

# 静态进展型矫形器对Ⅱ区手指屈肌腱断裂术后肌腱挛缩的疗效分析

张涛<sup>1</sup> 余秋华<sup>1</sup> 卞瑞豪<sup>1</sup> 李婧婷<sup>1</sup> 陈少贞<sup>1,2</sup>

## 摘要

**目的:**探讨静态进展型矫形器对Ⅱ区手指屈肌腱断裂术后肌腱挛缩的矫治效果。

**方法:**52例Ⅱ区手指屈肌腱断裂术后6周患者,随机分为两组。试验组采用常规康复治疗联合静态进展型矫形器矫治,对照组仅采用常规康复治疗,治疗持续4周。分别在治疗前、治疗2周、治疗4周后评定伤指总主动活动度(TAM)、总被动关节活动度(TPM)和简易上肢功能评价量表(STEF)。

**结果:**经过2周和4周治疗后,两组患者伤指TAM、TPM及STEF评分均有明显改善( $P<0.05$ ),且试验组的伤指TAM、TPM及STEF评分在治疗2周后和治疗4周后均分别显著优于对照组( $P<0.05$ )。

**结论:**静态进展型矫形器能够提高伤指运动幅度及伤指运动功能,可能与屈肌腱弹性和延展度改善有关,是Ⅱ区手指屈肌腱断裂术后肌腱挛缩的有效矫治方法。

**关键词** 屈肌腱断裂;肌腱挛缩;矫形器

中图分类号:R687.2,R496 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2019)-10-1173-05

**Effects of static progressive splinting on tendon contracture after operating on rupture of finger flexor tendon in zone II/ZHANG Tao, YU Qiuhua, BIAN Ruihao, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(10): 1173—1177**

## Abstract

**Objective:** The purpose of this study is to investigate the effect of static progressive splinting on tendon contracture after operating on rupture of finger flexor tendon in zone II.

**Method:** Fifty-two cases after operating on rupture of finger flexor tendon in zone II in 6 weeks were randomly divided into two groups. The experimental group received routine rehabilitation therapy and static progressive splinting, while the control group received conventional rehabilitation only. The treatment lasted for 4 weeks. Before treatment, 2 and 4 weeks after treatment, total active range of motion (TAM) and total passive range of motion (TPM) of injury fingers, and the simple test for evaluating hand function(STEF) were measured.

**Result:** The scores of TAM, TPM, and STEF of the injury fingers in both groups were significantly improved after treatment for 2 and 4 weeks ( $P<0.05$ ). Besides, they are improved more in the experimental group than those in control group after 2 and 4 weeks treatment ( $P<0.05$ ).

**Conclusion:** Static progressive splinting can increase the range of motion and the motor function of fingers, which may be related to the improvement of flexor tendon elasticity and extension, and it is an effective method for tendon contracture after operation on rupture of finger flexor tendon in zone II.

**Author's address** Department of Rehabilitation Medicine, The First Affiliated Hospital of Sun Yat-Sen University, Guangdong, Guangzhou, 510080

**Key word** rupture of flexor tendon; tendon contracture; splinting

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.10.007

1 中山大学附属第一医院康复医学科,广东省广州市,510080; 2 通讯作者

作者简介:张涛,男,治疗师; 收稿日期:2018-03-19

手指屈肌腱损伤是一种常见疾病,此病的致病因素有多种,如割伤、刺伤等<sup>[1-2]</sup>。手指屈肌腱断裂最常见的治疗方法是手术治疗,理想的肌腱修复技术应为术后手指能立即进行安全的主动活动提供强有力的支持,并尽量少出现僵硬和粗糙的修复表面阻碍肌腱的滑动,因此早期的治疗介入尤为重要<sup>[3]</sup>。

