

# AHPLT 移植重建 MPFL 术后供区足底压力改变的分析及评价

何云 伊力亚尔·阿不都斯木 续斌 王国胜

(新疆医科大学第六附属医院 创伤骨二科 830002)

**【摘要】**目的 探讨腓骨长肌前半部分肌腱移植重建内侧髌股韧带对供区足底压力改变的影响。方法 选取2021年8月至2023年2月期间，以复发性髌骨脱位诊断收住入院行关节镜下肌腱移植重建MPFL手术的患者，共计60例，其中单纯利用自体AHPLT重建MPFL 30例（AHPLT组），单纯利用ST重建MPFL 30例（ST组）。并分别将两组术前及术后情况，再次分为术前为（A组），术后为（B组）；分别收集性别、年龄、术前足底压力测试、术后平均12月、24月足底压力测试，踝关节功能评测（Kofoed评分）和足功能评测（Maryland评分），并根据评分将踝关节功能和足功能分为优、良、可、差4个等级。结果 两组分别30例患者手术前和手术后12、24个月的Kofoed评分和Maryland评分差异均无统计学意义（均 $P>0.05$ ）；手术前和手术后12、24个月，踝关节功能优良率（100%）及足功能优良率（100%）差异均无统计学意义（均 $P>0.05$ ）；手术前和手术后12、24个月单侧足底压力前足、后足压力占比差异均无统计学意义（均 $P>0.05$ ）；手术前和手术后12、24个月双足平均足底压力前足、后足压力占比差异均无统计学意义（均 $P>0.05$ ）。结论 腓骨长肌前半部分肌腱移植重建内侧髌股韧带对供区足底压力、踝关节和足功能无明显影响。

**【关键词】**腓骨长肌前半部分肌腱；内侧髌股韧带；足底压力

Analysis and evaluation of changes in plantar pressure in the donor area after AHPLT transplantation reconstruction of MPFL

He Yun yiliyaer · Abudusimu xubin Wang Guosheng

( Department of Orthopedics, Sixth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University 830002 )

[Abstract] Objective: To investigate the effect of tendon transplantation of the anterior half of the peroneal longus muscle to reconstruct the medial patellofemoral ligament on changes in plantar pressure in the donor site. Method: From August 2021 to February 2023, a total of 60 patients diagnosed with recurrent patellar dislocation were admitted for arthroscopic tendon transplantation to reconstruct MPFL. Among them, 30 cases were reconstructed with autologous AHPLT alone (AHPLT group) and 30 cases were reconstructed with ST alone (ST group). And the preoperative and postoperative conditions of the two groups were further divided into preoperative group (Group A) and postoperative group (Group B); Collect data on gender, age, preoperative plantar pressure testing, postoperative average plantar pressure testing at 12 and 24 months, ankle joint function evaluation (Kofoed score), and foot function evaluation (Maryland score), and classify ankle joint function and foot function into four levels: excellent, good, fair, and poor based on the scores. There was no statistically significant difference in Kofoed scores and Maryland scores between the two groups of 30 patients before surgery and at 12 and 24 months after surgery (both  $P>0.05$ ); There was no statistically significant difference in the rates of excellent ankle joint function (100%) and excellent foot function (100%) before surgery and at 12 and 24 months after surgery (both  $P>0.05$ ); There was no statistically significant difference in the proportion of unilateral plantar pressure between the forefoot and hindfoot before surgery and at 12 and 24 months after surgery (both  $P>0.05$ ); There was no statistically significant difference in the proportion of average plantar pressure between the forefoot and hindfoot before surgery and at 12 and 24 months after surgery (both  $P>0.05$ ). Conclusion: The transplantation of the anterior half of the peroneal longus muscle tendon for the reconstruction of the medial patellofemoral ligament has no significant effect on the plantar pressure, ankle joint, and foot function in the donor area.

