

跟距骨桥分型与治疗的研究进展

孙义元, 李棋

(四川大学华西医院骨科, 四川 成都 610041)

【摘要】 跟距骨桥多发生于跟距关节内侧, 在足跗骨畸形中占比最高, 绝大多数患者无明显症状, 发病时多表现为疼痛、距下关节活动障碍。跟距骨桥的分型多种多样, 不同的分型对于临床的指导意义不同。目前临床上应用最广的是 Rozansky 分型, 对临床治疗有一定指导意义; Lim 分型则更为简单全面, 而对于合并足部畸形或者骨关节炎推荐使用 Blitz 分型。在治疗方面, 轻微症状患者建议保守治疗; 保守治疗失败的患者可以选择关节镜下手术切除骨桥, 而面积较大 (>50% 距下关节面)、多关节面骨桥、畸形严重的患者可选择切开手术, I 期或 II 期处理合并平足畸形; 对于多次关节镜或切开手术失败, 合并严重骨关节炎或者复杂的跟距骨桥患者可选距下关节或三关节融合术, 并矫正畸形。

【关键词】 跟骨; 距骨; 综述

中图分类号: R682.6

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2022.06.017

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Research on classification and treatment of talocalcaneal bridge SUN Yi-yuan and LI Qi. Department of Orthopaedics, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China

ABSTRACT Talocalcaneal bridge mostly occurs on the inner side of heel-talar joint, and accounts for the highest proportion of foot tarsal deformities. Most of patients have no obvious symptoms, and manifested as pain and subtalar joint dysfunction at the onset. There are many types of calcaneal talus bridge, and different types have different clinical guiding significance. At present, Rozansky classification is the most widely used clinically, which has certain guiding significance for clinical treatment; Lim classification is simpler and more comprehensive, and Blitz classification is recommended for combined foot deformities or osteoarthritis. In terms of treatment, conservative treatment is recommended for patients with mild symptoms; patients who fail conservative treatment could choose arthroscopic surgery to remove bone bridge, while patients with larger areas (>50% subtalar articular surface), multi-articular bone bridges, and severe deformities incision surgery could be selected, the first or second stage treatment combined with flat foot deformity; for patients with multiple arthroscopic or incision surgery failures, severe osteoarthritis, or complex talocalcaneal bridge, subtalar joint or tri-articular fusion could be selected, and correct deformity.

KEYWORDS Calcaneus; Talus; Review

足跗骨先天性的发育异常发病率在 1%~6%, 跟距骨桥占 53%^[1], 多发生于跟距关节内侧, 多数患者无明显症状, 发病时因跟距关节应力分布改变^[2], 表现为疼痛、距下关节活动障碍。长期存在可能导致邻近关节继发性关节炎, 足弓塌陷、腓骨肌腱挛缩、平足畸形, 骨折风险高等^[3]。Zuckerlandl^[4]最先报道, 在跟距骨桥研究的发展史上, 先后产生了多种基于骨桥连接成份及影像学的分型方法, 而分型的意义在于更精准的诊断和治疗, 对于跟距骨桥的分型与治疗, 临床统一结论, 笔者将其综述如下。

1 跟距骨桥的分型

跟距骨桥是跟距关节骨性结构的异常改变, 经验丰富的医师根据 X 线即可察觉跟骨和距骨之间的异常连接, 继发的骨关节炎和足畸形; CT 和三维

重建能够更加清楚认识到骨桥在跟距关节的位置、大小和形态, 有助于手术方式和手术入路的制定; 而对于已有病变区域麻木症状的患者可进行 MRI 和局部超声检查, 评估骨桥周围神经、血管是否累及, 同时方便医师术中进行探查或者避让。

1958 年, 冯汉传等^[5]基于 Harris^[6]的介绍, 观察 X 线中距骨与跟骨之间是否有缝隙, 将其简单的分为不完整骨桥和完整性骨桥。限于检测手段, 该分型方法过于简单, 观念陈旧, 现已很少用于临床。Kumar 等^[7]对 16 例 (18 足) 跟距骨桥保守治疗失败后的患者行手术切除骨桥治疗, 根据术中发现, 就跟距骨桥的连接方式可分为纤维性、软骨性或骨性连接。与冯氏分型相比, 该分型通过手术解剖发现了骨桥的不同连接组织, 但是对于骨桥的部位和形态学未作分析, 对手术计划并没有实质性帮助。

