

手部肌腱粘连的防治研究进展

慕向前¹ 赵萍¹ 李森¹

[关键词] 手部肌腱粘连;研究进展;综述

[中图分类号] R686.1 [文献标志码] A [文章编号] 1005-0205(2022)10-0085-04

手部肌腱粘连是手部肌腱损伤后在愈合过程中出现的肌腱与周围组织粘连,因粘连限制肌腱的滑动从而使手指的主动、被动屈伸活动均受限,同时伴有患手的肿胀及疼痛,严重影响患者的日常工作及生活质量。本病多发于手部外伤患者,外力因素作用于手部而导致手指肌腱断裂或部分损伤,在愈合过程中出现的并发症,中医学认为肌腱粘连属于“筋挛”“筋聚”的范畴,病因病机上多因损伤后气血凝结于局部,筋脉不通所致。目前对肌腱粘连的治疗上,主要以最大可能减少肌腱粘连及不影响肌腱愈合质量为目的,治疗方案主要以中医药的局部外用、改进手术方法、手术修复过程中局部应用防粘连类生物材料及术后功能锻炼为主。现对临床防治肌腱粘连综述如下。

1 肌腱损伤后的愈合机制

肌腱的主要成分是胶原蛋白、弹性蛋白和糖蛋白基质,属于致密结缔组织^[1],肌腱组织的营养主要由局部血液循环、滑液、淋巴液等直接滋养^[2]。肌腱损伤行手术修复后,其愈合过程中主要包括炎症期(术后 1~7 d)、增殖期(3~14 d)和重塑期(术后 14 d 以后),且以上三期相互重叠,无明确界限,各期所持续时间的长短主要与肌腱损伤程度及肌腱表面的软组织覆盖情况、肌腱营养供应相关^[3]。研究发现肌腱损伤后的愈合方式主要包括内源性愈合和外源性愈合,内源性愈合主要是肌腱细胞在周围滑液的营养下自身增殖及生成基质,内源性愈合与肌腱的机械强度密切相关;外源性愈合则通过腱鞘和局部的成纤维细胞迁移至受损肌腱处形成肉芽组织并通过瘢痕化覆盖肌腱断端达到愈合,外源性愈合是导致肌腱粘连的主要因素^[4-5],因此,减轻外源性愈合,促进内源性愈合,将不仅增加肌腱损伤愈合后的机械强度,同时可减轻肌腱术后粘连,但这仅为一种理想愈合方式,目前尚无有效方法进行干预

肌腱内源性愈合或外源性愈合。

2 导致肌腱粘连发生的因素

肌腱断裂后手术修复为最直接最有效的治疗方案之一,但是肌腱断裂绝大多由于开放性损伤所引起,因此在手术修复的过程中,不仅包括肌腱的缝合过程,同时包括局部软组织的清创、骨折的固定、肌腱表面软组织的覆盖及神经、血管组织的修复,以上术中操作及术后护理,均对肌腱的粘连有不同程度的影响。

2.1 不同肌腱缝合方式对肌腱粘连的影响

肌腱损伤断裂后手术缝合方法较多,应根据受损肌腱的具体形状(扁平或柱状)决定,临床上改良 Kessler 缝合法较受推崇,在麻醉方法上“完全清醒(Wide-Awake)”技术较受推崇。由于手术修复的质量对术后能否进行早期功能锻炼和减轻局部粘连起着极大的影响,因此理想的肌腱缝合应具有足够的应力和强度。目前,在麻醉方法的选择上,临床多以神经阻滞为主,但是近年临床较推崇“完全清醒”麻醉技术,Wide-Awake 技术是局麻药物和肾上腺素等通过一定比例配比,注射予手术区域达到麻醉和止血效果而无需镇静药物和止血带,患者处于清醒状态,可以自主活动手部关节,从而使术者在手术过程中可以实时动态调整肌腱张力,并确保在活动的过程中和轻度应力情况下肌腱缝合断端无裂隙形成^[6-7]。在肌腱缝合方法上,目前主要有“8”字缝合法、Kessler 法、改良 Kessler 法、PDS 加强缝合法、Tsuge 法等,汤锦波团队通过动物实验研究发现,改良 Kessler 缝合法具有操作简单、生物力学性能好等特点,同时研究证明连续缝合(Running Suture)法结合改良 Kessler 缝合法不仅具有最大的抗张力强度,而且能够预防肌腱缝合断端主动活动过程中 2 mm 间隙形成^[8-9]。津下氏双套圈缝合法(Tsuge 法)对肌腱断端血供影响较小,能够保留较多腱鞘,肌腱断端对合较为容易,该缝合方法缝合时使用两组单独缝线,若一组缝线出现断裂或滑脱,则另一组仍可承受牵拉肌腱缝合具有较高的力学特性^[10];

