

应力位 X 射线片与单髁置换后膝关节对位对线的关系

李世超¹, 解光越¹, 孙振¹, 韩鹏¹, 侯晓华¹, 孙晓威², 张启栋²

https://doi.org/10.12307/2023.615

投稿日期: 2022-06-20

采用日期: 2022-07-27

修回日期: 2022-08-19

在线日期: 2022-08-25

中图分类号:

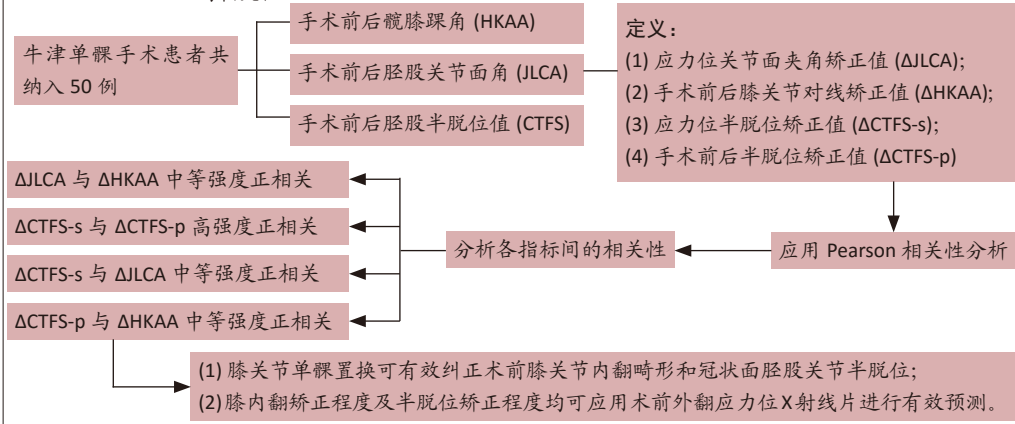
R459.9; R318; R687.4+2

文章编号:

2095-4344(2023)18-02910-05

文献标识码: B

文章快速阅读: 单髁置换前应力位 X 射线片上膝关节内翻畸形和半脱位矫正程度与置换后 X 射线片表现的相关性



文题释义:

膝关节对位对线: 借用骨折对位对线的定义, 将膝关节股骨与胫骨间的相互关系加以描述。①对位: 股骨与胫骨间的水平错位程度, 出现冠状面股股关节半脱位即代表对位不良。②对线: 股骨与胫骨间机械轴的夹角, 常见对线不良包括内翻与外翻, 而膝骨关节炎最常见的为内翻畸形, 即是内翻对线不良。

摘要

背景: 应力位 X 射线片对于单髁置换术中力线的矫正有一定参考价值, 但对于股股关节半脱位的矫正程度仍不明确, 且目前多数医疗机构并不重视这一术前检查。

目的: 研究置换前应力位 X 射线片上膝关节内翻畸形和半脱位的矫正程度与单髁置换后 X 射线片表现的相关性。

方法: 回顾性研究 2018 年 1 月至 2021 年 1 月牛津单髁手术患者共 37 例 50 膝, 观察其临床效果, 测量置换前下肢全长片、置换前外翻应力位片及置换后下肢全长片上的髌膝踝角、股股关节面角及冠状面股股半脱位值, 并分析各指标间的相关性。

结果与结论: ①应力位 X 射线片及置换后 X 射线片上, 髌膝踝角、股股关节面角及冠状面股股半脱位值均较置换前 X 射线片有所纠正, 差异有显著性意义 ($P < 0.05$)。②相关性分析发现, 应力位上股股关节面角矫正值与置换后髌膝踝角矫正值呈正相关 ($r=0.420, P < 0.05$), 应力位下冠状面股股半脱位矫正值与置换后冠状面股股半脱位矫正值呈正相关 ($r=0.754, P < 0.05$)。③因而, 膝关节单髁置换可纠正置换前膝关节内翻畸形和冠状面股股关节半脱位, 且矫正程度可应用置换前外翻应力位 X 射线片进行有效预测。

关键词: 单髁置换术; 外翻应力位 X 射线片; 冠状面股股关节半脱位; 膝关节骨关节炎; 相关性分析

Correlation of knee joint alignment correction between valgus stress and postoperative radiography after unicompartmental knee arthroplasty

