

急性跟腱断裂后临床康复效果的研究进展与分析

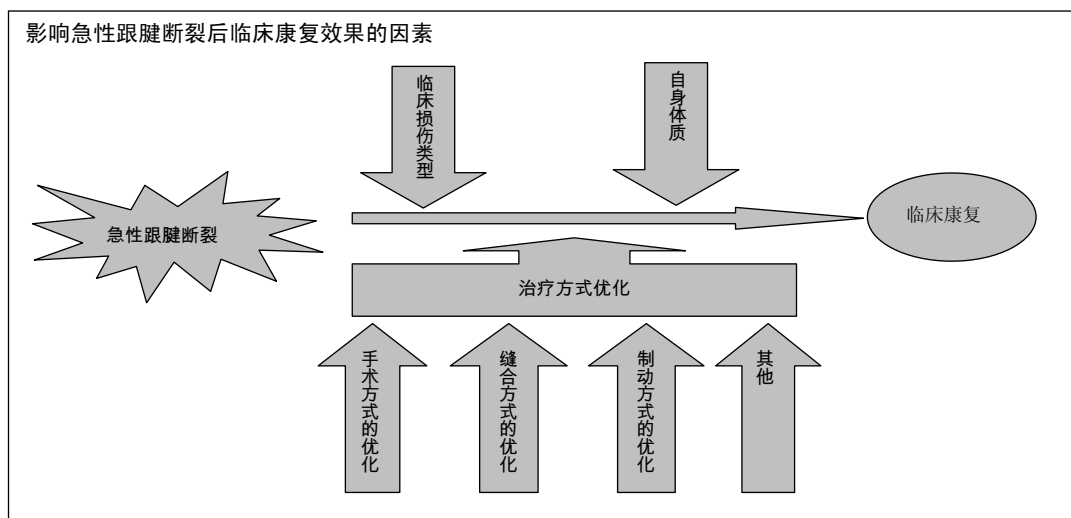
王玉仲¹, 王继宏², 温树正²(¹内蒙古医科大学, 内蒙古自治区呼和浩特市 010000; ²内蒙古医科大学第二附属医院, 内蒙古自治区呼和浩特市 010000)

引用本文: 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.

DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2016.46.019

ORCID: 0000-0003-2788-8997(王继宏)

文章快速阅读:



王玉仲, 男, 1990年生, 河北省沧州市人, 汉族, 内蒙古医科大学在读硕士, 研究方向为神经肌腱血管的修复。

通讯作者: 王继宏, 博士, 主任医师, 教授, 内蒙古医科大学第二附属医院, 内蒙古自治区呼和浩特市 010000

中图分类号: R318

文献标识码: A

文章编号: 2095-4344

(2016)46-06978-08

稿件接受: 2016-08-22

文题释义:

跟腱断裂: 为跟腱连续性中断。跟腱位于跟骨上方, 由腓肠肌和比目鱼肌向下融合而成, 连接于跟骨后侧, 是人体足踝部的重要结构, 由于其特殊的受力因素断裂发生率日趋增高。其发生与年龄、解剖、病理、外力等多种因素相关, 通过术中观察, 急性跟腱断裂可一般归纳为横断型、撕脱型、撕裂型 3 个类型。

跟腱修复后临床康复: 包括跟腱组织的愈合以及跟腱功能的恢复。目前, 主要通过手术方法的选择, 缝合方式的改进, 物理、生物、化学方法对肌腱愈合的干预及术后制动方式的创新来减少肌腱粘连, 促进其愈合, 旨在最大程度恢复跟腱功能。

摘要

背景: 跟腱为人体足踝部重要结构, 诸多因素导致跟腱断裂发生呈增多趋势。

目的: 通过分析研究促进肌腱功能恢复的相关因素, 总结最新的研究进展, 旨在为临床选择适宜的治疗方法提供科学的思路。

方法: 通过检索 PubMed 数据库、中国知网(CNKI)等数据库, 以“肌腱损伤(Achilles tendon injure); 愈合(union); 功能恢复(functional recovery)”为检索词。

结果与结论: 当今关于肌腱修复、防止肌腱粘连、促进肌腱愈合的相关研究中, 主要在手术方式微创化、缝合方法改进和腱鞘修复及替代方面, 保守治疗、开放手术、微创手术以及缝合方法、制动方式作为最重要、最直接的治疗方法, 新观念层出不穷。手术方式、缝合方法需综合患者个人体质、年龄因素及个人需求等因素全面考虑; 短腿石膏跖屈位固定较长腿石膏跖屈位固定更优; 应力刺激既促进跟腱的愈合, 又减少跟腱粘连和关节僵硬, 但如何有效进行、应力愈合后肌腱强度如何, 都需要进一步探索。

关键词:

组织构建; 组织工程; 跟腱解剖; 跟腱损伤; 愈合; 功能恢复; 手术方式; 缝合方法; 石膏固定; 防粘连膜; 内蒙古自治区自然科学基金

主题词:

肌腱病; 跟腱; 组织工程

基金资助:

内蒙古自治区自然科学基金项目(2016MS0822), 内蒙古自治区科技厅科技计划项目(kjt15sf16)

Wang Yu-zhong, Studying
for master's degree, Inner
Mongolia Medical
University, Hohhot 010000,
Inner Mongolia
Autonomous Region,
China

Corresponding author:
Wang Ji-hong, M.D., Chief
physician, Professor, the
Second Affiliated Hospital
of Inner Mongolia Medical
University, Hohhot 010000,
Inner Mongolia
Autonomous Region,
China

The research progress of clinical rehabilitation after acute Achilles tendon rupture

Wang Yu-zhong¹, Wang Ji-hong², Wen Shu-zheng² (¹Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010000, Inner Mongolia Autonomous Region, China; ²the Second Affiliated Hospital of Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010000, Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract

BACKGROUND: Achilles tendon is an important structure of the ankle. More and more factors result in an increasing incidence of Achilles tendon rupture.

