

# 试模复位技术定位胫骨假体旋转对线的临床研究

胡锋<sup>1</sup> 刘艳西<sup>1</sup> 叶茂<sup>1</sup> 吴剑<sup>1</sup> 陈俊<sup>1</sup> 王峰<sup>2</sup> 付志厚<sup>2△</sup>

**[摘要]** **目的:**探讨轻中度膝内外翻患者行全膝关节置换术(Total Knee Arthroplasty, TKA)时运用试模复位技术确定胫骨假体旋转定位区间及旋转对线的临床疗效。**方法:**选取2019年10月至2022年3月62例行初次单侧全膝关节置换术的患者,术中运用试模复位技术进行胫骨旋转定位,术后随访采用膝关节活动度、美国膝关节协会评分(KSS评分)评价临床效果,行CT扫描并测量胫骨假体旋转角度及假体旋转不匹配度。**结果:**胫骨假体相对于胫骨结节内侧缘处于外旋位,平均旋转角度 $\alpha_1 = 7.43^\circ \pm 3.18^\circ$ ;胫骨假体相对于胫骨结节中、内侧缘1/3处于内旋位,平均旋转角度 $\alpha_2 = -13.12^\circ \pm 4.38^\circ$ ;股骨和胫骨假体旋转不匹配角度 $\beta$ 角平均为 $2.42^\circ \pm 4.17^\circ$ 。随访时间为6~18个月,平均为 $(12.31 \pm 2.15)$ 个月,62例患者均未出现手术相关并发症,术后膝关节活动度为 $115.63^\circ \pm 6.98^\circ$ , KSS临床评分为 $(90.02 \pm 2.92)$ 分,功能评分为 $(83.22 \pm 6.41)$ 分,与术前差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。**结论:**轻中度膝内外翻患者行全膝关节置换手术时运用试模复位技术确定胫骨假体的旋转定位可以获得良好的临床效果,其定位区间位于胫骨结节内侧缘与胫骨结节中、内侧缘1/3之间。

**[关键词]** 全膝关节置换术;胫骨假体;旋转定位

**[中图分类号]** R687.4 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2023)07-0034-05

**DOI:** 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230707

## A Clinical Study on Rotational Positioning of Tibial Components by the ROM Technique

HU Feng<sup>1</sup> LIU Yanxi<sup>1</sup> YE Mao<sup>1</sup> WU Jian<sup>1</sup> CHEN Jun<sup>1</sup> WANG Feng<sup>2</sup> FU Zhihou<sup>2△</sup>

<sup>1</sup> Department of Joint Surgery, Xianning Central Hospital (The First Affiliated Hospital of Hubei University of Science and Technology), Xianning 437100, Hubei China;

<sup>2</sup> Orthopedic Department, The 960 Hospital of PLA, Jinan 250031, China.

**Abstract** **Objective:** To explore the clinical efficacy and range of tibial rotational alignment using the range of motion (ROM) technique for determining the rotational alignment of the tibial prosthesis in cases of mild to moderate varus and valgus deformity in total knee arthroplasty (TKA). **Methods:** A retrospective study was conducted on 62 patients who underwent TKA between October 2019 and March 2022. The tibial component was positioned using the ROM technique. The rotational alignment of the tibial component was measured on CT images with reference to the medial aspect of the tibial tubercle and the medial one-third of the tibial tubercle. The range of motion and knee society score (KSS) were used to assess the clinical outcomes. **Results:** The rotational alignment of the tibial component was found to be  $7.43^\circ \pm 3.18^\circ$  relative to the medial aspect of the tibial tubercle and  $-13.12^\circ \pm 4.38^\circ$  relative to the medial one-third of the tibial tubercle. There was a significant difference between the two groups ( $P < 0.05$ ). The rotational mismatch was measured to be  $2.42^\circ \pm 4.17^\circ$ . The follow-up period ranged from 6 to 18 months, with an average of  $(12.31 \pm 2.15)$  months. No postoperative complications were observed. The ROM was recorded as  $115.63^\circ \pm 6.98^\circ$ . The clinical postoperative KSS scores were  $(90.02 \pm 2.92)$  points, and the functional KSS scores were  $(83.22 \pm 6.41)$  points. **Conclusion:** The use of the ROM technique for positioning the tibial rotational alignment in cases

of mild to moderate varus and valgus deformity in TKA has shown promising clinical efficacy. The ideal range of tibial rotational alignment in TKA was found to be from the medial border of the tibial tubercle to the medial one-third of the

<sup>1</sup> 咸宁市中心医院(湖北科技学院附属第一医院)关节外科  
(湖北 咸宁, 437100)

<sup>2</sup> 中国人民解放军联勤保障部队第960医院骨科

<sup>△</sup>通信作者 E-mail: jzgbfzh@yahoo.com.cn

tibial tubercle. Employing the ROM technique for tibial rotational alignment facilitates a more suitable matching of the tibial component with the femoral component and provides reliable tibiofemoral joint dynamics characteristics.