Li Shichao¹, Xie Guangyue¹, Sun Zhen¹, Han Peng¹, Hou Xiaohua¹, Sun Xiaowei², Zhang Qidong²

¹Department of Orthopedics, Tangshan Gongren Hospital, Tangshan 063000, Hebei Province, China; ²Department of Orthopedics, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China

Li Shichao, Attending physician, Department of Orthopedics, Tangshan Gongren Hospital, Tangshan 063000, Hebei Province, China

Corresponding author: Zhang Qidong, MD, Associate chief physician, Department of Orthopedics, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China

Abstract

BACKGROUND: Stress radiographs had a certain reference value for the correction of the lower limb alignment in unicompartmental knee arthroplasty, but the extent of tibiofemoral subluxation correction was still unclear. In addition, most medical centers did not pay enough attention to this examination.

OBJECTIVE: To clarify the correlation between the degree of correction of knee varus deformity and subluxation on the stress radiographs and the X-ray appearance after unicompartmental knee arthroplasty.

¹河北省唐山市工人医院骨科, 河北省唐山市 063000; ²中日友好医院骨科, 北京市 100029

第一作者: 李世超, 男, 1981 年生, 河北省遵化市人, 满族, 2005 年河北医科大学毕业, 主治医师, 主要从事骨关节炎及关节置换方向的研究。

通讯作者: 张启栋, 博士, 副主任医师, 中日友好医院骨科, 北京市 100029

https://orcid.org/0000-0001-9336-1523 (李世超)

基金资助: 首都卫生发展科研专项 (2020-2-4067), 项目负责人: 张启栋; 河北省科技成果推广课题 (20221781), 项目负责人: 解光越

引用本文: 李世超, 解光越, 孙振, 韩鹏, 侯晓华, 孙晓威, 张启栋. 应力位 X 射线片与单髁置换后膝关节对位对线的关系 [J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(18):2910-2914.



METHODS: We retrospectively analyzed the patients who undertook unicompartmental knee arthroplasty from January 2018 to January 2021. Totally 37 patients with 50 knees were included. The clinical outcome, and the radiographic assessment including the hip-knee-ankle angle, joint line convergence angle and coronal tibiofemoral subluxation value were assessed on pre- and post-operative full-length radiographs, as well as preoperative valgus stress radiographs. The correlations in-between these factors were analyzed.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) Compared with preoperative radiographs, hip-knee-ankle angle, joint line convergence angle and coronal tibiofemoral subluxation were significantly corrected in valgus stress and postoperative radiographs ($P < 0.05$). (2) Pearson correlation analysis showed that the correction of joint line convergence angle on the valgus stress radiographs was positively correlated with the correction of hip-knee-ankle angle after unicompartmental knee arthroplasty ($r=0.420, P < 0.05$), while the correction of coronal tibiofemoral subluxation at valgus stress radiographs was also positively correlated with the correction of postoperative coronal tibiofemoral subluxation ($r=0.754, P < 0.05$). (3) Thus, unicompartmental knee arthroplasty can correct the varus deformity and coronal tibiofemoral joint subluxation of the knee joint, and the degree of correction can be effectively predicted by preoperative valgus stress radiographs.

Key words: unicompartmental knee arthroplasty; valgus stress radiograph; coronal tibiofemoral subluxation; knee osteoarthritis; correlation analysis

Funding: The Capital Health Development Scientific Research Project, No. 2020-2-4067 (to ZQD); Science and Technology Achievement Promotion Project of Hebei Province, No. 20221781 (to XGY)

How to cite this article: LI SC, XIE GY, SUN Z, HAN P, HOU XH, SUN XW, ZHANG QD. Correlation of knee joint alignment correction between valgus stress and postoperative radiography after unicompartmental knee arthroplasty. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2023;27(18):2910-2914.

