

膝外翻畸形全膝关节置换的假体匹配：三维模型数字化测量与分析

袁景^{1,2}, 甄平¹, 宋焱峰², 王德贵², 高明暄¹, 李生贵¹(¹解放军兰州军区总医院全军骨科中心, 甘肃省兰州市 730050; ²兰州大学基础医学院, 甘肃省兰州市 730000)

文章亮点:

- 1 研究显示, 膝关节假体与股骨髁、胫骨平台截面之间的匹配程度是影响全膝关节置换成功与否及置换后疗效的关键因素。文章通过建立膝关节外翻畸形三维模型, 探讨股骨髁及胫骨平台的解剖形态学异常, 以期为膝外翻畸形的全膝关节置换提供解剖学数据。
- 2 文章将 CT 扫描的数据应用三维重建软件建模, 测量和分析更直观; 将膝关节外翻畸形分为骨性来源和软组织来源, 指导全膝关节置换, 效果更好。
- 3 在膝关节置换过程中, 除了测量股骨髁前部数据, 更需要测量股骨髁后部数据, 保证在膝关节活动过程中畸形得到矫正。
- 4 试验的不足之处在于未能用人体解剖标本进行测量, 数据有一定误差。

关键词:

植入物; 数字化骨科; 膝外翻; 全膝关节置换; 三维重建; 解剖变异; 形态学参数; 数字化模型; 假体匹配; 相关性分析

主题词:

膝外翻; 关节成形术, 置换, 膝; 成像, 三维; 解剖学

摘要

背景: 膝外翻畸形常需人工全膝关节置换来矫形, 人工全膝关节置换选用假体与膝关节相匹配程度明显影响置换后长期效果。目前国内使用率较高的仍然是依据西方人数据设计的假体系统, 应用于国人往往达不到最好匹配。

目的: 探讨股骨髁及胫骨平台的解剖形态学异常, 为膝外翻畸形的全膝关节置换提供解剖学数据。

方法: 对 41 例(53 膝)成人膝外翻畸形进行 CT 扫描, 图像导入 Mimics 10.01 软件建立数字化三维模型, 测量相关解剖参数, 分析其分布规律与相关关系。将膝关节相关参数与单膝畸形患者的健侧正常膝(对照组 29 膝)进行比较。

结果与结论: 膝外翻畸形 X 射线片显示股胫角为(15.4±5.1)°, 冠状面上测量股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角(76.6±1.2)°减小, 胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角(95.8±0.5)°增大。CT 显示通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角(6.5±1.3)°增大、通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角(5.2±1.2)°增大。以上测量指标与对照组比较, 差异有显著性意义($P < 0.05$)。提示在膝外翻畸形全膝关节置换中, 应注意股骨髁和胫骨平台的解剖学异常。

袁景, 甄平, 宋焱峰, 王德贵, 高明暄, 李生贵. 膝外翻畸形全膝关节置换的假体匹配: 三维模型数字化测量与分析[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(17):2768-2774.

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2015.17.026

Prosthetic matching of knee valgus for total knee arthroplasty: three-dimensional digital measurement and analysis

Yuan Jing^{1,2}, Zhen Ping¹, Song Yan-feng², Wang De-gui², Gao Ming-xuan¹, Li Sheng-gui¹ (¹Military Orthopedic Center, General Hospital of Lanzhou Military Area Command of Chinese PLA, Lanzhou 730050, Gansu Province, China; ²School of Basic Medical Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu Province, China)

Abstract

BACKGROUND: Knee valgus deformity often needs total knee arthroplasty. The choice of prosthesis in total knee arthroplasty significantly affects the long-term effects. The currently used prosthesis is designed based on the data of western countries, which cannot well match with Chinese data.

OBJECTIVE: To observe the abnormality of anatomical morphology of the femoral condyle and tibial plateau, and provide anatomical data for total knee arthroplasty in treatment of knee valgus deformity.

METHODS: 41 adult patients (53 knees) with knee valgus deformity were detected with CT scan, the obtained images were imported into Mimics 10.01 software, and digital three-dimensional model was established. The anatomical parameters were measured, and the distribution and correlation were analyzed. The knee joint parameters between knee valgus deformity patients and healthy normal knee in single deformity patients (control group, $n=29$) were compared.

袁景, 男, 1980 年生, 甘肃省庆阳市人, 汉族, 兰州大学医学院在读硕士, 主要从事人体解剖学、骨外科研究。

通讯作者: 甄平, 博士, 教授, 主任医师, 硕士生导师, 解放军兰州军区总医院全军骨科中心, 甘肃省兰州市 730050

中图分类号:R318

文献标识码:B

文章编号:2095-4344

(2015)17-02768-07

稿件接受: 2015-02-06

http://www.crter.org

Yuan Jing, Studying for master's degree, Military Orthopedic Center, General Hospital of Lanzhou Military Area Command of Chinese PLA, Lanzhou 730050, Gansu Province, China; School of Basic Medical Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, Gansu Province, China

