] The LBMK group proved significantly superior to the conventional group in terms of operation time [(45.0±6.4) min vs (50.6±7.2) min, $P=0.002$], length of incision, [(2.5±0.5) cm vs (6.8±1.0) cm, $P<0.001$], intraoperative blood loss [(12.6±3.2) mL vs (34.7±8.3) mL, $P<0.001$], ambulation time [(4.3±0.8) days vs (6.5±1.2) days, $P<0.001$] and hospital stay [(7.0±2.0) days vs (9.4±2.3) days, $P<0.001$]. All patients in both groups were followed up for a mean of (22.0±5.4) months, and the LBMK group resumed full weight-bearing activity significantly earlier than the conventional group [(46.2±4.6) days vs (50.0±5.3) days, $P<0.001$]. The VAS, AOFAS and ATRS scores, as well as flexion-extension ROM and heel raise times of affected foot were significantly improved in both groups over time ($P<0.05$). The LBMK group was significantly better than the conventional group regarding to VAS score [(2.0±0.5) vs (3.4±1.0), $P<0.001$; (1.0±0.3) vs (1.2±0.4), $P=0.028$], AOFAS score [(78.4±4.0) vs (74.3±3.8), $P<0.001$; (89.2±3.6) vs (86.0±3.2), $P<0.001$], ATRS score [(80.3±4.5) vs (75.8±4.2), $P<0.001$; (90.0±3.8) vs (87.7±4.0), $P=0.023$] and the heel raise times of affected foot [(9.6±2.0) times vs (7.5±1.4) times, $P<0.001$; (25.4±4.2) times vs (20.8±3.8) times, $P<0.001$] at 1 month and 6 months after surgery. In addition, the LBMK group had significantly less gap of broken end of Achilles tendon than the conventional group one month after surgery [(0.1±0.0) cm vs (0.3±0.1) cm, $P<0.001$]. [Conclusion] Semi-incision LBMK suture for the treatment of Achilles tendon rupture is an effective, minimally invasive and safe technique, and can significantly restore ankle function earlier.

Key words: Achilles tendon rupture, semi-incision, lock block, improved Krackow suture

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.110256

作者简介: 徐梦瑶, 主治医师, 研究方向: 足踝、肌骨超声, (电子信箱) xumengyao0128@163.com

* 通信作者: 田建, (电子信箱) tianjian828@163.com

跟腱断裂好发于 30~50 岁爱运动的群体, 表现为局部疼痛、运动障碍、跛行等症状, 近年来随健身、运动热潮来袭, 其发病率逐渐升高, 给患者日常生活造成不便^[1]。临床针对跟腱断裂尚无最佳干预方案, 需考虑诸多因素, 建议对活动量不大、年龄大者行保守治疗; 对年轻、特别是活动量大、追求高质量生活的患者, 手术仍是首选干预方式^[2, 3]。相比保守治疗, 手术能明显减少复发风险, 但对缝合方式要求较高, 不同缝合方式效果不一, 目前关于选择何种缝合方式仍存在一定的争议^[4, 5]。Krackow 缝合法被称为跟腱断裂开放修复标准手段, 于断裂处近远端健康组织打结, 可减少断裂处缝合, 抗拉能力强, 缝合强度较高^[6]; 有报道称, Krackow 缝合技术修复跟腱断裂的成功率接近 90%, 当病例累计量增加 1 倍时, 所需手术时间最多可减少 11%^[7]。目前临床医师对 Krackow 缝合技术较为熟悉, 操作熟练, 但传统或常规 Krackow 缝合难以进行微创修复。于是改良小切口微创缝合被提出, 如改良 Krackow 法等^[8], 有研究称相比 Kessler 缝合法, 改良 Krackow 法用于闭合性跟腱断裂修复效果更好, 在降低并发症发生率、改善下肢功能及提升生活质量上有明显优势等^[9]。锁扣阻挡改良 Krackow (locking block modified Krackow, LBMK) 缝合即采取 6 股缝线, 更有利于跟腱修复后相关休息角维持, 便于后续跟腱功能恢复^[10]。对此, 本研究以常规 Krackow 缝合法为对照, 分析半切开行 LBMK 缝合治疗跟腱断裂的疗效, 为临床跟腱断裂缝合修复方式选择提供参考。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 确诊为急性闭合性跟腱断裂; (2) 术前 MRI 可见断端分布在跟腱止点上方 4~8 cm (图 1a); (3) 对侧跟腱及踝关节活动无异常; (4) 术后随访≥1 年。

