

跟腱损伤诊断与治疗的研究进展

万春友¹, 张伟业², 刘钊¹, 张宁宁¹, 王明杰¹

(1. 天津市天津医院, 天津 300000; 2. 中国中医科学院望京医院, 北京 100102)

关键词 跟腱损伤; 外科手术; 保守治疗; 康复; 超声诊断

中图分类号: R686.1

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.01.001

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

**Research progress in diagnosis and treatment of Achilles tendon injury** WAN Chun-you*, ZHANG Wei-ye, LIU Zhao, ZHANG Ning-ning, and WANG Ming-jie. *Tianjin Hospital, Tianjin 300000, China**KEYWORDS** Achilles tendon injury; Surgical procedures, operative; Conservative treatment; Rehabilitation; Diagnostic ultrasound

(万春友教授)

跟腱是人体中最粗壮有力的肌腱,位于踝关节后方,起点是人小腿后侧中下1/3,止点是跟骨结节,故其可以将小腿后方肌群的肌肉力量传到至足,主要的生理作用是帮助足和踝关节的跖屈,常见的跟腱损伤主要分为急性慢性损伤,疾病主要包括跟腱断裂和跟腱炎,

由于其特殊的解剖位置和生理功能,跟腱也是人体最容易出现断裂的肌腱之一^[1],一旦出现跟腱损伤,患者的生活质量将受到巨大的影响。

根据流行病学显示,近年来伴随着人们生活水平和生活方式的进步,运动意识逐渐增强,跟腱出现急性慢性损伤的发病率同样逐渐增高^[2-3],男性患者的发病率高于女性患者^[4],患者年龄主要是35-39岁^[5],近年来,跟腱损伤的诊治研究上发展迅速,本文就跟腱损伤的诊治研究作一述评,以期能对跟腱损伤的临床治疗和研究有所帮助。

1 跟腱损伤的病因研究进展

解剖学研究认为跟腱在解剖上具有的复杂性是其主要的致病因素之一,其解剖和力学上的复杂性使得辨别跟腱病位和严重程度变得十分困难。跟腱没有腱鞘,只有一个高度血管化的腱旁组织,它充当肌腱脉管系统的导管,能够起到保护和润滑以及营养供应的作用。由于特殊的解剖结构,肌腱的近端和

远端部分由胫后动脉供血,中段由腓动脉供血,但中段的供血相对较差,所以最容易发生变性和破裂^[6],因而也就成为了跟腱损伤的主要发病位置。

研究表明,跟腱损伤已知的危险因素包括先前的腱内变性、氟喹诺酮应用史、类固醇注射史和炎性关节炎患病史等因素^[7-8]。随着近年来生物力学的研究发展,对跟腱损伤尤其是跟腱断裂的病因分析中,更多的加入和生物力学的理念和研究方法,跟腱在活动过程中受到处于或接近失效载荷的动态载荷,疲劳引起的损伤可能是导致其最终疲劳和失效的一个因素^[9-10]。另外,通过研究踝关节不同体位对跟腱在剪切波和弹性模量上面的影响,证实背伸踝关节能够有效牵拉跟腱,且对于跟腱内侧作用更大,这种力学上面的不平衡分布可能是导致跟腱损伤的主要原因,进而诱发跟腱炎或者急性跟腱断裂^[11]。黄鑫等^[12]对急性开放性跟腱断裂及急性闭合性损伤的跟腱组织病理学观察对比结果可知,开放性损伤断裂的跟腱结构规则精细,稳定性好,使得跟腱具有很高的强度和强大的抗牵张能力,闭合性损伤的跟腱组织韧性和弹性下降,硬度和脆性增加,难以维持正常的力学特性,是在跟腱微损伤累积到达临界点后出现跟腱损伤或跟腱断裂的。

2 跟腱损伤的诊断研究进展

跟腱损伤的诊断方法是临床表现加影像学 and 超声检查结果的支持,影像学主要依赖于X线和MRI,近年来在跟腱损伤诊断上的进步主要是通过影像和超声设备的更新以及医生在新的诊断设备的基础上进行的新的研究和探索。例如近年来发展迅速的肌骨超声技术在跟腱损伤的诊断上具有巨大的应用价值,相对于只能静态显示骨和软组织状态的X线和MRI,相比之下,超声检查在识别撕裂位置、