手指屈肌腱Ⅱ区的范围是从屈肌腱骨纤维鞘近端到指浅屈肌腱的止点,该区有狭长的纤维鞘管,体积小、血循环差,被称为“无人区”。该区屈肌腱断裂术后粘连的发生率可高达31%—50%,手指屈肌腱断裂术后常见的并发症有二次断裂、肌腱粘连和挛缩<sup>[4-7]</sup>。手指屈肌腱断裂术后康复计划需要根据患者的损伤部位、损伤程度、手术方式等进行个性化定制,目前常见的术后康复计划包括延迟活动、早期被动活动和早期主动活动<sup>[8]</sup>。其中对于自我感知不能完成整个治疗方案的成年人常选用屈肌腱修复的延迟活动<sup>[9]</sup>,即固定伤指4—6周以保护修复后的屈肌腱达到愈合,通常是选用石膏或者手背侧矫形器使腕关节和掌指关节保持屈曲位。肌腱愈合后伤指多出现掌指关节和近端指间关节屈曲受限、肌腱粘连和主动屈指困难等问题,严重影响手功能,导致患者回归家庭角色和工作受到影响,有些患者伤指甚至需要进行二次手术松解治疗。静态进展型矫形器是一种新兴的矫形器,以应力松弛为原理,让患者自我控制牵伸的角度以降低由过度牵伸而造成损伤的风险,从而实现了对软组织的牵伸,达到增加关节活动范围的目的<sup>[9]</sup>。本研究将通过随机对照研究,分析并探讨静态进展型矫形器对Ⅱ区手指屈肌腱断裂术后肌腱挛缩的治疗效果,以期完善Ⅱ区手指屈肌腱断裂术后的康复治疗方法。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究的病例入选标准为:①有明确的刀割伤或玻璃划伤史,诊断为手指Ⅱ区屈肌腱断裂;②手指近端和远端指间关节主动伸直和被动伸直受限;③病程:肌腱断裂修复术后 $\geq 6$ 周;④X光片显示无掌指部骨折;⑤同意接受治疗,并同意签署知情同意书。

排除标准:①二次缝合或肌腱移植;②合并严重

骨折或神经损害;③依从性差。

根据上述标准,从2013年6月—2017年6月选取中山大学附属第一医院显微创伤手外科和康复医学科门诊患者52例。根据手指屈肌腱分区,所选患者均为单一手指Ⅱ区肌腱断裂患者,其中左食指9例、右食指5例、左中指10例、右中指8例、左无名指7例、右无名指4例、左小指5例、右小指4例,男24例、女28例,年龄为 $37.44 \pm 9.99$ 岁。根据预试验的结果,利用Gpower 3.1.2软件的重复测量方差分析方法进行样本量计算。Gpower分析结果显示伤指TAM和TPM的组间因素所要求的总样本量最大(52例),试验组的均值为230.56,对照组的均值为214.78,组数为2,各组内的标准差18.95,样本量为每组3例,effect size f为0.416,power为0.95,重复测量次数3,计算出总样本量为52。本研究的被试者均为本单位显微创伤手外科和本科室患者,均要求患者定期治疗和复查。因此在计算样本量时,未考虑到脱落率。因此,本试验收集52例患者,已达到所需的样本量数。

这些患者根据电脑产生的随机数字表随机分配到两个组,试验组,男14例、女12例,年龄 $35.62 \pm 10.19$ 岁;对照组,男11例、女15例,年龄 $39.27 \pm 9.66$ 岁。两组受试者的年龄、性别、病程等一般资料无显著性差异( $P > 0.05$ )。

### 1.2 治疗方法

试验组进行4周的常规康复治疗,联合每天佩戴8—10h的静态进展型矫形器;对照组仅进行4周的常规康复治疗。常规康复治疗包括物理因子治疗和作业治疗。物理因子治疗包括超声波治疗、音频治疗等。作业治疗包括徒手牵伸、渐进性抗组训练(如弹力网训练、握弹力球训练等)和作业活动训练(如橡皮泥塑形训练、抓豆子训练等)。

试验组的静态进展型矫形器所用材料为低温热塑板,通过恒温水箱(水箱温度为 $65^\circ$ )加热使低温热塑板软化,根据需要进行裁剪和塑形而成。矫形器固定于手掌和手指掌侧,近端跨过伤指掌指关节,远端至伤指指端,塑形时使掌指关节和指间关节尽可能伸直,矫形器通过魔术贴加以固定。矫形器于夜间持续佩戴,且白天可间断穿戴(每天3—4次,每次0.5h)。治疗师需每2周检查矫形器是否松动、牵

