

## 高频超声监测跟腱断裂术后康复治疗期断端动态变化的研究

吴冬梅<sup>1</sup>, 黄林海<sup>2</sup>, 韩伟贤<sup>1</sup>

(1. 东莞市康复医院B超室, 广东 东莞 523000;

2. 东莞市人民医院B超室, 广东 东莞 523000)

**【摘要】** 目的 探讨高频超声技术对运动损伤跟腱断裂术后康复治疗检测的应用价值。方法 选取东莞市康复医院2016年3月至2017年3月收治的30例行跟腱断裂术治疗的患者作为研究对象,运用高频超声二维灰阶(2D)成像技术观察跟腱的内部回声,包膜连续性、断端连接处回声,并采用轨迹面积测量法测量跟腱横断面积;运用高频超声彩色多普勒(CDFI)成像及增强型血流成像(eFLOW)技术观察跟腱断端连接处的血流分布及数量。结果 2D超声成像结果显示,术后4周时,患者跟腱断端可见明显的高低不等回声填充征兆,两端跟腱回声、增粗较健侧偏低;术后8周时,患者跟腱断端回声趋向正常,可见整齐排列的清晰纤细束状高回声排列;术后12周时,患者跟腱断端回声均匀,且两端跟腱明显变细;术后24周时及一年时,患者断端回声与健侧回声信号基本相同;CDFI及eFLOW显像结果结果显示,手术4周时可见跟腱断端明显血流信号,术后8周及12周时跟腱断端无明显血流信号,手术24周及1年时跟腱断端无血流信号;相较于健侧,患侧距跟骨结节不同测量点跟腱周长均偏高,且差异均有统计学意义( $P<0.05$ );随着术后随访时间的延长,患者距跟骨结节随着由近及远距离,其跟腱超声监测周长逐渐变小,且差异有统计学意义( $P<0.05$ )。结论 采用高频超声对跟腱断裂术后进行动态监测,可在康复治疗期有效评估断端动态变化。

**【关键词】** 高频超声;跟腱断裂;康复;断端**【中图分类号】** R686.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-6350(2018)11-1540-03

**Study on the dynamic changes of the broken end during rehabilitation period after the repair of Achilles tendon rupture by high frequency ultrasound.** WU Dong-mei<sup>1</sup>, HUANG Lin-hai<sup>2</sup>, HAN Wei-xian<sup>1</sup>. 1. Type-B Ultrasonic Wave Room, Dongguan Rehabilitation Hospital, Dongguan 523000, Guangdong, CHINA; 2. Type-B Ultrasonic Wave Room, Dongguan People's Hospital, Dongguan 523000, Guangdong, CHINA

**【Abstract】 Objective** To explore the application value of high frequency ultrasound in the rehabilitation treatment of Achilles tendon rupture after movement injury. **Methods** A total of 30 patients who underwent repair of Achilles tendon rupture in Dongguan Rehabilitation Hospital from March 2016 to March 2017 were selected as the research subjects. Gray-scale ultrasound (2D) was used to observe the internal echo of the Achilles tendon, coated continuity, and the echo of broken ends. Track measurement area was used to measure the cross-sectional area of Achilles tendon. High frequency color Doppler flow imaging (CDFI) imaging and enhanced blood flow imaging (eFLOW) technique were used to observe the distribution and number of blood flow at the joint of the broken ends of Achilles tendon. **Results** 2D ultrasound imaging results showed that 4 weeks after operation, there were obvious signs of unequal echo filling in the broken ends of fractured bone of the Achilles tendon. The echo of both ends of the Achilles tendon was lower than that of the healthy side. Eight weeks after operation, the echo of the broken ends tended to be normal, and a clear, fine bundle of hyperechoic arrangement was observed. Twelve weeks after operation, the Achilles tendon had homogenous echo, and the two ends of the Achilles tendon was significantly thinner. Twenty-four weeks after the operation and one year, the echo signal of the broken ends was basically the same as that of the normal side. The results of CDFI and eFLOW showed that the blood flow signal was obvious in the broken end of the Achilles tendon at 4 weeks after operation, and no obvious blood flow signal was found at the broken ends at 8 and 12 weeks after operation, with no blood flow signal at the broken ends at 24 weeks and 1 year after operation. The circumference of the Achilles tendon at different measurement points of the diseased side was significantly higher than that of the healthy side ( $P<0.05$ ). With the prolongation of postoperative follow-up time, the circumference of the Achilles tendon monitored by ultrasound became smaller with the distance from the proximal to the distant of calcaneal tubercle, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The dynamic monitoring of the Achilles tendon rupture by high frequency ultrasound can effectively evaluate the dynamic changes of the broken end in the rehabilitation period.