基金项目:甘肃省科技计划项目(20JR10RA354)

¹ 甘肃省中医院(兰州,730050)

同时有研究者对 Tsuge 法进行改良,即“埋头式缝合法阶梯式修复”,主张切除肌腱断端0.6~1.0 cm,使指肌腱缝合断端呈阶梯式分布,使肌腱断端处在不同平面,其余缝合方式与 Tsuge 法相同,但该技术缝合后可减少断端臃肿,同时具有较强的防滑脱及抗劈裂作用,增加了修复后肌腱的抗张力强度,较其他缝合合法缝线外露少,减少了术后肌腱粘连的发生^[11]。

2.2 局部软组织情况对术后肌腱粘连的影响

急性肌腱损伤,多同时伴有局部软组织的开放性损伤,因此急诊彻底清除伤口被污染的组织、异物及无活性组织,最大程度的降低术后伤口感染,是预防损伤的肌腱手术修复后粘连及肌腱坏死发生的有效措施;但是对清创后局部软组织缺损较多,无法通过局部软组织覆盖肌腱组织的病例,目前主张急诊行皮瓣修复覆盖,以保证修复的肌腱组织有良好血供,以避免术后肌腱坏死,同时可有效促进肌腱愈合。清创不彻底、局部伤口感染会引起炎症因子大量释放,使得局部毛细血管通透性增加,白细胞渗出、趋化,浆液渗出、纤维素渗出均是肌腱粘连的危险因素^[12]。肌腱愈合过程中,其主要营养来自于局部的血液及滑液,滑液主要营养鞘内肌腱为主,而鞘外肌腱营养以局部覆盖的软组织毛细血管供应为主,腱鞘内肌腱的血供有阶段性乏血管区及偏侧血供的特点^[13],鞘外营养血管主要来自于同平面的动脉的分支,并成阶段性分布,分支之间存在许多吻合,尤其是掌侧面的与对侧的同名血管吻合成横向系统的动脉弓,多向掌侧行走到达腱鞘,营养腱鞘及通过肌腱表面的腱膜滋养肌腱,因此在手术清创的过程中,术者应尽最大可能的保护腱鞘及局部软组织。笔者所在科室团队在临床清创过程中,主张在大量盐水冲洗后,肉眼可见的污染组织及坏死组织清创简单清创后,应用显微镜或便携式放大镜辅助进行最少两遍的清创,不仅能有效保护局部腱膜的血管,并能对组织坏死界限进行鉴别,避免大范围的组织切除,同时有效避免术后局部伤口的感染及局部组织的缺损。

2.3 骨折因素对肌腱粘连的影响

部分手部开放性损伤,在肌腱损伤的同时合并掌指骨骨折,临床对掌指骨骨折常用的固定材料主要以微型钢板和克氏针为主,而近年来,对于关节面骨折及靠近关节部位的骨折,较多学者推崇外固定架固定,外固定架相对于克氏针和钢板可避免对关节的固定,使关节有一定的活动度,从而减轻术后因过度固定肌腱粘连的发生。田林等^[14]对31例开放性粉碎性指骨骨折患者行急诊 Mini Ilizarov 外固定术治疗,并通过术后随访患手功能恢复情况,证实 Mini Ilizarov 外固定术不仅能促进骨折断端的愈合,并有助于患手早起功能锻