**Keywords:** total knee arthroplasty; tibial component; rotational positioning

全膝关节置换术(TKA)中假体间的旋转对线非常重要,膝关节假体和关节面位置正确的旋转定位对于全膝关节置换手术的成功与否有着非常大的影响,假体间的旋转对线不良所导致的诸多并发症是全膝关节置换术失败的常见原因<sup>[1-2]</sup>。临床上胫骨假体旋转定位的方法较多,但目前还没有非常理想的、可靠的胫骨假体旋转定位方式。本研究回顾性分析 2019 年 10 月至 2022 年 3 月行初次单侧全膝关节置换手术的 62 例患者,运用试模复位技术进行胫骨旋转定位的临床疗效,现报告如下。

## 1 研究对象和方法

### 1.1 研究对象

选取 2019 年 10 月至 2022 年 3 月在本科接受单侧初次全膝关节置换术的 62 例膝关节骨关节炎患者作为研究对象。

### 1.2 纳入标准

1)符合膝关节骨关节炎诊断标准<sup>[3]</sup>,既往无膝关节及其周围骨折史、手术史;2)术前无重度膝内外翻畸形( $>20^\circ$ );3)术后在医护人员指导下积极主动行康复功能锻炼;4)术后切口愈合等级为 I/甲,无下肢静脉血栓或肺栓塞,无腓总神经麻痹等并发症;5)查体时无明显活动受限与膝关节不稳定,无假体松动及感染,无下肢轴向力线异常;6)术后膝关节 CT 扫描能清晰显示相关解剖参考标志。

### 1.3 排除标准

1)全膝关节翻修手术患者;2)有脑血管神经病变而影响膝关节功能或不配合功能锻炼者;3)存在脊柱疾病、同侧髋关节病变等其他引起下肢及膝关节疼痛者;4)资料不全及失访者。

### 1.4 方法

**1.4.1 手术方法** 所有全膝关节置换术手术均由同一组手术医师完成。排除麻醉禁忌证后,麻醉方式均选择硬膜外麻醉。截骨顺序:先截胫骨,再截股骨。首先行胫骨截骨,采用胫骨髓外定位的方法,定位杆平行于胫骨嵴,定位点位于前交叉韧带止点前方,远端指向第一、二趾蹼间,截骨线在冠状位和矢状位上均与胫骨解剖轴垂直,后倾  $7^\circ$  截骨;再行股骨截骨,股骨采用髓内定位的方法,对于膝内翻患者股骨远端截骨常规采用外翻  $6^\circ$  截骨,股骨前后髁截骨参考股骨后髁轴外旋  $3^\circ$  截骨来进行股骨假体旋转定位,对于外翻畸形严重及股骨后髁有严重磨损和退化的膝骨关节炎患者,术

中调整外翻及外旋截骨角度,股骨前后髁外旋截骨则联合参考 Insall 线和 Whiteside 线,即股骨髁通线和股骨滑车前后连线做参考轴线进行股骨假体的外旋截骨,可以尽量避免内旋截骨和内旋位安放股骨假体,防止髌骨脱位。胫骨假体旋转定位方法采用试模复位技术进行旋转定位,即先安装股骨假体试件,再安放胫骨假体试件不固定,将胫股关节及髌骨复位,然后将膝关节全范围内连续屈伸活动数次,使胫骨假体试件根据安放的股骨假体进行自行调整其旋转定位方向,并用电刀在胫骨截骨平面前方的皮质骨上予以标记出胫骨假体试件的旋转定位点,标记胫骨结节内侧缘及中、内侧缘  $1/3$  处。所有髌骨均未行髌骨置换,仅给予去除髌骨周缘骨赘直至显露松质骨,修整髌骨关节面使其光整平滑,部分予以电刀去除髌骨神经支配,清理髌骨周缘软组织。术后均放置负压引流管一根,弹力绷带包扎下肢。

