

· 临床研究 ·

距舟固定弹簧韧带紧缩矫正成人扁平足[△]

蔡波^{1,2}, 肖凯^{2*}, 谢鸣², 谢佳², 黄若昆², 李天蔚^{1,2}

(1. 江汉大学医学院, 湖北武汉 430000; 2. 武汉市第四医院, 湖北武汉 430000)

摘要: [目的] 探讨成人扁平足矫正术中距舟关节固定弹簧韧带紧缩的临床疗效分析。[方法] 回顾性分析 2018 年 1 月—2021 年 6 月本院收治的 30 例 III 期扁平足患者的临床资料, 均行距舟关节固定联合弹簧韧带紧缩术。评价临床及影像结果。[结果] 患者均顺利完成手术, 无神经、血管损伤等并发症。随访时间平均 (16.7±4.8) 个月, 与术前相比, 术后 12 个月及末次随访时 AOFAS 评分显著增加 [(64.6±3.8), (88.9±2.8), (89.3±2.6), $P<0.001$], VAS 评分显著减少 [(3.0±0.5), (0.2±0.4), (0.2±0.4), $P<0.001$]。影像方面, 患足负重位 X 线片 Meary 角 [(18.2±3.4)°, (5.2±2.0)°, (5.3±2.0)°, $P<0.001$] 和 TCA 角 [(23.3±3.0)°, (6.9±1.8)°, (6.8±1.9)°, $P<0.001$] 显著减少, Pitch 角 [(15.1±2.9)°, (22.9±3.3)°, (22.7±3.3)°, $P<0.001$] 显著增加。[结论] 对于 III 期成人扁平足患者, 应用距舟固定联合弹簧韧带紧缩矫正的手术具有较好的临床疗效, 术后步态舒适度更高。

关键词: 扁平足, 弹簧韧带紧缩, 距舟关节固定

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 21-2005-04

Spring ligament reefing with talonavicular fixation for correction of adult flatfoot // CAI Bo^{1,2}, XIAO Kai², XIE Ming², XIE Jia², HUANG Ruo-kun², LI Tian-wei^{1,2}. 1. School of Medicine, Jianghan University, Wuhan 430000, China; 2. The Fourth Hospital of Wuhan, Wuhan 430000, China

Abstract: [Objective] To investigate the clinical outcomes of spring ligament reefing with talonavicular fixation for correction of adult flatfoot. [Methods] A retrospective study was done on 30 patients who received spring ligament reefing with talonavicular fixation, combined with other traditional procedures if necessary for stage III flatfoot in our hospital from January 2018 to June 2021. Clinical and imaging consequences were evaluated. [Results] All the patients were operated on successfully without neurovascular injury and other complications, and followed up for (16.7±4.8) months on an average. Compared with those preoperatively, AOFAS score significantly increased at 12 months postoperatively and the latest follow-up [(64.6±3.8), (88.9±2.8), (89.3±2.6), $P<0.001$], while the VAS score for pain significantly reduced [(3.0±0.5), (0.2±0.4), (0.2±0.4), $P<0.001$]. Radiographically, the Meary angle on full weight-bearing X ray [(18.2±3.4)°, (5.2±2.0)°, (5.3±2.0)°, $P<0.001$] and TCA angle [(23.3±3.0)°, (6.9±1.8)°, (6.8±1.9)°, $P<0.001$] significantly reduced, while the pitch angle [(15.1±2.9)°, (22.9±3.3)°, (22.7±3.3)°, $P<0.001$] significantly increased. [Conclusion] The spring ligament reefing with talonavicular fixation does achieve satisfactory clinical outcomes with high comfort postoperative gait for stage III adult flatfoot.

