

## ·先天性马蹄内翻足专题·

## 先天性马蹄内翻足胫前肌外移前后三维步态分析

李敬春 徐宏文 荀福兴 于凌佳 黎艺强 雍碧城 袁 哲

**【摘要】 目的** 通过三维步态分析的生物力学方法评定先天性马蹄内翻足患儿胫骨前肌外移术后疗效,明确其手术指征。**方法** 收集 2010 年 7 月至 2014 年 7 月在本院就诊的先天性马蹄内翻足 20 例,年龄 4~6 岁,平均 4.5 岁。男性 15 例,女性 5 例,均行胫骨前肌外移术,手术前后均应用三维步态分析系统(美国 motion 步态分析系统)对患者进行步态分析,每次测量要求至少有 3 个步长长度,步速恒定。将骨盆、髌、膝、踝关节共设置 15 个点,并连接成面,建成三维动态图像。对胫骨前肌外移术前后的步态在三维方向进行步态分析。**结果** 胫骨前肌外移手术前、后三维步态分析结果:①行走速度、步频、步长较术前无明显差异,与正常儿童比较也无明显差异。②术后患儿足内收较术前明显改善。③胫骨前肌在术前后活动状态无明显改变。④胫骨前肌外移术后患侧下肢行进线内旋情况较术前改善。**结论** 运用三维步态分析对行胫骨前肌外移术的患者进行功能量化评价,可以更为准确地了解踝关节的生物力学及胫骨前肌肌电活动变化,因而可以准确判断手术指征和全面评估患儿术后畸形矫正情况。

**【关键词】** 畸形足;步态/生物学;胫骨/外科学

**Three-dimensional gait analysis of patients with club foot undergoing anterior tibialis transfer.** LI Jing-chun, XU Hong-wen, XUN Fu-xing, et al. Municipal Women & Children's Medical Center, Guangzhou 510623, China

**【Abstract】 Objective** To explore the gaits of patients with club foot undergoing anterior tibialis transfer by three-dimensional (3D) gait analysis through a biomechanical approach. **Methods** Twenty patients undergoing anterior tibialis transfer were recruited between July 2011 and July 2014. There were 15 males and 5 females with an average age of 6.3 (5~8) years. All patients were evaluated by 3D gait analysis motion analysis system (Motion Inc., USA). Three-step lengths at constant gait speed were measured. Fifteen points were set up around pelvis, hip, knee and ankle and connected for constructing 3D dynamic images. **Results** After anterior tibialis transfer, no significant differences existed in walking speed, cadence and step compared with preoperative values. Foot abduction of postoperative children significantly improved compared with preoperative status. Preoperative and postoperative muscle activity of anterior tibialis had no significant change and it stayed active post-operation. The postoperative moving line of affected-side lower extremities improved compared with preoperative status. **Conclusions** 3-D gait analysis can clearly evaluate bilateral lower extremity joint motions in all planes in patients with club foot undergoing anterior tibialis transfer. Also it helps us understand accurately the changes in muscle activity of anterior tibialis and biomechanics of ankle joint. Therefore deformity correction of patients with club foot undergoing anterior tibialis transfer may be fully evaluated through 3-D gait analysis.

**【Key words】** Clubfoot; Gait/PH; Tibia/SU

先天性马蹄内翻足是一种比较多见的复杂畸形,传统的保守治疗方法治疗后容易复发,广泛的软组织松解会出现足部僵硬,对部分病例疗效尚不满意<sup>[1]</sup>。Ponseti 医生提出的连续性石膏矫形的保守

治疗方法,能让 95% 以上的患儿不需要广泛的软组织松解手术就能获得一个外观正常、功能良好的跖行足<sup>[2-5]</sup>。目前,该方法已经被公认为是有效治疗婴儿期先天性马蹄内翻足的基本方法,但是也有一部分患儿由于治疗中断或马蹄足本身的原因导致复发。胫骨前肌外移术是通过把胫前肌腱转移到外侧楔骨,可使该肌由旋后肌变成为旋前肌,进一步矫正足部畸形<sup>[1,6,7]</sup>。但是,对于胫骨前肌外移的手术