[Key words] Tendon of the anterior half of the peroneal longus muscle; Medial patellofemoral ligament; plantar pressure

临幊上重建移植物主要来源包括自体肌腱、同种异体肌腱和人工韧带等，自体肌腱移植是韧带重建手术中最常用的移植物来源，主要包括胭绳肌、骨-髌腱-骨、跟腱、上肢的掌长肌等，但考虑到取腱处并发症、肌腱质量存在明显个体差异等，部分移植物不能达到临床质量要求<sup>[1-2]</sup>。根据生物力学实验研究，腓骨长肌前半部分肌腱（Anterior Half of the Peroneus Longus Tendon, AHPLT）具有与胭绳肌相近的生物

力学强度，能达到移植肌腱所需长度，且位置表浅，容易取腱，是较好的自体移植物来源<sup>[3]</sup>。目前临幊上关于 AHPLT 重建内侧髌股韧带（medial patellofemoral Ligament, MPFL）治疗复发性髌骨脱位效果明确，但 AHPLT 移植术后对于供区的足底压力及踝关节功能影响研究较少，本研究立足于利用动态足底压力分析方法测试比较 AHPLT 取腱后足底压力的改变，从而评估 AHPLT 取腱后供区影响，为利用 AHPLT

作为重建 MPFL 韧带移植植物的可行性提供客观建议, 现报道如下。

## 1 临床资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2021 年 8 月至 2023 年 2 月期间, 在新疆医科大学第六附属医院运动医学科以复发性髌骨脱位为诊断收住入院, 拟行关节镜下肌腱移植重建 MPFL 手术的患者, 共计 60 例, 其中单纯利用自体 AHPLT 重建 MPFL 30 例 (AHPLT 组), 单纯利用半腱肌 (Semitendinosus, ST) 重建 MPFL 30 例 (ST 组)。其中男 18 例, 女 42 例; 年龄 16~46 岁, 平均 ( $25.2 \pm 7.9$ ) 岁。

入选标准: (1) 结合病史、查体及辅助检查后确诊为复发性髌骨脱位或外伤性髌骨脱位; (2) 无不合并半月板损伤、前后交叉韧带损伤; (3) 无不合并下肢血管神经肌腱损伤; (4) 年龄 18~50 岁; (5) 既往无明确重大运动系统外伤史及膝关节手术史; (6) 既往无足踝关节外伤手术史; (7) 无明显下肢关节畸形、活动受限, 可进行正常日常活动; (8) CT 测量胫骨结节股骨滑车沟距离 (TT-TG<20mm); (9) Insall-Salvati 指数或 Caton-Deschamps 指数<1.2; (10) 排除过度肥胖, 骨骼未完全发育成熟, 先天性足内外翻, 膝内外翻畸形, 偏瘫等神经肌肉系统疾病。排除标准: 明显上述结构异常, 需行胫骨结节移位或旋转截骨手术治疗患者。

术前检查患者均无踝关节疼痛及不稳定, 踝关节活动肌力均正常, 所有手术均由同一组有经验的副主任医师采用同侧 AHPLT 或 ST 移植重建 MPFL。本研究经医院伦理委员会批准 (LFYLLSC20210820-03), 患者均签署了知情同意书。

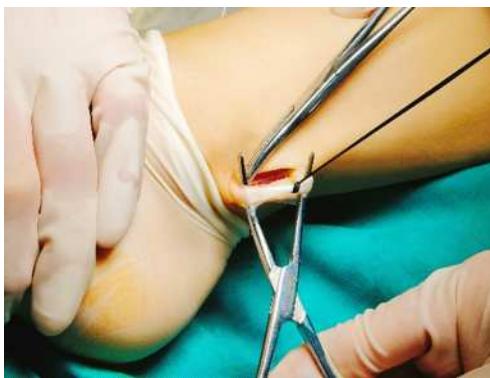


图 1 切取腓骨长肌腱前半部分

### 1.2 手术方法

#### 1.2.1 取腱方法:

AHPLT 组: 腰硬联合麻醉, 仰卧位, 患肢大腿根部上止血带。在外踝上方 2~3 cm 处做长 2 cm 纵行切口, 显露腓

骨长肌腱后, 将肌腱挑起并用尖刀于肌腱中间纵行劈开, 将肌腱前半部分用丝线固定, 于丝线远端适当小心游离并离端, 用取腱器向近端移行, 完整取出腓骨长肌前部分肌腱, 清除多余肌肉组织, 两端编制缝合后测量对折肌腱直径备用。盐水冲洗切口, 逐层缝合切口 (如图 1)。

ST 组: 腰硬联合麻醉, 仰卧位, 患肢大腿根部上止血带。于胫骨结节与胫骨后内侧缘中间纵行切开皮肤及皮下组织, 切口长约 3~4 cm, 显露鹅足肌腱, 小心游离并显露半腱肌肌腱, 丝线固定后予以止点处离端, 用闭口取键器向近端完整取出半腱肌肌腱, 清除多余肌肉组织, 两端编制缝合后测量对折肌腱直径备用, 盐水冲洗切口, 逐层缝合切口。

