

- [14] QI H Z, JI X R, CUI Y L, et al. Comparison of channel-assisted minimally invasive repair and 3 common Achilles tendon restoration techniques[J]. *Exp Ther Med*, 2019, 17(2): 1426-1434.
- [15] 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.
- [16] NILSSON-HELANDER K, THURIN A, KARLSSON J, et al. High incidence of deep venous thrombosis after Achilles tendon rupture: a prospective study[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2009, 17(10): 1234-1238.
- [17] TRICKETT R W, HODGSON P, LYONS K, et al. Effect of knee position on gap size following acute Achilles rupture[J]. *Foot Ankle Int*, 2011, 32(1): 1-4.
- [18] WRAY W H 3rd, REGAN C, PATEL S, et al. Positional effects of the knee and ankle on the ends of acute Achilles tendon ruptures [J]. *Foot Ankle Spec*, 2009, 2(5): 214-218.
- [19] 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]. *China J Orthop Traumatol*, 2019, 32(8): 712-716. Chinese.
- [20] 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 H L. Some hot issues on treatment for acute Achilles tendon rupture [J]. *China J Orthop Traumatol*, 2019, 32(8): 683-685. Chinese.

(收稿日期: 2022-03-21 本文编辑: 连智华)

• 病例报告 •

膜诱导技术治疗儿童跟腱缺损 1 例

蓝声远, 卢耀开, 蓝玮, 吴强初, 符毅, 朱渊
(钦州市第一人民医院创伤骨科手外科, 广西 钦州 535000)

关键词 膜诱导技术; 跟腱缺损; 儿童

中图分类号: R686

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.02.006

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Treatment of Achilles tendon defect in children using the induced membrane technique: a case report

LAN Sheng-yuan, LU Yao-kai, LAN Wei, WU Qiang-chu, FU Yi, ZHU Yuan (Department of Traumatic Orthopedics and Hand Surgery, Qinzhou First People's Hospital, Qinzhou 535000, Guangxi, China)

KEYWORDS Induced membrane technique; Achilles tendon defect; Children

患儿, 9 岁 4 个月, 于 2018 年 6 月 7 日因摩托车车轮绞伤致右足跟疼痛、渗血 3 h 急诊入院(图 1a)。专科查体: 右足跟肿胀, 可见大小约 8 cm×5 cm 创面, 泥沙污染, 软组织挫伤, 部分缺损, 跟腱离断, 近端回缩, 远端断面呈马尾状, 约 1/4 跟腱止点撕脱骨折, 跟骨结节处部分骨质缺损, 跖屈肌腱完全离断(图 1b)。右踝关节 CT 检查提示: 右跟骨结节及周围骨质呈片状骨缺损, 周围软组织连续性中断、肿胀, 局部见积气。入院后立即于急诊全身麻醉下行右足跟清创, 跟腱跖屈肌腱修复, 封闭式负压引流(vacuum sealing drainage, VSD), 石膏托外固定术治疗。术后患者反复出现高热, 精神状态差, 右足跟周围皮温高, 考虑伤口感染、脓毒血症, 予升级抗生素抗感染、

拆除封闭式负压引流装置及右足跟开放引流、换药等处置, 经治疗后患者体温逐渐下降至正常。于 2018 年 6 月 15 日再次手术, 术中见右足跟软组织缺损, 跟腱缝合口及周围长节段跟腱液化、坏死, 原跟腱止点撕脱骨折坏死, 清创后跟腱缺损约 9 cm, 保留跟腱止点约 1 cm(图 1c), 再次行 VSD。术后患者无发热, 引流装置引流液干净, 术后第 7 天予拆除引流装置, 见创面新鲜, 无异常分泌物。考虑到患者此前右足跟感染重, 拟行皮瓣闭合右足跟创面, 创面内放置抗生素骨水泥, 待感染控制后再行 II 期跟腱重建手术。于 2018 年 6 月 27 日行右小腿腓肠神经营养血管皮瓣转位修复右足跟创面, 同时将塑形的抗生素骨水泥(按此前细菌培养及药敏结果使用庆大霉素抗生素骨水泥)连接在跟腱缺损区(图 1d), 以 3-0 抗菌微乔线缝合固定(图 1e)。右足跖屈位石膏固定, 术后皮瓣存活, 伤口愈合后出院。患者右足跖