**1.4.2 测量方法** 将 CT 扫描的原始数据输入计算机,应用 Mimics 10.01 软件进行 CT 图像重建,分析多个连续层面 CT 图像,选取最标准的图像进行测量分析,分别测量胫骨假体旋转角度  $\alpha$ 、股骨假体与胫骨假体的旋转不匹配度角度  $\beta$ 。所有图像的分析及测量均在不提供临床病史情况下,由本课题组两名对解剖标志和轴线的确定意见一致的研究者分别独立完成,取平均值。

**1.4.2.1 胫骨假体旋转角度( $\alpha$ 角)测量:**在 CT 重建图像上分析多个连续层面 CT 图像,选取合适的胫骨平台层面,利用 Mimics 10.01 软件在胫骨截骨平面描绘出大小不等的椭圆图形,选取与胫骨平台面积最相当的椭圆图形,那么胫骨截骨平面的几何中心  $O_1$  近似于该椭圆图形的几何中心。选取合适的胫骨结节层面,将胫骨结节平面图像与胫骨截骨层面图像叠加,再将  $O_1$  叠加在胫骨结节平面获得的投影点  $O_2$ ,分别与胫骨结节内侧缘、中内侧缘  $1/3$  连接,即为胫骨结节轴  $L_1$  和  $L_2$ 。然后选取合适的胫骨假体聚乙烯垫层面,描绘出胫骨假体后髁连线(tPCA),tPCA 定义为胫骨平台假体内后髁的连线。胫骨假体纵轴线( $T$ )垂直于 tPCA,最后将胫骨结节层面与胫骨假体层面叠加,那么胫骨假体纵轴线与胫骨结节轴( $L_1$  和  $L_2$ )之间的夹角即为胫骨假体旋转的角度( $\alpha_1, \alpha_2$ ),见图 1。

**1.4.2.2 股骨假体与胫骨假体的旋转不匹配度( $\beta$ 角):**假体间的旋转不匹配角度( $\beta$ 角)是股骨假体后髁

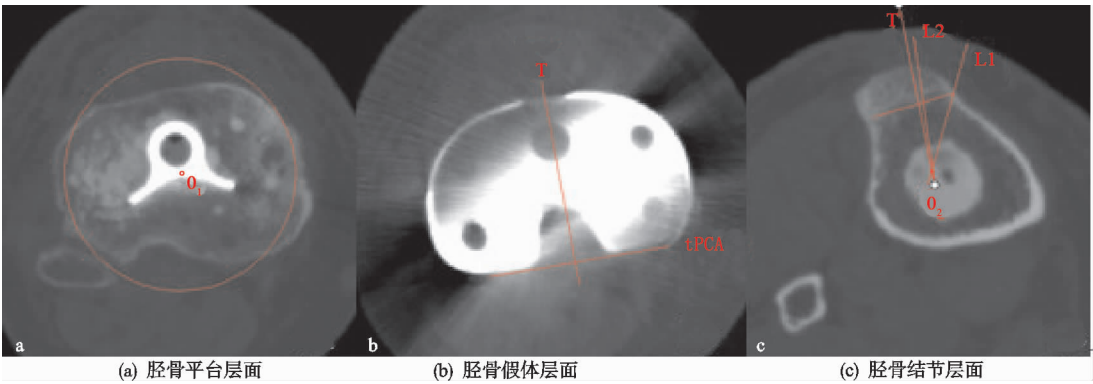


图 1 胫骨假体旋转角度测量

轴(fPCA)与胫骨假体后髁轴(tPCA)形成的夹角,因此,首先分别于股骨髁层面和胫骨假体平台层面上描绘出股骨假体后髁轴(fPCA)和胫骨假体后髁轴(tPCA)。然后将 fPCA 投射到胫骨假体平台层面与 tPCA 成角,那么二者之间的夹角即为  $\beta$  角,见图 2。

