DOI：10. 12289/j. issn. 2097-4345. 25137

·临床研究·

手术切除跟舟骨桥后趾短伸肌转位和脂肪填塞的疗效对比

李春光，于　涛，徐向阳
(上海交通大学医学院附属瑞金医院骨科，上海　201801)

【摘要】**目的**　探讨手术切除跟舟骨桥后，趾短伸肌转位和脂肪填塞治疗跟舟骨桥的疗效对比。**方法**　回顾性分析2008年7月—2018年8月上海交通大学医学院附属瑞金医院骨科手术治疗的跟舟骨桥患者28例的临床资料。其中男15例，女13例；年龄13~65岁，平均(33.5±4.8)岁。先天性骨桥13例，继发性骨桥15例。视觉模拟评分法(visual analogue scores，VAS)评分为4~8分，平均(5.5±0.5)分。美国足踝外科协会(America Orthopedic Foot and Ankle Society，AOFAS)足评分为44~76分，平均(62.6±1.2)分。根据患者接受的手术方式，自然分为两组：趾短伸肌转位组($n=14$)采用骨桥手术切除并趾短伸肌腱转位方法治疗；脂肪填塞组($n=14$)采用骨桥切除并脂肪填塞法治疗。观察患者围手术期指标、影像学指标、VAS、AOFAS评分、有无复发等指标。**结果**　28例患者随访48~97个月，平均(65.5±7.3)个月，伤口均Ⅰ期愈合。末次随访时趾短伸肌转位组手术时间、住院时间长，伤口愈合时间短，VAS评分0~5分，平均(1.6±0.3)分。AOFAS后足评分78~100分，平均(88.6±1.4)分，无骨桥复发及关节退变发生。脂肪填塞组VAS评分0~4分，平均(1.9±0.2)分。AOFAS后足评分74~96分，平均(87.2±2.3)分，无骨桥复发及关节退变发生。脂肪填塞组术后1个月VAS评分较肌腱转位组低，差异有统计学意义。**结论**　手术切除跟舟骨桥并软组织植入可取得较好的疗效，趾短伸肌转位和脂肪填塞两种方法疗效相似。

【关键词】跟舟；骨桥；切除；脂肪；趾短伸肌
【中图分类号】R4　【文献标志码】A　【文章编号】2097-4345(2025)06-0898-06

Efficacy analysis of extensor digitorum brevis transfer versus fat graft interposition following calcaneonavicular coalition resection

LI Chunguang, *YU Tao*, *XU Xiangyang*
(Department of Orthopaedics, Ruijin Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 201801, China)

【**Abstract**】**Objective**　To compare the efficacy of extensor digitorum brevis transfer and fat graft interposition following surgical resection of calcaneonavicular coalition. **Methods**　A retrospective analysis was conducted on 28 patients with calcaneonavicular coalition who underwent surgical treatment in the Department of Orthopaedics at Rui Jin Hospital between July 2008 and August 2018. There were 15 males and 13 females with an average age of(33.5±4.8)(range: 13-65 years). There were 13 congenital calcaneonavicular coalitions and 15 acquired calcaneonavicular coalitions. Visual analogue scores of pain (VAS) was (5.5±0.5) points (range: 4-8 points). The mean America Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) midfoot score was (62.6±1.2) points (range: 44-76 points). The patients were divided into two groups based on the surgical procedure they received: one group ($n=14$) underwent surgical resection of the coalition combined with extensor digitorum brevis

收稿日期：2025-04-06　　**录用日期**：2025-06-21
作者简介：李春光(1985—)，男，主治医师，博士，E-mail：leechunguang1985@163.com
通信作者：徐向阳，E-mail：15216719674@163.com