OBJECTIVE: To summarize the latest research progress in the related factors promoting tendon healing, thus providing a scientific basis for choosing an appropriate treatment strategy.

METHODS: A computer-based online search was conducted in PubMed and CNKI databases using the keywords of "Achilles tendon injury, union and functional recovery" in English and Chinese, respectively.

RESULTS AND CONCLUSION: Current studies addressing tendon repair, anti-adhesion of tendon and promoting tendon healing mainly focus on the improvement in the minimally invasive surgery, suture methods and the repair and replacement of tendon sheath. The conservative treatment, traditional surgery, minimally invasive surgery, the suture method, and immobilization have been the most important and direct treatments with new ideas emerging endlessly. Selection of surgical approach and suture method depends on individual physical conditions, age and individual requirements. Repair effect of fixation with short leg plaster cast at plantar flexion position is superior to long legs. Stress stimuli both promote the healing of the Achilles tendon, and reduce tendon adhesion and ankylosis. However, how to effectively promote tendon healing and tendon strength after stress still needs further research.

Subject headings: Tendinopathy; Achilles Tendon; Tissue Engineering

Funding: the Natural Science Foundation of Inner Mongolia Autonomous Region, No. 2016MS0822; the Scientific and Technological Program of Science and Technology Department of Inner Mongolia Autonomous Region, No. kjt15sf16

Cite this article: Wang YZ, Wang JH, Wen SZ. The research progress of clinical rehabilitation after acute Achilles tendon rupture. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2016;20(46):6978-6985.

0 引言 Introduction

急性跟腱断裂多发生于运动活跃的年轻人,在剧烈活动时,跟腱作为人体最粗大的肌腱,承受着约3 500 N的拉力^[1-2],并且,跟腱于跟骨上方,由腓肠肌和比目鱼肌向下融合而成,连接于跟骨后侧^[3],传递腓肠肌的力量,调节踝关节活动,是人体足踝部的重要结构^[4]。若跟腱损伤后未能给予及时恰当的治疗,会严重影响人们的生活质量。由于跟腱损伤后自然恢复较慢,因此,常通过医疗干预促进跟腱的愈合进程。跟腱愈合后多为瘢痕组织,其强度明显下降,所以跟腱修复后再断裂的风险较高^[5]。跟腱修复后另一个重要的并发症是肌腱粘连和关节僵硬,限制了跟腱修复后的功能恢复^[6]。

目前,针对跟腱断裂的临床康复方法众多,新观点层出不穷,关于肌腱修复、防止肌腱粘连、促进肌腱愈合的相关研究,主要在优化手术方式、改进缝合方法和腱鞘修复及替代方面;找到操作简便且行之有效的治疗方法,是临床治疗中亟待解决的问题。

文章拟通过纵览跟腱断裂修复的相关研究成果,总结研究进展,为临床康复选择最佳方案提供思路。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 资料来源

检索人及检索时间: 第一作者在2016年1月进行检索。

检索文献时限: 1979年1月至2016年1月。

检索数据库: PubMed 数据库 (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>)、中国知网 (CNKI) (<http://epub.cnki.net>)、万方数据知识服务平台 (<http://www.wanfangdata.com>)

检索词: 肌腱损伤 (Achilles tendon injury)、愈合 (union)、功能恢复 (functional recovery)

检索文献类型: 研究原著、综述、述评、经验交流、病例报告、荟萃分析等。

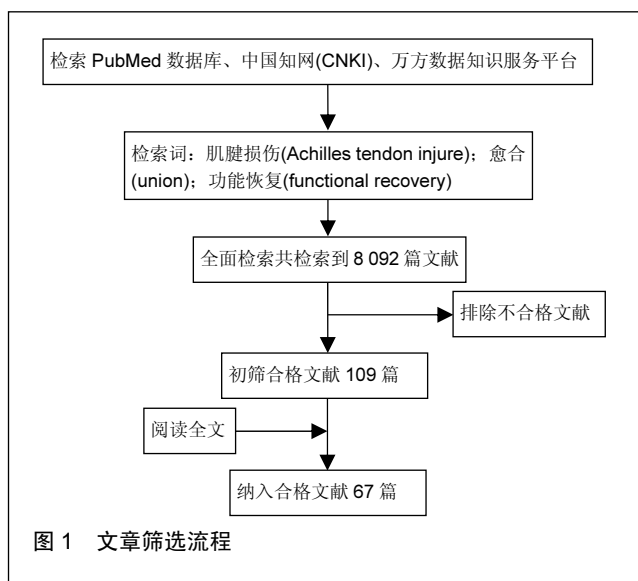
1.2 入选标准

纳入标准: ①关于促进组织损伤愈合及功能恢复进展进行讨论的文献; ②关于促进跟腱损伤恢复基础研究进展的文献。③理论性强,相对权威的杂志及文章。

排除标准: ①理论价值较低,存在设计缺陷的文章; ②创新性差,期刊影响力低的文章; ③较为陈旧的文章。

1.3 质量评估与数据的提取 检索中英文文献共8 092

篇,通过题目及摘要进行初筛得到109篇中英文文献,而后阅读全文,根据入选标准及排除标准摘选67篇进行综述。文章筛选流程见图1。



2 结果 Results

2.1 急性跟腱断裂的易发因素

2.1.1 年龄因素 跟腱的主要功能为屈小腿与足跖屈,急性跟腱损伤多由直接暴力、间接拉伤、切割伤所致,具有显著的流行病学特点。研究发现,运动性跟腱断裂的年龄分布呈正态分布曲线变化^[7]。青壮年人群为正态分布的中间段,发病人数最密集,而在正态曲线的两端逐渐下降,也就是说年龄较小和较大的人群发病人数相对较少,这与跟腱强度大小,运动强度高以及保护意识强弱等因素有关^[8]。

