

· 临床研究 ·

开放获取

股骨远端和胫骨近端联合截骨矫正复杂膝内翻畸形[△]

徐会法¹, 崔海峰², 汤国良³, 刘峙辰¹, 赵志刚¹, 第五维龙¹, 范宗峙¹, 黄鲁豫^{1*}

(1. 空军军医大学第一附属医院骨科, 陕西西安 710032; 2. 解放军联勤保障部队第964医院, 吉林长春 130062;
3. 中国人民解放军第951医院创伤骨科, 新疆库尔勒 841007)

摘要: [目的] 评价胫骨高位截骨 (high tibial osteotomy, HTO) 和股骨远端截骨 (distal femoral osteotomy, DFO) 矫正青少年膝关节复杂畸形的可靠性和有效性。[方法] 2015年7月—2022年6月10例 (12膝) 患者接受了DFO、HTO联合截骨, 评价临床及影像结果。[结果] 本组病例均顺利完成手术, 术中无血管、神经损伤等并发症。10例患者均获得随访, 平均随访时间 (21.9±10.3) 个月。下地行走时间 (36.9±18.2) d。与术前相比, 末次随访HSS评分 [(86.6±5.1), (97.2±1.2), $P<0.001$] 及Lysholm评分 [(77.5±15.3), (95.7±2.7), $P<0.001$] 均显著增加, VAS评分 [(4.2±1.2), (0.7±0.3), $P<0.001$] 显著降低。影像方面, 与术前相比, 术后胫骨近端内侧角 (proximal medial tibial angle, MPTA) [(72.3±6.6)°, (85.2±1.9)°, $P<0.001$]、股骨远端外侧机械角 (mechanical lateral distal femoral angle, mL DFA) [(78.2±5.3)°, (87.4±0.9)°, $P<0.001$]、股胫角 (femorotibial angle, FTA) [(182.8±4.4)°, (176.6±2.1)°, $P<0.001$] 均显著改善。双下肢长度差 [(24.6±6.8) mm, (11.9±4.3) mm, $P<0.001$] 和机械轴偏移 [(30.9±11.3) mm, (10.4±3.8) mm, $P<0.001$] 显著减少。[结论] DFO、HTO联合截骨有效矫正膝内翻畸形的同时还可以增加患肢长度, 短期的随访结果满意。

关键词: 膝内翻畸形, 胫骨高位截骨, 股骨远端截骨

中图分类号: R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 10-0932-04

Combined distal femur and proximal tibia osteotomy for correction of complex knee varus // XU Hui-fa¹, CUI Hai-feng², TANG Guo-liang³, LIU Zhi-chen¹, ZHAO Zhi-gang¹, DIWU Wei-long¹, FAN Zong-zhi¹, HUANG Lu-yu¹. 1. Department of Orthopaedics, The First Affiliated Hospital, Air Force Military Medical University, Xi'an 710032, China; 2. The 964th Hospital, Joint Logistic Support Force of PLA, Changchun 130062, China; 3. Department of Traumatic Orthopaedics, The 951st Hospital, Joint Logistic Support Force of PLA, Korla 841007, China

Abstract: [Objective] To evaluate the reliability and effectiveness of combined high tibial osteotomy (HTO) and distal femoral osteotomy (DFO) in the correction of complex knee varus in adolescents. **[Methods]** From July 2015 to June 2022, 10 patients (12 knees) underwent combined DFO and HTO osteotomy. The clinical and imaging documents were evaluated. **[Results]** All the patients had operation performed successfully without complications, such as vascular and nerve injury during the operation. All the 10 patients were followed up with an average of (21.9±10.3) months, with walking time of (36.9±18.2) days. Compared with those preoperatively, the HSS score [(86.6±5.1), (97.2±1.2), $P<0.001$] and Lysholm score [(77.5±15.3), (95.7±2.7), $P<0.001$] significantly increased, whereas VAS scores [(4.2±1.2), (0.7±0.3), $P<0.001$] significantly decreased at the last follow-up. As for imaging, the proximal medial tibial angle (MPTA) [(72.3±6.6)°, (85.2±1.9)°, $P<0.001$], mechanical lateral distal femoral angle (mL DFA) [(78.2±5.3)°, (87.4±0.9)°, $P<0.001$], and femorotibial angle (FTA) [(182.8±4.4)°, (176.6±2.1)°, $P<0.001$] significantly improved, additionally, the leg length discrepancy (LLD) [(24.6±6.8) mm, (11.9±4.3) mm, $P<0.001$], and the mechanical axis deviation [(30.9±11.3) mm, (10.4±3.8) mm, $P<0.001$] significantly declined. **[Conclusion]** Combined DFO and HTO osteotomy do effectively correct the varus deformity of the knee, and increase the length of the affected limb, achieve satisfactory short-term consequence.