**【Key words】** High frequency ultrasound; Achilles tendon rupture; Rehabilitation; Broken end

跟腱是足踝后部人体最强大的肌腱,是人类运动不可缺少的组织,运动损伤所致跟腱断裂术后及时配合康复治疗是患者早日康复的重要保证<sup>[1]</sup>。有研究指出,高频超声可实现实时动态观察跟腱术后康复不同时期跟腱各种指标的变化,具有较高的临床应用价值<sup>[2-3]</sup>。有

学者指出,高频超声可有效观察跟腱内部回声、包膜连续性、断端连接处的血流分布、血流速度及跟腱横断面积的测量<sup>[4]</sup>。采用高频超声检测可发现患者病情变化,并及时进行干预,有效减少二次创伤及并发症的发生<sup>[5]</sup>。因而笔者对本院收治的患者进行分析,探讨

基金项目:广东省东莞市社会发展项目(编号:2017507150103230)

通讯作者:吴冬梅。E-mail:wudongmei012@sina.com

高频超声技术对运动损伤跟腱断裂术后康复治疗检测的应用价值。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2016年3月至2017年3月间东莞市康复医院收治的30例行跟腱断裂术治疗的患者作为本组研究对象,其中男性16例,女性14例;年龄16~65岁,平均(35.48±10.39)岁;病程3~30 h,平均(1.37±0.28) d。经手术探查证实患者跟腱不完全断裂6例,完全断裂18例,未断裂6例;右侧损伤16例,左侧损伤14例;运动性损伤17例,车祸伤3例,运动性7例,坠落伤3例。本研究经我院医学伦理委员会批准。

1.2 入组标准 (1)年龄16~65岁;(2)有康复需求者;(3)患者或其监护人对本研究知情,并签署知情同意书。

1.3 排除标准 (1)年龄在16岁以下或65岁以上者;(2)未在规定时间内来检查者;(3)有严重心、肝、肾等并发症,或合并其他严重原发性疾病者;(4)不同意参加研究者。

1.4 方法 本组研究中使用日本 Aloka-α6 数字彩色超声波诊断仪,应用高频线阵探头,探头频率8~12 Hz。分别在术后4周、8周、12周、24周、1年对患者进行检查,取俯卧位,双脚悬于床边,将探头置于患侧跟腱上纵断面、横断面连续滑行扫查,同时与健侧进行对比。运用高频超声2D(二维灰阶)成像技术观察跟腱的内部回声,包膜连续性、断端连接处回声并采用轨迹面积测量法测量跟腱横截面积。运用高频超声彩色多普勒成像(CDFI)及增强型血流成像(eFLOW)技术观察跟腱断端连接处的血流分布及数量。

1.4.1 纵向扫查跟腱 踝关节做背伸和跖屈动作,观察跟腱纤维结构的连续性、包膜连续情况,特别是断端连接处是否完整,有无钙化灶和缝合线,周围肌肉的厚度和肌纤维的回声是否有异常,捏小腿三头肌试验,观察小腿三头肌被动运动时断端连接处的运动情况。

1.4.2 横向扫查跟腱 分别在距跟骨结节2 cm、4 cm、6 cm、8 cm、10 cm用标记笔于跟腱体表投影处标注,标注处横切取最佳切面,用轨迹面积测量法沿跟腱外缘测量横截面积。

1.4.3 血流分布 横向和纵向观察血流的分布,特别是断端连接处的血流分布数量、血管的内径及流速等参数。

1.5 统计学方法 由熟悉医学统计学人员参与数据录入、整理及分析。采用SPSS16.0软件对数据进行统计分析,计量资料以均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示,组间均数比较采用 $t$ 检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 跟腱损伤部位回声特点 术后4周时,患者跟腱断端可见明显的高低不等回声填充征兆,两端跟腱回声、增粗较健侧偏低;术后8周时,患者跟腱断端回声趋向正常,可见整齐排列的清晰纤细束状高回声排列;术后12周时,患者跟腱断端回声均匀,且两端跟腱明显变细;术后24周时及1年时,患者断端回声与健侧回声信号基本相同,见图1。

2.2 患者血流情况 CDFI及eFLOW显像结果显示,手术4周时可见跟腱断端明显血流信号,术后8周及12周时跟腱断端无明显血流信号,手术24周及1年时跟腱断端无血流信号,见图2。