引张力是否合适等,并根据伤指掌指关节、近端指间关节和远端指间关节的关节活动度以及伤指掌面和矫形器的贴合距离调整矫形器的矫治角度。

本试验采用单盲法,两组患者的治疗由一名作业治疗师负责,治疗前和治疗后的疗效评定由另一名作业治疗师负责。

### 1.3 评定指标

所有患者在治疗前、治疗2周和治疗4周后采用1975年美国手外科学会推荐的伤指总主动活动度(total active motion, TAM)和总被动关节活动度(total passive motion, TPM)对伤指进行测定并统计优良率,并采用简易上肢功能评价量表(simple test for evaluating hand function, STEF)进行功能评定。

TAM评定标准中,优:屈伸活动正常, TAM>220°;良:功能为健指的75%以上, TAM>200°—220°;中:功能为健指的50%—75%, TAM>180°—200°;差:功能为健指的50%以下, TAM≤180°;极差:结果不如以前<sup>[10]</sup>。

TPM评定标准中,优:屈伸活动正常, TPM>220°;良:功能为健指的75%以上, TPM>200°—220°;中:功能为健指的50%—75%, TPM>180°—200°;差:功能为健指的50%以下, TPM≤180°;极差:结果不如以前<sup>[10]</sup>。

STEF要求患者双手进行十个项目的取物操作,包括小球、大球、木方、珠子、皮革、金属圆片等,每项操作按完成时间转换为0—10分,总分为100分,得分越高代表功能越好<sup>[11]</sup>。

### 1.4 统计学分析

本试验所得结果经过SPSS23.0进行统计分析。首先TAM、TPM、STEF评分进行正态检验和方差齐性检验,检验结果显示符合正态分布并且具备方差齐性,因此直接对数据进行重复测量方差分析。其中治疗时间作为组内因素,而是否佩戴静态持续牵伸矫形器进行治疗作为组间因素进行分析,这些因素间如果有交互作用,还需要降级后进行单因素方差分析和独立样本 $t$ 检验。多重比较的结果我们使用Bonferroni法进行校正,若数据满足球形检验,将直接采用得到的 $F$ 值和 $P$ 值作为结果;若不满足,将采用经过Greenhouse-Geisser校正后的 $F$ 值和 $P$ 值作为最终的分析结果。两组患指功能恢复

TAM和TPM优良率的对比分别用秩和和 $\chi^2$ 检验。 $P<0.05$ 为差异有显著性意义。

## 2 结果

治疗前两组受试者的一般资料、伤指屈肌腱TAM、TPM和STEF评分未见显著性差异( $P>0.05$ )。受试者均在治疗2周±2天和4周±2天时进行复诊并评定,见表1。

经过2周和4周的治疗,试验组和对照组的患者在TAM的组内因素( $F=585.43, P<0.001$ )、TAM的组间因素( $F=29.85, P<0.001$ )、TPM的组内因素( $F=548.37, P<0.001$ )、TPM的组间因素( $F=75.70, P<0.001$ )、STEF的组内因素( $F=421.45, P<0.001$ )和STEF的组间因素( $F=47.24, P<0.001$ )均有显著性差异。同时TAM( $F=8.26, P=0.001$ ), TPM( $F=23.80, P<0.001$ )和STEF评分( $F=3.77, P=0.043$ )三项指标的治疗时间和治疗方法两个因素的交互效应均有显著性意义。降级后经过单因素方差分析和配对 $t$ 检验,发现每项指标的时间因素均具有显著性差异( $P<0.001$ );降级后经过独立样本 $t$ 检验观察到在治疗2周和4周时,试验组患者伤指的TAM、TPM和STEF评分均大于对照组,差异具有显著性意义( $P<0.001$ ),见表2—3。

对52例患者治疗4周后患指的TAM进行评价,其中试验组经常规康复治疗联合静态进展型矫形器治疗后的TAM优良率达到84.62%,并且该组所有患者治疗后的TAM评价都在中等及以上;对照组通过常规康复治疗后TAM优良率仅达到38.46%,且仍有34.61%的患者评价为差。 $P<0.001$ ,试验组与对照组间的优良率有显著差异,见表4。