2.1.2 解剖及病理因素 跟腱局部的解剖特点决定了跟腱组织本身血供较差,尤其跟腱中下端血供最少^[9]。Stein等^[10]通过放射性核素扫描研究证实跟腱中段血供最少,远端次之,近端最为丰富。某些基础疾病形成的病理改变也是发生跟腱断裂的诱因,如供血血管途径退变减少,跟腱结构也发生病理性退变,腓肠肌-比目鱼肌功能减退^[11];应用某些药物,如类固醇类、氟喹诺酮类等^[12-13];运动导致的跟腱过热等,导致跟腱组织不坚强,也是跟腱断裂的易发因素^[14-15]。

2.1.3 外力运动性损伤因素 损伤机制主要包括2类^[9],其一为外力直接切割或打击跟腱致其断裂,多为开放性损伤;其二为跟腱存在退行性变,加之猛然受力促其断裂,多为闭合性损伤。受力方式为膝关节伸直受下踝关节突然跖屈受力、中立位踝关节突然背伸致其撕裂^[16],多发生于羽毛球、篮球、足球、手

球等运动过程中^[17]。

2.2 跟腱断裂的诊断方法 对急性跟腱断裂的诊断包括:①详细的病史询问。临床上,跟腱断裂患者多主诉剧烈运动后跟腱局部突发疼痛,踝关节后方被打击感,甚至可闻及响声后出现患肢跖屈及背伸功能障碍;②完善的体格检查。体格检查时可见局部肿胀明显,伴有皮下瘀斑^[7]。常用的临床检查试验有跟腱连续性触诊、Thompson试验(小腿三头肌挤压试验)、Matles试验(俯卧屈膝试验)、Copeland试验(血压计试验)和O'Brien试验(针刺试验)等。以上检查试验特点不同,其中Copeland试验和O'Brien试验有一定创伤性,依从性较差,临床上使用较少;跟腱连续性触诊检查在非麻醉状态及亚急性期敏感度较低;Thompson试验和Matles试验的敏感性显著高于其他临床检查,且简便易行,以上临床检查可准确有效地诊断急性跟腱断裂^[18];③影像学检查。跟腱闭合性断裂后会产生剧烈疼痛,查体患者不能合作可能造成一定的误诊、漏诊率,而B超、MRI等影像学检查是临床上作为诊断跟腱断裂及断裂类型的常用方法^[19]。

2.3 影响跟腱愈合和功能恢复的因素

2.3.1 临床损伤类型因素 研究表明,跟腱断裂损伤情况多种多样,不同情况、不同类型的损伤也伴发不同组织损伤^[16]。临床上,急性跟腱断裂按损伤特征一般归纳为横断型、撕脱型、撕裂型3个类型^[9]。横断型多见于因切割伤所致的开放性损伤,其部位多在止点上3 cm左右,断端较整,近端可视损伤时间不同回缩3-5 cm。撕脱型多见于足跟腱遭受钝器砸伤,开放性或闭合性均可见,跟腱撕脱、断裂,断端不规则,甚至可回缩5 cm以上。撕裂型多见于剧烈运动者,于跟腱中段撕裂,断端呈马尾状,且多伴有退行性病理变化^[19-20]。

不同类型的跟腱断裂损伤程度有所不同,失活跟腱组织的面积有所差别,故跟腱修复后愈合时间、愈合质量、愈合形式也有所不同。横断型跟腱断端较为整齐,失活组织较少,肌腱缝合后张力较小,血运重建更为容易,术后愈合情况好,功能恢复早^[20]。撕脱型及撕裂型由于损伤较重,根据不同的损伤程度,有些术式需要进行肌腱坏死物质的清创,可导致肌腱缝合后张力较高,影响肌腱的血运,不利于肌腱的愈合,这种情况肌腱的修复更多需要依靠腱周组织^[21]。

2.3.2 自身体质因素 跟腱损伤后愈合和功能恢复有赖于机体组织内外环境的调节,影响跟腱愈合的自身体质因素主要有4种:组织血运程度、基础疾病、

服用药物及吸烟。

组织血运程度对肌腱愈合是至关重要的,而血运较少既是跟腱断裂的易发因素,又是影响跟腱愈合的根本原因^[22]。某些自身基础疾病,诸如跟腱炎、糖尿病、自身免疫疾病及各种原因所致跟腱水肿、增厚等是发生跟腱断裂的诱因。McCormick等^[23]通过分析糖尿病因素对肌腱愈合的影响,发现糖尿病组跟腱损伤修复术后发生并发症的概率明显高于非糖尿病组。一些临床研究认为,应用某些药物(如:非类固醇类抗炎药,肾上腺糖皮质激素类药物等)会导致肌腱水肿变性,从而使肌腱的强度减低^[24];长期服用糖皮质激素或喹诺酮类抗生素导致跟腱变性成为影响跟腱愈合的间接因素^[22]。Pajala等^[22]研究认为使用皮质激素是增加术后并发症的重要因素。此外,吸烟也是影响跟腱的愈合重要因素之一^[25]。Ishikawa等^[26]认为吸烟影响远端肢体损伤的愈合;Pajala等^[22]认为吸烟会导致末梢血管的挛缩,从而使肌腱修复后血运减少,延缓肌腱的愈合,甚至造成肌腱坏死。吸烟影响肌腱愈合的具体机制尚需进一步探究。