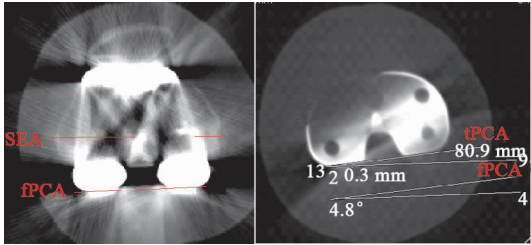


图 2 假体间旋转不匹配度

**1.4.3 评价指标** 术后随访记录膝关节活动度,采用美国膝关节协会评分(Knee Society Score, KSS 评分)评价膝关节功能。CT 扫描后应用 Mimics 10.01 软件测量假体旋转角度,记录  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\beta$  角,若是外旋位记为正值,反之内旋位则记为负值。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 18.0 统计软件进行统计学分析处理。计量资料均以  $\bar{x} \pm s$  形式表示,采用配对  $t$  检验,  $P < 0.05$  差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

纳入研究的患者 62 例,其中男 23 例,女 39 例;年

龄为 60~86 岁,平均为 75.23 岁。术前诊断均为单侧膝骨关节炎,其中内翻畸形 52 例,外翻畸形 10 例。

2.2 术后随访结果

本研究组的患者住院期间均未出现手术切口周缘皮肤血运不佳、坏死、感染、下肢深静脉血栓等术后并发症。出院时有 1 例患者术后存在膝关节屈伸略受限,随访 3 个月后屈伸活动满意。所有患者均获得随访,随访时间为 6~18 个月,平均为  $(12.31 \pm 2.15)$  个月。末次随访时无病例出现屈曲不稳、膝前疼痛、髌骨脱位、假体松动等并发症。末次随访时膝关节活动度为  $115.63^\circ \pm 6.98^\circ$ , KSS 临床评分为  $(90.02 \pm 2.92)$  分,功能评分为  $(83.22 \pm 6.41)$  分。术后膝关节活动度、KSS 临床评分及功能评分较术前明显改善,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。

2.3 术后假体旋转角度测量

胫骨假体相对于胫骨结节内侧缘旋转角度( $\alpha_1$ )平均为外旋  $7.43^\circ \pm 3.18^\circ$ ,范围为  $0.95^\circ \sim 14.84^\circ$ 。胫骨假体相对于胫骨结节中内侧缘 1/3 旋转角度( $\alpha_2$ )平均为内旋  $-13.12^\circ \pm 4.38^\circ$ ,范围为  $-19.41^\circ \sim 4.87^\circ$ 。股骨和胫骨假体旋转不匹配角度( $\beta$  角)平均为  $2.42^\circ \pm 4.17^\circ$ ,范围为  $-7.1^\circ \sim 9.2^\circ$ ,其中最大的内旋不匹配和外旋不匹配角度均为  $8^\circ$  左右。

2.4 典型病例

典型病例影像资料见图 3-图 5。

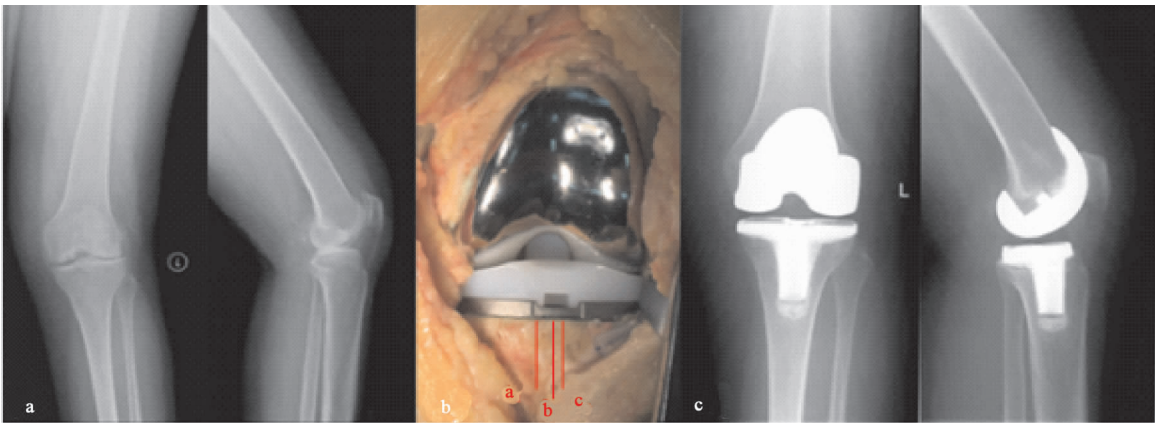
表 1 全膝关节置换术术前及术后观察指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

