

· 临床研究 ·

个体化、量化康复训练对屈指肌腱吻合术后功能恢复的影响

王修文 牛瑞 孙强三 吴东进 赵序利

【摘要】目的 探讨个体化、量化康复训练对屈指肌腱吻合术后功能恢复的影响。方法 将 180 例屈指肌腱吻合术患者随机分为量化组及对照组。量化组患者在术中测量所吻合肌腱的最大抗张强度($F_{\max}$),术中安装训练支具,测量吻合术后肌腱两断端分离达到 2 mm 间隙时的橡皮筋长度及载荷,并加装保护装置,术后给予个体化、量化康复训练。对照组患者术中未进行肌腱最大抗张强度测定,术后康复训练时亦无特殊保护装置,由患者自行训练手指活动功能。为进一步研究康复训练频率对疗效的影响,将量化组及对照组分别细分为 A、B 两亚组,分别给予每天 3 次(A 组)、每天 6 次(B 组)康复训练。结果 经 3 个月训练后,发现量化组术后无肌腱断裂者,对照组有 6 例患者发生肌腱再断裂,量化组优良率达 91.1%,对照组优良率为 80.0%,组间差异具有统计学意义($P < 0.05$);进一步分析发现,量化 B 组患者康复疗效明显优于其它亚组,组间差异均有统计学意义($P < 0.05$)。结论 个体化、量化康复训练能有效防止肌腱吻合术后患者肌腱再断裂,且每天训练 6 次可能是较佳康复治疗频率。

【关键词】肌腱损伤; 支具; 康复; 功能恢复

Individualized and quantified rehabilitation training after tenosuture of the digital flexor tendon WANG Xiuwen*, NIU Rui, SUN Qiang-shan, WU Dong-jin, ZHAO Xu-li. * Department of Orthopaedics, Second Hospital of Shandong University, Jinan 250033, China

Corresponding author: NIU Rui, Email: ruirui.3222@yahoo.com.cn

【Abstract】Objective To evaluate the effect of individualized and quantified rehabilitation exercise after tenosuture of the digital flexor tendon. Methods One hundred and eighty cases of digital flexor tendon tenosuture were randomly divided into a quantification group and a control group. For the quantification group, the maximal tensile strength against rupture ($F_{\max}$) was measured during the operation. After splinting, the length of an elastic band was measured when there was a 2 mm clearance between the 2 ends of the sutured tendon, and the protective device was then fixed with all its parameters unchanged in the whole study. For the control group, $F_{\max}$ was not measured and there was no protective device during training. Both groups were subdivided into subgroups A and B according to the daily training frequency. Training frequencies of 3 or 6 times per day were applied to the two subgroups. Results After 3 months of rehabilitation treatment, there was no re-rupture in the quantification group, but 6 cases of re-rupture occurred in the control group. 91% of the cases in the quantification group were evaluated as excellent or good, while in the control group 80% of the cases were evaluated as excellent or good. Clinical efficacy was significantly better in the quantification subgroup receiving 6 treatments per day than in any other subgroup. Conclusions Individualized and quantified rehabilitation exercise can prevent tendon re-rupture after tenosuture. 6 sessions of training per day may be better than 3 sessions per day.

【Key words】Tendon injuries; Splintage; Rehabilitation exercise; Functional recovery

临床上屈指肌腱吻合术后粘连常导致肌腱功能恢复不理想,给患者肢体功能造成严重影响。预防肌腱粘连的主要措施包括显微外科手术精细缝合及术后早期康复训练^[1,2],但目前临床对术后早期康复训练的开始时间、训练频率、训练强度等尚无统一标准,无法

及时对各种康复治疗手段和疗效进行总结、对比。本研究采用支具对屈指肌腱吻合术后患者进行早期康复治疗,以观察个体化、量化康复训练对患者术后疗效的影响。现报道如下。

资料与方法

一、临床资料

共选取 2004 年 5 月至 2008 年 5 月间在我院骨科及康复医学科治疗的住院患者 180 例,所有患者均为单指、II 区指屈肌腱完全断裂,不伴有掌、指骨骨折。

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2009.05.012

作者单位:250033 济南,山东大学第二医院骨科(王修文、牛瑞、吴东进),康复医学科(孙强三);山东省立医院疼痛科(赵序利)

