

· 临床研究 ·

传统手法结合距下关节与内侧柱双稳定术治疗
青少年柔性平足症的临床观察曾广龙¹ 蔡立民² 谢庆祥¹ 麦海泉¹ 张柳¹ 梁宵晗¹ 黄之韬¹ 苏博源^{1△}

[摘要] 目的:研究传统手法结合距下关节与内侧柱双稳定术治疗青少年柔性平足症的临床效果。方法:回顾性分析 2023 年 3 月至 2024 年 3 月收治的 68 例(68 足)青少年柔性平足症患者治疗资料,按照治疗方案分为干预组(行传统手法结合距下关节与内侧柱双稳定术,35 例)和对照组(行距下关节与内侧柱双稳定术,33 例)。对两组患者进行治疗前后的临床功能及影像学评估,包括疼痛视觉模拟量表(VAS)评分、美国足踝外科协会(AOFAS)踝-后足功能评分及 Tegner 评分进行临床评估,影像学评估包括 X 线下负重足部的正位距骨-第一跖骨角(T1-MT)、距舟覆盖角(TNCA)、侧位跟骨倾斜角(Pitch 角)、侧位距骨-第一跖骨角(Meary 角)、跟骨外翻角(CVA)及腓肠肌的弹性模量,记录平足复发、内固定物排斥反应及伤口感染等并发症发生情况。结果:术后随访至少 12 个月,平均为(13.44±1.45)个月,分析发现两组患者经治疗后末次随访的负重 X 线下正位距骨-第一跖骨角、距舟覆盖角、Pitch 角、Meary 角及跟骨外翻角均较术前明显改善($P<0.05$),末次随访干预组的 Pitch 角、Meary 角、跟骨外翻角及腓肠肌的弹性模量优于对照组($P<0.05$)。治疗后两组患者 AOFAS 评分及 Tegner 评分均较同组治疗前上升,VAS 评分均较同组治疗前下降,其中干预组术后 2 个月及 6 个月 AOFAS 评分,术后 2 个月、6 个月及末次随访 Tegner 评分均优于对照组($P<0.05$),术后 2 个月 VAS 评分均低于对照组($P<0.05$)。随访中两组患者共有 58 例(85.29%)已满足运动需求,重返运动时间干预组((6.34±1.33)个月,32 例(91.42%))早于对照组((8.21±2.09)个月,26 例(78.79%)),差异有统计学意义($P<0.05$)。统计发现术后对照组患者出现 1 例取出距下关节稳定器后平足畸形复发,两组其余患者术后均未发生严重并发症。结论:传统手法结合距下关节与内侧柱双稳定术能明显改善青少年柔性平足症,恢复足踝部功能及力线,结合传统手法对腓肠肌功能恢复更有效,且术后更早重返运动。

[关键词] 青少年柔性平足症;距下关节稳定术;内侧柱稳定术;传统手法

[中图分类号] R681.8 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2025)11-0063-08

DOI:10.20085/j.cnki.issn1005-0205.251112

The Treatment of Adolescent Flexible Flatfoot Using Traditional
Manipulation Therapy Combined with Subtalar Arthroereisis
and Medial Column StabilizationZENG Guanglong¹ CAI Limin² XIE Qingxiang¹ MAI Haiquan¹
ZHANG Liu¹ LIANG Xiaohan¹ HUANG Zhitao¹ SU Boyuan^{1△}

¹ Dongguan Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine (Dongguan Traditional Chinese Medicine Hospital), Dongguan 523000, Guangdong China;

² The Tenth Affiliated Hospital of Southern Medical University (Dongguan People's Hospital), Dongguan 523000, Guangdong China.

基金项目:广东省医学科研基金项目(A2023480)

广东省中医药局科研项目(20241341)

东莞市社会发展科技项目(20231800900211)

¹ 广州中医药大学东莞医院(东莞市中医院)(广东 东莞,523000)

² 南方医科大学第十附属医院(东莞市人民医院)

△通信作者 E-mail:dgsby2768@163.com

Abstract Objective: To study the clinical efficacy of traditional manipulation therapy combined with subtalar arthroereisis and medial column stabilization in the treatment of adolescent flexible flatfoot. **Methods:** A retrospective analysis was performed on 68 adolescents (68 feet) with flexible flatfoot treated between March 2023 and March 2024. Patients

were divided into intervention group ($n=35$), receiving traditional manipulation combined with subtalar arthroereisis and medial column stabilization, and control group ($n=33$), treated with subtalar arthroereisis and medial column stabilization alone. Clinical outcomes (visual analogue scale (VAS) scores, American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot scores, and Tegner scores) and radiographic parameters Talo 1st Metatarsal angle (T1-MT), Talo-navicular coverage angle (TNCA), calcaneal Pitch angle, Meary angle, calcaneus valgus angle (CVA), and gastrocnemius elasticity modulus) were assessed before and after surgery. Complications including deformity recurrence, implant rejection, and infection were documented. **Results:** Patients were followed for an average of (13.44 ± 1.45) months (minimum 12 months). At final follow-up, both groups showed significant radiographic improvements (T1-MT, TNCA, calcaneal Pitch angle, Meary angle, CVA, $P < 0.05$). The intervention group had superior outcomes in calcaneal Pitch angle, Meary angle, CVA, and gastrocnemius elasticity modulus ($P < 0.05$). Clinically, both groups showed improved AOFAS scores, Tegner scores, and VAS scores postoperatively; the intervention group performed better in AOFAS scores (at 2 and 6 months), Tegner scores (at 2 and 6 months, and final follow-up), and VAS scores (at 2 months) ($P < 0.05$). A total of 58 patients (85.29%) resumed sports, with the intervention group returning earlier ((6.34 ± 1.33) months, 91.42%) than the control group ((8.21 ± 2.09) months, 78.79%) ($P < 0.05$). One recurrence occurred in the control group post-implant removal, no other severe complications were observed. **Conclusion:** Traditional manipulation combined with subtalar arthroereisis and medial column stabilization effectively corrects adolescent flexible flatfoot, enhances foot function and alignment, improves gastrocnemius recovery, and enables an earlier return to sports.

