

· 综 述 ·

# 距下关节制动器的研究进展<sup>△</sup>

段志豪, 柳金浪, 周游\*

(三峡大学附属仁和医院骨科, 湖北宜昌 443001)

**摘要:** 距下关节制动器是指通过置入到跗骨窦来限制距下关节活动的假体。随着对距下关节制动器认识的不断深入, 其临床应用从柔韧性扁平足扩展到距下关节脱位和胫骨后肌腱功能障碍, 手术方式也由单一的距下关节制动术扩展到距下关节稳定术。作者查阅了距下关节制动器相关文献, 本文将从距下关节制动器的分型、生物力学、临床应用和并发症等方面新进展作一综述。

**关键词:** 距下关节制动器, 分型, 生物力学, 并发症, 研究进展

**中图分类号:** R687      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 11-0993-05

**Research progress on subtalar arthroereisis implant** // DUAN Zhi-hao, LIU Jin-lang, ZHOU You. Department of Orthopedics, Affiliated Renhe Hospital, China Three Gorges University, Yichang 443001, China

**Abstract:** Subtalar arthroereisis implant is a prosthesis that is implanted into the tarsal sinus to limit the movement of subtalar joint. With the deepening of the understanding of subtalar implant, its clinical application has expanded from flexible flatfoot to subtalar joint dislocation and posterior tibial tendon dysfunction, and the operation mode has also expanded from single subtalar arthroereisis to subtalar stabilization. We searched the literature on subtalar arthroereisis implant and reviewed the new progress in subtalar arthroereisis implant classification, biomechanics, clinical application and complications.

**Key words:** subtalar arthroereisis implant, classification, biomechanics, complication, research progress

距下关节制动器是指通过置入到跗骨窦来限制距下关节活动的假体。距下关节是连接距骨和跟骨的关节, 也称距跟关节, 包括前距跟关节、中距跟关节和后距跟关节, 是跗骨间关节中最重要的关节之一, 其正常三维运动可保持足部的稳定, 这对于足的高效运动功能至关重要<sup>[1]</sup>。

## 1 制动器的历史发展

1946年, Chambers报道取用自体骨块植入到跗骨窦以限制距下关节活动的病例。1970年, LeLievre发明了一种跨过距下关节的横向制动器——U形钉, 它成为跗骨窦螺钉的雏形。1977年, Subotnick报道采用硅胶假体置入到跗骨窦治疗儿童扁平足畸形的手术, 由此开始了新的手术方法治疗扁平足畸形。2012年, Graham等使用HyProcare跗骨窦螺钉治疗成人柔

韧性扁平足畸形, 获得了良好的手术效果。目前较常用的距下关节制动器多为高分子材料、聚乙烯或钛合金等制成<sup>[2]</sup>。

## 2 制动器的分型

根据距下关节制动器的结构外形、生物力学和材料进行分型。Graham等<sup>[3]</sup>按制动器的结构外形将其分成两型(图1)。IA型呈圆柱形, 从患足外侧向内侧方向插入到跗骨窦, 由跗骨窦内软组织侧向固定, 制动器前缘仅插入到距骨纵向等分线。IB型与IA型相似, 唯一区别是IB型呈圆锥形。II型呈内侧圆柱形和外侧圆锥形相结合的结构, 从患足前外侧向后内侧方向插入到跗骨窦, 制动器前缘越过纵向等分线, 其优点在I型优点的基础上, 并保持距下关节正常范围的运动。