**1.2.2 MPFL 重建手术:** 关节镜内探查膝关节腔内, 明确关节内损伤, 必要时适当松解外侧髌股支持带, 明确髌骨运动轨迹, 术中透视下定位 MPFL 于股骨内踝处等长点, 打入 2.0 克式针备用; 取髌骨内缘长约 3 cm 切口, 显露髌骨内上缘, 清除骨质表面软组织, 新鲜化骨质表面, 于髌骨中段及上缘 1 cm 处定位, 4.0 钻头打入髌骨制备骨髓道, 将移植肌腱两端分别牵入骨隧道内, 分别拧入 4.5 PEEK 带线锚钉, 固定两端肌腱。于股骨内踝定位克式针处, 切开皮肤及皮下组织, 显露至骨面, 按照肌腱测量直径钻孔, 沿关节囊与股内侧肌间隙建立软组织隧道, 牵引线牵引至股骨隧道内, 一定牵引张力下关节镜观察髌骨运动轨迹, 髌骨运动轨迹恢复, 移植肌腱张力适中, 予以 7 mm 界面挤压螺钉拧入固定移植肌腱。冲洗关节腔及各个切口, 逐层缝合切口。

### 1.3 观察指标及测量方法

#### 1.3.1 测试仪器与设备

本研究采用 amcube UK 公司设计研发的手提式足型测试台 FOOTWORK PRO® 系统进行数据采集及分析。Footwork 足底压力测评系统是一款基于生物力学原理, 轻量化的足底压力测评设备, 系统可以测量静态和动态足底受力状况, 并记录所有用来分析脚步动作的相关数据。

#### 1.3.2 测试程序及数据采集

测试前同患者进行知情同意告知, 明确沟通测试的目的、测试方法及测试要求。让患者对测试有足够的了解, 以配合测试人员获得更为准确的数据。经患者同意后签署知情同意书, 拖鞋袜, 至少 3 次, 仪器记录后由同一技术人员通过筛选较为有代表性的 1 次数据纳入结果分析。系统配套软件 FootScan Software 7.0, 足底压力 Kpa, 前足及后足压力占比数据采集。

**踝关节功能评分 (Kofoed 评分):** 手术前和手术后 12、24 个月, 采用 Kofoed 评分标准对所有患者踝关节功能进行评测, 根据总评分, 将 Kofoed 评分结果分为 4 个等级: 85~

100 分为优；75~84 分良；70~74 分为可；<70 分为差。足功能评分 ( Maryland 评分 )：手术前和手术后 12、24 个月采用 Maryland 评分标准对所有患者足功能进行评测，根据总评分将 Maryland 评分结果分为 4 个等级：90~100 分为优；75~89 分为良；50~74 分为可；<50 分为差。

#### 1.4 统计学分析

采用 SPSS 19.0 软件进行数据分析。计量资料均以  $\bar{x} \pm s$  表示，术前、术后 12 个月、术后 24 个月的计数资料组间比较采用 t 检验； $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 患者术后基本情况所有患者随访 24~36 个月，平均 ( $28.2 \pm 3.2$ ) 个月。随访过程通过查体进行抽屉试验，踝关节外翻、跖屈、背伸肌力均为 V 级。所有患者在术后 24 个

月内均未出现踝关节不稳定症状，也未发现其他并发症。

2.2 手术前后 Kofoed 评分和 Maryland 评分比较 t 检验分析，两组患者术前、术后 12 个月、术后 24 个月的 Kofoed 评分和 Maryland 评分差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。见表 1。

2.3 两组手术前后踝关节功能和足功能优良率比较手术前、手术后 12、24 个月的踝关节功能优良率，两组均分别为 100.0% (30/30)，足功能优良率两组均为 100.0% (30/30)，不同时点的踝关节功能优良率和足功能优良率差异均无统计学意义 (均  $P>0.05$ )。

2.4 手术前后两组 (AHPLT 组、ST 组) 足底压力测试结果，双足平均压力前足、后足压力占比差异无统计学意义 (均  $P>0.05$ )，手术肢体单足足底压力前足、后足压力占比差异无统计学意义 (均  $P>0.05$ )。(见表 3、表 4 及压力测试图 1、图 2)。

表 1 AHPLT 组、ST 组手术前后 Kofoed 评分和 Maryland 评分比较 (分,  $\bar{x} \pm s$ )