排除标准: (1) 断裂时间>14 d; (2) 既往有跟腱局部疼痛、外伤或手术史; (3) 患有可能造成跟腱断裂的基础疾病; (4) 既往有免疫抑制、类固醇类药物使用史; (5) 资料不全。

1.2 一般资料

回顾性分析本院 2020 年 1 月—2023 年 2 月收治的跟腱断裂患者的临床资料。其中 63 例符合上述纳入标准, 纳入本研究。依据医患沟通结果, 将患者分

为改良组 (半切开行 LBMK 缝合) 33 例, 常规组 (传统 Krackow 缝合) 30 例。两组患者术前一般资料比较见表 1, 两组年龄、性别、BMI、损伤至手术时间、受伤原因等一般资料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, 患者均知情同意。

表 1. 两组患者术前一般资料比较
Table 1. Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	改良组 (n=33)	常规组 (n=30)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	34.2±6.8	35.0±7.3	0.654
性别 (例, 男/女)	25/8	24/6	0.686
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	23.0±1.6	22.6±1.8	0.354
损伤至手术时间 (h, $\bar{x} \pm s$)	87.0±23.5	90.2±25.4	0.106
侧别 (例, 左/右)	13/20	10/20	0.618
伤因 (例, 运动/其他)	28/5	24/6	0.613

1.3 治疗方法

改良组: 彩超引导下标记 (图 1b, 1c), 在距跟腱断端 2.5 cm 左右行一切口, 长 2~3 cm, 近、远端切口分别位于正中、偏内侧, 逐层切开, 超声引导下显露腓肠神经 (近端切口下) (图 1d, 1e)。将跟腱附近比较厚的深筋膜组织、腱周膜进行纵切, 显露跟腱后缝合处理: 2 号爱惜邦线于断裂近远端健康组织上行 Krackow 缝合, 随后使用过线器经深筋膜下于肌腱间隙将缝线过线到对侧, 且让线尾过线到对侧 Krackow 锁扣打结。超声引导下将肌腱层次 (深与浅) 分开, 锁扣入点同样深与浅层分开, 使跟腱附近为立体结构; 穿过锁扣, 在最后一个锁扣夹角部位出针, 往两端牵拉缝线, 跖屈踝关节, 待断端靠近满意后打结。最后于横臂远近端 0.5 cm 左右横穿一股线环绕加固, 于近端打结。完成肌腱缝合后通过 2-0 可吸收线对腱周组织、深筋膜进行连续缝合, 3-0 可吸收线处理皮下组织、皮肤切口 (图 1f)。

常规组: 彩超引导下标记, 在患侧跟腱旁行一纵向切口, 长 5~8 cm, 锐性分离, 显露断裂处, 暴露跟腱远近端且游离, 清理血块后对断端修整, 2 号爱惜邦线对两断端行 Krackow 缝合、锁边, 打结线在断端内, 保证断端平整、光滑。冲洗手术切口, 逐层缝合 (可吸收线, 同上)。

