

· 临床研究 ·

残留腓骨长肌腱再生的 MRI 观察[△]

刘金龙, 朱建强, 徐彤彤, 孙刚和, 刘相成*

(中国人民解放军陆军第八十集团军医院, 山东潍坊 261042)

摘要: [目的] 通过观察磁共振图像以分析残留腓骨长肌腱的再生能力。[方法] 选取 19 位取前侧半腓骨长肌腱进行韧带重建的患者, 于术前、术后次日、术后 1、3 个月、1、2 年定期行磁共振检查, 获取其磁共振影像资料, 将获得的 Dicom 格式图像导入 RadiAnt DICOM Viewer 软件, 利用该软件定位取腱点, 获得取腱点远近端各 2 cm 处轴位图像, 测量腓骨长肌腱横截面积, 同术前同一水平腓骨长肌腱横截面积相比较, 分析其再生情况。[结果] 术后残留腓骨长肌腱连续性良好, 未发生断裂。术后 3 个月时取腱点近端残留肌腱再生迅速, 可达术后 85% 左右, 远端处肌腱也可见增粗。术后 1 年时取腱点远近端均增粗明显, 超过术前水平, 术后 2 年时基本恢复到术前水平。[结论] 残留腓骨长肌腱具有较强的再生能力, 纵向前侧半腓骨长肌腱适合作为腱性移植植物。

关键词: 腓骨长肌腱, 肌腱再生, 磁共振图像, 横截面积

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 24-2293-04

MRI observation on regeneration of residual peroneus longus tendon // LIU Jin-long, ZHU Jian-qiang, XU Tong-tong, SUN Gang-he, LIU Xiang-cheng. The 80th Group Army Hospital of PLA, Weifang 261042, China

Abstract: [Objective] To observe regenerative capacity of the residual peroneus longus tendon secondary to anterior half tendon harvested by magnetic resonance image. [Methods] A total of 19 patients had anterior half peroneus longus tendon harvested for single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. Magnetic resonance examinations were performed regularly before operation, the next day after operation, 1 month, 3 months, 1 year and 2 years after operation to obtain their magnetic resonance imaging data. The Dicom format images obtained were imported into RadiAnt DICOM Viewer software, and the tendon points were located using the software to obtain axial images at 2cm to the distal and proximal ends of the tendon harvested, and the cross-sectional area of the peroneus longus tendon was measured. Compared with the cross-sectional area of peroneus longus tendon at the same level before operation, its regeneration was analyzed. [Results] All the patients remained good continuity of the residual peroneus longus tendon without rupture on MRIs. At 3 months after operation, the residual ligament harvested at the proximal end regenerated rapidly, up to 85% of the original cross sectional area, while which at the distal end was also thickened. At 1 year after operation, the proximal and distal ends of the tendon harvested were thickened significantly, exceeding the preoperative level, and basically recovered to the preoperative level at 2 years after operation. [Conclusion] The residual peroneus longus tendon has a strong regenerative capacity, therefor the anterior half of the tendon is suitable tendon autograft for clinical needs.

Key words: peroneal long tendon, tendon regeneration, magnetic resonance image, cross sectional area

膝关节交叉韧带损伤是运动损伤中最常见的损伤, 目前多采用关节镜下自体肌腱移植进行交叉韧带重建^[1]。与腓绳肌腱移植相比, 腓骨长肌腱(peroneus longus tendon, PLT) 位置表浅, 取腱操作较为简便, 神经损伤、肌肉萎缩等取腱并发症相对较少^[2], 但 PLT 是维持足弓结构稳定及踝关节外翻跖屈活动的重要组成部分, 为最大限度地减少对上述结构的影