通信作者:牛瑞,Email: ruirui.3222@yahoo.com.cn

将入选患者随机分为量化组和对照组,其中量化组有患者 90 例,男 72 例,女 18 例;年龄 16~52 岁,平均 25 岁;致伤原因包括:切割伤 78 例,电锯伤 12 例;受伤距手术时间为伤后 1~3 h;患指分布情况如下:拇指 6 例,食指 30 例,中指 31 例,环指 18 例,小指 5 例。对照组有患者 90 例,男 75 例,女 15 例;年龄 17~51 岁,平均 26 岁;致伤原因包括:切割伤 75 例,电锯伤 15 例;受伤距手术时间为伤后 1~3 h;患指分布情况如下:拇指 6 例,食指 30 例,中指 31 例,环指 18 例,小指 5 例。2 组患者一般情况及病情经统计学分析,发现组间差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),具有可比性。

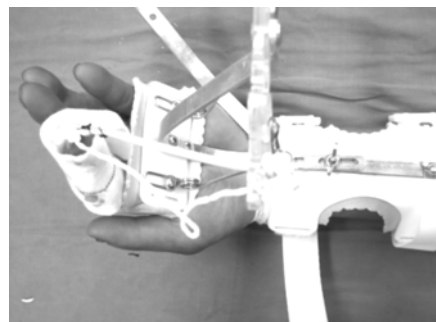
二、治疗方法

1. 手术治疗:2 组患者均在臂丛神经麻醉情况下进行肌腱吻合操作,选用 3-0 或 4-0 无创缝合线并参考改良 Kessler 法吻合受伤肌腱,采用 6-0 或 7-0 无创缝合线细致吻合肌腱外膜,尽量修复腱鞘组织。量化组患者术中测量受伤肌腱最大抗张强度(F_{max}),且该组患者于肌腱吻合后不立即缝合伤口,而是安装并调试康复训练支具,维持屈腕 45°、掌指关节屈 65°位,取 1 根橡皮筋,将其一端系于训练支具上,另一端固定于患指末节处(如指甲部位),于患指处于休息位时调整橡皮筋长度,使其处于伸直、无张力状态。术者通过牵伸患者伤指,在直视情况下观察肌腱吻合端分离情况,当肌腱吻合端分离间隙达 2 mm 时停止牵伸,记下此时橡皮筋长度 L ,通过弹簧秤测得所施加负荷值,将其记为 F_{2mm} 。另取一根长度为 L 且不可拉伸的细绳,细绳两端固定部位与橡皮筋一致,详见图 1、图 2;然后在屈腕 25°、掌指关节屈 45°位以及屈腕 5°、掌指关节屈 25°位情况下重复上述测量,待测量结束后关闭伤口。对照组患者术中不进行测量,于肌腱吻合术结束后立即关闭伤口。

2. 康复训练:2 组患者均于手术后 24 h 开始康复训练,在前 3 周康复训练期间,量化组通过训练支具维持屈腕 45°、掌指关节屈 65°位,期间嘱患者主动伸指,靠橡皮筋回缩力被动屈指;从术后第 4 周开始,维持屈腕 25°、掌指关节屈 45°位,逐渐进行主动屈指练习;从术后第 6 周开始,维持屈腕 5°、掌指关节屈 25°位,开始进行对指、对掌、手握小球等训练,以提高手部肌肉力量及灵活性。在术后 1~2 周期间,康复训练时的最大强度为 F_{2mm} 值的 75% 水平(发挥保护作用的细绳长度亦要相应缩短);从术后第 3 周开始,康复训练时的最大强度增加至 F_{2mm} 水平。在康复训练过程中若发现支具和患肢发生明显相对移位,可以 F_{2mm} 或 75% F_{2mm} 力度(根据发生移位时所处的康复训练阶段而定)拉伸橡皮筋,并测量长度、重新定位。对照组患者术后进行康复训练时无特殊保护装置,训练时的手指

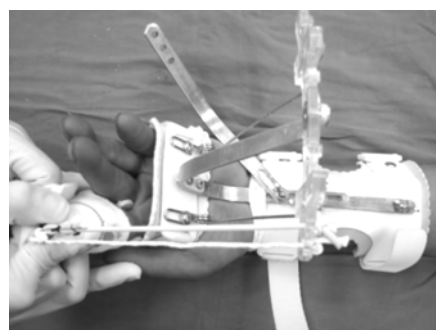
活动方向、幅度由患者自行控制。2 组患者在上述治疗基础上均给予物理因子干预,如术后 2 周内,每天给予超短波治疗 1 次,每次 15 min,治疗强度为无热量~微热量;术后 3~4 周期间,给予超声波治疗及水疗,超声波治疗每日 1 次,每次 10~20 min,治疗强度为 0.50~0.75 W/cm²;水疗每日 1 次,每次 30 min,治疗时水温控制在 43℃ 左右。

