

· 综述 ·

距下制动器治疗成人扁平足的研究进展[△]

段志豪, 周游*

(三峡大学附属仁和医院骨科, 湖北宜昌 443000)

摘要: 距下关节制动器以其创伤小、恢复快、容易操作得到了临床医生一定程度的认可, 其作为治疗儿童扁平足的手术方式取得了很好的效果, 而其对于治疗成人获得性扁平足来说, 虽然临床疗效一直存在争议, 但仍然得到了部分学者的肯定。作者查阅了近年国内外有关距下关节制动器治疗成人获得性扁平足的相关文献, 从成人获得性扁平足畸形分期分型、制动器分型和临床疗效等方面新进展作一综述。

关键词: 距下关节制动器, 成人获得性扁平足, 分期, 临床疗效, 研究进展

中图分类号: R682.16 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 05-0428-06

Research progress in the treatment of adult flat foot with subtalar arthroereisis implant // DUAN Zhi-hao, ZHOU You. Department of Orthopedics, Renhe Hospital, China Three Gorges University, Yichang 443000, China

Abstract: Subtalar arthroereisis implant has been recognized by clinicians to a certain extent because of its minimal trauma, quick recovery and easy operation. As an operative method for the treatment of flat foot in children, it has achieved good results. However, its clinical efficacy remains controversial for the treatment of acquired flat foot in adult, whereas which has still been recognized by some scholars. We reviewed the literature on subtalar arthroereisis implant use in adult acquired flat foot in recent years, reviewed the new progress in the staging classification of the foot, arthroereisis implant classification and clinical consequences of arthroereisis implant used for adult acquired flat foot in this article.

Key words: subtalar arthroereisis implant, adult acquired flatfoot, staging, clinical efficacy, research progress

成人获得性扁平足畸形 (adult acquired flatfoot deformity, AAFD) 是一种以内侧纵弓塌陷、后足外翻和前足外展为特征的疾病, 同时支撑足踝的后内侧软组织功能失效^[1]。通常由胫骨后肌腱功能障碍 (posterior tibial tendon dysfunction, PTTD) 引起, AAFD 已成为临床上一种常见的疾病, 虽然确切的患病率仍然未知, 但据估计会影响超过 3% 的成年人口^[2]。近年来, 距下关节制动器在治疗 AAFD 中的应用越来越广泛, 其既可以作为一种独立的手术, 也可以作为一种附加手术^[3]。一项对美国骨科足踝协会 (American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 成员的问卷调查显示, 美国 40% 的成员做过距下关节制动术 (subtalar arthroereisis, STA), 其中 60% 的成员仍在用 STA, 在非美国受访者中, 66% 的成员做过 STA, 其中 80% 的成员仍在做 STA, STA 仍然被广泛

应用于治疗扁平足^[4]。

1 AAFD 分期分类

1989 年, Johnson 和 Strom 提出了与 PTTD 相关的基于胫后肌腱的状况、后足的位置和畸形的柔韧性的 3 级分类^[5]。Myerson 等^[6]增加了第 4 个阶段, 包括踝关节和三角韧带受累。2007 年, Bluman 等^[7]将 II 期细分为 3 种类型, 详细分期为: I 期为压痛和腱鞘炎, 但无足弓部塌陷畸形; IIA1 期以足跟部外翻为主, 前足柔软; IIA2 期以足跟部外翻为主且前足僵硬; IIB 期以足外展为主; IIC 期后足外翻伴有内侧柱不稳; III 期有无法矫正的前足外展和后足外翻的固定畸形; IV 期有踝关节畸形。目前临床上应用最广的还是 Bluman 等改良后的分期方法。

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.05.08

△基金项目: 湖北省自然科学基金面上项目 (编号:2021CFB414); 湖北省卫生健康委员会中医药科研项目 (编号:ZY2021M074); 湖北省教育厅科学教育研究计划重点项目 (编号:D20191205)

作者简介: 段志豪, 住院医师, 在读研究生, 研究方向: 关节、运动医学、足踝外科, (电话)15871202472, (电子信箱)duanzhihao1228@163.com