Keywords: adolescent flexible flatfoot; subtalar arthroereisis; medial column stabilization; traditional manipulation therapy

扁平足患者多为柔韧性平足,存在足内侧疼痛、前足外展、后足外翻及距下关节不稳等症状,称为“青少年柔性平足症”^[1]。若不干预可导致胫后肌腱退变、弹簧韧带松弛及跖腱膜炎等,而且青少年常伴有腓肠肌腱膜挛缩^[2]。保守治疗可选择消炎止痛、康复训练及矫形鞋垫等^[3]。若保守治疗失败,柔韧性平足随着年龄增长而发展为僵硬性平足,则需手术矫正足部的失衡状态。距下关节与内侧柱双稳定术可有效矫正距舟脱位及前足外展,改善后足力线,是治疗青少年柔性平足症的有效方式^[4-5]。除了骨骼关节的纠正,软组织的调整也至关重要。腓肠肌痉挛因引发跟腱过度牵拉跟骨结节,加剧距下关节外翻是造成足弓塌陷的重要原因。经典术式采用腓肠肌腱膜切开松解,但可能导致腓肠神经损伤、肌肉继发性萎缩、腱膜粘连疼痛及切口感染等并发症^[6],而中医传统手法可有效缓解肌筋膜挛缩而恢复张力平衡,临床疗效满意^[7-8]。为了提高中西医结合治疗青少年柔性平足症的疗效,丰富治疗手段,开展本研究,现报告如下。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

回顾性分析本院 2023 年 3 月至 2024 年 3 月收治的 68 例(均为单足)青少年柔性平足症合并腓肠肌腱膜挛缩患者的治疗资料,按照治疗方案分为干预组(行传统手法结合距下关节与内侧柱双稳定术,35 例)和对照组(行距下关节与内侧柱双稳定术,33 例)。本研究经广州中医药大学东莞医院伦理委员会审核批准,批件号为东中医伦审(研)PJ[2023]68 号,所有患者均在充分知情情况下签署了相关知情同意书。

1.2 诊断标准

1)扁平足诊断标准^[9]:先采用足印划线法肉眼直观初步判断是否存在可疑平足,再进一步参照影像学检测法。负重足部 X 线侧位片上:距骨第一跖骨夹角(Meary 角), $0^\circ \leq \text{Meary 角} < 4^\circ$ 考虑为正常足,Meary 角 $\geq 4^\circ$ 视为扁平足;跟骨倾斜角(Pitch 角), $20^\circ \leq \text{Pitch 角} < 30^\circ$ 视为正常足,若 $10^\circ \leq \text{Pitch 角} < 20^\circ$ 则考虑为扁平足。符合以上两条即认为患足为扁平足。

2)柔韧性扁平足判定标准^[10]:患足在负重状态下进行提踵测试,若患者站立时内侧足弓出现塌陷,但是提踵后可见足弓得到恢复,即考虑为柔韧性平足。

3)采用 2020 年美国足踝外科协会(AOFAS)共识进行性足弓塌陷畸形(PCFD)新分类^[11],纳入患者必须符合 PCFD 期中期(即柔韧性平足)的 A~D 类标准。

4)Myerson 分期 II A 期^[12]:术前行磁共振检查明确胫后肌腱及弹簧韧带情况,符合胫后肌腱功能不全中 Johnson-Strom 分期为 I / II 期或弹簧韧带损伤。

1.3 纳入标准

1)符合柔韧性平足的诊断标准及 PCFD 分期,病历资料完整,患者能配合随访。2)年龄为 8~18 周岁。3)Silfverskiöld 试验阳性,具体表现为:当膝关节伸直时,踝关节的背屈角度小于 10° ,或与膝关节屈曲时相比,踝关节背屈角度差超过 13° ,提示腓肠肌存在明显的肌肉紧张和挛缩现象^[13]。4)完成随访的患者。

1.4 排除标准

1)僵硬性平足;2)年龄超出范围者;3)合并神经系统疾病及下肢体感觉障碍、功能减退的患者,局部感染及软组织条件差;4)存在慢性踝关节不稳及跟腱挛缩;

5)存在脊柱侧弯、髋关节发育不良/脱位、膝内外翻;
6)存在下肢其他畸形,近3个月有足踝受伤史或者跟痛症、跖筋膜炎、跖板炎等慢性劳损史;7)存在其他因素而无法完成本治疗研究者。

1.5 方法

1.5.1 治疗方法 所有手术均由同一团队拥有高级职称的足踝外科专科医师执行。入院后完善常规检查项目,影像学检查包括负重位正斜位足部X线片(门诊已完成)、CT扫描及MRI检查,按照治疗方案分为干预组(行传统手法结合距下关节与内侧柱双稳定术,35例)和对照组(行距下关节与内侧柱双稳定术,33例)。

1)干预组:在联合稳定手术(距下关节与内侧柱联合稳定术)治疗基础上,接受术前2周预康复及术后6周中医传统手法康复训练。

(1)预康复阶段:术前2周门诊阶段,进行传统手法指导下的预康复训练(推拿松解、弹性拉伸、距下关节灵活性训练),每周2次,共4次,具体操作如下。首先,理筋松解:患者取仰卧位,治疗者采用按法、揉揉捻法等放松小腿后方及足部软组织,用小鱼际肌分别在足掌足背纵向擦,足弓横向擦,以热为度,用双手拇指对股骨内外上髁、委中、承山、太溪、照海、然谷、涌泉穴及周围痛性结节进行指压按摩,从轻到重,从浅至深。再用拇指、示指和中指指腹对称性施力,自上而下捏拿腓肠肌内外侧两头部周围的肌肉及软组织,再次揉揉捻法放松膝下至足底肌肉,捻足趾(10次/趾),操作3遍,逐步理筋松解,调理经络。其次,正骨手法(牵引摇摆):治疗者双手环绕并交叉扣住跟骨的内外侧,双拇指置于足底中央,助手则环抱患者膝下,进行持续的对抗性牵引,保持约3 min。随后,治疗者通过内外翻及摇摆动作,松解跟骨及距下关节的紧张与僵硬,以改善关节的活动度。再次,对扣推顶:先根据患者X线片结果及触诊结果,判断距下关节外翻角度、距舟关节偏移角度、中足内侧弓塌陷程度及前足外展角度,对应选择正骨的角度及力度。根据平足前中后足关节改变的角度逆向机制,用单手拇指扣顶住距骨内侧面,其余四指扇形握住跟骨后外体部,另一只手指从跖侧推顶舟骨,虎口夹贴跖趾关节,其余四指顺足部伸肌腱体表投影标志紧握中足关节,在与助手维持牵引的状态下,根据逆向原理内翻后足跟骨→旋后距舟关节→推顶舟骨恢复内侧足弓高度→旋前前足并下压第一跖列关节并维持3 min。