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.11.07

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

**作者简介:** 段志豪, 住院医师, 硕士研究生, 研究方向: 关节、运动医学、足踝外科, (电话)15871202472, (电子信箱)1909601306@qq.com

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

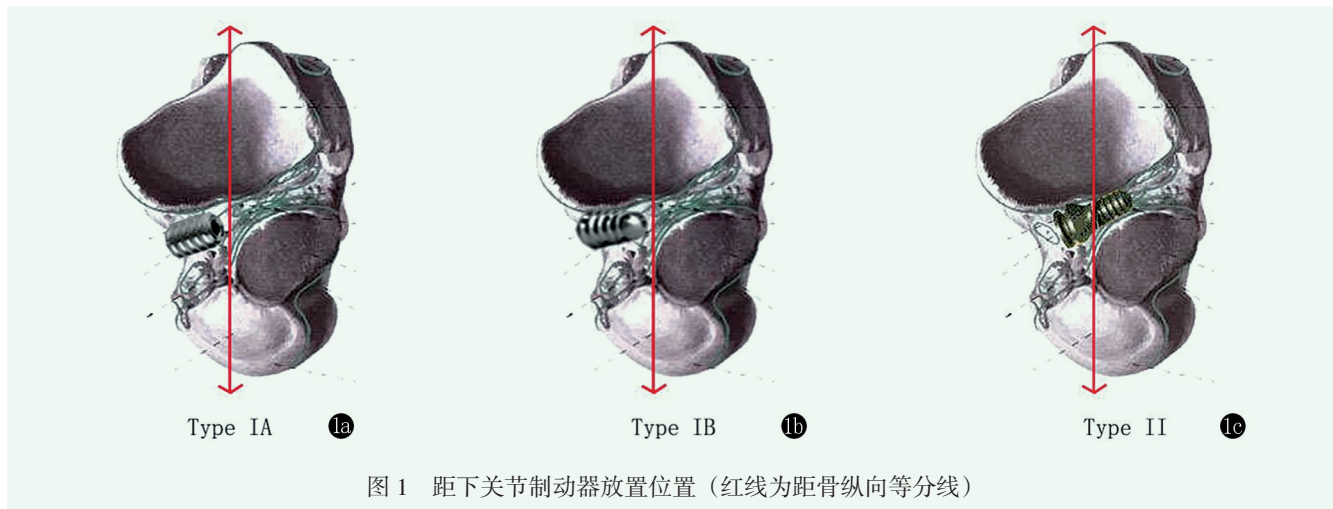


图1 距下关节制动器放置位置(红线为距骨纵向等分线)

Vogler 等<sup>[4]</sup>根据生物力学将制动器分为三型(图2)。轴线改变型:由一个阀杆和一个与距骨外侧突接触的头部组成,改变距下关节轴并创造一个更为垂直的关节轴来限制冠状关节面的外翻。挤压阻挡型:有一个垫片和阀杆,类似于轴线改变型,但头部位置稍微靠前,以便与距骨外侧突接触而限制其向前

滑动,从而降低距下关节制动器在跗骨窦内松动的发生率,垫片伸向跗骨窦上方阻止距骨外移。自锁型:螺纹部分沿其主轴插入到跗骨窦,支撑距骨颈,避免距骨外侧突与跗骨窦底相接触,在限制跟骨外翻的同时还可限制距骨内收和跖屈<sup>[5]</sup>。