0 引言 Introduction

膝关节单髁置换 (unicompartmental knee arthroplasty, UKA) 作为终末期膝关节关节炎常规手术方式之一, 因其疗效确切、创伤小、恢复快、并发症少等优势, 不断被广大矫形外科医生所接受, 手术量逐年增长^[1-5]。而手术适应证的选择一直是膝关节单髁置换成功的关键因素^[6]。既往研究认为术前外翻应力位 X 射线片在判断膝关节内侧副韧带张力和弹性上起着非常重要的作用, 可以在一定程度上预测膝关节单髁置换手术对膝关节内翻畸形 (对线) 的矫正能力^[7-9]。同时, 膝骨关节炎患者膝关节冠状面半脱位 (coronal tibiofemoral subluxation, CTFS) 十分常见, 可看做膝关节股骨与胫骨的对位程度^[10]。既往研究中发现 CTFS 与骨关节炎的发生、进展、治疗选择和预后均存在密切的关系^[10]。而近期一项研究显示, 术后残留 CTFS 会增加远期膝关节单髁置换失败的风险^[11]。但是, 术前应力位 X 射线片是否可以作为预测膝关节单髁置换后 CTFS 纠正程度的方法, 以及术前外翻应力位 X 射线片上 CTFS 的矫正程度与术后下肢力线的关系仍不明确, 且目前多数医疗机构并不重视这一术前检查。

该研究探讨术前应力位 X 射线片上膝关节内翻畸形和半脱位的矫正程度与术后 X 射线片表现的相关性。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性队列研究, 未采用盲法。研究中手术前后临床指标及影像学指标的比较采用配对 t 检验, 而各影像学指标间的相关性分析采用 Pearson 相关性检验。

1.2 时间及地点 资料收集于 2022 年 1-4 月唐山市工人医院骨一科。

1.3 对象

1.3.1 纳入与排除标准

纳入标准: ①膝关节内侧间室骨关节炎; ②外侧间室无疼痛及压痛; ③膝关节内翻畸形 $< 15^\circ$; ④屈曲挛缩畸形 $< 15^\circ$; ⑤膝关节周围韧带功能良好。

排除标准: ①关节炎累及外侧间室或髌股关节; ②炎性关节病; ③自发性骨坏死; ④膝关节局部或全身有感染病灶。

1.3.2 一般资料 回顾性分析了 2018 年 1 月至 2021 年 1 月

唐山市工人医院骨一科连续收治的行牛津活动衬垫膝关节单髁置换患者, 共纳入 37 例, 行膝关节单髁置换 50 膝。该研究通过了唐山市工人医院伦理委员会批准 (伦理批号: 2021-35-k21), 符合赫尔辛基宣言。由于该研究为回顾性队列研究, 仅采集患者部分临床资料, 不干预患者治疗方案, 不会对患者生理带来风险, 经申请免除知情同意。

1.4 材料 内植物介绍见表 1。

表 1 | 植入物的材料学特征

Table 1 | Material characteristics of the implants

指标	详细介绍
生产厂家 型号	捷迈 (上海) 医疗国际贸易有限公司 牛津三代膝关节单髁假体 (Oxford Phase III unicompartmental Knee prosthesis)
批准号 性能结构	国械注进 20173460347 该系统由股骨部件、胫骨部件和衬垫部件组成。其中股骨部件和胫骨部件材料采用符合 ISO5832-4 标准的铸造钴铬钼合金; 衬垫部件材料采用符合 ISO5834-2 标准的超高分子量聚乙烯材料制成, 其内带有符合 ISO5832-3 标准的 Ti6Al4V 钛合金和符合 ISO13782 的纯钽材料显影。灭菌包装
材质 适应证	钴铬钼合金, 超高分子量聚乙烯, 钛合金 (1) 骨关节炎、外伤性关节炎; (2) 既往关节置换术失败; (3) 内翻、外翻或外伤性变形的矫正; (4) 成功的骨切开术和关节固定术的矫正或修复
生物相容性 (植入物 对人体细胞、组织的 影响)	钴铬钼合金有良好的组织相容性, 无毒性、无热源反应、不致畸、不致癌、不引起过敏反应或干扰机体的免疫机制、不破坏临近组织, 也不发生材料表面的钙化沉积等
产品标注的不良反 应	(1) 可能出现末梢神经疾病、异位骨形成及 / 或组织学反应, 具有或不具有临床意义; (2) 对金属或其他移植物材料少见的患者敏感反应可导致移植物拆除; (3) 感染导致重建术失败; (4) 金属或聚乙烯假体或关节移植物的颗粒磨损及脱色可能会存在于附近的组织或液体中。据报道磨损碎屑会诱导细胞作用, 导致骨溶解或移植物松动; (5) 在任何两个假体界面之间可能发生磨损或裂缝侵蚀