炼;雷伟等^[15]对累及关节的掌指骨骨折,推崇透视下闭合复位 Orthofix 外固定支架跨关节固定于功能位,并通过临床研究,测量患者术后主动关节活动范围、疼痛评分及手指捏握力量,证实微型 Orthofix 外固定支架治疗累及关节的闭合掌指骨骨折,能避免对关节局部软组织的损伤及肌腱滑动的影响,同时对骨折的愈合无不良影响。除外固定架外,目前在微型钢板及克氏针的选择上,主要根据指掌骨骨折的位置及局部软组织条件决定,关节周围及波及关节面的骨折,主要推崇克氏针固定,以最大可能恢复关节的活动度,对于掌、指骨干骨折,主要推崇钢板固定,可更早恢复手指的握力^[16]。微型钢板较克氏针相比对骨折断端具有较好的加压作用,但是需要切开复位,对肌腱及局部软组织破坏较大,容易导致术后肌腱粘连,且需要二次手术取出内固定物;克氏针内固定相比于钢板更符合微创原理,对局部软组织损伤较小,更有利于骨折的快速愈合,同时对肌腱的影响较小,但是克氏针对骨折断端无加压作用,固定的稳定性差,容易出现松动和滑脱^[17]。

2.4 支具固定过程对肌腱粘连的影响

术后应用支具可使肌腱缝合断端张力降低,以防止再次断裂,但是支具应满足在预防肌腱再次断裂的同时使肌腱缝合断端有前后滑动,通过肌腱缝合断端无张力的滑动破坏局部形成的粘连,增加肌腱缝合断端的移动性,才能避免局部粘连,因此临床较推崇用动力支具。动力支具(以屈肌腱断裂为例)可使得被固定的患指主动屈曲,同时无张力位伸直,不仅满足了肌腱缝合断端的前后滑动,同时可避免过度背伸造成肌腱缝合断端张力过大而造成再次断裂。静力支具是将手固定在功能位置或者被动位置,主要是预防肌腱再次断裂及关节囊挛缩,肌腱损伤手术修复后2周内,肌腱缝合断端容易形成软化及吸收,在主动滑动的过程中因局部的力量易导致缝合断端松动及再次断裂,因此需要予静力支具固定患指于无张力位。程贺云等^[18]通过临床试验,研究指屈肌腱断裂术后应用动力型支具结合静力型支具对肌腱粘连的影响,结果表明动力型结合静力型支具可减轻肌腱粘连程度,手指功能恢复优良率明显提高;同时也有研究证实,在肌腱损伤后功能锻炼过程中,应用手部动力支具可降低肌腱修复术后局部粘连及二次手术松解的风险^[19]。

3 中医药对肌腱粘连的预防及治疗

中医学中肌腱粘连属于“筋痹”“筋结”等范畴,病患在肌腱损伤后,外伤会导致局部营血离经,瘀血不去,导致气血瘀阻,同时由于外伤导致风寒湿邪停滞于关节,从而妨碍关节的屈伸及肌腱的滑动,在应用中医药防治肌腱粘连上,以活血化瘀、通脉行滞、驱寒除湿为主。

3.1 中药及中药制剂局部应用防治肌腱粘连

应用中药防治肌腱粘连,临床上主要是以中药局部应用为主,特别是应用丹参、红花、川芎等活血类中药局部熏洗,通过水的温热作用能扩张毛细血管,影响局部血液流变学,加速血液循环,能够使局部毛细血管通透性增加,通过促进局部瘀血的消散以减轻肉芽组织的生成,同时中药熏洗等治疗可改善肌腱断端的营养供应,促进肌腱断端的内源性愈合,可软化局部瘢痕组织以减轻功能锻炼过程中患者疼痛。李超光^[20]通过临床随机研究,探究中药熏洗在肌腱断裂术后康复过程中的临床疗效,研究结果显示中药组优良率明显高于观察组,肌腱粘连情况发生率中药组明显低于观察组,证实了中药熏洗可减轻肌腱粘连;罗俊毅等^[21]对 51 例手部屈肌腱粘连患者,采用单双号信封法探讨活血化瘀类中药局部熏洗结合手法治疗肌腱粘连的疗效,对照组患者接受温水熏洗以及手法治疗,观察组患者在对照组基础上加用活血化瘀类中药熏洗治疗,对比两组手指总主动活动度(TAM)和患指功能恢复情况,研究结果显示治疗 4 个疗程以后两组的功能活动均有恢复,但是观察组优良率明显高于对照组,证实活血化瘀类中药外用对肌腱修复术后患指活动度、疼痛及肿胀具有改善作用。