2.3.3 治疗方式 由于跟腱的独特功能,修复治疗是极为重要的。目前,急性跟腱断裂常规的治疗方法包括保守治疗、传统开放手术及经皮微创手术^[27-28]。3种方式治疗急性跟腱断裂均得到临床肯定,但各有利弊,临床医师多根据患者的具体情况选择适当的治疗方法。

保守治疗:可以避免感染、切口不愈合、瘢痕形成等手术带来的相关问题,以往观点认为,跟腱断裂保守治疗相比手术治疗再断裂率较高。Keating等^[17]通过研究发现,随机对照组中保守治疗和手术治疗急性跟腱断裂的再断裂率分别为9.8%和5.1%。Nilsson-Helander等^[29]设计的随机对照研究同样发现保守治疗与手术治疗相比具有较高的跟腱再断裂率(12.5% vs. 4.1%)。而近期研究有观点补充认为,保守治疗后早期功能锻炼可以减少跟腱再断裂的发生^[30]。大样本研究表明,使用足部矫形器进行跟腱断裂后保守治疗可以明显降低其再断裂率,但治疗周期较长^[31]。虽然保守临床观察尚可,但相比手术治疗其再断裂发生率较高,且功能锻炼没有统一标准,安全性尚需考究^[30]。

传统开放手术:作为治疗跟腱断裂的经典术式,具有术野相对直观、效果相对肯定、操作相对简单的特点。治疗过程充分暴露跟腱断端,准确牢固的修复断裂跟腱,可根据损伤类型的差异性采用不同的方法进行

修复。Keyhani等^[32]应用开放手术方式治疗32例急性跟腱损伤患者,用肌腱和筋膜将其覆盖,术后恢复良好,随访表明,此方法可降低术后并发症发生率。卜晗等^[33]应用开放式手术移植肌腱治疗23例不同分型的跟腱断裂患者,术后观察恢复情况均未发生感染及伤口不愈合。也有研究认为,多种开放式手术治疗急性跟腱断裂效果均可肯定,术后随访均恢复较好,但因术中需充分显露而牵拉皮肤和充分的剥离腱膜,较大的损伤了腱周组织的血运,容易出现术后感染、瘢痕粘连、皮肤和跟腱坏死等术后并发症,发生率高达10%~20%^[34-35]。

经皮微创手术:目前,微创手术术式多样,多数认为,修复肌腱有手术切口小、组织损伤小、术后恢复快等优点。但治疗过程不能充分的暴露跟腱,术中操作难度较大,较容易发生腓肠神经损伤,缝合强度也明显劣于开放手术^[36],跟腱再断裂、跟腱延长也较容易发生^[37]。石波等^[38]应用双小切口治疗跟腱断裂,愈后较好,且对肌腱损伤较少,术后恢复快,瘢痕小。陈华等^[39]应用经通道辅助缝合系统修复急性跟腱断裂,延续了其他微创手术的优点且通道不经过腓肠神经,使腓肠神经损伤的概率减小。祁洁等^[40]发现跟腱损伤后断端多为马尾状,给临床修复带来很大困难,然而应用铆钉固定于跟骨不仅可以减少对跟腱断端的过分加压而导致血运减少,也减少了缝合的难度,减轻了患者的痛苦。而Lin等^[41]认为跟腱同肩袖损伤类似,因而应用Suture Bridge双排固定技术治疗9名跟腱损伤患者,术后踝关节能较好地恢复正常活动。还有一些研究表明,微创切口治疗新鲜跟腱断裂疗效满意,可以减少切口并发症^[42-43]。

2.3.4 缝合方法 缝合方法对肌腱修复、愈合有着重要影响,肌腱缝合最经典的缝合方法为改良Kessler法^[44]。为寻找力学特性最佳、损伤最小、操作最简便的缝合方式,增加其抗张能力及断端的光滑度,促进肌腱早期愈合,国内外学者进行了研究、改进和引申,新的缝合方法层出不穷,目前文献报道及临床常用的缝合方法还有ZM法、Bunnell法、Tang法、SKLS法、Halsted法及联合缝合法等,各种缝合方法根据缝合结构不同又可分为锁式结构和握式结构^[44-47]。锁式结构能够有效的锁住肌腱组织,加强缝合强度;而握式缝合则对肌腱的抓锁能力较小,在外力作用下脱落、撕脱可能性大,因此锁式比握式更有效抵御间隙形成,加大缝合强度(图2)^[45]。