transfer, while the other group ($n=14$) received coalition resection with fat graft interposition. The perioperative parameters, imaging findings, VAS (visual analog scale) and AOFAS (American Orthopaedic Foot & Ankle Society) scores, and recurrence rates were evaluated in the two groups. **Results** All the 28 patients were followed-up for a mean duration of (65±7.3) months (range: 48-97 months), with all surgical wounds healing primarily. At the final follow-up: the extensor digitorum brevis transfer group demonstrated longer operative time and hospital stay, and shorter wound healing time, the VAS scores ranged from 0 to 5 points [mean: (1.6±0.3) points], the AOFAS hindfoot scores ranged from 78 to 100 points [mean: (88.6±1.4) points]. The VAS scores in fat graft interposition group ranged from 0 to 4 points [mean: (1.9±0.2) points], the AOFAS hindfoot scores ranged from 74 to 96 points [mean: (87.2±2.3) points]. No coalition recurrence or joint degeneration were observed in all patients. Notably, the fat graft interposition group exhibited significantly lower VAS scores at 1-month post operation when compared to that in the tendon transfer group ($P<0.05$). **Conclusion** Surgical resection of calcaneonavicular coalition combined with soft tissue interposition yields satisfactory clinical outcomes. The efficacy of extensor digitorum brevis transfer and fat graft interposition is comparable in these patients.

【**Key words**】calcaneus; calcaneonavicular coalition; resection; fat; extensor digitorum brevis muscle

跗骨间骨桥发生于两块相邻跗骨之间,跟距骨桥和跟舟骨桥为最常见类型。跗骨间骨桥是人群中常见的足踝疾病,但因其临床症状不明显,临床医师容易因认识不足导致漏诊或治疗方法选择不当。跗骨是位于足中后部骨的总称,跗骨间各关节的协调运动在足的步态周期中起重要作用,而跟距舟关节对中、后足活动范围有重要影响。跟舟骨桥的出现严重影响中、后足的活动性。如果对有症状的跟舟骨桥未进行合理治疗将引起诸多并发症从而导致患者足部活动功能障碍。手术切除是常用的治疗方法,目前骨桥切除后主要的方法为趾短伸肌腱转位和脂肪填塞,两者术后疗效尚无明确的对照报道。本研究在 2008 年 7 月—2018 年 8 月运用骨桥切除治疗 28 例跟舟骨桥患者,分别行趾短伸肌腱转位和脂肪填塞,每种手术方法各 14 例患者,取得令人满意效果。现报告如下。

1　资料与方法

1.1　一般资料

本研究为回顾性研究。纳入 2008 年 7 月—2018 年 8 月期间手术治疗的 28 例跟舟骨桥患者。其中男 15 例,女 13 例;年龄 13~65 岁,平均(33.5±3.7)岁。左侧 16 例,右侧 12 例。完全性骨桥 12 例,不完全性骨桥 16 例。28 例跟舟骨桥患者中合并爪形趾 1 例。后足皆位于中立位,无内外翻畸形,无扁平足畸形。13 例患者为先天性跟舟骨桥,15 例患者既往有足踝部扭伤史,5 例伤后未处理,10 例伤后曾行 6 周支具或石膏固定,现中后足疼痛活动受限。视觉模拟评分法(visual analogue scores, VAS)评分[1]为 4~8 分,平均(5.5±0.5)分。美国足踝外科协会(America Orthopedic Foot and Ankle Society, AOFAS)足评分[2]为 44~76 分,平均(62.6±1.2)分。先天性骨桥患者从出现症状到手术时间 2~5 年,平均(3±0.7)年。继发骨桥患者受伤至手术时间 5~10 年,平均(7.3±2.8)年。出现症状至手术时间 13~88 周,平均(26.5±12.8)周。根据患者接受的实际手术方式,将病例自然分为 2 组,各 14 例;趾短伸肌转位组采用骨桥手术切除并趾短伸肌腱转位方法治疗;脂肪填塞组采用骨桥切除并脂肪填塞的方法治疗。两组基线资料比较差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

表 1　两组基线资料比较

Tab. 1　Comparison of baseline characteristics between the two groups　[$\bar{x}\pm s$, $n(\%)$]

组别	n	年龄/岁	性别		骨桥类型	
			男	女	先天性	继发性
趾短伸肌转位组	14	35.7±7.4	8 (57.1)	6 (42.9)	7 (50.0)	7 (50.0)
脂肪填塞组	14	31.3±7.4	7 (50.0)	7 (50.0)	5 (35.7)	9 (64.3)
t/χ^2		0.406	0.875		0.317	
P		0.749	0.457		0.573	