2010 年, Rozansky 等^[8]根据 CT 三维成像重建技术将其分为 5 型 (图 1): I 型, 纤维软骨连接, 与

通讯作者: 李棋 E-mail: liqimm@163.com

Corresponding author: LI Qi E-mail: liqimm@163.com



图 1 跟距骨桥的 Rozansky 等^[8]分型 1a. I 型, 平行纤维连接 1b. II 型, 钩状连接 1c. III 型, 叠瓦式连接 1d. IV 型, 中间完全骨性连接 1e. V 型, 后方完全骨性连接

Fig.1 Rozansky^[8] classification of talocalcaneal bridge 1a. Type I, parallel fiber connection 1b. Type II, hook connection 1c. Type III, imbricate connection 1d. Type IV, complete osseous connection in the middle 1e. Type V, complete osseous connection at the back

距下关节间隙平行; II 型, 前方为纤维软骨连, 存在关节间隙, 后方呈钩状包裹载距; III 型, 距骨呈叠瓦状向下倾斜, 且部分覆盖在跟骨上; IV 型, 完全的中间面的骨性连接; V 型, 周围及后方均为骨性连接, 紧邻胫后动脉或神经。Rozansky 等^[8]对 35 例患者按照不同分型进行治疗后总结认为: I 型最易识别和切除; II 型使普通 CT 可能会漏诊, 如果钩状纤维软骨从后方延伸至前方, 将其全部切除会导致拇长屈肌腱不稳; III 型骨桥可能与载距突发育不良有关, 借助三维 CT 不难切除; IV 型骨桥是最难切除, 还不确定是否需要完全切除; V 型: 普通 CT 容易忽视, 尽管连接组织少, 但同样限制了距下关节活动并导致疼痛, 亦不难切除。该分型比之前的方法更为全面, 借助三维 CT 详细描述了不同骨桥的位置、大小、性质和走行方向, 有利于手术方案的制定, 对临床有参考价值, 目前国内外学者多采用此分型。但依据该分型的病例数量较少, 针对各种类型所提出的治疗方案, 临床效果并不确切, 术后患者活动度及功能改善情况不一。

与 Rozansky 分型类似, Lim 等^[9]将疾病的影像学表现分为 4 类(图 2): I 型, 线性平行或接近平行于跟距关节面; II 型, 距骨增生, 覆盖跟骨的跟距关节面; III 型, 跟骨增生, 覆盖距骨的跟距关节面; IV 型, 完全性骨桥。从形态学上来看, 笔者认为该分型较 Rozansky 分型更为简明, 为手术医生制定手术切口和手术入路提供了有效信息。

2010 年, Blitz 等^[10]将骨桥复杂程度分为 3 型: I 型为单纯骨桥, II 型为骨桥合并平足, III 型为骨桥合并平足和后足关节病变。同时, 他们根据 CT 将跟距中间关节面骨桥继发后关节面病变分为 3 期: I 期为轻度疼痛, 表现为软骨下骨硬化, 关节周围唇形改变, 平均发病年龄为 14 岁, 可行单纯骨桥切除; II 期为中度疼痛, 表现为关节侵蚀, 软骨下骨囊变, 非对称性关节狭窄, 骨赘形成, 平均发病年龄 25 岁, 可行单纯骨桥切除联合平足重建, 对于严重平足可行关节融合; III 期为重度疼痛, 表现为关节间隙完全消失, 后关节面破坏 >50%, 广泛骨赘形成, 明显关节



图 2 跟距骨桥的 Lim 等^[9]分型 2a. I 型, 平行式骨桥 2b. II 型, 叠瓦式骨桥 2c. III 型, 船形骨桥 2d. IV 型, 完全性骨桥

Fig.2 Lim^[9] classification of talocalcaneal bridge 2a. Type I, parallel bone bridge 2b. Type II, imbricate bone bridge 2c. Type III, boat bone bridge 2d. Type IV, complete bone bridge

硬化, 平均发病年龄为 41 岁, 可行距下关节融合联合平足重建或三关节融合。与其他分型不同, 该分型总结了各发病阶段的影像学特点, 尤其为跗骨间骨桥及继发足部病变的诊断和治疗选择提供了依据。