时间	例数/例	活动度/(°)	KSS 评分	
			临床评分/分	功能评分/分
术前	62	95.17±8.57	39.38±10.06	30.72±11.95
术后	62	115.63±6.98	90.02±2.92	83.22±6.41
<i>t</i>		12.80	37.90	28.78
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

3 讨论

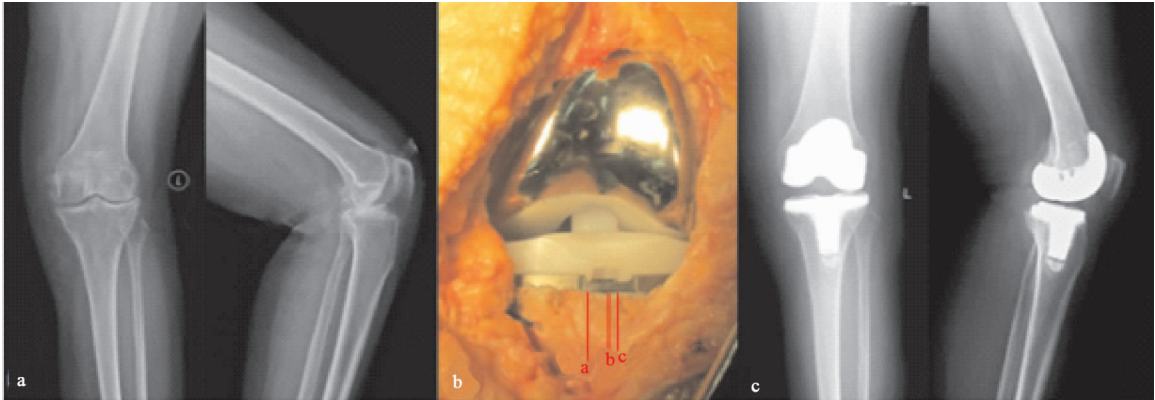
胫骨假体的旋转对线不良不仅会导致胫股关节半脱位、屈曲不稳、聚乙烯衬垫加速磨损及碎裂、膝前疼痛,还对髌股关节运动轨迹和功能有一定影响<sup>[4-5]</sup>。对于胫骨假体的定位,目前没有统一的参考轴线,找到合

适的、理想的胫骨假体旋转定位参考有助于减少术后并发症。Sailhan 等<sup>[6]</sup>认为 Akagi 线对评估胫骨旋转定位是十分可靠的关节外解剖标志,Saffarini 等<sup>[7]</sup>认为 Akagi 线是胫骨旋转对线的可靠标志线,但 Kawaguchi 等<sup>[8]</sup>提出 Akagi 线在胫骨截骨面难以复



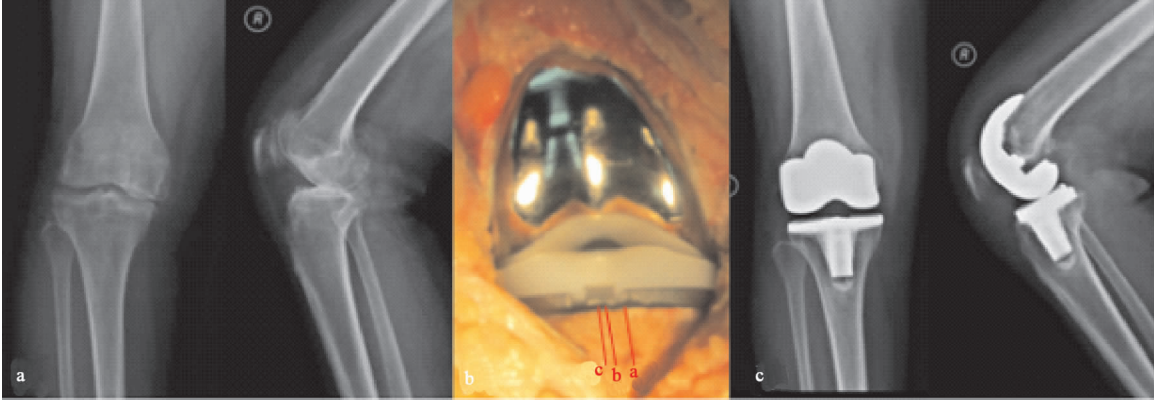
(a) 术前X线片示左膝关节骨质增生，关节面硬化，关节间隙变窄；(b) 术中试模复位技术定位胫骨假体定位线b线位于胫骨结节内侧缘a线与胫骨结节中、内侧缘1/3 c线之间；(c) 术后X线片示膝关节假体大小合适，位置良好