为进一步研究训练频率对康复疗效的影响,本研究将量化组细分为 2 亚组,其中量化 A 组每天进行 3 次康复训练,每次肌腱屈伸练习次数为 20 次,康复训练时间分别为 7:00 AM、3:00 PM 及 10:00 PM;量化 B 组每天进行 6 次康复训练,康复训练时间分别为 7:00 AM、10:00 AM、1:00 PM、4:00 PM、7:00 PM 及 10:00 PM。对照组患者也同样细分为对照 A 组及对照 B 组,其康复训练频率及时间安排分别与量化 A 组、量化 B 组一致。



注:细长状物为橡皮筋(位于尺侧),细长状扭曲物为保护绳(位于桡侧)

图 1 康复训练支具示意图(患指处于休息位)



注:当患指进行被动牵伸训练时,保护绳可防止患指被过度牵拉

图 2 康复训练支具示意图(患指进行被动牵伸训练时)

三、疗效评定标准

术后 3 个月时采用肌腱总主动活动度(total active motion, TAM)^[3]对各组患者进行疗效评定,TAM = 总主动屈曲度 - 总主动伸直受限度。临床疗效评定标准共分为 4 级,优:患肢 TAM 基本正常,即 TAM 为 270~240°;良:患肢 TAM ≥ 75% 健侧肢体 TAM 水平,即患肢 TAM 为 239~200°;可:患肢 TAM ≥ 50% 健侧肢体

TAM 水平,即患肢 TAM 为 $199 \sim 135^\circ$;差:患肢 TAM $< 50\%$ 健侧肢体 TAM 水平,即患肢 TAM $< 135^\circ$ 。

四、统计学分析

本研究患者肌腱断离率组间比较采用 χ^2 检验,量化组与对照组间以及各亚组间肌腱 TAM 比较采用 t 检验,临床疗效比较采用秩和检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

2 组患者分别经 3 个月治疗后,发现量化组术后无肌腱再断离者,对照组有 6 例患者术后发生肌腱再断离,组间比较发现差异具有统计学意义 ($P < 0.05$);2 组患者治疗前、后肌腱 TAM 及临床疗效结果详见表 1,表中数据显示,量化组肌腱 TAM、整体疗效均明显优于对照组,组间差异均具有统计学意义 ($P < 0.05$)。对各亚组治疗前、后肌腱 TAM 及疗效结果进一步分析后发现,量化 B 组肌腱 TAM 及临床疗效均明显优于量化 A 组,组间差异具有统计学意义 ($P < 0.05$);对照 A 组肌腱 TAM 及临床疗效与对照 B 组比较,组间差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),具体数据详见表 2,其中量化 A 组与对照 A 组、对照 B 组比较,组间差异均无统计学意义 ($P > 0.05$),量化 B 组与对照 A 组、对照 B 组比较,组间差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。

表 1 本研究量化组及对照组治疗前、后患肢肌腱 TAM 及临床疗效比较

组 别	例数	肌腱 TAM($^\circ$)		临床疗效(例)					优良率 (%)
		治疗前	治疗后	优	良	可	差		
量化组	90	42.28 ± 3.33	241.29 ± 32.03	71	11	7	1		91.1
对照组	90	42.10 ± 3.54	223.01 ± 44.93^a	60	12	13	5		80.0 ^a

注:与量化组比较,^a $P < 0.05$

表 2 本研究各亚组治疗前、后患肢肌腱 TAM 及临床疗效比较

组 别	例数	肌腱 TAM($^\circ$)		临床疗效(例)					优良率 (%)
		治疗前	治疗后	优	良	可	差		
量化 A 组	45	42.31 ± 3.57	229.22 ± 40.70^a	32	5	7	1		82.2 ^a
量化 B 组	45	42.24 ± 3.09	253.36 ± 10.96	39	6	0	0		100
对照 A 组	45	42.40 ± 3.32	221.64 ± 46.74^a	30	6	7	2		80.0 ^a
对照 B 组	45	41.93 ± 3.77	224.38 ± 43.53^a	30	6	6	3		80.0 ^a

注:与量化 B 组比较,^a $P < 0.05$

讨 论

随着显微外科及康复治疗技术发展,肌腱吻合术后肌腱粘连的发生率逐年得到抑制,但仍有部分患者术后发生肌腱粘连,对其功能恢复造成严重影响。有研究发现,肌腱修复术后早期活动能有效抑制肌腱修复区炎症反应,促进胶原纤维按应力方向有规律排列,