Key words: knee varus deformity, high tibial osteotomy, distal femoral osteotomy

膝内翻是临床上常见的青少年骨关节畸形之一, 其中病理性的膝内翻常由创伤、感染、骨骺或干骺端

发育不良等因素引起, 可能随着生长发育加重, 导致膝关节疼痛、运动受限。根据其严重程度以及年龄,

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.10.13

△基金项目: 国家自然科学基金项目 (编号: 81171735)

作者简介: 徐会法, 副主任医师, 博士, 研究方向: 儿童脊柱及四肢畸形, (电子信箱) xuhuifa@126.com。徐会法、崔海峰对本文有同等贡献

* 通信作者: 黄鲁豫, (电子信箱) huangly@fmmu.edu.cn

治疗方式亦不同,包括支具矫正、8字钢板半髌板阻滞^[1]以及截骨矫形^[2]。在截骨矫形的治疗方式中胫骨高位截骨(high tibial osteotomy, HTO)是比较好的一种方式,现在多用于治疗骨性关节炎导致的膝内翻畸形^[3,4],但是在用来治疗儿童膝内翻畸形报道还较少^[5]。如果还存在股骨远端畸形,则还需要同时行股骨远端截骨(distal femoral osteotomy, DFO)。本文介绍一组行DFO、HTO截骨治疗青少年膝内翻畸形的病例。

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析2015年7月—2022年6月10例接受DFO、HTO联合截骨的青少年膝关节复杂畸形患者的临床资料,男4例、女6例。平均年龄(14.3±2.2)岁。患者均为运动或长距离行走出现膝关节疼痛、跛行等症状,骨骺闭合,股骨侧和胫骨侧畸形均>5°,整体力线处于内翻状态。排除存在股骨/胫骨截骨治疗病史、患处存在大面积瘢痕、皮肤挛缩及患肢存在严重的神经血管疾病、患肢短缩≥3 cm者。本研究获医院伦理委员会批准(编号:KY20222015-F-2),所有患者均签署同意书。

1.2 手术方法

采用Miniacci法进行术前设计^[6-8],先行HTO。

HTO:取胫骨近端内侧斜行切口,长约6 cm。确认鹅足位置,在鹅足止点上方剥离,并确定内侧副韧带浅层。剥离内侧副韧带浅层止点,将Hohmann拉钩置于胫骨近端内后侧,在关节面远端3 cm处向外上方打入2枚克氏针,在克氏针下方分别进行水平面及冠状面截骨,将不同型号的截骨骨凿插入截骨端,使用骨撑开器缓慢撑开截骨区,透视确认后采用Tomofix钢板(大博)固定,骨修复材料植骨,放置引流管,闭合切口,加压包扎。

DFO:取股骨远端外侧直切口,长约8 cm,暴露股骨远端外侧骨面。骨撬保护血管、神经束。在透视下从股骨髁上向着股骨内侧髁上缘的内侧皮质斜行打入第2根克氏针且与关节线约成20°夹角,在克氏针近端分别进行水平面及冠状面截骨。其余同上述。

1.3 评价指标

记录围术期资料,包括切口总长度、手术时间、术中出血量、术后引流量、住院时间以及伤口愈合情况。采用恢复下床行走时间、膝关节活动度(range of motion, ROM)、美国特种外科医院(Hospital for

Special Surgery, HSS)膝关节评分及Lysholm膝关节功能评分评价患者疼痛、功能和畸形矫正等情况;采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)评价患者疼痛程度。影像学测量指标:双下肢长度差值、机械轴偏移矫正距离、股胫角(femorotibial angle, FTA)、股骨远端外侧机械角(lateral mechanical angle of distal femur, mL DFA)、胫骨近端内侧角(proximal medial tibial angle, MPTA)。

1.4 统计学方法

采用SPSS 19.0统计软件对数据进行分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,资料呈正态分布时,两时间点比较采用配对 T 检验;资料呈非正态分布时,采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