1.2　方法

1.2.1　手术方法　跟舟骨桥患者一般取仰卧位,蛛网膜下腔阻滞麻醉或连续硬膜外麻醉及气囊止血带下,取足背外侧 Oliver 切口,长约 5~7 cm,暴露趾短伸肌,将趾短伸肌从近端切断,保护腓骨长短肌及腓浅神经分支。完全显露骨桥部位,辨别周围关节后,用骨刀将骨桥切除。切除后骨面涂骨蜡止血,冲洗关节间隙碎骨屑。趾短伸肌转位组:足内侧跖腱膜上缘做小切口,将一端切断的趾短伸肌用缝线牵拉穿过切除骨面间隙,将肌腱缝合固定于跖腱膜内侧。脂肪填塞组:从大腿内侧做 2 cm 切口,取自体脂肪植入跟舟骨桥切除间隙。对于长度超过 1 cm 的骨桥,应将骨桥两关节面平行切除,骨桥切除范围应满足正常中后足关节活动无撞击。术中应注意减少距舟关节囊损伤避免舟骨半脱位的发生。确保满意后关闭切口,短腿石膏外固定。对于合并爪形趾的患者,先行骨桥切除手术,再行爪形趾矫形手术。

1.2.2　术后处理　术后 2 周左右拆线,伤口均Ⅰ期愈合。石膏固定 3 周,拆除石膏后骨桥切除患者可在负重位下行关节功能锻炼。术后 4、12、24 周复查 X 线片,观察关节间隙是否发生退变或骨桥复发。

1.3　统计学处理

患者数据使用 SPSS 20.0 统计学软件进行处理。计数资料用率(%)表示,计量资料采用均值±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,符合正态分布的数据采用配对 t 检验,不服从正态分布的数据采用 Wilcoxon 符号秩和检验,$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　围术期相关指标比较

两组术中出血量、末次随访跟舟间隙,踝关节活动度比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);两组手术时间、住院时间、伤口愈合时间比较,差异均有统计学意义($P<0.05$);趾短伸肌肌腱转位组手术时间、住院时间较长,伤口愈合时间短($P<0.05$),见表 2。

表 2　两组围术期相关指标比较

Tab. 2　Comparison of perioperative indicators between the two groups　($\bar{x}\pm s$)

组别	n	手术时间/min	术中出血量/mL	住院时间/d	伤口愈合时间/周	末次随访跟舟间隙/mm	末次随访踝关节背伸活动度/(°)
趾短伸肌转位组	14	60.7±8.6	20.6±8.6	6.7±2.5	1.9±1.1	8.2±0.4	32.5±3.5
脂肪填塞组	14	52.3±9.1	19.5±8.5	5.6±2.1	2.2±1.3	8.4±0.6	31.4±3.4
P		<0.001	0.712	<0.001	<0.001	0.190	0.418

2.2　疼痛和功能比较

本组 28 例患者,术后获得平均(65±7.3)个月(48~97 个月)随访,伤口均Ⅰ期愈合。末次随访时趾短伸肌转位组 VAS 评分 0~5 分,平均(1.6±0.3)分。AOFAS 后足评分 78~100 分,平均(88.6±1.4)分,无骨桥复发及关节退变发生。脂肪填塞组 VAS 评分 0~4 分,平均(1.9±0.2)分。AOFAS 后足评分 74~96 分,平均(87.2±2.3)分,无骨桥复发及关节退变发生。脂肪填塞组术后 1 个月 VAS 评分较肌腱转位组低,差异有统计学意义($P<0.05$)。其中 13 例先天性骨桥患者术后无痛或出现轻微疼痛症状,VAS 评分 0~2 分;足部活动恢复良好,AOFAS 评分 90~100 分。15 例扭伤继发骨桥患者,末次随访 14 例患者无痛或仅轻度疼痛,VAS 评分 0~3 分,AOFAS 评分平均 85.9 分;1 例患者存在中度疼痛症状,VAS 评分由术前 10 分降至术后 4 分,AOFAS 评分平均由术前 44 分提高至术后 74 分,该患者术前合并爪形趾,骨桥切除后行爪形趾矫形术,术后患足畸形矫正。28 例患者均无骨桥复发及关节退变发生。

