

·外固定肢体重建·

微创截骨联合改良 Ilizarov 技术治疗重度先天性“O”型腿畸形的临床研究

周玉成¹ 夏和桃² 胡军³ 聂邦旭³ 吴睿¹ 王飞¹ 张云峰¹

【摘要】 目的 评估股骨、胫骨微创截骨联合改良 Ilizarov 技术治疗重度先天性“O”型腿畸形的安全性和有效性。方法 回顾性分析云南省残疾人康复中心2016年9月至2019年12月收治的13例重度先天性“O”型腿畸形病人的临床资料,其中男8例,女5例,年龄为(9.23±0.36)岁(4~26岁)。病人均采用股骨、胫骨微创截骨,股骨使用单侧三维外固定器固定,胫骨使用 Ilizarov 外固定器进行固定。术后测量病人的机械轴偏距(mechanical axis deviation, MAD)、股骨远端解剖轴外侧角(anatomic lateral distal femoral angle, aLDFA)、胫骨近端内侧角(medial proximal tibial angle, MPTA)、胫骨远端外侧角(lateral distal tibial angle, LDTA)、膝关节屈曲活动度。采用 Paley 功能评分标准评价患肢功能,记录骨愈合时间和并发症情况。**结果** 13例病人截骨面全部骨性愈合,平均愈合时间为36周。病人术后下肢力线恢复较好,临床症状明显改善,根据 Paley 功能评分标准,优10例,良2例,中1例,优良率为92.3%,术后末次随访测量的MAD、aLDFA、MPTA、LDTA、膝关节屈曲活动度与术前比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 重度先天性“O”型腿采用股骨、胫骨微创截骨联合改良 Ilizarov 外固定技术可准确矫正畸形,获得相对理想的疗效,是临床上治疗重度先天性“O”型腿畸形的较好选择。

【关键词】 Ilizarov 技术;外固定器;张力-应力法则;微创截骨;“O”型腿畸形

Clinical study of femoral and tibial minimally invasive osteotomy combined with modified Ilizarov technique in the treatment of severe congenital “O-leg” deformity. ZHOU Yu-cheng¹, XIA He-tao², HU Jun³, NIE Bang-xu³, WU Rui¹, WANG Fei¹, ZHANG Yun-feng¹. ¹Department of Orthopaedics, the Disabled Persons Rehabilitation Center of Yunnan, Kunming 650011, China; ²Beijing Institute of External Fixation Technology, Beijing 100039, China; ³Department of Orthopaedics, the First People's Hospital of Kunming, Kunming 650011, China

Corresponding author: ZHANG Yun-feng, E-mail: 24611346@qq.com

【Abstract】 Objective To evaluate the safety and effectiveness of minimally invasive femoral and tibial osteotomy combined with modified Ilizarov technique in the treatment of severe congenital “O-leg” deformity. **Methods** A total of 13 patients with severe congenital “O-leg” deformity admitted to the Disabled Persons Rehabilitation Center of Yunnan from September 2016 to December 2019 were selected. There were 8 males and 5 females, with an age of (9.23±0.36) years (4-26 years). The femur and tibia were given minimally invasive osteotomy, the femur was fixed with a unilateral three-dimensional external fixator, and the tibia was fixed with Ilizarov. The external fixing frame was used for fixation. The mechanical axis deviation (MAD), anatomic lateral distal femoral angle (aLDFA), medial proximal tibial angle (MPTA), lateral distal tibial angle (LDTA) and range of motion of knee were measured. Paley function score was used to evaluate the function of the affected limb, and bone healing time and complications were recorded. **Results** The average healing time of the osteotomy face in 13 cases was 36 weeks, and all bones healed. The patients were recovered well after the operation, and the clinical symptoms were significantly improved. According to the Paley function scoring standard, 1 case recovered moderately, 2 cases recovered well, 10 cases recovered excellently, and the recovery rate accounted for 92.3%. There were significant differences in MAD, aLDFA, MPTA, LDTA, range of motion of knee measured at the last postoperative follow-up compared with those before operation (all $P < 0.05$). **Conclusion** For severe congenital “O-legs”, the femoral and tibial minimally invasive osteotomy combined with modified Ilizarov external fixation technology can accurately correct the deformity, and relatively ideal