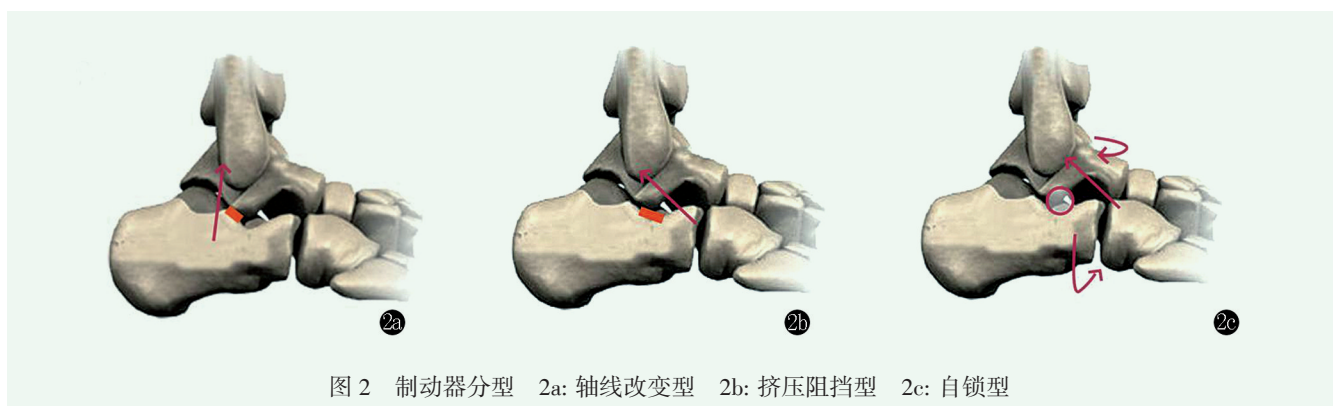


图2 制动器分型 2a: 轴线改变型 2b: 挤压阻挡型 2c: 自锁型

制动器按材料分为三型:(1)生物可吸收型制动器目前大部分采用超高分子聚乙烯制成,可以减轻跗骨窦疼痛并降低置入物取出率,总体临床效果与非吸收性置入物的临床效果相当,其他优点包括不对磁共振成像产生干扰;(2)复合材料型目前临床上应用较少;(3)目前临床上用的最多的一种不可吸收型制动器是MBA(Maxwell-Brancheau arthroereisis)型制动器,其设计有一空心螺纹筒和一开槽,使软组织更容易生长到制动器内帮助其固定,术后效果更好<sup>[2]</sup>。

度增加,通过距下关节传导的负荷也变大,常常是患足疼痛的原因。置入制动器后,距下关节恢复正常的解剖位置,通过距下关节传导的负荷恢复正常,内侧韧带及软组织应力峰值和内外侧柱各骨块应力峰值都明显变小,跗骨窦内的压力减小,患者的疼痛感降低。跗骨管为圆柱形,跗骨窦近似圆锥形,单纯圆柱形制动器不容易稳定受力,单纯圆锥形制动器不便于距下关节活动,Ⅱ型制动器更符合跗骨窦的内部解剖结构,制动器置入到跗骨窦后距下关节可达到需要的稳定度,同时保留后足正常的活动度,因此Ⅱ型制动器更有利于应力分布和减少并发症的发生,且置入物移除率低<sup>[6]</sup>。

### 3 生物力学

生理状态下,距下关节作为支点将身体重量传导至跟骨后部和前足各部,支配跗中关节的运动,是保持足部稳定的枢轴。病理状态下,Campbell等<sup>[1]</sup>观察到当距下关节外翻时,距下关节的活动

### 4 临床应用进展

距下关节制动器应用于距下关节制动术(subta-

lar arthroereisis, STA) 和距下关节稳定术 (extra-osseous talotarsal stabilization, EOTTS), 主要用于治疗柔韧性扁平足、距下关节脱位和胫骨后肌腱功能障碍 (posterior tibial tendon dysfunction, PTTD) [5]。

#### 4.1 柔韧性扁平足

扁平足是指足弓低平或消失, 通常是后足外翻和前足外展、旋后的三维畸形 [7, 8]。儿童和青少年扁平足大多数是柔韧性扁平足, 与下肢的柔韧性和距下关节的形态有关 [9], 成人扁平足主要继发于 PTTD [6]。STA 是指将距下关节制动器置入到跗骨窦内, 通过改变距骨的排列和距舟关节的力矩臂矫正扁平足畸形。STA 因具有操作相对简单、微创、有效和低风险等优点而被应用于扁平足畸形的治疗 [5, 10]。

