

副舟骨源性平足症的手术治疗策略

邓银栓¹, 高秋明¹, 甄平¹, 唐康来²

(1.兰州军区兰州总医院骨科 全军骨科研究所,甘肃 兰州 730050; 2.第三军医大学西南医院骨科,重庆 400038)

【摘要】 副舟骨源性平足症是临床常见的足部畸形之一,目前其治疗方法存在较多争议,不同手术方法临床疗效差异较大,针对副舟骨源性平足症的外科治疗尚无统一标准,围绕副舟骨切除后如何重塑足弓产生了一系列手术方法,不同术式产生的临床疗效亦不尽相同,如何制定手术策略,选择手术方式,以及副舟骨切除后是否需要重建胫后肌腱,如何重建,采用何种方式重建等问题是目前研究的热点和难点,期待更进一步的研究。

【关键词】 足副舟骨; 扁平足; 外科手术; 综述文献

DOI:10.3969/j.issn.1003-0034.2014.10.022

Surgical treatment strategy for flatfoot related with accessory navicular DENG Yin-shuan, GAO Qiu-ming, ZHEN Ping, and TANG Kang-lai*. Department of Orthopaedics, Southwest Hospital, the Third Military Medical University, Chongqing 400038, China

ABSTRACT Accessory navicular source flatfoot is one of the foot deformity of clinical common disease, its treatment method is more controversial, differences in clinical efficacy of different surgical methods, according to accessory navicular source flatfoot symptoms of surgical treatment, there is no uniform standard, around a pair of accessory navicular excision how to reconstruct the arch produced a series of operation methods, the clinical curative effect of different operative methods produce also different, how to develop the operation strategy, choose operation method, and after ccessory navicular excision whether to rebuild posterior tibial tendon, how to rebuild, the problems such as how to rebuild is the research hotspot and difficulty, looking forward to further research.

KEYWORDS Accessory navicular; Flatfoot; Surgical procedures, operative; Review literature

Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(2):188-194 www.zggszz.com

副舟骨源性平足症是指由副舟骨引起胫后肌腱功能不全导致的平足,主要临床表现为中足内侧疼痛性包块,内侧足弓塌陷伴不同程度的前足外展、后足外翻畸形^[1],是临床最常见的足部畸形之一,足背内侧疼痛是患者就诊的主要原因。胫后肌是维持足内侧纵弓的重要动力性结构,其作用主要是在步行周期的支撑相抵抗后足的外翻^[2]。当胫后肌腱出现功能障碍时,在步态的支撑相中期和后跟离地相无法内翻锁死距下关节,中足无法形成有力的支撑杠杆,跟腱作用止点向近端移动至距舟关节,造成中足压力增加,最终导致中足塌陷、前足外展,即距骨周围外侧半脱位^[2]。在副舟骨源性平足症的发生、发展及演进过程中,围绕胫后肌腱的不同病理变化有不同的治疗方法,包括保守治疗与手术治疗,保守治疗以支具矫形为主,手术包括单纯副舟骨切除、副舟骨切除联合胫后肌腱重建、跟骨内移截骨、Evans 截骨联合肌腱转位、跟骰关节融合及三关节融合等。目前

各种手术方法存在较多争议,不同手术方式临床疗效差异较大,没有一种手术方式适合于所有患者,而且手术治疗的适应证较窄,如何根据不同的临床分期选择恰当的手术方式,是每位足踝外科医师需要面对的问题,将患者的临床症状、影像学评价及医师的选择有机结合,最终做出个性化的手术方案。

1 副舟骨源性平足症的诊断及影像学评估

副舟骨源性平足症依据临床症状、体征及影像学检查不难做出诊断,以中足内侧隆起、中足局限性疼痛及不同程度的平足畸形为临床特征,体检时可伴有或不伴有沿胫后肌腱走形的压痛,前足外展、后足外翻,露趾征阳性;单足提跟试验阳性。拍摄负重位前后位和侧位 X 线片是评估畸形程度及决定手术方式的重要依据,包括跟骨倾斜角、侧位跟距角(Kite 角)、前后位跟距角、前后位距骨-第 1 跖骨角、侧位距骨-第 1 跖骨角(Meary 角)、足弓高度、距舟覆盖角、副舟骨大小及分型等。距舟覆盖角可以评估中足的外展程度,>10°提示舟骨相对距骨侧方脱位,中足外展增加;足弓高度即负重位内侧楔骨底到地面的距离,正常值男性 4.56 cm,女性 4.52 cm; Meary

通讯作者:唐康来 E-mail:tangkanglai@hotmail.com

Corresponding author: TANG Kang-lai E-mail:tangkanglai@hotmail.com

角 $>4^\circ$ 提示存在平足; $15^\circ\sim 30^\circ$ 为中度畸形, $>30^\circ$ 为重度畸形; 跟骨倾斜角即侧位跟骨的前下结节和跟骨头下边缘边线与地面的夹角, 正常值为 $17^\circ\sim 32^\circ$, 减小提示足弓塌陷; Kite 角正常在 $25^\circ\sim 45^\circ$, 当超过此值时提示后足外翻, 此外前后片上可对副舟骨做出分型, I 型, 籽骨型, 为圆形或卵圆形, 籽骨直径在 2~3 mm, 包埋于胫后肌腱内; II 型, 关节型, 呈三角形或心形, 直径在 8~12 mm, 与足舟骨体以纤维软骨相连; III 型, 为鸟嘴型或角状骨型, 与舟骨融合。MRI 也是必不可少的, 可以精确的评估胫后肌腱与副舟骨的关系以及胫后肌腱损伤情况, 亦能对跟舟足底韧带(弹簧韧带)和三角韧带的完整性做出全面评估。上述指标的综合评估是足踝外科医师术前确定手术方案的理论基础。