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.03.006

作者单位: 1. 云南省残疾人康复中心骨科, 昆明 650011; 2. 北京骨外固定技术研究所, 北京 100039; 3. 云南省昆明市第一人民医院骨科, 昆明 650011

通信作者: 张云峰, E-mail: 24611346@qq.com

clinical effects can be obtained. It is a better choice for the treatment of severe congenital "O-leg" deformities in clinic.

【Key words】 Ilizarov technology; External fixator; Tension-stress law; Minimally invasive osteotomy; "O-leg" deformity

“O”型腿医学术语为膝内翻,重度“O”型腿是指双膝间距 ≥ 6 cm的病人,不仅膝关节内翻,股骨和胫骨都存在向外成角,或伴有股骨外旋、前弓,胫骨内旋、前弓的三维畸形。因此,这类病人必需及时进行手术矫正治疗,否则通常会出现相应的后遗症,就此对运动功能、体形美感产生一定的影响。本研究采用改良 Ilizarov 外固定技术,探讨其治疗重度先天性“O”型腿病人的安全性和有效性。

资料与方法

一、纳入标准与排除标准

纳入标准:①年龄 > 2 岁的重度先天性“O”型腿病人;②能耐手术麻醉的病人;③能接受外固定器固定、配合治疗的病人。

排除标准:①年龄 ≤ 2 岁的病人;②轻度、中度先天性“O”型腿病人;③后天性“O”型腿病人。

二、一般资料

2016年9月至2019年12月云南省残疾人康复中心收治的13例重度先天性“O”型腿畸形病人纳入本研究,其中男8例,女5例,年龄为 (9.23 ± 0.36) 岁(4~26岁)。

三、术前准备及评估

所有病人术前均常规拍摄负重位双下肢全长正侧位X线片,标注机械轴偏距(mechanical axis deviation, MAD)、股骨远端解剖轴外侧角(anatomic lateral distal femoral angle, aLDFA)、胫骨近端内侧角(medial proximal tibial angle, MPTA)、胫骨远端外侧角(lateral distal tibial angle, LDTA)、膝关节屈曲活动度。

测量方法依照《诸福棠实用儿科学》的诊断标准,测其双膝间距来诊断分型“O”型腿,再分度诊断轻、中、重三度:重度“O”型腿,双膝间距 ≥ 6 cm;中度“O”型腿,双膝间距为3~6 cm;轻度“O”型腿,双膝间距 ≤ 3 cm。膝关节屈曲活动度: $130^\circ \sim 140^\circ$;LDTA正常范围: $86^\circ \sim 92^\circ$;MPTA正常范围: $85^\circ \sim 90^\circ$;aLDFA正常范围: $79^\circ \sim 83^\circ$;MAD正常值为膝关节内侧 (8 ± 7) mm。以Paley矫形外科原则为理论依据来探讨畸形,以X线片解剖轴原则为依据进行成角旋转中心(CORA)的测量,在此基础上进行胫(股)骨的截骨平面确定。如果CORA靠近关节面,或者存在多

个CORA,应采用两处截骨术^[1]。

根据患肢情况,将规格不一的外固定器于术前进行组装,以备使用。主要使用器械为北京骨外固定技术研究所生产的外固定器及其相应配套配件。

四、手术方法

病人取平卧位,在术前预定的股骨截骨平面前外侧纵向作长约1 cm的小切口,用止血钳向股骨两缘做皮下分离,骨膜保持原状,切口中插入微创连孔截骨器顶住股骨,然后用2.5 mm克氏针顶住微创连孔截骨器于股骨内侧缘,用装有2.5 mm钻头的电钻横形或弧形由内侧向外侧连排钻孔截骨,截骨完成后,暂不将骨折断。