本组病例均顺利完成手术,术中无血管、神经损伤等并发症。手术时间(122.4±42.1) min;切口长度(13.7±1.5) cm;术中出血量(315.1±98.6) ml;术后引流量(521.2±155.8) ml;住院时间(8.3±2.9) d。8膝出现合页骨折。切口愈合方面,7膝(58.3%)出现浅表切口感染或切口裂开,切口乙级愈合。2膝进行口服抗生素治疗,术后3~4周愈合。2膝进行了抽吸积血或积液。3膝进行了切口冲洗缝合治疗。其余为甲级愈合。未发生切口深部感染和症状性血栓等并发症。

10例患者均获得随访,平均随访时间(21.9±10.3)个月。本组病例下地行走时间(36.9±18.2) d。1例术后3个月时膝关节伸直受限,术后12个月恢复至正常。与术前相比,末次随访HSS评分及Lysholm评分均显著增加($P < 0.05$),VAS评分显著降低($P < 0.05$)。膝关节ROM术前、术后无显著性差异($P > 0.05$)。见表1。至末次随访,所有截骨均骨性愈合,无内固定松动、断裂。

2.2 影像评估

影响评估结果见表1,与术前相比,术后MPTA、mL DFA、FTA角均显著改善($P < 0.05$)。双下肢长度差值明显减少($P < 0.05$),机械轴偏移明显改善($P < 0.05$)。典型病例见图1。

3 讨论

HTO兴起于上世纪60年代^[9,10],近年来,随着

手术技术的进步以及固定更加可靠的手术器械的不断研发，HTO 的使用逐年增多。对于青少年的膝内翻畸形，大多数是由骨骺发育不良、Blount's 病等所导

致，这种畸形不仅包括冠状面的内翻畸形，往往还包括屈曲和旋转畸形^[11]。

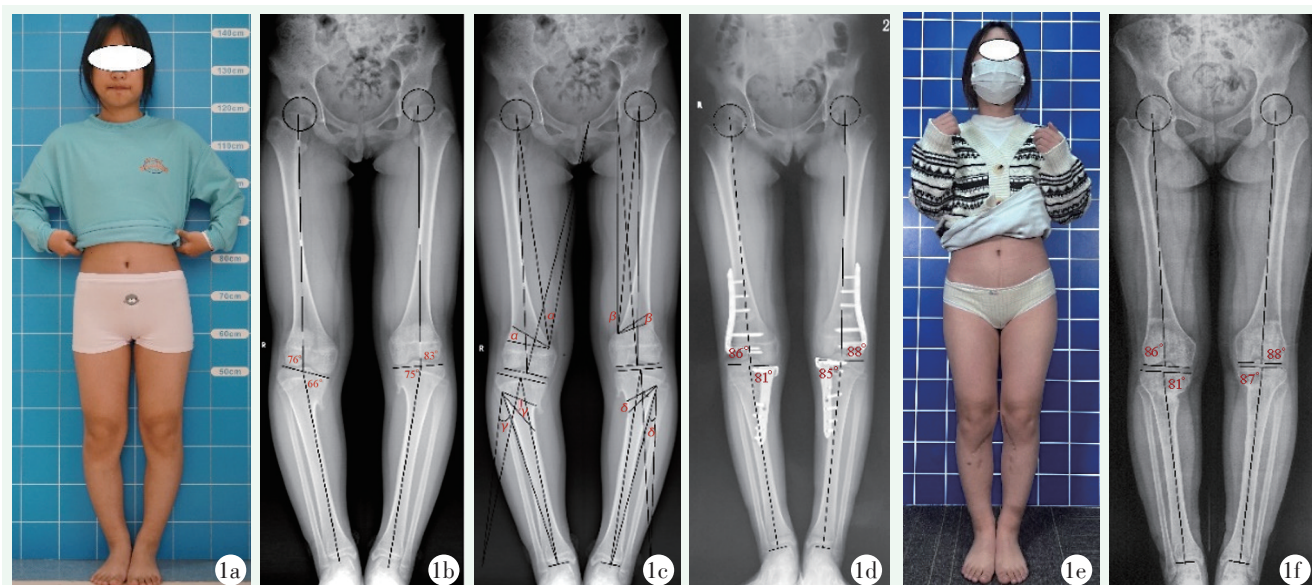


图 1. 患者女性，14 岁 8 个月。1a: 术前外观照；1b: 术前双下肢全长正位测量，MPTA (左/右) 75°/66°，mLDFA (左/右) 83°/76°；1c: 术前设计截骨角度， α 角=17.2°， β 角=6.7°， γ 角=24.8°， δ 角=13.2°；1d: 术后 MPTA (左/右) 85°/81°；mLDFA (左/右) 88°/86°；1e: 末次随访外观照；1f: 末次随访 MPTA (左/右) 87°/81°；mLDFA (左/右) 88°/86°。