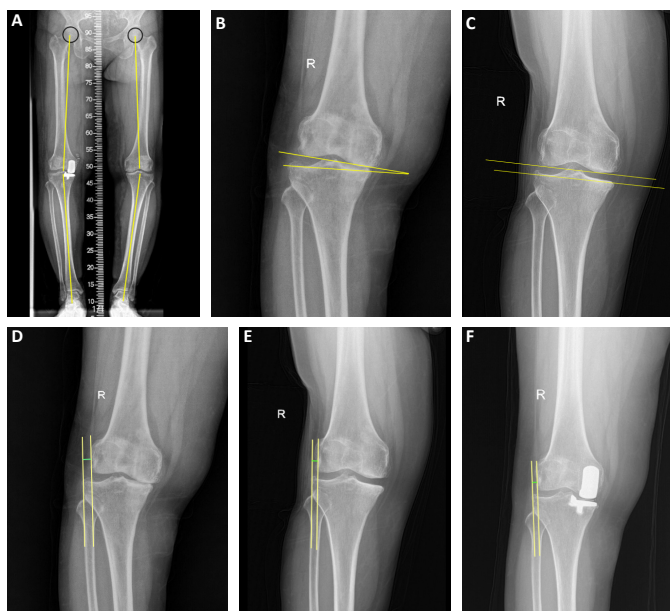
1.5 方法 所有膝关节单髁置换手术均由同一组医师进行, 依据牛津活动衬垫膝关节单髁置换手术手册介绍的标准方法进行手术。膝关节经髌骨内侧切口入路, 去除内侧间室周围骨赘。首先安装胫骨截骨导向器, 截骨水平应位于胫骨平台软骨磨损最深区域下 2.0-3.0 mm, 避免损伤内侧副韧带止点, 完成后移除胫骨平台骨片。插入髓内定位杆, 链接并安装钻孔导向器, 钻孔后插入股骨后髁截骨导向器, 截除股骨后髁, 安装股骨单柱试模测量伸直间隙紧张度, 然后应用合适的股

骨磨锉磨除股骨远端，以平衡屈伸间隙。反复测试及平衡后，再进行胫骨开槽，充分冲洗后植入假体。

1.6 主要观察指标

1.6.1 临床指标 患者的临床结果评价采用美国膝关节学会评分 (knee society score, KSS)，该评分包括膝关节临床评分和功能评分 2 部分，满分均为 100 分。患者在术前，术后 1, 3 个月和 1, 3 年各进行一次门诊或电话随访，统计了术前及末次随访的结果。

1.6.2 影像学指标 在术前和术后 5 d 内，对患者进行 X 射线片检查，术前检查包括膝关节正侧轴位、内外翻应力位和下肢全长位。在术前下肢负重全长位 X 射线片上，测量髌膝踝角 (hip-knee-ankle angle, HKAA)，测量股骨髁切线与胫骨平台切线的夹角即股胫关节面角 (joint line convergence angle, JLCA)。同时，依据 OGAWA 等^[12]提出的方法，分别以股骨外侧髁、胫骨平台外侧关节面做地面的垂线，此 2 条平行线间的距离作为 CTFS 值。同时，以同样的方法在术前外翻应力位 X 射线片上测量 JLCA 和 CTFS，见图 1。需要指出的是，在应力位 X 射线片上测量 CTFS 时，需依据全长片上的垂线与胫骨平台关节面夹角来确定应力位上的切线方向，并据此测量 CTFS 值。术后 5 d 内复查 X 射线片，并在术后下肢全长 X 射线片上再次测量 HKAA、JLCA 和 CTFS。作者定义： $\Delta JLCA$ 为应力位上 JLCA 与术前全长片 JLCA 的差值，代表应力位对膝关节对线矫正的预测值； $\Delta HKAA$ 为术前术后 HKAA 的差值，代表手术前后膝关节对线矫正程度； $\Delta CTFS-s$ 为应力位上 CTFS 与术前全长片 CTFS 的差值，代表应力位对膝关节对位的预测值， $\Delta CTFS-p$ 为术后 X 射线片上 CTFS 与术前全长片 CTFS 的差值，代表手术前后膝关节对位的矫正程度。



图注：图 A 为术前及术后髌膝踝角；B 为术前股胫关节面角；C 为应力位股胫关节面角；D 为术前膝关节冠状面半脱位值；E 为应力位冠状面半脱位值；F 为术后冠状面半脱位值