在术前预定的CORA中心(胫骨近端)截骨平面,胫骨棘的内侧缘作长约1 cm的纵向皮肤切口,同股骨截骨方法由外侧向内侧连排钻孔截骨,截骨完成后,暂不将骨折断。重度“O”型腿畸形病人胫骨通常有两个及多个CORA中心,需进行两处截骨矫形,可用同法在胫骨远端的另一CORA中心进行截骨,远端截骨时选择由内侧向外侧连排钻孔截骨。

腓骨畸形不严重及年龄小的病人,腓骨可以不截骨,对于腓骨畸形严重的病人,且影响胫骨畸形矫正的,则需采用腓骨截骨术,在小腿外侧腓骨中、下1/3交界处,作长约0.8 cm的纵行皮肤切口,基于微创连排钻孔截骨术进行截骨。

大腿采用单侧三维外固定器进行固定,皮肤与每环之间应保持最小2 cm间距,大腿单侧三维外固定器基本构型由4个1/4环组成,截骨面近端由2个环固定,环与环之间分别用3根螺纹连接杆连接,靠近截骨面的环由2根3.5 mm螺纹半针固定,远离截骨面的环由1根3.5 mm螺纹半针固定。截骨面远端也由2个环固定,靠近截骨面的环由2根3.5 mm螺纹半针固定,这2根螺纹半针与截骨面近端靠近截骨面的环的2根螺纹半针呈平行布局,远离截骨面的环由1根3.5 mm螺纹半针固定,截骨面远端及近端的3根螺纹半针穿针时呈三角形分布。两端环的中间两侧分别用带有单向关节器的螺纹连接杆连接,使关节器的铰链中心位于CORA横向等分线上,关节器的方向应与畸形方向保持一致,按照Paley矫形外科原则进行矫正。两端环的中间加上接片,在接片上再用带有锁紧关节器的螺纹连接杆连接,从

而形成三维立体结构,这种单侧三维外固定器所形成的多点多平面固定,可以增加外固定器固定的稳定性,又可进行复杂畸形的调节。安装好外固定器后,用窄骨刀在之前截骨部位,将钻的骨洞连接部凿开,“C”型臂X线机透视下确认截骨端完全截断。

选择 Ilizarov 外固定器固定小腿,小腿外固定器由3个半环组成,皮肤与环之间应留有最小2 cm 的距离,近端的半环位于胫骨近端截骨面与胫骨近端关节面之间,2根直径2.5 mm 克氏针交叉贯穿于胫骨近端关节面和胫骨近端截骨面间(病人年龄较小时也可用1根克氏针固定),再于胫骨前内侧辅助1根直径3.5 mm 螺纹半针,将近端环与胫骨固定。中间的半环位于胫骨近端截骨面和胫骨远端截骨面之间,钻入1根直径2.5 mm 克氏针将此环固定,远端的半环位于胫骨远端截骨面与胫骨远端关节面之间,2根克氏针交叉固定,1根螺纹半针随之辅助安置于胫骨前内侧,将近端环固定在胫骨上。近端半环和中间半环用3根(或4根)螺纹连接杆连接,其中靠近近端半环上的3根(或4根)螺纹连接杆上分别安装1个单向锁紧关节器,且其方向必需统一于畸形方向;远端半环和中间半环也用3根(或4根)螺纹连接杆连接,其中靠近远端半环上的3根(或4根)螺纹连接杆上分别安装1个单向锁紧关节器,锁紧关节器的方向与畸形方向一致(见图1 e、f),便于术后畸形的调节,遵循截骨术原则进行矫正。安装好外固定器后,用窄骨刀将之前钻的骨洞连接部凿开,“C”型臂X线机透视下确认截骨端完全截断。

其中螺纹半针或克氏针的大小根据病人年龄大小而选择不同规格。术中即可矫正大部分畸形,残余畸形术后缓慢调节外固定器,进行牵伸矫正。穿针时要注意避免血管神经的损伤,胫骨近端穿针时,要注意腓总神经的保护,最后缝合各截骨部位的伤口,无菌敷料包扎伤口及针道。