2 副舟骨源性平足症的外科治疗

胫后肌腱异常止于副舟骨可能会引起胫后肌腱对内侧足弓悬吊力量减弱; 同时由于副舟骨的存在, 改变了胫后肌腱的力线, 使胫后肌腱与副舟骨撞击, 发生疼痛性滑囊炎和胫后肌腱炎, 特别是 II 型副舟骨, 负重时舟骨-副舟骨分离, 导致舟骨下陷从而产生胫后肌腱功能不全, 导致平足畸形。因此, 胫后肌腱功能不全也是副舟骨源性平足症的主要原因^[3]。针对副舟骨源性平足症患者的外科治疗, 胫后肌腱功能不全不容忽视, 围绕副舟骨切除后是否重建胫后肌腱是目前争论的焦点, 由此产生的手术方式包括单纯副舟骨切除联合平足矫形器矫正, Kidner 手术即副舟骨切除联合胫后肌腱重建; 副舟骨切除联合截骨畸形矫正(后足截骨), 副舟骨-舟骨融合及单关节、两关节或三关节融合术。

2.1 单纯副舟骨切除

单纯副舟骨切除在于切除中足内侧突起的副舟骨以及疼痛性滑囊, 并充分清理胫后肌腱鞘。此术式优点在于不切断胫后肌腱, 不干扰足底内侧纵弓, 不剥离胫后肌腱在舟骨上的止点, 能有效减少术后胫后肌腱附着不稳而导致足弓塌陷的风险, 可显著缓解中足内侧局限性疼痛^[4], 但不能改善足弓高度, 无法解决副舟骨切除后胫后肌腱出现相对延长及松弛的情况, 有加重足弓塌陷的风险^[1]。为了解决副舟骨切除后胫后肌腱出现相对延长及松弛, 恢复胫后肌腱对足弓的悬吊功能, Micheli 等^[5]对此进行了改良, 改良后的术式是将胫后肌腱向内下缝合固定于舟骨跖侧骨膜, 以加强跟舟足底韧带, 此术式的优点是不但保留了胫后肌腱在舟骨粗隆上的止点及胫后肌腱的完整性, 同时将其向内下缝合固定相当于前置紧缩了胫后肌腱, 增强了胫后肌腱对足弓的悬吊功能, 术中除切除副舟外同时需要对胫后肌腱周围的滑膜

进行清理、减压, 切开胫后肌腱时需梭形切开, 避免损伤其在舟骨上的止点, 造成术后缝合困难。手术适应证为伴有 I 型副舟骨的柔韧性平足, 相当于成人获得性平足症 I 期或者 II A 期经规范化保守治疗 6 个月以上无效者。术后穿平足矫形器行走半年以上, 以改善或恢复胫后肌腱功能, 保证足弓充分塑型。单纯副舟骨切除目的在于切除中足内侧有症状的副舟骨, 对于改善足弓作用不明显, 术中保持胫后肌腱在舟骨粗隆上的止点及其完整性是预防术后继发性平足的关键。

2.2 Kidner 手术

Kidner 手术即副舟骨切除胫后肌腱重建术。经典的 Kidner 手术是副舟骨切除后将胫后肌腱重建于舟骨跖侧, 作为副舟骨源性平足症的标准术式, 不但切除了副舟骨, 咬除并修整了有明显突出的舟骨粗隆, 而且将切断的胫后肌腱在舟骨粗隆上的附着点下移固定在舟骨下方, 恢复了胫后肌腱的生物力线, 能有效改善足弓、缓解疼痛^[6], 但骨隧道对舟骨破坏较大, 容易造成舟骨骨折, 为了克服 Kidner 手术的缺点, 随着内固定材料的不断出现, 采用带线锚钉、界面螺钉、肌腱缝合线等将胫后肌腱向跖侧翻转固定, 加强跟舟足底韧带(弹簧韧带), 即改良的 Kidner 手术。无论是 Kidner 手术还是改良的 Kidner 手术都强调重建胫后肌腱, 认为重建胫后肌腱是重塑足弓的重要环节, 也是手术成败的关键, 但池雷霆等^[7]对副舟骨切除后是否需要重建胫后肌腱持不同看法, 认为 Kidner 手术及改良的 Kidner 术式仅适用于合并有严重扁平足的患者, 患者产生疼痛的主要原因是由于突起的副舟骨与胫后肌腱反复摩擦或舟骨粗隆处皮肤与鞋帮摩擦挤压产生局部炎症所致, 单纯副舟骨切除术同样可以取得较好效果。Cha 等^[8]对 50 足 II 型副舟骨合并平足畸形的患者 25 足行单纯副舟骨切除, 25 足行 Kidner 手术, 随访 3 年, 发现两组术前与末次随访 AOFAS 评分、VAS 评分、Kite 角、Meary 角比较差异无统计学意义, 两组患者满意率分别为 86% 和 82%; 并认为儿童和青少年伴有副舟骨的平足畸形患者单纯切除和 Kidner 手术均能达到满意疗效。曹洪辉等^[1]认为单纯切除副舟骨不能改善足弓高度, 他们采用带线锚定将胫后肌腱止点前置重建于内侧纵弓顶点, 治疗副舟骨源性平足症 33 例 40 足, 足弓高度、跟骨倾斜角、Kite 角、Meary 角术前与末次随访均显著改善, 具有统计学意义。因此, 笔者认为胫后肌腱作为内侧纵弓维持的动力装置, 无论重建于舟骨跖侧还是内侧纵弓顶点, 不但恢复了胫后肌腱的解剖结构, 同时恢复了胫后肌腱的连续性及其完整性, 使胫后肌腱保持一定张力,