肌腱撕裂端之间的间隙以及部分或完全断裂方面更有效^[13]。肌骨超声将跟腱损伤的诊断带入动态可视化阶段,通过对跟腱内部更细微结构的检测,可以更为精确的发现跟腱细微的断裂,对于体位的要求也较为灵活,具有不限制检查的环境,无放射性损伤,检查无创、舒适且便捷的特点^[14]。一项临床试验表明,高频彩超对跟腱的诊断具有较高的诊断敏感性和特异性,对跟腱急性损伤患者实施弹性超声成像技术检查,可以对肌肉的紧张状况进行准确反映,并实现对肌肉力量的评估^[15]。同时,肌腱承受的纵向拉伸力和弹性超声成像技术测得的弹性模量值存在线性相关性,能够反映出跟腱的弹性,从而实现对患者疾病的有效诊断^[16]。

3 跟腱损伤的治疗研究进展

跟腱损伤中慢性跟腱炎的治疗较为简单,治疗方法也较为单一,而跟腱断裂的治疗则主要分为保守和手术两种治疗方法,在两种治疗方式的选择上,医学上并没有统一的认识,但手术治疗仍是广大骨科医师治疗跟腱断裂或者缺损的主要手段,在手术方法的选择上近年来的发展主要侧重于微创技术和现有技术的改进和研究。保守治疗的优势是相对于手术治疗并发症的发生率更低,最新系统性评价研究结果表明,手术治疗后并发症发生率为 4.9%,而非手术治疗后并发症发生率为 1.6%,但手术和保守治疗的主要并发症不同,手术治疗的主要并发症是感染,发生率为 2.8%,非手术治疗后的主要并发症是深静脉血栓形成,发生率为 1.2%,而手术治疗则为 1.0%^[17]。这也要求临床医师和家属在选择治疗方式的时候要综合考虑,准确判断,而准确判断的依据不仅是患者的症状和检查结果,更要考虑患者的预后以及患者和家属对预后情况的接受程度。故应在治疗前充分告知患者两种治疗方式的优缺点,手术或非手术治疗的最终决定应基于患者的具体因素和共同决策。

3.1 手术治疗

跟腱损伤的手术治疗主要是治疗跟腱断裂或缺损,目前主要是开放式和微创手术两种方式,微创治疗跟腱断裂或缺损是当下为尽可能避免术后并发症的优先选择,如关节镜经皮吻合技术、跟腱吻合器等在跟腱断裂治疗中应用,但其有较为明显的适应范围,更适用于术前检查结果较为清晰且跟腱断裂或缺损面积较小的患者。在术后感染的发生率研究上,一个包括 5 项 RCT 和 4 项队列研究的 Meta 分析结果显示,发现微创治疗的深部感染率显著低于开放治疗^[18]。黄鑫等^[12]采用微创技术对急性闭合性跟腱断裂进行微创手术治疗,利用完善的术前检查和纯

熟的手术技术,在术前定位跟腱断裂具体位置的基础上采用 1.0~1.5 cm 横行微创小切口,在极大程度上避免了手术过程中的感染和术后并发症的发生。郑加法等^[19]报道虽陈旧性跟腱断裂主切口很难采用微创的方式进行清理端瘢痕组织,但在术中进行腓肠肌腱膜松解时便采用跳跃式小切口,尽可能减少术中创伤,目的便是尽可能的避免术后感染,以及达到伤口愈合速度快、更美观的要求。采用开放式切口配合微创跳跃式切口松解腓肠肌腱膜,使得肌腱断裂在 5 cm 以下时避免损伤拇长屈肌或趾长屈肌,避免更大创伤的同时促进了患者愈合速度,具有很好的临床价值。若患者有较大创伤,跟腱缺失长度过大,可以 I 期手术进行缝合跟腱闭合伤口,II 期手术采用外固定方式进行缓慢牵拉踝关节,在张力-应力法则下,跟腱会缓慢再生并延长,且利用 Taylor 空间支架调整踝关节角度,纠正不良成角,最大限度的恢复踝关节功能^[20]。