##### 4.1.1 适应证和禁忌证

适应证: 符合以下标准中的4条或以上: (1) 持续2年保守治疗无临床或影像学好转; (2) 有症状的柔韧性扁平足, 年龄8~12岁; (3) 后足外翻角度 $>10^\circ$ ; (4) Meary角 $<10^\circ$ ; (5) Viladot足印II型、III型或IV型; (6) Kite角 $>25^\circ$ 或Moreau-Costa-Bartani角 $>130^\circ$  [11]。相对禁忌证: 跗骨窦综合征、神经性扁平足、足部韧带严重松弛、距下关节炎、马蹄内翻足后遗症。绝对禁忌证: 年龄 $<6$ 岁、僵硬性平足症 [12]。文献报道肥胖也是手术的禁忌证 [13]。Mazzotti等 [14] 根据长期数据分析, 推荐女性9~11.5岁和男性9~13.5岁是最佳手术年龄。

##### 4.1.2 临床疗效

Indino等 [15] 对56例行STA治疗的患者进行回顾性研究, 平均随访40.1个月, 在骨骼成熟末次随访时, 所有X线测量参数均有改善。Ruiz-Picazo等 [16] 对STA治疗的16例患者进行回顾性研究, 术前、术后测量Moreau-Costa-Bartani角、跟骨倾斜角等影像学数据, 使用牛津儿童足踝问卷 (Oxford Ankle Foot Questionnaire for Children, OxAFC) 父母版对患者进行术前和术后的功能评估。虽然有2例患者存在过度矫正, 但Ruiz等认为STA是治疗有症状的儿童柔韧性扁平足的有效方法, 术后功能和影像学结果良好。Smith等 [17] 对STA治疗的2550足进行系统评价, 患者术后临床和影像学结果均有明显改善, 患者满意率为79.9%, 再手术率为3.1%。STA是一种简单、微创、有效的手术方式 [18], 在中长期随访中患者主观感觉和客观疗效都令人满意 [14, 19-22]。

##### 4.1.3 并发症

包括适应证不当导致的跗骨间关节不稳、距下关节关节炎、僵硬性马蹄内翻足; 手术因素导致的矫正

过度或不足; 制动器刺激导致的跗骨窦疼痛、腓骨肌痉挛、软组织压迫; 生物材料的磨损或破损。最常见的并发症是跗骨窦疼痛, 少见的并发症有距骨颈骨折, 文献报告并发症发生率为7.1% [17]。

#### 4.2 距下关节脱位

距下关节脱位是一种动态的三维畸形, 是距骨向内侧、足底和/或前方移位, 移位方向取决于主导运动的平面。患者通常表现为足部和/或腿部疼痛、行走受限、夜间足部和腿部抽筋以及不能参加体育活动等 [23, 24]。Graham等 [25] 首先提出EOTTS的概念, 目前大多数研究认为EOTTS为STA的改良术式, 其优点是能维持距下关节正常的活动范围 [24, 25]。

##### 4.2.1 适应证和禁忌证

适应证: 复发性距下关节部分脱位、可复位的距下关节脱位。禁忌证: 后足僵硬、不可复畸形、跗骨窦局部活动性感染和3岁以下儿童 [23]。

##### 4.2.2 临床疗效

Graham等 [26] 应用EOTTS治疗70例距下关节脱位的患者, 对术前、术后的负重X线片进行分析, 发现矫正后的距骨倾斜角、距骨第二跖骨角和跟骨倾斜角均显著改善。Bresnahan等 [24] 对行EOTTS治疗的35例患者进行临床随访, Maryland Foot Score评分由术前的 $(69.53 \pm 19.56)$ 分提高到术后的 $(89.17 \pm 14.41)$ 分, 足部外观改善29.49%, 足功能活动改善14.39%, 足部疼痛减轻36.97%, 表明EOTTS是一种有效手术方式。