***通信作者:** 周游, (电话)18671749303, (电子信箱)zhouyou8010@163.com

2012 年, Raikin 等^[8]提出一种新的分类系统, 更关注中足, 称为后足、踝、中足 (rearfoot, ankle and midfoot, RAM) 分类, RAM 分类对每个部位畸形进行评估和分级, 包括临床和影像学, Raikin 等保留了最初的 I~III 级分类以及 Bluman 等的子分类, 将它们分别应用于后足、足踝和中足, 进行评估分级, 每个解剖位置都相互独立地进行评估, 从而选择针对患者的个体化干预措施。

2020 年, Myerson 等^[9]提出最新的分期方法为

进行性足部塌陷畸形 (progressive collapsing foot deformity, PCFD), 它基于柔韧性 (I 期) 或僵硬性 (II 期) 的畸形, 并通过添加 1 种或多种现有畸形 (A-E 类) 进一步描述, 见表 1。Myerson 等认为柔韧性 AAFD 的解剖结构不仅包括胫后肌腱的断裂, 最重要的是弹簧韧带和三角韧带, 特别是弹簧韧带对跗跖骨-舟骨关节的悬吊效应提供的关节支撑, 在评估任何 AAFD 时, 必须对其进行评估并始终将其考虑在内。

表 1 进行性足部塌陷畸形 (PCFD) 分期

Table 1 Classification and nomenclature of progressive collapsing foot deformity (PCFD)

分期	I 期 (柔韧性)	II 期 (僵硬性)
	畸形类型/位置	一致的临床/放射学检查结果
A	后足外翻畸形	后足外翻对齐, 后足力臂、后足对齐角度、足部和足踝偏移增加
B	中足/前足外展畸形	距骨头覆盖减少、距舟覆盖角增加、跗骨窦撞击
C	前足内翻畸形/内柱不稳定	距骨-第一跖骨角增加, 足底间隙第一跖跖骨关节/舟骨关节, 临床前足内翻
D	距骨周围半脱位/脱位	明显距下关节半脱位/腓骨下撞击
E	踝关节不稳	踝关节外翻倾斜

2 制动器分型

Graham 等^[10]将制动器按结构外形分为 I 型 (包括 IA 和 IB) 和 II 型两类。IA 型为圆柱形设计、IB 型为圆锥形设计、II 型呈内侧圆柱形和外侧圆锥形相结合的结构, 各型制动器放置位置也稍有不同 (图 1)。以往应用于 STA 的均属于 I 型, 只能置入到跗骨窦的外侧部分, 因此不能完全稳定距下关节, 并且限制了距下关节的正常活动, 常易脱出, 术后疼痛症状较多, 移除率亦较高。近年来, II 型制动器应用越来越多, 制动器前缘越过纵向等分线, 其在 I 型优点的基础上, 还能保持距下关节正常范围的运动^[11, 12]。许鉴等^[13]通过对两类制动器治疗 IIa 期 AAFD 的生物力学比较, 结果表明不论是 I 型还是 II 型制动器, 均能降低足底及内侧柱各骨块应力, 将内侧应力转移至外侧并稳定足弓, 但是 II 型矫正效果更为理想。Xu 等^[14]比较了两类制动器在 II 期 AAFD 中的生物力学效应, 分析了足底应力分布、内侧柱和外侧柱的峰值等结果, 研究显示两类制动器对 AAFD 都有良好的矫正效果, 然而 II 型的设计比 I 型显示出更明显的效果。制动器应用于 STA 和距下关节稳定术 (extra-osseous talotarsal stabilization, EOTTS)^[11]。