对52例患者治疗4周后患指的TPM进行评价,其中试验组经常规康复治疗联合静态进展型矫形器治疗后的TPM优良率达到100%;对照组通过常规康复治疗后TPM优良率达到88.46%,良率达到11.54%。经 $\chi^2$ 检验, $P=0.074$ ,试验组与对照组间的优良率无显著差异,见表5。

## 3 讨论

肌腱愈合分为三个阶段:炎症期,增殖期和重塑期。肌腱和腱鞘间的粘连在重塑期最为明显<sup>[12]</sup>。肌

**表1 不同时期两组患者伤指TAM组间比较** ( $\bar{x}\pm s, ^\circ$ )

组别	例数	治疗前	治疗2周	治疗4周
试验组	26	99.31±6.39	140.88±16.232 <sup>①</sup>	215.04±15.70 <sup>①</sup>
对照组	26	96.50±4.07	125.92±18.82 <sup>①</sup>	187.31±25.65 <sup>①</sup>
P值		P=0.243	P<0.001	P<0.001

与组内治疗前比较:①P<0.001

**表2 不同时期两组患者伤指TPM比较** ( $\bar{x}\pm s, ^\circ$ )

组别	例数	治疗前	治疗2周	治疗4周
试验组	26	204.50±11.58	237.23±8.59 <sup>①</sup>	266.35±4.22 <sup>①</sup>
对照组	26	198.96±10.53	213.04±8.51 <sup>①</sup>	239.38±16.22 <sup>①</sup>
P值		P=0.379	P<0.001	P<0.001

与组内治疗前比较:①P<0.001

**表3 不同时期两组患者伤指STEF评分比较** ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	治疗前	治疗2周	治疗4周
试验组	26	59.69±9.84	83.81±3.14 <sup>①</sup>	95.43±2.18 <sup>①</sup>
对照组	26	55.65±8.05	75.19±5.49 <sup>①</sup>	85.35±5.05 <sup>①</sup>
P值		P=0.112	P<0.001	P<0.001

与组内治疗前比较:①P<0.001

**表4 两组患者治疗4周后患指TAM评价** [例数(%)]

组别	例数	优	良	中	差	极差
试验组	26	7(26.93)	15(57.69)	4(15.38)	0(0.00)	0(0.00)
对照组	26	2(7.7)	8(30.77)	7(26.92)	9(34.61)	0(0.00)

**表5 两组患者治疗4周后患指TPM评价** [例数(%)]

组别	例数	优	良	中	差	极差
试验组	26	26(100)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)
对照组	26	23(88.46)	3(11.54)	0(0.00)	0(0.00)	0(0.00)

腱愈合机制包括外源性愈合和内源性愈合。外源性愈合是指肌腱周围的滑膜及皮下组织在肌腱断面产生肉芽组织,同时腱外膜中的成纤维细胞增殖向肌腱断端迁移,并随毛细血管长入肌腱断面的肉芽组织,增殖并贮积胶原蛋白,形成胶原纤维。内源性愈合是指肌腱表面的纤维细胞经过自身增殖促进肌腱的愈合。在肌腱修复过程中两者同时存在,并且都有利于肌腱愈合,但外源性愈合容易与周围组织发生粘连,阻碍肌腱功能恢复。因此要控制外源性愈合,促进内源性愈合<sup>[13]</sup>。

粘连形成是屈肌腱断裂术后最常见的并发症<sup>[12]</sup>,并且容易继发肌腱和关节的挛缩。在手部屈肌腱断裂修复术后应保持制动,因为制动使肌腱处于松弛状态,有利于改善局部血液循环和炎性水肿消退,避免肌腱处于低张力状态<sup>[14-15]</sup>。但如果术后制动时间过长,缺乏一定的被动或主动活动,