2018 年, 王洪军等^[11]依据骨桥的超声表现分为不全连接型、完全骨性连接型和完全纤维连接。与 CT 诊断相比, 超声检查在敏感性和特异性方面差异无统计学意义, 但高频超声可以观察到跟距骨桥早期轻微的骨质改变, 可以发现周围软组织的并发症, 如胫神经卡压、囊肿和肌腱移位等。

目前, 基于先进的影像学技术发展, 临床应用较多的为 Rozansky 分型, 该分型描述了骨桥的不同部位和形态, 为手术计划的制定提供了参考; Lim 分型对其进行改进, 相对更加完善, 涵盖了跟骨异常发育包裹距骨这一少见的类型; Blitz 分型对于出现平足等严重并发症的更为实用; 对于出现麻木症状的患者, 为更清楚了解跟距骨桥周围软组织的情况, 可进行超声或 MRI 检查。而相较于 X 线和 CT 等影像学检查, 关节镜检更为直观, 可以清楚看到骨桥的范

围,探查骨桥的连接组织和跟距关节的活动情况,对影像学检查进行补充,但镜检不能应用于早期诊断,目前也没有相关分型。

2 跟距骨桥的治疗方法选择

2.1 保守治疗

绝大多数患者是终身无症状的,无须治疗,而对于有症状的跟距骨桥患者在接受手术治疗前均应首先推荐保守治疗,通过改变活动方式,足部按摩,冷热水泡洗,夹板或石膏固定,非甾体抗炎药,内侧支撑足弓矫形器(university of california biomechanics laboratory, UCBL)等,可能对有轻度疼痛症状的患者有帮助,更容易接受的包括步行靴及高帮鞋,25%~68%的患者疼痛和功能能够得到改善^[1]。Scranton 等^[12]回顾了 14 例(23 足)症状性跟距骨桥患者,其中 3 例(5 足)行石膏固定治疗获得满意效果,9 例(14 足)保守治疗失败患者选择了手术切除,2 例(4 足)行关节融合术。Takakura 等^[13]报道了 24 例(31 足)行保守治疗患者,12 足行冷敷,10 足采用纵行足弓支撑垫,5 足采用内侧楔形垫,3 足短石膏固定,1 足使用 UCBL 矫形器,患者满意度为 68%。Shirley 等^[14]针对 16 例症状性跟距骨桥患者尝试交替使用上述多种保守治疗方案,疼痛缓解率为 54%。Gennaro 等^[15]报道的 34 例(47 足)保守治疗患者中踝-后足评分(Ankle Hindfoot Scale, AOFAS)评分 > 80 分达 55%,效果满意。因此,对于不愿意手术,症状较轻,经济预算低的患者,无论是否合并畸形,均可考虑保守治疗,且首选行内侧足弓支撑法,再考虑石膏或夹板固定,如果这些方法失败则应选择手术。

2.2 手术治疗

手术治疗主要包括单纯骨桥切除术、骨桥切除后组织填塞术、后足矫形术、单纯的后跟截骨术、距下关节融合术、三关节融合术及联合手术等,单纯骨桥切除又包括切开和关节镜下操作两种方式。手术方式的选择,需要考虑患者的年龄、病程、骨桥位置、大小及合并症等。

2.2.1 关节融合术 Harris^[6]首先推荐使用跟距关节和距舟关节融合;冯传汉等^[5]也同意使用这种术式,认为跟距、跟骰、距舟三关节在跟距骨桥患者中均有继发性改变,保守治疗无效的患者应考虑行三关节融合术,在其报道的几例手术患者中,术后症状消失,1 年随访效果仍较好。但随着对疾病的认识进一步加深,关节融合只适用于其他手术治疗失败时的次要选择,能获得较好疗效。Peterson^[16]认为对于跟距骨桥持续性疼痛、合并畸形或关节退变的患者应该行关节融合术,有利于保持足部的正常形态结构,维持正常的长度和高度,单纯切除骨桥后疼痛仍