Corresponding author: Zhen Ping, M.D., Professor, Chief physician, Master's supervisor, Military Orthopedic Center, General Hospital of Lanzhou Military Area Command of Chinese PLA, Lanzhou 730050, Gansu Province, China

Accepted: 2015-02-06

RESULTS AND CONCLUSION: X-ray findings showed that, tibiofemoral angle of knee valgus was $(15.4\pm 5.1)^\circ$, anatomical lateral distal femoral angle at coronal plane $(76.6\pm 1.2)^\circ$ was decreased, and anatomical medial posterior tibia angle $(95.8\pm 0.5)^\circ$ was increased. CT findings showed that, the distal condylar angle $(6.5\pm 1.3)^\circ$ was increased, the poster condylar angle $(5.2\pm 1.2)^\circ$ was also increased. There were significant differences compared with the control group ($P < 0.05$). In the total knee arthroplasty of knee valgus deformity, anatomical abnormality of femoral condyle and tibial plateau should be noted.

Subject headings: Knee Valgus; Arthroplasty, Replacement, Knee; Imaging, Three-dimensional; Anatomy

Yuan J, Zhen P, Song YF, Wang DG, Gao MX, Li SG. Prosthetic matching of knee valgus for total knee arthroplasty: three-dimensional digital measurement and analysis. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2015;19(17):2768-2774.

0 引言 Introduction

膝骨关节炎等关节病变终末期有严重关节疼痛和功能受限, 此类患者常继发膝外翻畸形^[1]。外翻畸形占全部膝关节置换手术的10%–15%, 常被认为是最难处理的畸形之一^[2-3]。全膝关节置换前对膝外翻患者解剖异常的理解与置换过程及置换后临床效果密切相关^[4]。

人工全膝关节置换被誉为20世纪骨科发展的重要里程碑, 在中国已有20余年应用^[5]。研究显示, 膝关节假体与股骨髁、胫骨平台截面之间的匹配程度是影响全膝关节置换成功与否及置换后疗效的关键因素^[6]。全膝关节置换修复膝关节外翻, 面临着股骨髁、胫骨平台如何截骨, 髌骨如何处理以及如何重建软组织平衡的问题^[7]。膝关节外翻畸形通常伴有股骨外侧髁的骨质缺损和软骨退化, 外侧副韧带挛缩、内侧副韧带牵拉等问题^[8]。膝关节外翻畸形的初次全膝关节置换, 如何准确的定位人工假体部件、精确重建下肢力线同时保证膝关节在运动过程中的稳定性^[9-10], 在截骨前应对外翻畸形来源于何处需要精确把握, 尤其股骨髁截骨, 要保证置换后伸直位和屈曲位畸形都要矫正, 股骨髁远端截骨时, 临床以通髁线为基准确定股骨前后髁处截骨, 通髁线的髁上轴线用于评估和确认股骨远端截骨的方向, 但容易忽视股骨髁后部效果, 易导致膝关节屈曲位时外翻畸形得不到很好矫正, 软组织平衡不能很好建立^[11-13]。所有这些因素与膝关节外翻畸形行全膝关节置换后的效果关系密切。目前国内使用率较高的仍然是依据西方人数据设计的假体系统, 应用于国人往往达不到最好匹配^[14-15]。

因此, 文章收集膝关节骨关节炎合并外翻畸形患者的临床资料, 利用CT扫描、三维重建、数字化测量等手段, 研究其影像学资料, 探讨股骨髁及胫骨平台在膝外翻畸形的主要来源及侧副韧带张力情况, 旨在为膝外翻膝畸形全膝关节置换提供数据参考, 为膝外翻膝畸形假体设计提供指导, 对股骨髁及胫骨平台解剖变异进行研究。

1 对象和方法 Subjects and methods

设计: 三维建模, 对比观察试验。

时间及地点: 于2010年5月至2014年5月在解放军兰州军区总医院关节外科完成。

对象: 选择2010年5月至2014年5月在解放军兰州军区总

医院关节外科收治由于终末期膝关节病变致膝外翻畸形需接受全膝关节置换患者的病例资料。膝外翻畸形患者41例53膝, 其中男9例9膝, 女32例44膝; 年龄58–75岁, 平均66.4岁; 病程6–45年; 骨关节炎31例43膝, 类风湿性关节炎9例9膝; 患肢受累情况: 左20膝, 右33膝。将单膝畸形患者的健侧正常膝做为对照组($n=29$)。

纳入标准: 因骨关节炎、类风湿关节炎、代谢性骨病等导致膝外翻的成年患者, 患者股胫角均 $\leq 170^\circ$, 病例术前X射线片, CT扫描数据齐全。患者对治疗及试验方案知情同意, 且得到医院伦理委员会批准。

排除标准: 排除创伤性关节炎导致的膝关节畸形, 排除任何可能对膝外翻解剖结构造成影响的样本, 包括累及膝关节的骨折、肿瘤、既往手术史以及扫描范围不够的样本。

实验仪器及软件: 数字X射线拍片机(DR Definium 6000, 美国GE公司), 螺旋CT(Aquilion320排640容积螺旋CT机 TOSHIBA 日本Otagawa公司)。统计软件: SPSS 19.0软件包。医学图像处理软件: MIMICS10.01软件, 影像归档和通信系统医学图像软件(PACS FUJI Synapse® 日本FUJIFILM公司)。

