

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2025.03.026

❖ 临床医学研究 ❖

# 高频超声对手部肌腱损伤断裂修复术后粘连及手功能恢复的评估价值

青香, 张小芳, 陈敏

(四川现代医院超声科, 四川 成都 610000)

**【摘要】目的:** 探讨高频超声对手部肌腱断裂修复术后粘连及手功能恢复的评估价值。**方法:** 选取 270 例行断裂修复术的手部肌腱断裂患者为研究对象, 依据患者术后功能康复方案不同分为研究组 ( $n = 150$ ) 和对照组 ( $n = 120$ )。研究组患者行高频超声进行功能康复; 对照组患者行常规方式进行功能恢复。比较两组患者术后粘连、功能恢复锻炼及手功能恢复情况, 分析高频超声对手部肌腱断裂修复术后粘连及手功能恢复的评估价值。**结果:** 术后 3 个月, 两组患者粘连程度均较术后 1 个月改善 ( $P < 0.05$ ); PPT 手功能评定中的患手操作、双手配合及组装评分均较术后 1 个月提高 ( $P < 0.05$ ), 放置时间、翻转时间等 MMDT 时间均较术后 1 个月下降 ( $P < 0.05$ ); 研究组患者 PPT 与 MMDT 等手功能较对照组改善 ( $P < 0.05$ )。相关性分析显示, 患手、双手、组装等 PPT 指标均与患者粘连情况负相关 ( $P < 0.05$ ); 放置时间、翻转时间等 MMDT 时间与患者粘连情况正相关 ( $P < 0.05$ )。**结论:** 手部肌腱断裂修复术治疗后患者应用高频超声可准确评估患者术后粘连情况, 且与患者手功能情况关系密切, 依据高频超声检测结果制定手功能恢复方案可促进患者手功能恢复, 临床应用价值较好。

**【关键词】** 高频超声; 手部肌腱断裂; 断裂修复术; 术后粘连; 手功能恢复

**【中图分类号】** R445.1 **【文献标志码】** A

## Value of high-frequency ultrasound in evaluating adhesion after repair for tendon rupture of hand

QING Xiang, ZHANG Xiao-fang, CHEN Min

(Department of Ultrasound, Sichuan Modern Hospital, Sichuan 610000, Chengdu, China)

**【Abstract】Objective:** To explore the value of high-frequency ultrasound in evaluating adhesion after repair for tendon rupture of hand. **Methods:** The relevant data of 270 patients with tendon rupture of hand were retrospectively analyzed. According to the postoperative functional rehabilitation plan, they were divided into study group (functional rehabilitation based on high-frequency ultrasound,  $n = 150$ ) and control group (conventional functional rehabilitation,  $n = 120$ ). Value of high-frequency ultrasound in postoperative adhesion evaluation, functional rehabilitation exercise and hand function recovery was analyzed. **Results:** Compared with 1 month after operation, adhesion was improved, PPT scores for dominant hand, bilateral coordination, and assembly tasks were improved, and the MMDT time was significantly shortened at 3 months after operation ( $P < 0.05$ ). Meanwhile, PPT and MMDT of the study group were significantly better than those of the control group at 3 months after operation ( $P < 0.05$ ). PPT indicators were negatively correlated with adhesion status ( $P < 0.05$ ), while MMDT time was positively correlated with adhesion status ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** High-frequency ultrasound can clearly display adhesion in patients with tendon rupture of hand after repair, which is closely related to hand function. The hand function rehabilitation plan developed based on high-frequency ultrasound results can promote hand function recovery.

**【Key words】** High-frequency ultrasound; Tendon rupture of hand; Rupture repair; Postoperative adhesion; Hand function recovery

肌腱断裂是常见手外伤, 肌腱断裂会使患者手功能障碍, 需行断裂修复术帮助恢复手功能, 但患者手术后会因活动、制动延迟而出现不同程度的肌腱粘连, 影响患者肌腱正常滑动及手功能恢复<sup>[1-2]</sup>。资料<sup>[3]</sup>显示, 肌腱断裂伤患者术后尽早进行活动有助于肌腱愈合, 减少患者术后肌腱粘连形成, 但过度活动会使患者肌腱再断裂风险明显上升,

需准确评估患者术后肌腱损伤修复及粘连情况, 并制定个性化功能恢复活动方案。既往研究中粘连评估主要依靠量表, 其评估准确性欠佳且在出现严重粘连后才进行评估, 较易导致部分患者错失术后粘连防治最佳时机<sup>[4]</sup>。高频超声为无创、经济且重复性优异影像学检查方式, 不仅可显示手指肌腱结构, 还可反映肌腱断裂修复后肌腱肿胀、粘连间隙形成