图 3 患者 1,女,60 岁,左膝骨关节炎(外翻膝),行左侧全膝关节置换术



(a) 术前X线片示左膝关节骨质增生，关节面硬化，关节间隙变窄；(b) 术中试模复位技术定位胫骨假体定位线b线位于胫骨结节内侧缘a线与胫骨结节中、内侧缘1/3 c线之间；(c) 术后X线片示膝关节假体大小合适，位置良好

图 4 患者 2,女,65 岁,左膝骨关节炎(外翻膝),行左侧全膝关节置换术



(a) 术前X线片示右膝关节骨质增生，关节面硬化，关节间隙变窄；(b) 术中试模复位技术定位胫骨假体定位线b线位于胫骨结节内侧缘a线与胫骨结节中、内侧缘1/3 c线之间；(c) 术后X线片示膝关节假体大小合适，位置良好

图 5 患者 3,女,69 岁,右膝骨关节炎(内翻膝),行右侧全膝关节置换术

制,并认为如果 Akagi 线复制到胫骨截骨面,可能造成胫骨假体处于内旋位置。Kim 等<sup>[9]</sup>认为胫骨结节内侧缘该点变异性较大,不宜作为胫骨假体旋转对线的解剖标志。有研究者认为胫骨前皮质也是全膝关节置换术中的一个重要参考标志,但临床应用研究并不多,其准确性还需进一步临床验证<sup>[9-10]</sup>。Insall 等<sup>[11]</sup>提出以胫骨结节的中、内侧缘 1/3 作为胫骨假体旋转定位的参考轴线,但有研究表明参考胫骨结节中、内侧

缘 1/3 可能会导致胫骨假体的旋转不良,甚至会出现过度外旋的情况<sup>[12-13]</sup>,而且这一方法来自于个人经验的总结,没有足够的相关研究证实其科学性和可行性。Uehara 等<sup>[14]</sup>认为全膝关节置换术后假体旋转对线不良,其重要原因之一就是临床上股骨假体及胫骨假体旋转轴线通常是以各自的骨性解剖参考标志为依据确定的。因此,在全膝关节置换术时应考虑这方面的影响,需检查股骨及胫骨假体旋转对线是否匹配,如果



匹配不佳,术中可根据股骨假体适当调整胫骨假体的安放位置达到最佳匹配,以减少假体旋转对线不匹配所引起的术后并发症。有研究表明试模复位技术定位不需要参考骨性解剖学标志,不受关节畸形及解剖变异的影响,其技术原理在于胫骨假体试模在已固定的股骨假体试模的导引下进行旋转位置的自我调整<sup>[15-16]</sup>。Ikeuchi等<sup>[17]</sup>认为试模复位技术会使胫骨假体的旋转定位处于过度内旋位。Grassi等<sup>[18]</sup>认为试模复位技术可以作为确定全膝关节置换术胫骨假体旋转定位的可靠方法,且容易达到膝关节软组织平衡。本研究在术中以试模复位技术确定胫骨假体旋转定位,通过先固定股骨假体,然后通过反复屈伸膝关节活动使胫骨平台假体进行自我旋转调整,以此达到最佳的旋转对线来优化胫股关节动力学环境。测量结果显示:1)胫骨假体相对于胫骨结节中、内侧缘1/3平均旋转角度为内旋 $13.12^{\circ} \pm 4.38^{\circ}$ ,胫骨假体相对于胫骨结节中、内侧缘1/3处于内旋位。2)相对于胫骨结节内侧缘旋转角度为平均外旋 $7.43^{\circ} \pm 3.18^{\circ}$ ,胫骨假体相对于胫骨结节内侧缘于外旋位。