能有效维持足内翻,更有利于内侧纵弓高度的维持,是治疗轻、中度副舟骨源性平足症的有效方法。

术中切除副舟骨的同时需对胫后肌腱周围滑膜充分清理、减压;重建胫后肌腱时要对舟骨骨面进行去皮质化处理,利于腱-骨愈合及早期功能锻炼;肌腱缝合时采用改良 Mason-Allen 法缝合^[9],防止肌腱撕裂;同时需注意重建后的胫后肌腱张力,过紧容易导致胫后肌腱与内踝撞击,过松平足纠正不满意,以不引起前足明显内旋为宜,切除副舟骨后需对舟骨头部骨面进行修整,以减少重建后的胫后肌腱与舟骨头部产生撞击。重建方式笔者推荐带线锚定,其操作简单,能提供较强的把持力,同时对舟骨造成的损伤小,能有效前置、紧缩胫后肌腱,但锚钉植入不宜过深,同时要把握好植入方向,以免锚钉进入距舟关节或者舟楔关节,一般与舟骨头部成 30°~45°角;重建位置以内侧纵弓顶点为宜。手术适应证为伴有 II 型或 III 型副舟骨的柔韧性平足症患者,相当于成人获得性平足症 II A 期。术后患足石膏固定 6~8 周,8 周后逐渐开始负重行走,3 个月恢复正常行走。

2.3 副舟骨切除屈趾长肌腱转位

跟舟跖侧韧带及胫后肌腱是维持内侧纵弓稳定的重要结构,随着副舟骨源性平足症病情的进一步发展,胫后肌腱进行性损伤,失去了对运动的力学传递作用^[10],需行肌腱转位或肌腱加强来重建胫后肌腱功能,选择胫后肌腱加强或者转位,判断胫后肌腱是否有功能是关键,如果胫后肌腱结构完整、仅部分退变,选择重建或者加强;如果胫后肌腱失去弹性或者断裂,需将无功能的胫后肌腱切除行肌腱转位重建胫后肌腱。临床最常用的转位肌腱是屈趾长肌腱 (flexor digitorum longus, FDL)^[10],其次是屈拇长肌腱 (flexor hallucis longus, FHL),它们与胫后肌腱相伴行走,力线及方向一致,重建或加强胫后肌腱容易实施。FDL 转移术单独用于矫治平足畸形疗效欠佳^[11],常需与跟骨内移截骨等骨性手术联合应用。常用术式组合是跟骨内移截骨 (medialising calcaneal osteotomy, MCO) 联合 PTT 加强术,其次是 MCO、外侧柱延长术 (lateral edumlengthening, LCL) 联合 PTT 加强术^[12]。术中要根据 PTT 不同的临床病理分期及亚期灵活制定手术方案,通常在足底 Henry 结节以远处切断 FDL,将 FDL 固定于舟骨上用于加强或替代失效的 PTT,FDL 加强 PTT 时将 FDL 缝合固定于胫后肌腱在舟骨上的止点或将 PTT 与 FDL 共同重建于内侧纵弓顶点,FDL 转位替代 PTT 时,传统的 FDL 固定方法是经舟骨内侧骨孔固定,近年来也有采用界面螺钉、带线锚钉技术固定,界面螺钉、带线锚钉的优点在于减少 FDL 暴露的长度,且与传统技

术相比二者的生物力学强度相似^[13]。对于退变明显且行 PTT 失效的患者,Myerson 等^[14]认为要将其彻底切除,否则病变的 PTT 会导致疼痛和滑膜炎的残留并累及转位的 FDL。FDL 转位是恢复胫后肌腱功能的有效方法,手术操作简单,疗效稳定,被多数学者推崇。无论是 PTT 加强或者替代,FDL 需有足够长度,术中切断 FDL 时可在 Henry 结节以远 1.0~2.0 cm 处,加强 PTT 时需将 FDL 与 PTT 采用编织法缝合在一起,重建方式笔者主张采用带线锚钉,重建后锚钉线结需包埋于肌腱内,以免术后线结摩擦产生疼痛,对于失用的 PTT 需彻底清理,以免影响疗效。手术最佳适应证为伴有 II、III 型副舟骨的柔软性平足畸形、前足旋后不明显及距舟关节覆盖 <40%,相当于成人获得性平足症 II A、II B 期,术后处理同 Kidner 手术。