两组患者术后均石膏固定 2 周, 随后调整为跟腱靴, 根据患者情况早期开展康复训练。

1.4 评价指标

记录围手术期资料, 包括手术时间、切口总长

度、术中失血量、下地行走时间、切口愈合、住院时间及早期并发症。采用完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)^[10]、美国骨科足踝协会 (American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 踝-后足评分^[11]、跟腱断裂评分 (achilles tendon total rupture score, ATRS)^[12]、足跖屈-背伸活动度 (range of motion, ROM)、60 s 内单足提踵次数、不良事件 (如再损伤、再次翻修手术) 发生率与跟腱断端间隙评价临床效果。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 24.0 软件进行统计处理。满足正态分布的定量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间比较采用独立 t 检验, 组内时间点比较行单因素方差分析, 两两比较采用 LSD 法; 定性资料行 χ^2 或连续性校正 χ^2 检验; 等级资料行秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 围手术期资料

两组患者均顺利完成手术, 术中无血管、神经损伤等严重并发症。改良组手术时间、切口长度、术中失血量、下地行走时间、住院时间均显著少于常规组 ($P < 0.05$)。术后无切口感染、下肢静脉血栓发生。改良组发生缝线反应 2 例; 常规组术后发生局部感觉减退、缝线反应各 1 例, 腓肠神经损伤 2 例, 两组并发症发生率的差异无统计学意义 ($P = 0.581$)。围手术期资料见表 2。

表 2. 两组患者围手术期资料比较			
Table 2. Comparison of perioperative data between the two groups			
指标	改良组 ($n=33$)	常规组 ($n=30$)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	45.0 $\pm$ 6.4	50.6 $\pm$ 7.2	0.002
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	2.5 $\pm$ 0.5	6.8 $\pm$ 1.0	<0.001
术中失血量 (mL, $\bar{x} \pm s$)	12.6 $\pm$ 3.2	34.7 $\pm$ 8.3	<0.001
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	4.3 $\pm$ 0.8	6.5 $\pm$ 1.2	<0.001
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	33/0/0	29/1/0	0.294
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	7.0 $\pm$ 2.0	9.4 $\pm$ 2.3	<0.001

2.2 随访结果

所有患者均获随访, 随访时间 12~36 个月, 平均 (22.0 $\pm$ 5.4) 个月。两组患者随访资料见表 3。改良组完全负重活动时间显著早于常规组 ($P < 0.05$), 术后随时间推移, 两组 VAS 评分显著减少 ($P < 0.05$), AOFAS 评分、ATRS 评分、足跖屈-背伸 ROM 及单足提踵次数均显著增加 ($P < 0.05$)。术后

1、6 个月, 改良组 VAS 评分、AOFAS 评分、ATRS 评分及单足提踵次数均显著优于常规组 ($P < 0.05$), 末次随访时, 两组上述指标的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。改良组术后 1 个月跟腱断端间隙明显小于常规组 ($P < 0.05$), 术后 6 个月、末次随访超声显示两组均无明显间隙。随访期间两组均无再损伤及需翻修手术者。典型术后超声和 MRI 影像见图 1g, 1h。

3 讨 论

针对跟腱断裂, 临床以恢复跟腱连续性和患肢功能、尽可能避免二次断裂为主要目标, 而手术最为直接有效, 通过 Bunnell、Krackow 或 Ma-Griffith 等多种缝合方式对断裂跟腱进行修复, 有利于踝关节功能改善^[13-17]。有研究称, 相比开放手术, 微创经皮缝合术具有创伤小、切口美观、高效等优点^[17, 18], 但关于选择何种微创缝合方式仍无定论, 仍是当下探究热点。