图 1 | 各影像学指标测量示意图

Figure 1 | Measurements of the radiographic indexes

1.7 统计学分析 样本量计算应用 G.Power 3.1 软件，以 I 类错误 (α) 为 0.05，检验效力 ($1-\beta$) 为 0.80 进行计算，为检验中等相关性 ($\rho=0.4$)，最小样本量应为 44 例。统计分析应用 SPSS 26.0 统计软件，计量数据采用 $\bar{x}\pm s$ 表示，应用配对样本 *t* 检验比较术前与术后临床及影像学指标；应用 Pearson 相关性分析评估 $\Delta JLCA$ 、 $\Delta HKAA$ 、 $\Delta CTFS-s$ 及 $\Delta CTFS-p$ 相互间的相关性，以判断各指标是否可用于膝关节单髁置换术前预测术后膝关节对位对线的矫正， $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。文章统计学方法已经通过中日友好医院生物统计学专家审核。

2 结果 Results

2.1 患者基本资料 共纳入 37 例患者，行膝关节单髁置换 50 膝，男 9 例，女 28 例；年龄 54–85 岁，平均年龄 (68.84±6.92) 岁；平均病程 (6.92±4.18) 年；其中 13 例患者行双侧膝关节单髁置换，24 例行单侧膝关节单髁置换。

2.2 试验流程图 见图 2。

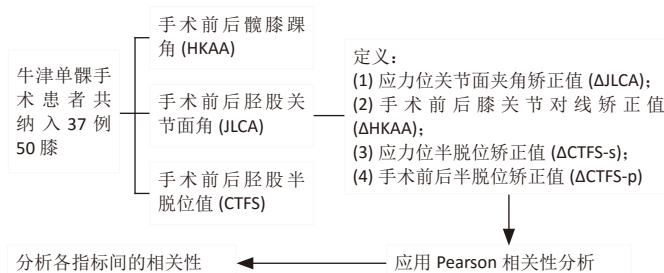


图 2 | 试验流程图

Figure 2 | Trial flow chart

2.3 临床效果评价 50 膝手术均顺利完成，平均随访时间为 (28.51±11.33) 个月 (13–46 个月)，至末次随访无翻修病例，无明显术后并发症。术前 KSS 临床评分为 (57.42±7.83) 分、功能评分为 (53.70±9.94)，末次随访时 KSS 临床评分为 (91.38±4.83) 分、功能评分为 (92.20±6.06) 分，手术前后差异均有显著性意义 ($P < 0.05$)。

2.4 影像学结果评价

2.4.1 膝关节对线指标 患者外翻应力位片上的 JLCA 均较全长片有所减小，差异有显著性意义 ($P < 0.05$)，提示患者术前外翻应力下内翻畸形可被矫正。而术后 HKAA 均较术前增加，差异有显著性意义 ($P < 0.05$)，提示膝关节内翻在膝关节单髁置换后均可得到矫正。

2.4.2 膝关节对位指标 纳入患者外翻应力位片上的 CTFS 较术前明显减小，差异有显著性意义 ($P < 0.05$)，提示膝关节冠状面半脱位可在外翻应力下被纠正。而术后 CTFS 较术前减小，差异有显著性意义 ($P < 0.05$)，提示膝关节单髁置换可矫正术前存在的冠状面对位不良，见表 2。

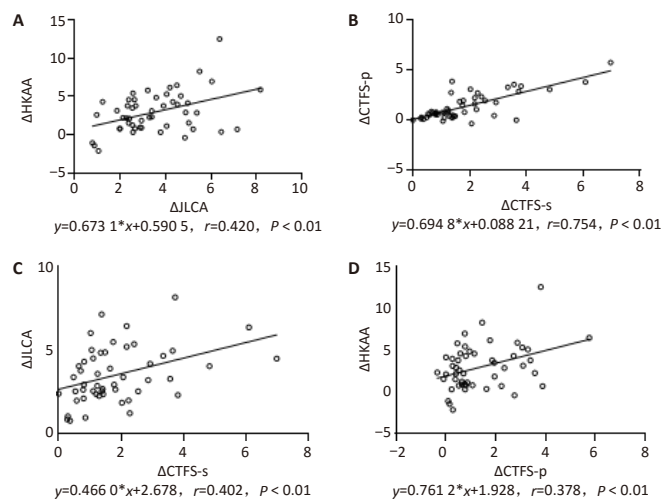
2.5 HKAA、JLCA、CTFS 矫正值相关性分析 Pearson 相关性分析显示，外翻应力位下关节面夹角矫正值 $\Delta JLCA$ 与术后膝关节对线矫正值 $\Delta HKAA$ 呈中等强度正相关 ($r=0.420$, $P < 0.01$)，提示应力位可预测膝关节单髁置换术后膝关节对线矫正程度。应力位下 CTFS 矫正值 $\Delta CTFS-s$ 与术后 CTFS 矫正值 $\Delta CTFS-p$ 呈