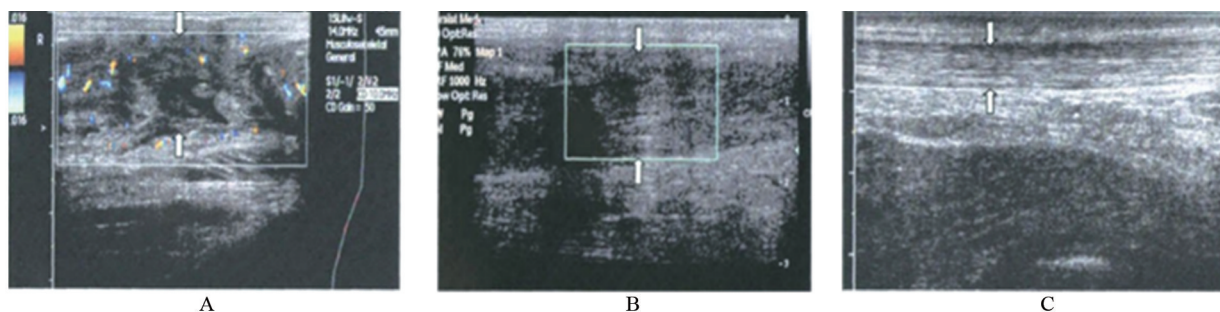


图1 跟腱损伤部位回声图

注:A,术后4周;B,术后1年;C,健侧跟腱。



图2 血流情况调查结果

注:A,术后4周;B,术后8周;C,健侧跟腱。



2.3 不同测量点跟腱周长 相较于健侧,患侧距跟骨结节不同测量点跟腱周长均明显偏高,且差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见表1。

表1 距跟骨结节不同测量点跟腱周长( $n=30, \bar{x} \pm s, \text{cm}$ )

位置	2 cm	4 cm	6 cm	8 cm	10 cm
健侧	4.16±0.57	4.45±0.94	3.94±0.74	4.61±0.72	5.20±1.04
患侧	6.02±1.58	6.12±1.52	6.51±1.45	6.69±1.56	6.53±1.48
t值	6.065	3.983	6.766	5.201	3.152
P值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003

2.4 术后超声监测跟腱周长 随着术后随访时间的延长,患者距跟骨结节随着由近及远距离,其跟腱超声监测周长逐渐变小,且差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见图3。

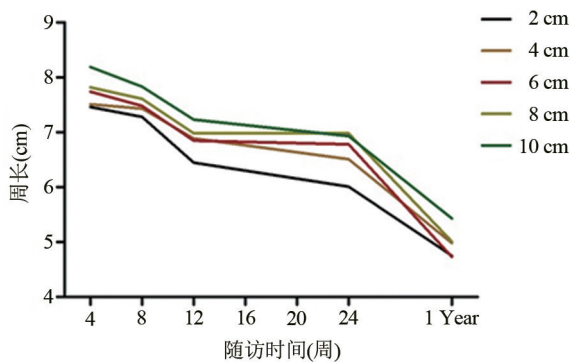


图3 术后超声监测跟腱周长结果

### 3 讨论

研究指出,跟腱断裂术后康复是一个复杂过程,在临床中遵循渐进式应力刺激模式有利于跟腱及时恢复力学强度<sup>[6-7]</sup>。若在术后不行保护性跟腱功能锻炼,极易导致患者出现跟腱再断裂<sup>[8]</sup>。研究发现,患者术后功能锻炼不当是导致跟腱术后复发出再断裂的主要原因<sup>[9]</sup>。因而临床中如何利用影像学手段监测患者跟腱断裂术后病情变化,指导患者开展术后功能锻炼并及时调整功能锻炼方案仍存在一定争议<sup>[10]</sup>。本组研究结果显示,采用高频超声检测跟腱锻炼术后患者跟腱横切面,可有效评估患者术后临床恢复效果,并可测量患者周长反映跟腱微小变化情况。研究结果显示,术后跟腱恢复状况与血流信号动态变化基本一致<sup>[11]</sup>。术后8周时断端血流可见明显减少现象,并出现胶原纤维增生。临床医师建议在跟腱术后6~8周后拆除石膏,并在12周内基本不开展运动活动,与本组研究结果相似<sup>[12]</sup>。