##### 4.2.3 并发症

包括切口裂开、皮肤愈合时间延长、术后步态异常、跗骨窦疼痛、术后感染、滑膜炎、矫正过度等。

#### 4.3 胫骨后肌腱功能障碍 (PTTD)

PTTD是成人获得性扁平足畸形 (adult acquired flatfoot deformity, AFFD) 最常见的原因。Johnson等根据肌腱损伤的畸形程度、柔韧性或僵硬程度以及肌腱损伤的类型分成了3个进化阶段, 随后Myerson等增加了第4个阶段, 包括踝关节受累。后来, Bluman等将II期细分为3种类型, I期为腱鞘炎, 无足弓部塌陷; IIA1期以足跟外翻为主, 前足柔软; IIA2期以足跟外翻为主且前足僵硬; IIB期以足外展为主; IIC期后足外翻伴内侧柱不稳; III期患者有无法矫正的前足外展和后足外翻的固定畸形; IV期患者有踝关节畸形 [27]。

##### 4.3.1 适应证和禁忌证

适应证: II期保守治疗 ( $\geq 6$ 个月) 失败。禁忌证: 更晚期的PTTD、手术部位活动性感染、胫骨后

肌功能缺失、胫后肌腱舟骨附着点的疼痛和压痛、存在巨大的副舟骨或胫后肌腱完全断裂<sup>[28]</sup>。

#### 4.3.2 临床疗效

Antonio等<sup>[29]</sup>对35例ⅡA1期的PTTD患者行STA和软组织修复治疗,平均随访47个月,术后74.07%的患者完全满意,11.11%的患者较满意,14.81%的患者不满意。STA是治疗AFFD有效方法,具有较高的患者满意率<sup>[30-32]</sup>。Fang等<sup>[33]</sup>比较PTTDⅡB期继发的AFFD患者接受STA或外侧柱延长术(LCL)治疗后的放射学和功能结果,均有良好的改善。Silva等<sup>[34]</sup>研究发现LCL组与STA组均有影像学改善,但是LCL组临床效果较STA组好,可能是STA组并发症发生率(20.6%)较LCL组(4.4%)高导致的。Baryeh等<sup>[35]</sup>的荟萃分析结果显示临床和影像学评分均有改善,术后并发症发生率低,STA是治疗Ⅱ期AFFD的可靠手术方式之一。

与上述不同,Mattesi等<sup>[36]</sup>对纳入的12篇文章,包括395名单独行STA或行STA联合其他手术(跟腱延长术等)的AFFD患者进行综述分析,发现单独行STA的患者AOFAS评分从53分提高到75分,行联合手术的患者由51.3分提高到84.05分,STA手术效果虽然没有联合手术好,但它依然对功能有较大改善,患者的满意度高。

STA是治疗AFFD的可靠手术方法,但是AFFD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联合其他手术方式应用更广。Bernasconi等<sup>[37]</sup>通过研究发现STA作为一种辅助手术联合其他手术治疗AFFD得到的手术效果更好,这与Mattesi等的结论一致。

#### 4.3.3 并发症

主要是跗骨窦疼痛<sup>[36]</sup>,存在自发性距下融合的少见并发症,及时移除制动器可以治愈跗骨窦疼痛。

## 5 手术要点

每次置入试模后均需在模拟负重状态下行C形臂X线机透视,对中后足各骨块位置关系,关节活动及内置物位置进行评估,直至确定合适大小的尺寸。尺寸过大畸形纠正过度,容易导致跗骨窦的持续疼痛;尺寸过小畸形纠正不充分,置入物容易松动。尺寸大小合适时患足正侧位X线片显示第一跖骨轴线方向与距骨轴线方向一致。置入制动器后,如果仍存在前足外展,可行距舟关节内侧切口对胫舟韧带和胫弹簧韧带进行紧缩缝合,可有效矫正前足外展<sup>[11]</sup>。