Krackow 为传统跟腱缝合方式, 包括常规开放技术、改良缝合技术等^[19, 20]。尸体实验发现, 相比 Bunnell 缝合, Krackow 缝合更坚固^[21]。跟腱断裂多为运动损伤所致, 大多是撕裂型, 断裂面不平整, Krackow 缝合对跟腱双侧能连续锁边, 抗阻力强度大。但常规 Krackow 采取 2 股缝线进行缝合, 强度相对低, 可能导致断端难以拉紧, 易出现间隙, 同时 2 股缝线难以满足术后早期康复需求。对此需对 Krackow 法进行改良^[22]。田建等^[23]研究表明, LBMK 用于跟腱断裂缝合具有微创、术后恢复快、价格低、并发症少等优点, 且其强度高, 有利于术后早期康复训练, 促进踝关节功能恢复。何家雄等^[24]研究发现, 相比超声引导下改良 Bunnell, 传统 Bunnell 切开缝合手术用时显著短, 术中失血更少, 术后疼痛显著轻, 但传统 Bunnell 术后工作及运动恢复时间、并发症、跟腱断裂间隙不如其他两种方式, 综合认为超声引导下改良 Bunnell 不仅可发挥微创优势, 而且并发症少, 患者恢复好。目前关于 LBMK 缝合治疗跟腱断裂的报道尚少, 本研究将半切开与 LBMK 结合, 且经由彩超引导, 结果显示, 相比常规组, 改良组下地行走时间、住院时间显著短且术中失血量少。这可能是因为超声引导下能精确穿刺、LBMK 缝合, 对缝合深度及宽度可有效控制, 尽可能保护腓肠神经不受损伤, 加上采取半切开, 切口小, 对踝关节肌肉损伤轻, 同时 6 股线 LBMK 缝合强度更好, 有利于患者早期下地行走及康复训练, 进而缩短住院时间。并发

症方面，改良组比常规组少，但两组差异无统计学 ($P>0.05$)，可能与样本量少有关。另外，相比常规组，改良组术后 6 个月内疼痛更轻，踝关节功能恢复更明显，单足提踵次数显著增多，ROM 显著增大，跟腱断端间隙显著小。认为改良组能更好地减轻跟腱断裂患者短中期疼痛，利于恢复跟腱连续性、踝关节功能及活动度。究其原因：半切开 LBMK 与胫骨骨折“桥接钢板”类似，有利于患者后期愈合及跟腱复原，避免或减少跟腱粘连，有益于踝关节背伸等活

动，进而扩大 ROM^[23]；LBMK 缝线呈现立体结构使其与正常受力环境更接近，同时其尾线过线至对侧锁扣打结等操作使结节附近接触面广，进一步分散局部应力，且远近端小切口显露跟腱均是健康组织，锁扣更为牢固^[25]。这些均为跟腱愈合创造了条件，进而缩短完全负重活动时间。而两组末次随访各指标对比无显著差异，可能与后期康复训练 ≥ 3 个月等有关。

表 3. 两组患者随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较 Table 3. Follow-up data of the two groups ($\bar{x} \pm s$) and comparison				
指标	时间点	改良组 ($n=33$)	常规组 ($n=30$)	P 值
完全负重活动时间 (d)		46.2 $\pm$ 4.6	50.0 $\pm$ 5.3	0.003
VAS 评分 (分)	术后 1 个月	2.0 $\pm$ 0.5	3.4 $\pm$ 1.0	<0.001
	术后 6 个月	1.0 $\pm$ 0.3	1.2 $\pm$ 0.4	0.028
	末次随访	0.6 $\pm$ 0.2	0.7 $\pm$ 0.3	0.122
	P 值	<0.001	<0.001	
AOFAS 评分 (分)	术后 1 个月	78.4 $\pm$ 4.0	74.3 $\pm$ 3.8	<0.001
	术后 6 个月	89.2 $\pm$ 3.6	86.0 $\pm$ 3.2	<0.001
	末次随访	92.3 $\pm$ 3.0	91.0 $\pm$ 2.9	0.086
	P 值	<0.001	<0.001	
ATRS 评分 (分)	术后 1 个月	80.3 $\pm$ 4.5	75.8 $\pm$ 4.2	<0.001
	术后 6 个月	90.0 $\pm$ 3.8	87.7 $\pm$ 4.0	0.023
	末次随访	93.2 $\pm$ 3.4	91.6 $\pm$ 3.3	0.063
	P 值	<0.001	<0.001	
足跖屈-背伸 ROM ($^{\circ}$)	术后 1 个月	36.4 $\pm$ 3.6	35.6 $\pm$ 3.0	0.344
	术后 6 个月	47.2 $\pm$ 4.1	45.7 $\pm$ 3.9	0.143
	末次随访	50.4 $\pm$ 4.0	48.6 $\pm$ 4.2	0.087
	P 值	<0.001	<0.001	
单足提踵次数 (次/min)	术后 1 个月	9.6 $\pm$ 2.0	7.5 $\pm$ 1.4	<0.001
	术后 6 个月	25.4 $\pm$ 4.2	20.8 $\pm$ 3.8	<0.001
	末次随访	30.2 $\pm$ 3.3	28.7 $\pm$ 4.0	0.108
	P 值	<0.001	<0.001	
跟腱断端间隙 (cm)	术后 1 个月	0.1 $\pm$ 0.0	0.3 $\pm$ 0.1	<0.001
	术后 6 个月	0	0	—
	末次随访	0	0	—
	P 值	<0.001	<0.001	