(2)手术阶段:术中先行距下关节稳定术。在患侧腓骨前缘1.5 cm处,于跗骨窦区选择约1.5 cm长的切口,依次切开皮肤,用血管钳进行钝性分离,逐层剥离皮下组织,确保周围结构的保护并提供清晰的视野,再逐步暴露跗骨窦,接着用组织剪剪除部分跟距骨间

韧带,于跗骨管内插入导针,一般采用5~7号试模,直到试模纠正足弓满意,背伸无明显受限,为患者选择合适的距下关节稳定器型号,结合透视及观察评估距下关节稳定器安放位置,通过“跖踝可视征”判断矫形程度。在C臂机透视下明确试模于跗骨窦管内的位置满意,大小合适,见足弓恢复良好,后足外翻力线得到纠正,必要时同步纠正前足旋后外展,第一和第五跖骨头相对关系,放置合适的距下关节稳定器,再次透视见距下制动器位于跗骨管内,Meary角及Pitch角纠正满意。

接着,行足部内侧柱稳定术。在患侧足部内侧舟骨从内踝指向足部内侧舟骨结节处取切口约4 cm,依次切开皮肤及皮下组织,逐步显露舟骨结节,若术前X线检查已明确存在副舟骨且术中探查无误,则直视下切除副舟骨并尽可能多保留胫后肌腱(PTT)止点,若无副舟骨则忽略以上步骤。接着清理周围炎性组织,若胫后肌腱发生拉长、退变或撕裂等病变则予切除,并用高强度缝合线非锁边编织胫后肌腱残端备用。充分显露胫后肌腱止点后接着钝性分离组织显露舟骨和距骨(SL),若舟骨和距骨完整,则新鲜化舟骨距内侧面,选用1枚直径3.0 mm可吸收锚钉(Arthrex,美国)固定于舟骨距内侧面,锚钉尾线单纯紧缩缝合胫后肌腱或重建止点;若舟骨和距骨仅出现松弛,则采用同上方法用可吸收锚钉紧缩缝合舟骨和距骨;若舟骨和距骨严重撕裂或变性,采用Internal Brace(Arthrex,美国)可吸收免打结线带重建舟骨和距骨。具体操作方法如下:在跟骨载距突置入1枚带缝线复合可吸收免打结锚钉,将编织好胫后肌腱残端的带线尾端和原锚钉高强度线带共同穿过其另1枚可吸收免打结带线锚钉,调整线带张力后拧入舟骨距内侧面(应维持踝关节中立位、抬高足弓并内翻足部)。透视确认位置满意,模拟负重足部Meary角及Pitch角得到恢复,清洗伤口,检查稳定性后选用2-0可吸收线叠瓦式缝合关节囊及深筋膜加强稳定,确认器械和纱布数量准确无误后,缝合皮肤,覆盖无菌敷料,用弹力绷带进行适当包扎。术后采取短腿石膏固定措施。

(3)术后中医干预康复阶段:术后2周后继续中医传统手法康复干预,每周2次,持续6周,具体操作方法同上,操作过程应注意伤口愈合情况,避免手法过重而造成不良影响。

2)对照组:仅接受联合稳定手术治疗及常规术后康复指导。手术治疗同上,康复指导如下:术后第2天起可开始开展主要肌群的等长收缩训练;术后2周开始佩戴足踝支具进行部分负重训练;术后4周在康复师指导下实施主动与被动踝关节及足部跖屈背伸、内外翻活动度训练及肌力强化训练;若患者康复进展顺利,至术后第6~8周可逐步开展耐力及本体感觉平衡

训练,并逐渐过渡至完全负重行走。

所有患者均采用同样的基本预防措施和术后康复保护措施,术中操作规范、术后康复锻炼均由同一组专业康复治疗师(非干预组医生)指导进行。术后2个月、6个月及末次随访分别进行负重足正斜位片、足部侧位片、后足力线 Saltzman 位片等 X 线、足部 CT 扫描评估及 B 超检查。

1.5.2 观察指标 记录患者的一般资料,比较两组患者影像学参数及美国足踝外科协会(AOFAS)踝-后足功能评分^[14]、视觉模拟量表(VAS)评分^[15]、Tegner 评分^[16]及重返运动时间^[17],统计两组患者并发症。

1)负重 X 线测量参数包括正位距骨-第一跖骨角、距舟覆盖角、Pitch 角、Meary 角及跟骨外翻角。

2)腓肠肌的弹性模量采用实时剪切波弹性成像技术(Shear Wave Elastography, SWE)测量。

3)AOFAS 评分包括疼痛、功能、力线等三个维度,量表总得分为 100 分,得分越高则足部功能越好。

4)VAS 评分范围为 0~10 分,0 分表示无痛,10

分表示不能忍受的剧烈疼痛,患者根据自身情况进行评分。

5)Tegner 评分评估个人运动能力,得分范围为 0~10 分,将运动能力分为 11 个等级,每个等级对应不同的活动水平及体力要求,得分越高受试者运动能力越强。

1.6 统计学方法

数据处理采用 SPSS 22.0 统计学软件。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 形式表示,两组间均数资料行独立样本 t 检验,治疗前后均数资料行配对 t 检验,计数资料用“例(%)”表示,两组间行 χ^2 检验, $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

患者性别、年龄、体重指数、PCFD 分类 I 期(A/B/C/D)、病程、随访时间等一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。其中随访时间至少 12 个月,平均为 (13.44 ± 1.45) 个月;住院时间两组对比差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

指标	例数/例	性别		侧别		年龄/岁	体重指数/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$)	PCFD 分类 I 期			
		男/例	女/例	右/足	左/足			A/例	B/例	C/例	D/例
干预组	35	29	6	20	15	12.29 ± 2.47	19.53 ± 1.38	8	22	3	2
对照组	33	20	13	19	14	11.45 ± 2.22	19.20 ± 1.26	13	18	1	1
P		0.072		0.767		0.149	0.305	0.509			
指标	例数/例	病程/周		随访时间/月		住院时间/d					
干预组	35	13.71 ± 3.09		13.34 ± 3.51		7.94 ± 1.35					
对照组	33	14.09 ± 3.78		13.55 ± 1.39		7.73 ± 1.46					
P		0.653		0.568		0.441					