	Kofoed 评分			Maryland 评分		
	手术前	术后 12 月	术后 24 月	手术前	术后 12 月	术后 24 月
AHPLT 组	91.96 ± 1.65	91.57 ± 1.94	91.17 ± 1.84	91.73 ± 1.96	91.83 ± 1.72	92.97 ± 2.58
ST 组	92.10 ± 2.23	91.17 ± 1.94	91.57 ± 2.33	91.50 ± 1.94	91.27 ± 2.00	92.03 ± 2.09
t 值	-0.24	0.74	-0.77	0.52	1.54	1.57
P 值	0.812	0.466	0.450	0.605	0.134	0.128

表 2 AHPLT 组、ST 组手术前后 Kofoed 评分和 Maryland 评分等级比较 (例)

	Kofoed 评分			Maryland 评分		
	术前	术后 12 月	术后 24 月	术前	术后 12 月	术后 24 月
AHPLT 组	优	30	30	30	25	27
	良	0	0	0	5	3
	中	0	0	0	0	0
	差	0	0	0	0	0
ST 组	优	30	30	30	25	23
	良	0	0	0	5	7
	中	0	0	0	0	0
	差	0	0	0	0	0

表 3 AHPLT 组、ST 组手术前后患肢单足足底压力前足、后足压力占比 (% ,  $\bar{x} \pm s$ )

	患肢单足压力占比 (前足)			患肢单足压力占比 (后足)		
	术前	术后 12 月	术后 24 月	术前	术后 12 月	术后 24 月
AHPLT 组	22.75 ± 2.55	21.63 ± 3.08	22.42 ± 2.45	27.25 ± 2.91	27.83 ± 4.47	26.94 ± 3.32
ST 组	22.03 ± 2.63	21.44 ± 2.78	21.73 ± 2.00	27.32 ± 3.23	26.31 ± 4.20	25.80 ± 2.44
t 值	1.61	0.26	1.20	-0.10	1.40	1.64
P 值	0.119	0.800	0.241	0.922	0.172	0.112

表4 AHPLT组、ST组手术前后双足平均足底压力前足、后足压力占比(%,  $\bar{x} \pm s$ )

	双足平均压力占比(前足)			双足平均压力占比(后足)		
	术前	术后12月	术后24月	术前	术后12月	术后24月
AHPLT组	44.37 ± 2.40	43.33 ± 1.60	43.67 ± 2.25	55.63 ± 2.40	56.67 ± 1.60	56.33 ± 2.40
ST组	43.80 ± 1.37	43.57 ± 1.50	43.33 ± 1.84	56.20 ± 1.37	56.43 ± 1.50	56.67 ± 1.84
t值	1.22	-0.56	0.54	-1.22	0.56	-0.54
P值	0.234	0.578	0.595	0.234	0.578	0.595