响, 目前多取前侧半腓骨长肌腱(anterior-half peroneal long tendon, AHPLT) 进行交叉韧带重建, 虽然诸多报道均显示 AHPLT 移植后对踝关节功能无明显影响^[3, 4], 但上述报道随访期短, 并缺乏客观影像资料证实肌腱再生情况, 不足以支撑对足弓及踝关节远期无影响的结论。本研究采用磁共振图像(magnetic resonance image, MRI) 随访, 观察残留腓骨长肌腱

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.24.19

△基金项目: 潍坊市科技局 2020 年科技发展计划项目(编号: 2020YX095)

作者简介: 刘金龙, 主治医师, 医学硕士, 研究方向: 关节外科及运动医学, (电话) 15610288090, (电子信箱) wfmcjl@163.com

* 通信作者: 刘相成, (电话) 18605360086, (电子信箱) liuxiangcheng@163.com

(residual peroneal long tendon, RPLT) 的再生情况, 证实其再生能力。

1 临床资料

1.1 一般资料

2019年1月—2020年5月本科室采用 AHPLT 移植物部分重建前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 19例。其中, 男11例, 女8例, 年龄25~45岁, 运动损伤7例, 不慎扭伤5例, 车祸外伤7例, 上述患者均排除糖尿病、开放性损伤、合并骨折及神经损伤。本研究获医院伦理委员会批准, 所有患者知情同意。

1.2 手术方法

采用全身麻醉, 仰卧位, 消毒铺单, 气囊止血带充气至40 kPa。行关节镜检查确认韧带损伤后于同侧肢体外踝近端2 cm, 紧贴腓骨后缘处纵行切开长约2 cm手术切口, 分离皮下筋膜组织可见 PLT (图1a), 分离 PLT 后用弯钳将其挑起, 使肌腱扁平化, 于肌腱中心处给予纵向分离, 弯钳挑起, 牵拉肌腱同时给予踝关节外翻, 于切口远端处切断前侧半 (图1b), 保证断端回缩后位于切口远端。肌腱部分游离后, 应用取腱器沿肌腱走行潜行剥离, 完成 AHPLT 的切取, 并将其从中折成2~3股, 保证肌腱束直径 ≥ 6 mm, 缝合后放入庆大霉素盐水纱布中包裹备用, 给予取腱处缝合皮肤。镜下常规技术采用 AHPLT 移植物部分重建 ACL。

术后清醒后开始踝泵功能锻炼, 术后1周膝关节佩戴活动支具开始下地活动。

1.3 影像学检查测量方法

患者于术前, 术后次日, 术后1、3个月, 1年及2年定期复查, 行手术侧小腿中下段磁共振检查。冠状位扫描时扫描平面平行于 PLT 走行, 获取 DICOM 格式影像学资料。将获取图像导入 RadiAnt DICOM Viewer 软件中, 在冠状位图像中寻找 PLT, 外踝近端韧带部分截断处即为取腱点。在术后随访图像中观察 RPLT 的连续性及周边炎症反应情况 (图1c, 1d), 在术后随访图像中定位取腱起始点距离腓骨尖长度, 作为后期随访图像中测量基准点, 利用冠状位图像基准点定位需测量的轴状位图像 (基准点远近端2 cm处图像), 在轴状位图像中定位 PLT, 并注意区分腓骨短肌腱, 防止混淆。利用 RadiAnt DICOM Viewer 软件中边缘锐化指令将 PLT 边缘进一步明确后, 利用软件多边形面积测量指令测量 PLT 的横截

面积 (图1e, 1f), 并将术后不同时期 PLT 横截面积除以术前相同位置肌腱横截面积, 获得百分比。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行数据处理。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料符合正态分布, 不同时间点间比较采用单因素方差分析, 两两比较采用 LSD 法。 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

所有患者均顺利完成手术, AHPLT 均完整取出, 术后手术切口愈合良好, 仅1例术后局部形成囊肿, 给予挤压后囊肿未再复发, 其余术后切口愈合良好, 小腿肿胀情况术后1周内均明显好转, 术后下地活动良好, 未感觉取腱处疼痛及踝关节不适, 无神经损伤症状。