五、术后处理及评估

术后注意观察患肢肿胀、皮肤感觉和血运情况,加强针道护理。无负重功能锻炼术后次日即可展开,术后5~7 d即可鼓励病人扶拐下地行走,同时可

进行外固定器的牵伸调节,调节速度每天1 mm,分4~6次进行,这提供了一种动态矫正的方法。定期复查双下肢全长正侧位X线片,测量病人的LDTA、MPTA、aLDFA、MAD、膝关节屈曲活动度。如果术后LDTA、aLDFA、MPTA在正常范围内,则表示矫正满意;形成膝关节中心内侧(8±7) mm的MAD,则患肢力线矫正结果理想。上述各指标值接近正常后,停止矫正。复查X线片显示截骨端骨性愈合后,即可拆除外固定器。

术后满1年进行病人Paley功能评分评价,功能评估频率为1次/年^[2]。Paley评分标准:①病人行走的距离;②病人日常工作、活动是否恢复;③病人行走步态,跛行状态是否明显;④病人疼痛感是否存在。评分等级:①差,疼痛持续,根本无法移动、行走;②中,行走距离不足三个街区,日常活动没有办法参与其中,步态异常明显,必须要有止痛药辅助止痛,疼痛频率较高;③良,步行三到六个街区,静态工作成为常态,步态异常轻度,止痛药偶用,轻度疼痛;④优,步行最少六街区,此前工作可继续,日常活动可以恢复,轻微跛行或步态正常,无疼痛。

六、统计学方法

采用 GraphPad Prism 8.0 软件(GraphPad Software 公司,美国)分析统计数据,计量资料采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,手术前后MAD、aLDFA、MPTA、LDTA、膝关节屈曲活动度的比较采用配对 *t* 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

全部病例均门诊随访,平均随访时间为27个月(8~47个月)。截骨部位均骨性愈合,愈合时间平均为36周(28~48周)。2例浅表针道感染,经治疗后均治愈,无骨髓炎产生。所有病例均未发生钢针断裂,无神经、血管的损伤,病人下肢力线均恢复良好。末次随访测量的aLDFA、MPTA、LDTA、MAD、膝关节屈曲活动度均较术前明显改善(P 均 < 0.05 ,表1)。Paley功能评分,优10例,良2例,中1例,优良率为92.3%。典型病例资料见图1。

表1 病人手术前后一般结果比较($\bar{x}\pm s$)

时间	aLDFA(°)	MPTA(°)	LDTA(°)	MAD(mm)	膝关节屈曲活动度(°)
术前	106.30±11.42	76.82±10.38	95.29±3.67	58.17±3.73	124.80±9.01
末次随访	83.33±1.83	87.41±1.25	90.46±2.22	12.81±4.27	115.40±8.43
<i>t</i> 值	10.710	5.173	5.532	42.530	3.927
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