3 制动器基础研究

Wong 等^[15]对定制制动器治疗 AAFD 的有限元分析, 发现其可能在舟状骨高度升高、韧带劳损缓解和侧化关节负荷等方面有积极的治疗效果。Wong 等^[16]通过对 STA 治疗 AAFD 的生物力学结果进行分析, 发现结果不支持 STA 可以将内部负荷转移和压力恢复到正常水平的假设, STA 可能无法完全弥补 PTTD 对中足稳定性的破坏, 而且在生物力学上也不足以治疗 PTTD。Saxena 等^[17]对 100 例接受 STA 手术的 AAFD 患者进行前瞻性研究, 平均年龄 53 岁, 平均随访 6.7 年, 研究显示, 因跗骨窦疼痛导致的制动器去除率为 22.1%, 患者年龄不是制动器去除的危险因素, 然而制动器大小是去除的危险因素, 7 mm 和 11 mm 的制动器去除率明显更高, 制动器取出后, 矫正效果没有改变。Tarissi 等^[18]研究发现, 置入制动器直径越大, 后距下关节的外侧开口和跟骨的内侧平移越大, 但超过一定尺寸后, 与矫正效果不再有关联。Saxena 和 Tarissi 等认为中等大小的制动器 (9 或 10 mm) 可能是首选。

4 手术

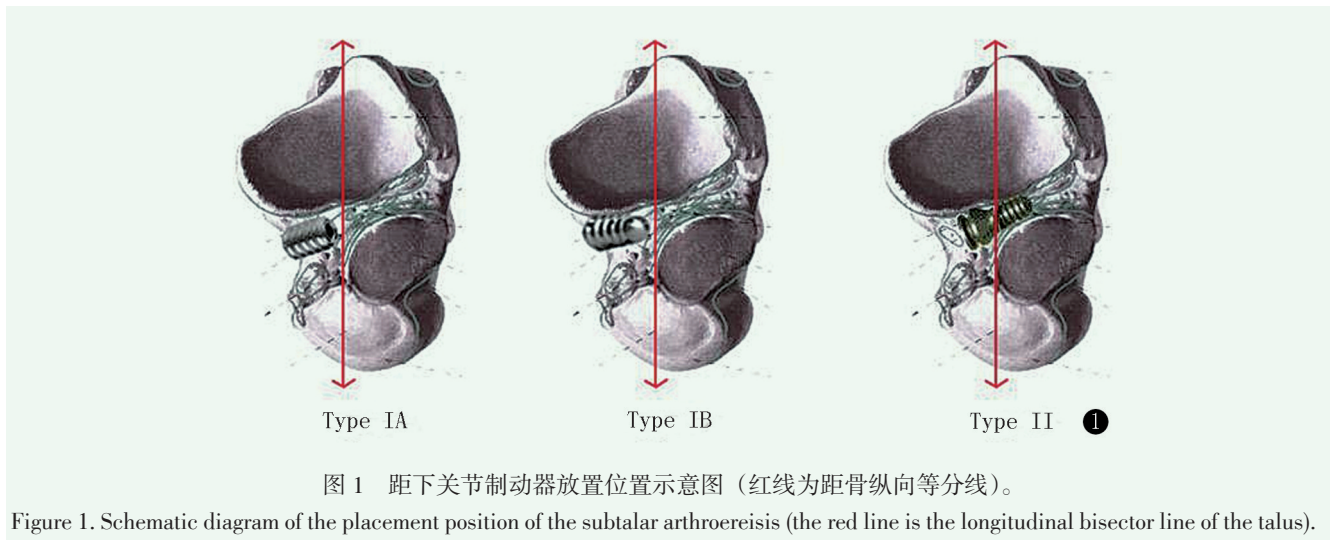
4.1 单独手术

其适应证为 AAFD I 期和 II 期。禁忌证为晚期退行性距下关节炎、炎症性关节炎、化脓性关节炎、更晚期的 PTTD、胫后肌腱舟骨附着点的疼痛和压

痛、手术部位活动性感染、存在巨大的副舟骨或胫后肌腱完全断裂^[11, 19]。

解冰等^[20]对 27 例 AAFD 患者采用 HyProCure 跗骨螺钉实施 EOTTS 治疗的早期疗效分析, 只有 1 例患者发生切口浅表感染, 给予加强换药后完全愈合。影像学结果得到明显改善, AOFAS 评分由术前的

(44.2±11.1) 分, 提高到术后 (77.3±10.7) 分, 短期疗效显著。刁乃成等^[21]对 24 例应用 STA 治疗的 AAFD 患者进行研究, 术后患者均没有伤口感染和不愈合发生, 影像学结果和 AOFAS 评分均有明显改善, 制动器取出率为 18.2%, 患者的总体满意率为 72.7%。