方法:

X射线影像学检查: 摄膝关节正、侧位及双下肢全长X射线片。采用西门子公司 X 射线机, PACS 医学图像软件。X射线源距离X射线片夹100 cm, 曝光条件为75 kV、15 mA, 不应用滤线器。患者站立负重, 双下肢标准中立位, 以膝关节水平为中心, 要求脚尖向前与X射线片夹垂直, 使股骨髁位于冠状面, 股骨髁通髁线平行位摄片, 拍摄双膝标准正侧位, 包括股骨下端1/4至胫腓骨上端1/4, 髌骨位于整片上1/3。X射线的放大率大约为10%。双下肢全长片采用站立负重, 双下肢标准中立位, 摄片后经X 射线机自带软件拼接而成。根据Wang等^[16]方法用影像归档和通信系统医学图像软件测股胫角、冠状面上测量股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角与胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角。

股胫角测量: 在膝关节完全伸直情况下, 股骨与胫骨两轴线的夹角即为股胫角。在冠状面上, 股骨两髁关节面的连线与股骨轴线的夹角为 81° , 胫骨两髁关节面的连线与其轴线夹角为 93° , 因此, 股骨、胫骨轴线构成

的角度应该为 174° , 故正常情况下, 股胫角在 $10^\circ\text{--}15^\circ$ 。见图1。

由于正常的股胫角在发挥膝关节的负重和活动功能方面不可缺少, 因此, 在全膝关节置换中, 截骨模具的定位一般把股胫角定为 $174^\circ\text{--}175^\circ$ 。切割胫骨髁时, 与胫骨轴线垂直, 所以, 在屈曲位切割股骨滑车和后髁时, 切割线需要有向外 3° 的旋转, 才可使屈曲位的内外间隙等宽。

股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角 (anatomical Lateral Distal Femoral Angle, aL DFA) 测量: 冠状面上, 股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角, 测量方法见图1。股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角正常范围为 $79^\circ\text{--}83^\circ$, 膝关节外翻畸形股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角减小表示股骨干骺端或股骨外侧髁存在畸形^[17]。

胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角 (anatomical Medial Posterior Tibia Angle aMPTA) 测量: 冠状面上, 胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角, 测量方法见图1。胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角正常值为 $85^\circ\text{--}90^\circ$, 膝关节外翻畸形胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角增大表示胫骨平台外侧柱存在畸形^[17]。

膝关节CT扫描: 患者双下肢固定于中立位, 双侧脚尖与检查台保持垂直。采用螺旋CT扫描, 扫描范围包括膝关节近端 160 mm 及远端 160 mm 扫描层厚 1 mm 。膝关节CT平扫后获取膝关节容积性数据, 以dicom格式储存。测量数据包括通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角, 通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角和胫骨内侧平台后倾角。

三维重建和测量: 用医学图像处理软件MIMICS 10.1软件加载CT扫描后得到的dicom数据三维重建后进行测量, 见图2。为减少误差在MIMICS软件内将所有的膝关节模型统一调整成标准体位后进行测量, 膝关节的冠状面是由矢状面上股骨的解剖轴与股骨内外侧髁的通髁线决定的, 同时股骨内外侧髁的通髁线是三维坐标系的X轴, 即将外翻膝按上述坐标轴在软件中再次重建重新摆放。三维重建图像中膝关节外侧副韧带在股骨外侧髁的附着点通常表现为外上髁一个骨性突起, 而内侧副韧带在股骨内侧髁的附着点通常表现为股骨内上髁内侧一个相应的骨性凹陷。膝关节通髁线即为两点间的连线。

通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角 (Distal Condylar Angle, DCA) 测量(图3): 正位冠状面上, 通髁线与股骨髁远端关节面最高点切线的夹角, 正常情况下通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角约为 4° , 该值反映股骨髁远端在膝关节伸直位时的倾斜程度, 其角度越大, 说明外翻畸形越明显^[3, 18]。

通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角 (Poster Condylar Angle, PCA) 测量(图3): 在水平面上, 通髁线与

股骨髁后方关节面最高点切线的夹角, 正常情况下通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角约为 3° , 该值反映股骨髁后方关节面在膝关节屈曲时的倾斜程度, 其角度越大, 说明外翻畸形越明显^[3, 18]。

胫骨内侧平台后倾角 (posterior slope angle, PSA) 测量(图4): 矢状面时, 通过胫骨内侧测量水平面与胫骨平台之间的夹角, 胫骨内侧平台后倾角正常值为 $10^\circ\text{--}14^\circ$, 胫骨内侧平台后倾角增大减小表示胫骨平台后柱存在畸形^[19]。胫骨内侧平台与股骨接触面较大, 是膝关节主要负重面^[20]。内侧平台后倾角与整个胫骨平台后倾角之间有紧密相关性, 外侧平台后倾角与整个胫骨平台后倾角之间无相关性^[21]。