指证,国内外尚没有一个明确的标准,虽然 Ponseti 指出患儿在 3~5 岁出现踝内翻和行走过程出现内旋时进行胫骨前肌外移术,但是怎样在行走过程判断足内旋却没有一个定量的标准。

步态分析(gait analysis)是研究步行规律的检查方法,通过生物力学和运动学手段,揭示步态异常的关键环节及影响因素,从而指导手术方案和术后功能评估。因此,我们借助步态分析的方法对胫骨前肌外移术前后的马蹄内翻足患儿,进行检查分析,评估术后功能和明确胫骨前肌外移的手术指证<sup>[8]</sup>。

材料与方法

一、临床资料

2010 年 7 月至 2014 年 7 月在本院就诊的先天性马蹄内翻足患儿 20 例,男性 15 例,女性 5 例,年龄 4~6 岁,平均 4.5 岁。左足 7 例,右足 8 例,双足 5 例;初次治疗方法:患儿均在婴幼儿期行 Ponseti 石膏矫形。然后在全身麻醉状态下行经皮跟腱松解,石膏固定 3 周后开始穿矫形鞋。所有患儿均在停止穿矫形鞋后 2~3 年内不同程度复发。来院检查时存在不同程度足下垂、内翻畸形,行走时踝关节内旋,其中尤以内翻内收畸形明显。所有病例均行胫骨前肌外移术,手术指证:①患侧胫骨前肌摆动相有肌动;②患者摆动相背伸不足;③患足行进线内旋;④足踝内翻。术后石膏固定 6 周,然后拆除石膏开始功能锻炼。

二、步态分析

采用美国 Motion 三维运动分析系统。该系统由 5 部分组成。一是分布在不同位置的 10 个红外线摄像头,二是光学标记点,三是表面动态肌电图仪,四是 4 块三维测力平台,五是对其测量数据进行分析处理的计算机 cortex2.1 系统。首先调整步态分析主机与红外线摄像头之间的配置,以及测量范围。测试中患者暴露双侧大腿中段及以下部位,以保证标志点标示运动中肢体的位置;防止衣物对反光点遮挡。三维步态分析反光点定位:①骨盆部至腰腹部:髂前上棘,第一骶椎,股骨前方中点(共 5 点);②双侧膝关节:股骨外侧髁及胫骨前方中点(共 4 点);③双侧踝关节:外踝尖(共 2 点);④双侧跟骨结节、第二跗跖关节与第三跗跖关节之间(共 4 点)<sup>[9]</sup>。嘱患者在放松状况下沿指定方向行走一个来回,包括转身都必须在指定范围内,否则不能测得数据。观测患者行走中的步长、步宽、步速、步频、步态周期时间、支撑相时间、摆动相时间、关节

运动角度的变化。由受过训练和有丰富临床经验的技师进行。嘱患者以自然和习惯的姿势和速度步行数次,一定要注意患者的单只脚应踏在每一块测力板上,以免影响步态分析结果。

三、分析时间

①胫骨前肌术前 1 周内;②患儿手术后半年。

结果

胫骨前肌外移术前后三维步态分析结果:①术后行走速度、步频、步长较术前无明显差异,与正常儿童比较,无明显差异(表 1)( $P$  值均  $> 0.05$ )。②术后患儿足内翻较术前明显改善(图 1),摆动相背伸受限改善(图 2)。③胫骨前肌在术前术后活动状态无明显改变,术前活动肌动良好,在术后仍然保持良好的肌动(图 3)。④胫骨前肌外移术后患侧下肢行进线内旋情况较术前改善(图 4)。

表 1 行走速度、步频、步长、步宽手术前、后无明显差异,与正常儿童比较无明显差异

Table 1 Preoperative and postoperative values of walking velocity, stride length or step length after receiving showed no obvious difference as compared with normal children

