

• 基础研究 •

肌腱转移固定修复扁平足的生物力学研究

韩长伶, 姚双权, 张奉琪, 吴昊天, 赵立力

(河北医科大学第三医院骨科研究所, 河北 石家庄 050051)

【摘要】 目的: 比较四种肌腱转移固定修复扁平足畸形的牢固程度。方法: 本实验采用 6 具新鲜尸体骨标本, 每一具标本依次采用腓骨长肌腱法、胫前肌腱法 1、胫前肌腱法 2 及异体跟腱法 4 种转移肌腱固定方法修复扁平足模型。每一种标本模型分别固定在试验机上, 轴向压缩 100、300 及 600 N, 观察足底下移距离。结果: 在 100、300 及 600 N 力作用下轴向压缩, 4 种方法中足底下移距离比较, 用腓骨长肌腱修复扁平足后产生的位移最小, 与其他方法相比差异有显著性意义 ($P < 0.05$), 其余三种方法之间差异无显著性意义。结论: 本实验所研究的 4 种修复扁平足的方法中, 腓骨长肌腱法修复扁平足最牢固。

【关键词】 扁平足; 腱转移术; 生物力学

Bio mechanical study on muscle tendon transfer and fixation for the treatment of flatfoot deformity

HAN Chang-ling, YAO Shuang-quan, ZHANG Feng-qi, WU Hao-tian, ZHAO Li-li The Orthopaedics Institute, the Third Affiliated Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050051, Hebei, China

ABSTRACT Objective To explore the best method to treat flatfoot deformity with muscle tendon reconstruction. **Methods** Six fresh frozen adult cadaveric specimens were used to produce flatfoot models. Four tendon reconstruction methods, including long peroneal muscle tendon method, anterior tibial muscle tendon method 1, anterior tibial muscle tendon method 2, and heterogenous muscle tendon method, were applied to each models in the study. Each model was placed in an CSS-44020 material testing machine. The plantar downward displacement was tested under axial pressure of 100, 300 and 600 N. **Results** The pressure migrating curve showed that when the pressure was 100, 300 and 600 N, a small plantar downward displacement was produced by long peroneal muscle tendon method as compared with other three aforementioned methods ($P < 0.05$). There was no significant difference in the displacement among other three methods. **Conclusion:** Among the four methods of reconstruction, the long peroneal muscle tendon method can obtain the strongest fixation.

Key words Flatfoot; Tendon transfer; Biomechanics

扁平足典型的临床症状为前足外展、后足外翻、足弓降低或消失, 并可伴有疼痛。成人扁平足成因多为胫后肌腱功能丧失^[1]。对于早期患者, 有学者用屈趾肌腱^[2,3]替代失效的胫后肌腱的功能, 但远期疗效不佳。还有学者用跟骨截骨延长及后足关节固定矫正畸形^[4,5], 虽然较好地矫正了畸形, 但同时改变了后足正常的结构及生物力学功能, 后期会导致未固定关节的创伤性关节炎, 加速关节功能的退化。为了避免关节固定, 保留正常关节, 我们尝试用 4 种方法来重建成人扁平足的足弓。

1 材料与方 法

1.1 材料 6 具新鲜小腿连脚尸体标本, 标本年龄 20~40 岁, 平均身高 160~170 cm, 体重 60~70 kg。正侧位 X 线片显示为正常尸体标本。