Key words: flatfoot, spring ligament reefing, talonavicular fixation

扁平足是由于各种原因引起患足弹簧韧带松弛、胫后肌腱功能不全、内侧柱不稳后塌陷, 并不断恶化和演变的足部 3D 复合畸形的一种疾病, 患者常出现足部疼痛、行走困难等不适^[1]。目前成人扁平足主要分 4 期, 其中 III 期为后足僵硬性平足畸形, 表现为跟骨外翻及前足外展, 该种畸形无法通过手法复位。手术方式包括: 距舟关节融合术、跟骰关节融合术、三关节融合术。其手术能够矫正平足的畸形, 而缺点是容易引起足中外侧疼痛、畸形愈合, 易继发踝关节

炎、舟楔关节炎等^[2]。在平足发生的过程中, 随着足弓支撑的丧失, 韧带和关节囊稳定器的应力增加。与其他静态稳定器相比, 弹簧韧带病变的发生率更高^[3]。弹簧韧带也叫跟舟足底韧带, 作为距骨颈的吊带, 其起始处位于支撑距骨的跟骨载距突, 在舟骨上有较宽的附着点; 它也是防止距舟关节脱位最有力的韧带约束^[4]。根据生物力学研究, 作者对手术方式进行了改进, 尝试通过行距舟关节固定联合弹簧韧带紧缩矫正 III 期成人扁平足。本研究收治患者 30 例, 均

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.21.17

△基金项目:武汉市医学科研面上项目(编号:WX21B19)

作者简介:蔡波, 硕士研究生在读, 研究方向:足踝外科, (电话)13990870287, (电子信箱)caibodoctor@163.com

* 通信作者:肖凯, (电话)13476829220, (电子信箱)xiaokai1125@163.com

进行了该手术联合距下关节融合及其他相应软组织手术治疗, 现报道如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析2018年1月—2021年6月收治本院的III期扁平足患者30例(30足)的临床资料, 患者均经1~2年以上保守治疗疼痛等症状无缓解的平足症患者, 内侧足弓不稳及塌陷, 后足僵硬或不伴外翻、前中足外展、距骨周围半脱位、腓肠肌痉挛、胫后肌腱功能不全等, 患者均为首次行平足手术。排除X线检查提示距舟楔、跟骰关节炎形成, 神经源性平及保关节手术失败的患者。其中男13例, 女17例; 年龄18~63岁, 平均(34.3±8.7)岁; 左足18例, 右足12例; 病程3~10年, 平均(4.3±0.7)年。本研究经医院伦理委员会审批, 所有患者术前均签署手术知情同意书。

1.2 手术方法

患者取仰卧位, 进行蛛网膜下-硬膜外复合麻醉。先取患足内侧纵行切口, 术中若探及胫后肌腱变性, 需切除病变胫后肌腱, 必要时进行趾长屈肌腱转位术。然后于内侧切口复位距舟关节, 若舟楔关节脱位不稳定, 需一起复位, 克氏针临时固定复位关节, 恢复内侧序列力线。然后不可吸收缝线紧缩缝合修复弹簧韧带, 且缝合带的足底侧应尽可能拉紧, 周围关节囊、软组织一并紧缩缝合增加稳定性。行距舟内侧钢板固定。于跗骨窦切口, 去除距下关节面软骨, 复位距下关节, 经皮螺钉固定。最后行腓肠肌筋膜松解至背伸超过10°, 冲洗缝合伤口, 高分子短腿石膏托固定患足于中立位。术后2周拆线, 高分子短腿石膏托固定1个月。术后1年左右取出内固定物。

1.3 评价指标

记录手术时间、术中失血量、并发症等。采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、AOFAS评分、美国骨科足踝外科协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝及后足评分评价临床效果, 行影像检查, 术后12个月及随访终点时行患足负重位正侧位X线、跟骨轴位检查, 测量距骨第一跖骨角(Meary's angle, Meary角)、跟骨倾斜角(Pitch angle, Pitch角)及距舟关节覆盖角(talonavicular coverage angle, TCA角)。

1.4 统计学方法

采用SPSS 24.0进行统计学分析。计量资料以

$\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时采用单因素方差分析, 两两比较采用LSD法, 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。等级资料采用Kendall检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