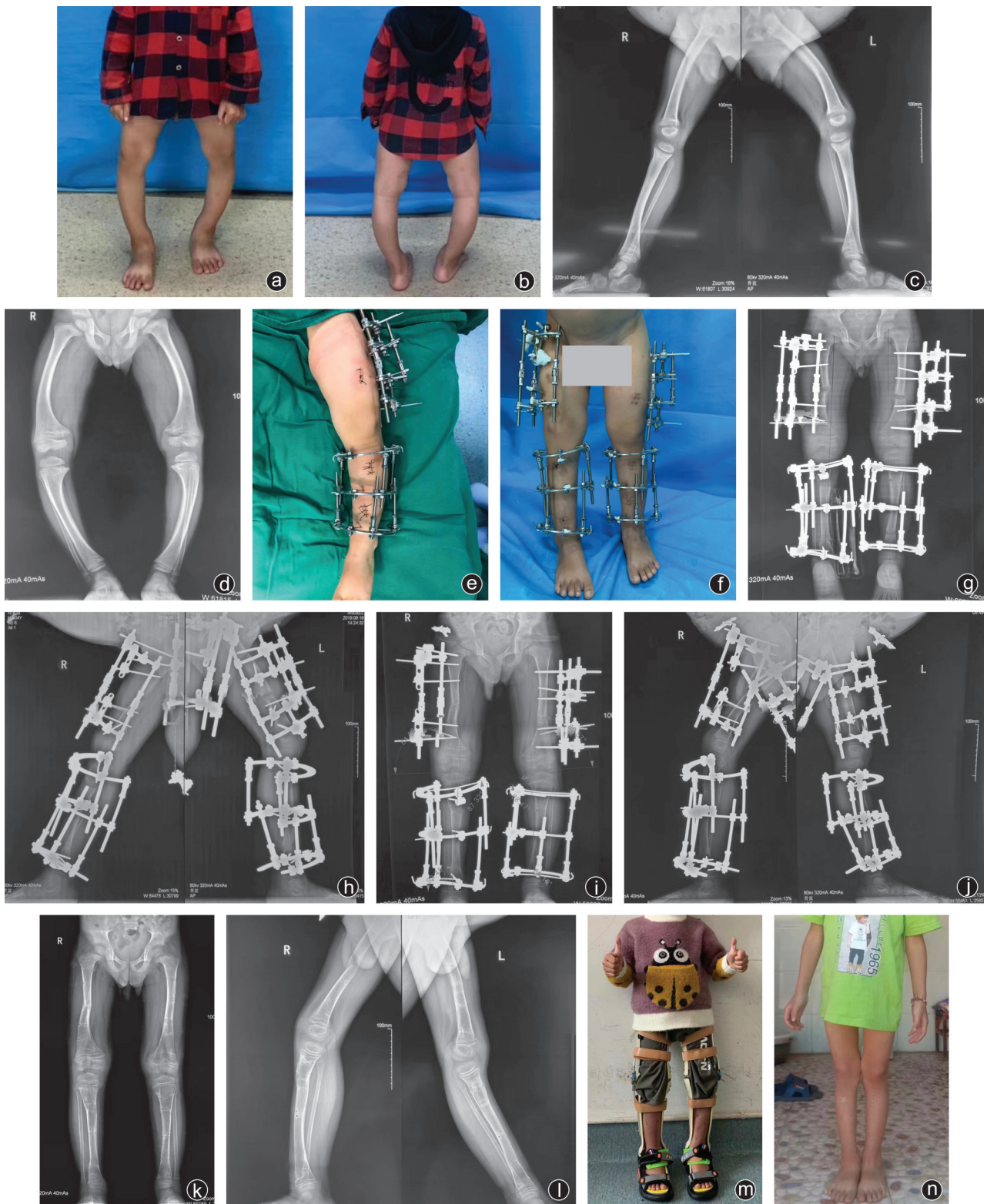


图1 病人,男,4岁,重度先天性“O”型腿畸形,采用股骨、胫骨微创截骨联合改良 Ilizarov 技术治疗 a,b:术前正面及后面外观照示重度“O”型腿畸形;c,d:术前双下肢全长正侧位X线片示双侧膝关节内翻,股骨和胫骨向外成角畸形,股骨和胫骨前弓畸形;e:术后即刻外观照示大腿采用单侧三维外固定器固定,小腿选择 Ilizarov 外固定器固定;f:术后6周外观照示“O”型腿畸形较术前明显改善;g,h:术后6周双下肢全长正侧位X线片,截骨部位骨痂生长良好;i,j:术后20周双下肢全长正侧位X线片,截骨部位骨折线已模糊;k,l:术后34周截骨部位已愈合,拆除外固定器后的双下肢全长正侧位X线片;m:术后34周拆除外固定后佩带支具外观照示“O”型腿畸形矫正满意;n:术后1年外观照示外观满意,无“O”型腿畸形