2.4 副舟骨-舟骨融合

对伴有 II 型副舟骨的平足症患者,通过清理副舟骨与舟骨之间的纤维软骨,并使其新鲜化,将带胫后肌腱的副舟骨用 1~2 枚松质骨螺钉与舟骨融合,此术式相当于带骨肌腱重建术,为骨性融合,术后较腱骨愈合快,是治疗副舟骨源性平足症的另一种方法。此术式的优点在于保持胫后肌腱在副舟骨上止点的完整性,通过骨性融合重建了胫后肌腱,但副舟骨骨性突起处不能完全得到修整,术后局限性疼痛复发率高,有融合失败的风险。Chung 等^[15]对 31 例 (34 足) II 型副舟骨患者行副舟骨-舟骨融合术,随访 29 个月,融合率 82%;优良率 79.4%,认为该术式可显著缓解疼痛,是一种安全有效、满意度较高的治疗方法。而笔者认为此术式具有一定局限性,足舟骨与副舟骨融后胫骨肌腱张力未得到有效纠正,仅适用于伴有 II 型较大副舟骨的扁平足尚未形成平足症患者,术中需对副舟骨与舟骨之间的纤维软骨进行彻底清理,去除软骨面,在距舟关节侧,不能超过距骨头内侧关节缘,以免影响舟骨窝对距骨头的包绕而造成距舟关节不稳;舟楔关节侧尽量保留关节囊的完整性,以不显露舟楔关节内侧关节间隙为准,同时最大限度保留胫后肌腱在副舟骨上的止点,舟骨与副舟骨之间耦合平整,有尽量大的接触面,保证有效融合,对副舟骨骨性突起处在保留胫后肌腱止点不完全剥离的情况下,尽可能对骨性突起进行修整,以保证术后疗效,术后患足石膏固定 6~8 周,8 周后逐渐开始负重行走。

2.5 副舟骨切除后足畸形矫正

尽管副舟骨切除胫后肌腱重建可有效恢复内侧足弓,但对足部生物力学的恢复作用较小^[16],特别是对较严重的平足畸形患者常因骨性结构对合不良无

法承载过度负荷而导致治疗失败,需要联合骨性手术来保护、修复或重建肌腱,这类手术包括跟骨内移截骨(MCO)、外侧柱延长(LCL)和中后足关节融合。

2.5.1 副舟骨切除胫后肌腱重建或转位、跟骨内移截骨 跟骨内移截骨 (medialising calcaneal osteotomy, MCO) 是通过后足跟骨截骨内移跟腱止点,增加距下关节与跟腱止点的距离,以改变小腿三头肌的拉力方向,使小腿三头肌更有力^[17-18],同时使跟腱向距下关节旋转轴内侧偏移,去除了由于后跟外翻所致异位跟腱力线异常产生的持续力量,增加后足内翻的拉力,减弱内侧足弓的负荷,使跟腱协助后跟内翻并维持其中立,从而有效纠正后足外翻畸形恢复足弓高度^[19],由于 MCO 操作简单,平足矫正明显,疼痛缓解显著,且对关节功能无影响。因此,自 1893 年 Guha 等^[20]首次通过跟骨截骨治疗平足畸形以来,经过多年的发展与改进,1971 年 Koutsogiannis^[21]采用 MCO 成功治疗成人获得性平足 (adult acquired flat-foot deformity, AAFD) 后 MCO 治疗 AAFD 已经逐渐得到了临床学者的公认^[22],但 MCO 恢复足弓的能力有限,常需与胫后肌腱重建或 FDL 转位术联合使用。Myerson 等^[14]采用 MCO 治疗 120 例 AAFD 患者,90% 患者疼痛缓解,功能得到改善,但放射学指标改善不明显;陈成等^[19]采用副舟骨切除、MCO 联合带线锚定胫后肌腱重建治疗 13 例(16 足) II 型副舟骨合并平足畸形伴跟骨外翻患者,结果显示平足畸形和后跟外翻均有效矫正,足弓高度从术前(3.8±0.3) mm 增加至术后末次随访(12.0±1.1) mm; Niki 等^[18]采用 MCO 联合趾长屈肌腱(FDL)转位重建或加强胫后肌腱治疗 25 例 AAFD 患者,LTMT(侧位距骨-第 1 跖骨角)由术前(23.7±8.8)°降至术后 3 个月(14.0±6.7)°;TBC(侧位跟距角)由术前(15.9±4.3)°降至术后 3 个月的(4.2±3.5)°,术前与术后 3 个月比较差异有统计学意义,但末次随访时 LTMT、TBC 与术前比较差异无统计学意义。因此,认为 MCO 联合 FDL 治疗 AAFD 对缓解疼痛、改善功能效果显著,但对矫正平足畸形的能力有限,有加重前足旋后的趋势。

从生物力学角度看,笔者认为 MCO 术后胫后肌腱出现相对松弛,失去了对内侧纵弓的悬吊及协助足内翻的功能,对其重建、加强或者转位是必要的,同时,MCO 术后降低了中、前足内侧的压力,可以提高重建的胫后肌腱或 FDL 转位术后疗效,对内侧跟舟韧带静力性稳定结构也有保护作用,二者在维持足弓上具有协同效应。手术方式为跟骨外侧壁斜行切口,与足底呈 45°,截骨平面从距骨后缘后方 1~1.5 cm 处向前跖侧延伸至跟骨下结节远侧 1~1.5 cm