2.2 两组患者手术前后临床功能及重返运动时间比较

治疗后,两组患者 AOFAS 评分及 Tegner 评分均较同组治疗前上升,VAS 评分均较同组治疗前下降;其中干预组术后 2 个月及 6 个月 AOFAS 评分,术后 2 个月、6 个月及末次随访 Tegner 评分均优于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);干预组术后 2 个月 VAS 评分

低于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。

随访中两组患者共有 58 例已满足运动需求,重返运动时间干预组患者((6.34 ± 1.33) 个月,32 例(91.42%))早于对照组((8.21 ± 2.09) 个月,26 例(78.79%)),差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2-表 4。

表 2 两组患者手术前后 VAS 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	术前	术后 2 个月	术后 6 个月	末次随访	F	P^*
干预组	5.26 ± 0.99	$2.32 \pm 0.48^{1)}$	$1.62 \pm 0.49^{1)2)}$	$1.24 \pm 0.49^{1)2)3)}$	198.846	< 0.001
对照组	5.56 ± 0.93	$2.79 \pm 0.73^{1)}$	$1.71 \pm 0.58^{1)2)}$	$1.15 \pm 0.61^{1)2)3)}$	216.035	< 0.001
t	1.261	3.153	0.676	0.655		
P	0.212	0.002	0.501	0.515		

注:1)与术前相比, $P < 0.05$;2)与术后 2 个月相比, $P < 0.05$;3)与术后 6 个月相比, $P < 0.05$ 。* 经 Bonferroni 校正。

表 3 两组患者手术前后 AOFAS 评分比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	术前	术后 2 个月	术后 6 个月	末次随访	F	P^*
干预组	52.94 ± 6.48	$79.74 \pm 3.86^{1)}$	$90.32 \pm 3.76^{1)2)}$	$91.76 \pm 4.83^{1)2)3)}$	249.138	< 0.001
对照组	53.00 ± 8.84	$76.74 \pm 4.95^{1)}$	$87.47 \pm 3.36^{1)2)}$	$89.68 \pm 4.15^{1)2)3)}$	187.232	< 0.001
t	1.223	0.816	3.301	1.914		
P	0.221	0.007	0.002	0.060		

注:1)与术前相比, $P < 0.05$;2)与术后 2 个月相比, $P < 0.05$;3)与术后 6 个月相比, $P < 0.05$ 。* 经 Bonferroni 校正。

表 4 两组患者手术前后 Tegner 评分比较(̄x±s,分)

组别	术前	术后 2 个月	术后 6 个月	末次随访	F	P*
干预组	2.38±0.78	5.79±0.77 ¹⁾	6.97±0.80 ¹⁾²⁾	7.97±0.87 ¹⁾²⁾³⁾	368.019	<0.001
对照组	2.29±0.68	5.29±0.72 ¹⁾	6.47±0.66 ¹⁾²⁾	6.68±0.64 ¹⁾²⁾³⁾	377.742	<0.001
t	0.499	2.768	2.813	6.994		
P	0.619	0.007	0.006	<0.001		

注:1)与术前相比,P<0.05;2)与术后 2 个月相比,P<0.05;3)与术后 6 个月相比,P<0.05。* 经 Bonferroni 校正。

2.3 两组患者手术前后影像学参数比较

两组患者经治疗后 X 线下负重足部的正位距骨-第一跖骨角、距舟覆盖角、Pitch 角、Meary 角、跟骨外翻角及腓肠肌的弹性模量均较术前明显改善,差异有统计学意义(P<0.05),且治疗后末次随访干预组

Pitch 角、Meary 角、跟骨外翻角及腓肠肌的弹性模量优于对照组,差异有统计学意义(P<0.05),但末次随访两组患者正位距骨-第一跖骨角及距舟覆盖角差异无统计学意义(P>0.05),见表 5。

2.4 两组患者治疗后并发症统计

表 5 两组患者手术前后影像学参数比较(̄x±s)

项目	组别	术前	末次随访	t	P
正位距骨-第一跖骨角/(°)	干预组	23.16±1.62	5.07±0.57	60.248	<0.001
	对照组	22.97±1.58	5.25±0.74	68.580	<0.001
	t	0.493	1.135		
	P	0.624	0.261		
距舟覆盖角/(°)	干预组	13.91±1.85	7.12±1.25	23.528	<0.001
	对照组	13.29±1.17	7.29±1.19	21.424	<0.001
	t	1.647	0.595		
	P	0.104	0.554		
Pitch 角/(°)	干预组	13.03±1.36	20.76±1.46	17.545	<0.001
	对照组	13.56±1.42	18.71±1.32	19.108	<0.001
	t	1.571	6.115		
	P	0.121	<0.001		
Meary 角/(°)	干预组	15.76±1.88	5.24±1.21	17.546	<0.001
	对照组	16.03±1.75	9.44±1.13	31.286	<0.001
	t	0.602	14.809		
	P	0.549	<0.001		
跟骨外翻角/(°)	干预组	13.32±1.36	5.88±0.98	27.461	<0.001
	对照组	13.29±1.19	6.56±1.38	20.542	<0.001
	t	0.095	2.338		
	P	0.925	<0.001		
腓肠肌弹性模量/kPa	干预组	45.73±6.47	29.70±3.68	11.906	<0.001
	对照组	46.12±5.28	32.24±3.50	14.395	<0.001
	t	0.273	2.923		
	P	0.786	0.005		

对照组患者出现 1 例在术后约半年时自觉行走过程中出现足部跗骨窦不适,在运动时症状加重,经取出距下关节稳定器后,症状明显改善。两组患者随访期间距下关节稳定器生物相容性良好,均未出现重要血管神经损伤、感染、切口不愈合、制动器脱出、距下关节僵硬等严重并发症。