等情况<sup>[5-6]</sup>。目前临床多将高频超声用于术前患者肌腱断裂的评估,较少应用于患者术后功能恢复评估,未能通过患者术后恢复效果评价动态功能和生物力学特性。本研究旨在探讨高频超声对手部肌腱断裂修复术后粘连及手功能恢复的评估价值。

## 1 资料和方法

### 1.1 一般资料

选取 2021 年 6 月至 2024 年 6 月四川现代医院收治的 270 例行断裂修复术的手部肌腱断裂患者为研究对象,依据患者术后功能康复方案不同分为研究组( $n = 150$ )和对照组( $n = 120$ )。本研究经医院医学伦理委员会审批,两组患者一般资料无统计学差异( $P > 0.05$ )。见表 1。纳入标准:(1)患者病情诊断参照《手外科诊断学》中对应标准<sup>[7]</sup>;(2)患者均接受断裂修复术进行治疗;(3)患者在手术后定期行高频超声检查;(4)患者各项资料完整。排除标准:(1)伴其它位置损伤;(2)存在身体重要脏器功能损伤者;(3)存在急性炎症、严重感染及恶性肿瘤患者;(4)伴骨折、免疫缺陷或者类风湿性关节炎者;(5)双手肌腱均损伤、存在手部功能异常或者手部畸形患者。

表 1 两组患者一般资料比较 [ $\bar{x} \pm s, n(\%)$ ]

资料	研究组( $n = 150$ )	对照组( $n = 120$ )	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值
性别			1.681	0.195
男	82(54.67)	75(62.50)		
女	68(45.33)	45(37.50)		
年龄(岁)	31.28 ± 10.29	30.64 ± 11.34	0.485	0.628
损伤原因			3.662	0.160
挤压	97(64.67)	73(60.83)		
切割	33(22.00)	37(30.83)		
绞伤	20(13.33)	10(8.33)		
损伤位置			0.916	0.821
I 区	39(26.00)	26(21.67)		
II 区	76(50.67)	64(53.33)		
III 区	23(15.33)	18(15.00)		
IV 区	12(8.00)	12(10.00)		
损伤至手术时间(h)	7.52 ± 1.64	7.67 ± 1.72	0.731	0.466

### 1.2 方法

1.2.1 高频超声检查 患者高频超声检查应用 GEVivid E80 型号彩色超声诊断仪,检查探头频率为 4 ~ 13 MHz,检查选择坐位或者仰卧位,检查时需要使被检查位置完全暴露。受检测位置需要涂抹耦合剂,探头探查从肌腱附近有规律行纵扫、横扫,扫描不清楚或者存在疑问位置需要行加压扫描。评估肌腱断裂修复位置连续性、血流灌注、形态、间隙大小、滑动、厚度、边缘、回声等情况。未见疼痛感受范围进行患指被动伸直或者屈曲,仔细观察肌腱吻合处,并将其作为标志点,测定标志点移动距离,将其

作为肌腱滑动度。肌腱粘连程度应用 Puippe 等<sup>[8]</sup>标准进行评估。

1.2.2 手功能评估 术后 1 个月及 3 个月由康复科医师进行评估,主要包括普渡手精细运动评定(PPT)及明尼苏达手灵巧度测试(MMDT)<sup>[9-10]</sup>。PPT 主要包含患手评定(30 s 内患手可插入钢柱指定槽内手指根数)、双手评定(30 s 内双手插入指定槽内手指根数)及组装评定(60 s 双手根据指定顺序组装套数);MMDT 主要包括放置时间(60 枚棋子从一个固定位置按照一定顺序转移至另一个位置所花时间)及翻转时间(60 枚棋子按照顺序从正面翻转到反面所花时间)。