3.2 中药配合物理疗法防治肌腱粘连

临床采用物理疗法及局部理疗,能够有效促进局部血液循环,促进瘀血的消散,减少炎性渗出,减轻肉芽组织生成,同样具有减轻局部组织粘连的作用,并通过局部理疗促进临近关节肿胀消退,减少肌腱主动活动阻力,增加肌腱断端滑动度。胡明龙等^[22]通过对手部Ⅱ区屈肌腱损伤手术修复后患者随机分组,研究超激光及中医定向透药疗法进行辅助治疗对肌腱粘连的影响,结果显示中医理疗对屈指肌腱修复术后肌腱粘连有明显预防作用,可提高患者康复的优良率;李胜松等^[23]通过对 60 例指屈肌腱粘连患者随机分组,探讨体外冲击波联合中药熏洗对指屈肌腱粘连的影响,通过比较两组手功能恢复的优良率及手灵巧度的恢复情况,证实体外冲击波联合中药熏洗比单纯中药熏洗更能促进手功能恢复,减轻局部肌腱粘连。

4 现代医学对肌腱粘连的预防及治疗

现代医学对肌腱粘连的防治,目前主要有抗炎、抗纤维化及抗肿瘤药物,生物因子及生物材料等。

抗炎药物主要是通过降低损伤局部的早期炎症反应,从而减轻肌腱与周围组织的粘连,临床常用的抗炎药物主要是吲哚美辛、塞来昔布、布洛芬等,布洛芬可抑制环氧酶 1 和环氧酶 2 的表达,从而减轻局部肌腱粘连^[24]。同时研究证实 5-氟尿嘧啶可抑制细胞的有丝分裂从而影响成纤维细胞的增值,并通过抑制

组织中转化生长因子 $\beta 1$ 、基质金属蛋白酶 9 等的表达,起到防止肌腱粘连的作用^[25]。张波等^[26]通过动物实验的方法,探讨透明质酸钠和 5-氟尿嘧啶联合局部应用对新西兰大白兔肌腱粘连的影响,结果显示以上两者联合应用,可明显促进肌腱内源性愈合,透明质酸是细胞外基质及滑液的组成成分,因其具有生物降解和组织相容性,因此在预防肌腱粘连的应用上起着控制炎症、抑制成纤维细胞增殖等作用。

通过生长因子途径预防肌腱粘连,主要是通过对肌腱外源性愈合过程中成纤维细胞的激活过程进行干预。成纤维细胞在局部粘连形成中起着关键作用,其激活主要由组织生长因子- $\beta 1$ (TGF- $\beta 1$)、结缔组织生长因子(CTGF)、成纤维细胞生长因子(FGF)、胰岛素样生长因子-1(IGF-1)等诱导所致^[27],因此减少以上因子的表达,可通过抑制成纤维细胞的生成来减轻局部肌腱粘连。TGF- $\beta 1$ 其实质为巨噬细胞所分泌的一种生长因子,其在肌腱的愈合过程中,起着双层作用,其正向作用主要体现在肌腱损伤早期,TGF- $\beta 1$ 的表达可促进肌腱成纤维细胞及细胞外基质的合成,促进肌腱的愈合速度与肌腱愈合强度,但是 TGF- $\beta 1$ 也有反向作用,在肌腱愈合的后期,TGF- $\beta 1$ 的过度表达,促进细胞外基质合成从而导致肌腱周围组织瘢痕化增多及肌腱过度纤维化,从而导致肌腱粘连的加剧^[28]。李帅锋等^[29]通过动物实验的方法,研究机械牵伸与肌腱粘连的相关性及与 TGF- $\beta 1$ 、TGF- $\beta 3$ 表达的相关性,结果显示机械牵伸组相对于对照组肌腱粘连程度减轻,且 TGF- $\beta 1$ 表达较对照组低,可通过降低 TGF- $\beta 1$ 的表达间接预防肌腱粘连。