术后 1 个月,两组 VAS 评分差异有统计学意义($P<0.05$),AOFAS 评分差异无统计学意义($P>0.05$);末次随访两组 VAS 评分,AOFAS 评分比较差异均无统计学意义($P>0.05$);见表 3、4。

表 3　两组不同时间点 VAS 评分比较

Tab. 3　Comparison of visual analogue score(VAS) between two groups at different time points

组别	n	VAS 评分		
		术前	术后 1 个月	末次随访
趾短伸肌转位组	14	5.7±1.6	4.8±1.6	1.6±0.3
脂肪填塞组	14	5.3±0.2	2.2±1.5	1.9±0.2
P		0.506	0.01	0.470

表 4　两组不同时间点 AOFAS 评分比较

Tab. 4　Comparison of America Orthopedic Foot and Ankle Society(AOFAS) scores between two groups at different time points

组别	n	AOFAS 评分		
		术前	术后 1 个月	末次随访
趾短伸肌转位组	14	62.9±8.4	71.6±6.3	88.6±1.4
脂肪填塞组	14	62.3±9.9	73.9±5.3	87.2±2.3
P		0.662	0.457	0.908

2.3　典型病例分析

病例 1 为女性，58 岁，左足反复疼痛 3 年，8 年前有左足扭伤病史，X 线显示左跟骨骨桥，前足爪形趾畸形。手术采用骨桥切除联合脂肪填塞骨桥间隙，跖侧屈趾肌腱松解爪型趾。手术时间 63 min，住院时间 7.5 d，无手术并发症。术后复查足部疼痛明显改善，无骨桥复发。末次随访 AOFAS 评分 74 分，VAS 评分 4 分，见图 1。

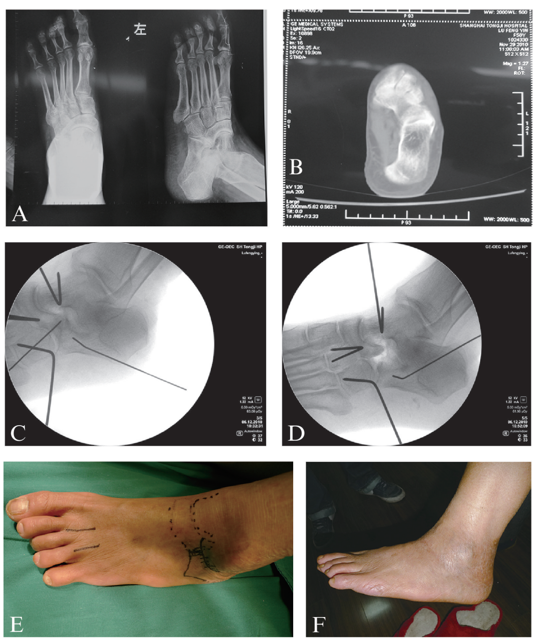

图 1　脂肪填塞病例

Fig. 1　Fat grafting case

患者女性，58 岁，A：术前 X 线显示左跟舟骨桥；B：术前横断位 CT 显示左跟舟骨桥，完全性骨桥；C：术中透视定位跟骨骨桥；D：术中完整切除跟舟骨桥，跟舟间隙恢复；E：术前外观标记骨桥位置；F：术后 4 年外观

病例 2 为男性，18 岁，左足反复疼痛 1 年，无外伤病史，X 线显示左跟骨骨桥。手术采用骨桥切除联合，趾短伸肌腱转位，手术时间 61 min，住院时间 5 d，无手术并发症。术后复查，足部疼痛明显改善，无骨桥复发。末次随访 AOFAS 评分 91 分，VAS 评分 0 分，见图 2。