处,后方截骨块向内侧平移 1~1.5 cm^[23];最多不能超过 50%,且推移距离与跟骨外翻的严重程度成正比^[19],术中跟腱紧张或挛缩的患者,需行跟腱延长松解术。对于距舟关节覆盖<40%的患者,行 MCO 的同时需联合 FDL 或者胫后肌腱重建,而>40%患者同时需行足外侧柱延长^[24]。此术式优点在于术中不剥离软组织及骨膜,符合足踝外科微创原则;经皮穿针空心加压螺钉固定,避免了对跟骨周围组织剥离。术中如何把握跟骨内移程度是手术成功的关键,内移骨块内侧缘与载距突位于同一垂直力线上,小腿中轴线与后跟中轴线重叠,同时经 C 形臂 X 线证实无跟骨内翻;截骨平面要平整,无台阶感,采用微型摆锯截骨,避免损伤腓骨肌腱和腓肠神经。空心钉植入方向从跟骨结节由后下向前上,螺钉头部距离距下关节软骨面约 1.0 cm 为宜。手术适应证为伴有 II 型或 III 型副舟骨的柔韧性平足患者,出现后跟外翻畸形,但畸形无固定,跟骨外翻角 TBC<15°;LTMT<25°^[18],相当于成人获得性平足症 II B 期;术后 2 个月后支具保护下部分负重,3 个月后完全负重。

2.5.2 副舟骨切除、跟骨外侧柱延长 当副舟骨源性平足症进展到 PTTD II 期晚期时,可出现前足外展、跗骨窦或腓骨下的撞击,此时外侧柱出现相对的短缩,外侧柱相对于内侧柱短缩是其特征性畸形出现的解剖学基础,在此期通过外侧柱延长来恢复内外侧柱间的等长对维持内侧纵弓的稳定非常重要,足外侧柱延长(LCL)是在跟骨或跟骰关节处截骨、撑开延长,以恢复外侧柱的长度,从而矫正前足外展、后足外翻畸形,是治疗平足畸形的重要手术方式之一,其目的是通过延长足外侧柱结构来矫正短缩畸形,改善中足功能、缓解症状。LCL 恢复足弓的具体原理尚未完全阐明,研究^[25]认为由于距骨头是一个宽度大于高度的不规则球体,在 LCL 术后舟骨在相对距骨头内移的同时也向跖侧移动,而由于在矢状面上距骨头的曲率半径较小,因而轻度的位移会导致明显的前足跖屈和足弓抬高。LCL 最主要的两种术式是跟骨前部截骨延长术 (anterior calcaneal lengthening osteotomy, ACLO 即 Evans 手术) 和跟骰关节撑开植骨融合术 (calcaneocuboid distraction arthrodesis, CCDA)。

(1) 副舟骨切除胫后肌腱重建、Evans 截骨外侧柱延长。1975 年 Evans^[26]首次提出足外侧柱延长术的概念,并认为正常足内、外侧柱等长,当 PTTD 进展至 Johnson 及 Strom II B 期时可出现前足外展、跗骨窦或腓骨下撞击,此时外侧柱相对内侧柱短缩^[27],导致舟骨相对于距骨外旋,这种外旋不能被后足简单的机械移位所纠正,需通过延长足外侧柱来

恢复内、外侧柱间平衡,进而维持内侧纵弓的稳定性^[28]。

Evans 截骨是一种不涉及关节的重建手术,在纠正中足和后足畸形的同时重建足弓,对柔软性扁平外翻足疗效显著^[26]。手术在跟骨前部外侧经改良的跗骨窦切口取一长 4~5 cm 的纵形切口,保护腓肠神经、趾短伸肌和腓骨长、短肌腱,暴露跟骨外侧壁及跟骰关节,但不切开发节囊,确认跟骰关节后在距离跟骰关节 10~15 mm 处横行截骨,截骨线勿垂直于足外侧缘或平行于跟骰关节,而是由近外侧斜向远内侧,撑开截骨处延长外侧柱,纠正前足外展畸形,使距骨头完全复位,C 形臂 X 线透视观察正常足弓形成后截骨断端撑开的距离即为植入骨块的大小,取同侧 8~12 mm 带双层皮质骨的楔形髂骨块植入,采用 1~2 枚空心螺钉或“H”形钢板固定。

Evans 截骨平面及外侧柱延长程度尚无统一标准,截骨平面选择的重要意义在于它和前、中距下关节面的关系以及畸形矫正程度。Evans 早期设计的截骨平面位于跟骨前方距离跟骰关节 1.5 cm 处平行截骨, Mosca^[29]认为矫正手术的旋转中心应靠近距骨头,而不是内侧跟骨皮质,他对 Evans 截骨方式进行了改良,截骨起始点仍位于跟骰关节面 1.5 cm 处,但截骨方向改为由近端外侧向远端内侧的楔形方式;外宽内窄的楔形骨块植入外侧柱,矫正外侧柱短缩的同时能使跟骨后方内翻,导致跖腱膜产生张力,跖腱膜中央束的“绞盘效应”是抬高足弓,促进足弓重建、内翻距下复合体的关键^[30]。有学者^[14]通过解剖学研究认为跟骰关节近端 10 mm 处是最佳截骨点,可以最大限度地避免前、中距下关节面损伤的机会。