主要观察指标: 测量膝外翻畸形患者膝关节相关参数, 包括股胫角; 股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角; 胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角; 通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角; 通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角; 胫骨内侧平台后倾角。将以上数据与正常膝关节相关参数进行比较。

统计学分析: 采用SPSS19.0统计软件包进行分析。计量资料数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示, 组间比较采用配对 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 按意向性处理, 纳入膝外翻畸形患者41例53膝, 全部进入结果分析, 无脱落。

2.2 测量结果 X射线片检查外翻畸形组股胫角($15.4\pm 5.1^\circ$), 股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角($76.6\pm 1.2^\circ$), 胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角($90.8\pm 0.5^\circ$), 与对照组比较差异有显著性意义($P < 0.05$)。外翻畸形组股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角减小表示股骨干骺端或股骨外侧髁存在畸形, 胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角增大表示股骨干骺端或胫骨平台存在畸形。与正常范围比较股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角减小, 胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角增大, 与正常范围比较, 差异有显著性意义($P < 0.05$)。

CT扫描和三维重建结果显示外翻畸形组股胫角增大, 通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角增大, 通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角增大, 两组解剖参数比较, 差异均有显著性意义($P < 0.05$)。外翻畸形组胫骨内侧平台后倾角和对照组对比, 差异无显著性意义($P > 0.05$, 见表1)。

3 讨论 Discussion

膝外翻畸形全膝关节置换中及置换后并发症发生率高, 常见并发症包括膝关节不稳、髌股关节不友好、腓总神经损伤、早期假体松动^[22]。膝外翻畸形来源分为骨性来

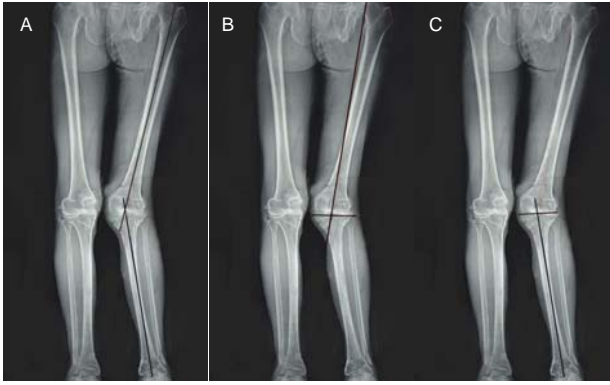


图1 膝关节相关参数测量示意图

Figure 1 Knee parameters

图注: 图 A 为股胫角, 股骨与胫骨两轴线的的外侧夹角即为股胫角; B 示股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角; C 示胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角。