通讯作者: 吴强初 E-mail: gxqzwuqiangchu@163.com

Corresponding author: WU Qiang-chu E-mail: gxqzwuqiangchu@163.com

屈位石膏固定 4 周后下地行走，下地行走 2 周后发现右足跟区渗液，抗生素骨水泥近端移位、外露，考虑缝线吸收，导致抗生素骨水泥松动。于 2018 年 8 月 24 日行抗生素骨水泥取出术，同时术中探查发现原跟腱缺损区跟腱再生，可见到和正常跟腱组织类似的腱性结构，长宽及厚度与置入的抗生素骨水泥相近，与抗生素骨水泥接触面光滑，表面与皮瓣粘

连(图 1f)。术中予松解再生的跟腱，牵拉跟腱及被动屈伸踝关节，见再生跟腱强度良好，但跟腱延长，张力减小，术中切断再生跟腱，根据健侧踝关节休息位调整张力，短缩重叠缝合，切取部分再生跟腱组织送病理检查。病理结果提示：胶原纤维变性增生，局部见神经纤维及异物巨细胞增生。术后右足跖屈位石膏固定 4 周，逐渐加强功能锻炼，术后 3 个月行走正



图 1 患儿,男,9 岁 4 个月,右侧跟腱部轮辐损伤 **1a**. 右侧足跟部轮辐损伤 **1b**. 急诊清创探查见右侧足跟部开放性损伤,跟腱离断,跟腱止点处撕脱骨折、骨缺损 **1c**. 因第 1 次清创术后发生感染,导致跟腱以及足跟区软组织缺损,其中跟腱缺损长度约 9 cm **1d**. 跟腱缺损区域填充抗生素骨水泥 **1e**. 利用右小腿腓肠神经营养血管皮瓣闭合创面 **1f**. 去除抗生素骨水泥,发现跟腱再生 **1g**. 术后 3 个月,跟腱功能恢复良好 **1h**. 术后 3 个月,提踵试验阳性 **1i**. 术后 7 个月,MRI 示跟腱连续性恢复 **1j,1k**. 术后 3 年,跟腱功能恢复良好 **1l**. 术后 3 年,提踵试验阴性

Fig.1 A 9 years and 4 months-old male patient sustained a spoke injury on the right heel **1a**. Spoke injury on right heel **1b**. Open heel injury identified at the time of presentation;complete section of Achilles tendon, avulsion fracture and bone defect at the insertion point of Achilles tendon **1c**. Wound infection and soft tissue defects on the right heel after debridement,in which the size of Achilles tendon defect was 9 cm in length **1d**. Antibiotic cement for the coverage of the Achilles tendon defect area **1e**. Sural nerve nutrient vessel flap was used for wound coverage **1f**. After removal of the antibiotic cement,regenerated Achilles tendon was observed **1g**. Three months postoperatively, the function of Achilles tendon recovered well **1h**. Three months post-operatively, the heel raise test of the affected side was positive **1i**. Seven months postoperatively, MRI showed that continuity of Achilles tendon was restored **1j,1k**. Three years postoperatively, the function of Achilles tendon recovered well **1l**. Three years post-operatively, the heel raise test of the affected side was negative

常,右足跖屈力量接近正常,跟腱滑动良好(图 1g),提踵试验阳性(图 1h)。术后 7 个月 MRI 示跟腱连续性恢复(图 1i),步态接近正常。远期随访,术后 3 年患者行走步态已正常,跟腱功能良好(图 1j),右足跖屈力量恢复(图 1k),提踵试验阴性(图 1l)。

讨论

在中国广大地区,特别是在西部地区和其他经济相对落后的地区,电动车、摩托车仍是最常用的交通工具,由于缺乏保护措施,儿童足后跟轮辐损伤并不少见,因儿童软组织菲薄,车轮转速快,常合并足跟区软组织缺损、跟腱离断,同时由于术前对初始损伤、污染程度估计不足,术中清创不彻底、过早闭合创面等治疗决策失误,可导致跟腱开放性离断演变成感染,跟腱及软组织缺损,特别是跟腱长节段缺损,治疗非常棘手^[1]。

跟腱缺损的治疗方式。跟腱缺损常伴有跟腱区软组织的缺损,对跟腱及足跟区软组织缺损的治疗,国内常见的治疗方式是在感染控制后对跟腱进行 II 期重建,例如采用股前外侧皮瓣联合阔筋膜移植重建修复缺损跟腱^[2],治疗上的主要关注点是皮瓣和移植物种的选择。国外学者治疗的关注在跟腱离断、缺损后的自我再生,有学者在动物模型上通过生物学的方法治疗跟腱缺损,HERBST 等^[3]通过碱性成纤维细胞生长因子(basic fibroblast growth factor, bFGF) cmRNA 治疗大鼠的跟腱缺损。KRAUS 等^[4]通过干细胞和 bFGF 治疗大鼠的跟腱缺损,均取得较好的治疗效果。不过目前尚无将生物诱导技术应用于跟腱及足跟区软组织缺损临床治疗的相关报道。