2.2 影像评估

通过对 MRI 观察术后 RPLT 均保持良好的连续性, 未发生断裂。术后近端各个时期横截面积变化明显 ($P < 0.001$), 在1年以内呈明显增长趋势, 在术后1年时横截面积超过术前, 术后2年左右横截面积恢复到术前水平。手术没有截取远端肌腱, 但术后远端横截面积并非一成不变, 术后横截面积相应减小, 伴随近端横截面积的变化, 远端横截面积也呈现相应变化的趋势, 在术后3个月时横截面积即超过术前水平, 术后1年后远近端横截面积同术前比值接近相同, 详细数据见表1。

表1 19例患者 MRI 测量结果 (% , $\bar{x} \pm s$) 与比较

时间点	近端横截面积	远端横截面积
术后次日	40.76 \pm 4.52	80.21 \pm 2.38
术后1个月	60.23 \pm 5.12	90.05 \pm 3.43
术后3个月	85.13 \pm 5.78	110.11 \pm 2.46
术后1年	121.23 \pm 3.93	123.22 \pm 2.58
术后2年	98.31 \pm 2.32	98.24 \pm 1.25
P值	<0.001	<0.001

3 讨论

关节镜下肌腱移植是目前治疗交叉韧带损伤最常用的方式, 在诸多移植物中以腓绳肌腱最为常用^[1], 但腓绳肌腱切取会造成大腿屈膝力量减弱, 股四头肌-腓绳肌失衡导致膝关节动力不稳定以及隐神经损伤造成小腿感觉缺失等并发症^[5], 同时取腱切口靠近

膝关节，术后创口疼痛，感染等因素会影响膝关节术后康复。腓绳肌腱虽然目前证实具有一定的再生能力，但再生速度慢^[6]，不能满足临床需求。PLT 位置表浅，切取方便，并且取腱区域远离膝关节，对膝关节功能康复影响小，伴随关节镜下交叉韧带全内重建技术的发展，AHPLT 给予 3、4 股对折后能够完全满足韧带重建所需长度及强度。PLT 的血运主要由腓动

脉通过穿支血管由肌腱后外侧进入肌腱周围筋膜^[7, 8]，取 AHPLT 能够有效保留进入 RPLT 的血运，为其再生提供良好的营养支持，而且 RPLT 不仅能够提供稳定踝关节及足弓的力量，而且具有良好的连续性及张力，作为优良的组织工程支架，可以诱导肌腱再生，促进肌腱力量的恢复^[9, 10]。因此 AHPLT 移植非常适合临床需求。

