

# Three-Dimensional Surgical Simulation Assisted High Tibial Osteotomy for Tibial Varus: A Case Report

Xianyue Shen\*, Jianpeng Gao, Xingui Wen, Zhongli Gao, Jianlin Zuo#

Department of Orthopedics, China-Japan Union Hospital of Jilin University, Changchun Jilin  
Email: shenxianyue0616@163.com, #zuojl@jlu.edu.cn

Received: Jun. 6<sup>th</sup>, 2020; accepted: Jun. 21<sup>st</sup>, 2020; published: Jun. 28<sup>th</sup>, 2020

## Abstract

Tibial varus is likely to cause abnormal changes in the knee joint, which often requires surgical treatment. In this manuscript, a case of tibia varus was reported. According to preoperative imaging examination, we use three-dimensional surgical simulation to assist high tibial osteotomy (HTO) in preoperative design, which provides a method for clinically accurate and personalized HTO treatment of tibia varus.

## Keywords

Three-Dimensional Surgical Simulation, Tibia Varus, High Tibial Osteotomy

# 三维手术模拟辅助胫骨高位截骨术治疗胫内翻畸形1例

沈先月\*, 高建朋, 文兴贵, 高忠礼, 左建林#

吉林大学中日联谊医院, 吉林 长春  
Email: shenxianyue0616@163.com, #zuojl@jlu.edu.cn

收稿日期: 2020年6月6日; 录用日期: 2020年6月21日; 发布日期: 2020年6月28日

## 摘要

胫内翻易导致膝关节结构异常改变, 常需手术治疗。本文报告1例胫内翻畸形病例, 根据术前影像学检

\*第一作者。

#通讯作者。

查,我们采用三维手术模拟辅助胫骨高位截骨术(High tibial osteotomy, HTO)进行术前设计,为临床精准化、个性化HTO治疗胫内翻提供一种方法。

## 关键词

三维手术模拟, 胫内翻, 胫骨高位截骨

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

胫内翻, 又称 Blount 病, 是指胫骨上端内侧骨骺因原发或继发因素导致其生长发育障碍, 致使胫骨内翻成角畸形, 从而导致膝关节内翻的一种发育异常疾病[1] [2]。胫骨高位截骨术(High tibial osteotomy, HTO)被认为是治疗膝关节内翻畸形的一种可行方法[3] [4]。HTO 旨在通过在胫骨近端进行高位截骨, 纠正下肢力线, 从而达到纠正内翻畸形, 缓解关节疼痛症状并延长膝关节寿命的目的。本文报告 1 例胫内翻畸形病例, 根据术前影像学检查, 我们采用三维手术模拟辅助 HTO 进行术前设计, 为临床精准化、个性化 HTO 治疗胫内翻提供一种方法。以下所有病例资料及病例报道均已告知患者并经患者及家属同意。

## 2. 病历资料

患者, 女, 18 岁, 因左膝关节无明显诱因出现行走疼痛 3 个月入院。患者自述 10 岁时左膝关节内侧接受植皮手术。3 个月前开始出现行走时左膝关节疼痛、不适, 症状轻微, 未予重视。近 1 个月开始出现左膝关节行走时疼痛加重。无其他系统疾病。入院查体: 左膝内翻畸形, 左膝关节内侧皮肤瘢痕愈合, 左小腿较健侧短缩约 2 cm, 双下肢感觉、肌力、血运未见明显异常。膝关节正侧位及双下肢全长 X 线片提示: 左膝关节内翻畸形(图 1)。入院诊断为: 左侧胫内翻畸形。

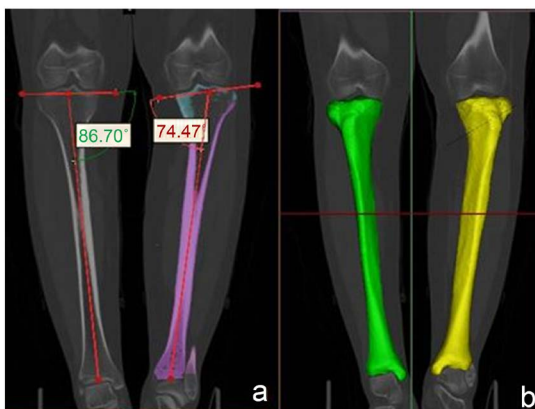


**Figure 1.** (a) Anteroposterior and lateral radiographs of bilateral knee joints on admission; (b) Full-length anteroposterior radiographs of both lower limbs in weight-bearing position