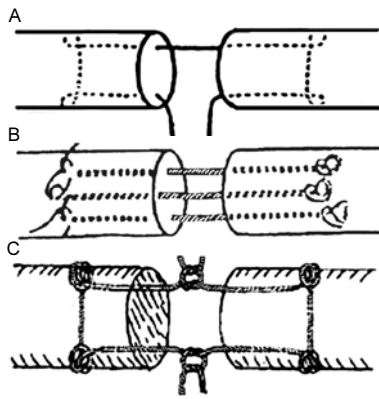


图2 肌腱缝合方法^[47]
图注: 图中 A 为改良 Kessler 法(握式); B 为 Tang 法(锁式); C 为 SKLS 法(半节锁定)。

改良Kessler法缝合较为简便、熟悉, 但其对缝合肌腱断端有逐渐切割作用, 容易导致线节脱落^[40]。ZM缝合法较改良Kessler法抗张能力强, 缝合更为牢固, 可以满足肌腱修复术后早期功能锻炼的需求。Bunnell法在早期抗张能力较弱而后期抗张能力较强, 且线结不在缝合断端, 可减少肌腱粘连的发生; Tang法缝合术后病理切片表明其新生组织较多, 炎症浸润较少, 肌腱血运良好, 抗张能力强, 应用此法修复后愈合快, 且此法使肌腱表面更为光滑, 缝合后肌腱不易发生粘连^[46]。Tang法缝合为锁式六束缝合, 其抗张能力及对肌腱的抓锁能力均较优, 且保证肌腱断端缝隙更小, 抗张力强度更大, 手术修复后可早期进行功能锻炼^[47]。SKLS法更能够承受较大张力, 且为半节锁定, 缝合肌腱组织更为牢固。改良Kessler法、SKLS法或Tang法结合Halsted法(连续周边缝合法)周边缝合可使缝合肌腱更为牢固, 其中与Tang法组合可使试验中抗张强度达到最优^[48]。

不同缝合方式利弊不同, 需要临床医师根据肌腱本身条件及损伤情况适当进行最优组合, 一般认为, 对于肌腱细小和损伤较重者改良Kessler法有着明显优势^[44]。相比经典的改良Kessler法, 其他缝合方法可为临床降低肌腱的再断裂率提供帮助, 尤其针对撕裂型跟腱断裂马尾状断端, 联合周边缝合可使跟腱断端贴合更为紧密, 断端更为光滑, 提高抗张强度, 减少肌腱粘连。对于肌腱缝合后需早期功能锻炼者采用缝合较牢固的Tang法和ZM缝合法, 可以最大程度保证肌腱早期活动所需要承受的张力, 但由于其操作较为复杂, 从而增加了手术时间和暴露对肌腱的损伤^[46-47]。

2.3.5 术后制动 跟腱修复术后给予制动可降低术后跟腱再断裂的风险, 但由于跟腱恢复较慢, 制动后常常出现肌腱粘连和关节僵硬等并发症^[49]。学者们对跟腱修复术后固定方式进行了探索和改革, 从传统的长腿石膏跖屈位固定逐渐改进, 提出了短腿石膏跖屈

位固定, 以及应力促进跟腱愈合的新理念^[50]。

跖屈位固定对肌腱修复的作用: 跖屈位固定是急性跟腱断裂术后临床采用的经典制动方式, 最初的长腿石膏跖屈位固定是保持踝关节跖屈 30° , 膝关节屈曲 60° 固定^[49], 此方式使跟腱充分放松, 减少其受力, 从而降低跟腱再断裂的风险。但由于膝关节束缚时间较长, 术后增加了功能锻炼的难度, 故部分学者开始使用短腿石膏跖屈位固定, 即只保持踝关节屈曲 30° 而解放膝关节, 此方式增加了膝关节的活动度, 制动效果可靠, 且减少了膝关节僵硬等并发症^[50], 目前也已应用于临床。一些学者在肯定跖屈位固定临床效果的同时, 也认为肌腱断裂修复后跖屈位固定使肌腱处于失用状态, 修复后的肌腱组织抗张能力明显减小, 且可能增加了肌腱粘连和关节僵硬的风险, 甚至造成了永久的功能障碍, 使患者的生存质量受到一定影响^[51]。

应力在肌腱修复中的新理念: 完全去除跟腱断端受力则会取消了对跟腱接合处的应力刺激, 限制了跟腱组织的生长和结构形成, 不利于跟腱愈合^[52]。随着缝合方法的改进以及缝合材料的优化, 跟腱的缝合强度有了很大提高, 在此基础上学者们对应力因素促进跟腱愈合的研究有了新的进展。应力刺激是肌腱愈合的有利因素, 肌腱损伤术后给予其适当的应力刺激, 可以促进肌腱细胞的新生及其组织重建, 助其愈合^[53], 而如何能够保证跟腱修复后产生适当的应力刺激成为新的研究热点。

Bayer等^[54]认为适当的应力刺激环境适合肌腱组织形成, 促进其重建和修复。罗伦等^[55]通过对手伸指肌腱损伤修复后患者, 分别给予肌腱断端早期应力刺激, 术后第6和8周时, 与延迟活动组相比, 早期应力组总主动活动度评定和功能独立性评分明显高于延迟活动组, 从而说明早期持续应力刺激利于肌腱愈合。Wang等^[56]发现兔跟腱损伤修复术后, 早期应力刺激组力学强度测试及组织形态定量分析结果明显优于非应力组。且有研究证明持续牵张应力刺激可以促进肌腱的愈合, 防止肌腱的粘连^[53]。术后早期功能锻炼可以产生对跟腱的应力作用, 促进跟腱愈合及功能恢复, 但过早或未进行科学的功能锻炼而不能准确的把握力量的强度, 易造成较高的再断裂率^[57]。

2.3.6 物理化学生物因素对肌腱愈合的影响 临床研究证实, 多种物理、化学及生物方法应用于临床可防止肌腱粘连, 促进肌腱愈合^[58]。目前文献报道的可吸收防粘连膜主要有可吸收表皮生长因子复合膜、聚乳酸防粘连膜、人胎羊膜、硫酸软骨素膜等。肌腱断