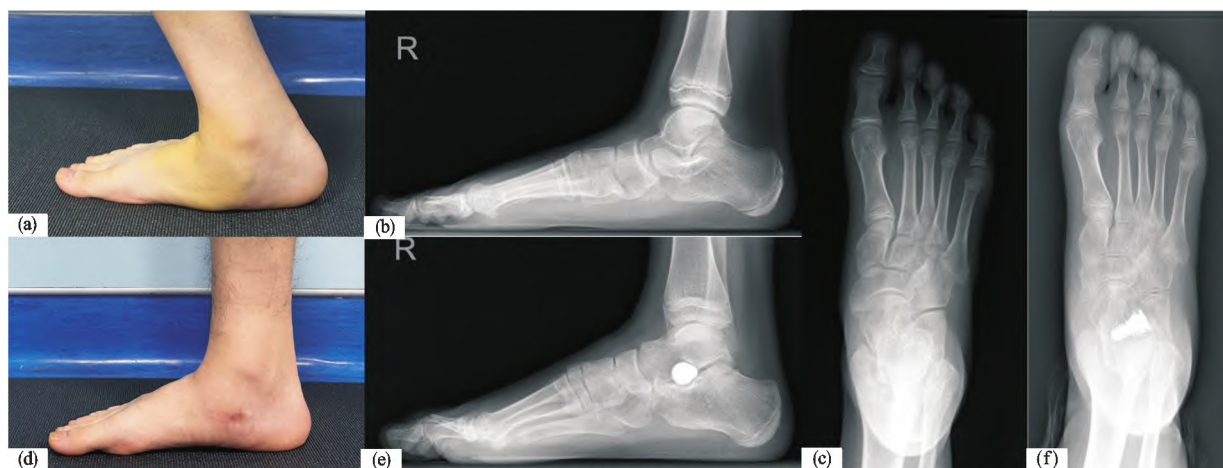
2.5 典型病例

患者 1,男,14 岁,柔性平足症伴腓肠肌腱膜挛缩(右),行传统手法结合距下关节与内侧柱双稳定术(干预组),术后足部外观及影像学参数正位距骨-第一跖骨角、距舟覆盖角、Pitch 角、Meary 角恢复满意,见图 1(a)~(f)。

患者 2,男,15 岁,柔性平足症伴腓肠肌腱膜挛缩(右),行传统手法结合距下关节与内侧柱双稳定术(干预组),术后足部外观及影像学参数正位距骨-第一跖骨角、距舟覆盖角、Pitch 角、Meary 角恢复满意,见图 2(a)~(f)。

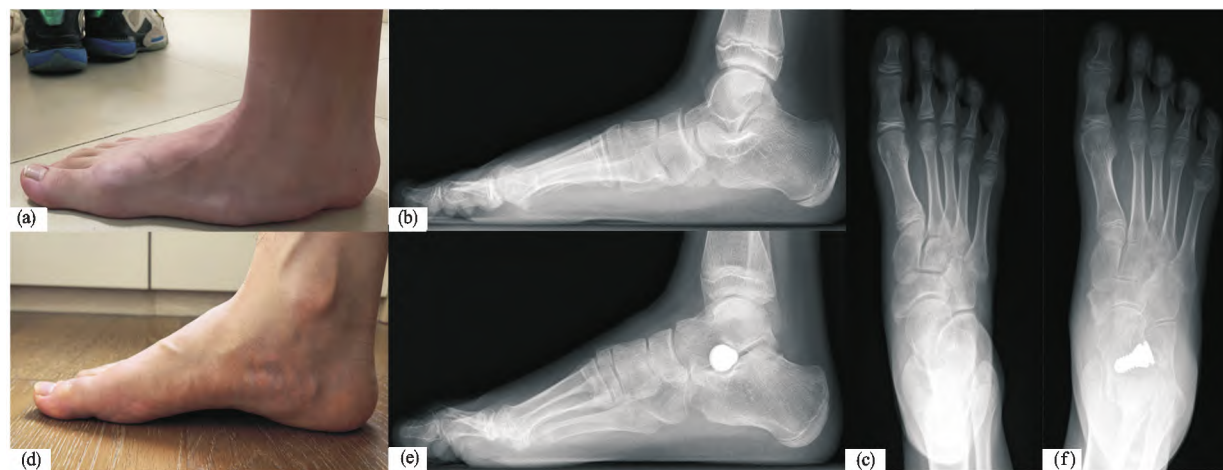
3 讨论

当代人们生活水平不断提高,青少年中超重和肥胖率在逐渐上升的同时,平足的发生率也日益增加。青少年柔韧性平足是足部在负重状态下因动力结构及静态结构发生变化而导致内侧纵弓低平,下肢运动模式发生改变,出现患足外翻,站立或行走时足弓塌陷,足部有疼痛或疲劳感。国内柔韧性平足在青少年中较



(a) 术前外观提示负重位内侧足弓塌陷; (b) 术前侧位X线片提示内侧足弓塌陷, Meary角为22°, Pitch角为10°; (c) 术前正位X线片提示正位距骨-第一跖骨角为22°、距舟覆盖角为15°; (d) 术后1年负重位内侧足弓恢复外观; (e) 术后1年侧位X线片提示距下关节制动器稳定, 内侧足弓明显改善, Meary角为2°, Pitch角为25°; (f) 末次随访正位X线片提示正位距骨-第一跖骨角为6°、距舟覆盖角为5°

图1 典型病例患者1影像资料



(a) 术前外观提示负重位内侧足弓塌陷; (b) 术前侧位X线片提示内侧足弓塌陷, Meary角为25°, Pitch角为10°; (c) 术前正位X线片提示正位距骨-第一跖骨角为20°、距舟覆盖角为16°; (d) 术后1年负重位内侧足弓恢复外观; (e) 术后1年侧位X线片提示内侧足弓明显改善, Meary角为3°, Pitch角为23°; (f) 末次随访正位X线片提示正位距骨-第一跖骨角为5°、距舟覆盖角为3°

图2 典型病例患者2影像资料

为常见,其报道发病率为0.8%~3.7%,而国外报道更是达到2.7%~16.4%^[18]。6岁阶段儿童的柔韧性平足发生率超过39%,但随着年龄的增长,柔韧性平足的发生率呈逐渐下降趋势,到12岁时总体平足发生率已下降至11%以下,但是若未规范治疗则发展为僵硬性平足症且无法自行纠正,甚至因胫骨和股骨发生代偿性内旋,进而带来整个下肢力线的严重改变^[19]。在恰当的时间做出恰当的处理,可以让处于青春期的青少年避免平足畸形的进一步加重^[20]。保守治疗主要包括足弓垫、拉伸康复、矫形器等,但周期长、依从性要求高,平足症严重的患者效果欠佳^[21]。对于保守治疗3~6个月未见效的患者,可以考虑手术治疗。手术治疗方式的选择,如截骨手术、外侧柱延长、关节融合及肌腱转位术等手术,因对足部创伤较大,截骨延迟愈合或不愈合,改变足部生物力学结构,恢复周期长甚至影响正常发育等^[22],并且这些手术对正常解剖形态改变较大,一旦手术失败,患者后续的补救治疗方式选择