表 2 | 膝关节单髁置换患者下肢对线对位的影像学指标 (n=50)
Table 2 | Radiographic measurements of the alignment of the lower limbs in patients undertaken unicompartmental knee arthroplasty

指标	角度(̄±s, °)	P 值
对线指标		
HKAA		
术前平片	172.22±4.10	
术后平片	175.19±2.86	< 0.001(与术前平片比较)
Δ HKAA	2.97±2.67	
JLCA		
术前平片	4.06±1.59	
术前应力位片	0.52±1.33	< 0.001(与术前平片比较)
Δ JLCA	3.54±1.67	
对位指标		
CTFS		
术前平片	4.83±1.98	
术前应力位片	2.98±1.61	< 0.001(与术前平片比较)
Δ CTFS-s	1.85±1.43	
术后平片	3.46±1.41	< 0.001(与术前平片比较)
Δ CTFS-p	1.37±1.32	

表注: HKAA 为髌膝踝角, ΔHKAA 为术前术后 HKAA 差值; JLCA 为胫股关节角, ΔJLCA 为术前应力位上 JLCA 与术前全长片 JLCA 的差值; CTFS 为膝关节冠状面半脱位值, ΔCTFS-s 为术前应力位上 CTFS 与术前全长片 CTFS 的差值, ΔCTFS-p 为术后 X 射线片上 CTFS 与术前全长片 CTFS 的差值

高强度正相关 ($r=0.754, P < 0.01$), 提示应力位可预测膝关节单髁置换后膝关节对位矫正程度。同时, ΔCTFS-s 与 ΔJLCA 呈正相关 ($r=0.402, P < 0.01$), 提示应力位上膝关节对位与对线的矫正程度具有中度相关性。ΔCTFS-p 与 ΔHKAA 呈正相关 ($r=0.378, P < 0.01$), 提示术后膝关节对位与对线矫正程度亦具有中度相关性, 见图 3, 而包括 HKAA、JLCA 及 CTFS 在内的各影像学指标与手术前后 KSS 评分并无相关性 ($P > 0.05$)。



图注: 图 A 显示应力位下关节面夹角矫正值 (ΔJLCA) 与术后膝关节对线矫正值 (ΔHKAA) 呈中等强度正相关; B 显示应力位下半脱位矫正值 (ΔCTFS-s) 与术后半脱位矫正值 (ΔCTFS-p) 呈高强度正相关; C 显示应力位下半脱位矫正值 (ΔCTFS-s) 与关节面夹角矫正值 (ΔJLCA) 呈中等强度正相关; D 显示术后半脱位矫正值 (ΔCTFS-p) 与术后膝关节对线矫正值 (ΔHKAA) 呈中等强度正相关

图 3 | 各影像学参数相关性散点图

Figure 3 | Scatter diagrams of the correlation of radiographic parameters

2.6 生物相容性 单髁置换手术所应用的金属及超高分子量聚乙烯等材料均具有良好的生物相容性, 所有患者均未发生内植物感染、过敏反应及免疫排斥反应等。

3 讨论 Discussion

膝关节关节炎是导致中老年人行动不便的最常见原因之一, 在病程中晚期常出现膝关节内翻畸形和冠状面半脱位, 药物及保守治疗效果不佳, 需通过接受关节置换或矫形手术来调整力线, 以达到缓解疼痛、改善功能的目的^[13-15]。随着矫形外科手术技术和器械的不断进步, 膝关节单髁置换以其确切的疗效、极小的创伤和极低的并发症率, 近年来手术数量不断增长^[6, 16-17]。但由于膝关节单髁置换只处理退变磨损的内侧关节间室, 并不处理外侧间室及髌股关节, 因而, 在 CTFS 的矫正及是否可进行术前预测上, 研究仍十分有限。该研究结果发现, 膝关节单髁置换可有效矫正膝关节内翻畸形 (对线不良) 及冠状面半脱位 (对位不良), 而术前拍摄外翻应力位 X 射线片可有效预测对线及对位畸形的矫正程度。