## 6 制动器移除

大多数患者有跗骨窦疼痛的情况下才进行制动器移除,移除率分别为:IA型40%,IB型40%,Ⅱ型5.86%<sup>[12]</sup>。制动器移除最常见原因是跗骨窦疼痛,制动器大小也是移除的一个重要因素,11mm的制动器被移除的频率更高<sup>[38]</sup>。比较移除前后的X线片显示没有明显的矫正损失,移除制动器对手术效果没有影响<sup>[39]</sup>。

STA/EOTTS具有简单、微创、恢复快的优点,在保留关节的同时可有效纠正畸形,使足部的肌腱、韧带、关节囊等软组织的功能得以保存和重建。严格把握手术适应证和禁忌证是取得良好疗效的关键<sup>[40]</sup>。随着距下关节制动器的不断研发和改进,其临床应用范围也在不断扩展。

## 参考文献

- [1] Campbell ST, Reese KA, Ross SD, et al. Effect of graft shape in lateral column lengthening on tarsal bone position and subtalar and talonavicular contact pressure in a cadaveric flatfoot model [J]. *Foot Ankle Int*, 2014, 35 (11): 1200-1208.
- [2] 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.
- [3] Graham ME, Jawrani NT. Extraosseous talotarsal stabilization devices: a new classification system [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2012, 51 (5): 613-619.
- [4] Vogler H. Subtalar joint blocking operations for pathological pronation syndromes [M]. 1987.
- [5] Bernasconi A, Lintz F, Sadile F. The role of arthroereisis of the subtalar joint for flatfoot in children and adults [J]. *EFORT Open Rev*, 2017, 2 (11): 438-446.
- [6] Faldini C, Mazzotti A, Panciera A, et al. Patient-perceived outcomes after subtalar arthroereisis with bioabsorbable implants for flexible flatfoot in growing age: a 4-year follow-up study [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2018, 28 (4): 707-712.
- [7] Ghanem I, Massaad A, Assi A, et al. Understanding the foot's functional anatomy in physiological and pathological conditions: the calcaneopedal unit concept [J]. *J Childrens Orthop*, 2019, 13 (2): 134-146.
- [8] Shin HS, Lee JH, Kim EJ, et al. Flatfoot deformity affected the kinematics of the foot and ankle in proportion to the severity of deformity [J]. *Gait Posture*, 2019, 72 (1): 123-128.
- [9] Kothari A, Bhuvu S, Stebbins J, et al. An investigation into the aetiology of flexible flat feet: the role of subtalar joint morphology [J]. *Bone Joint J*, 2016, 98-B (4): 564-568.
- [10] Paolo C, Giada L, Lisa B, et al. Functional evaluation of bilateral subtalar arthroereisis for the correction of flexible flatfoot in children: 1-year follow-up [J]. *Gait Posture*, 2018, 64 (1): 152-158.