Evans 截骨术后,植入髂骨块的宽度以平足畸形矫正满意、前足外展畸形纠正、脱位的距骨头完全复位为度,但临床上对外侧柱延长的宽度尚无统一标准。Dinucci 等^[31]对行 Evans 手术的 8 具足标本进行生物力学研究,外侧柱撑开宽度从 4 mm 开始,每次增加 2 mm,最后达 12 mm,结果提示 > 6 mm 后再增加延长宽度,矫正效果无明显增加,因此,他们认为足底韧带完整时,植入物的宽度应限制在 6 mm,以减少跟骰关节炎及外侧柱疼痛等并发症。Saxena^[32]对 20 例 Evans 手术患者进行了回顾性分析,认为外侧柱延长一般长度为 10 mm 为宜,15 mm 是楔形骨块最大撑开宽度。Evans 截骨延长容易导致跟骰关节压力升高,产生足外侧疼痛等并发症,Cooper 等^[33]认为跟骰关节的压力与足外侧柱延长的宽度成正比,为了降低足外侧疼痛的发生率,同时能有效矫正平足畸形,他建议楔形骨块外侧长度为 10~12 mm,内侧长为 4~6 mm。据文献^[34]及笔者以往的经验,建议

距离跟骰关节面 10~15 mm 由近外侧斜向远内侧截骨,植入骨块的宽度以术前测量距舟关节与跟骰关节间距离,即为外侧柱撑开的大体宽度,根据术中 X 线精确调整,骨块厚度控制在 8~12 mm 为宜。撑开截骨处时勿用力过猛,避免造成截骨块碎裂,植入骨块时皮质骨骨面朝向距下关节侧,切忌皮质侧与截骨面相对合,避免截骨断端骨不连。手术适应证为伴有 II、III 型副舟骨的柔韧性平足症患者出现前足外展畸形,相当于成人获得性平足畸形 II B 期,对于 10~14 岁青少年柔韧性平足畸形也适用。

(2) 副舟骨切除、跟骰关节撑开植骨融合术。LCL 的另一种常用手术方法就是跟骰关节撑开植骨融合术(CFDA),即通过去除跟骰关节面,植入骨块,融合固定跟骰关节。CCDA 的优点是不引跟骰关节半脱位或者跟骰关节骨性关节炎改变^[35],但目前此手术方式仍存在较大争议,争论的焦点在于是否应该融合跟骰关节^[10],CCDA 术后后足失去了 1/3 的运动功能,1 cm 跟骰关节撑开融合保留了 48% 的距舟关节和 70% 的距下关节活动度,其中距下关节内翻运动为 66%,外翻运动为 88%,CCDA 术对后足活动的限制不容被忽视,同时 CCDA 术后骨不连的发生率高达 44%^[35],因此,选择 CCDA 手术应慎重,CCDA 多用于跟骰关节已经发生关节炎性病变的患者^[10],此时常伴有其他关节退变,单一跟骰关节融合术难以恢复足弓及缓解疼痛,需要联合双关节或者三关节截骨矫形融合,术中需彻底清除跟骰关节面关节软骨,撑开跟骰关节时使用特殊的克氏针撑开器,保护跟骨前结节,避免骨碎裂。植入骨块宽度以前足外展及距骨脱位完全纠正,跟骰关节不留间隙为宜。

2.6 副舟骨切除距下、跟骰及距舟关节融合术

副舟骨源性平足症进一步发展,进展至 PTTD III 期时逐渐出现距下关节或跗横关节僵硬,后足外翻、前足外展畸形固定,伴明显的中足和后足多关节的退行性变,这种畸形不能通过软组织重建或者截骨等手术被动矫正。关节融合作为挽救性治疗措施,可以较好地矫正中足的负重力线,恢复足弓形态,同时能很好地缓解负重行走时由于受力异常所致的足部疼痛^[36]。关节融合的目的旨在重塑足弓形态、稳定关节、缓解疼痛及恢复足踝部功能^[37]。1923 年 Ryerson 首次描述了三关节融合治疗僵硬性平足畸形^[37],至今得到广泛应用。但其并发症不容忽视,关节融合后关节的运动功能丧失,由于中后足僵硬,可能出现部分步态异常和疼痛,同时可能出现融合失败及假关节形成等并发症。通常对于 PTTD III 期,45~65 岁中老年患者选择三关节融合术,术中根据畸形

矫正情况,如果原位关节融合能完全纠正前足外展、后足外翻畸形,足弓重塑满意,采用原位关节融合;否则,参照唐康来等^[38]的方法进行适当截骨,一般距下关节做横行“V”形截骨,底朝内,纠正跟骨外翻畸形;跟骰关节做开口向下的“V”形截骨,重塑外侧纵弓;距舟关节做开口向下“V”形截骨,底朝内下方,重塑内侧纵弓。内固定材料多选用空心加压螺钉固定。术中彻底清除关节软骨,暴露软骨下骨,对于硬化的软骨下骨可行钻孔等新鲜化处理,以提高融合率。融合顺序为首先复位距下关节,接着向内推移前足,使跗横关节复位,同时旋转前足使距舟关节复位,对于严重畸形及皮肤的弹性限制而不能使后足关节解剖复位者,需要适当进行截骨及跟腱延长,以充分塑型足弓,术后 3 个月关节骨性融合后完全负重。

3 问题与展望

副舟骨源性平足症的发生、发展过程中内侧纵弓的静态平衡系统失效是其发生的主要原因,如何稳定内侧纵弓的静态平衡是其手术治疗的关键,包括改良的单纯副舟骨切除、副舟骨切除胫后肌腱前置重建、Kidner 手术、跟骨内移截骨联合胫肌腱重建或者转位都是以稳定内侧纵弓为目的,但这些术式还存在争议,不同术式产生的临床疗效亦不相同,如何制定手术策略,选择手术方式,是每位足踝外科医生无法回避的现实问题,应根据患者的症状、体征、临床分期以及精确的影像学评估结合医生对不同术式的把握程度对每位患者做出个性化的手术方案是避免术后并发症和保证长期满意疗效的基础。