生物材料主要是通过细胞生物学、分子生物学及组织工程技术研究具有良好生物相容性、可降解性和可吸收的生物材料,手术的过程中放置于肌腱缝合断端,通过阻止肌腱修复过程中与周围腱鞘等软组织的接触,一定程度限制外源性愈合,从而达到预防肌腱粘连的作用,目前报道的各种屏障材料包括羊膜、水凝胶、硅树脂、硫酸软骨素涂层及聚羟乙基甲基丙烯酸酯膜,合成聚合物材料如聚乳酸(PLA)、聚乙内酯(PCL)、聚乙烯醇(PVA)等。Ding 等^[30]在鸡屈肌腱断裂修复模型中,用人羊膜包裹损伤的屈肌腱,实验组与对照组比较显示采用羊膜组肌腱滑动及关节活动好,肌腱粘连减轻;理想的生物材料期望在整个肌腱愈合过程中阻止炎症渗出及在粘连形成期发挥隔离作用,且不影响伤口愈合,但是目前绝大多数尚处于研发阶段,暂未在临床广泛应用。

5 总结与展望

目前,虽然在预防肌腱粘连及促进愈合等方面进行许多研究,但是在临床中肌腱粘连依然为困扰医患的

主要问题。经过不断研究,显微修复技术的应用、开放性创面的早期皮瓣覆盖、手术操作过程的不断精细化、肌腱缝合方法的不断改良、Wide-Awake等麻醉方式的推广及术后康复理念的不断更新,肌腱粘连的防治显示出一定的疗效,相信随着科技的不断进步,绝大多数尚在实验室研究的基因工程技术、分子生物技术、新的生物材料及局部药物,将不断推广应用于临床,在促进肌腱内源性愈合的同时避免肌腱粘连,提高临床疗效,减少患者康复过程中的疼痛并提高生活质量。