图4 胫骨内侧平台后倾角测量方法

Figure 4 Measurement method of posterior slope angle of medial tibial plateau

图注: 胫骨内侧平台后倾角测量用 MIMICS 软件测量得出结果。

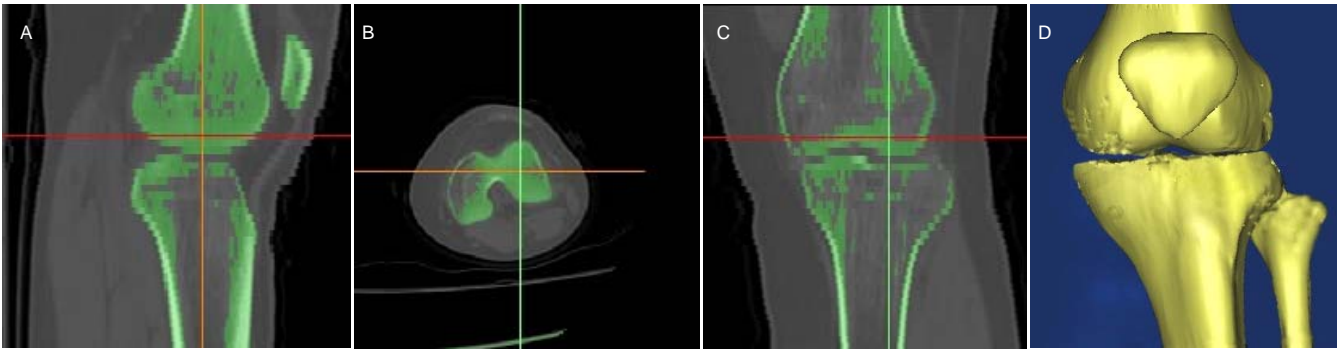


图2 膝外翻三维重建

Figure 2 Three-dimensional reconstruction of knee valgus

图注: 图 A 为膝关节矢状面; B 为膝关节水平面; C 为膝关节冠状面; D 为膝关节三维图。

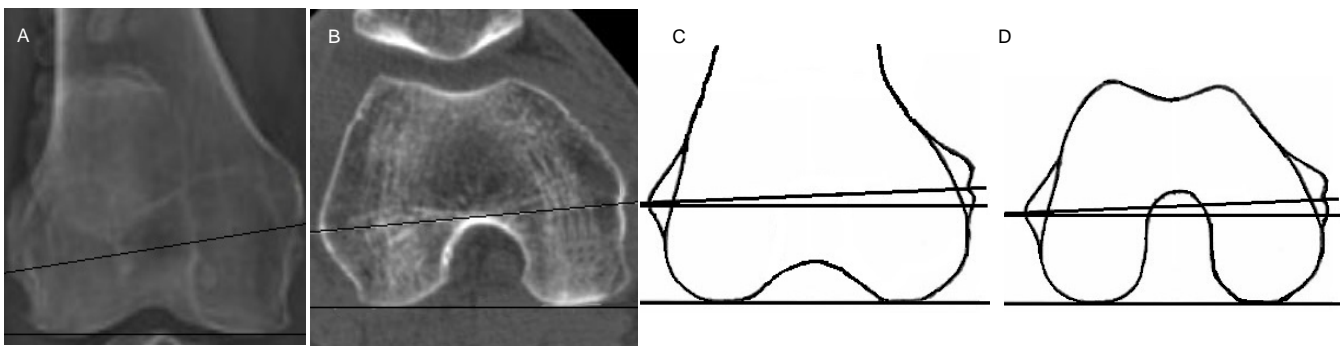


图3 股骨髁相关参数

Figure 3 Femoral condyle parameters

图注: 图 A 为通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角; B 为通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角; C 为通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角模式图; D 为通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角模式图。

表1 膝外翻畸形与正常膝关节 X 射线片及 CT 测量参数比较

($\bar{x} \pm s, ^\circ$)

Table 1 Comparison of X-ray and CT scan measurement parameters in the two groups

组别	n	A	B	C	D	E	F
膝外翻组	53	15.4±5.1 ^a	6.5±1.3 ^a	5.2±1.2 ^a	76.6±1.2 ^a	95.8±0.5 ^a	12.78±2.68
对照组	29	6.2±1.2	3.1±1.1	2.5±0.6	87.6±1.3	88.8±1.1	12.69±2.79

表注: A 为股胫角; B 为股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角; C 为胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角; D 为通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角; E 为通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角; F 为胫骨内侧平台后倾角。与对照组比较, ^aP < 0.05。

源和软组织来源^[23]。骨性来源主要表现为骨性结构形态异常(包括股骨和胫骨), 软组织来源主要表现为外侧软组织(包括髂胫束、外侧副韧带、腓肌腱、后外侧韧带等的挛缩伴有或不伴有内侧结构的松弛)^[1, 24-25]。尽管在认识上基本相同, 但还有一些不同的观点^[26]。因此研究其解剖变异, 为全膝关节置换提供解剖学依据。

3.1 股骨侧参数 膝外翻畸形患者股骨外侧髁骨质缺损或股骨外侧髁发育不良, 股骨外侧髁远端和后部都变形, 形状变小, 表面运动轨迹变异^[27]。本研究显示, 膝外翻股骨侧表现为股骨外侧髁的缺损或发育不良, 在股骨髁远端和后侧均有这种表现。全膝关节置换施行股骨远端截骨时, 应根据通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角, 通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角, 股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角数据进行截骨, 试模后也要测量通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角, 通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角, 股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角^[25-28]。截骨避免按照外侧髁缺损平面进行截骨, 应以正常的股骨内髁做为参照, 外侧髁缺损以骨水泥, 植骨, 垫片等增强处理^[29]。膝外翻股骨外侧髁截骨应相当保守, 通常截骨为零, 或进行植骨^[30]。截骨过多, 容易导致膝关节伸直间隙异常增大; 还容易导致关节线抬高干扰副韧带的力学性能改变, 使膝关节在半屈曲位松弛无力^[31]。术前股骨髁截骨如存在明显的股骨外侧髁缺损, 股骨远端截骨的外翻角度适当增大到 7° ; 股骨前后髁截骨时视髌骨脱位的程度, 适当增大假体的外旋角度以改善髌骨轨迹; 将股骨假体的外旋角度由 3° 适当增大为 5° , 减小外侧后髁的截骨量以改善屈曲位的外翻畸形^[11]。

安放假体后, 测量通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角, 通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角和股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角。通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角和股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角主要影响伸直外翻程度, 而通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角则影响的是屈曲外翻程度。由于严重外翻畸形股骨角适当可增大到 7° , 故通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角, 通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角和股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角按照正常范围适当调整。如果通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角和通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角与正常范围的误差是 0° - 2° , 股骨解剖轴与股骨远端关节面的外侧夹角与正常范围误差是 -2° 至 0° , 如过超过, 应行二次截骨。股骨外侧髁发育不良为膝外翻的主要形态学异常, 通髁线与股骨髁远端关节面切线的夹角, 通髁线与股骨髁后方关节面切线的夹角数值为影响膝关节置换术后并发症的非常重要因素。本研究中对3例重度膝外翻患者采用 7° 外翻截骨, 其余均行 5° - 6° 截骨, 髁前外旋 3° 截骨, 外旋的意义在于减少髌骨脱位并发症, 恢复正常的髌骨运行轨迹。股骨部截骨后, 既要假体获得最大的骨性覆盖面, 也要获得同胫骨平台截骨