**图 1.** (a) 入院行双侧膝关节正侧位片; (b) 负重位双下肢全长正位片

### 3. 术前设计

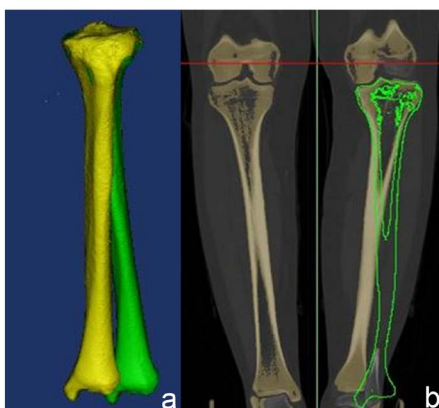
将患者膝关节 CT 扫描数据(扫描范围包括双侧股骨远端至踝关节)以 DICOM 格式导入 Mimics (Materialise 公司, 比利时)软件, 利用阈值分析、区域增长及蒙罩编辑等技术手段重建双侧胫骨全长三维模型, 测量右侧胫骨近端内侧角为  $86.70^\circ$ , 左侧胫骨近端内侧角为  $74.50^\circ$ , 初步确定左侧胫内翻角度为  $12.20^\circ$  (图 2)。



**Figure 2.** Schematic diagram of the reconstruction of the full-length 3D model of the bilateral tibia at Mimics Research 17.0. (a) Measurement of the proximal medial angle of the bilateral tibia; (b) 3D model of the bilateral full-length tibia

**图 2.** 在 Mimics Research 17.0 重建本例患者双侧胫骨全长三维模型示意图。(a) 双侧胫骨近端内侧角测量; (b) 重建双侧胫骨全长三维模型

将重建右侧正常胫骨三维模型镜像于患侧胫骨三维模型, 以胫骨平台为参照进行重叠, 冠状位无明显旋转及前后成角, 两胫骨干成角即为术中需要矫正的胫内翻角度(图 3)。

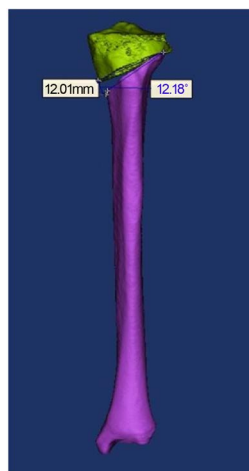


**Figure 3.** Using the tibial platform as a reference, the right normal tibia 3D model is mirrored on the affected tibia and overlapped

**图 3.** 以胫骨平台为参照, 将右侧正常胫骨三维模型镜像于患侧胫骨三维模型进行重叠

使用 Mimics 软件辅助对左侧胫骨行截骨设计, 截骨平面起于内侧胫骨平台以下 40 mm 处斜向外上方至腓骨小头尖。在 Mimics 软件上根据截骨平面进行胫骨三维模型的重切模拟截骨, 将胫骨拆分重建为一个胫骨平台部和一个胫骨干远部(图 4)。

矢状位及冠状位见调整后患侧胫骨模型与健侧胫骨位置形态完全重合。测量患侧胫骨内侧开放楔高度为 12.00 mm, 需纠正内翻角度为  $12.20^\circ$ , 截骨线长度为 60 mm。



**Figure 4.** Schematic diagram of 3D model of tibia based on osteotomy plane on Mimics Research 17.0  
**图 4.** 在 Mimics Research 17.0 上根据截骨平面进行胫骨三维模型的重切示意图

#### 4. 手术方法

患者于本院行左侧胫骨高位截骨术。患者取平卧位。依术前计划施行手术,取胫骨上中外侧切口,暴露胫骨中上段,确定截骨线:内侧起自鹅足上缘,外侧指向腓骨小头顶点。于鹅足上缘沿截骨线方向钻入两枚克氏针。C形臂透视位置良好。沿截骨线进行冠状面截骨,注意前侧不截断胫骨结节,根据术前测量三维模拟截骨线长度为60 mm,避免截断外侧胫骨皮质,保留骨性合页。然后进行矢状面截骨,沿胫骨结节上缘至第一道截骨面截骨,使两个截面呈约110°夹角,保留髌韧带附着位置。外翻胫骨,使截骨缺口张开约12 mm。解剖支撑加压钢板塑形后于外侧固定,闭合切口。术后C型臂透视钢板位置及畸形矫正良好(图5)。



**Figure 5.** Postoperative image of left knee joint in this case  
**图 5.** 本例患者术后左膝关节正位片

患者胫骨截骨线与开放楔高度的术中操作与术前三维手术模拟一致。患者术后2周开始患肢部分负重,4周开始逐渐增加负重,12周后可以完全负重。

#### 5. 讨论

胫内翻的主要病理机制为患者于胫骨近端骨骺完全闭合前因持续、过度的应力刺激或外伤等因素导致胫骨平台内侧骨骺发育受阻,胫骨平台严重内倾,胫骨骨干自平台下弯向内侧,从而导致明显膝内翻

及活动受限的一种疾病。Blount 氏根据发病年龄和 X 线改变,将其分为婴儿型和少年型[5]。临床上少见,国内报道不多[3] [4]。治疗方法虽多,但效果不肯定[2] [6] [7] [8] [9]。HTO 由 Jackson 于 1958 年首次提出,该技术通过改变下肢异常力线,将下肢力学轴线转移到外侧,纠正膝内侧胫股关节的过度负荷,从而消除胫骨内翻畸形或膝关节疼痛[10] [11]。1992 年国内学者孙仲篪尝试了胫腓骨高位截骨术治疗胫内翻畸形,并取得良好的治疗效果[3]。近年,我国部分学者报道在使用单纯 HTO 治疗胫内翻畸形,避免了腓骨切除的并发症,同样获得满意效果[4]。