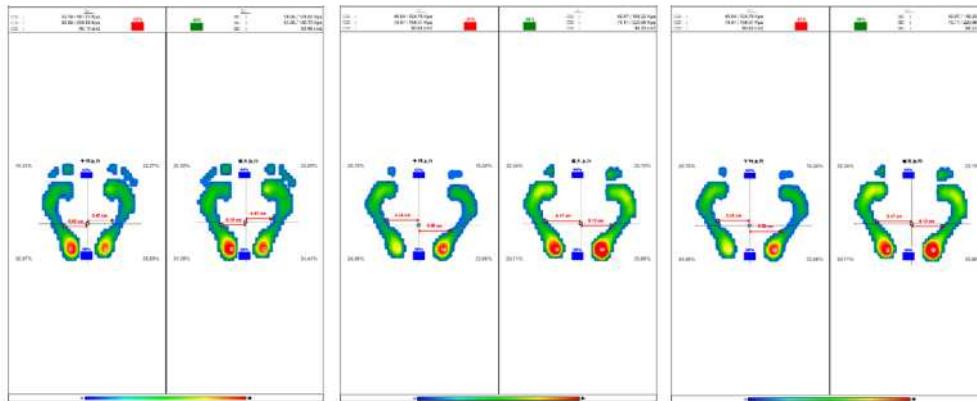


图1 AHPLT重建MPFL患者，术前、术后12月、术后24月足底压力采集图；

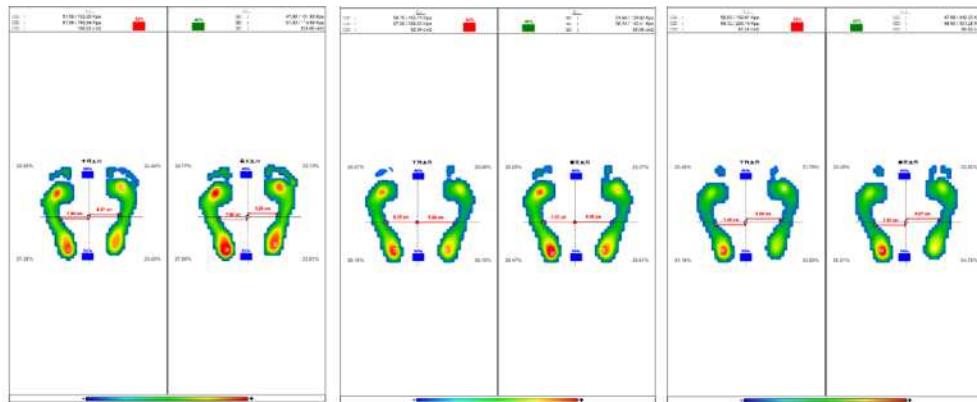


图2 ST重建MPFL患者，术前、术后12月、术后24月足底压力采集图；

### 3 讨论

髌股内侧韧带重建移植物常使用患肢膝关节周围半腱肌肌腱或股薄肌肌腱其中一根肌腱，腘绳肌肌腱是膝关节稳定、膝关节的屈伸活动以及胫骨内外旋转活动的组成部分，切取后对膝关节术后的康复、膝关节的稳定性和下肢功能会产生一定的影响<sup>[4-5]</sup>。而腓骨长肌腱的切取移植相对于膝关节有一定的距离，对于患肢膝关节功能影响较小，且对于移植物标准要求，腓骨长肌腱在解剖学上具有足够的长度，在生物力学上具有很好的强度<sup>[6-7]</sup>，但腓骨长肌腱部分切取后是否对踝关节、足功能以及足底压力有影响目前报道较少。

腓骨长肌起自腓骨头、腓骨中上三分之二的外侧面及深筋膜，止于第一跖骨基底部及第一楔骨远端，参与维持了足横弓及内、外侧纵弓和的生理平衡。内侧足弓骨性支撑主要由第一跖跗关节、楔舟关节、距舟关节提供，外侧足弓的骨

性支撑主要由第五跖跗关节与跟骰关节提供，距下关节发挥着平衡内外足弓高度的重要作用。内侧纵弓的软组织支撑主要靠：跖筋膜、跖长短韧带、距跟骨间韧带、胫后肌腱、三角韧带、弹簧韧带等，踇内收肌、胫后肌对维持足横弓都起着重要的作用，腓骨短肌和小趾外展肌对维持外侧纵弓起着重要的作用<sup>[7-8]</sup>。

Varone BB 等<sup>[9]</sup>的一项前瞻性研究，对 AHPLT 移植物的研究结果显示，在至少 2 年的随访后，术前和术后美国骨科足踝学会评分之间没有显著差异，并且没有严重的不稳定、疼痛和踝部肌肉力量下降。Bi M 等<sup>[10]</sup>在 2 年随访时，半腱肌组和 AHPLT 组在临床结果或膝关节稳定性方面没有显著差异。AHPLT 自体移植物可能是全内固定 ACL 重建的良好替代方案，且具有良好的强度。虽然腓骨长肌不是维持足弓某一部分稳定的单一因素，左立新等<sup>[11]</sup>利用 CT 对 15 例腓骨长肌腱移植重建交叉韧带患者进行了手术前后足内、外侧纵弓

高度和顶角以及横弓的宽度测量,对比研究证实了腓骨长肌腱移植重建交叉韧带患者对于足部横弓的宽度和内、外侧纵弓的高度和顶角无明显改变。

本研究通过 60 例患者手术,30 例半腱肌、30 例 AHPLT 移植重建 MPFL, 并通过术前术后踝关节功能及足底功能评分, 以及足底压力测试分析, 结果显示: 两组不同手术方式, 与手术前相比, 手术后 12、24 个月的 Kofoed 评分和 Maryland 评分、等级、优良率均无明显改变 ( $P>0.05$ ), 提示该 AHPLT

组与 ST 组对患者的踝关节和足部的生理功能影响不大。并通过足底压力测试, 静态分析比较 AHPLT 组与 ST 组两组患者, 术后 12、24 月随访测试, 均无足底压力改变。