后的骨性平衡, 以更好的获得长期稳定性, 关节平衡性, 并有利于矫正肢体外翻成角, 避免假体内外翻应力的产生^[32]。

3.2 胫骨侧参数 术中观察到胫骨平台外侧柱塌陷变低, 有时胫骨平台外侧滑移到股骨髁中间, 将胫骨平台外侧表面磨损成球面, 负重依靠拉长的内侧副韧带和这个球面共同支持, 使重力力线承压过程中在膝关节出现剪力, 改变了传统力线, 不利于膝关节力的传递^[33]。

本研究膝关节外翻畸形, 32膝胫骨平台的外侧磨损严重, 胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角值变大, 而胫骨内侧平台后倾角变化不明显, 术中见胫骨平台后柱未见明显异常改变。全膝关节置换中, 以植骨方式进行胫骨平台外侧柱修复。胫骨平台的截骨要以外侧为最低点为基准进行测量和截骨^[19]。胫骨平台外侧缺损严重者则以内侧为基点进行截骨, 外侧行自体骨移植^[34]。胫骨平台的安放应先切除骨赘, 暴露真实的胫骨骨床后进行, 以免发生胫骨假体的外移^[35]。胫骨平台假体的安装要以胫骨平台的内后缘为参考标准, 并彻底清除胫骨平台外后缘的骨赘和游离体^[36]。

胫骨平台在膝关节伸直和屈曲时影响因素都为胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角和胫骨内侧平台后倾角。胫骨平台截骨安装假体后, 胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角和胫骨内侧平台后倾角同样需要角度达到或接近正常数据。对于胫骨解剖轴与胫骨近端关节面的内侧夹角和胫骨内侧平台后倾角, 忽视一项将会影响假体稳定性和软组织平衡^[37]。

在安装胫骨平台假体的过程中, 胫骨平台外侧柱注意植骨, 一定要稳固可靠, 增加和假体的接触面积, 减少剪力, 应力集中, 受力不均衡, 并和股骨端匹配骨性平衡, 增加关节稳定性^[38-40]。

3.3 矫形中对软组织的处理 软组织松解及平衡是膝关节外翻畸形全膝关节置换中非常重要的因素。膝关节外侧软组织为3层结构: 第1层为大腿和腓肠肌的深筋膜、髂胫束; 第2层为外侧支持带和髌股韧带; 第3层为后外侧关节囊、弓状韧带、外侧副韧带和肌腱。

股骨和胫骨侧截骨后, 通过韧带平衡, 使得伸屈间隙内外侧平衡, 膝关节截骨间隙呈矩形。如内外软组织不平衡, 需要行外侧软组织松解。在松解方法上, 作者采用经典的拉花式松解技术(Pie Crusting Technique)^[41], 术中将紧张挛缩的软组织作横向短切口, 并施加纵张力, 将软组织拉成网状, 从而达到外侧软组织松解的目的。5膝由于软组织松解未能满足内外侧软组织平衡, 采用滑移截骨术, 行外侧副韧带附丽点下移固定。作者在松解髂胫束时采用膝上8-10 cm切断的方法, 外侧副韧带作浅层松解, 主张保留后交叉韧带和肌腱。伴发髌骨运动轨迹不良的膝外翻, 采用倒十字松解法。

吕厚山等^[42]认为, 腓肌腱切断与否, 于膝关节稳定性

影响无影响, 并获得了满意的疗效。在松解软组织前, 特别是对骨性关节炎较为严重者, 充分去除膝关节周围内侧和外侧骨赘, 防止过度松解软组织而影响假体型号选择及放置; 软组织松解过程中尽量保护好外侧副韧带, 防止损伤, 在松解关节囊时, 保护神经、血管尤为重要; 假体安装中坚持宁松勿紧, 有助于关节角度的恢复及功能锻炼, 术后未发现关节不稳者。软组织平衡非常重要, 并需要和骨性平衡匹配。避免软组织平衡两侧受力不均; 两侧软组织松弛, 膝关节可能产生撞击; 两侧软组织过紧, 活动后产生疼痛^[43]。

腓总神经麻痹是全膝关节置换后严重并发症, 发生率为0.5%~1.0%, 术前合并外翻畸形和屈曲挛缩的患者发生率明显升高^[44-45]。腓总神经沿腓窝上缘经股二头肌内缘下行, 经腓骨头后方绕过腓骨颈, 向前穿腓骨长肌, 然后分支。损伤原因与术中直接损伤、矫形牵拉及术后血肿压迫有关, 但其预后较好, 多可自行恢复。本组仅1例患者全膝关节置换后即出现腓总神经麻痹, 置换后6个月运动功能自行恢复。行外侧副韧带松解时, 重点保护腓总神经, 矫形和牵拉时, 应估计腓总神经的承受能力。

综上所述, 本研究测量的数据有助于内外髁截骨量不同导致的内外侧结构不平衡, 为临床上矫正膝外翻畸形提供了参考。膝外翻畸形行全膝关节置换时, 应考虑其解剖形态学变异, 置换前应尽量掌握解剖形态学变异, 避免盲目截骨和软组织重建, 并选择合适或特制的假体, 通过恰当的术中截骨和软组织平衡达到减少并发症的目的。术中根据数据异常, 准确截骨, 合理软组织松解, 采用最适宜的方案矫正畸形并选择合适或特制的假体。