综上所述，相比常规组，改良组具有微创、术后恢复快、疼痛轻等优点，能更早地促进患者跟腱愈合及改善踝关节功能。但 LBMK 穿线、引线比较复

杂，对初学者存在一定的困难，另本研究为回顾性分析，样本量少，关于 LBMK 缝合仍需日后扩大样本量或通过生物力学进一步研究。

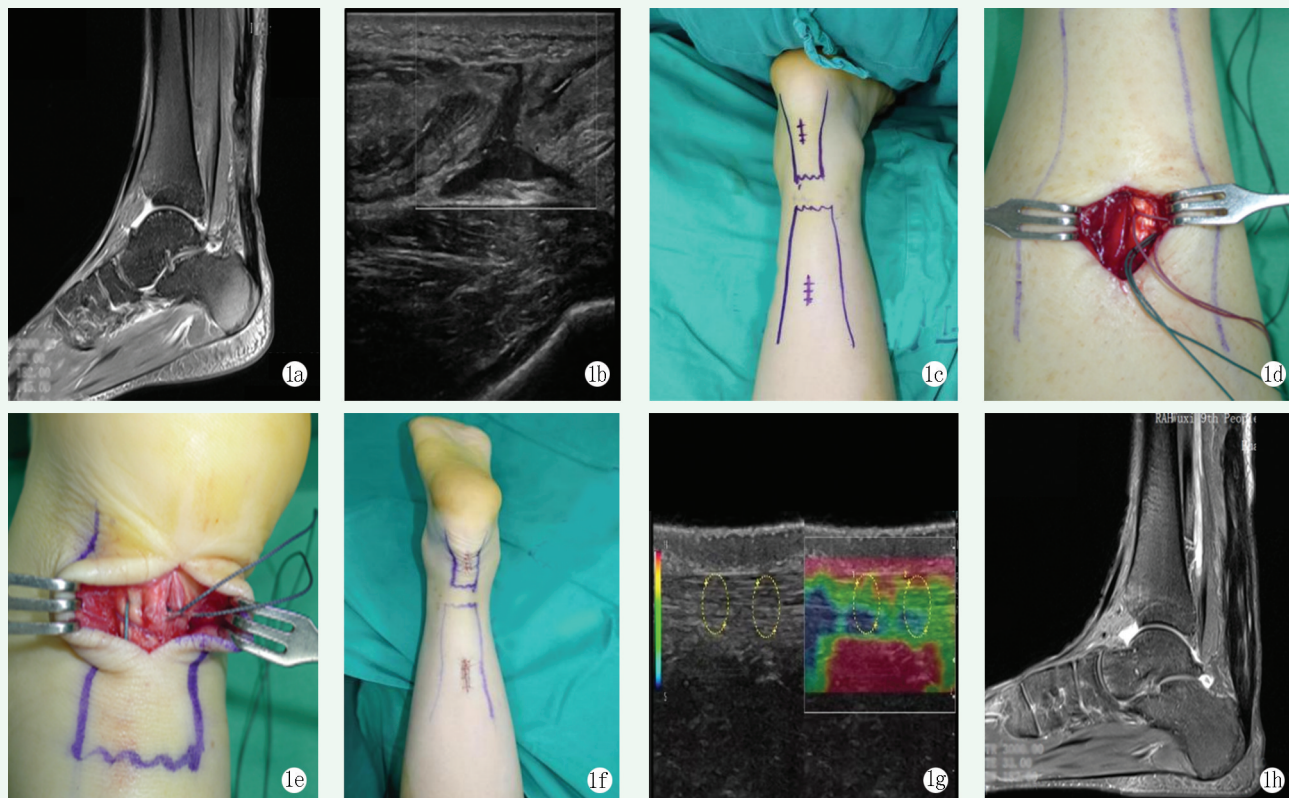


图 1. 患者男性, 30 岁。1a: 术前 MRI 检查可见断端分布在跟腱止点上方 5.2 cm 处连续性中断, 局部见高信号影充填, 断端回缩; 1b: 术前超声可见跟腱连续性中断, 断端范围约 13 mm, 其内充填无回声区, 周边软组织肿胀; 1c: 术前超声定位; 1d, 1e: 近端和远端切口; 1f: 术后缝合; 1g: 术后超声检查可见跟腱连续性良好, 局部稍增粗, 缝线强回声, 弹性应变力尚可; 1h: 术后 4 个月 MRI 检查可见跟腱连续性尚可, 形态增粗, 信号欠均匀, 见条片状 T2WI 高信号影。

Figure 1. A 30-year-old male. 1a: Preoperative MRI examination showed partial discontinuity of Achilles tendon 5.2 cm above the insertion, with the broken end retracted; 1b: Preoperative ultrasonography showed interruption of the Achilles tendon, the range of the broken end was about 13 mm, and it was filled with an echoless area and swelling of the surrounding soft tissues; 1c: Body surface markers based on preoperative ultrasound positioning; 1d, 1e: Proximal and distal incisions for suture; 1f: Appearance of the incisions after closure; 1g: Postoperative ultrasound examination showed good continuity of the Achilles tendon, slight