项目	步速 (cm/s)	步频 (steps/min)	步长 (cm)	步宽 (cm)
正常均值	102.261	147.222	83.351	10.182
术前	94.081	152.978	76.209	10.142
患者 均值	34.578	52.185	15.196	3.944
术后	95.181	151.978	78.209	10.342
均值	35.578	53.185	16.996	3.574
方差分析( $P$ 值)	0.266	0.87	0.098	0.718

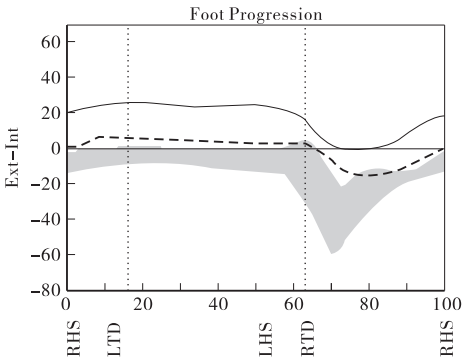


图 1 术后患儿足内翻术前明显改善(虚线为术后,灰色为术前)

Fig. 1 As compared preoperatively (dashed), children with strephenopodia obviously improved postoperatively (gray)

## 讨 论

先天性马蹄内翻足是小儿骨科常见的严重影响患儿足部形态和功能的畸形。临床主要表现为前足内收,跟骨内翻,足部高弓及胫骨内旋,其发病率约为 1%,男童为女童的两倍,单侧稍多于双侧。对患儿的生长发育和身心健康均有很大影响,临床诊断并不困难。治疗上一般强调早期行手法矫正或石膏矫正非常重要,并且治疗越早,康复越快。保守治疗目前主要以 Ponseti 连续性石膏矫形为主,也是近年来国内外较公认的早期治疗马蹄内翻足的方法<sup>[9-11]</sup>。但在治疗后也会出现复发,表现为踝内翻,行走过程足内收内旋,对于这些患儿,可以继续行石膏矫形,然后进行胫骨前肌外移术,也可不先行石膏矫形,直接行胫骨前肌外移术<sup>[12]</sup>。Ponseti 指出患儿在 3~5 岁出现踝内翻和行走过程出现内旋时进行胫骨前肌外移术,但是胫骨前肌术后并不是所有患儿都能达到矫正的效果,陈秋等在胫骨前肌外移术后可获得 89% 优良率<sup>[13]</sup>。但 Cummings 等在马蹄内翻足的电生理研究中发现 83% 的马蹄内翻足患肢肌群均有神经纤维和运动终板的退变,致肌肉挛缩和肌力下降<sup>[14]</sup>。这给予我们提示:胫骨前肌外移术前进行准确的功能评估,选择好手术适应证很有必要。

步态分析对人体行走方式进行客观记录并对步行功能进行系统评价,是动态功能评定的重要组成部分。通过步态分析系统配置的高速摄像机、录像机、二块或二块以上的 AMTI 测力平台、步态监视仪和计算机,可对步态分析的基础参数(步速、步频、步长)、时相与周期、站立相力矩及下肢关节角度等多种步态指标进行记录,然后通过计算机定量分析进行三维图像重建,使步态分析的结果形象化<sup>[15]</sup>。本研究结果发现患儿在胫骨前肌外移术后,足内翻较术前明显改善。摆动相中患儿背伸术后较术前明显改善,胫骨前肌外移术后患侧下肢行走内旋情况较术前改善,说明胫骨前肌在术后具有较好的收缩功能,能够比较好的矫正 Ponseti 石膏矫形治疗后复发畸形。而且通过表面肌电图记录胫骨前肌在手术前、手术后的行走过程中状态发现,在术后胫骨前肌具有良好肌动。另外我们也发现,胫骨前肌如果活动状态良好,在术后仍然良好,在术前如果活动状态不好,在术后中仍然不好,而且对踝内翻及行走过程的踝关节内旋的效果矫正也是非常差的,这说明

