

HyProCure 跗骨窦螺钉内固定治疗青少年柔性扁平足

徐善强, 张宇, 张文举, 李平, 王勇, 何凯元

(四川省骨科医院, 四川 成都 610041)

摘要 目的:观察 HyProCure 跗骨窦螺钉内固定治疗青少年柔性扁平足的临床疗效和安全性。**方法:**2017 年 1 月至 2019 年 1 月, 采用 HyProCure 跗骨窦螺钉内固定治疗青少年柔性扁平足患者 30 例。男 18 例 36 足, 女 12 例 24 足。年龄 8~12 岁, 中位数 10 岁。所有患者均表现为足弓塌陷并长期伴有足内侧疼痛, 经冲击波及穿戴足垫等非手术疗法治疗后效果不佳。病程 12~36 个月, 中位数 22 个月。术后随访观察切口愈合、畸形矫正、足部疼痛改善、足功能恢复及并发症发生情况。**结果:**所有患者均获随访, 随访时间 12~36 个月, 中位数 20 个月。切口均甲级愈合。末次随访时, 30 例患者的距骨-第 1 跖骨角、距骨-第 2 跖骨角、距舟覆盖角、距骨-跟骨角、距骨倾斜角、跟骨外翻角小于术前 ($17.8^{\circ} \pm 1.6^{\circ}$, $6.5^{\circ} \pm 1.8^{\circ}$, $t=9.613$, $P=0.003$; $23.6^{\circ} \pm 1.9^{\circ}$, $11.9^{\circ} \pm 1.4^{\circ}$, $t=11.102$, $P=0.004$; $17.8^{\circ} \pm 2.1^{\circ}$, $10.1^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$, $t=10.904$, $P=0.008$; $12.9^{\circ} \pm 3.6^{\circ}$, $4.1^{\circ} \pm 1.8^{\circ}$, $t=6.213$, $P=0.009$; $36.1^{\circ} \pm 4.8^{\circ}$, $22.9^{\circ} \pm 2.8^{\circ}$, $t=7.809$, $P=0.002$; $12.1^{\circ} \pm 2.4^{\circ}$, $4.3^{\circ} \pm 0.7^{\circ}$, $t=3.104$, $P=0.032$), 跟骨倾斜角大于术前 ($12.5^{\circ} \pm 1.9^{\circ}$, $22.8^{\circ} \pm 2.3^{\circ}$, $t=6.811$, $P=0.041$), 足部疼痛视觉模拟量表评分低于术前 [(5.6 ± 0.4) 分, (1.2 ± 0.1) 分, $t=11.212$, $P=0.009$], 美国足踝外科协会踝与后足功能评分高于术前 [(47.6 ± 9.8) 分, (88.6 ± 2.7) 分, $t=-21.511$, $P=0.008$]。均无感染、血肿、神经损伤、螺钉脱出等并发症发生。**结论:**采用 HyProCure 跗骨窦螺钉内固定治疗青少年柔性扁平足, 能矫正足部畸形, 缓解患者疼痛症状, 改善足部功能, 且并发症少。

关键词 扁平足; 青少年; 跗骨窦; 距下关节制动术

柔性扁平足是一种临床常见的足部疾病, 其主要特征是内纵弓塌陷、后足外翻和距下关节过度外翻引起的前足外展。大多数柔性扁平足患者无临床症状, 一般不需要治疗^[1]; 但当患者出现严重的足部内侧疼痛、足部功能丧失、步态改变、距下关节活动受限或足部畸形进行性加重时, 应采用手术治疗^[2-3]。目前临床上治疗扁平足的手术方法主要包括软组织手术、截骨术、关节融合术及距下关节制动术。单纯的胫后肌腱止点重建、腓肠肌松解等软组织手术通常不能获得满意的临床疗效, 多数情况下需结合其他手术方法进行治疗^[4], 手术创伤较大。对于青少年柔性扁平足患者而言, 截骨术、关节融合术治疗周期长, 恢复时间长, 创伤大, 甚至会导致部分关节活动度丧失。国外有文献报道, 采用距下关节制动术治疗青少年扁平足可取得满意的临床疗效^[5-6]。距下关节制动术是一种微创治疗方式, 通过在跗骨窦、距骨以及跟骨之间放置 1 枚螺钉, 限制跟骨外翻和距骨内旋, 达到矫正扁平足的目的, 其具有创伤小、恢复快等优点。目前国内开展此类微创手术治疗青少年柔性扁平足的报道较少。为了进一步探索治疗青少年柔性扁平