local thickening, strong suture echo, and reasonable elastic resistance; 1h: MRI 4 months postoperatively showed good continuity of the Achilles tendon, with slight local thickening and strong suture echo.

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 徐梦瑶: 酝酿和设计实验、实施研究、数据采集及分析和解释、起草文章、统计分析、支持性贡献; 田建: 实施研究、数据采集及分析和解释、文章审阅、提供行政及技术或材料支持、指导; 胡雨璇: 实施研究、数据采集及分析和解释、统计分析、支持性贡献; 张宇轩: 数据采集及分析和解释、统计分析

参考文献

[1] 中华医学会骨科学分会创伤骨科学组, 中华医学会骨科学分会外固定与肢体重建学组, 国家骨科与运动康复临床医学研究中心, 等. 跟腱断裂临床循证诊疗指南 [J]. 中华骨与关节外科杂志, 2022, 15 (5): 321-333. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2022.05.01.
Trauma orthopaedics Group, Society of Osteology, Chinese Medical Association, Group of External Fixation and Limb Reconstruction, Society of Osteology, Chinese Medical Association, National Orthopaedic and sports Rehabilitation Clinical Medical Research Center, et al. Guideline for clinical evidence-based diagnosis and treatment of Achilles tendon rupture [J]. Chinese Journal of Bone

and Joint Surgery, 2022, 15 (5): 321-333. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2022.05.01.