就会导致肌腱粘连、关节囊粘连和挛缩。约19%的患者在术后出现关节僵硬或挛缩现象<sup>[16]</sup>,Ⅱ区手指屈肌腱损伤修复术后进行早期被动运动不仅能有效防止肌腱粘连、恢复手指功能,还能减少再次断裂的发生<sup>[17]</sup>。Gelberman等<sup>[18]</sup>的试验证明:肌腱从愈合到恢复功能的过程,一开始新生纤维排列是紊乱的,但随着早期有控制的被动活动锻炼,纤维排列方向渐与纵轴排列一致。Zhao等<sup>[19-20]</sup>通过对比屈肌腱断裂修复术后腕手部主动性活动和腕手部固定两种治疗方法,提示了早期主动运动对功能恢复有重要作用。黄琴等<sup>[21]</sup>的研究指出早期主动活动在Ⅱ区屈肌腱损伤术后恢复中能够减少肌腱与周围组织的粘连、促进屈肌腱滑动、减轻屈曲挛缩、促进肌力和肌张力的恢复。与被动活动的愈合肌腱相比,主动活动后肌腱的运动幅度、力量、DNA含量、肌腱营养及愈合率等都有进一步提高<sup>[22]</sup>。

临床发现肌腱损伤修复后粘连的发生和屈腕屈指位矫形器(或石膏)的限制使得屈肌腱发生挛缩、屈指畸形,特别是制动时间长导致肌腱及关节挛缩在手外科疾病中十分常见。手指肌腱粘连和挛缩严重影响手指功能,严重时必须行手术松解,但术后往往还会继发新的粘连,达不到很好的疗效<sup>[24]</sup>。而矫形器在肌腱断裂术后的应用也很常见,早在70年代,Kleinert用背侧支具上加橡皮筋牵引控制被动运动;Slattery对矫形器进行改良,在掌横纹处放置滑轮改变力的方向,增加DIP的关节活动范围,使之更接近生理状态;Kleinert开发了术后屈肌腱牵引架(PET)支具<sup>[25]</sup>。Rrecaj等<sup>[26]</sup>也发现肌腱修复术后物理治疗结合矫形器固定能够促进肌腱愈合。

肌腱的生物力学特性提示,由于几乎所有胶原纤维排列方向都与肌腱长轴平行,因此当给予轴向牵伸时,胶原纤维全部承受载荷,使得肌腱表现出较高的机械强度。轴向应力也会给肌腱的化学微环境带来变化,经过力学刺激,肌腱细胞之间相互连接更紧密,能组合更多的肌动蛋白进入有原肌球蛋白的张力纤维。细胞表面的牵张受体受到刺激,导致一系列瀑布效应,从而改变细胞周围的营养成分、氧气和蛋白产物<sup>[27-28]</sup>。Ⅱ区屈肌腱特别是鞘内肌腱部分,由于血管分布不均血液循环差,营养更多的是来自细胞外的滑液和胶原<sup>[29]</sup>。

Hannafin 等<sup>[30]</sup>发现,无应力状态下8周后,细胞的数目和胶原合成量都明显降低;而在周期性张力状态下仅4周后,细胞数目和合成胶原量都有明显的增加。正常情况下,肌腱的细胞外基质主要是 I 型胶原,但是断裂伤后 III 型胶原分泌增多,III 型胶原的累积会导致肌腱强度的下降,不利于功能恢复。而研究表明拉伸状态下, I 型胶原的表达会上调。因此,持续佩带矫形支具进行静态牵伸,可使皮肤、肌腱中胶原纤维不断地发生蠕变,纤维反复被拉长,内部张力降低,并保持不回缩,有利于改善肌腱的强度和延展性,延长肌腱长度,进而增大指间关节活动度<sup>[31]</sup>;与此同时,静态牵伸也可以使肌腱在应力中逐渐塑形,减少与周围组织粘连,重建光滑的腱表面,并与鞘管保持一定的间隙,利于肌腱滑动。另一方面,牵伸导致的压力变化能够促进腱鞘内滑液的分泌和流动,达到增加肌腱滑动度的目的<sup>[22]</sup>;再配合物理因子治疗(如超声、水疗、蜡疗、中频电疗等)、运动疗法和作业治疗,能有效的改善 II 区屈肌腱断裂术后肌腱粘连和关节挛缩,一定程度恢复手功能。