旧存在或者存在多关节面跟距骨桥的患者应考虑距舟和跟骰关节融合。跟距骨桥合并足外翻畸形的儿童选择距下关节融合更加合理,具有创伤小、手术时间短、术后恢复时间快及并发症少等特点,但对儿童的长期影响有待观察^[17]。与截骨术相比,融合手术后也无须长期支具固定。但是距下关节融合术的潜在缺点和并发症,包括松动、种植体断裂、手术切口疼痛和不适、腓骨周围痉挛、关节积液、应力性骨折和感染等。因此,在完全融合后可考虑取出融合螺钉^[18-19]。部分学者^[20-21]采用骨桥切除联合距下关节融合或后跟截骨术也取得良好疗效,但手术时机应尽量早,出现骨关节炎表现可能会影响手术效果。

2.2.2 开放性骨桥切除手术 尽管关节融合术能明显缓解疼痛,但不可避免地丧失了跟距关节的活动度及部分功能。跟距骨桥患者以青少年居多, Luhmann 等^[22]认为手术切除骨桥可以保留更多的距下关节活动,足的功能更加灵活,患者能更早的返回工作岗位。随着切除手术的深入开展,越来越多研究报告单纯骨桥切除后出现复发,考虑可能是切除后内侧关节面间接触挤压撞击,再生形成新的骨桥,或者骨桥未完全切除有关。在切除骨桥后可植入脂肪组织进行隔离,缓冲撞击,防止复发或形成创伤性关节炎,但游离脂肪需要另取切口,填塞后脱落可能因供血不足而坏死^[23]。Miyamoto 等^[24]和 Imajima 等^[25]采用切除骨桥后,于同一切口取材皮下带蒂脂肪皮瓣填入,增加了血供,5 例患者随访 3 年无复发。而切除较多的皮下脂肪植入可能影响伤口愈合,且不能完全避免复发^[26]。Raikin 等^[27]通过牺牲部分拇长屈肌植入距下关节,也取得成功,相应的拇趾功能可能会减弱甚至畸形。Hubert 等^[28]采取胫后肌腱鞘带蒂皮瓣植入的办法,只需在同一切口采集,也解决了皮肤坏死的问题,同时不影响足趾功能,蒂部的血供延长了植入物的作用时间。其他植入物还包括微粒状透明软骨^[29]、无菌硅胶片^[30]等方面的尝试亦取得较好疗效。McCormack 等^[31]对 8 例行单纯骨桥切除患者进行了 10 年的随访,证实单纯切除而不植入内容物可以获得长期稳定的疗效。但 Kitaoka 等^[32]对单纯切除术后 6 年的患者行步态分析,结果却并不理想。因此,对于术中是否植入内容物暂无定论。

绝大多数跟距骨桥患者为 Rozansky I - II 型,单纯切除效果良好;针对 III - IV 型患者,可能面临普通入路暴露困难,无法找到骨桥边缘,需要延长切口等问题。Humbyrd 等^[33]建议从跗骨窦水平插入木棒撬开骨桥,可以更清楚暴露甚至打开骨桥边缘;而 Sobrón 等^[34]采用 3D 打印的方式进行术前规划,计划手术入路、切除范围,术中克氏钉定位,使用摆锯成

功切除 Rozansky III-IV 型骨桥,这种方式可缩短手术时间,提高骨桥切除的精准度,减少 X 线的辐射暴露。Edmonds 等^[35]建议在距下关节内横穿放置 2 枚克氏针结合术中透视进行跟距骨桥切除,均取得良好疗效。

不可否认的是,长期症状性跟距骨桥患者会影响并引发一系列后遗症,包括后足关节炎、马蹄内翻足、平足等。简单的骨桥切除术只会消除跟骨、距骨之间的异常连接,尽可能恢复一定程度的后足运动,从而解决症状,但对直接治疗畸形没有帮助。对于没有骨关节炎的患者行距下关节或三关节融合术^[36],通过牺牲重要的后足关节来永久限制后足运动,可能是解决一系列并发症的最终方案,但对于年轻患者行关节融合也必然对相邻关节产生影响。有学者采用跟骨截骨术、跟腱延长、胫后肌腱转位等方法对合并平足患者 I 期行骨桥切除并重建,术跟骨倾斜度、Meary 角、距骨第 1 跖骨角较术前明显改善,术后患者功能恢复良好,成效显著^[20]。对于合并足内外翻畸形的患者,单纯切除骨桥甚至可能加重畸形;因此,在处理骨桥的同时,需要对畸形进行矫正^[15]。在 Luhmann 等^[22]对 25 足跟距骨桥保守治疗失败后行手术切除的报道中,骨桥面积占关节面>50%,外翻角度>21°时,AOFAS 评分相对差,但术后功能尚可。因此,笔者建议把 CT 测量数据当作参考值,而不是选择手术方式的决定性指标;对于骨桥面积大,畸形严重的患者行骨桥切除术后可佩戴矫形支具,失败者再行 II 期手术。