开放式手术是较为传统的手术方式,手术类型包括 V-Y 肌腱成形术、腓肠肌筋膜翻瓣、肌腱移植、同种异体移植重建、自体移植重建、人工移植增强和生物基质增强等。近年来临床医生们采用开放式手术进行跟腱修复的研究仍然很多。V-Y 肌腱成形术是经典手术中一种有效且经济的方法,适用于大中型(2 cm 以上)跟腱缺损。一项关于 V-Y 肌腱成形术重建慢性跟腱断裂的中长期随访结果表明,它能产生令人满意的功能结果和较低的并发症发生率,并且无需昂贵的合成植入物^[21]。祁义民等^[22]采用的便是传统开放式切口的改良术式,而未采用术后并发症发生率较高的传统正中后内侧切口,优势是手术切口选择避开了肌腱后部近止点区的皮肤褶皱部,改善了传统手术切口缝合后张力过大影响血运的问题,从而降低了感染和坏死等并发症的发生率。同时结合阔筋膜移植修复跟腱缺损,避免了术后需要患者配合在极度非生理状态下对踝关节进行长时间固定,减少康复难度的同时增加的患者的舒适度,值得在临床进行推广。

3.2 保守治疗

在保守治疗方面,传统的保守治疗需要 6~8 周的石膏固定。在最初的 4 周内将脚踝置于跖屈位置的石膏中,并在接下来的 2~4 周内置于中立位置,石膏在愈合时为肌腱提供最大程度的保护,但固定可能会增加小腿肌肉萎缩、踝关节僵硬、步态异常和血栓风险^[23-24],近年来功能性支具参与到跟腱损伤的保守治疗中,患者的小腿被放入一个可拆卸的步行靴中,该靴子包含用于抬起脚跟的楔子。和石膏固定相比,支具允许患者在行走时通过腿部承受重量,并

且可以移除支具以允许踝关节在早期进行合理的运动。和手术治疗相比,一项长期的随访研究表明,采用功能式支具的患者比采用手术缝合的患者下地时间和愈合周期都较长,更适合患有严重的合并症和生活方式运动较少的患者选择^[25]。

3.3 康复治疗

经过多中心的长期随访研究,无论是手术治疗与保守治疗,用来帮助加强肌肉力量和改善踝关节活动度的康复治疗对患者预后效果的影响都非常大^[26-27]。首先是能预防并发症,跟腱手术后发病率最高的并发症是深静脉血栓,最新研究发现深静脉血栓会通过患者的主观和功能影响跟腱损伤患者预后效果^[28]。在跟腱损伤康复期于后腿部固定期间辅助间歇性气动加压已被证明可降低深静脉血栓形成的风险,同时有研究表明间歇性启动加压可能是通过上调 I 型胶原蛋白的合成,来促进跟腱断端生长^[29]。其次是能促进功能恢复,一项前瞻性队列研究,与前 2 周在石膏模型中固定相比,在手术后的早期愈合期间立即负重和踝关节的早期功能性活动能更好的恢复患者的功能和肌肉力量^[30]。故而跟腱损伤的康复方案应该及早制定并实施,其特点是术后前 2 周部分或完全负重,积极控制活动,尤其是寻求恢复高水平表现的运动员,良好的康复治疗是不可或缺的。

4 小结

跟腱损伤作为临床的常见病和多发病,对其新的治疗方法和研究在世界范围内仍方兴未艾,广大临床工作者和科研人员对跟腱损伤的病因、诊断方法、治疗手段、康复方法仍在进行全方位的探索。纵观有关跟腱损伤近年来的高质量文章,探索的方向均对疗效和并发症进行更严格、更长期的随访以验证患者最后的治疗效果,无论是保守治疗还是手术治疗,无论是微创手术还是开放性手术,其治疗方向都是尽可能恢复患者治疗前的功能,并尽量避免并发症发生^[31-36],本期几篇相关文章都提出了较为创新的思路和治疗手段,值得学习和推广。