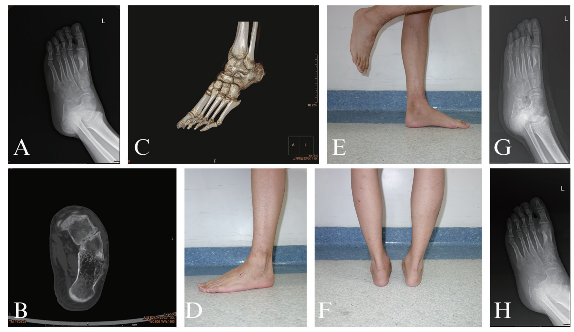

图 2　趾短伸肌转位病例

Fig. 2　Extensor digitorum brevis transposition case

患者男性，18 岁；A：术前 X 线显示左跟舟骨桥，典型“食蚁兽鼻”征；B~C：术前 CT 显示左跟舟骨桥，完全性骨桥；D~F：术前外观显示无足弓塌陷和后足内外翻；G：术后片显示完整切除跟舟骨桥，跟舟间隙恢复；H：术后 2 年复查跟舟间隙骨桥无复发

3　讨　　论

3.1　跟舟关节的解剖和生物力学特点

跟骨前方与舟骨相关节，但跟舟关节无关节面。距舟关节和距跟关节组成一个复合关节，称距跟舟关节。关节头为距骨头，关节窝由舟骨后方的距骨关节面、跟骨上面的前关节面、跟舟足底韧带，以及该韧带上面相连的部分三角形纤维软骨板构成。跟舟骨桥好发于跟骨前突内侧与舟骨外侧靠近跟骨前突的部位。

需要强调的是距舟关节，整个足的内外翻运动始于此，距下关节的活动经距舟关节传递到前足，共同完成足的旋前、旋后活动。Walker 等[3]通过生物力学试验证实，距舟关节运动丧失后距下关节活动度会减少 80%，此外，距舟关节融合还会影响到踝关节的运动范围。Harper 等[4]对距舟关节融合患者进行平均 27 个月随访发现，踝关节屈伸活动度平均下降 10°。因此在跟舟骨桥患者治疗过程中，应慎行距舟关节融合，一旦融合将严重影响足的整体运动水平。

当足背屈时，距下关节活动受限。受关节囊和距舟韧带限制，跟骨在距骨下关节面向前滑移。足背屈末期，距舟关节和跟骰关节滑移明显。当存在跟舟骨桥时，中后足关节活动度减小，距舟关节的枢轴活动代偿增高。在步态周期中舟骨近端关节碰撞距骨前关节面，以最大背屈牵引关节囊，产生牵引力。长期距舟韧带牵拉刺激距骨头上缘产生“鸟喙”征。Swiontkowski 等[5]手术切除距骨头上缘“鸟喙”时，术中发现距舟关节无退变发生。因此，距骨头上缘“鸟喙”征并非关节退变。该研究对于

术前患者纳入相应手术适应证标准有重要意义。

3.2　跟舟骨桥的分型

Harris[6]报道骨桥可分为完全性和不完全性。完全性骨桥为完全骨性,不完全性骨桥为部分骨性伴有软骨、纤维组织或复合组织。Kulik 等[7]将骨桥分为骨性、非骨性和部分骨性骨桥。骨性骨桥完全为骨组织,非骨性骨桥包括纤维组织或软骨,部分骨性骨桥包括骨组织与纤维组织或软骨的混合体。上述两种分类方法对评估该类疾病不同人群发生率和预后有重要意义。本研究中,12 例完全性骨桥发生于年长患者(53~65 岁),16 例不完全性骨桥多发生于年轻患者(13~45 岁)。

3.3　手术要点及疗效分析

中后足骨桥目前手术治疗有多种:单纯切除、切除后软组织嵌入、切除后融合、关节镜下切除等。跟舟骨桥尚无明确手术适应证,一般认为,足部疼痛和距下关节活动受限,软骨性骨桥无关节退变,患者年龄小于 14 岁时行手术切除[7]。关节发生退变或切除手术失败,则行双关节(跟骰和距舟关节)或三关节(跟骰、距舟和距下关节)融合。年长者关节周围发生退变为手术切除禁忌证,骨性骨桥是手术切除的相对禁忌证。应注意距骨头上缘"鸟喙"征非关节退变,因此不是禁忌证。手术中应注意既要保证骨桥的完整切除,又应尽量保留正常的跟骨和舟骨组织。有报道跟舟骨桥的平均长度为 22.5 mm[8],该数据可为术者切除提供数据支持。本组 13 例先天性骨桥符合上述标准行骨桥切除手术,术后患者无痛或出现轻微疼痛症状,VAS 评分 0~2 分;足部活动恢复良好,AOFAS 评分 90~100 分。鉴于距舟关节在足部活动功能中的重要性及本组病例仅单纯骨桥尚无关节退变,本组 15 例扭伤继发骨桥患者,亦行骨桥切除手术。末次随访 15 例患者症状改善明显;14 例患者无痛或仅轻度疼痛,VAS 评分 0~3 分,AOFAS 评分平均 85.9 分;1 例患者存在中度疼痛症状,VAS 评分由术前 10 分降至术后 5 分,AOFAS 评分平均由术前 44 分提高至术后 74 分。该患者术前合并爪形趾,骨桥切除后行爪形趾矫形术。根据随访结果本研究认为,对年龄大于 14 岁骨性骨桥无关节退变患者,仍可考虑手术切除。