致谢: 感谢解放军兰州军区总医院骨科研究所, 感谢导师甄平教授, 感谢宋焱峰教授、王德贵教授的指导, 感谢兰州大学基础医学院, 在此致以诚挚的感谢。

作者贡献: 第三作者(通讯作者)进行试验设计, 第一、五、六作者进行试验实施, 第四作者进行试验评估; 第一作者进行资料收集、成文, 第二作者进行审校; 第一作者对文章负责。

利益冲突: 文章及内容不涉及相关利益冲突。

伦理要求:

知情同意: 参与试验的患病个体及其家属自愿参加, 对试验过程完全知情同意, 在充分了解治疗方案的前提下签署“知情同意书”; 干预及治疗方案获医院伦理委员会批准。

医生资质: 袁景为骨科主治医师, 高明暄为骨科副主任医师, 李生贵为骨科主治医师。

学术术语: 通髁线-在膝关节的三维重建模型中, 股骨外上髁由于骨性突起, 为外侧副韧带附着点, 股骨内侧髁有一凹陷, 为内侧副韧带附着点, 两者的连线称为通髁线。是膝关节测量的重要标志。

作者声明: 文章为原创作品, 无抄袭剽窃, 无泄密及署名和

专利争议, 内容及数据真实, 文责自负。

4 参考文献 References

- [1] Koskinen E, Remes V, Paavolainen P, et al. Results of total knee replacement with a cruciate-retaining model for severe valgus deformity-A study of 48 patients followed for an average of 9years. *Knee*. 2011;18(3):145-150.
- [2] Nikolopoulos D, Polyzois I, Apostolopoulos A, et al. Total knee arthroplasty in severe valgus knee deformity: comparison of a standard medial parapatellar approach combined with tibial tubercle osteotomy. *Knee Surg*. 2011;19(11):1834-1842.
- [3] Luo J w, Yu B, Qin CH. Measurement of rotational alignment of the distal femur in total knee arthroplasty. *Orthop Surg*. 2009; 1(3):203-206.
- [4] Stevens-Lapsley JE, Schenkman ML, Dayton MR. Comparison of self-reported knee injury and osteoarthritis outcome score to performance measures in patients after total knee arthroplasty. *PM R*. 2011;3(6):541-549.
- [5] Tang WM, Chiu KY, Kwan MF, et al. Sagittal bowing of the distal femur in Chinese patients who require total knee arthroplasty. *J Orthop Res*. 2005;23(1):41-45.
- [6] Bertin KC, Lloyd WW. Effect of Total Knee Prosthesis Design on Patellar Tracking and Need for Lateral Retinacular Release. *J Arthroplasty*. 2013;28(5):772-777.
- [7] Peck JN, Marcellin - Little DJ. Revision strategies for total hip replacement. *Adv Small Anim Total Joint Replacement*. 2012: 109-130.
- [8] Kader DF. Knee oral core topics. *Postgraduate Orthopaedics: The Candidate's Guide to the FRCS (Tr and Orth) Examination*.2012: 218.
- [9] Bourne RB, Chesworth BM, Davis AM, et al. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(1):57-63.
- [10] Lee HJ, Lee JS, Jung HJ, et al. Comparison of joint line position changes after primary bilateral total knee arthroplasty performed using the navigation-assisted measured gap resection or gap balancing techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(12):2027-2032.
- [11] Engh GA. Total Knee Replacement: Medial Release via Osteotomy. *Surg Tech Knee*. 2011:171.
- [12] Morsi E, Habib ME, Hadhoud M. Comparison Between Results of High Tibial Osteotomy Above and Below Tibial Tubercle in Relation to Future Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2014;29(11):2087-2090.
- [13] Matsumoto T, Muratsu H, Kubo S, et al. Soft tissue balance using the tibia first gap technique with navigation system in cruciate-retaining total knee arthroplasty. *Int Orthop*. 2012; 36(5):975-980.
- [14] 胡翰生,王静成,熊传芝,等.应用数字化术前计划预测全膝置换中的假体尺寸[J].中国组织工程研究,2014,18(40): 6432-6437.
- [15] 张博,潘江,林源,等.国人膝关节参数对假体设计的意义[J].中国组织工程研究, 2010,14(48):8941-8944.
- [16] Wang T, Wang KZ, Wang W, et al. Imaging measurement of normal knee in Northwestern aged people and its clinical significance in total knee arthroplasty. *Xi'an Jiaotong Daxue Xuebao*. 2010;2:25.
- [17] Dror P, ed. Principles of deformity correction. New York: Springer, 2003:47.