患者均顺利完成手术, 无神经、血管损伤等并发症。手术时间60~90 min, 平均(74.2±20.4) min, 围手术期失血量300~470 ml, 平均(386.2±19.7) ml。30例均获得随访, 随访时间11~24个月, 平均(16.7±4.8)个月。临床结果见表1, 与术前相比, 术后12个月及末次随访时, AOFAS评分显著增加($P < 0.05$), VAS评分显著减少($P < 0.05$)。1例患者术后出现跗骨窦处疼痛, 复查提示距下关节未完全融合, 出现松动情况, 1年后内固定取出后行距下清理融合, 终末随访临床症状缓解, 考虑与距下关节融合不完全, 造成的继发性关节炎有关。26例患者对疗效感到满意, 负重行走时足和踝部疲劳及疼痛感消失, 临床症状减轻。典型病例资料见图1。

2.2 影像评估

影像结果见表1, 术后12个月及末次随访时, 患足负重位X线中Meary角、TCA角较术前显著减少($P < 0.05$), 说明内侧柱机械稳定性正常, 距骨位置恢复, 也提示内固定装置取出后, 内侧纵弓未有塌陷; Pitch角的较术前显著增加($P < 0.05$), 说明了足弓高度有所恢复。3例术后内固定螺钉断裂, 部分出现轻微疼痛, 1年后行内固定取出后复查正常。无复发病例。

3 讨论

扁平足可引起足部疼痛、行走困难等不适, 疼痛的部位多位于踝关节内侧、跗骨窦、腓骨下、舟骨内侧, 保守治疗无效的患者需进行相应的手术治疗。本研究结果说明了距舟关节固定弹簧韧带紧缩术通过稳定内侧柱, 抬高足弓, 恢复脱位的距舟关节, 联合其他的骨性、软组织手术能矫正III期成人扁平足畸形。

在成人扁平足矫形过程中, 在恢复了距下关节稳定性后, 应尤其重视弹簧韧带生物力学的恢复, 因为弹簧韧带是跟骨和舟骨之间的连接组织带, 为足部的内侧纵弓提供支撑^[5]。这种独特的结构结合了胶原纤维和纤维软骨, 以提供对弯曲和拉伸力的抵抗力^[6]。

弹簧韧带与跟骨的前部和中部以及距舟关节一起作用，形成足的吊床，为距骨头提供支撑^[7]。其作用是用于稳定并支撑距骨头和距舟关节的关节面。研究证实，孤立的弹簧韧带损伤在扁平足发展过程中比单纯的胫后肌腱功能不全起更重要的作用^[8]。以往的影像学研究也评估了胫后肌腱功能不全对扁平足畸形发展

的影响。通过体外模型评估，在单独研究胫后肌腱时，未观察到与慢性胫后肌腱功能不全相关的临床和影像学畸形^[9]。相反，他们的结论是，只有当同时存在弹簧韧带损伤时，才会发生畸形。这些发现和进一步证明了在修复内侧纵弓支撑结构时，弹簧韧带的重要性。

表 1 30 例患者临床和影像资料
Table 1 Clinical and imaging data of 30 patients

指标	术前	术后 12 个月	末次随访	P 值
AOFAS 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	64.6 \pm 3.8	88.9 \pm 2.8	89.3 \pm 2.6	<0.001
VAS 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	3.0 \pm 0.5	0.2 \pm 0.4	0.2 \pm 0.4	<0.001
TCA 角($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	23.3 \pm 3.0	6.9 \pm 1.8	6.8 \pm 1.9	<0.001
Meary 角($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	18.2 \pm 3.4	5.2 \pm 2.0	5.3 \pm 2.0	<0.001
Pitch 角($^{\circ}$, $\bar{x} \pm s$)	15.1 \pm 2.9	22.9 \pm 3.3	22.7 \pm 3.3	<0.001
距舟内固定断裂[例(%)]	0(0)	3(10.0)	0(0)	