足的方法, 2017 年 1 月至 2019 年 1 月, 我们采用 HyProCure 跗骨窦螺钉内固定治疗青少年柔性扁平足患者 30 例, 并对其临床疗效和安全性进行了观察, 现报告如下。

1 临床资料

本组 30 例, 均为在四川省骨科医院住院治疗的青少年柔性扁平足患者。男 18 例 36 足, 女 12 例 24 足。年龄 8~12 岁, 中位数 10 岁。所有患者均表现为足弓塌陷并长期伴有足内侧疼痛, 经冲击波及穿戴足垫等非手术疗法治疗后效果不佳。病程 12~36 个月, 中位数 22 个月。

2 方法

2.1 手术方法 采用全身麻醉, 患者取仰卧位。于患足跗骨窦区域沿足的长轴做长约 2 cm 的切口, 切开皮肤及皮下组织, 显露跗骨窦。以专用剪刀插入跗骨窦内钝性分离后, 剪断距跟骨间韧带, 将导针从前外斜向后内插入跗骨窦内, 注意导针尾端指向内踝后侧。沿导针放置合适大小的 HyProCure 跗骨窦螺钉试模, 足部正侧位及跟骨长轴位透视满意后确定 HyProCure 跗骨窦螺钉型号。将选定的跗骨窦螺钉顺时针旋转植入跗骨窦, 再次透视确认植入物的方向、位置和深度满意, 距舟覆盖角、距骨-第 1 跖骨角、后

足力线纠正满意以及模拟负重时前足无明显旋后和距下关节无活动受限后,逐层缝合,关闭切口。

2.2 术后处理方法 术后 2 周内以石膏将足踝部固定于功能位,患肢抬高,严禁下地负重;术后 2 周视切口情况拆线,去除石膏外固定,开始练习站立及在行走靴保护下行走,逐渐过渡到正常活动。

3 结果

所有患者均获随访,随访时间 12~36 个月,中位数 20 个月。切口均甲级愈合。末次随访时,30 例患者的距骨-第 1 跖骨角、距骨-第 2 跖骨角、距舟覆盖角、距骨-跟骨角、距骨倾斜角、跟骨外翻角小于术前,跟骨倾斜角大于术前(表 1)。末次随访时,30 例患者的足部疼痛视觉模拟量表评分低于术前[(5.6±0.4)分,(1.2±0.1)分, $t=11.212$, $P=0.009$],美国足踝外科协会踝与后足功能评分高于术前[(47.6±9.8)分,(88.6±2.7)分, $t=-21.511$, $P=0.008$]。均无感染、血肿、神经损伤、螺钉脱出等并发症发生。典型病例 X 线片见图 1。

4 讨论

青少年柔性扁平足是因为各种原因引起距骨头过度跖屈、内收,使得负重时出现后足外翻及前足外展,长期的畸形易导致足部的胫骨后肌腱病损,加重扁平足,最终出现踝骨关节炎。此外,足部的外翻畸形逐步会影响到膝、髋关节及脊柱的损伤,因此早期治疗青少年柔性扁平足就显得尤为重要。临床上治疗该病主要分为非手术治疗及手术治疗。非手术疗法,主要通过穿戴足垫以及足部矫形支具进行矫正。对于非手术治疗失败者,建议手术治疗。手术治疗包括软组织手术和骨性手术,如胫后肌腱止点重建、腓肠肌松解、跟骨截骨术、楔骨截骨术、外侧柱延长术,但这些术式创伤较大,大部分患者的家长不愿意接受。吴刚等^[7]研究发现,HyProCure 跗骨窦螺钉内固定不影响足部正常生物力学环境,与其他创伤较大的手术相比具有简便快捷、损伤小、康复快等优点。HyProCure 跗骨窦螺钉植入跗骨窦后可以在负重时减少距骨对跟骨的半脱位趋势,降低胫后肌腱及踝管内压力,有效缓解患者的临床症状。有学者^[8-9]通过生物力学实验证实,HyProCure 跗骨窦螺钉可减少负重站立时距骨对跟骨的半脱位趋势,均匀地通过跗骨窦前后方分散轴向应力,恢复距下关节正常运动轴,纠正后足力线并恢复足弓。Graham 等^[10-12]通过尸体