全膝关节置换术后常会出现股骨假体和胫骨假体之间的旋转不匹配。理论上,如果股骨假体和胫骨假体均在正确的位置下安放,那么股骨和胫骨假体之间的旋转不匹配角度应该为零<sup>[19]</sup>。目前虽然还没有确切的临床研究报道显示在减少假体磨损、延长假体使用率以及维持髌股关节的稳定性等方面可以耐受多大程度的旋转不匹配程度,但有相关的研究<sup>[20]</sup>显示,假体间的旋转不匹配度达到 $10^{\circ}$ 后,胫骨皮质所承受的应力将会显著增加。本研究通过术后CT测得股骨及胫骨假体间的旋转不匹配度平均为 $2.42^{\circ} \pm 4.17^{\circ}$ ,范围为 $-7.1^{\circ} \sim 9.2^{\circ}$ ,其中股骨假体和胫骨假体的最大旋转不匹配角度的绝对值均为 $8^{\circ}$ 左右。本研究术后临床随访时间为6~18个月,平均为 $(12.31 \pm 2.15)$ 个月,均未出现膝关节感染、胫股关节不稳、髌骨半脱位或假体松动等并发症。末次随访时膝关节活动度为 $115.63^{\circ} \pm 6.98^{\circ}$ ,KSS临床评分为 $(90.02 \pm 2.92)$ 分,功能评分为 $(83.22 \pm 6.41)$ 分,临床效果优良。

综上所述,对于轻中度膝内外翻( $<20^{\circ}$ )的患者行全膝关节置换术,运用试模复位技术确定胫骨假体的旋转定位,有助于股骨假体及胫骨假体间良好的旋转匹配,对于胫股关节动力学特点来说是合适的、可靠的,可以获得良好的临床效果。术中确定旋转定位点应位于胫骨结节内侧缘与胫骨结节中、内侧缘1/3之间。临床上胫骨假体旋转定位方式很多,各种定位方式均有其优缺点及最佳适应范围。虽然目前没有统一的金标准能适合所有行全膝关节置换手术的患者,但

临床医师应采取自己最熟练、把握度最大的定位方式来确定胫骨假体旋转对线位置,针对个体采取最合适的胫骨定位方式才能使患者获得良好的临床效果。同时,本研究存在一定的局限性:1)样本量偏小,需进一步增大样本量以使结果更精准、更具说服力;2)未纳入严重膝内外翻的病例,对严重膝内外翻的病例还需进一步临床研究;3)角度测量为手工测量,可能存在一定误差。

## 参考文献

- [1] MATZ J, LANTING B A, HOWARD J L. Understanding the patellofemoral joint in total knee arthroplasty[J]. *Can J Surg*, 2019, 62(1): 57-65.
- [2] TANIKAWA H, TADA M, OGAWA R, et al. Influence of patella thickness on patellofemoral pressure in total knee arthroplasty[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22(1): 298.
- [3] 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊治指南(2018年版)[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(12): 705-715.
- [4] PANNI A S, ASCIONE F, ROSSINI M, et al. Tibial internal rotation negatively affects clinical outcomes in total knee arthroplasty: a systematic review[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(6): 1636-1644.
- [5] VALKERING K P, BREUGEM S J, VAN DEN BEKEROM M P, et al. Effect of rotational alignment on outcome of total knee arthroplasty[J]. *Acta Orthop*, 2015, 86(4): 432-439.
- [6] SAILHAN F, JACOB L, HAMADOUCHE M. Differences in limb alignment and femoral mechanical-anatomical angles using two dimension versus three dimension radiographic imaging[J]. *Int Orthop*, 2017, 4(10): 2009-2016.
- [7] SAFFARINI M, NOVER L, TANDOGAN R, et al. The original Akagi line is the most reliable: a systematic review of landmarks for rotational alignment of the tibial component in TKA[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(4): 1018-1027.
- [8] KAWAGUCHI K, INUI H, TAKETOMI S, et al. Intraoperative tibial anteroposterior axis could not be replicated after tibial osteotomy in total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(10): 2371-2375.
- [9] KIM J I, JANG J, LEE K W, et al. Anterior tibial curved cortex is a reliable landmark for tibial rotational alignment in total knee arthroplasty[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2017, 18(1): 252-257.
- [10] POPESCU R, HARITINIAN E G, CRISTEA S. Methods of intra- and post-operative determination of the position of the tibial component during total knee replacement[J]. *Int Orthop*, 2020, 44(1): 119-128.