Silva 等^[22]对 76 例 IIB 级 AAFD 患者进行研究, 患者接受侧柱延长 (lateral column lengthening, LCL) 手术 (43 足) 或 STA 手术 (36 足), LCL 组和 STA 组在术后 24 个月的放射学结果相当, LCL 组有更高的 AOFAS 和视觉模拟量表 (Visual Analogue Scale, VAS) 评分, Silva 等认为即使 STA 的并发症发生率较高, 但 STA 仍然是治疗 AAFD 的一种可靠手术。Viladot 等^[23]对 35 例 IIA 期接受 STA 的患者进行研究, 平均随访 47.5 个月, 结果显示 74% 的病例获得了优秀或良好的结果, 手术最常见的并发症是跗骨窦疼痛, 发生率大概 35%, 术后 1 年去除制动器即可缓解疼痛。

Ceccarini 等^[24]对 29 例接受 STA 治疗的 IIA 期 AAFD 患者进行研究, 平均年龄 46.4 岁, 平均随访 34.2 个月, 术后 AOFAS 显著增加, VAS 评分显著减少, 23 例 (79.4%) 患者术后满意度为优或良, 在术后的前 3 个月, 有 5 足 (16.1%) 报告有跗骨窦疼痛, Ceccarini 等认为对于 60 岁以下的 IIA 期 AAFD 患者来说, STA 可以取得良好的术后结果, 可以纠正过度的后足外翻。De Retana 等^[25]认为与跟骨内侧截骨术 (medializing calcaneal osteotomy, MCO) 相比, STA 的优点是操作简单快速, 需要较少的固定, 没有不愈合的风险, 并且避免了足踝部内侧神经血管损伤和畸形愈合, STA 比 MCO 具有更大的矫正后足外翻

潜力。

Zhu 等^[26]对 STA 治疗的 24 例 II 期 AAFD 患者进行研究, 平均随访 29.7 个月, 术后 AOFAS 评分平均为 85.6 分, 术前距骨第一跖骨角和距舟覆盖角 (talonavicular coverage angle, TNCA) 平均为 13.9° 和 38.3°, 术后平均为 1.6° 和 11.2°, 末次随访时无畸形复发。Zhu 等认为 STA 是 II 期 AAFD 患者的有效治疗术式之一, 它可以单独用于矫正轻度后脚外翻, 也可以与 MCO 一起进行, 以使严重 II 期 AAFD 畸形得到更多矫正。Graham 等^[27]在 9 具新鲜冰冻尸体上进行 EOTTS, 用微型差动变磁阻传感器测量胫后肌腱的伸长, 研究发现制动器通过稳定距跟关节复合体和减轻异常的后足内旋, 有效减少了施加在胫骨后肌腱上的过度异常应变, Graham 等认为 EOTTS 可以预防或治愈 PTTD 导致的 AAFD。

4.2 联合手术

早在 2005 年成人扁平足的临床实践指南中, STA 便被建议为一种辅助手术方式^[28]。Bernasconi 等^[29]对 21 例 IIB 级 AAFD 的患者进行回顾性分析, 这些患者接受了 MCO 等手术以及有或无 STA。结果显示 STA 是 TNCA 和跟骨-第五跖骨角 (calcaneo-fifth metatarsal angle, CFMA) 变化的唯一预测因子, 在 TNCA, 使用 STA 辅助治疗的足影像学改善的标准差为 (19.7±3.4)°, 而未使用 STA 时为 (11±

2.7)°。在 CFMA, 有 STA 时平均改善的标准差为 (6.9±1.4)°, 无 STA 时为 (1.8±1)°, 最终建模表明 STA 独立影响 TNCA 10.1° 和 CFMA 5°。4 例 (33.3%) 主诉跗骨窦持续疼痛, 术后 7~14 个月内取出制动器, 疼痛立刻缓解且矫正的影像学结果没有显著变化。Yasui 等^[30] 研究认为, 关节镜下 STA 联合注射血小板血浆是治疗症状性 IIA 期 AAFD 的一种安全有效的手术方法。