裂术中应用可吸收膜对肌腱修复的研究中,以Ⅱ区屈肌腱损伤为研究对象,术后均无再断裂者,试验组术后肌腱总主动活动度明显优于对照组^[58-59]。也有研究证明,可吸收膜和玻璃酸钠均可有效的预防肌腱粘连,促进肌腱愈合,且可吸收膜的早期应用效果较好^[60]。王继宏等^[61]在公鸡爪撕脱伤缝合后给予可吸收表皮生长因子复合膜,发现其可以明显的阻止肌腱的外源性愈合,从而防止肌腱的粘连。通过动物实验研究发现,人胎羊膜可能存在肌腱愈合所需成分,也可有效的减少肌腱粘连,并有利于肌腱的愈合^[62]。硫酸软骨素膜用于临床防治肌腱粘连,减少愈合肌腱与腱周组织之间的摩擦,促进肌腱恢复完整性等效果肯定^[49]。聚乳酸防粘连膜有良好的通透性,可为肌腱愈合提供必要条件,在粘连组织中起到屏障作用,一定程度上阻断肌腱外源性愈合内源性途径,能有效的降低肌腱修复后粘连的形成,促进肌腱内源性愈合^[49]。可吸收防粘连膜有效减少了肌腱的粘连而促进其愈合,改善肌腱活动度,但应用医用防粘连膜防止肌腱粘连的具体分子生物学机制尚不甚明确^[63]。

低强度脉冲式超声波、NO等物理、化学方法也介入了临床应用研究,国内外研究表明,低强度脉冲式超声波可以有效的促进骨折的愈合^[64]。通过对单纯屈肌腱损伤患者术后应用低强度脉冲式超声波治疗发现,此治疗方法可有效的促进肌腱愈合和尽早恢复功能,减少肌腱粘连及肌腱再断裂发生率^[65]。李敏^[66]研究发现NO在肌腱愈合过程中有重要作用,具有抗炎、抗纤维化的作用,同时促进腱细胞聚集,加快愈合,并可促进胶原蛋白的合成,增加肌腱的强度。

3 讨论 Discussion

目前,保守治疗、开放手术、微创手术以及缝合方法、制动方式作为最重要、最直接的治疗方法,从理论到临床,观点众多,新学说、新方法也层出不穷,临床治疗方案应根据损伤类型、断裂特点、伤者体质等综合分析,科学论证,灵活选择。从治疗的方法看,保守治疗无手术带来的组织损伤,但更易出现跟腱粘连和再断裂风险,对于存在基础疾病、跟腱功能要求较低、年龄相对较大者优先选择;开放手术修补完善,术后再断裂发生率低,但术中过分剥离显露跟腱,周围组织损伤较大,也更易发生肌腱粘连,可用于对跟腱功能要求高、年龄相对较小者;微创手术很大程度保护腱周组织,发生术后粘连的概率降低,但因术野显露不充分,操作较

复杂,损伤腓肠神经机率较高,修复后力学属性劣于开放手术,可视患者自身情况灵活选择。从术中缝合方法看,改良Kessler法操作相对简单,但其抗张能力及对断端保护作用稍逊,对于肌腱细小和损伤较重者Kessler法有着明显优势;而Tang法和ZM缝合法因其固有的抗张优势,可多用于要求受力强度较高患者^[44-48],缝合后可早期进行功能锻炼。如何根据不同个体情况,术中找到力学性能最佳、生物吻合度最高的肌腱缝合方法尚需进一步研究。从固定方式看,术后固定是跟腱断裂功能恢复的重要环节,短腿石膏跖屈位固定其临床价值肯定,且患者功能恢复较长腿石膏跖屈位固定更优^[67],但此2种方式均使跟腱处于松弛状态,减少了应力对其刺激,长期固定后患者功能锻炼痛苦大,依从性较差;给予跟腱持续的应力刺激,既可促进跟腱的愈合,又一定程度的减少跟腱发生粘连和关节僵硬等并发症的机会,成为跟腱修复的新理念。如何能够保证跟腱处于持续适当的应力刺激中又使功能锻炼易于进行,应力刺激下肌腱愈合强度如何,都有待学者们进一步研究。

致谢: 感谢内蒙古医科大学第二附属医院手足显微二科教师郝增涛、景尚斐、韩超前、王永飞对文章收集工作的帮助。

作者贡献: 资料收集、成文为王玉仲;温树正审校;由王继宏为文章负责。

利益冲突: 所有作者共同认可文章无相关利益冲突。

伦理问题: 文章及内容不相关利益冲突。

文章查重: 文章出版前已经过 CNKI 反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。

文章外审: 文章经国内小同行外审专家双盲外审,符合本刊发稿宗旨。

作者声明: 第一作者对研究和撰写的论文中出现的不端行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁,可接受核查。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

4 参考文献 References

- [1] Nyyssönen T, Luthje P, Kröger H. The increasing incidence and difference in sex distribution of Achilles tendon rupture in Finland in 1987-1999. Scand J Surg. 2008;97(3):272-275.