Figure 1. A 14 years and 8 months old female. 1a: Preoperative appearance; 1b: Preoperative full-length anteroposterior X ray measured MPTA of (L/R) 75°/66°，mLDFA (L/R) of 83°/76°；1c: Preoperative design of osteotomy angle, α angle=17.2°， β angle=6.7°， γ angle=24.8° and δ angle=13.2°；1d: Postoperative MPTA of (L/R) 85°/81°，mLDFA of (L/R) 88°/86°；1e: Appearance at the final follow-up; 1f: Radiograph at the latest follow-up revealed MPTA of (L/R) 87°/81° and mLDFA (L/R) of 88°/86°.

表 1. 10 例 (12 膝) 患者临床和影像资料 ($\bar{x} \pm s$)

指标	术前	末次随访	P 值
HSS (分)	86.6±5.1	97.2±1.2	<0.001
Lysholm (分)	77.5±15.3	95.7±2.7	<0.001
VAS (分)	4.2±1.2	0.7±0.3	<0.001
ROM (°)	133.6±10.6	128.2±11.8	0.294
MPTA (°)	72.3±6.6	85.2±1.9	<0.001
mLDFA (°)	78.2±5.3	87.4±0.9	<0.001
FTA (°)	182.8±4.4	176.6±2.1	<0.001
双下肢长度差 (mm)	24.6±6.8	11.9±4.3	<0.001
机械轴偏移 (mm)	30.9±11.3	10.4±3.8	<0.001

对于单一截骨不能有效矫正的复杂畸形需要同期进行 HTO 及 DFO 双截骨治疗。这项技术最先由 Benjamin^[12] 报道，并取得了良好的效果。2002 年 Babis 等^[13] 报道了股骨胫骨双截骨的前瞻性研究，该研究进行了精确的术前设计，治疗 24 例 29 膝平均内翻角度 13.9° 的中、重度内翻患者，取得了满意的手术效果。本组病例胫骨近端平均内翻角度 15.2°，在手术

过程发现畸形矫正超过 15° 易发生合页骨折，如超过 20°，此时随着撑开角度的增加并不能增加畸形矫正的程度。就像上述病例中所描述的右侧胫骨近端还存在一定的内翻畸形。所以本研究认为，术前预计矫形 >20° 者不建议使用 HTO 或者 HTO 截骨后使用外固定架进行逐步矫正。Seo 等^[14] 研究认为，当内侧撑开距离 >11 mm，发生胫骨外侧皮质骨折概率更高。

HTO 的临床疗效与下肢力线矫正设计密切相关，矫正不足或矫正过度均会直接影响术后膝关节功能。临床医生较公认的截骨方案为“矫正后下肢力线通过胫骨平台位置的 62.5% 为标准位置，即 Fujisawa 点”^[15]。在日常活动中，下肢支撑方式 82% 的时间为动态单腿支撑，此时下肢力线更倾向于内侧，由此 Biehl 等^[16] 提出了修正公式，并证明 Fujisawa 点能更好地满足静态和动态的目标力线。但是此力线矫正点是否适合青少年还未见文献报道，还有待进一步研究。本组病例均将畸形力线通过点设定在外侧髁间棘的外侧。