Walley 等^[31] 对 45 例接受了 MCO 等的 II 期 AAFD 患者进行回顾性研究, 其中 15 例患者附加了 STA, 平均随访 4.5 年, 结果显示附加 STA 的患者获得正常 TNCA 的可能性增加, 跗骨窦疼痛导致的制动器去除只有 1 例 (6.7%), Walley 等认为附加 STA 时可以有效改善前足外展, 这与 Bernasconi 等的研究结果一致。Fang 等^[32] 对 21 例 IIB 级 AAFD 患者进行回顾性研究, 目的是对 LCL 和 STA 两种手术进行比较, 所有患者都接受了关节镜下腓肠肌移位术和 MCO, 9 例患者接受了 LCL 手术, 12 例患者接受了 STA, 结果显示两组患者的功能都有显著改善。影像学上, STA 组矫正效果不及 LCL 组。Fang 等表明, 尽管 STA 手术置入物去除率相对较高 (33.3%), 但是 STA 仍然是用于治疗 AAFD 的有效术式。

与上面结论不同的是, Merçun 等^[33] 使用第二代制动器 HyProCure® 治疗 87 例扁平足患者, 年龄 6~75 岁, 包括单独 (76 足) 或联合手术 (47 足), 术后平均随访 30 个月, EOTTS 术后患者总体满意度为 84%。患者对足部稳定性的感知改善率为 75%, 足部畸形改善率为 85%, 日常生活活动改善率为 64%, 作为单独手术, 二次手术率低, 满意率高, 接受联合手术的患者接受了更多的二次手术, 满意度大大降低。

Irgit 等^[34] 通过综述分析认为 STA/EOTTS 是微创、低风险、有应用前景的手术方式, 治疗 AAFD 具有良好的短中期效果。段志豪等^[11] 通过综述分析认为 STA 是治疗 AAFD 的可靠手术方法, 但是 AAFD 与软组织功能障碍引起的骨结构紊乱有关, STA 能恢复骨结构, 但是不能解决软组织问题, 所以 STA 联合其他手术应用更广, 手术疗效更好。Matesi 等^[35] 通过综述分析, 纳入 12 篇文献, 共包括 395 例患者, 平均年龄 46.6 岁, 平均随访 38.3 个月, 所有文献都报告了患者功能改善, 主观结果为优秀或良好, 在单独的 STA 中, AOFAS 评分从平均 53 分增加到 75 分, 在联合手术中, AOFAS 评分从平均 51.3 分增加到 84.1 分。Matesi 等发现 STA 很少作为 II 期

AAFD 的一个独立手术, 良好的放射学和临床结果是由于将 STA 与一种或多种辅助手术相结合得到的。Lee 等^[28] 建议无论是单独使用还是作为一种辅助手术, STA 都应该只考虑用于早期 PTTD 导致的柔韧性扁平足。Chang 等^[36] 认为整形外科和足踝外科都发现了 STA 在治疗 AAFD 中的益处, 并报道了他们的早期结果, 但是长期结果有待进一步研究。与前面结论不同的是, Jackson 等^[37] 通过综述分析, 认为制动器会导致跗骨窦疼痛而引起置入物去除, 在 AAFD 患者中并没有显示出更优良的结果。

5 并发症和优点

并发症包括由尺寸过小的制动器引起的矫正不足和跗骨窦疼痛; 过大制动器引起的过度矫正、滑膜炎、感染和腓骨痉挛; 以及神经损伤和距骨颈骨折。并发症的补救措施包括用更大或更小的制动器替换不合适的制动器, 在持续疼痛的情况下移除制动器, 或适当的抗炎或抗生素治疗^[38]。手术的许多优点与其相对较小的侵入性和畸形易逆转性有关; STA/EOTTS 的一个关键优势是在任何术后并发症的情况下, 可以移除制动器, 以及在移除后矫正效果不变; 患者能够在术后立即承重, 这使得该手术能在门诊进行。这种手术的安全性、成本效益和较小的侵入性表明, 它可能是一些患者合适的选择^[39, 40]。