讨 论

两岁以下“O”型腿属于发育性畸形,可塑性大,病理性轻度膝内翻宜采用副作用不明显的矫形支具进行矫正,用保守方法可得到矫正。膝内翻状况严重时,手术是比较理想的矫正策略,膝(踝)间距 > 10 cm 的学龄期儿童均可采用手术矫正^[3]。截骨矫形内固定术、生长诱导术和截骨矫形外固定术为临床应用较多的手术策略。

胫骨高位截骨内固定术治疗膝内翻效果确切、操作简便,改善下肢关节力线,能缓解症状,改善畸形,但其同样存在不足,比如在 > 13 mm 的开放间隙条件下必需进行自体植骨,延缓截骨愈合速度,髌骨高度会受到影响^[4],所以不宜同步实施双侧手术^[5],并且会改变髌股关节生物力学机制,手术创伤大,矫正能力有限^[6],二期手术取出内固定过程复杂。

儿童骨骼生长速度快、发育潜力大,自骨骺阻滞技术被学者提出后,基于不同途径临时或长期阻滞骨骺生长诱导方法取得了显著进步,完善程度不断提升^[7]。单侧阻滞骨骺(“8”字钢板)是最完善、应用最多的一种诱导技术,其特征包括操作过程简便、并发症少、对患儿生长发育无影响、骨骺不易受到损害、创伤不明显、临床疗效理想等^[8]。不足之处在于适用范围小,对骨骺病理性早闭或生理性闭合儿童、大龄儿童不适用,所以术前应展开评估工作。

传统截骨矫形术联合外固定是单一性膝内翻比较理想的治疗策略。国外学者 Park 等^[9]运用 Ilizarov 技术治疗膝内翻的临床疗效较好。国内学者秦泗河等^[10]采用胫腓骨上段微创截骨联合 Ilizarov 技术治疗膝内翻骨关节炎,临床疗效满意。和其它外固定方法相比,Ilizarov 技术在相关基础理论、器械性能、医疗理念、治疗范围和学科性等方面有突破性的发展,各类肢体畸形均可矫正,重建丧失的功能^[11]。具备三维调整能力的 Ilizarov 技术在重建膝关节力线方面有明显的优势^[12]。

重度先天性“O”型腿畸形,不同于一般的骨关节炎及创伤性关节炎所引起的膝内翻畸形,重度先天性“O”型腿畸形不仅膝关节内翻,股骨和胫骨都存在向外成角,或伴有股骨外旋、前弓,胫骨内旋、前弓的三维畸形,单纯矫正胫骨畸形,不能完全矫正膝内翻,因此股骨向外成角、外旋、前弓的三维畸形也需要同时矫正,这样才能很好地矫正重度“O”型腿畸形。本研究采用股骨、胫骨同时微创截骨来矫正重度“O”型腿畸形,大腿采用单侧三维外固定器固

定,基于 Ilizarov 外固定方案将小腿固定,外固定器术后逐日调节,在调整力线的同时对截骨断端进行持续、稳定、缓慢的牵拉,既矫正了力线,又促进了截骨断端的骨生成。我们采用微创低能量截骨,能最大程度保留骨内膜的血液供应^[13],无需植骨即可降低骨延迟愈合甚至骨不连的可能性。

我们认为应用股骨、胫骨微创截骨术结合改良 Ilizarov 外固定器技术在重度先天性“O”型腿畸形治疗中的主要优势在于微创截骨没有剥离骨膜,骨质不会丢失,对局部影响小,利于术后的早期康复。大腿采用单侧三维外固定器构型,较传统大腿环式外固定器更简化,符合美学要求,同时提高了病人的舒适度。大腿单侧三维外固定器及小腿 Ilizarov 外固定器构型,以螺纹杆将环连接,中间置以铰链,奠定了多维调节基础,有利于术中及术后操作,弥补了内固定无法调整的不足,可以从冠状面、矢状面多维度调整下肢力线。术后调节的最大优势在于能最大化控制矫形效果^[14],且二期手术取出较为简单。术后缓慢调整,可根据骨愈合的原理调整固定的刚度,利于截骨端的愈合,支持术后短时间内进行地面移动、行走,训练下肢功能,加强膝关节的早期功能锻炼。大腿远端穿置钢针时应在膝关节屈曲约 90° 的位置穿针,同时要避免钢针穿越肌腹,以免术后膝关节屈曲活动受限。术后膝关节屈曲活动度受到影响,可能跟术后钢针刺激引起疼痛有关,但经过康复训练后膝关节屈曲活动度会逐渐增加。