参考文献

- [1] Zhang Q, Yang Y, Yildirimer L, et al. Advanced technology-driven therapeutic interventions for prevention of tendon adhesion: Design, intrinsic and extrinsic factor considerations[J]. *Acta Biomater*, 2021, 124: 15-32.
- [2] Lantto I, Heikkinen J, Flinkkil T, et al. Epidemiology of Achilles tendon ruptures: increasing incidence over a 33-year period[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2015, 25(1): e133-e138.
- [3] Meulenkamp B, Stacey D, Fergusson D, et al. Protocol for treatment of Achilles tendon ruptures: a systematic review with network meta-analysis[J]. *Syst Rev*, 2018, 7(1): 247.
- [4] Ganestam A, Kallelose T, Troelsen A, et al. Increasing incidence of acute Achilles tendon rupture and a noticeable decline in surgical treatment from 1994 to 2013. A nationwide registry study of 33,160 patients[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016, 24(12): 3730-3737.
- [5] Scott A, Grewal N, Guy P. The seasonal variation of Achilles tendon ruptures in Vancouver, Canada: a retrospective study[J]. *BMJ Open*, 2014, 4(2): e004320.
- [6] Lohrer H, Arentz S, Nauck T, et al. The Achilles tendon insertion is crescent-shaped: an in vitro anatomic investigation[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2008, 466(9): 2230-2237.
- [7] Haapasalo H, Peltoniemi U, Laine HJ, et al. Treatment of acute Achilles tendon rupture with a standardised protocol[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138(8): 1089-1096.
- [8] Carmont MR. Achilles tendon rupture: the evaluation and outcome of percutaneous and minimally invasive repair[J]. *Br J Sports Med*, 2018, 52(19): 1281-1282.
- [9] Noback PC, Freibott CE, Tantigate D, et al. Prevalence of asymptomatic Achilles tendinosis[J]. *Foot Ankle Int*, 2018, 39(10): 1205-1209.
- [10] Freedman BR, Sarver JJ, Buckley MR, et al. Biomechanical and structural response of healing Achilles tendon to fatigue loading following acute injury[J]. *J Biomech*, 2014, 47(9): 2028-2034.
- [11] Slane LC, DeWall R, Martin J, et al. Middle-aged adults exhibit altered spatial variations in Achilles tendon wave speed[J]. *Physiol Meas*, 2015, 36(7): 1485-1496.
- [12] 黄鑫, 苏柯, 柳嘉伟, 等. 急性闭合性跟腱断裂跟腱病理改变与超微结构研究[J]. *中国骨伤*, 2022, 35(1): 5-10.
HUANG X, SU K, LIU JW, et al. Pathological changes and ultrastructure of Achilles tendon in acute closed Achilles tendon rupture[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2022, 35(1): 5-10. Chinese with abstract in English.
- [13] Chiodo CP, Glazebrook M, Bluman EM, et al. Diagnosis and treatment of acute Achilles tendon rupture[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2010, 18(8): 503-510.
- [14] 杨晓雨, 袁心仪, 柴东博, 等. 肌骨超声在常见肌肉骨骼疾病康复治疗中的应用进展[J]. *转化医学杂志*, 2021, 10(5): 335-338.
YANG XY, YUAN XY, CHAI DB, et al. Review literature on the application of musculoskeletal ultrasonography in the treatment of musculoskeletal diseases[J]. *Zhuan Hua Yi Xue Za Zhi*, 2021, 10(5): 335-338. Chinese.
- [15] Liu W, Zhuang H, Shao D, et al. High-frequency color doppler ultrasound in diagnosis, treatment, and rehabilitation of achilles tendon injury[J]. *Med Sci Monit*, 2017, 23: 5752-5759.
- [16] van Maele M, Misselyn D, Metsemakers WJ, et al. Is open acute Achilles tendon rupture repair still justified? A single center experience and critical appraisal of the literature[J]. *Injury*, 2018, 49(10): 1947-1952.
- [17] Ochen Y, Beks RB, van Heijl M, et al. Operative treatment versus nonoperative treatment of Achilles tendon ruptures: systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ*, 2019, 364: k5120.
- [18] Yang B, Liu Y, Kan S, et al. Outcomes and complications of percutaneous versus open repair of acute Achilles tendon rupture: A meta-analysis[J]. *Int J Surg*, 2017, 40: 178-186.
- [19] 郑加法, 于鹤, 宋秀锋. 腓肠肌腱膜松解联合跟腱断端瘢痕组织缝合治疗陈旧性跟腱断裂[J]. *中国骨伤*, 2022, 35(1): 15-19.