- tomy in the treatment of lumbar disc herniation[J]. Orthopaed, 2018, 47(7): 574-584.
  - [15] WANG Y, ZHANG W, LIAN L, et al. Transforaminal endoscopic discectomy for treatment of central discherniation: surgical techniques and clininical outcome[J]. Pain-Physician, 2018, 21(2): 113-123.
  - [16] 蒋勇, 何升华, 赖居易, 等. 经皮脊柱内镜两种入路治疗 L<sub>5</sub>/S<sub>1</sub> 椎间盘突出症的疗效分析[J]. 中国骨伤, 2020, 33(5): 406-413.
  - [17] HU D, FEI J, CHEN G, et al. Treatment for lumbar spinal stenosis in elderly patients using percutaneous endoscopic lumbar discectomy combined with postoperative three-dimensional traction[J]. Expert Rev Med Devices, 2019, 16(4): 317-323.
  - [18] 张红鹤, 赵柳絮, 邓丽, 等. 经皮椎间孔镜椎间盘切除术与椎板开窗髓核摘除术对脊柱运动单位影响的对比研究[J]. 脊柱外科杂志, 2015, 13(4): 223-227.
  - [19] 侯海燕. 腰椎间盘突出症行经皮内窥镜下腰椎间盘突出术后椎间隙高度和腰椎活动度的变化分析[J]. 颈腰痛杂志, 2020, 41(1): 61-64.
  - [20] 吐尔洪江·阿布都热西提, 孟祥玉, 买合木提·亚库甫, 等. 椎间孔镜下腰间盘髓核摘除治疗腰椎间盘突出症的生物力学优势[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(36): 5768-5773.
  - [21] RICKERS K W, LI H, ROBIE B, et al. Temporary axial rotation stabilization for lumbar disc herniation surgery with the ARO spinal system: a prospective analysis of safety and clinical efficacy[J]. Spine Surg, 2019, 5(1): 124-131.
  - [22] 汪翔, 谢玮慧, 白萌, 等. 腰椎骶化者腰椎生理曲度差异及临床意义[J]. 南昌大学学报(医学版), 2016, 56(5): 63-66.
  - [23] YANG J S, ZENG Y S, LIU T J, et al. Full endoscopic procedures versus traditional discectomy surgery for discectomy: a systematic review and meta analysis of current global clinical trials[J]. Pain Physician, 2017, 20(7): E1123-E1124.
- (收稿日期: 2022-09-04)
- 
- (上接第 38 页)
- [11] INSALL J N. Surgical technique and instrumentation in TKA [M]. in: INSALL J N, ed, Surgery of the Knee. New York: Churchill Livingstone, 1993: 739-893.
  - [12] 孙振辉, 孙云波, 任志帅, 等. Gemini MK-II 活动垫片膝关节假体置换术中胫骨结节内 1/3 解剖定位法对胫骨假体旋转力线的影响[J]. 中国修复重建外科杂志, 2015, 29(9): 1062-1066.
  - [13] DREXLER M, BACKSTEIN D, STUDLER U, et al. The medial border of the tibial tuberosity as an auxiliary tool for tibial component rotational alignment during total knee arthroplasty (TKA)[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(6): 1736-1742.
  - [14] UEHARA K, KADOYA Y, KOBAYASHI A, et al. Bone anatomy and rotational alignment in total knee arthroplasty[J]. Clin Orthop Relat Res, 2002, 402: 196-201.
  - [15] OKAZAKI Y, PUJOL N. The use of an asymmetrical tibial tray in TKA optimises tibial rotation when fitted to the posterior tibial plateau border[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(12): 3821-3826.
  - [16] BAE J H, LEE J W, KIM S H, et al. Femoral matched tibial component rotation has little effect on the tibial torsion after total knee arthroplasty[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2022, 30(2): 698-704.
  - [17] IKEUCHI M, YAMANAKA N, OKANOUE Y, et al. Determining the rotational alignment of the tibial component at total knee replacement: a comparison of two techniques[J]. J Bone Joint Surg(Sr), 2007, 89(1): 45-49.
  - [18] GRASSI A, PIZZA N, LOPOMO N F, et al. No differences in knee kinematics between active and passive flexion-extension movement: an intra-operative kinematic analysis performed during total knee arthroplasty[J]. J Exp Orthop, 2020, 7(1): 12.
  - [19] LEE D H, SEO J G, MOON Y W. Synchronisation of tibial rotational alignment with femoral component in total knee arthroplasty[J]. Int Orthop, 2008, 32(2): 223-227.
  - [20] KESSLER O, LACATUSU E, SOMMERS M B, et al. Malrotation in total knee arthroplasty: effect on tibial cortex strain captured by laser-based strain acquisition[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2006, 21(6): 603-609.
- (收稿日期: 2022-11-15)