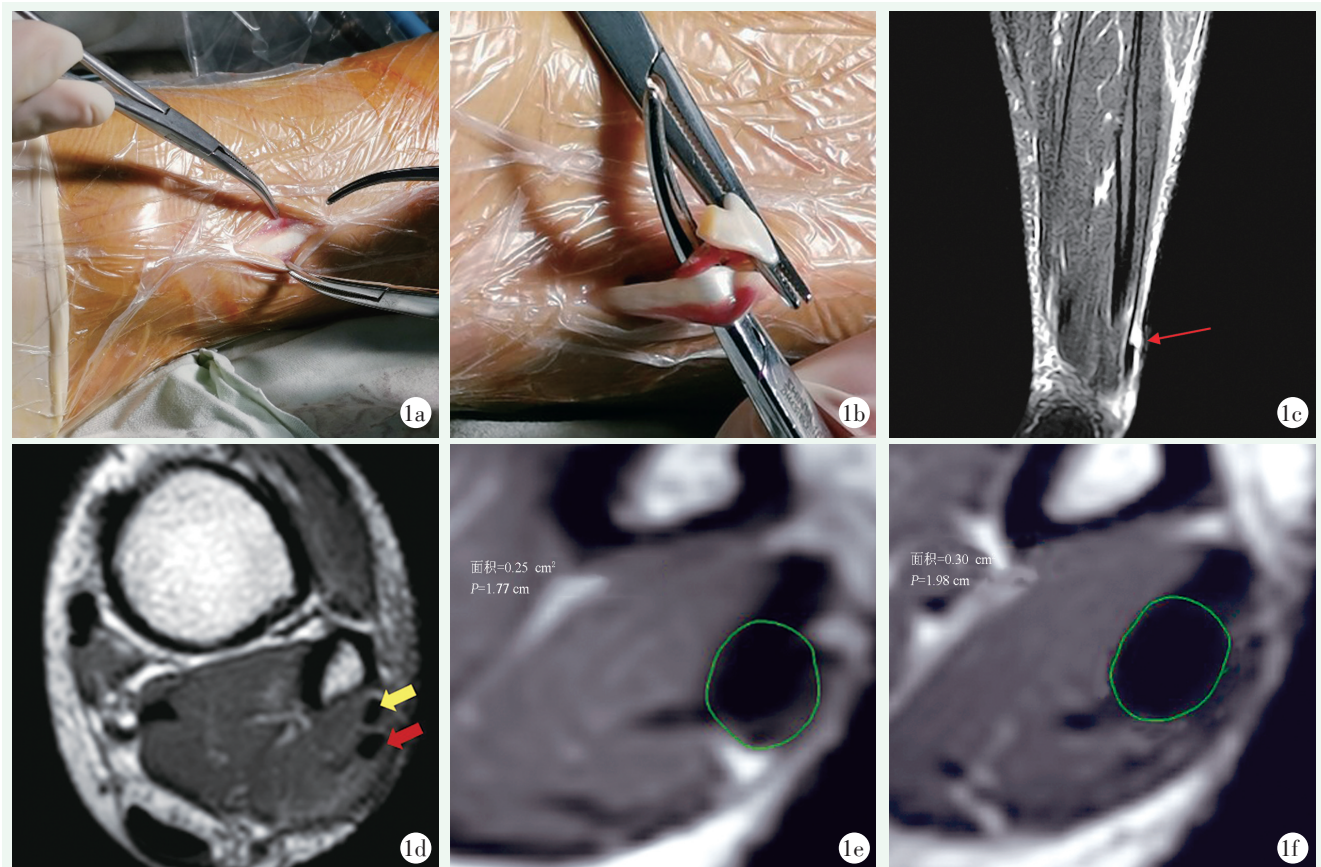


图 1，患者，男，27 岁 1a: 可见术中切开皮肤及皮下组织后 PLT 清晰可见 1b: 将 PLT 从中间分开，游离头切断后前侧半腓骨肌腱同保留肌腱对比，可见二者宽度基本相同 1c: 术后 1 d 小腿磁共振冠状位图像，图中红色箭头所指处即为取腱处，此处远近端肌腱粗细差异明显 1d: 取腱点近端标记水平磁共振轴位图像，红色箭头所指为保留 PLT，黄色箭头所指为腓骨短肌腱 1e: 取腱点近端标记水平术前轴位放大 8 倍后图像，绿色线条所围区域即为 PLT，测量面积为 0.25 cm² 1f: 取腱点近端标记水平术后 1 年轴位放大 8 倍图像，绿色线条所围区域即为 PLT，测量面积为 0.30 cm²

肌腱部分切除后必然伴随其力量减弱甚至断裂的风险，进而影响足弓的稳定及踝关节的功能。尽管诸多研究表明 PLT 移植后对足弓及踝关节功能无影响，但 Anghong 等^[11]报道了 16.7% 的 PLT 取腱术会引发踝关节前方不稳定，因此只有证实肌腱能够在短时间内进行再生，才能有充分依据证实肌腱切取对踝关节及足弓的功能影响最小。本研究中通过对术后影像学检查分析可知术后残留肌腱连续性良好，未发生断裂，残留近端肌腱术后 1 个月横截面积即恢复到术前 60% 左右，术后 3 个月时肌腱近端横截面积已恢