- [18] Lustig S, Lavoie F, Selmi TA, et al. Relationship between the surgical epicondylar axis and the articular surface of the distal femur: an anatomic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(7): 674-682.
- [19] 罗吉伟, 史占军, 陈国奋, 等. 胫骨内侧平台后倾角的测量及其在膝关节置换术中的意义[J]. *中华关节外科杂志(电子版)*, 2008, 1(4): 227-229.
- [20] Deschamps G, Bussi re C, Donell S. Fixed bearing unicompartmental knee prosthesis: Results, complications, and technical considerations//*The Knee Joint.* Springer Paris, 2012: 669-684.
- [21] Chiu K, Zhang S, Zhang G. Posterior slope of tibial plateau in Chinese. *J Arthroplasty.* 2000;15(2): 224-227.
- [22] Aglietti P, Lup D, Cuomo P, et al. Total knee arthroplasty using a pie-crusting technique for valgus deformity. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;464:73-77.
- [23] Pagoti R, O'Brien S, Doran E, et al. Modified surgical technique for valgus knee deformity in total knee arthroplasty: a prospective study of 276 knees. *J Bone Joint Surg.* 2012; 94(SUPP IX):9.
- [24] Williot A, Rosset P, Favard L, et al. Total knee arthroplasty in valgus knee. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96(4): S37-S42.
- [25] Hadjicostas P, Soucacos P, Thielemann F. Computer-assisted osteotomy of the lateral femoral condyle with non-constrained total knee replacement in severe valgus knees. *J Bone Joint Surg.* 2008;90(11):1441-1445.
- [26] Argenson JN, Bellemans J, Dodd C, et al. Tips and Pitfalls in Unicompartmental Knee Arthroplasty (UKA). *ESSKA Instructional Course Lecture Book.* Springer, 2014: 177-183.
- [27] Buechel FF, Pappas MJ. *The Knee. Principles of Human Joint Replacement.* Springer, 2012:223-322.
- [28] Strauch M, von Eisenhart Rothe R, Graichen H. A new navigation-based technique for lateral distalizing condylar osteotomy in patients undergoing total knee arthroplasty with fixed valgus deformity. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21(10):2263-2270.
- [29] Ensini A, Barbadoro P, Leardini A, et al. TKA: Measured Resection Technique. *Knee Surgery using Computer Assisted Surgery and Robotics.* Springer, 2013:27-42.
- [30] Richmond JC. Surgery for osteoarthritis of the knee. *Rheum Dis Clin North Am.* 2013;39(1):203-211.
- [31] Dejour H, Walch G, Deschamps G, et al. Arthrosis of the knee in chronic anterior laxity. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014; 100(1):49-58.
- [32] Ollivier M, Abdel MP, Parratte S, et al. Lateral unicondylar knee arthroplasty (UKA): Contemporary indications, surgical technique, and results. *Int Orthop.* 2014;38(2):449-455.
- [33] Pond M. Clinical Application of Total Knee Replacement. *Adv Small Animal Total Joint Replacement.* 2012:151-162.
- [34] Cotic M, Vogt S, Feucht MJ, et al. Prospective evaluation of a new plate fixator for valgus-producing medial open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014:1-10.
- [35] Olcott CW. Posterior Stabilized Total Knee Arthroplasty. *Arth Arthroplasty.* 2009:121.
- [36] Dyck BA, Zywi l MG, Mahomed A, et al. Associations between patient expectations of joint arthroplasty surgery and pre- and post-operative clinical status. *Exp Rev Med Dev.* 2014;11:403-415.
- [37] 曲铁兵, 曾纪洲, 林源, 等. 华北地区成人正常胫骨内侧平台后倾角的测量及临床意义[J]. *中华骨科杂志*, 2005, 23(8):455-458.
- [38] Berend ME, Small SR, Ritter MA, et al. The effects of bone resection depth and malalignment on strain in the proximal tibia after total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2010;25(2): 314-318.
- [39] Lustig S, Magnussen RA. Revision Total Knee Arthroplasty: Planning and Technical Considerations. *Surg Knee.* 2014: 291-304.
- [40] Cobb J, Pearle A. Unicompartmental Knee Arthroplasty: Robotics [M]. *Knee Surgery using Computer Assisted Surgery and Robotics.* Springer, 2013:95-104.
- [41] Bruzzone M, Ranawat A, Castoldi F, et al. The risk of direct peroneal nerve injury using the Ranawat "inside-out" lateral release technique in valgus total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2010;25(1):161-165.
- [42] 吕厚山, 关振鹏, 周殿阁, 等. 膝关节外翻畸形的人工全膝关节置换术[J]. *中华外科杂志*, 2005, 43(20):1305-1308.
- [43] Heesterbeek P, Keijsers N, Verdonshot N, et al. A805. ligament releases during total knee replacement do not increase postoperative varus-valgus laxity. *J Bone Joint Surg.* 2011;93(SUPP IV):463-464.
- [44] 王兴山, 翁习生, 林进, 等. 人工全膝关节置换术治疗终末期膝关节病变合并膝外翻畸形的手术技巧及临床疗效评价[J]. *中国修复外科重建杂志*, 2012, 26(5):513-517.
- [45] Park JH, Restrepo C, Norton R, et al. Common Peroneal Nerve Palsy Following Total Knee Arthroplasty: Prognostic Factors and Course of Recovery. *J Arthroplasty.* 2013;28(9): 1538-1542.