1.2.3 功能恢复锻炼 术后 1 个月与 3 个月行高频超声检查,术后 1 个月进行功能恢复训练。研究组患者行高频超声进行功能康复锻炼:依据患者高频超声检查肌腱愈合及粘连情况制定个性化功能恢复方案,患者康复运动动作、持续时间及频率按照患者肌力、超声测定肌腱粘连情况进行设定。其中 3 级肌力者伸屈动作 2 个,持续时间为 3 s,2 组/d,3 次/组;4 级肌力者伸屈动作 2 个,持续时间为 5 s,2 组/d,3 次/组;4 ~ 5 级肌力者伸屈动作 2 个,持续时间为 15 s,5 组/d,3 次/组。4 ~ 5 级肌力者伸屈动作尽可能多,持续时间 > 45 s 直至出现肌颤,每天做尽可能多组至患者疲劳为止,每组次数尽可能多;在运动康复基础上加用其他康复方法,如超声波、牵引、针灸以及熏蒸等手段,其强度以及频率同样需要高频超声结果进行调整。对照组患者行常规方式进行功能恢复:主要依据患者手功能情况及临床经验进行功能恢复。患者康复运动动作、持续时间以及频率按照患者肌力、伤口及手功能情况进行设定。在运动康复基础上加用其他康复方法,如超声波、牵引、针灸以及熏蒸等手段,其强度以及频率需要依据手功能情况进行调整。

### 1.3 观察指标

(1)术后早期超声声像特点:术后 1 个月及 3 个月对患者行超声检查,分析声像特点;(2)粘连情况:术后 1 个月及 3 个月患者行超声检查予以评估;(3)手功能情况:术后 1 个月及 3 个月进行评估;(4)患者手功能与粘连情况的相关性。

### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 20.0 软件对数据进行处理与分析。计量资料符合正态分布且方差齐性,以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较行独立样本  $t$  检验;计数资料以 [ $n(\%)$ ]表示,组间比较行独立样本  $\chi^2$  检验;等级资料采用秩和检验。相关性采用 Spearman 相关性分析。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者术后早期超声声像特点

患者术后1个月可见修复位置水肿变厚,且呈低回声,正常线状高回声纤维结构消失,边界不清,超声下断裂位置血流信号增多,断端咬合紧密者可见咬合位置间隙较小或无间隙,轻微屈伸手指可观察到修复位置肌腱向近端滑动。轻度粘连回声接近正常,与附近组织分层清晰,静止时正常,运动时存在一定程度粘滞,滑动度较正常情况下略低;中度粘连可见杂乱回声,较正常肌腱略厚,部分与附近组织分层混合不清,动态时粘滞显著,滑动度 < 10 mm;重度粘连回声厚度较正常肌腱变厚,回声杂乱、强弱不一,多强回声钙化组织,且与附近组织混合成团,动态时粘滞严重,静止或者在原地行变形运动滑动度较高。见图1及图2。

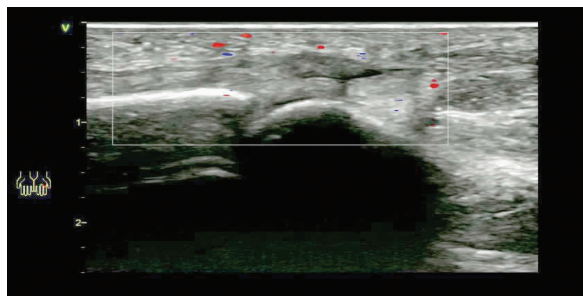


图1 患者术前高频超声表现

患者粘连程度均较手术后1个月改善( $P < 0.05$ ),且研究组患者粘连程度较对照组轻( $Z = 4.130, P < 0.001$ )。见表2。

### 2.3 两组患者手功能情况比较

术后1个月,两组患者PPT手功能情况及MMDT时间比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。术后3个月,两组患者患手、双手、组装等PPT手功能情况均上升( $P < 0.05$ ),且研究组高于对照组( $P < 0.05$ );放置时间、翻转时间等MMDT时间均下降( $P < 0.05$ ),且研究组低于对照组( $P < 0.05$ )。见表3。

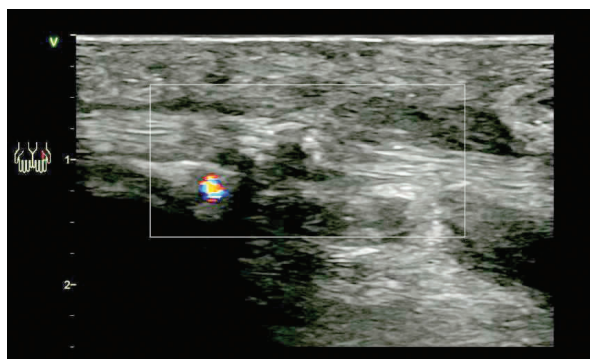


图2 患者术后1个月高频超声表现

表2 两组患者粘连情况比较[n(%)]