Ilizarov 技术术前计划及术中器械的安装过程比较复杂,从事此项工作的专业医生必须经过正规系统的培训和大量临床实践,才能正确规范地应用该技术。本研究病例数较少,有待后期增加临床病例数继续研究;随访时间较短,术后重度“O”型腿畸形会不会再复发,需要继续临床随访及观察。

综上所述,采用股骨、胫骨微创截骨联合改良 Ilizarov 外固定技术治疗重度先天性“O”型腿,可准确矫正畸形,操作简便、微创、安全、可调,可以获得相对理想的临床疗效,是临床上治疗重度先天性“O”型腿畸形的较好选择。

参 考 文 献

- [1] 夏和桃. 实用骨外固定学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 887.
- [2] Paley D, Catagni MA, Argnani F, et al. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss[J]. Clin Orthop Relat Res, 1989(241): 146-165.
- [3] 施诚仁, 金先庆, 李仲智. 小儿外科学[M]. 第4版. 北京: 人民卫

- 生出版社, 2000: 475-477.
- [4] Fan JC. Open wedge high tibial osteotomy: cause of patellar descent[J]. J Orthop Surg Res, 2012, 7: 3.
- [5] Brinkman JM, Lobenhoffer P, Agneskirchner JD, et al. Osteotomies around the knee: patient selection, stability of fixation and bone healing in high tibial osteotomies[J]. J Bone Joint Surg Br, 2008, 90(12): 1548-1557.
- [6] Jackson JP, Waugh W. The technique and complications of upper tibial osteotomy. A review of 226 operations[J]. J Bone Joint Surg Br, 1974, 56(2): 236-245.
- [7] Zhang AL, Exner GU, Wenger DR. Progressive genu valgum resulting from idiopathic lateral distal femoral physal growth suppression in adolescents[J]. J Pediatr Orthop, 2008, 28(7): 752-756.
- [8] Wiemann JM 4th, Tryon C, Szalay EA. Physal stapling versus 8-plate hemiephysiodesis for guided correction of angular deformity about the knee[J]. J Pediatr Orthop, 2009, 29(5): 481-485.
- [9] Park YE, Song SH, Kwon HN, et al. Gradual correction of idiopathic genu varum deformity using the Ilizarov technique[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013, 21(7): 1523-1529.
- [10] 秦泗河, 臧建成, 焦绍锋, 等. Ilizarov 技术联合胫腓骨上段微创截骨治疗膝内翻骨关节炎[J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(4): 292-296.
- [11] 秦泗河, 李刚. Ilizarov 理论与技术的起源、发展与传播史[J]. 中国骨与关节外科, 2010, 3(5): 417-423.
- [12] 秦泗河, 孙磊. Ilizarov 技术在矫形外科的应用进展[J]. 中国矫形外科杂志, 2002, 9(3): 295-298.
- [13] 付繁刚, 张锴. 骨膜在牵拉成骨中的作用研究进展[J]. 中国修复重建外科杂志, 2017, 31(7): 876-879.
- [14] Kim SJ, Cielo B, Song SH, et al. Gradual bilateral genu varum correction in skeletal dysplasia using the Ilizarov method[J]. J Orthop Sci, 2011, 16(4): 405-412.

(收稿日期: 2021-03-10)

(本文编辑: 龚哲妮)

引用格式

周玉成, 夏和桃, 胡军, 等. 微创截骨联合改良 Ilizarov 技术治疗重度先天性“O”型腿畸形的临床研究[J]. 骨科, 2021, 12(3): 220-225. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.03.006.