将变得非常受限。

首先,对于青少年柔性平足症,距下关节稳定是关键。距下关节为承重关节,其承受并传导人体重力,并对下肢的旋转力进行转换,协调和辅助下肢关节运动,通过对人体重力的传导和分配来支配跗中关节及前足的活动^[23]。距周关节活动取决于距下关节,青少年柔性平足症出现距骨头下沉,骨间韧带松弛,失去了正常生物力学结构,造成关节软骨磨损、足部不稳甚至疼痛等症状。在不破坏骨性结构的前提下,距下关节稳定术创伤小,纠正跟骨外翻及距骨异常内收和跖屈有效,保留本体感觉,恢复足部生物力学结构及正常发育,接受程度高,能有效预防后期平足的进一步加重^[24]。本研究术中发现跗骨窦内植入距下关节稳定器后,术中透视足部模拟负重正位距骨-第一跖骨角、距舟覆盖角、Pitch角、Meary角及跟骨外翻角均能得到不同程度的改善,说明距下关节稳定器能有效改善和稳定距跗骨关节复合体与内侧纵弓,防止足弓过度下降,恢复

足弓高度,矫正后足外翻,这与王轩等^[25]研究结论基本一致。

柔性扁平足患者多伴有腓肠肌痉挛,研究提示腓肠肌痉挛是导致小腿三头肌紧张、足弓塌陷、后足外翻的重要原因^[26]。采用联合截骨术或距下关节稳定术与腓肠肌松解及足内侧软组织紧缩术治疗青少年柔韧性平足可有效矫正畸形,恢复患者力线,但切开松解腓肠肌会增加手术创伤,加大患者治疗痛苦^[27]。可采用穴位按摩、针灸、经皮电刺激、外贴软膏等治疗腓肠肌痉挛,传统理筋手法治疗肌筋膜疼痛综合征,通过手法不同程度松解、促进微循环而起到治疗作用,治疗腓肠肌损伤及筋膜炎具有很好疗效^[28]。跟腱病与腓肠肌挛缩非常相似,跟腱原由腓肠肌内外侧头与比目鱼肌联合向下形成,环环紧扣而相互影响,理筋手法对于腓肠肌挛缩的治疗有一定的价值,这可能与手法刺激经络中的成纤维细胞分泌分裂因子,刺激各类细胞内部的细胞器与细胞质运动,促进新陈代谢,改善组织氧供,促进修复相关。本研究中干预组患者采用传统手法结合距下关节与内侧柱双稳定术,松解柔韧性平足力学铰链机制,恢复下肢力线及足部柔性拉力,纠正距骨周围关节的旋转畸形,减少手术开放切开松解腓肠肌腱膜带来的并发症,也能有效恢复患者负重下的 Pitch 角、Meary 角、跟骨外翻角并改善腓肠肌的弹性模量,恢复肌肉的功能。

其次,柔性平足中的内侧柱稳定性同样至关重要,特别是胫后肌腱的功能。在儿童平足的发育过程中,常伴有副舟骨的出现和常见因足部劳损或负压增加导致内侧足弓疼痛而影响行走及运动,甚至下肢力线的发育。青少年阶段是治疗的关键阶段,若保守治疗效果欠佳则应考虑手术治疗。胫后肌腱及弹簧韧带原本解剖结构止点应在舟骨的跖内侧面,因副舟骨而发生解剖结构异常,表现为足舟骨结节处局部隆起、压痛,随着负荷活动增加,胫后肌腱及弹簧韧带则逐渐出现拉长、退变或撕裂等,应进行胫后肌腱修复或止点重建、弹簧韧带修复重建手术恢复内侧柱稳定性^[29]。胫后肌腱或弹簧韧带的强度下降将导致负重位的足底压力增加,恶性循环破坏足部稳定结构,导致平足加重甚至无法行走^[30]。生物力学分析表明,单纯行内固定稳定术治疗平足症恢复足部力学结构平稳是不够的,应联合应用其他手术稳定距下关节,纠正前足旋后畸形^[31]。平足中结构稳定分为动态和静态稳定,动态性稳定主要依靠肌肉和肌腱,其中胫后肌腱的作用在维持平足内侧结构动态稳定方面尤为重要,而静态性稳定则由骨和韧带维持,对于青少年而言,内侧楔骨 Cotton 截骨、跟骨截骨、外侧柱延长等会造成骨性结构破坏,创伤大且患者接受程度低,而弹簧韧带对足内

侧静力性维持显得尤为重要。生物力学模型中发现在切断弹簧韧带后施以较小的负荷即可出现平足改变^[32]。本研究中青少年柔性平足症为柔韧性平足症,未发现骨关节的变化,若出现副舟骨则切除副舟骨+胫后肌腱止点重建或修复重建弹簧韧带,动静结合解决足部结构内侧力学问题,结合距下制动术解决距下关节稳定问题且纠正前足旋后畸形,让患者更早负重,更快穿回正常鞋子上学。本研究在术后随访时发现两组患者术后足踝部功能恢复满意,两组患者 AOFAS 评分及 Tegner 评分均较同组治疗前明显上升,VAS 评分则明显下降,患者满意度高。组间比较,干预组术后 2 个月及 6 个月 AOFAS 评分,术后 2 个月、6 个月及末次随访 Tegner 评分均优于对照组,术后 2 个月 VAS 评分低于对照组,说明传统手法结合距下关节与内侧柱双稳定术治疗青少年柔性平足症临床效果明显,分析原因主要有以下几点:1)青少年柔性平足症胫后肌腱对于内侧柱稳定性产生的作用更大,强度更高,治疗平足时有效恢复内侧柱稳定性至关重要;2)合并副舟骨的青少年较多,痛性副舟骨与胫后肌腱退变互相影响,切除副舟骨+胫后肌腱止点重建能有效解决痛性问题及足部动态力学问题;3)理筋手法松解腓肠肌挛缩及正骨纠正足部关节的紊乱,辅助手术调整骨骼分布异常具有显著效果。