牛津活动衬垫膝关节单髁置换的手术指征选择常决定了手术效果^[18-19], 牛津膝关节单髁置换操作手册建议术前常规拍摄外翻应力位 X 射线片, 以判断内侧副韧带张力及外侧间室的软骨厚度。既往研究显示, 外翻应力位可矫正的膝关节内翻畸形, 在膝关节单髁置换术中亦可得到有效的矫正, 且矫正程度有明确的相关性^[8-9, 20]。而此研究再次证明, 术前应力位 X 射线片上 JLCA 的矫正程度与膝关节单髁置换后 HKAA 矫正程度呈中等强度正相关, 这一发现与 ZHANG 等^[20]的研究结果一致。同时, 该研究另一重要的发现是, 术前的 CTFS 在术后可以得到矫正, 且矫正程度与术前应力位片上的矫正程度呈高度正相关。

CTFS 是膝关节关节炎治疗中常面临的问题, 有研究表明, CTFS 与术前膝关节疼痛、活动障碍、关节不稳定等密切相关, 且与单髁置换后的不明原因膝关节炎等相关^[13, 21-26]。由于 CTFS 常造成外侧髌与胫骨髌间嵴的撞击, 可能是髌前疼痛的原因, 因此伴随 CTFS 是否适合行单髁置换 (膝关节单髁置换) 是近年来研究的热点之一^[21, 25, 27-28]。BOETTNER 等^[27]观察了 84 例伴随 CTFS 的膝关节 MR 影像, 认为髌间嵴与外侧髌的撞击并不会造成外侧间室负重区的软骨磨损, 因而不会引发疼痛, 也不能将其视作膝关节单髁置换的禁忌证。而 NAM 等^[21]研究发现膝关节单髁置换可以将术前 CTFS 矫正到正常范围。与其结果相似, 该研究亦发现膝关节单髁置换后患者 CTFS 较术前均可得到明显纠正。而近期 KAMENAGA 等^[11]报道了 201 例接受膝关节单髁置换患者的术后 5 年随访, 发现仅有 15 例未得到纠正, 但这 15 例术后仍存在 CTFS 的患者中, 应力位上 CTFS 的纠正率仅有 33%, 远低于可纠正组的 83.3%, 因此认为术前应力位对 CTFS 的矫正有良好的预测能力。而该研究发现, 应力位上 CTFS 的矫正程度与术后矫正程度呈高强度正相关, 从另一个方面证实了应力位 X 射线片预测 CTFS 的有效性。

目前关于 CTFS 的发生机制研究并不多且仍存在争议, 较为认可的理论是由于膝关节外侧韧带结构较内侧松弛, 且在膝关节关节炎发生时多伴内翻畸形, 因下肢力线偏向内侧, 导致股骨相对于胫骨向内侧倾斜, 当胫骨平台内侧髌骨密度

较高时, 股骨髁难以磨损胫骨内侧平台导致缺损, 因而转变为向内侧的滑移^[25-26]。此时内侧副韧带更加松弛, 为了保持膝关节稳定, 股骨内侧髁会出现大量骨赘, 形成“帐篷”效应以帮助膝关节稳定。同时, 滑移会造成股骨外侧髁内侧面与髁间嵴的撞击, 而阻止了其进一步发展, 因此在一定程度上是自限性的^[14, 27]。而不论是应力位或膝关节单髁置换术中, 当膝关节内翻畸形纠正时, 内侧副韧带张力的增加可以使股骨髁向外侧滑移, 这可能是 CTFS 同样可以得到纠正的原因。该研究中, 不论是在应力位 X 射线片上或手术前后的比较, CTFS 矫正程度与内翻畸形矫正程度均有中等强度的相关性, 也在一定程度上证实了这一可能的机制。