- [2] Freedman BR, Gordon JA, Soslowsky LJ. The Achilles tendon: fundamental properties and mechanisms governing healing. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2014;4(2):245-255.
- [3] 姜楠, 相大勇, 余斌. 急性跟腱断裂治疗的研究进展[J]. 中国修复重建外科杂志, 2013, 27(5): 628-632.
- [4] 伍亮, 熊小龙, 相大勇, 等. TGF- β 1 和 VEGF 在富血小板血浆治疗跟腱断裂模型中的表达及意义[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2013, 7(4): 1639-1645.
- [5] Katzel EB, Wolenski M, Loisel AE, et al. Impact of Smad3 loss of function on scarring and adhesion formation during tendon healing. *J Orthop Res*. 2011; 29(5):684-693.
- [6] Wong JK, Lui YH, Kapacee Z, et al. The cellular biology of flexor tendon adhesion formation: an old problem in a new paradigm. *Am J Pathol*. 2009;175(5): 1938-1951.
- [7] 薛剑锋, 施忠民. 急性跟腱断裂诊断与治疗进展[J]. 国际骨科学杂志, 2013, 34(1): 29-31.
- [8] 杨威, 苏伟, 李书振, 等. 南宁市运动性跟腱断裂的流行病学调查[J]. 广西医科大学学报, 2013, 30(5): 810-812.
- [9] 胥少汀, 葛宝丰, 徐印坎. 实用骨科学[M]. 4版. 人民军医出版社, 2014.
- [10] Stein V, Laprell H, Tinnemeyer S, et al. Quantitative assessment of intravascular volume of the human Achilles tendon. *Acta Orthop Scand*. 2000;71(1): 60-63.
- [11] Maffulli N. Achilles tendon rupture. *Br J Sports Med*. 1995;29(4):279-280.
- [12] McQuillan R, Grogan P. Tendon rupture as a complication of corticosteroid therapy. *Palliat Med*. 2005;19(4):352-353.
- [13] Seeger JD, West WA, Fife D, et al. Achilles tendon rupture and its association with fluoroquinolone antibiotics and other potential risk factors in a managed care population. *Pharmacoepidemiol Drug Saf*. 2006;15(11):784-792.
- [14] Wilson AM, Goodship AE. Exercise-induced hyperthermia as a possible mechanism for tendon degeneration. *J Biomech*. 1994;27(7):899-905.
- [15] Birch HL, Wilson AM, Goodship AE. The effect of exercise-induced localised hyperthermia on tendon cell survival. *J Exp Biol*. 1997;200(Pt 11):1703-1708.
- [16] Arner O, Lindholm A. Subcutaneous rupture of the Achilles tendon; a study of 92 cases. *Acta Chir Scand Suppl*. 1959;116(Suppl 239):1-51.
- [17] Keating JF, Will EM. Operative versus non-operative treatment of acute rupture of tendo Achillis: a prospective randomised evaluation of functional outcome. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(8): 1071-1078.
- [18] Chiodo CP, Glazebrook M, Bluman EM, et al. American Academy of Orthopaedic Surgeons clinical practice guideline on treatment of Achilles tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(14):2466-2468.
- [19] 王丽华. 急性闭合性跟腱断裂高频超声与低场MRI诊断价值的比较[J]. 中国临床医学影像杂志, 2012, 23(10): 748-750.
- [20] McMahon SE, Smith TO, Hing CB. A meta-analysis of randomised controlled trials comparing conventional to minimally invasive approaches for repair of an Achilles tendon rupture. *Foot Ankle Surg*. 2011;17(4):211-217.
- [21] 刘诚. 肌腱修复愈合影响因素的研究[J]. 重庆医学, 2011, 40(22):2273-2275.
- [22] 邵雷, 张长青, 陈圣宝. 跟腱术后再断裂的相关因素分析[J]. 实用骨科杂志, 2010, 16(10):743-746.
- [23] McCormack RG, Leith JM. Ankle fractures in diabetics. Complications of surgical management. *J Bone Joint Surg Br*. 1998;80(4):689-692.
- [24] Pajala A, Kangas J, Ohtonen P, et al. Rerupture and deep infection following treatment of total Achilles tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(11): 2016-2021.
- [25] 桑伟林, 马金忠. 跟腱断裂影响因素及发生机制[J]. 国际骨科学杂志, 2006, 27(2):105-107.
- [26] Ishikawa SN, Murphy GA, Richardson EG. The effect of cigarette smoking on hindfoot fusions. *Foot Ankle Int*. 2002;23(11):996-998.
- [27] Leppilahti J, Puranen J, Orava S. Incidence of Achilles tendon rupture. *Acta Orthop Scand*. 1996;67(3): 277-279.
- [28] Jones MP, Khan RJ, Carey Smith RL. Surgical interventions for treating acute achilles tendon rupture: key findings from a recent cochrane review. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(12):e88.
- [29] Nilsson-Helander K, Silbernagel KG, Thomeé R, et al. Acute achilles tendon rupture: a randomized, controlled study comparing surgical and nonsurgical treatments using validated outcome measures. *Am J Sports Med*. 2010;38(11):2186-2193.
- [30] Metz R, Verleisdonk EJ, van der Heijden GJ, et al. Acute Achilles tendon rupture: minimally invasive surgery versus nonoperative treatment with immediate full weightbearing--a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2008;36(9):1688-1694.
- [31] Wallace RG, Heyes GJ, Michael AL. The non-operative functional management of patients with a rupture of the tendo Achillis leads to low rates of re-rupture. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(10):1362-1366.
- [32] Keyhani S, Mardani-Kivi M, Abbasian M, et al. Achilles tendon repair, a modified technique. *Arch Bone Jt Surg*. 2013;1(2):86-89.