生物力学研究发现,HyProCure 跗骨窦螺钉植入跗骨窦后可降低胫后肌腱的牵张力及踝管内神经和肌腱的压力。本组患者采用 HyProCure 跗骨窦螺钉内固定治疗后,其临床症状、足部功能、足部外观较术前均得到明显改善。治疗青少年柔性扁平足的关键在于改变距骨头的跖屈及内收,恢复后足力线,纠正前足外展。

HyProCure 跗骨窦螺钉内固定存在的相关问题:

①年龄选择的问题。有学者认为柔性扁平足应在儿童时期进行纠正,以免畸形加重及骨性结构发生不良改变^[13]。儿童生理性足部外翻会在 10 岁左右逐渐进展为成人足部外形,之后足纵弓及外形无明显改变,因此有学者提出外科矫正年龄宜选择 10~12 岁^[14-16]。②跗骨窦螺钉是否需要取出的问题。大部分学者对于跗骨窦螺钉是否需要取出无明确结论。由于 HyProCure 跗骨窦螺钉内固定仅是一个软组织手术,并不会影响青少年足部发育,所以我们认为如果患者没有出现不适症状,不建议将其取出。

青少年扁平足患者个体差异性较大,而目前临床上仅能提供 6 种型号(5~10 号,常用 7 号或 8 号)的 HyProCure 跗骨窦螺钉供手术医生选择,难免会出现因植入螺钉型号不合适而致畸形残留、足弓改善不明显或内翻等问题。如果未来没有基于有限元建模及 3D 打印技术提供的个体化定制跗骨窦螺钉,距下关节制动术的精准度难以得到提高。距下关节制动术虽然操作简单,但仍需注意以下事项:①应严格把握手术适应证,即柔性扁平足,避免盲目进行矫形手术。②术中应透视并测量足部相关角度,以利于快速准确确定 HyProCure 跗骨窦螺钉型号。③选择 HyProCure 跗骨窦螺钉型号时,应遵循“宁小勿大”的原则。④后足力线的调整应遵循“宁外勿内”的原则。因为 HyProCure 跗骨窦螺钉在体内最重要的稳定因素是瘢痕化包绕,所以术后应严格制动,以免早期活动会影响瘢痕化甚至导致螺钉脱出。

单纯采用 HyProCure 跗骨窦螺钉内固定治疗青少年柔性扁平足时,是否需要联合其他手术治疗仍是一个有争议的问题^[17-18]。对于青少年扁平足患者,临床上常采用 HyProCure 跗骨窦螺钉内固定联合其他手术如腓肠肌松解术、副舟状骨切除术、胫骨后肌腱止点重建术、内侧柱关节融合术等来实现畸形的完全矫正^[19-20]。目前关于单纯采用 HyProCure 跗骨窦

螺钉内固定治疗青少年柔性扁平足的报道较少。仅有文献^[21-23]报道,单纯采用 HyProCure 跗骨窦螺钉内固定治疗成年人扁平足后,该手术能够明显改善患者足部影像学参数和足部功能,此研究结果与本组患

者治疗结果类似。

本组患者治疗结果显示,采用 HyProCure 跗骨窦螺钉内固定治疗青少年柔性扁平足,能矫正足部畸形,缓解患者疼痛症状,改善足部功能,且并发症少。

表 1 30 例青少年柔性扁平足患者手术前后影像学指标

观察 时间点	距骨-第 1 跖骨 角/ $(\bar{x} \pm s, ^\circ)$	距骨-第 2 跖骨 角/ $(\bar{x} \pm s, ^\circ)$	距舟覆盖角/ $(\bar{x} \pm s, ^\circ)$	距骨-跟骨角/ $(\bar{x} \pm s, ^\circ)$	距骨倾斜角/ $(\bar{x} \pm s, ^\circ)$	跟骨倾斜角/ $(\bar{x} \pm s, ^\circ)$	跟骨外翻角/ $(\bar{x} \pm s, ^\circ)$
术前	17.8 ± 1.6	23.6 ± 1.9	17.8 ± 2.1	12.9 ± 3.6	36.1 ± 4.8	12.5 ± 1.9	12.1 ± 2.4
末次随访时	6.5 ± 1.8	11.9 ± 1.4	10.1 ± 0.5	4.1 ± 1.8	22.9 ± 2.8	22.8 ± 2.3	4.3 ± 0.7
<i>t</i> 值	9.613	11.102	10.904	6.213	7.809	6.811	3.104
<i>P</i> 值	0.003	0.004	0.008	0.009	0.002	0.041	0.032