本研究的不足：(1) 病例数较少；(2) 随访时间

较短。还需要更多的病例积攒以及更长期的随访研究。

总之, DFO、HTO 联合截骨在有效矫正膝内翻畸形的同时, 还可以有效增加患肢长度, 短期随访结果满意。还需要进行更长的中、长期随访以验证其结果。

参考文献

- [1] 郑朋飞, 庞浩田, 王亦维, 等. 3D 打印导板 8 字骨骺阻滞钢板矫正儿童下肢畸形 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (12) : 1070-1075. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.12.03.
Zheng PF, Pang HT, Wang YW, et al. 3D printed guider for 8 shaped plate placement in epiphysiodesis for correction of lower limb deformities in children [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (12) : 1070-1075. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.12.03.
- [2] Murray R, Winkler PW, Shaikh HS, et al. High tibial osteotomy for varus deformity of the knee [J]. J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev, 2021, 5 (7) : e21.00141. DOI: 10.5435/JAAOSGlobal-D-21-00141.
- [3] 朱锋, 陈广东, 徐耀增, 等. OrthoPilot 导航下内侧放楔形胫骨高位截骨 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (21) : 1992-1995. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.21.15.
Zhu F, Chen GD, Xu YZ, et al. OrthoPilot navigation assisted medial opening wedge high tibial osteotomy for medial knee osteoarthritis [J]. Orthopedic Journal of China, 2022, 30(21) : 1992-1995. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.21.15.
- [4] 刘爱峰, 刘晖, 余伟杰. 胫骨高位截骨临床结果相关影响因素的研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (1) : 43-47, 52. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.08.
Liu AF, Liu H, Yu WJ. Research progress on factors related to clinical outcome of high tibial osteotomy [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (1) : 43-47, 52. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.01.08.
- [5] Rab GT. Oblique tibial osteotomy revisited [J]. J Child Orthop, 2010, 4 (2) : 169-172. DOI: 10.1007/s11832-009-0228-z.
- [6] Aygun U, Bolukbasi M, Yamak K, et al. Comparison of the Miniaci and Dugdale techniques on functional outcomes in medial opening wedge high tibial osteotomy [J]. J Exp Orthop, 2023, 10 (1) : 86. DOI: 10.1186/s40634-023-00653-5.
- [7] Sivertsen EA, Vik J, Meland A, et al. The Dugdale planning method for high tibial osteotomies underestimates the correction angle compared to the Miniaci method [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2023, 31 (4) : 1507-1514. DOI: 10.1007/s00167-021-06663-z.
- [8] Jiang X, Xie K, Han X, et al. HKA angle-A reliable planning parameter for high tibial osteotomy: A theoretical analysis using standing whole-leg radiographs [J]. J Knee Surg, 2022, 35 (1) : 54-60. DOI: 10.1055/s-0040-1712945.
- [9] Coventry MB. Osteotomy of the upper portion of the tibia for degenerative arthritis of the knee. A preliminary report [J]. J Bone Joint Surg Am, 1965, 47: 984-990.
- [10] Jackson JP, Waugh W. Tibial osteotomy for osteoarthritis of the knee [J]. J Bone Joint Surg Br, 1961, 43-B: 746-751.
- [11] Aly AS, Abdelhamid AA, Fahmy HA, et al. Modified oblique high tibial osteotomy with minimal fixation for correction of adolescent tibia vara: a prospective case series study [J]. J Child Orthop, 2021, 15 (1) : 6-11. DOI: 10.1302/1863-2548.15.200097.
- [12] Benjamin A. Double osteotomy for the painful knee in rheumatoid arthritis and osteoarthritis [J]. J Bone Joint Surg Br, 1969, 51 (4) : 694-699.
- [13] Babis GC, An KN, Chao EY, et al. Double level osteotomy of the knee: a method to retain joint-line obliquity. Clinical results [J]. J Bone Joint Surg Am, 2002, 84 (8) : 1380-1388. DOI: 10.2106/00004623-200208000-00013.
- [14] Seo SS, Kim OG, Seo JH, et al. Complications and short-term outcomes of medial opening wedge high tibial osteotomy using a locking plate for medial osteoarthritis of the knee [J]. Knee Surg Relat Res, 2016, 28 (4) : 289-296. DOI: 10.5792/ksrr.16.028.
- [15] Sethi G, Aljawadi A, Elmajee M, et al. Determination of the postoperative limb alignment following a high tibial osteotomy in patients with uni-compartmental knee osteoarthritis, review article [J]. J Orthop, 2020, 18: 53-57. DOI: 10.1016/j.jor.2019.12.006.
- [16] Biehl M, Damm P, Trepczynski A, et al. Towards planning of osteotomy around the knee with quantitative inclusion of the adduction moment: a biomechanical approach [J]. J Exp Orthop, 2021, 8 (1) : 39. DOI: 10.1186/s40634-021-00324-3.

(收稿:2024-02-01 修回:2024-04-22)
(同行评议专家: 黄长明, 李颖)
(本文编辑: 闫承杰)