同时早期活动可抑制肌腱与周围组织接触,减少外源性细胞侵入,提高伤口愈合质量;另外早期主动活动可对待修复部位施加轴向载荷,从而增强肌腱内源性愈合度,防止粘连。患者进行早期康复训练的基础是术后肌腱吻合处必须要有足够的抗张强度,而术后肌腱早期抗张强度与手术缝合方法直接相关^[4-6]。肖颖锋等^[7]通过动物实验发现,Tsuge 缝合法和改良 Kessler 缝合法均是较理想的肌腱修复方法;但 Mashadi^[8]和陈建海等^[9]发现,Tsuge 法虽能获得较好即刻力学性能,但患肢肌腱稳定性欠佳,术后功能很快丢失,并且恢复速度缓慢;而改良 Kessler 法的即刻力学性能虽不及 Tsuge 法,但术后稳定性较好,其力学性能通常在术后 10 d 时才有显著降低,2 周后即可基本恢复,故本研究采用改良 Kessler 法对入选患者肌腱进行吻合处理。

早期主动屈伸训练可使肌腱充分滑动,是防止肌腱粘连的有效方法,被动运动或牵拉可使肌腱向远心端滑动,使肌腱向近心端滑动则只能依靠肌肉主动收缩^[10]。Panchal 等^[11]研究发现,在肌腱吻合术后 3 周时,主动屈曲可使肌腱滑动 15 mm;Small 等^[12]对 98 例患者进行早期主动功能训练,发现临床优良率达 77%,但有 10% 的患者出现肌腱断裂;在另一方面,Duran 等^[13]认为,使肌腱滑动 3 ~ 5 mm 即足以避免限制性粘连形成;Silferskiold 等^[14]也证实,肌腱滑动距离超过 6 mm 不会带来更佳治疗效果。

如何进行适当的早期康复训练,既能使术后肌腱有较大滑动距离,又不至于发生肌腱断裂或形成较大间隙,一直是临床亟待解决的问题之一。目前常用的方法是在临床医师指导下,让患者进行主动伸指、被动屈指训练,如伤指一旦出现胀感或疼痛可减少或暂停训练,即主要依靠患者主观感觉来决定训练力量及关节活动范围,该疗法有明显不足之处,包括:①在康复训练时,仅凭感觉来决定训练强度不易控制,如用力过大容易导致肌腱再断离,反之则容易发生严重肌腱粘连;②即使患者感觉正确、用力适中,但训练一段时间后,患者可能出现感觉灵敏度下降,也会导致训练时用力出现偏差;③每例患者的痛阈值不尽相同,如有患者训练时肌腱发生断离也并未感觉明显疼痛,也有患者因痛觉敏感而不愿进行康复训练。由于较大的间隙(如间隙 > 2 mm)容易使肌腱吻合端周围组织向间隙内长入大量纤维而诱发肌腱粘连,同时训练时用力超过最大抗张强度 (F_{max}) 则可能发生肌腱再断离,故本研究在术中量化组患者肌腱 F_{2mm} 及 F_{max} 进行了测量。考虑到肌腱吻合患者术后肌腱抗张能力通常下降 10% ~ 25%^[15],故术后 1 ~ 2 周内以 75% F_{2mm} 水平作为指屈肌腱最大训练强度;术后 3 周时肌腱断端已获得一定程度改善,此时则以 F_{2mm} 作为训练最大强度,

但在术后 6 周以内,康复训练最大强度均不能超过 $F_{\max}$,否则容易发生肌腱断离。通过上述措施,量化组每位患者都能获得适宜强度的康复训练,这种个体化、量化的训练方式既提高了康复疗效,又能有效防止肌腱再断离。

目前国内外对于肌腱吻合患者术后每日康复训练的最佳次数尚未达成共识,本研究发现量化 B 组患者(每日进行 6 次康复训练)疗效明显优于其他各亚组,分析其原因可能是每日进行 6 次康复训练干扰了粘连带生长周期,可较好地抑制其生长,该机制还需进一步证明。另外量化 A 组与对照 A 组、对照 B 组疗效间差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),可能是因为个体化、量化训练虽能有效抑制术后肌腱再断离,但术后患指功能恢复主要依赖足够大的活动量,每天进行 3 次康复训练达不到所需的量,故导致患指功能恢复不理想。对照 A 组与对照 B 组疗效间差异无统计学意义($P > 0.05$),可能与对照 B 组患者担心每天训练 6 次容易导致肌腱再断离而不敢用力训练有关。