- [2] King CM, Vartivarian M. Achillestendonrupturerepair: simple to complex [J]. Clin Podiatr Med Surg, 2023, 40 (1): 75-96. DOI: 10.1016/j.cpm.2022.07.006.
- [3] Park SH, Lee HS, Young KW, et al. Treatment of acuteachillestendonrupture [J]. Clin Orthop Surg, 2020, 12 (1): 1-8. DOI: 10.4055/cios.2020.12.1.1.
- [4] Buddecke D Jr. Acuteachillestendonruptures [J]. Clin Podiatr Med Surg, 2021, 38 (2): 201-226. DOI: 10.1016/j.cpm.2020.12.006.
- [5] 骆艳飞, 唐冬旭, 万喻, 等. 带线锚钉经皮与开放缝合急性跟腱断裂的比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (22): 2041-2046. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.22.05.
Ma YF, Tang DX, Wan Y, et al. Percutaneous repair with suture anchors versus open counterpart for acute Achilles tendon rupture [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (22): 2041-2046. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.22.05.
- [6] 杨治涛, 焦义, 韩南影, 等. 腱旁小切口 Krackow 法缝合急性闭合性跟腱断裂 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (18): 1709-1711. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.18.19.

- Yang ZT, Jiao Y, Han NY, et al. Krackow suture of acute closed Achilles tendon rupture with small paratendinous incision [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2020, 28 (18) : 1709–1711. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.18.19.
- [7] Park YH, Kim W, Jang KS, et al. Learning curve of the Krackow suture technique for the repair of Achilles tendon rupture [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2022, 142 (12) : 3747–3754. DOI: 10.1007/s00402-021-04213-3.
- [8] 柴明祥, 宋军旗, 王本祯. 改良小切口微创缝合急性闭合跟腱断裂 [J]. *临床骨科杂志*, 2023, 26 (4) : 504. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2023.04.014.
- Chai MX, Song JQ, Wang BZ. Modified small incision minimally invasive suture for acute closed achilles tendon rupture [J]. *Journal of Clinical Orthopaedics*, 2023, 26 (4) : 504. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2023.04.014.
- [9] 陈泽群, 任绍东, 屠永刚, 等. Kessler 与改良 Krackow 缝合法修复闭合性跟腱断裂的比较研究 [J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2019, 34 (12) : 1331–1333. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2019.12.039.
- Chen ZQ, Ren SD, Tu YG, et al. Comparative study of Kessler and modified Krackow suture for repair of closed Achilles tendon rupture [J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Injury*, 2019, 34 (12) : 1331–1333. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2019.12.039.
- [10] Tian J, Rui R, Xu Y, et al. Achilles tendon rupture repair: Biomechanical comparison of the locking block modified Krackow technique and the Giftbox technique [J]. *Injury*, 2020, 51 (2) : 559–564. DOI: 10.1016/j.injury.2019.10.019.
- [11] Faiz KW. VAS- visual analog scale [J]. *Tidsskr Nor Lægeforen*, 2014, 134 (3) : 323. DOI: 10.4045/tidsskr.13.1145.
- [12] Schneider W, Jurenitsch S. Normative data for the American Orthopedic Foot and Ankle Society ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes clinical rating system [J]. *Int Orthop*, 2016, 40 (2) : 301–306. DOI: 10.1007/s00264-015-3066-2.
- [13] Nilsson-Helander K, Thomeé R, Silbernagel KG, et al. The Achilles Tendon Total Rupture Score (ATRS) : development and validation [J]. *Am J Sports Med*, 2007, 35 (3) : 421–426. DOI: 10.1177/0363546506294856.
- [14] 石楠, 马国斌, 凡凡, 等. 三种小切口缝合修复急性跟腱断裂的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (16) : 1476–1481. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.16.07.
- Shi N, Ma GX, Gong F, et al. Comparison of three small-incision suture methods for repair of acute Achilles tendon rupture [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (16) : 1476–1481. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.16.07.