随着时间的延长,行跟腱断裂术进行治疗后回声症状逐渐由早期不均匀且杂乱趋于均匀,血流信号逐渐向稀疏过度,并在术后1年时无明显血流信号。有学者指出,在跟腱修复过程中新生血管是重要的早期康复生理反应,但新生血管病无法及时有效地修复跟腱组织<sup>[13]</sup>。一般情况下,新生血管减,常意味着跟腱纤维组织开始修复。采用高频超声监测信号程度可有效反映跟腱纤维增生程度。研究结果显示,术后8周时患者血流信号由丰富向稀疏过渡,因而推测跟腱断裂后出现胶原纤维增生。在此期间,在适当功能

锻炼后加速跟腱修复并降低跟腱术后在断裂的临床发病率。

跟腱发生断裂后组织连续性中断、肿胀,断端口间回声杂乱,并出现血肿或积液。有研究发现,患者跟腱断裂后其断端宽径、前后径增粗,相较于健侧,患侧术后跟腱宽厚度明显增宽<sup>[14]</sup>。宽径及前后径可作为衡量跟腱肿胀程度的临床指标,但长期随访研究发现,由于切面不规则,无法有效评估标准切面,因而常造成测量误差<sup>[15]</sup>。本组研究结果显示,跟腱周长可有效评估跟腱增粗程度,可完整包绕跟腱横径,可全面且真实的反映跟腱整体肿胀程度,并客观评估跟腱增粗程度。

本组研究结果显示,采用高频超声对跟腱断裂术后进行动态监测,可在康复治疗期有效评估断端动态变化。但本组研究临床样本数较少,有待于后续扩大临床样本数深入研究。

### 参考文献

- [1] Hutchison AM, Topliss C, Beard D, et al. The treatment of a rupture of the Achilles tendon using a dedicated management programme [J]. Bone Joint J, 2015, 97-B(4): 510-515.
- [2] Ji Y, Ma X, Wang X, et al. Different sutures in the surgical treatment of acute closed achilles tendon rupture [J]. Indian J Surg, 2015, 77 (Suppl 3): 936-940.
- [3] 王玉仲, 王继宏, 温树正. 急性跟腱断裂后临床康复效果的研究进展与分析[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(46): 6978-6985.
- [4] Kadakia AR, Dekker RG, Ho BS. Acute achilles tendon ruptures: An update on treatment [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2017, 25(1): 22-31.
- [5] Pardes AM, Freedman BR, Fryhofer GW, et al. Males have inferior achilles tendon material properties compared to females in a rodent model [J]. Ann Biomed Eng, 2016, 44(10): 2901-2910.
- [6] 王永贵, 刘江涛, 徐俊昌, 等. 急性跟腱断裂的微创外科治疗研究进展[J]. 中国骨伤, 2016, 29(11): 1068-1070.
- [7] Corradino B, Di Lorenzo S, Calamia C, et al. Surgical repair of acute Achilles tendon rupture with an end-to-end tendon suture and tendon flap [J]. Injury, 2015, 46(8): 1637-1640.
- [8] 齐月宾, 安宇, 玉光哲, 等. 急性跟腱断裂修复术后短腿石膏托固定的可行性研究[J]. 实用骨科杂志, 2016, 22(2): 139-141.
- [9] Freedman BR, Gordon JA, Bhatt PR, et al. Nonsurgical treatment and early return to activity leads to improved Achilles tendon fatigue mechanics and functional outcomes during early healing in an animal model [J]. J Orthop Res, 2016, 34(12): 2172-2180.
- [10] Spoendlin J, Meier C, Jick SS, et al. Oral and inhaled glucocorticoid use and risk of Achilles or biceps tendon rupture: a population-based case-control study [J]. Ann Med, 2015, 47(6): 492-498.
- [11] 李兵, 杨云峰, 陈凯, 等. 跟腱断端束束缝合治疗急性闭合性跟腱断裂[J]. 中华创伤杂志, 2016, 32(10): 898-902.
- [12] Stein BE, Stroh DA, Schon LC. Outcomes of acute Achilles tendon rupture repair with bone marrow aspirate concentrate augmentation [J]. Int Orthop, 2015, 39(5): 901-905.
- [13] Khayeri H, Gustafsson A, Heuveljans A, et al. A fibre-reinforced poroviscoelastic model accurately describes the biomechanical behaviour of the rat Achilles tendon [J]. PLoS One, 2015, 10(6): e0126869.
- [14] 刘培钊, 章浩, 纪方. 急性跟腱断裂治疗方法的研究进展[J]. 实用骨科杂志, 2017, 23(1): 36-41.
- [15] Zou J, Mo X, Shi Z, et al. A Prospective study of platelet-rich plasma as biological augmentation for acute achilles tendon rupture repair [J]. Biomed Res Int, 2016, 2016: 9364170.

(收稿日期:2017-08-31)