综上所述,本研究结果表明,个体化、量化康复训练能有效抑制肌腱修复术后患者肌腱再断离、促进患指功能恢复,且每天进行 6 次康复训练可获得较佳治疗效果。

参 考 文 献

- [1] 石继祥. 促进肌腱愈合及预防肌腱粘连的研究进展. 中国修复重建外科杂志, 2005, 19: 400-402.
- [2] Verdan CE. Half a century of flexor-tendon surgery: current status and changing philosophies. J Bone Joint Surg, 1972, 54: 472-491.
- [3] 潘达德, 顾玉东, 侍德, 等. 中华医学会手外科学会上肢部分功能评定试用标准. 中华手外科杂志, 2000, 16: 130-135.
- [4] Mark N, Paul R, Hideaki K, et al. Effect of immobilization, immediate mobilization, and delayed mobilization on the resistance to digital flexion using a tendon injury model. J Hand Surg, 1997, 22: 465-472.
- [5] Pruitt DL, Tanaka H, Aoki M, et al. Cyclic stress testing after in vivo healing of canine flexor tendon lacerations. J Hand Surg, 1996, 21: 974-977.
- [6] Gelberman RH, Amif LD, Gonsalves M, et al. The influence of protected passive mobilization on the healing of flexor tendons: a biochemical and microangiographic study. Hand, 1981, 13: 120-128.
- [7] 肖颖锋, 万圣祥, 洪光祥, 等. 肌腱愈合过程中不同缝合方法对生物力学特性影响的动态观察. 现代康复, 2001, 5: 34-35.
- [8] Mashadi ZB, Amis AA. The effect of locking loops on the strength of tendon repair. J Hand Surg, 1991, 16: 35-39.
- [9] 陈建海, 姜保国, 傅中国, 等. 屈指肌腱损伤修复后早期生物力学性能的变化. 中华骨科杂志, 2004, 24: 482-485.
- [10] 卓大宏, 主编. 中国康复医学. 北京: 华夏出版社, 1990: 832-834.
- [11] Panchal J, Mehdi S, Donoghue JO. The range of excursion of flexor tendons in zone II. A comparison of active vs passive flexion mobilisation regimes. J Plast Surg, 1997, 50: 517-520.
- [12] Small JO, Brennen MD, Colville J. Early active mobilisation following flexor tendon repair in zone 2. J Hand Surg, 1989, 14: 383-391.
- [13] Duran RJ, Coleman CR, Nappi JF, et al. Management of flexor tendon lacerations in zone 2 using controlled passive motion postoperatively//Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, et al. Rehabilitation of the hand: surgery and therapy. St Louis: Mosby, 1990: 410-413.
- [14] Silfverskiold KL, May EJ, Tornvall AH. Gap formation during controlled motion after flexor tendon repair in zone II: a prospective clinical study. J Hand Surg, 1992, 17: 539-546.
- [15] 曹毅, 汤锦波, 顾宇彤, 等. 趾屈曲时不同屈曲角度对腱抗张能力影响的实验研究. 中华手外科杂志, 2001, 17: 250-253.

(收稿日期: 2008-10-29)

(本文编辑: 易 浩)

· 消息 ·

《中华物理医学与康复杂志》2009 年征订启事

《中华物理医学与康复杂志》是中华医学会主办的物理医学与康复(康复医学)专业的高水平学术期刊。本刊严格贯彻党和国家的卫生工作方针政策,本着理论与实践相结合、提高与普及相结合的原则,积极倡导百花齐放、百家争鸣;全面介绍物理治疗、物理医学与康复领域内领先的科研成果和新理论、新技术、新方法、新经验以及对物理因子治疗、康复临床、疗养等有指导作用,且与康复医学密切相关的基础理论研究,及时反映我国康复治疗、物理医学与康复、康复医学的重大进展;同时密切关注国际康复医学发展的新动向,促进国内外物理治疗、物理医学与康复的学术交流。

《中华物理医学与康复杂志》为月刊,大 16 开,内芯 72 页码,中国标准刊号:ISSN 0254-1424 CN 42-1666/R,邮发代号:38-391,每月 25 日出版;每册定价 15 元,全年 180 元整。热忱欢迎国内外物理治疗、物理医学与康复、康复医学领域以及神经内科、神经外科、骨科等相关科室的各级医务工作者踊跃订阅、投稿。

订购办法:①邮局订阅:按照邮发代号 38-391,到全国各地邮局办理订阅手续。②直接订阅:可通过邮局汇款至中华物理医学与康复杂志编辑部或通过银行电汇订购。本刊开户银行:招行硚口支行;银行账号:270380023710001;户名:华中科技大学同济医学院附属同济医院。各类订户汇款时务请注明本刊名称及年、卷、期、册数等。

编辑部地址:武汉市解放大道 1095 号同济医院内《中华物理医学与康复杂志》编辑部;邮编:430030;电话:(027) 83662874;传真:(027) 83663264;E-mail:ejpmr@tjh.tjmu.edu.cn。