针对副舟骨切除后是否需要重建胫后肌腱,如何重建,采用何种方式重建;重建在舟骨跖侧还是内侧纵弓顶点;重建后对内侧纵弓的稳定性如何评判,目前还有很多问题尚未充分阐明,尽管部分学者取得了令人振奋的成果,但病例数少,随访时间短,缺乏大宗病例支持,同时在生物力学研究上,缺乏副舟骨源性平足症生物力学研究的模型及理论支持,通过动态化模型及三维有限元数字化模型观察不同术式的利弊,为临床有效治疗副舟骨源性平足症提供理论依据。

参考文献

[1] 曹洪辉,唐康来,邓银栓,等. 副舟骨切除结合胫后肌腱止点前置重建治疗副舟骨源性平足症[J]. 中国修复重建外科杂志, 2012, 26(6): 686-690.
Cao HH, Tang KL, Deng YS, et al. Excision of accessory navicular with reconstruction of posterior tibial tendon insertion on navicular for treatment of flatfoot related with accessory navicular[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2012, 26(6): 686-690. Chinese.

[2] 夏江,杨云峰,俞光荣. 成人获得性可复性平足的生物力学研究

进展[J]. 医用生物力学, 2012, 27(1): 109-114.
Xia J, Yang YF, Yu GR. Advances in biomechanical studies of flexible adult-acquired flatfoot deformity[J]. Yi Yong Sheng Wu Li Xue, 2012, 27(1): 109-114. Chinese.

[3] 俞光荣,夏江. 胫后肌腱功能不全的临床分期与治疗[J]. 中华骨科杂志, 2011, 31(3): 285-292.
Yu GR, Xia J. Posterior tibial tendon dysfunction; the clinical stage and treatment[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2011, 31(3): 285-292. Chinese.

[4] Jasiewicz B, Potaczek T, Kacki W, et al. Results of simple excision technique in the surgical treatment of symptomatic accessory navicular bones[J]. Foot Ankle Surg, 2008, 14(2): 57-61.

[5] Micheli LJ, Nielson JH, Ascani C, et al. Treatment of painful accessory navicular; a modification to simple excision[J]. Foot Ankle Spec, 2008, 1(4): 214-217.

[6] 张存,俞光荣. 痛性足副舟骨诊断和治疗进展[J]. 国际骨科学杂志, 2011, 32(6): 360-363.
Zhang C, Yu GR. Advances on diagnose and treatment of symptomatic flexible flatfoot[J]. Guo Ji Gu Ke Xue Za Zhi, 2011, 32(6): 360-363. Chinese.

[7] 池雷霆,李程,张东,等. 单纯副舟骨切除术治疗足副舟骨疼痛综合征[J]. 中国骨伤, 2009, 22(12): 933-934.
Chi LT, Li C, Zhang D, et al. Surgical treatment of the accessory navicular syndrome with simple excision[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2009, 22(12): 933-934. Chinese with abstract in English.

[8] Cha SM, Shin HD, Kim KC, et al. Simple excision vs the Kidner procedure for type 2 accessory navicular associated with flatfoot in pediatric population[J]. Foot Ankle Int, 2013, 34(2): 167-172.

[9] Lee BG, Cho NS, Rhee YG. Modified Mason-Allen suture bridge technique; a new suture bridge technique with improved tissue holding by the modified Mason-Allen stitch[J]. Clin Orthop Surg, 2012, 4(3): 242-245.

[10] 胡牧,徐向阳,朱渊. 足外侧柱延长治疗平足症的研究进展[J]. 中华创伤骨科杂志, 2013, 15(10): 880-883.
Hu M, Xu XY, Zhu Y. Advances on calcaneal lengthening osteotomy for the treatment of flatfoot deformity[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2013, 15(10): 880-883. Chinese.

[11] 魏世隽,蔡贤华,俞光荣. 成人获得性平足的软组织重建[J]. 中国修复重建外科杂志, 2012, 26(10): 1259-1262.
Wei SJ, Cai XH, Yu GR. Progress as soft tissue reconstruction of adult-acquired flatfoot deformity[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2012, 26(10): 1259-1262. Chinese.

[12] 俞光荣,夏江. 胫后肌腱功能不全的临床分期与治疗[J]. 中华骨科杂志, 2011, 31(3): 285-292.
Yu GR, Xia J. Posterior tibial tendon dysfunction; the clinical stage and treatment[J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2011, 31(3): 285-292. Chinese.

[13] Sullivan RJ, Gladwell HA, Aronow MS, et al. An in vitro study comparing the use of suture anchors and drill hole fixation for flexor digitorum longus transfer to the navicular[J]. Foot Ankle Int, 2006, 27(5): 363-366.

[14] Myerson MS, Badekas A, Sehon LC. Treatment of stage II posterior tibial tendon deficiency with flexor digitorum longus tendon transfer and calcaneal osteotomy[J]. Foot Ankle Int, 2004, 25(7): 445-450.