虽然单纯弹簧韧带损伤可以导致足弓塌陷、前足外展等平足畸形^[33],但部分研究者认为在充分矫形后足部具有良好的内翻活动,则不须修复重建弹簧韧带。本研究中仅 1 例患者术中同时修复胫后肌腱及紧缩弹簧韧带,所以柔性平足青少年的弹簧韧带损伤发生率相对较低,这也符合当代足部弹簧韧带流行病学调查结论。

本研究采用距下关节与内侧柱双稳定术为主,联合骨伤传统手法经典外治法为辅,从生物力学角度恢复平足的稳定结构,两组患者经治疗后负重 X 线正位距骨-第一跖骨角、距舟覆盖角、Pitch 角、Meary 角及跟骨外翻角均较术前明显改善,且治疗后干预组的 Pitch 角、Meary 角、跟骨外翻角优于对照组,恢复了足部正常的形态及有效的负重支撑点,改善了腓肠肌的弹性模量,提高了相应的提踵能力及跖行足的推进动力。功能临床评价方面,两组患者治疗后均提高了 AOFAS 评分及 Tegner 评分,降低了 VAS 评分,既有效缓解疼痛,又能恢复足踝部活动功能。

此外,考虑到学生体育活动多,强度大,单纯恢复足部日常行走功能已经不能完全满足大部分青少年需求,而恢复其高强度运动功能才是最重要的。该研究末次随访两组患者共有 58 例(85.29%)已满足运动需求,重返运动时间干预组早于对照组,两组患者

Tegner评分较治疗前均明显改善,干预组患者评分高于对照组且更容易满足运动需求。

综上所述,传统手法结合距下关节与内侧柱双稳定术治疗青少年柔性平足症,能明显缓解疼痛,纠正平足畸形,在功能恢复方面有助于青少年患者更早重返运动。但本研究纳入的样本量较少,缺乏前瞻性 & 更长期的疗效观察,后续将进一步开展大样本量 & 更深入的研究。

参考文献

- [1] BRIJWASI T, BORKAR P. A comprehensive exercise program improves foot alignment in people with flexible flat foot: a randomised trial[J]. J Physiother, 2023, 69(1):42-46.
- [2] ALSIDDIKY A M, ALSUBAIE A A, ALMUHANNA A O, et al. Satisfactory outcomes of post-operative subtalar extra-articular arthroereisis in juvenile flexible flat foot[J]. Saudi Med J, 2023, 44(1):85-90.
- [3] CHEN C, JIANG J T, FU S L, et al. HyProCure for pediatric flexible flatfoot: what affects the outcome[J]. Frontiers in Pediatrics, 2022, 10:857458.
- [4] 段志豪, 柳金浪, 周游. 距下关节制动器的研究进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(11):993-997.
- [5] 王欣文, 刘诚, 马强, 等. 内侧柱稳定手术治疗副舟骨源性平足症的疗效分析[J]. 中国现代手术学杂志, 2022, 26(5):376-380.
- [6] RUSH S M, FORD L A, HAMILTON G A. Morbidity associated with high gastrocnemius recession: retrospective review of 126 cases[J]. J Foot Ankle Surg, 2006, 45(3):156-160.
- [7] 李冬静, 肖洪波, 蔡润, 等. 理筋正骨手法结合本体感觉训练治疗脑卒中后偏瘫肩痛疗效观察[J]. 安徽中医药大学学报, 2025, 44(1):27-31.
- [8] 林方政, 侯宇, 叶思婷, 等. 应用步态分析与超声弹性成像技术评价手法治疗膝骨关节炎的临床疗效及机制探讨[J]. 中华中医药杂志, 2023, 38(11):5590-5595.
- [9] LEE H J, LIM K B, YOO J, et al. Effect of custom-molded foot orthoses on foot pain and balance in children with symptomatic flexible flat feet[J]. Annals of Rehabilitation Medicine, 2015, 39(6):905-913.
- [10] 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]. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology, 2018, 28(4):707-712.
- [11] MYERSON M S, THORDARSON D B, JOHNSON J E, et al. Classification and nomenclature: progressive collapsing foot deformity[J]. Foot Ankle Int, 2020, 41(10):1271-1276.
- [12] MYERSON M S, 李淑媛. 可复性平足症的分型与治疗[J]. 足踝外科电子杂志, 2014, 1(1):1-9.
- [13] HOEFNAGELS E M, WEERHEIJM L, WITTEVEEN A G, et al. The effect of lengthening the gastrocnemius muscle in chronic therapy resistant plantar fasciitis[J]. Foot Ankle Surg, 2021, 27(5):543-549.
- [14] 严广斌. AOFAS 踝-后足评分系统[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2014, 8(4):557.
- [15] WANG Y, HAO Y, SUN X, et al. Clinical effects of tibial posterior tendon reconstruction in the treatment of young athletes with accessory navicular bone syndrome[J]. Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions, 2024, 24(2):159-167.
- [16] ELIYA Y, QURESHI A R, KAY J, et al. Anatomical double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction moderately improved tegner scores over the long-term: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2023, 31(2):1795.
- [17] KOTHARI A, DIXON P C, STEBBINS J, et al. The relationship between quality of life and foot function in children with flexible flatfeet[J]. Gait & Posture, 2015, 41(3):786-790.
- [18] 张进, 姜淑云, 李阳, 等. 儿童柔韧性扁平足的诊断及防治研究进展[J]. 中国学校卫生, 2023, 44(6):946-950.
- [19] 梁晓军, 赵宏谋, 张言, 等. 学龄期儿童柔韧性平足的横断面流行病学研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 32(8):812-815.
- [20] LI B, HE W B, YU G R, et al. Treatment for flexible flat-foot in children with subtalar arthroereisis and soft tissue procedures[J]. Frontiers in Pediatrics, 2021, 9:656178.
- [21] KANATLI U, AKTAS E, YETKIN H. Do corrective shoes improve the development of the medial longitudinal arch in children with flexible flat feet? [J]. J Orthop Sci, 2016, 21(5):662-666.
- [22] EVANS A M, ROME K, CARROLL M, et al. Foot orthoses for treating paediatric flat feet[J]. The Cochrane Database of Systematic Reviews, 2022, 1(1):CD006311.
- [23] SHI C, LI M X, ZENG Q, et al. Subtalar arthroereisis combined with medial soft tissue reconstruction in treating pediatric flexible flatfoot with accessory navicular[J]. Journal of Orthopaedic Surgery and Research, 2023, 18(1):55.
- [24] BERNASCONI A, LINTZ F, SADILE F. The role of arthroereisis of the subtalar joint for flatfoot in children and adults[J]. EFORT Open Reviews, 2017, 2(11):438-446.
- [25] 王轩, 石超, 曾秋, 等. 截骨矫形术与距下关节制动术治疗儿童柔韧性平足症的比较研究[J]. 实用骨科杂志, 2023, 29(7):592-597.