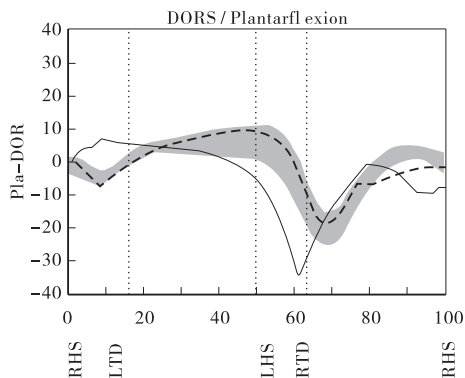


图 2 摆动相背伸受限改善(虚线为术后,灰色为术前)

Fig. 2 During swinging phase, limitation of dorsal stretch improved (dashed: postoperative, gray: preoperative)

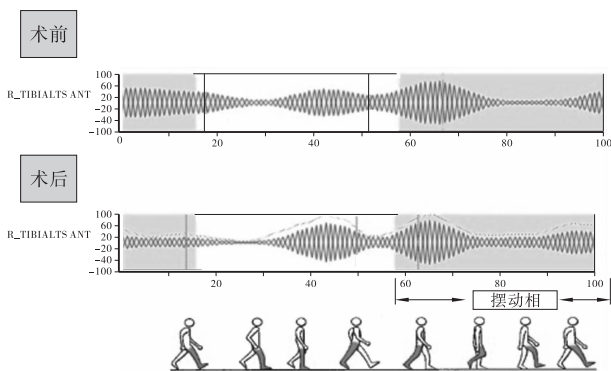


图 3 胫骨前肌在术前后活动状态无明显改变,在术后仍然保持良好的肌动

Fig. 3 Anterior tibialis muscle showed no obvious change before and after operation. And an active state persisted after operation

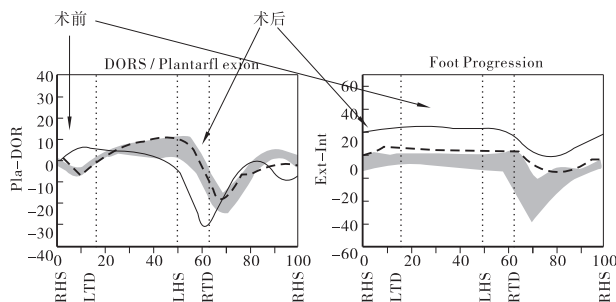
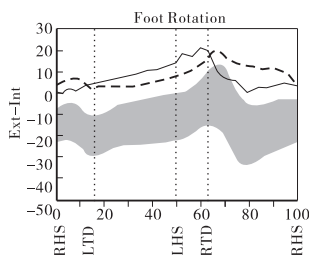


图 4 胫骨前肌外移术后患侧下肢行走内旋情况较术前改善(虚线为术后,灰色为术前)

Fig. 4 As compared preoperatively, the status of internal rotation of affected lower extremity improved within the line of foot progression after lateral displacement of anterior tibialis muscle (dashed: postoperative, gray: preoperative)

胫骨前肌的活动状态对术后效果有决定作用。因而术前胫骨前肌肌动良好是必要的。

所以,运用步态分析对马蹄内翻足患儿进行功能量化评价,可以更为准确地了解踝关节的生物力学及胫骨前肌肌电活动变化。因而可以准确判断马蹄内翻足患儿胫骨前肌手术的适应证。胫骨前肌在摆动期存在肌动是必要的适应证,运用步态分析也可准确了解马蹄内翻足患儿胫前肌外移术对复发的马蹄足畸形的矫正情况。

参 考 文 献

1 董静静, 颌强, 雷伟. 先天性马蹄内翻足早期肌力平衡手术中期及远期疗效对比分析[J]. 中华小儿外科杂志, 2010, 31(06): 444-447.