- [15] Chung JW, Chu IT. Outcome of fusion of a painful accessory navicular to the primary navicular[J]. *Foot Ankle Int*, 2009, 30(2): 106-109.
- [16] Howey TD, Hoversten DL. Evaluation of the Kidner procedure for prehallux[J]. *S D J Med*, 1985, 38(7): 21-24.
- [17] Arangio GA, Salathe EP. A biomechanical analysis of posterior tibial tendon dysfunction, medial displacement calcaneal osteotomy and flexor digitorum longus transfer in adult acquired flat foot [J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2009, 24(4): 385-390.
- [18] Niki H, Hirano T, Okada H, et al. Outcome of medial displacement calcaneal osteotomy for correction of adult acquired flatfoot [J]. *Foot Ankle Int*, 2012, 11(33): 940-946
- [19] 陈成, 唐康来, 胡超, 等. 副舟骨切除胫后肌腱止点重建跟骨内移截骨术治疗与副舟骨相关的平足症[J]. *中华骨科杂志*, 2013, 33(4): 377-382.
Chen C, Tang KL, Hu C, et al. The medial displacement calcaneal osteotomy with reconstruction of posterior tibial tendon insertion on navicular for the flat foot related with accessory navicular [J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2013, 33(4): 377-382. Chinese.
- [20] Guha AR, Perera AM. Calcaneal osteotomy in the treatment of adult acquired flatfoot deformity [J]. *Foot Ankle Clin*, 2012, 17(2): 247-258.
- [21] Koutsogiannis E. Treatment of mobile flat foot by displacement osteotomy of the calcaneus [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1971, 53(1): 96-100.
- [22] Bolt PM, Coy S, Toolan BC. A comparison of lateral column lengthening and medial transitional osteotomy of the calcaneus for the reconstruction of adult acquired flatfoot [J]. *Foot Ankle Int*, 2007, 28(11): 1115-1123.
- [23] Richter M, Zech S. Lengthening osteotomy of the calcaneus and flexor digitorum longus tendon transfer in flexible flatfoot deformity improves talo-1st metatarsal-index, clinical outcome and pedographic parameter [J]. *Foot and Ankle Surgery*, 2013, 19(1): 56-61.
- [24] Bluman EM, Title CI, Myerson MS. Posterior tibial tendon rupture: a refined classification system [J]. *Foot Ankle Clin*, 2007, 12(2): 233-249.
- [25] Gallina J, Sands AK. Lateral-sided bony procedures [J]. *Foot Ankle Clin*, 2003, 8(3): 563-567.
- [26] Evans D. Calcaneo-valgus deformity [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1975, 57(3): 270-278.
- [27] 张鹏, 俞光荣. 足外侧柱延长术的基础及临床研究进展 [J]. *中国修复重建外杂*, 2012, 26(3): 368-372
Zhang P, Yu GR. Basic and clinical research progress of lateral column lengthening [J]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*, 2012, 26(3): 368-372. Chinese.
- [28] Mosier-LaClair S, Pomeroy G, Manoli A 2nd. Operative treatment of the difficult stage 2 adult acquired flatfoot deformity [J]. *Foot Ankle Clin*, 2001, 6(1): 95-119.
- [29] Mosca VS. Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hind-foot. Results in children who had severe, symptomatic flatfoot and skewfoot [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1995, 77(4): 500-512.
- [30] 王志刚, 蔡海清, 蔡豪祺. 跟骨延长截骨术治疗症状性扁平外翻足 [J]. *中华小儿科杂志*, 2013, 34(1): 47-50.
Wang ZG, Cai HQ, Cai HQ. Calcaneal lengthening osteotomy for the treatment of symptomatic flexible flatfoot [J]. *Zhonghua Xiao Er Wai Ke Za Zhi*, 2013, 34(1): 47-50. Chinese.
- [31] Dinucci KR, Christensen JC, Dinucci KA. Biomechanical consequences of lateral column lengthening of the calcaneus: Part I. Long plantar ligament strain [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2004, 43(1): 10-15.
- [32] Saxena A. Evans calcaneal osteotomy [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2000, 39(2): 136-137.
- [33] Cooper PS, Nowak MD, Shaer J. Calcaneocuboid joint pressures with lateral column lengthening (Evans) procedure [J]. *Foot Ankle Int*, 1997, 18(4): 199-205.
- [34] Grier KM, Walling AK. The use of tricortical autograft versus allograft in lateral column lengthening for adult acquired flat foot deformity: an analysis of union rates and complications [J]. *Foot Ankle Int*, 2010, 31(9): 760-769.
- [35] Grunander TR, Thordarson DB. Results of calcaneocuboid distraction arthrodesis [J]. *Foot Ankle Surg*, 2012, 18(1): 15-18
- [36] Jordan TH, Rush SM, Hamilton GA, et al. Radiographic outcomes of adult acquired flatfoot corrected by medial column arthrodesis with or without a medializing calcaneal osteotomy [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2011, 50(2): 176-181.
- [37] Ahmad J, Pedowitz D. Management of the rigid arthritic flatfoot in adults: triple arthrodesis [J]. *Foot Ankle Clin*, 2012, 17(2): 309-322.
- [38] 唐康来, 周建波, 杨会峰, 等. 三关节截骨矫形融合治疗 II B 和 III 期成年人获得性平足症 [J]. *中华医学杂志*, 2010, 90(33): 2313-2316.
Tang KL, Zhou JB, Yang HF, et al. Triple arthrodesis with osteotomy for the treatment of stage II B and stage III adult-acquired flat-foot deformity [J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2010, 90(33): 2313-2316. Chinese.

(收稿日期: 2014-04-28 本文编辑: 李宜)