6 小结和展望

AAFD 是临床治疗的难点也是热点, 近年来随着距下关节制动器的不断改进, 手术方式也从 STA 发展到了 EOTTS, 制动器在儿童扁平足中的应用较为广泛, 手术效果也得到越来越多医生和患者的肯定。但是制动器应用于 AAFD 的疗效一直存在争议, 绝大部分作者认为制动器是前期 AAFD 患者一种可靠的手术选择, 其具有微创、花费少和易操作等优点, 单独的 STA/EOTTS 可恢复骨性结构, 但不能解决软组织问题, 当结合其他手术时, 临床和放射学改善更大, 因此临床上建议联合手术治疗。

参考文献

- [1] Pinney SJ, Lin SS. Current concept review: acquired adult flatfoot deformity [J]. Foot Ankle Int, 2006, 27 (1): 66-75. DOI: 10.1177/107110070602700113.
- [2] 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 (21): 114-116.
- Yan XY, Yu GR. Research progress of acquired flatfoot [J]. Orthopedic Journal of China, 2004, 12 (21): 114-116.
- [3] Baryeh KW, Ismail H, Sobti A, et al. Outcomes following the use of subtalar arthroereisis in the correction of adult acquired flatfoot: a systematic review [J]. Foot Ankle Spec, 2022, 15 (4): 384-393. DOI: 10.1177/1938640020987775.
- [4] Shah NS, Needleman RL, Bokhari O, et al. 2013 Subtalar Arthroereisis Survey: The current practice patterns of members of the AO-FAS [J]. Foot Ankle Spec, 2015, 8 (3): 180-185. DOI: 10.1177/1938640015578514.
- [5] Johnson KA, Strom DE. Tibialis posterior tendon dysfunction [J]. Clin OrthopRelat Res, 1989, 239 (239): 196-206.
- [6] Myerson MS. Adult acquired flatfoot deformity: treatment of dysfunction of the posterior tibial tendon [J]. Instr Course Lect, 1997, 46: 393-405.
- [7] Bluman EM, Title CI, Myerson MS. Posterior tibial tendon rupture: a refined classification system [J]. Foot Ankle Clin, 2007, 12 (2): 233-249. DOI: 10.1016/j.fcl.2007.03.003.
- [8] Raikin SM, Winters BS, Daniel JN. The RAM Classification [J]. Foot Ankle Clin North Am, 2012, 17 (2): 169-181. DOI: 10.1016/j.fcl.2012.03.002.
- [9] Myerson Mark S, David T, Johnson Jeffrey E, et al. Classification and Nomenclature: progressive collapsing foot deformity [J]. Foot Ankle Int, 2020, 41 (10): 1271-1276. DOI: 10.1177/1071100720950722.
- [10] Graham ME, Jawrani NT. Extraosseous talotarsal stabilization devices: a new classification system [J]. J Foot Ankle Surg, 2012, 51 (5): 613-619. DOI: 10.1053/j.jfas.2012.05.030.
- [11] 段志豪, 柳金浪, 周游. 距下关节制动器的研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (11): 993-997. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.11.07.
- Duan ZH, Liu JL, Zhou Y. Research progress on subtalar arthroereisis implant [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (11): 993-997. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.11.07.
- [12] 刘冠杰, 韩煜, 赵康成, 等. 距下关节制动术治疗柔韧性扁平足的历史与现状 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26 (1): 52-55. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.01.11.
- Liu GJ, Han Y, Zhao KC, et al. History and current state of subtalar arthroereisis for correction of flexible flatfoot [J]. Orthopedic Journal of China, 2018, 26 (1): 52-55. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2018.01.11.
- [13] 许鉴, 彭亮权, 陆伟, 等. 不同类型距下关节制动器治疗 II 期成人获得性平足的生物力学比较 [J]. 中国骨科临床与基础研究杂志, 2019, 11 (1): 30-37. DOI: 10.3969/j.issn.1674-666X.2019.01.005.
- Xu J, Peng LQ, Lu W, et al. Biomechanical comparison between different types of subtalar stabilization devices in the treatment of stage IIa adult acquired flatfoot [J]. Chinese Orthopaedic Journal of Clinical and Basic Research, 2019, 11 (1): 30-37. DOI: 10.3969/j.issn.1674-666X.2019.01.005.