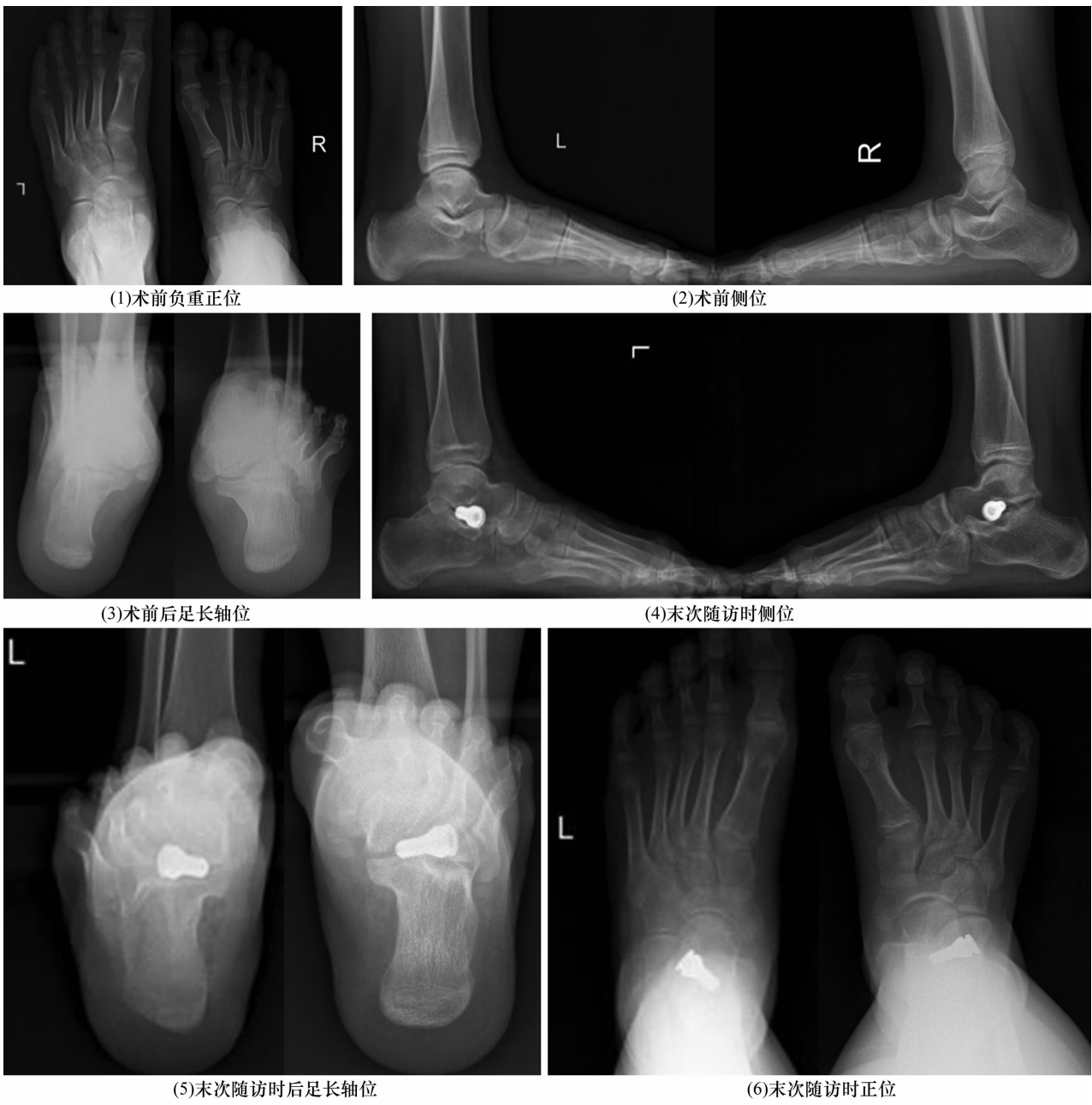


图 1 青少年双侧柔性扁平足 HyProCure 跗骨窦螺钉内固定手术前后 X 线片

参考文献

- [1] PAVONE V, VESCIO A, DI SILVESTRI C A, et al. Outcomes of the calcaneo-stop procedure for the treatment of juvenile flatfoot in young athletes [J]. J Child Orthop, 2018, 12(6): 582 – 589.
- [2] VULCANO E, MACCARIO C, MYERSON M S. How to approach the pediatric flatfoot [J]. World J Orthop, 2016, 7(1): 1 – 7.
- [3] 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.
- [4] MARTINELLI N, BIANCHI A, MARTINKEVICH P, 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.
- [5] TOULLEC E. Adult flatfoot [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2015, 101(1 Suppl): S11 – 17.
- [6] MACAULAY A, NANDYALA S V, MILLER C P, et al. Potential for bias and the american orthopaedic foot and ankle society ankle-hindfoot scoring system [J]. Foot Ankle Spec, 2018, 11(5): 416 – 419.
- [7] 吴刚, 陈建文, 王世隆, 等. 单纯 HyProCure 跗骨螺钉治疗青少年柔韧性平足合并痛性副舟骨 [J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(6): 901 – 905.
- [8] MARTINELLI N, BIANCHI A, MARTINKEVICH P, 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.
- [9] PAVONE V, VESCIO A, CANAVESE F, et al. Effects of body weight on the clinical and radiological outcomes of children with flexible flatfeet managed with the ‘calcaneo-stop’ procedure [J]. J Pediatr Orthop B, 2019, 28(3): 228 – 234.
- [10] GRAHAM M E, JAWRANI N T, GOEL V K. Evaluating plantar fascia strain in hyperpronating cadaveric feet following an extra-osseous talotarsal stabilization procedure [J]. J Foot Ankle Surg, 2011, 50(6): 682 – 686.
- [11] GRAHAM M E, JAWRANI N T, GOEL V K. Effect of extra-osseous talotarsal stabilization on posterior tibial nerve strain in hyperpronating feet: a cadaveric evaluation [J]. J Foot Ankle Surg, 2011, 50(6): 672 – 675.