本研究通过对比常规康复治疗与常规康复治疗联合静态进展型矫形器在 II 区手指屈肌腱断裂术后6周肌腱挛缩的治疗效果,发现两种康复治疗方案都对屈肌腱断裂术后的挛缩有显著治疗效果( $P < 0.001$ ),而常规康复治疗联合静态进展型矫形器的治疗比常规康复治疗的疗效更好,且其差异具有显著性意义( $P < 0.001$ )。进一步证明手指屈肌腱断裂术后早期康复训练能够改善屈肌腱断裂术后肌腱的挛缩和关节活动度;同时早期的主动活动能促进肌腱的滑动、减轻屈曲挛缩的程度。渐进性的抗阻训练能促进肌力和肌张力的恢复,增加肌腱的韧性,从而改善肌腱挛缩和关节活动度。临床应根据具体情况制定个性化康复治疗<sup>[23]</sup>。但同时本研究也发现个别试验组伤指因佩戴矫形器而出现短时间伤指肿胀和疼痛的现象,但上述症状在治疗期间均自行好转。

#### 4 结论

本研究通过分析应用静态进展型矫形器后 II 区手指屈肌腱断裂术后伤指总主动活动度和总被动活动度,及上肢功能的改善情况,初步证实了静态进展

型矫形器在 II 区手指屈肌腱断裂术后肌腱挛缩中有切实疗效。该方法简单实用,所用材料价格低廉,对病程较长,发生肌腱挛缩但未达到松解手术指征的患者具有较好的临床意义。

#### 参考文献

- [1] 刘铭波,曹爱兵,张丹丹,等.带尺侧腕屈肌腱的尺动脉上皮支皮瓣修复指背复合组织缺损[J].中华显微外科杂志,2013,36(5):501—502.
- [2] 马涛,姜宗圆,夏江,等.指深屈肌腱 Ia 和 Ib 区损伤的重建和防粘连技术应用[J].中华显微外科杂志,2013,36(6):597—599.
- [3] Kannas S, Jeardeau TA, Bishop AT. Rehabilitation following zone II flexor tendon repairs[J]. Tech Hand Up Extrem Surg, 2015, 19(1):2.
- [4] 傅育红,蒋云雯,芮永军.支具在 II ~ III 区指屈肌腱再断裂早期康复护理中的应用[J].中华显微外科杂志,2017,40(4):298—400.
- [5] 邱瑜,姜春来,卢弘翔.远程护理干预对手指屈肌腱断裂修复术后患者肌腱粘连及断裂的影响研究[J].山西医药杂志,2017,46(19):2383—2384.
- [6] 王澍寰.手部肌腱损伤的处理原则[J].中华创伤杂志,1987,(2):89—90.
- [7] 曹启斌.手部 II 区指屈肌腱损伤的治疗[J].中国骨伤,2009,22(10):749—750.
- [8] 金海,任晓平.手二区屈肌腱修复术后的康复计划[J].医学综述,2017,23(13):2621—2624.
- [9] 李军,毕胜.静态进展性支具在关节挛缩中的应用进展[J].中国康复医学杂志,2013,28(8):778—781.
- [10] 黄文柱,严文,王志军,等.基于康复花园的园艺训练对手外伤术后的康复效果[J].中国康复理论与实践,2017,23(11):1326—1329.
- [11] 李爱仙,袁少婷,陶娟,等.上肢功能训练器联合任务导向性训练对偏瘫上肢功能恢复的影响[J].承德医学院学报,2015,32(3):214—215.
- [12] Lilly SI, Messer TM. Complications after treatment of flexor tendon injuries[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2006, 14(7):387—396.
- [13] 唐剑邦,苏永康,苏培基,等.改良肌腱探查法结合伤科洗方治疗拇长屈肌腱 II 区开放性断裂伤疗效观察[J].中国中医骨伤科杂志,2011,19(8):48—49.
- [14] Jeremić J, Vucetić C, Golubović Z, et al. The influence of duration of Kleinert immobilization on the functional recovery of primarily reconstructed flexor tendons in children and adult patients[J]. Acta Chir Jugosl, 2006, 53(3):73.

(下转第 1198 页)