- [14] Xu J, Ma X, Wang D, et al. Comparison of extraosseous talotarsal stabilization implants in a stage II adult-acquired flatfoot model: a finite element analysis [J]. J Foot Ankle Surg, 2017, 56 (5): 1058-1064. DOI: 10.1053/j.jfas.2017.05.009.
- [15] Wong DW, Wang Y, Niu W, et al. Finite element analysis of subtalar joint arthroereisis on adult-acquired flexible flatfoot deformity using customized sinus tarsi implant [J]. J OrthopTransl, 2020, 27: 139-145. DOI: 10.1016/j.jot.2020.02.004.
- [16] Wong DW, Wang Y, Chen TL, et al. Biomechanical consequences of subtalar joint arthroereisis in treating posterior tibial tendon dysfunction: a theoretical analysis using finite element analysis [J]. Comput Methods Biomech Biomed Engin, 2017, 20 (14): 1525-1532. DOI: 10.1080/10255842.2017.1382484.
- [17] Saxena A, Via AG, MAffulli N, et al. Subtalar arthroereisis implant removal in adults: a prospective study of 100 patients [J]. J Foot Ankle Surg, 2016, 55 (3): 500-503. DOI: 10.1053/j.jfas.2015.12.005.
- [18] Tarissi N, Vallée A, Dujardin F, et al. Reducible valgus flat-foot: assessment of posterior subtalar joint surface displacement by posterior arthroscopy during sinus tarsi expansion screwing [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2014, 100 (8 Suppl): S395-399. DOI: 10.1016/j.otsr.2014.09.004.
- [19] Grujic L, Stephens A. Arthroereisis and pes planovalgus. tool of the devil or novel implant [J]. Fuss und Sprunggelenk, 2020, 18 (1): 13-19. DOI: 10.1016/j.fuspru.2020.01.003.
- [20] 解冰, 田竟, 周大鹏, 等. HyProCure 跗骨螺钉治疗成年人柔韧性扁平足早期疗效分析 [J]. 中国骨与关节外科, 2013, 6 (4): 327-331. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1439.2013.08-007.
- Xie B, Tian J, Zhou DP, et al. Application of HyProCure sinus tarsi stent for adult flexible flatfoot [J]. Chinese Journal of Bone and Joint Surgery, 2013, 6 (4): 327-331. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1439.2013.08-007.
- [21] 刁乃成, 刘凤岐, 杨波, 等. 距下关节制动术在成人平足症治疗中的应用评价 [J]. 临床和实验医学杂志, 2018, 17 (5): 532-534. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4695.2018.05.025.
- Diao NC, Liu FQ, Yang B, et al. Treatment of adult flatfoot with subtalar arthroereisis [J]. Journal of Clinical and Experimental Medicine, 2018, 17 (5): 532-534. DOI: 10.3969/j.issn.1671-4695.2018.05.025.
- [22] Silva MGAN, Koh DTS, Tay KS, et al. Lateral column osteotomy versus subtalar arthroereisis in the correction of Grade IIB adult acquired flatfoot deformity: a clinical and radiological follow-up at 24 months [J]. Foot Ankle Surg, 2021, 27 (5): 559-566. DOI: 10.1016/j.fas.2020.07.010.
- [23] Viladot Voegeli A, Fontcilla Cornejo N, Serrá Sandoval JA, et al. Results of subtalar arthroereisis for posterior tibial tendon dysfunction stage IIA1. Based on 35 patients [J]. Foot Ankle Surg, 2018, 24 (1): 28-33. DOI: 10.1016/j.fas.2016.10.006.
- [24] Ceccarini P, Rinonapoli G, Gambaracci G, et al. The arthroereisis procedure in adult flexible flatfoot grade IIA due to insufficiency of posterior tibial tendon [J]. Foot Ankle Surg, 2018, 24 (4): 359-