2.2.3 关节镜下骨桥切除术

近些年,开放手术暴露出越来越多的缺点:对后跟距关节暴露相对有限、神经瘤形成、切口感染及延迟愈合、住院时间长等,而关节镜手术可减轻术后疼痛,减少住院时间,降低感染风险,减少切口相关并发症,符合快速康复理念^[37]。最初采用针对跟距骨桥使用关节镜的 Field 等^[38]考虑该疾病可能与滑膜炎相关,介绍采用关节镜清理增生滑膜,并评估病情后再行关节镜联合切开的手术技术,完成骨桥切除,但并没有相关病例报道;Bonasia 等^[39]首次介绍使用平行于跟腱的后中及后外侧入路行关节镜下跟距骨桥切除术,术中可以清楚看到后关节面、踇长屈肌腱,并对胫神经血管束进行保护,同时确保骨桥完全切除,随后越来越多学者尝试使用关节镜技术。Jagodzinski 等^[40]回顾分析 2 名外科医生实施的 8 例(9 足)关节镜切除手术,采用内侧入路,术后所有患者距下关节活动度均有所改善,早期功能好;1 例因骨桥面积过大,约 1/3 后距下关节面,术后复发行关节融合术;1 例出现胫后神经损伤,经腓肠神经移植

后修复。如果切除后留下不到 75%的关节,那么可以选择融合,但也必须先切除骨桥,这样才能充分融合而不至于导致畸形。Knorr 等^[41]随访了 15 例(16 足)症状性骨桥患者,Rozansky I 型 7 例,II 型 3,III 型 3 例,IV 型 3 例,骨桥面积过大及关节严重退变患者被排除。对于严重的后足外翻畸形患者在切除骨桥后,术中维持跟骨内翻位,在于跗骨窦入口打入 1 枚螺钉以防止距下关节外翻畸形加重,其余患者均行单纯关节镜下骨桥切除,未植入内容物,术后仅 1 例患者持续性疼痛症状未缓解。国内学者^[42-44]采用关节镜下单纯切除术同样取得成功。

但是关节镜手术学习曲线长,手术时间增加,胫神经血管束损伤风险高,难以植入内容物,需掌握手术适应证和禁忌证。确定骨桥结构的大小、形态和邻近的神经血管对预后和术前规划具有重要意义,实施关节镜手术需熟悉足踝解剖或有切开手术经验的医师开展。

尽管对于跟距骨桥的治疗方式探讨已接近 80 年,但既往文献多为回顾性小样本研究或手术技巧的探讨,没有随机对照或前瞻性大样本研究,无法总结出金标准,为了尽可能保存患者足踝功能,笔者回顾既往各种治疗方法及效果,总结如下(图 3):建议跟距骨桥处理的原则是优先选择保守治疗,保守治疗失败的患者,可以选择关节镜下手术切除骨桥;面积较大(>50%距下关节面)、多关节面骨桥、畸形严重的患者,可选择借助 3D 打印、术中导航或克氏针撬拨等技术切开手术, I 期或 II 期处理合并平足畸形;对于多次关节镜或切开手术失败、合并严重骨关节炎或者复杂的跟距骨桥患者,可选距下关节或三关节融合术,并矫正畸形。手术中应当注意保护胫神经血管束、拇长屈肌腱等结构。

3 总结与展望

目前临床应用最广泛的是 Rozansky 分型,笔者认为 Lim 分型可能更为简单全面,对于合并畸形或骨关节炎推荐使用 Blitz 分型。在治疗方面,无症状或轻微症状患者建议保守治疗为主,确实需要手术的应综合考虑患者骨性结构异常和周围血管神经损伤风险,评估跟距骨桥大小和合并症,结合医院的医疗水平和术者既往经验,参考上述诊疗流程,选择关节镜微创治疗或切开矫形,可获得满意的疗效。跟距骨桥的畸形改变多种多样,期待更多高质量的研究、疗效更佳的治疗手段为不同类型骨桥提供诊治的参考。