膜诱导技术治疗跟腱缺损的思路。Masquetlet 膜诱导技术是 I 期彻底清创,清除坏死及感染组织,用抗生素骨水泥填充骨缺损,诱导生物膜形成,II 期去除骨水泥植骨。该技术治疗感染性骨不连及抗生素骨水泥在软组织感染中的应用被较多报道^[5-6],受此启发,笔者尝试应用膜诱导技术联合腓肠神经营养血管皮瓣治疗儿童足后跟轮辐损伤后感染、跟腱长节段缺损及足跟区软组织缺损,术后足跟区创面闭合,在术后 8 周去除抗生素骨水泥时发现跟腱缺损区跟腱再生,术后 3 个月,患儿跟腱功能恢复满意。笔者认为本例跟腱再生可能的原因有:(1)儿童具有较强再生潜能。(2)腓肠神经营养皮瓣带有深筋膜组织,为跟腱再生提供组织材料、细胞来源、丰富血供

等。(3)塑形的抗生素骨水泥可提供支架及空间,防止塌陷,产生的诱导膜类似腱膜,可能有组织分化能力。(4)早期功能锻炼对跟腱有牵拉等刺激,力学作用可能促进胶原纤维增生及分化。(5)抗生素缓慢释放,局部区域抗生素浓度高,有效控制甚至消除感染。该患者术后 3 年患肢功能接近正常。目前还未能明确是否其他患者采用同样技术可得到类似结果,未来笔者打算通过动物模型复制同类型病例,验证该治疗方式的可行性,如能通过抗生素骨水泥或其他置入物的诱导,跟腱能再生,那将会大大简化手术过程。

参考文献

- [1] 何晓清,朱跃良,徐永清,等. 儿童足后跟 III 级轮辐伤后跟腱重建中蒂带皮瓣选择[J]. 中华创伤杂志, 2016, 32(5): 434-439. HE X Q, ZHU Y L, XU Y Q, et al. Selection of pedicled flaps in Achilles tendon reconstruction for grade III spoke heel injuries in children[J]. Chin J Orthop Trauma, 2016, 32(5): 434-439. Chinese.
- [2] 赵鹏,刘晓春,牟勇,等. 股前外侧皮瓣联合阔筋膜移植修复大段跟腱及皮肤缺损[J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34(12): 1585-1589. ZHAO P, LIU X C, MOU Y, et al. Anterolateral femoral flap combined with Fascia lata grafting for repair large Achilles tendon and skin defects[J]. Chin J Reparative Reconstr Surg, 2020, 34(12): 1585-1589. Chinese.
- [3] HERBST E, IMHOFF F B, FOEHR P, et al. Chemically modified messenger RNA: modified RNA application for treatment of Achilles tendon defects[J]. Tissue Eng Part A, 2019, 25(1/2): 113-120.
- [4] KRAUS T M, IMHOFF F B, REINERT J, et al. Stem cells and bFGF in tendon healing: effects of lentiviral gene transfer and long-term follow-up in a rat Achilles tendon defect model[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2016, 17: 148.
- [5] 肖坚,毛兆光,朱慧华,等. 抗生素骨水泥联合外固定支架在下肢开放性骨折骨缺损中的早期应用[J]. 中国骨伤, 2017, 30(3): 270-273. XIAO J, MAO Z G, ZHU H H, et al. Early application of the antibiotic laden bone cement (ALBC) combined with the external fixation support in treating the open fractures of lower limbs complicated with bone defect[J]. China J Orthop Traumatol, 2017, 30(3): 270-273. Chinese.
- [6] 谭斌,王振林,李登博,等. 抗生素骨水泥封闭创面诱导膜植皮修复肌腱外露创面[J]. 中国骨伤, 2020, 33(6): 564-566. TAN B, WANG Z L, LI D B, et al. Application of membrane induced by antibiotic-loaded bone cement in skin grafting for tendon exposed wound healing[J]. China J Orthop Traumatol, 2020, 33(6): 564-566. Chinese.

(收稿日期: 2022-03-03 本文编辑: 朱嘉)