- [11] 李兵, 俞光荣, 杨云峰等. 距下关节制动联合软组织手术治疗大龄儿童柔性平足症[J]. 中华小儿外科杂志, 2020, 41 (4): 356-360.
- [12] Faldini C, Mazzotti A, Panciera A, et al. Bioabsorbable implants for subtalar arthroereisis in pediatric flatfoot [J]. *Musculoskeletal Surg*, 2018, 102 (1): 11-19.
- [13] Giannini S, Cadossi M, Mazzotti A, et al. Bioabsorbable calcaneostop implant for the treatment of flexible flatfoot: a retrospective cohort study at a minimum follow-up of 4 years [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2017, 56 (4): 776-782.
- [14] Mazzotti A, Di Martino A, Geraci G, et al. Long-term results of subtalar arthroereisis for the treatment of symptomatic flexible flatfoot in children: an average fifteen year follow-up study [J]. *Int Orthop*, 2021, 45 (3): 657-664.
- [15] Indino C, Villafañe JH, D'Ambrosi R, et al. Effectiveness of subtalar arthroereisis with endorthesis for pediatric flexible flat foot: a retrospective cross-sectional study with final follow up at skeletal maturity [J]. *Foot Ankle Surg*, 2020, 26 (1): 98-104.
- [16] Ruiz-Picazo D, Jiménez-Ortega P, Doñate-Pérez F, et al. Radiographic and functional results following subtalar arthroereisis in pediatric flexible flatfoot [J]. *Adv Orthop*, 2019, 2019: 5061934.
- [17] Smith C, Zaidi R, Bhamra J, et al. Subtalar arthroereisis for the treatment of the symptomatic paediatric flexible pes planus: a systematic review [J]. *EFORT Open Rev*, 2021, 6 (2): 118-129.
- [18] Nicolò M, Alberto B, Polina M, et al. Return to sport activities after subtalar arthroereisis for correction of pediatric flexible flatfoot [J]. *J Pediatr Orthop B*, 2018, 27 (1): 82-87.
- [19] Bernasconi A, Iervolino C, D'Alterio R, et al. Midterm assessment of subtalar arthroereisis for correction of flexible flatfeet in children [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2020, 106 (1): 185-191.
- [20] Wang S, Chen L, Yu J, et al. Mid-term results of subtalar arthroereisis with talar-fit implant in pediatric flexible flatfoot and identifying the effects of adjunctive procedures and risk factors for sinus tarsi pain [J]. *Orthop Surg*, 2020, 13 (1): 175-184.
- [21] 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.
- [22] Vogt B, Toporowski G, Gosheger G, et al. Subtalar arthroereisis for flexible flatfoot in children- clinical, radiographic and pedobarographic outcome comparing three different methods [J]. *Children (Basel)*, 2021, 8 (5): 359.
- [23] Graham ME, Jawrani NT, Chikka A. Extraosseous talotarsal stabilization using HyProCure® in adults: a 5-year retrospective follow-up [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2011, 51 (1): 23-29.
- [24] Bresnahan PJ, Chariton JT, Vedpathak A. Extraosseous talotarsal stabilization using HyProCure®: preliminary clinical outcomes of a prospective case series [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2013, 52 (2): 195-202.
- [25] Graham ME, Parikh R, Goel V, et al. Stabilization of joint forces of the subtalar complex via HyProCure sinus tarsi stent [J]. *J Am Podiatr Med Assoc*, 2011, 101 (5): 390-399.
- [26] Graham ME, Jawrani NT, Chikka A, et al. Surgical treatment of hyperpronation using an extraosseous talotarsal stabilization device: radiographic outcomes in 70 adult patients [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2012, 51 (5): 548-555.
- [27] Bluman EM, Title CI, Myerson MS. Posterior tibial tendon rupture: a refined classification system [J]. *Foot Ankle Clin North Am*, 2007, 12 (2): 233-249.
- [28] Zhuohao CL, Hing LT. Endoscopically assisted reconstruction of posterior tibial tendon for stage 2 posterior tibial tendon dysfunction [J]. *Arthrosc Tech*, 2019, 8 (3): e237-e243.
- [29] Antonio VV, Nicolás FC, Andrés SSJ, 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.
- [30] Barrett IJ, Krych AJ, Pareek A, et al. Short- to mid-term outcomes of anatomic MCL reconstruction with Achilles tendon allograft after multiligament knee injury [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26 (10): 2952-2959.
- [31] 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.
- [32] 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 (2): 359-364.
- [33] 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.
- [34] Silva M, Koh D, 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.
- [35] 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*, 2021: 1938640020987775.
- [36] 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.
- [37] 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*, 2020: 1938640020951031.
- [38] Saxena A, Via A G, 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.
- [39] Bernasconi A, Iervolino C, D'Alterio R, et al. Midterm assessment of subtalar arthroereisis for correction of flexible flatfeet in children [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2020, 106 (1): 185-191.
- [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.

(收稿:2021-06-01 修回:2021-10-18)

(同行评议专家: 余清文)

(本文编辑: 宁 桦)