图 1 患者，男，30 岁，左足疼痛伴畸形。1a: 术前外观相患足内侧足弓明显塌陷；1b: 术前正位 X 线片示距舟关节半脱位，TCA 角 21°；1c: 术前侧位 X 线片示内侧足弓塌陷，Meary 角 19°，Pitch 角 17°；1d: 术中弹簧韧带紧缩缝合；1e: 术中距舟关节复位内固定位置；1f: 术后 1 年正位 X 线片示内固定位置良好，TCA 角恢复为 8°；1g: 术后 1 年侧位 X 线片示距下关节已融合，内侧足弓恢复，Meary 角 2°，Pitch 角 25°；1h: 术后 1 年外观患足内侧足弓较术前明显恢复。

Figure 1. A 30-year-old male got left foot pain and malformation. 1a: Preoperative appearance presented obvious collapse of medial arch. 1b: Preoperative anteroposterior X-ray showed subluxation of talonavicular joint, with TCA angle of 21°. 1c: Preoperative lateral X-ray showed collapse of medial arch, with Meary angle of 19°, pitch angle of 17°. 1d: Intraoperative spring ligament reefing with suture. 1e: Intraoperative talonavicular joint reduction and internal fixation. 1f: Anteroposterior X-ray 1 year after surgery showed good internal fixation position, and the TCA angle recovered to 8°. 1g: Lateral X-ray 1 year after the operation showed that the subtalar joint had fused, and the medial arch had recovered, with Meary angle of 2°, pitch Angle of 25°. 1h: The medial arch of the affected foot had recovered significantly 1 year after the operation.

有证据表明，孤立的距舟关节融合术可用于扁平足畸形的治疗^[10]。单纯距舟关节融合术的并发症包括足中外侧疼痛、畸形愈合及不愈合^[11]，除了与距舟关节融合术相关的并发症外，距舟关节的融合显著

限制了其余后足关节的活动。也有临床证据表明，在治疗重度平足畸形时，可保留距舟关节^[12]。因此，除非严重距舟关节骨性关节炎形成，距舟关节融合一般不作考虑。本手术在距舟关节融合基础上改进为保

留距舟关节, 只行单纯的固定, 而并非融合, 保护了弹簧韧带, 也纠正了平足畸形。在70%的扁平足患者中存在弹簧韧带尤其是其浅层撕裂或退变^[13], 而单独的弹簧韧带修复只能部分矫正足部畸形, 这种畸形必须通过骨调整手术进行矫正, 这也将保护弹簧韧带修复^[14, 15], 该术式可矫正前足外展畸形, 增加足弓高度, 稳定内侧柱, 缓解疼痛。本术式的优点包括: (1) 该手术不会引起周围关节关节炎、关节僵硬等情况; (2) 内侧足弓恢复好, 足外展畸形矫正效果较好; (3) 去除内固定后内侧柱也很稳定。虽然本次研究对象为III期僵硬性平足症患者, 但该手术也适用于大多数柔韧性平足患者, 其区别只是将距下关节融合术调整为跟骨内移截骨术来恢复后足力线。

综上所述, 距舟楔关节复位固定联合弹簧韧带修复治疗III期平足能有效纠正畸形, 恢复足部的生物力学环境, 缓解症状, 具有良好的临床疗效及满意度, 是值得推广的手术方法。但本组病例样本量小, 随访时间较短, 缺乏对手术远期疗效的观察及分析, 适应证相对局限, 需要生物力学实验进一步证实其有效性。