总之, 本研究课题, 主要对比研究移植半腱肌以及腓骨长肌腱前半部分来重建内侧髌股韧带, 通过观察踝关节功能、足功能以及足底压力是否有改变, 明确腓骨长肌腱前半部分移植后对踝关节、足功能以及足底压力无明显影响, 在内侧髌股韧带重建时是一个良好的自体肌腱供体。

## 参考文献:

- [1]Dargel J, Schmidt-Wiethoff R, Schneider T, Brüggemann GP, Koebke J. Biomechanical testing of quadriceps tendon-patellar bone grafts: an alternative graft source for press-fit anterior cruciate ligament reconstruction? Arch Orthop Trauma Surg. 2006 May; 126(4): 265–70. doi: 10.1007/s00402-005-0048-7. Epub 2005 Sep 17. PMID: 16172862.
  - [2]Malige A, Baghdadi S, Hast MW, Schmidt EC, Shea KG, Ganley TJ. Biomechanical properties of common graft choices for anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. Clin Biomech (Bristol). 2022 May; 95: 105636. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2022.105636. Epub 2022 Apr 1. PMID: 35428007.
  - [3]Singh H, Agarwal KK, Tyagi S, Bhrambhatt P, Rampurwala A, Unjia R, Agarwal N. A Study of the Functional Outcome of Supplementation of Hamstring Graft With Anterior Half of the Peroneus Longus Tendon in Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Cureus. 2022 Oct 10; 14(10): e30138. doi: 10.7759/cureus.30138. PMID: 36381718; PMCID: PMC9643030.
  - [4]Lin KM, Boyle C, Marom N, Marx RG. Graft Selection in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. Sports Med Arthrosc Rev. 2020 Jun; 28(2): 41–48. doi: 10.1097/JSA.0000000000000265. PMID: 32345925.
  - [5]Pioger C, Gousopoulos L, Hopper GP, Vieira TD, Campos JP, El Helou A, Philippe C, Saithna A, Sonnery-Cottet B. Clinical Outcomes After Combined ACL and Anterolateral Ligament Reconstruction Versus Isolated ACL Reconstruction With Bone-Patellar Tendon-Bone Grafts: A Matched-Pair Analysis of 2018 Patients From the SANTI Study Group. Am J Sports Med. 2022 Nov; 50(13): 3493–3501. doi: 10.1177/03635465221128261. Epub 2022 Oct 18. PMID: 36255278.
  - [6]Bi M, Zhao C, Zhang Q, Cao L, Chen X, Kong M, Bi Q. All-Inside Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using an Anterior Half of the Peroneus Longus Tendon Autograft. Orthop J Sports Med. 2021 Jun 17; 9(6): 2325967121991226. doi: 10.1177/2325967121991226. PMID: 34212065; PMCID: PMC8216365.
  - [7]Olewnik Ł. Fibularis Tertius: Anatomical Study and Review of the Literature. Clin Anat. 2019 Nov; 32(8): 1082–1093. doi: 10.1002/ca.23449. Epub 2019 Aug 27. PMID: 31408221.
  - [8]朱跃良, 徐永清, 丁晶, 等. 足韧带的解剖学研究及其临床意义[J]. 中国临床解剖学杂志, 2008, 26(6): 607–611. DOI: 10.3969/j.issn.1001-165X.2008.06.007.
  - [9]Varone BB, da Silva AGM, Miranda FL, Gobbi RG, Helito CP. Medial Patellofemoral Ligament Reconstruction Using the Anterior Half of the Peroneus Longus Tendon Graft. Video J Sports Med. 2025 Aug 28; 5(4): 26350254251347310. doi: 10.1177/26350254251347310. PMID: 40895500; PMCID: PMC12394841.
  - [10]Bi M, Zhao C, Zhang S, Yao B, Hong Z, Bi Q. All-Inside Single-Bundle Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament with the Anterior Half of the Peroneus Longus Tendon Compared to the Semitendinosus Tendon: A Two-Year Follow-Up Study. J Knee Surg. 2018 Nov; 31(10): 1022–1030. doi: 10.1055/s-0038-1627466. Epub 2018 Feb 8. PMID: 29421837.
  - [11]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, 2009, 17(15): 1198–1199.
- 作者: 何云, 男, 汉族, 主治医师, 创伤骨科专业;
- 通讯作者: 王国胜 主任医师。
- 基金项目: 新疆医科大学第六附属医院自然科学基金 (LFYKYZX2021003)。