(下转第 76 页)

- 外科杂志, 2020, 34(9): 1077-1084.
- [4] 吴迪, 贾其余, 胡联英, 等. 人工智能三维术前规划在全髋关节置换术中的临床应用[J]. 实用骨科杂志, 2023, 29(3): 202-207.
- [5] 杨滨, 张克, 袁亮, 等. 三维术前规划在全髋关节置换术中的应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(7): 653-656.
- [6] 霍佳邦, 赵畅, 黄广鑫, 等. CT 数据三维规划预测全髋关节置换假体型号及截骨的准确性与可复性[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(27): 4294-4299.
- [7] 徐征宇, 杜俊伟, 姜瑶, 等. 三维数字规划和二维胶片模板测量辅助全髋关节置换的效果比较[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2021, 18(2): 17-22.
- [8] BRENNEIS M, BRAUN S, VAN DRONGELEN S, et al. Accuracy of preoperative templating in total hip arthroplasty with special focus on stem morphology: a randomized comparison between common digital and three-dimensional planning using biplanar radiographs[J]. J Arthroplasty, 2021, 36(3): 1149-1155.
- [9] TRIPURANENI K R, ARCHIBECK M J, JUNICK D W, et al. Common errors in the execution of preoperative templating for primary total hip arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2010, 25(8): 1235-1239.
- [10] SARIALI E, MAUPRIVEZ R, KHIAMI F, et al. Accuracy of the preoperative planning for cementless total hip arthroplasty. A randomised comparison between three-dimensional computerised planning and conventional templating[J]. Orthop Traumatol: Surg Res, 2012, 98(2): 151-158.
- [11] ADAMCZYK A, LABOUDIE P, NESSEK H, et al. Accuracy of digital templating in uncemented primary total hip arthroplasty: which factors are associated with accuracy of preoperative planning? [J]. Hip Int, 2023, 33(3): 434-441.
- [12] PETRETTA R, STRELZOW J, OHLY N E, et al. Accurate templating on digital images is more accurate than computer-based templating for total hip arthroplasty[J]. Clin Orthop Relat Res, 2015, 473(12): 3752-3759.
- [13] 吴东, 柴伟, 刘星宇, 等. 人工智能全髋关节置换术髋臼杯放置算法的实验研究[J]. 中华骨科杂志, 2021, 41(3): 176-185.
- [14] 孙国源, 蒋言坤, 李彤, 等. AI-HIP 系统在全髋关节置换中的假体型号及联合偏心距和截骨的作用研究[J]. 中国骨伤, 2024, 37(9): 848-854.
- [15] 席立成, 方怀玺. 全髋关节置换人工智能三维术前规划的临床应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32(1): 18-23.
- [16] 闵美鹏, 吴进, URBA RAFI, 等. 全髋关节置换前人工智能(AI)规划的作用与意义[J]. 中国组织工程研究, 2024, 28(9): 1372-1377.
- [17] 郭峰, 张志峰, 孙智文, 等. 基于术前规划导航系统辅助全髋关节置换: 一项随机对照临床研究[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(27): 4324-4331.
- [18] 米尔阿地力·麦麦提依明, 依力哈木江·吾斯曼, 孙荣鑫, 等. 人工智能术前规划系统在人工全髋关节置换术治疗成人发育性髋关节发育不良中的应用研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2023, 37(1): 25-30.
- [19] 夏天卫, 刘星宇, 刘金柱, 等. 人工智能术前规划系统辅助人工全髋关节置换术治疗成人 Crowe IV 型先天性髋关节发育不良的疗效研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35(10): 1265-1272.
- [20] KNAFO Y, HOUFANI F, ZAHARIA B, et al. Value of 3D preoperative planning for primary total hip arthroplasty based on biplanar weightbearing radiographs[J]. Bio-Med Res Int, 2019(1): 1932191.
- [21] TANINO H, NISHIDA Y, MITSUTAKE R, et al. Accuracy of a portable accelerometer-based navigation system for cup placement and intraoperative leg length measurement in total hip arthroplasty: a cross-sectional study[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2021, 22(1): 299.

(收稿日期: 2025-04-04)

(上接第 70 页)

- [26] KAISER P, GUSS D. Surgical management of musculotendinous balance in the progressive collapsing foot deformity: the role of peroneal and gastrocnemius contracture[J]. Foot and Ankle Clinics, 2021, 26(3): 559-575.
- [27] DIGIOVANNI C W, KUO R, TEJWANI N, et al. Isolated gastrocnemius tightness[J]. J Bone Joint Surg: Am Vol, 2002, 84(6): 962-970.
- [28] 李开颖, 魏晓歌, 宋斐, 等. 理筋手法调控兔骨骼肌损伤修复中瘢痕形成的作用机制[J]. 中国组织工程研究, 2025, 29(8): 1600-1608.
- [29] BRODSKY J W, BAUM B S, POLLO F E, et al. Surgical reconstruction of posterior tibial tendon tear in adolescents: report of two cases and review of the literature[J]. Foot Ankle Int, 2005, 26(3): 218-223.
- [30] NEVILLE C, FLEMISTER A S, HOUCK J. Total and distributed plantar loading in subjects with stage II tibialis posterior tendon dysfunction during terminal stance[J]. Foot Ankle Int, 2013, 34(1): 131-139.
- [31] 刘付胜华, 许鉴, 赵秉诚, 等. 内侧柱稳定手术治疗 II 期成人胫后肌腱功能不全性平足的三维有限元生物力学分析[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(18): 2805-2810.
- [32] 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.
- [33] ORR J D, NUNLEY J A 2nd. Isolated spring ligament failure as a cause of adult-acquired flatfoot deformity[J]. Foot Ankle Int, 2013, 34(6): 818-823.

(收稿日期: 2025-06-01)