在传统开放楔形 HTO 时,术前计划常需要在膝关节全长正位 X 线上用量角器及测量尺进行角度及长度的测量,已明确术中截骨矫正角度与长度。传统方法除受限于透视角度的影响,测量误差,还受 X 线放大比例的影响,存在较大的不稳定性。同时难以在矢状面上确定胫骨平台后倾角,导致对胫骨平台后倾角的处理存在较大差异。近年来,基于数字医学、数字化技术及虚拟手术设计在骨科临床手术的快速发展,国内外学者提出了数字骨科的概念[12] [13]。三维手术模拟技术根据高速螺旋 CT 扫描可提供清晰准确的三维立体图像,可对手术步骤、内固定放置位置、螺钉的直径、长短和置钉角度进行准确设计,实现骨科手术个体化治疗。良好的术前计划使本病例的胫内翻畸形完全矫正,并得到了满意的预期效果。在本例患者,术前 CT 测量左侧胫骨内翻角度为 12.2°,诊断为左侧胫内翻。根据病史分析其原因,我们认为系既往植皮手术术后瘢痕挛缩限制胫骨内侧发育,导致畸形。术前的三维截骨设计确定了截骨角度,避免术中因矫正角度不足导致术后效果不良,同时术前确定截骨线长度也降低了因截骨过深导致的神经损伤的几率。三维手术模拟辅助 HTO 较传统 HTO 的优点在于:① 操作简单,精确纠正胫骨内翻与旋转畸形;② 保留了外侧的骨性合页,降低了腓总神经损伤的发生率;③ 术前设计在实际手术操作中精准还原,减少截骨量的丢失;④ 三维手术模拟有望使得复杂 HTO 手术标准化、规范化、精准化。

## 6. 结论

综上所述,三维手术模拟技术可以将抽象的三维数字模型转变成为直观、立体的实物模型,提高术前设计的准确性,减少了手术时间、人为失误及术后并发症,提高了手术的成功率。本病例采用三维模拟技术辅助 HTO 治疗胫内翻畸形获得较好疗效。此类病例临床较为少见,但尚需进行大样本临床研究进一步总结经验及治疗方案。

## 参考文献

- [1] 洪天禄,唐天驹. 胫内翻(Blount 氏病)[J]. 苏州大学学报: 医学版, 1982, 5(3): 41-42.
- [2] Heflin, J.A., Ford, S. and Stevens, P. (2016) Guided Growth for Tibia Vara (Blount's Disease). *Medicine*, **95**, e4951. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000004951>
- [3] 孙仲篪,程斌. 高位截骨术治疗胫内翻畸形——介绍一种新方法[J]. 陕西医学杂志,1992(2): 62-68.
- [4] 徐洪璋,程耿斌,刘灏,等. 胫骨高位截骨治疗重度成人胫内翻一例[J]. 中国全科医学, 2010, 13(9): 1023-1024.
- [5] Blount, W.P. (1966) Tibia Vara, Osteochondrosis Deformans Tibiae. *Current Practice in Orthopaedic Surgery*, **19**, 141-156.
- [6] Marc, J., Houcine, J., Jean Louis, R., et al. (2007) Infantile Blount's Disease Treated by Hemiplateau Elevation and Epiphyseal Distraction Using a Specific External Fixator: Preliminary Report. *Journal of Pediatric Orthopedics Part B*, **16**, 273-280. <https://doi.org/10.1097/01.bpb.0000210591.35652.84>
- [7] Fitoussi, F., Ilharreborde, B., Lefevre, Y., et al. (2011) Fixator-Assisted Medial Tibial Plateau Elevation to Treat Severe Blount's Disease: Outcomes at Maturity. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, **97**, 172-178. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2010.10.002>
- [8] 顾建民,徐丛,李嘉,等. 3D 打印技术在胫骨内翻畸形高位截骨术中的应用[J]. 临床骨科杂志, 2017, 20(3): 300.
- [9] Scott, C.A. (2012) Treatment of Infantile Blount Disease with Lateral Tension Band Plating. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, **32**, 29-34. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e31823db034>

- 
- [10] (1975) Osteotomy for Arthritis of the Knee. *British Medical Journal*, **1**, 2-2. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.5948.12>
- [11] 王兴山, 柳剑, 顾建明, 等. 改良闭合楔形胫骨高位截骨术治疗膝内翻畸形的疗效观察[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2016, 10(5): 474-480.
- [12] 裴国献, 张元智. 数字骨科学: 一门骨科学新分支的萌生[J]. 中华创伤骨科杂志, 2007, 9(7): 601-604.
- [13] Cimerman, M. and Kristan, A. (2007) Preoperative Planning in Pelvic and Acetabular Surgery: The Value of Advanced Computerised Planning Modules. *Injury-International Journal of the Care of the Injured*, **38**, 442-449. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2007.01.033>