- [33] 卜晗,张梅刃,蒋际钊,等.基于跟腱断裂Kuwade分型采用三种自体肌腱移植重建方法的临床疗效分析[J].中华移植杂志(电子版).2014,8(2):85-89
- [34] Sliwa M. Percutaneous and minimally invasive Achilles tendon repair - review of surgical techniques. *Pol Orthop Traumatol*. 2014;79:92-96.
- [35] Movin T, Ryberg A, McBride DJ, et al. Acute rupture of the Achilles tendon. *Foot Ankle Clin*. 2005;10(2):331-356.
- [36] Keyhani S, Mardani-Kivi M, Abbasian M, et al. Achilles tendon repair, a modified technique. *Arch Bone Jt Surg*. 2013;1(2):86-89.
- [37] Chiodo CP, Wilson MG. Current concepts review: acute ruptures of the achilles tendon. *Foot Ankle Int*. 2006; 27(4):305-313.
- [38] 石波,李宗原.双小切口手术修复急性闭合性跟腱断裂[J].中国骨伤,2015,28(9):820-823.
- [39] 陈华,郝明,张巍,等.经通道辅助缝合系统微创修复急性闭合跟腱断裂的疗效观察[J].中国修复重建外科杂志, 2015, 29(1):35-38.
- [40] 祁洁,段亮,李伟伟,等.带线锚钉半Kessler缝合法修复自发性跟腱断裂[J].中国修复重建外科杂志,2016,30(2): 165-168.
- [41] Lin Y, Wang ZW, Zhang B, et al. Central tendon splitting combined with SutureBridge double-row technique as a surgical treatment for insertional Achilles tendinopathy. *Chin Med J (Engl)*. 2013; 126(20):3860-3864.
- [42] Del Buono A, Volpin A, Maffulli N. Minimally invasive versus open surgery for acute Achilles tendon rupture: a systematic review. *Br Med Bull*. 2014;109:45-54.
- [43] Keller A, Ortiz C, Wagner E, et al. Mini-open tenorrhaphy of acute Achilles tendon ruptures: medium-term follow-up of 100 cases. *Am J Sports Med*. 2014;42(3):731-736.
- [44] 白庆兵,张哲敏,邵新中,等.两种肌腱缝合方法的对比研究[J].中华手外科杂志,2012,28(5):303-306.
- [45] Hotokezaka S, Manske PR. Differences between locking loops and grasping loops: effects on 2-strand core suture. *J Hand Surg Am*. 1997;22(6):995-1003.
- [46] 李吉友.大鼠跟腱断裂缝合中3种肌腱缝合方法的生物力学和组织学比较[J].中国组织工程研究与临床康复,2009, 13(37):7305-7308.
- [47] 郑振伟,李朝旭.三种缝合方法一期修复屈指肌腱的临床疗效分析[J].实用医药杂志,2013,30(11):980-981.
- [48] Tang JB, Wang B, Chen F, et al. Biomechanical evaluation of flexor tendon repair techniques. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;(386):252-259.
- [49] 徐海栋,赵建宁,卢俊浩,等.聚乳酸防粘连膜在肌腱修复中的应用[J].中国组织工程研究,2012,16(16):3025-3028.
- [50] Yasuda T, Kinoshita M, Abe M, et al. Unfavorable effect of knee immobilization on Achilles tendon healing in rabbits. *Acta Orthop Scand*. 2000;71(1):69-73.
- [51] 王振宇.制动对骨关节影响的研究现状[J].医学综述, 2012,18(7):1066-1068.
- [52] Killian ML, Cavinatto L, Galatz LM, et al. The role of mechanobiology in tendon healing. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012;21(2):228-237.
- [53] Wang J, Jiang D, Wen S, et al. Improved Achilles tendon healing by early mechanical loading in a rabbit model. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(1):1144-1149.
- [54] Bayer ML, Schjerling P, Herchenhan A, et al. Release of tensile strain on engineered human tendon tissue disturbs cell adhesions, changes matrix architecture, and induces an inflammatory phenotype. *PLoS One*. 2014;9(1):e86078.
- [55] 罗伦,董晖,杨映月,等.手伸指肌腱修复术后康复方案临床疗效对比观察[J].华西医学,2014,29(2):289-292.
- [56] Wang JH, Guo Q, Li B. Tendon biomechanics and mechanobiology--a minireview of basic concepts and recent advancements. *J Hand Ther*. 2012;25(2): 133-140; quiz 141.
- [57] 李兰春.60例屈指肌腱修复术后的康复治疗[J].中国医药科学,2013,3(19):208-209.
- [58] 王继宏,温树正,樊东升,等.医用可吸收防粘连膜在肌腱修复中的临床应用[J].中华临床医师杂志(电子版), 2014, 8(7):1372-1374.
- [59] Hakimi O, Murphy R, Stachewicz U, et al. An electrospun polydioxanone patch for the localisation of biological therapies during tendon repair. *Eur Cell Mater*. 2012;24:344-357; discussion 357.
- [60] 田明波,李守峰.医用可吸收膜和玻璃酸钠在肌腱修复术中的应用效果分析[J].中医正骨,2011,23(8):17-19.
- [61] 王继宏,温树正.可吸收表皮生长因子复合膜防止肌腱粘连的研究[J].中国组织工程研究与临床康复, 2011,15(21): 3900-3904.
- [62] Demirkan F, Colakoglu N, Herek O, et al. The use of amniotic membrane in flexor tendon repair: an experimental model. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2002; 122(7):396-399.
- [63] Bernardo V, Luz GM, Alves NM, et al. Cell behaviour in new poly(L-lactic acid) films with crystallinity gradients. *Mater Lett*. 2012;87(1):105-108.
- [64] Lu H, Qin L, Fok P, et al. Low-intensity pulsed ultrasound accelerates bone-tendon junction healing: a partial patellectomy model in rabbits. *Am J Sports Med*. 2006;34(8):1287-1296.
- [65] 刘沐青,于志军,秦永平,等.低强度脉冲超声波对肌腱愈合的促进作用[J].现代生物医学进展,2014,14(10):1879-1882.
- [66] 李敏.一氧化氮与肌腱愈合[J].中国组织工程研究, 2012, 16(50):9496-9500.
- [67] Osarumwense D, Wright J, Gardner K, et al. Conservative treatment for acute Achilles tendon rupture: survey of current practice. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2013;21(1):44-46.