参考文献

- [1] SEILER 3rd J G, GELBERMAN R H, WILLIAMS C S, et al. Autogenous flexor-tendon grafts: a biomechanical and morphological study in dogs[J]. J Bone Joint Surg, 1993, 75(7): 1004-1014.
- [2] WANG J H C, GUO Q, LI B. Tendon biomechanics and mechanobiology: a minireview of basic concepts and recent advancements[J]. Journal of Hand Therapy, 2012, 25(2): 133-141.
- [3] MANNING C N, HAVLIOGLU N, KNUTSEN E, et al. The early inflammatory response after flexor tendon healing: a gene expression and histological analysis[J]. Journal of Orthopaedic Research, 2014, 32(5): 645-652.
- [4] 汤锦波. 手屈指肌腱损伤的临床修复效果[J]. 中华创伤骨科杂志, 2006(1): 8-12.
- [5] 崔志明, 汤锦波, 谢仁国. 肌腱损伤后腱中心区域组织愈合能力[J]. 中国临床康复, 2004(26): 5726-5727.
- [6] 邢树国, 谢仁国, 汤锦波, 等. 完全清醒(wide-awake)手外科手术的应用[J]. 中华手外科杂志, 2014, 30(3): 173-176.
- [7] 刘宇舟, 杨浩钰, 魏苏明, 等. 完全清醒技术在屈肌腱松解术中的临床应用[J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35(5): 567-572.
- [8] 柯尊山, 芮永军, 寿奎水, 等. 四种与 KESSLER 相关的屈肌腱缝合方法的生物力学研究[J]. 中华手外科杂志, 2009, 24(4): 245-248.
- [9] 杜鹏, 冀云涛, 温树正, 等. 促进肌腱愈合及防止其粘连的研究进展[J]. 内蒙古医学杂志, 2019, 51(4): 418-420.
- [10] DÜNDAR N, GÜNERI B, UZEL M, et al. Biomechanical comparison of bunnell, modified kessler, and tsuge tendon repair techniques using two suture types[J]. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 2020, 54(1): 104-113.
- [11] 王建, 张文龙, 张净宇, 等. 改良 M-TANG 法阶梯式修复指屈肌腱 II 区损伤[J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26(6): 564-567.
- [12] 张健生, 杨日新, 朱菁锋, 等. 急诊手外伤术后肌腱粘连的原因分析与早期防治策略[J]. 中外医学研究, 2015, 13(20): 14-16.
- [13] 申家兴, 唐国华. 指屈肌腱腱纽的显微外科解剖[J]. 解剖学杂志, 1986(4): 276-281.
- [14] 田林, 艾克拜尔·亚森, 谭玉忠, 等. MINI ILIZAROV 外固定支架治疗开放性粉碎性指骨骨折的临床疗效[J]. 中华手外科杂志, 2020, 36(5): 330-332.
- [15] 雷伟, 王锬, 刘毅强, 等. ORTHOFIX 外固定支架治疗累及关节的闭合掌指骨骨折[J]. 中华手外科杂志, 2020, 36(3): 187-189.
- [16] 赵建崔, 史向海. 微型钢板与闭合交叉克氏针治疗指骨骨折的疗效比较[J]. 中华手外科杂志, 2017, 33(4): 305-306.
- [17] 陈智, 陈歌, 尹一然. 微型钢板与克氏针内固定治疗掌指骨骨折的 META 分析[J]. 重庆医学, 2016, 45(29): 4095-4098.
- [18] 程贺云, 巨积辉, 赵强, 等. 动力型结合静力型支具预防屈指肌腱修复术后肌腱粘连[J]. 实用手外科杂志, 2020, 34(1): 11-13.
- [19] 罗桦杰, 詹晓欢, 高峻青, 等. 手部动力支具在多区肌腱损伤修复术后的应用[J]. 实用中西医结合临床, 2018, 18(8): 1-3.
- [20] 李超光. 中药熏洗在肌腱断裂术后康复中的临床应用[J]. 中国中医急症, 2017, 26(6): 1122-1123.
- [21] 罗俊毅, 梁贵鸿, 李日洪, 等. 中药熏洗联合手法治疗手部屈指肌腱修复术后粘连的疗效观察[J]. 中国实用医药, 2020, 15(25): 16-18.
- [22] 胡明龙, 易秀珍, 钟松杰, 等. 中医理疗改善手部屈指肌腱 II 区损伤修复术后肌腱粘连的临床观察[J]. 中国当代医药, 2017, 24(17): 139-141.
- [23] 李胜松, 何锦安, 李绪松. 体外冲击波联合中药熏洗及功能锻炼治疗屈指肌腱粘连的临床研究[J]. 中医药导报, 2019, 25(3): 133-135.
- [24] TAN V, NOURBAKHS A, CAPO J, et al. Effects of nonsteroidal anti-inflammatory drugs on flexor tendon adhesion[J]. The Journal of Hand Surgery, 2010, 35(6): 941-947.
- [25] 冯勇, 赵燕旭, 张民泽. 人羊膜、药物与生长因子预防肌腱损伤修复术后的粘连[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(4): 625-630.
- [26] 张波, 付凯, 郑宪友, 等. 局部联合应用透明质酸钠及 5-氟尿嘧啶对兔肌腱粘连及愈合的影响[J]. 中华实验外科杂志, 2017, 34(8): 1371-1373.
- [27] MORITA W, SNELLING S J B, DAKIN S G, et al. Proinflammatory mediators in tendon disease: a systematic review[J]. Arthritis Research & Therapy, 2016, 18(1): 1-11.
- [28] 李洲, 韩沛林, 陆文君, 等. 调控 TGF- β 1 促进损伤肌腱优质愈合的研究进展[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2019, 53(1): 106-109.
- [29] 李帅峰, 邱洪九, 谢川江, 等. 机械牵伸调节 TGF- β 3/CREB 抗肌腱粘连的实验研究[J]. 第三军医大学学报, 2019, 41(18): 1750-1757.
- [30] DING B, WANG X, YAO M. Photochemical tissue bonding technique for improving healing of hand tendon injury[J]. Surgical Innovation, 2019, 26(2): 153-161.

(收稿日期: 2022-03-02)