1.2 扁平足模型的建立 首先将距舟关节囊自上、内、下方

切开, 然后切开距下关节囊的前正中部分, 最后剪开跖筋膜、跳跃韧带, 足弓消失, 扁平足模型建立。

1.3 扁平足模型的修复

1.3.1 腓骨长肌腱法 自后踝向外踝作一切口, 沿腓骨长肌走行, 直到第 5 跖骨基底, 找到腓骨长肌腱, 自切口近端切断, 将腓骨长肌腱近端与腓骨短肌腱缝合在一起, 将远端肌腱游离直至骹骨下外侧。另一切口在足内侧跖侧与背侧皮肤交界处起于跖楔关节远端 1 cm 并向近侧延伸, 在第 1 跖骨底部将其跖侧软组织自内向外分离, 找到腓骨长肌腱将之从外侧穿入内侧。在跟骨内侧远端找到内踝支持带, 将屈长肌腱及足底内侧神经拨向下方, 在三角韧带下方钻 1 个 6.5 mm 宽的孔横穿跟骨, 自外踝下方穿出, 将腓骨长肌腱从内牵向外侧。在跟骨外侧孔后方 1 cm 处钻入 1 枚直径 6.5 mm, 长为 30 mm 的松质骨螺钉, 钉尾外露 1 cm, 将腓长肌腱从上到下绕过螺钉拉紧, 用不可吸收线固定于自身, 然后将螺钉拧紧以压住肌腱。

1.3.2 胫前肌腱法 1 用 1.3.1方法的内侧切口,显露胫骨前肌,在伸肌支持带上部将肌腱内侧 1/3分离并切断,在舟骨内侧自背侧向跖侧钻 1个直径 5mm的孔,内侧留 1cm骨桥,肌腱从此孔自背侧穿入至跖侧,后将之经过跟骨孔从内侧引向外侧,同样方法固定。

1.3.3 胫前肌腱法 2 步骤基本同 1.3.2.差别在于本方法中胫骨前肌腱直接从跟骨孔自内侧向外侧穿出,未穿舟骨孔。

1.3.4 异体跟腱法 准备一粗约 5~7mm的异体跟腱,带有长 20mm,宽 5mm,厚 5mm骨块,腱周脂肪及软组织修剪干净。在足内侧找到前面方法所用跟骨孔,将跟腱一端所带骨块塞入,并用直径 5.75mm 界面螺钉固定之,将跟腱另一端自足底引向前自跖侧向背侧穿过舟骨孔。拉紧肌腱,将肌腱固定于自身。

1.4 力学试验 每个标本依上述顺序被重建后,分别将足固定于 CSS-44020生物力学试验机(长春市智能仪器设备研究所,河北骨科研究所提供)上,小腿上部 1/3处用牙托粉固定与试验机杠杆连接,分别给予 100、300及 600N的力进行加载,测量足底下移距离。

1.5 数据处理 本试验所得数据,以 Stata7.0软件在电脑上处理。用单因素 3水平设计的方差分析进行统计处理,先进行正态性检验,实验数据非正态分布,用秩变换检验法处理。统计检验的显著水准均定在 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

当载荷为 100、300及 600N逐渐增大时修复的扁平足下移距离逐渐增加。使用异体跟腱重建时,当负荷加至 300N时,肌腱在舟骨内旋转,当加压至 600N时,2例骨塞脱出,导致重建失败。用腓骨长肌及胫骨前肌重建时可见足弓角度变化,未见肌腱移位。修复的扁平足模型在 100、300及 600N时足底下移的距离见表 1。

表 1 修复的扁平足模型的载荷—足底下移距离($\bar{x} \pm s$, mm)
Tab 1 The plantar downward displacement of flatfoot model by using four different methods($\bar{x} \pm s$, mm)

Groups	100 N	300 N	600 N
Long peroneal muscle tendon	3.013 ± 0.172	5.986 ± 0.188	7.378 ± 0.128
Anterior tibial muscle tendon 1	3.190 ± 0.103	6.787 ± 0.148	9.550 ± 0.243
Anterior tibial muscle tendon 2	3.220 ± 0.144	6.745 ± 0.130	9.467 ± 0.163
Heterogenous muscle tendon	3.160 ± 0.152	6.979 ± 0.173	9.609 ± 0.222
F value	1.89	3.56	4.28

结果表明,压力为 100、300及 600N时,均为用腓骨长肌腱方法修复的扁平足足底下降的位移最小,与其余方法修复的扁平足模型比较,100N时无统计学意义($P > 0.05$),300、600N时均有统计学意义($P < 0.05$),其余方法修复的扁平足模型之间足底下降位移无统计学差异($P > 0.05$)。