- ZHENG JF, YU H, SONG XF. Release of gastrocnemius aponeurosis and suture of the Achilles tendon end scar tissue managing the chronic Achilles tendon rupture[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2022, 35(1):15-19. Chinese with abstract in English.
- [20] 马继海, 万春友, 张涛, 等. 在张力-应力法则指导下应用 Taylor 空间支架治疗创伤性足下垂 1 例[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(7): 627-630.
- MA JH, WAN CY, ZHANG T, et al. Treatment of a case of traumatic foot drop with Taylor spatial frame under the guidance of tension/stress rule[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2020, 33(7): 627-630. Chinese.
- [21] Lin YJ, Duan XJ, Yang L. V-Y tendon plasty for reconstruction of chronic achilles tendon rupture: A medium-term and long-term follow-up[J]. *Orthop Surg*, 2019, 11(1): 109-116.
- [22] 祁义民, 杨蓊勃, 蒋纯志, 等. 改良跟腱内侧 J 型切口结合阔筋膜移植修复 Kuwada II 和 III 型跟腱缺损[J]. *中国骨伤*, 2022, 35(1): 11-14.
- QI YM, YANG WB, JIANG CZ, et al. Repair of Kuwada II and III Achilles tendon defects through modified medial J-shaped approach with autologous fascia lata transplantation[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2022, 35(1): 11-14. Chinese with abstract in English.
- [23] Costa ML, Kay D, Donell ST. Gait abnormalities following rupture of the tendo Achillis: a pedobarographic assessment[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2005, 87(8): 1085-1088.
- [24] Healy B, Beasley R, Weatherall M. Venous thromboembolism following prolonged cast immobilisation for injury to the tendo Achillis[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2010, 92(5): 646-650.
- [25] Shamrock AG, Varacallo M. Achilles Tendon Rupture. [Updated 2021 Aug 9]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430844/>
- [26] Westin O, Svensson M, Nilsson Helander K, et al. Cost-effectiveness analysis of surgical versus non-surgical management of acute Achilles tendon ruptures[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(10): 3074-3082.
- [27] Kanchanatawan W, Densiri-Aksorn W, Maneesrisajja T, et al. Hybrid Achilles tendon repair[J]. *Arthrosc Tech*, 2018, 7(6): e639-e644.
- [28] Svedman S, Edman G, Ackermann PW. Deep venous thrombosis after Achilles tendon rupture is associated with poor patient-reported outcome[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28(10): 3309-3317.
- [29] Abdul Alim M, Domeij-Arverud E, Nilsson G, et al. Achilles tendon rupture healing is enhanced by intermittent pneumatic compression upregulating collagen type I synthesis[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(7): 2021-2029.
- [30] Aufwerber S, Edman G, Grvare Silbernagel K, et al. Changes in tendon elongation and muscle atrophy over time after Achilles tendon rupture repair: A prospective cohort study on the effects of early functional mobilization[J]. *Am J Sports Med*, 2020, 48(13): 3296-3305.
- [31] 徐海林. 急性跟腱断裂治疗的相关热点问题[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(8): 683-685.
- XU HL. Some hot issues on treatment for acute Achilles tendon rupture[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32(8): 683-685. Chinese with abstract in English.
- [32] 杨广钢, 潘永雄, 李中万, 等. 跟腱断裂术后即刻功能锻炼的临床研究[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(8): 692-695.
- YANG GG, PAN YX, LI ZW, et al. Clinical investigate of functional exercise immediate after operation for Achilles tendon rupture[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32(8): 692-695. Chinese with abstract in English.
- [33] 郑鑫, 陈滔, 黄杨, 等. 超声引导下小切口横穿联合交叉固定技术治疗急性闭合性跟腱断裂[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(8): 712-716.
- ZHENG X, CHEN T, HUANG Y, et al. Ultrasound-guided minimal traverse-cross technique repair for acute closed Achilles tendon ruptures[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32(8): 712-716. Chinese with abstract in English.
- [34] 冒海军, 许光跃. 腓肠肌腱膜瓣翻转联合阔筋膜移植治疗跟腱再断裂[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(8): 717-720.
- MAO HJ, XU GY. Turning over rough surface of aponeurosis of gastrocnemius with fascia lata graft for Achilles tendon rerupture[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32(8): 717-720. Chinese with abstract in English.
- [35] 施建东, 金晶, 李玢, 等. 带线锚钉联合 V-Y 腱成形术治疗陈旧性跟腱断裂[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(8): 727-730.
- SHI JD, JIN J, LI B, et al. Clinical effects of suture anchor with V-Y tenoplasty in treating old Achilles tendon rupture[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32(8): 727-730. Chinese with abstract in English.
- [36] 王成林, 曹开学, 杨俊忠. 采用束间缝合治疗急性跟腱断裂的疗效观察[J]. *中国骨伤*, 2018, 31(2): 183-185.
- WANG CL, CAO KX, YANG JZ. Clinical therapeutic effect of a new bundle-to-bundle suturing method for acute Achilles tendon rupture[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2018, 31(2): 183-185. Chinese with abstract in English.

(收稿日期: 2022-01-20 本文编辑: 王玉蔓)