- [12] GRAHAM M E, JAWRANI N T, GOEL V K. Effect of extra-osseous talotarsal stabilization on posterior tibial tendon strain in hyperpronating feet [J]. J Foot Ankle Surg, 2011, 50(6): 676 – 681.
- [13] DE PELLEGRIN M, MOHARAMZADEH D, STROBL W M, et al. Subtalar extra-articular screw arthroereisis (SESA) for the treatment of flexible flatfoot in children [J]. J Child Orthop, 2014, 8(6): 479 – 487.
- [14] MEGREMIS P, MEGREMIS O. Arthroereisis for symptomatic flexible flatfoot deformity in young children: radiological assessment and short-term follow-up [J]. J Foot Ankle Surg, 2019, 58(5): 904 – 915.
- [15] GIANNINI S, CADOSI M, MAZZOTTI A, et al. Bioabsorbable calcaneo-stop 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.
- [16] 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.
- [17] CARAVAGGI P, LULLINI G, BERTI L, 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: 152 – 158.
- [18] ELMARGHANY M, ABD EL-GHAFFAR T M, ELGEUSHY A, et al. Is subtalar extra articular screw arthroereisis (SESA) reducing pain and restoring medial longitudinal arch in children with flexible flat foot? [J]. J Orthop, 2020, 20: 147 – 153.
- [19] MCCORMICK J J, JOHNSON J E. Medial column procedures in the correction of adult acquired flatfoot deformity [J]. Foot Ankle Clin, 2012, 17(2): 283 – 298.
- [20] CICCHINELLI L D, PASCUAL HUERTA J, GARCÍA CARMONA F J, et al. Analysis of gastrocnemius recession and medial column procedures as adjuncts in arthroereisis for the correction of pediatric pes planovalgus: a radiographic retrospective study [J]. J Foot Ankle Surg, 2008, 47(5): 385 – 391.
- [21] INDINO C, VILLAFANE J H, 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, 2021, 26(1): 98 – 104.
- [22] 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.
- [23] 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.

(收稿日期: 2021-11-30 本文编辑: 时红磊)