复到术前 85% 左右，术后 1 年时近端横截面积超过术前水平，这说明残留肌腱具有很强的再生能力，完全有能力维持踝关节的功能及足弓的稳定。同时分析发现肌腱再生不仅在近端发生，同时也伴随有远端的再生，术后短时间内远端横截面积相应减小，但远端横截面积在术后 3 个月时即超越术前水平。术后 2 年时远近端肌腱横截面积恢复到术前水平，说明残留肌腱再生过程中伴随类似骨折愈合过程中的骨性愈合及重塑过程，需依据残留肌腱的机械载荷和运动调整肌腱纤维的强度及走行^[12]。

本研究通过对 RPLT 的 MRI 随访分析证实 RPLT 具有很强的再生能力,能够有效维持足弓结构稳定及踝关节外翻跖屈活动,为取 AHPLT 移植提供了有力的依据,但图像仅能反映肌腱的再生程度,不能体现再生肌腱的质量和性能以及再生顺序,需要在后续工作中进一步改进图像采集方式及应用更加先进的图像分析方法来解决上述问题。

参考文献

- [1] 崔巍, 曲颖, 李佳南, 等. 前交叉韧带重建四股腓绳肌腱移植物的测量 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (16): 1497-1499.
- [2] Zhao JZ, Huangfu XQ. The biomechanical and clinical application of using the anterior half of the peroneus longus tendon as an autograft source [J]. Am J Sports Med, 2012, 40 (3): 662-671;
- [3] Kerimoglu S, Kosucu P, Livaoglu M, et al. Magnetic resonance imagination of the peroneus longus tendon after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy, 2009, 17 (1): 35-39.
- [4] 左立新, 高雁卿, 杨卫兵等. 腓骨长肌腱移植后对足弓的影响 [J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 17 (15): 1198-1199.
- [5] Thomas AC, Wojtys EM, Brandon C, et al. Muscle atrophy contributes to quadriceps weakness after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. J Sci Med Sport, 2016, 19 (1): 7-11.
- [6] 刘义辉, 崔国庆, 刘雯爽, 自体腓绳肌腱重建前后交叉韧带术后肌腱再生的临床研究 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 32 (2): 206-207.
- [7] Petersen W, Bobka T, Stein V, et al. Blood supply of the peroneal tendons: injection and immunohistochemical studies of cadaver tendons [J]. Acta Orthop Scand, 2000, 71 (2): 168-174.
- [8] Dijk P, Madirolas FX, Carrera A, et al. Peroneal tendons well vascularized: results from a cadaveric study [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy, 2016, 24 (4): 1140-1147.
- [9] Choi JY, Ha JK, Kim YW, et al. Relationships among tendon regeneration on MRI, flexor strength, and functional performance after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft [J]. Am J Sports Med, 2012, 40 (1): 152-162.
- [10] Snow BJ, Wilcox JJ, Burks RT, et al. Evaluation of muscle size and fatty infiltration with MRI nine to eleven years following hamstring harvest for ACL reconstruction [J]. J Bone Joint Surg Am, 2012, 94 (14): 1274-1282.
- [11] Anghong C, Chernchujit B, Apivatgaroon A, et al. The anterior cruciate ligament reconstruction with the peroneus longus tendon: a biomechanical and clinical evaluation of the donor ankle morbidity [J]. J Med Assoc Thai, 2015, 98 (6): 555-560.
- [12] Lee HW, Wang CY, Bae TS, et al. Tendon regeneration after partial-thickness peroneus longus tendon harvesting [J]. Am J Sports Med, 2020, 48 (10): 2499-2509.

(收稿:2022-11-07 修回:2022-11-30)

(同行评议专家: 高学建 赵世波 赵晓东)

(本文编辑: 郭秀婷)