参考文献

- [1] Myerson MS, Thordarson DB, Johnson JE, et al. Classification and nomenclature: progressive collapsing foot deformity [J]. *Foot Ankle Int*, 2020, 41 (10) : 1271-1276. DOI: 10.1177/1071100720950722.
- [2] 姚晨, 蒋青, 陈东阳. 成人获得性平足症的外科治疗 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2008, 16 (3) : 201-203.
Yao C, Jiang Q, Chen DY. Surgical treatment of adult acquired flat-foot deformity [J]. *Orthop J Chin*, 2008, 16 (3) : 201-203.
- [3] Belis AM, Foote GA. The spring ligament complex—anatomy and function [J]. *Clin Podiatr Med Surg*, 2022, 39 (3) : 393-403. DOI: 10.1016/j.cpm.2022.02.003.
- [4] Fogleman JA, Kreulen CD, Sarcon AK, et al. Augmented spring ligament repair in pes planovalgus reconstruction [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2021, 60 (6) : 1212-1216. DOI: 10.1053/j.jfas.2021.05.010.
- [5] Mengiardi B, Pinto C, Zanetti M. Spring ligament complex and posterior tibial tendon: mr anatomy and findings in acquired adult flat-foot deformity [J]. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2016, 20 (1) : 104-115. DOI: 10.1055/s-0036-1580616.
- [6] Krautmann K, Kadakia AR. Spring and deltoid ligament insufficiency in the setting of progressive collapsing foot deformity. an update on diagnosis and management [J]. *Foot Ankle Clin*, 2021, 26 (3) : 577-590. DOI: 10.1016/j.fcl.2021.05.004.
- [7] Nazarenko A, Beltran LS, Bencardino JT. Imaging evaluation of traumatic ligamentous injuries of the ankle and foot [J]. *Radiol Clin North Am*, 2013, 51 (3) : 455-478. DOI: 10.1016/j.rcl.2012.11.004.
- [8] Pasapula C, Devany A, Magan A, et al. Neutral heel lateral push test: the first clinical examination of spring ligament integrity [J]. *Foot*, 2015, 25 (2) : 69-74. DOI: 10.1016/j.foot.2015.02.003.
- [9] Deland JT, Arnoczky SP, Thompson FM. Adult acquired flatfoot deformity at the talonavicular joint: reconstruction of the spring ligament in an in vitro model [J]. *Foot Ankle* 1992, 13 (6) : 327-32. DOI: 10.1177/107110079201300606.
- [10] Aiyer A, Dall GF, Shub J, et al. Radiographic correction following reconstruction of adult acquired flat foot deformity using the cotton medial cuneiform osteotomy [J]. *Foot Ankle Int*, 2016, 37 (5) : 508-513. DOI: 10.1177/1071100715620894.
- [11] Steiner CS, Gilgen A, Zwicky L, et al. Combined subtalar and naviculocuneiform fusion for treating adult acquired flatfoot deformity with medial arch collapse at the level of the naviculocuneiform joint [J]. *Foot Ankle Int*, 2019, 40 (1) : 42-47. DOI: 10.1177/1071100718800295.
- [12] Astion DJ, Deland JT, Otis JC, et al. Motion of the hindfoot after simulated arthrodesis [J]. *Bone Joint Surg Am*, 1997, 79 (2) : 241-246.
- [13] Mousavian A, Orapin J, Chinanuvathana A, et al. Anatomic spring ligament and posterior tibial tendon reconstruction: new concept of double bundle PTT and a novel technique for spring ligament [J]. *Arch Bone Jt Surg*, 2017, 5 (3) : 201-205. DOI: 10.22038/abjs.2017.22968.1611.
- [14] 燕晓宇, 俞光荣. 获得性扁平足的基础研究进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2004, 12 (3) : 114-116.
Yan XY, Yu GR. Basic research progress of acquired flatfoot deformity [J]. *Orthop J Chin*, 2004, 12 (3) : 114-116.
- [15] Aynardi MC, Saloky K, Roush EP, et al. Biomechanical evaluation of spring ligament augmentation with the fibertape device in a cadaveric flatfoot model [J]. *Foot Ankle Int*, 2019, 40 (5) : 596-602. DOI: 10.1177/1071100719828373.

(收稿:2022-11-03 修回:2023-06-19)
(同行评议专家: 明晓锋, 黄若昆)
(本文编辑: 郭秀婷)