- [15] Tian J, Rui Y, Xu Y, et al. A biomechanical comparison of Achilles tendon suture repair techniques: Locking Block Modified Krackow, Kessler, and Percutaneous Achilles Repair System with the early rehabilitation program in vitro bovine model [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140 (11) : 1775–1782. DOI: 10.1007/s00402-020-03535-y.
- [16] Macaluso B, Hassan CR, Swanson DR, et al. Biomechanical comparison of Krackow repair and percutaneous achilles repair system for achilles tendon rupture fixation: a cadaveric and finite element analysis study [J]. *Foot Ankle Orthop*, 2022, 7 (1) : 24730114221088502. DOI: 10.1177/24730114221088502.
- [17] 钟建, 徐兵, 汪华清, 等. 改良 Ma-Griffith 经皮与开放缝合急性跟腱断裂比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2023, 31 (22) : 2047–2051. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.22.06.
- Zhong J, Xu B, Wang HQ, et al. Modified Ma-Griffith percutaneous repair versus open repair of acute Achilles tendon rupture [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2023, 31 (22) : 2047–2051. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.22.06.
- [18] Reda Y, Farouk A, Abdelmonem I, et al. Surgical versus non-surgical treatment for acute Achilles tendon rupture. A systematic review of literature and meta-analysis [J]. *Foot Ankle Surg*, 2020, 26 (3) : 280–288. DOI: 10.1016/j.fas.2019.03.010.
- [19] Park YH, Kim W, Choi JW, et al. Absorbable versus nonabsorbable sutures for the Krackow suture repair of acute Achilles tendon rupture: a prospective randomized controlled trial [J]. *Bone Joint J*, 2022, 104-B (8) : 938–945. DOI: 10.1302/0301-620X.104B8.BJJ-2021-1730.R2.
- [20] Brusalis CM, Fenn TW, Larson JH, et al. All-endoscopic modified Krackow suture for proximal hamstring repair [J]. *Arthrosc Tech*, 2023, 12 (8) : e1473–e1478. DOI: 10.1016/j.eats.2023.04.018.
- [21] Watson TW, Jurist KA, Yang KH, et al. The strength of Achilles tendon repair: an in vitro study of the biomechanical behavior in human cadaver tendons [J]. *Foot Ankle Int*, 1995, 16 (4) : 191–195. DOI: 10.1177/107110079501600404.
- [22] Xu T, Liu X, Tian J, et al. Endoscopic-assisted locking block modified Krackow technique combined with a V-Y flap for chronic Achilles tendon rupture [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2023, 31 (1) : 86–93. DOI: 10.1007/s00167-022-07167-0.
- [23] 田建, 芮永军, 许亚军, 等. 半切开行锁扣阻挡改良 Krackow 缝合法结合早期功能康复治疗跟腱断裂的早期疗效分析 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2019, 12 (5) : 371–375. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2019.05.011.
- Tian J, Rui YJ, Xu YJ, et al. Early clinical outcomes of semi-invasive locking block modified Krackow suture combined with early functional rehabilitation for acute closed Achilles tendon rupture [J]. *Chinese Journal of Bone and Joint Surgery*, 2019, 12 (5) : 371–375. DOI: 10.3969/j.issn.2095-9958.2019.05.011.
- [24] 何家雄, 吴家盛, 朱俊德, 等. 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 [J]. *川北医学院学报*, 2022, 37 (3) : 345–348. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3697.2022.03.017.
- He JX, Wu JS, Zhu JD, et al. Efficacy of ultrasound-guided modified Bunnell method percutaneous suture in the treatment of acute closed Achilles tendon rupture [J]. *Journal of North Sichuan Medical College*, 2022, 37 (3) : 345–348. DOI: 10.3969/j.issn.1005-3697.2022.03.017.
- [25] 田建, 许亚军, 王文成, 等. 微创锁扣阻挡改良 Krackow 技术治疗跟腱断裂的疗效 [J]. *中华骨科杂志*, 2023, 43 (8) : 484–491. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20220517-00279.
- Tian J, Xu YJ, Wang WC, et al. A prospective clinical controlled study of minimally invasive-locking block modified Krackow technique for repairing achilles tendon rupture [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2023, 43 (8) : 484–491. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20220517-00279.

(收稿:2024-04-01 修回:2024-09-02)

(同行评议专家:付国建,王丙刚)

(本文编辑:郭秀婷)