骨桥切除间隙植入软组织可恢复良好的关节活动功能,并有效避免骨桥复发。Kitaoka 等[9]报道单纯切除关节骨桥无软组织植入,术后可引起踝关节和后足活动障碍。Moyes 等[10]通过研究 17 例跟舟骨桥切除手术,术中 10 例趾短伸肌转位,7 例无软组织植入。随访发现在无软组织植入组 3 例发生骨桥复发。对于植入物的选择,目前尚存争议。多数研究报道,在青少年患者中行趾短屈肌转位,取得满意疗效。Mubarak 等[11]报道由于成人趾短伸肌常较骨桥切除后骨面面积小,所以不能完全覆盖骨面,其在成人尸体标本上应用趾短伸肌转位较跟舟骨桥切除关节间隙面积平均小 10 mm^2。因此推断趾短屈肌转位对防止骨桥复发效果不佳。手术切除跟舟骨桥植入脂肪组织则可将关节间隙完全覆盖,术后患足运动功能完全恢复,骨桥复发率低。上述方法有效避免骨桥复发。但其改变正常解剖结构,转位肌腱发生缺血坏死、脂肪液化等问题不可避免。近年来,人工生物材料越来越多地应用于骨桥的手术治疗中,但其应用时间较短,缺乏长期随访研究[12-16]。本组 28 例患者,趾短伸肌转位和脂肪填塞组对比发现,末次随访 28 例患者皆无骨桥复发,疼痛和功能改善效果满意。趾短伸肌转位组术后 1 个月疼痛评分较脂肪填塞组高,分析原因为手术肌腱转位操作所致;脂肪填塞组伤口愈合时间较肌腱转位组略长,尚未发现软组织感染及坏死等并发症。末次随访,疼痛和功能评分两组无差异。对于本研究的两种手术方法,趾短伸肌转位操作略复杂,但一个手术部位内可以完成;脂肪填塞操作简便,但需在大腿做切口取脂肪。笔者总结,术中要评估切除骨桥面积,确保植入物完全覆盖切除后骨面,是确保骨桥无复发的关键。本研究中两种植入方法,术中均完全覆盖跟舟切除后的骨面,是两种方法疗效相似的重要原因。由于跟舟骨桥发病率相对不高,本组病例不足,以后将进一步扩大样本量,以进一步对比两种方法的疗效。

Birisik 等[17]的实验发现,对于 VAS 评分大于 5 分的骨桥患者,早期手术治疗可有效地缓解疼痛症状、改善中、后足功能。Quinn 等[18]比较了两组跟舟骨桥手术,一组接受单纯切除,另一组接受平足矫正手术(跟腱延长、跟骨截骨术,外侧柱延长术,中足截骨术)及骨桥切除。发现接受同时切除和矫形的患者在影像学参数方面有所改善,而在两组中都没有观察到骨桥复发。跟舟骨桥并发周围关节退变较为少见,一旦发生常累及多个关节(距舟、跟骰关节等),且临床足部疼痛症状较重,多需一期行关节融合[7]。