参考文献

- [1] Lemley F, Berlet G, Hill K, et al. Current concepts review: tarsal coalition[J]. Foot Ankle Int, 2006, 27(12): 1163-1169.
- [2] 刘立峰, 蔡锦方, 梁进. 站立位时跟距骨应力分布的三维有限元

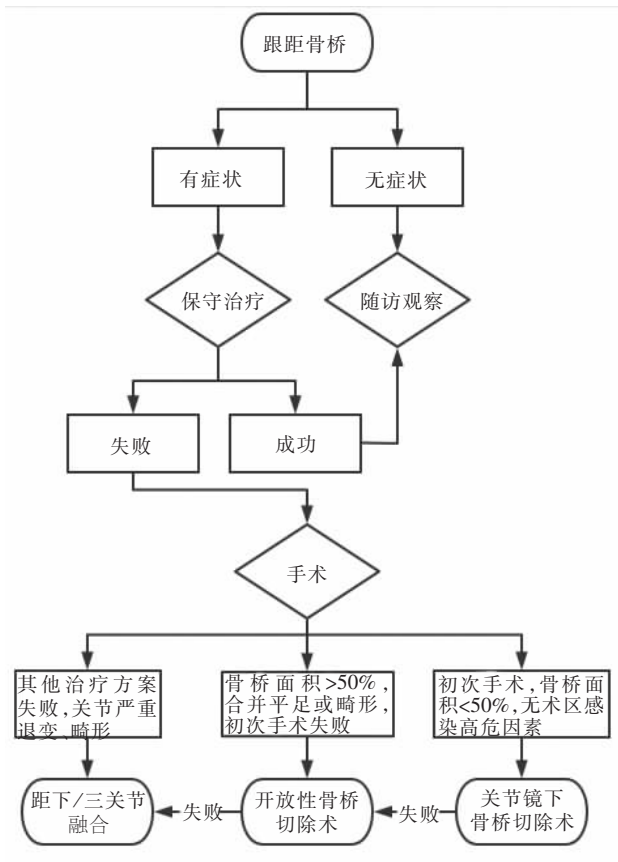


图 3 跟距骨桥治疗流程图

Fig.3 Flow chart of treatment for talocalcaneal bridge

研究[J]. 中国骨伤, 2003, 16(10): 604-605.

LIU LF, CAI JF, LIANG J. The investigation on the distribution of stress with the three dimensional definite element model of calcaneus and talus during standing position[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2003, 16(10): 604-605. Chinese.

[3] Kernbach KJ, Blitz NM. The presence of calcaneal fibular remodeling associated with middle facet talocalcaneal coalition; a retrospective CT review of 35 feet. investigations involving middle facet coalitions-part II [J]. J Foot Ankle Surg, 2008, 47(4): 288-294.

[4] Zuckerkandl E. Ueber einen fall von synostose zwischen talus und calcaneus[J]. Allg Wein Med Zeitung, 1877, 22: 2.

[5] 冯传汉, 张德苓, 孟继懋, 等. 跟距距骨桥[J]. 中华医学杂志, 1958, 44(10): 1019.

FENG CH, ZHANG DL, MENG JM, et al. Calcaneal talus bridge [J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 1958, 44(10): 1019. Chinese.

[6] Harris RI. Rigid valgus foot due to talo-calcaneal bridge[J]. J Bone and Joint Surg, 1955, 37-A(1): 169-183.

[7] Kumar SJ, Guille JT, Lee MS, et al. Osseous and non-osseous coalition of the middle facet of the talocalcaneal joint[J]. J Bone Joint Surg Am, 1992, 74(4): 529-535.

[8] Rozansky A, Varley E, Moor M, et al. A radiologic classification of talocalcaneal coalitions based on 3D reconstruction[J]. J Child Orthop, 2010, 4(2): 129-135.

[9] Lim S, Lee HK, Bae S, et al. A radiological classification system for talocalcaneal coalition based on a multi-planar imaging study using CT and MRI[J]. Insights Imaging, 2013, 4(5): 563-567.