364. DOI: 10.1016/j.fas.2017.04.003.
- [25] de Retana PF, Álvarez F, Bacca G. Is there a role for subtalar arthroereisis in the management of adult acquired flatfoot [J]. *Foot Ankle Clin North Am*, 2012, 17 (2) : 271–281. DOI: 10.1016/j.fcl.2012.03.006.
- [26] Zhu Y, Xu XY. Treatment of stage II adult acquired flatfoot deformity with subtalar arthroereises [J]. *Foot Ankle Spec*, 2015, 8 (3) : 194–202. DOI: 10.1177/1938640014548320.
- [27] Graham ME, Jawrani NT, Goel VK. Effect of extra-osseous talotarsal stabilization on posterior tibial tendon strain in hyperpronating feet [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2011, 50 (6) : 676–681. DOI: 10.1053/j.jfas.2011.06.015.
- [28] Lee MS, Vanore JV, Thomas JL, et al. Diagnosis and treatment of adult flatfoot [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2005, 44 (2) : 78–113. DOI: 10.1053/j.jfas.2004.12.001.
- [29] Bernasconi A, Argyropoulos M, Patel S, et al. Subtalar arthroereisis as an adjunct procedure improves forefoot abduction in stage IIb adult-acquired flatfoot deformity [J]. *Foot Ankle Spec*, 2022, 15 (3) : 209–220. DOI: 10.1177/1938640020951031.
- [30] Yasui Y, Tonogai I, Rosenbaum AJ, et al. Use of the arthroereisis screw with tendoscopic delivered platelet-rich plasma for early stage adult acquired flatfoot deformity [J]. *Int Orthop*, 2017, 41 (2) : 315–321. DOI: 10.1007/s00264-016-3349-2.
- [31] Walley KC, Greene G, Hallam J, et al. Short- to mid-term outcomes following the use of an arthroereisis implant as an adjunct for correction of flexible, acquired flatfoot deformity in adults [J]. *Foot Ankle Spec*, 2019, 12 (2) : 122–130. DOI: 10.1177/1938640018770242.
- [32] Fang Junxian C, Kunnasegaran R, Thevendran G. Surgical management of symptomatic adult pes planovalgus secondary to stage 2B posterior tibial tendon dysfunction: a comparison of two different surgical treatments [J]. *Indian J Orthop*, 2020, 54 (1) : 22–30. DOI: 10.1007/s43465-019-00011-7.
- [33] Merčun A, Kovačić B, Suhodolčan L, et al. Patient outcomes following extra-osseous talo-tarsal stabilization for foot hyperpronation [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2022, 61 (2) : 318–322. DOI: 10.1053/j.jfas.2021.09.002.
- [34] Irgit KS, Katsarov AZ. Flexible progressive collapsing foot deformity: Is there any role for arthroereisis in the adult patient [J]. *Foot Ankle Clin*, 2021, 26 (3) : 539–558. DOI: 10.1016/j.fcl.2021.06.004.
- [35] Mattesi L, Ancelin D, Severyns MP. Is subtalar arthroereisis a good procedure in adult-acquired flatfoot? A systematic review of the literature [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2021, 107 (6) : 103002. DOI: 10.1016/j.otsr.2021.103002.
- [36] Chang TJ, Lee J. Subtalar joint arthroereisis in adult-acquired flatfoot and posterior tibial tendon dysfunction [J]. *Clin Podiatr Med Surg*, 2007, 24 (4) : 687–697. DOI: 10.1016/j.cpm.2007.07.008.
- [37] Jackson JB 3rd, Pacana MJ, Gonzalez TA. Adult acquired flatfoot deformity [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2022, 30 (1) : e6–e16. DOI: 10.5435/JAAOS-D-21-00008.
- [38] Tan J, Tan S, Lim A, et al. The outcomes of subtalar arthroereisis in pes planus: a systemic review and meta-analysis [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2021, 141 (5) : 761–773. DOI: 10.1007/s00402-020-03458-8.
- [39] Ghali A, Mhapankar A, Momtaz D, et al. Arthroereisis: treatment of pes planus [J]. *Cureus*, 2022, 14 (1) : e21003. DOI: 10.7759/cureus.21003.
- [40] 李欣, 刘宏. 距下关节制动术在儿童扁平足治疗中的应用进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21 (1) : 47–49. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2013.01.10.
- Li X, Liu H. Progress in the application of subtalar joint immobilization in the treatment of flat feet in children [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2013, 21 (1) : 47–49. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2013.01.10.

(收稿:2022-12-16 修回:2023-09-01)
(同行评议专家: 臧建成, 李新志, 陈伟)
(本文编辑: 宁桦)