3 讨论

3.1 软组织手术在扁平足治疗中的意义 成人扁平足畸形

原因多为胫后肌腱功能丧失。病变首先从胫后肌腱腱鞘开始,逐渐演变为断裂,当此肌腱失去功能,后足的稳定及足弓的维持将受影响,维持足弓的韧带,尤其是跳跃韧带,承受负荷加大,强度逐渐减弱,结果将导致扁平足形成。扁平足一旦形成,将持续进展,初期为软组织性,久之则导致骨性畸形无法还原。过去对扁平足多采用非手术疗法,只有对少数患者经长期保守治疗无效后才考虑手术治疗。近年来,随着对扁平足病因及发病机制的新认识,手术治疗扁平足的疗效得到了进一步认可。对于尚未发生骨性畸形的扁平足,可采用单纯的软组织手术方法;而对于已发生骨性畸形的病例,单一的骨性手术不能给足弓提供足够的支持力,骨性手术应与软组织转移修复术相结合^[6],这样对重建正常的足弓生物力学及成功恢复足弓生理功能有着重要意义。

3.2 4种肌腱固定方法修复扁平足的优缺点 腓骨长肌具有维持足屈曲及使前足外翻的功能,它维持了矢状面上的角度,但在横断面上使足外翻,加大了畸形。我们用腓骨长肌腱修复扁平足,保留了腓骨肌腱维持足底屈的功能,消除了它使足外翻的作用。临床上,每种方法各有优、缺点。腓骨长肌腱较粗大,理论上较胫前肌更加牢固,并且,用腓骨长肌腱重建后,消除了它促进变形的作用,而保留了维持足弓的作用。它的不利方面是将足外侧切开及将肌腱游离的技术难度较大,并且腓骨长肌腱的动力效果丧失。用胫前肌固定的优点是通过对一个切口可得到所需的肌腱;缺点是所取肌腱较薄弱,而且此过程削弱了胫前肌腱,肌腱断裂后有导致足下垂的危险。用异体跟腱移植修复的优点是不给患者带来另外的损伤及移植物较粗大等;缺点是移植物有感染危险。

临床上扁平足的治疗是一个非常复杂的问题,它要求我们要先明确患者的病因、病情及现有的条件再确定治疗方法,单纯肌腱移位固定只适用于尚未发生骨性畸形的患者,已发生骨性畸形的患者则需骨性手术与肌腱移位固定相结合。在肌腱移位固定方法的选择上,实验证明用腓骨长肌重建方法修复的扁平足能产生最大的稳定性,较其他方法为优。

参考文献

- 1 Popovic N, Lemaire R. Acquired flatfoot deformity secondary to dysfunction of the tibialis posterior tendon. Acta Orthop Belg 2003, 69(3): 211-221.
- 2 Wacker J, Calkler JD, Engstrom CM, et al. MR morphometry of posterior tibialis muscle in adult acquired flatfoot. Foot Ankle Int 2003, 24(4): 354-357.
- 3 Sammarco GJ, Hockenbury RT. Treatment of stage II posterior tibial tendon dysfunction with flexor hallucis longus transfer and medial displacement calcaneal osteotomy. Foot Ankle Int 2001, 22(4): 305-312.
- 4 Mann RA. Flatfoot in adults. Foot and Ankle 1993, 14: 757-801.
- 5 Sangeorzan BJ, Mosca VE. Effect of calcaneal lengthening on relationships among the hindfoot, midfoot and forefoot. Foot and Ankle 1993, 14: 136-141.
- 6 Hiller L, Pinney SJ. Surgical treatment of acquired flatfoot deformity: What is the state of practice among academic foot and ankle surgeons in 2002? Foot Ankle Int 2003, 24(9): 701-705.

(收稿日期: 2005-06-19 本文编辑: 王宏)