此外,作为一项回顾性研究,本研究存在选择偏

倚等固有局限性。患者的分组基于历史手术记录而非随机分配,尽管基线资料差异无统计学意义,但潜在混杂因素可能影响结果的解释。

总之,跟距舟关节的活动性在足的步态周期中起重要作用,对中、后足活动范围有重要影响。跟舟骨桥的出现严重影响中、后足的活动性。如果对有症状的跟舟骨桥未进行合理治疗将引起平足畸形等严重并发症从而导致患者足部活动功能障碍。因此,应根据患者年龄并结合跟舟骨桥的性质和并发症情况选择合理的手术方法,从而最大限度恢复足的功能。手术切除骨桥合并软组织植入可获得满意临床疗效,趾短伸肌转位和脂肪填塞长期随访在疼痛和功能改善,预防复发方面,疗效相似。

利益冲突声明　所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献说明　李春光：获取研究数据,分析解释研究数据,撰写文章;于涛：对重要文章内容进行关键性修改;徐向阳：提出研究理念和设计研究,对最终提交版本进行确认。

【参考文献】

[1] HUSKISSON E C. Measurement of pain[J]. Lancet, 1974,304(7889): 1127-1131.

[2] KITAOKA H B, ALEXANDER I J, ADELAAR R S, et al. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes[J]. Foot Ankle Int, 1994,15(7): 349-353.

[3] WÜLKER N, STUKENBORG C, SAVORY K M, et al. Hindfoot motion after isolated and combined arthrodeses: measurements in anatomic specimens[J]. Foot Ankle Int, 2000,21(11): 921-927.

[4] HARPER M C, TISDEL C L. Talonavicular arthrodesis for the painful adult acquired flatfoot[J]. Foot Ankle Int, 1996,17(11): 658-661.

[5] SWIONTKOWSKI M F, SCRANTON P E, HANSEN S. Tarsal coalitions: long-term results of surgical treatment[J]. J Pediatr Orthop, 1983,3(3): 287-292.

[6] HARRIS R I. Rigid valgus foot due to talocalcaneal bridge[J]. J Bone Joint Surg Am, 1955,37-A(1): 169-183.

[7] KULIK S A Jr, CLANTON T O. Tarsal coalition[J]. Foot Ankle Int, 1996,17(5): 286-296.

[8] COOPERMAN D R, JANKE B E, GILMORE A, et al. A three-dimensional study of calcaneonavicular tarsal coalitions[J]. J Pediatr Orthop, 2001,21(5): 648-651.

[9] KITAOKA H B, WIKENHEISER M A, SHAUGHNESSY W J, et al. Gait abnormalities following resection of talocalcaneal coalition[J]. J Bone Joint Surg Am, 1997,79(3): 369-374.

[10] MOYES S T, CRAWFURD E J, AICHROTH P M. The interposition of extensor digitorum brevis in the resection of calcaneonavicular bars[J]. J Pediatr Orthop, 1994,14(3): 387-388.

[11] MUBARAK S J, PATEL P N, UPASANI V V, et al. Calcaneonavicular coalition: treatment by excision and fat graft[J]. J Pediatr Orthop, 2009,29(5): 418-426.

[12] SHAZLY E L, AMR A. Percutaneous resection of calcaneo-navicular coalition with interposition of synthetic graft[J]. The Foot, 2011,21(3): 138-141.

[13] HUBERT J, HAWELLEK T, BEIL F T, 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.

[14] ALDAHSHAN W, HAMED A, ELSHERIEF F, et al. Endoscopic resection of different types of talocalcaneal coalition[J]. Foot Ankle Int, 2018,39(9): 1082-1088.

[15] KNÖRR J, SOLDADO F, MENENDEZ M E, et al. Arthroscopic talocalcaneal coalition resection in children[J]. Arthroscopy, 2015,31(12): 2417-2423.

[16] AIBINDER W R, YOUNG E Y, MILBRANDT T A. Intraoperative three-dimensional navigation for talocalcaneal coalition resection[J]. J Foot Ankle Surg, 2017,56(5): 1091-1094.

[17] BIRISIK F, DEMIREL M, BILGILI F, et al. The natural course of pain in patients with symptomatic tarsal coalitions: a retrospective clinical study[J]. Foot Ankle Surg, 2020,26(2): 228-232.

[18] QUINN E A, PETERSON K S, HYER C F. Calcaneonavicular coalition resection with pes planovalgus reconstruction[J]. J Foot Ankle Surg, 2016,55(3): 578-582.