[10] Blitz NM. Pediatric & adolescent flatfoot reconstruction in combination with middle facet talocalcaneal coalition resection[J]. Clin Podiatr Med Surg, 2010, 27(1): 119-133.

[11] 王洪军, 宋兵, 张晓红, 等. 跟距骨桥的高频超声诊断价值[J]. 中国超声医学杂志, 2018, 34(10): 77-80.

WANG HJ, SONG B, ZHANG XH, et al. The value of high-frequency ultrasonography in the diagnosis of talocalcaneal bridge [J]. Zhongguo Chao Sheng Yi Xue Za Zhi, 2018, 34(10): 77-80. Chinese.

[12] Scranton PE Jr. Treatment of talocalcaneal coalition[J]. J Bone Joint Surg, 1987, 69(4): 533-539.

[13] Takakura Y, Sugimoto K, Tanaka Y, et al. Symptomatic talocalcaneal coalition its clinical significance and treatment[J]. Clin Orthop Relat Res, 1991, (269): 249-256.

[14] Shirley E, Gheorghie R, Neal KM. Results of nonoperative treatment for symptomatic tarsal coalitions[J]. Cureus, 2018, 10(7): e2944.

[15] Gennaro GLD, Stallone S, Olivotto E, et al. Operative versus non-operative treatment in children with painful rigid flatfoot and talocalcaneal coalition [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2020, 21(1): 185.

[16] Peterson HA. Dowel bone graft technique for triple arthrodesis in talocalcaneal coalition-report of a case with 12-year follow-up[J]. Foot Ankle, 1989, 9(4): 201-203.

[17] Vedantam R, Capelli AM, Schoenecker PL. Subtalar arthroereisis for the correction of planovalgus foot in children with neuromuscular disorders[J]. J Pediatr Orthop, 1998, 18(3): 294-298.

[18] Hsieh CH, Lee CC, Tseng TH, et al. Body weight effects on extraosseous subtalar arthroereisis[J]. J Clin Med, 2019, 8(9): 1273.

[19] De Pellegrin M, Moharamzadeh D, Strobl WM, 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.

[20] Kernbach KJ, Blitz NM, Rush SM. Bilateral single-stage middle facet talocalcaneal coalition resection combined with flatfoot reconstruction: a report of 3 cases and review of the literature. investigations involving middle facet coalitions-Part I [J]. J Foot Ankle Surg, 2008, 47(3): 180-190.

[21] Philbin TM, Homan B, Hill K, et al. Results of resection for middle facet tarsal coalitions in adults[J]. Foot Ankle Spec, 2008, 1(6): 344-349.

[22] Luhmann SJ, Schoenecker PL. Symptomatic talocalcaneal coalition resection: indications and results[J]. J Pediatr Orthop, 1998, 18(6): 748-754.

[23] Nishimura T, Hashimoto H, Nakanishi I, et al. Microvascular angiogenesis and apoptosis in the survival of free fat grafts [J]. Laryngoscope, 2000, 110(8): 1333-1338.

[24] Miyamoto W, Takao M, Uchio Y, et al. Technique tip: interposition of the pedicle fatty flap after resection of the talocalcaneal coalition[J]. Foot Ankle Int, 2007, 28(12): 1298-1300.

[25] Imajima Y, Takao M, Miyamoto W, et al. Mid-term outcome of talocalcaneal coalition treated with interposition of a pedicle fatty flap after resection[J]. Foot Ankle Int, 2012, 33(3): 226-230.

[26] 解冰, 闫硕, 张浩, 等. 骨桥切除治疗成人非关节炎性跟距骨桥的疗效观察[J]. 中国骨伤, 2017, 30(11): 1048-1051.

XIE B, YAN S, ZHANG H, et al. Osseous bridge resection for the treatment of adult talocalcaneal coalitions without arthritis[J].

- Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2017, 30 (11): 1048-1051. Chinese with abstract in English.
- [27] Raikin S, Cooperman DR, Thompson GH. Interposition of the split flexor hallucis longus tendon after resection of a coalition of the middle facet of the talocalcaneal joint[J]. JBJS, 1999, 81(1): 11-19.
- [28] Hubert J, Hawellek T, Beil FT, et al. Resection of medial talocalcaneal coalition with interposition of a pediculated flap of tibialis posterior tendon sheath[J]. Foot Ankle Int, 2018, 39(8): 935-941.
- [29] Tower DE, Wood RW, Vaardahl MD. Talocalcaneal joint middle facet coalition resection with interposition of a juvenile hyaline cartilage graft[J]. J Foot Ankle Surg, 2015, 54(6): 1178-1182.
- [30] Krief E, Ferraz L, Appy-Fedida B, et al. Tarsal coalitions: preliminary results after operative excision and silicone sheet interposition in children[J]. J Foot Ankle Surg, 2015, 55(6): 1264-1270.
- [31] McCormack TJ, Olney B, Asher M. Talocalcaneal coalition resection: a 10-year follow-up[J]. J Pediatr Orthop, 1997, 17(1): 13-15.
- [32] Kitaoka HB, Wikenheiser MA, Shaughnessy WJ, et al. Gait abnormalities following resection of talocalcaneal coalition[J]. J Bone Joint Surg Am, 1997, 79(3): 369-374.
- [33] Humbyrd CJ, Myerson MS. Use of a cannulated guide in talocalcaneal coalition resection: technique tip[J]. Foot Ankle Int, 2015, 36(2): 225-228.
- [34] Sobrón FB, Benjumea A, Alonso MB, et al. 3D Printing surgical guide for talocalcaneal coalition resection: technique tip[J]. Foot Ankle Int, 2019, 40(6): 727-732.
- [35] Edmonds WB, Wiley K, Panas K. Technique article: tarsal coalition resection using kirschner wires across the subtalar joint in a two-incision approach[J]. J Foot Ankle Surg, 2019, 58(2): 337-340.
- [36] 邓玲珑, 余黎, 赵星, 等. 截骨融合治疗严重僵硬性马蹄足畸形的临床疗效观察[J]. 中国骨伤, 2018, 31(3): 222-227.
DENG LL, YU L, ZHAO X, et al. Clinical observation of osteotomy and fusion for the treatment of severe rigid equinus deformity[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(3): 222-227. Chinese with abstract in English.
- [37] 陈百成. 关节镜技术临床应用的现状与展望[J]. 中国骨伤, 2014, 27(8): 621-624.
CHEN BC. Development and great achievements on application of arthroscopy[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(8): 621-624. Chinese.
- [38] Field C, Ng A. Resection of middle facet coalition with arthroscopic guidance[J]. J Foot Ankle Surg, 2009, 48(2): 273-276.
- [39] Bonasia DE, Phisitkul P, Saltzman CL, et al. Arthroscopic resection of talocalcaneal coalitions[J]. Arthroscopy, 2011, 27(3): 430-435.
- [40] Jagodzinski NA, Hughes A, Davis NP, et al. Arthroscopic resection of talocalcaneal coalitions-A bicentre case series of a new technique[J]. Foot Ankle Surg, 2013, 19(2): 125-130.
- [41] Knorr J, Soldado F, Menendez ME, et al. Arthroscopic talocalcaneal coalition resection in children[J]. Arthroscopy, 2015, 31(12): 2417-2423.
- [42] 黄晟, 桂鉴超, 蒋逸秋, 等. 踝关节镜手术与开放性手术治疗疼痛性跟距骨联合的临床疗效比较[J]. 川北医学院学报, 2019, 34(4): 468-471.
HUANG S, GUI JC, JIANG YQ, et al. Clinical comparison of ankle arthroscopic surgery and open surgery in the treatment of painful talus-calcaneus combination[J]. Chuan Bei Yi Xue Yuan Xue Bao, 2019, 34(4): 468-471. Chinese.
- [43] 冯龙, 王红玉, 姜厚森. 关节镜下跟距骨联合切除术[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(7): 81-84.
FENG L, WANG HY, JIANG HS. Arthroscopic resection of talocalcaneal coalitions[J]. Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi, 2019, 27(7): 81-84. Chinese.
- [44] 吴国忠, 王文怀, 陈守勃, 等. 关节镜下改良后踝入路切除治疗成人疼痛性跟距骨桥[J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34(1): 46-52.
WU GZ, WANG WH, CHEN SB, et al. Effectiveness of a modified posterior approach for arthroscopic resection on painful talocalcaneal coalition in adults[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2020, 34(1): 46-52. Chinese.

(收稿日期: 2021-05-11 本文编辑: 李宜)