组别	轻度	中度	重度	Z值	P值
研究组(n=150)				10.025	<0.001
手术后1个月	62(41.33)	77(51.33)	11(7.33)		
手术后3个月	143(95.33)	7(4.67)	0(0.00)		
对照组(n=120)				5.904	<0.001
手术后1个月	48(40.00)	60(50.00)	12(10.00)		
手术后3个月	95(79.17)	19(15.83)	6(5.00)		

### 2.2 两组患者粘连情况比较

术后1个月,两组患者粘连程度比较,差异无统计学意义( $Z = 0.442, P = 0.659$ );术后3个月,两组

表3 两组患者手功能情况比较( $\bar{x} \pm s$ )

时间	PPT			MMDT(s)	
	患手(根)	双手(对)	组装(套)	放置时间	翻转时间
术后1个月					
研究组(n=150)	8.15 ± 1.29	7.54 ± 1.82	24.81 ± 3.59	339.81 ± 38.74	319.81 ± 41.53
对照组(n=120)	8.23 ± 1.34	7.67 ± 1.75	24.96 ± 3.72	348.53 ± 35.94	324.87 ± 46.87
t值	0.498	0.593	0.336	1.897	0.939
P值	0.619	0.554	0.737	0.059	0.348
术后3个月					
研究组(n=150)	15.94 ± 2.81 <sup>①</sup>	14.19 ± 2.35 <sup>①</sup>	41.84 ± 5.76 <sup>①</sup>	252.81 ± 26.84 <sup>①</sup>	211.74 ± 43.95 <sup>①</sup>
对照组(n=120)	13.55 ± 2.64 <sup>①</sup>	11.95 ± 2.22 <sup>①</sup>	35.81 ± 4.11 <sup>①</sup>	294.71 ± 29.71 <sup>①</sup>	297.21 ± 52.81 <sup>①</sup>
t值	7.133	7.976	9.666	12.153	14.513
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

① $P < 0.05$ ,与同组术后1个月比较。

### 2.4 患者手功能与粘连情况的相关性

Spearman相关性分析显示,患手、双手、组装等PPT指标与患者粘连情况负相关( $P < 0.05$ );放置时间、翻转时间等MMDT时间与患者粘连情况正相关( $P < 0.05$ )。见表4。

表4 患者手功能与粘连情况的相关性

指标	r值	P值
PPT		
患手	-0.614	<0.001
双手	-0.522	<0.001
组装	-0.479	<0.001
MMDT		
放置时间	0.673	<0.001
翻转时间	0.711	<0.001

### 3 讨论

手部肌腱断裂患者行肌腱断裂修复术后手部功能会因肉芽组织形成、转化生长因子及腱周细胞组织生长等与周围组织发生粘连,轻者影响肌腱滑动,重者则会使手术失败<sup>[11-12]</sup>。高频超声可反映肌腱愈合质量、肌腱连续性、滑动度等相关情况<sup>[13]</sup>。本研究中在患者术后 1 个月应用高频超声检查肌腱情况,可见修复位置水肿变厚,且呈低回声,超声可见断裂位置血流信号增多,断端咬合紧密者可见咬合位置间隙较小或无间隙,可准确清晰评估肌腱损伤程度,为患者康复个性化治疗方案制定提供参考意见。

本研究中,研究组患者依据高频超声检查结果制定个性化参考方案,有效改善了患者术后肌腱粘连情况,促进了患者手部功能恢复。分析原因可能是高频超声可较准确评估患者肌腱连续性及活动度,依据超声结果调整活动方案,适当调整患者活动频率及强度,同时应用适当的中药及物理疗法缓解患者粘连情况,个性化康复方案实施均有助于肌腱粘连发生,促进患者手功能恢复<sup>[14-15]</sup>。周峰等<sup>[16]</sup>研究也显示,高频超声评估可减轻患者康复锻炼期间肌腱粘连发生,促进患者手部功能恢复,可为康复医师提供清晰“透视镜”,依据检查结果制定康复方案,可加快患者手部功能恢复速度。张国兴等<sup>[17]</sup>研究也指出,手部肌腱断裂修复术应用电针治疗时采用肌骨超声进行指导,可有效反映受损肌腱滑动情况,有助于损伤手部肌腱滑动功能及粘连情况的评估。相关性分析结果显示,患手、双手、组装等 PPT 指标与患者粘连情况负相关 ( $P < 0.05$ );放置时间、翻转时间等 MMDT 时间与患者粘连情况正相关 ( $P < 0.05$ ),提示患者手部功能情况与肌腱粘连情况关系密切,可通过高频超声评估患者肌腱粘连情况,从而判断患者手部功能,反映患者肌腱断裂修复术后康复效果。有研究<sup>[18]</sup>也发现,手指肌腱断裂修复术后 TAM 与高频超声测得肌腱滑动距离相关性优异,且与肌腱间隙、边界以及厚度存在一定相关性。