2 杨建平, 李德达, 龚仁钰, 等. 早期手法矫正系列石膏固定治疗先天性马蹄内翻足[J]. 中华小儿外科杂志, 2003, 24(03): 205-207.

3 Radler C. The Ponseti method for the treatment of congenital club foot: review of the current literature and treatment recommendations[J]. Int Orthop, 2013, 37(9): 1747-1753.

4 Maripuri S, NGallacher PD, Bridgens J, et al. Ponseti casting for club foot-above-or below-knee?: A prospective randomised clinical trial[J]. Bone Joint J, 2013, 95-B(11): 1570-1574.

5 赵黎, 赵大航. 采用 Ponseti 方法治疗先天性马蹄内翻足[J]. 临床小儿外科杂志, 2013, 12(03): 243-245.

6 Critchley J, ETaylor RG. Transfer of the tibialis anterior tendon for relapsed club-foot[J]. J Bone Joint Surg Br, 1952, 34-B(1): 49-52.

7 Johnson B, Choudry Q, Heaver C, et al. Calcaneal pull-down technique in the management of resistant equinus associated

with congenital club foot[J]. Ann R Coll Surg Engl, 2014, 96(4): 319.

8 Archer KR, Castillo RC, Mackenzie EJ, et al. Gait symmetry and walking speed analysis following lower-extremity trauma[J]. Phys Ther, 2006, 86(12): 1630-1640.

9 Chiu YP, Fritz SL, Light KE, et al. Use of item response analysis to investigate measurement properties and clinical validity of data for the dynamic gait index[J]. Phys Ther, 2006, 86(6): 778-787.

10 Jowett CR, Morcuende JA, Ramachandran M. Management of congenital talipes equinovarus using the Ponseti method: a systematic review[J]. J Bone Joint Surg Br, 2011, 93(9): 1160-1164.

11 朱光辉, 梅海波, 赫荣国, 等. 两种方法治疗儿童僵硬性马蹄内翻足的中期效果评价[J]. 临床小儿外科杂志, 2015(02): 110-112120.

12 Shabtai L, Segev E, Yavor A, et al. Prolonged use of foot abduction brace reduces the rate of surgery in Ponseti-treated idiopathic club feet[J]. J Child Orthop, 2015, 9(3): 177-182.

13 陈秋, 黄英, 吉士俊, 等. 先天性马蹄内翻足软组织手术后跗骨骨骼形态变化的病理基础[J]. 中国矫形外科杂志, 2001, 8(07).

14 Cummings RJ, Lovell WW. Operative treatment of congenital idiopathic club foot[J]. J Bone Joint Surg Am, 1988, 70(7): 1108-1112.

15 Cutuk A, Groppo ER, Quigley EJ, et al. Ambulation in simulated fractional gravity using lower body positive pressure: cardiovascular safety and gait analyses[J]. J Appl Physiol (1985), 2006, 101(3): 771-777.

(收稿日期: 2015-10-18)

(本文编辑: 刘 昆)

(上接第 543 页)

twenty-first century[J]. J Pediatr Orthop B, 2012, 21: 1-6.

17 Clarke NM, Uglow MG, Valentine KM. Comparison of Ponseti versus surgical treatment in congenital talipes equinovarus[J]. J Foot Ankle Surg, 2011, 50: 529-534.

18 万梓鸣, 李明, 吴永乐. Ponseti 法治先天性马蹄内翻足疗效分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2010, 1409-1412.

19 Bergerault F, Fournier J, Bonnard C. Idiopathic congenital clubfoot: Initial treatment[J]. Orthop Traumatol Surg Res,

2013, 99: S150-159.

20 Faldini C, Traina F, Nanni M, et al. Congenital idiopathic talipes equinovarus before and after walking age: observations and strategy of treatment from a series of 88 cases[J]. J Orthop Traumatol, 2016, 17: 81-87.

(收稿日期: 2016-11-11)

(责任编辑: 刘 昆 王爱莲)