综上,高频超声可准确评估手部肌腱断裂修复术患者肌腱修复情况及术后粘连情况,其评估术后粘连情况与患者手部功能关系密切。

#### 参考文献

[1] Liu H, Li R, Yuan C, et al. Treatment of tendinous mallet finger

deformity with a part of the flexor digitorum profundus tendon[J]. ANZ Journal of Surgery, 2020, 90(11): 2325 - 2328.

[2] Lee JS, McGrouther DA. Are flexor tendon ruptures ever spontaneous? - A literature review on closed flexor tendon ruptures of the little finger[J]. The Journal of Hand Surgery Asian-Pacific Volume, 2019, 24(2): 180 - 188.

[3] Lee JK, Bang J-Y, Choi YS, et al. Extensor pollicis longus tendon rupture caused by a displaced dorsal “beak” fragment of Lister’s tubercle in distal radius fractures[J]. Handchirurgie, Mikrochirurgie, Plastische Chirurgie, 2019, 51(3): 199 - 204.

[4] Kim TG, Heo YM, Min YK. Extensor tendon rupture due to advanced kienböck’s disease: two case reports and a review of literature[J]. The Journal of Hand Surgery Asian-Pacific Volume, 2020, 25(1): 123 - 128.

[5] Schlickum L, Quaddbauer S, Pezzei C, et al. Three-dimensional kinematics of the flexor pollicis longus tendon in relation to the position of the FPL plate and distal radius width[J]. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2019, 139(2): 269 - 279.

[6] 蔡波, 王轶博, 王秀荣, 等. 超声检查诊断老年性冈上肌腱损伤的临床价值[J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(20): 4980 - 4982.

[7] 李庆泰, 田光磊. 手外科诊断学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 124 - 126.

[8] Puippe GD, Lindenblatt N, Gnannt R, et al. Prospective morphologic and dynamic assessment of deep flexor tendon healing in zone II by high-frequency ultrasound: preliminary experience[J]. AJR American Journal of Roentgenology, 2011, 197(6): W1110 - W1117.

[9] Reddon JR, Gill DM, Gauk SE, et al. Purdue pegboard: test-retest estimates[J]. Perceptual and Motor Skills, 1988, 66(2): 503 - 506.

[10] Cederlund R. The use of dexterity tests in hand rehabilitation[J]. Scandinavian Journal of Occupational Therapy, 1995, 2(3-4): 99 - 104.

[11] Sukop A, Tichá P, Molitor M. Možnosti ošetření u zastaralých poranění hlubokých flexorůprstů ruky - primární transplantace šlachovým štěpem[J]. Acta Chirurgiae Orthopaedicae Traumatologicae Cechoslovaca, 2018, 85(5): 370 - 372.

[12] Colasanti GB, Pari C, Puzzo A, et al. A 2-free-end flexor carpi radialis tendon graft for treating a complex index finger extensor tendon injury[J]. Acta Bio-Medica, 2020, 91(4-S): 276 - 279.

[13] 梁彤, 陈浩宇, 涂滨, 等. 高频超声诊断指伸肌腱滑脱的应用价值[J]. 中国医学影像技术, 2019, 35(9): 1389 - 1391.

[14] Bai RJ, Zhang HB, Zhan HL, et al. Sports injury - related fingers and thumb deformity due to tendon or ligament rupture[J]. Chinese Medical Journal, 2018, 131(9): 1051 - 1058.

[15] 张思森, 王骏, 芮永军, 等. 肌腱滑动对手部伸肌腱修复术后患者的疗效观察[J]. 中华手外科杂志, 2019, 35(1): 69 - 70.

[16] 周峰, 王利芳, 谢桂民, 等. 高频超声动态评估在手部屈肌腱断裂修复术后康复治疗中的应用[J]. 重庆医学, 2020, 49(18): 3053 - 3057.

[17] 张国兴, 丘开亿, 黄友, 等. 基于肌骨超声评价电针对手部肌腱修复术后粘连的效果[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(1): 50 - 53.

[18] 李春香, 张冬梅, 钱晓芹. 高频超声在手指肌腱断裂修复术后的应用价值[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2021, 18(1): 88 - 91.

(收稿日期: 2024 - 10 - 19

修回日期: 2024 - 11 - 22)