该研究存在的局限性: ①力线或 CTFS 的纠正均与术后临床评分无明显相关性。但由于样本量较少, 且目前关于 CTFS 正常值争议较大, 因而并未对患者进行分组, 无法证实是否伴随 CTFS 对膝关节单髁置换效果的影响。② CTFS 的测量方法尚不统一^[29], NAM 等^[21] 和 ISHII 等^[13] 以髁间窝顶点和胫骨轴线作为骨性测量标记, 而 KIM 等^[30], SPRINGER 等^[25] 和 OGAWA 等^[12] 以外侧平台及股骨外上髁为骨性测量标记。为了减少 X 射线片上由于下肢旋转造成的测量误差, 该研究依据 AKAMATSU 等^[31] 的建议, 应用股骨外上髁和胫骨平台外侧关节面与地面的垂线作为测量标志, 虽在一定程度上减少了测量误差, 但准确性仍略显不足。因而, 缺乏公认的测量标准也是该研究的局限性之一。③在样本量进行计算时, 检验效力 (1-β) 设置为 0.80, 样本量至少应为 44 例。经过事后计算 (post-hoc test), 50 例样本量的检验效力为 0.86, 出现二类错误的可能性仍较高, 是该研究局限性之一。

综上, 膝关节单髁置换可纠正术前膝关节内翻畸形和冠状面胫股关节半脱位, 且矫正程度可应用术前外翻应力位 X 射线片进行有效预测。

作者贡献: 李世超设计该试验并撰写论文, 解光越、孙振、韩鹏协助收集数据, 侯晓华完成手术并校审修改, 孙晓威统计学计算及校审, 张启栋、孙晓威进行试验设计及文章校审修改。

利益冲突: 文章的全部作者声明, 在课题研究和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让: 文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范: 该文章撰写遵守国际医学期刊编辑委员会《观察性临床研究报告指南》(STROBE 指南); 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次文字和图表查重; 文章经小同行外审专家双盲审稿, 同行评议认为文章符合期刊发表稿宗旨。

4 参考文献 References

[1] CAMPI S, PATALIA GF, ESPOSITO C, et al. Unicompartmental Knee Replacement in Obese Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2021; 10(16):3594.
[2] DEMEY G, MÜLLER JH, LIEBENSTEINER M, et al. Insufficient evidence to confirm benefits of custom partial knee arthroplasty: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021 Nov 18. doi: 10.1007/s00167-021-06766-7. Online ahead of print.

[3] KYRIAKIDIS T, ASOPA V, BAUMS M, et al. Unicompartmental knee arthroplasty in patients under the age of 60 years provides excellent clinical outcomes and 10-year implant survival: a systematic review : A study performed by the Early Osteoarthritis group of ESSKA-European Knee Associates section. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022 Jun 28. doi: 10.1007/s00167-022-07029-9. Online ahead of print.
[4] RADHAKRISHNAN GT, MAGAN A, KAYANI B, et al. Return to Sport After Unicompartmental Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sports Med*. 2022;10(3):23259671221079285.
[5] SERSHON RA, FRICKA KB, HAMILTON WG, et al. Early Results of a Randomized Controlled Trial of Partial Versus Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2022; 37(6S):S94-S97.
[6] SUN X, LIU P, LU F, et al. Bearing dislocation of mobile bearing unicompartmental knee arthroplasty in East Asian countries: a systematic review with meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2021;16(1):28.
[7] 马尚, 王上增. 单室膝骨关节炎单髁与全膝置换术短期效果比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(15):1359-1363.
[8] 文涛, 薛华明, 马童. 应力位片结合关节镜探查在单髁置换术中的应用 [J]. 生物骨科材料与临床研究, 2017, 14(5):18-21.
[9] 张启栋, 郭万首, 岳聚安. 术前外翻应力位 X 线片预测 Oxford 单髁关节置换术后下肢力线变化的临床研究 [J]. 中国骨与关节杂志, 2016, 5(10):747-751.
[10] 王浩浩, 张民, 席刚. 膝关节冠状位半脱位研究进展 [J]. 中华关节外科杂志 (电子版), 2020, 14(6):747-751.
[11] KAMENAGA T, HIRANAKA T, HIDA Y, et al. Lateral osteoarthritis progression is associated with a postoperative residual tibiofemoral subluxation in Oxford UKA. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021 Sep 13. doi: 10.1007/s00167-021-06729-y.
[12] OGAWA H, MATSUMOTO K, AKIYAMA H. Coronal tibiofemoral subluxation is correlated to correction angle in medial opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26(11):3482-3490.
[13] ISHII Y, NOGUCHI H, SATO J, et al. Association between bone mineral density distribution and various radiographic parameters in patients with advanced medial osteoarthritis of the knee. *J Orthop Sci*. 2019;24(4):686-692.
[14] SIRIWANARANGSUN P, CHEN KC, FINKENSTAEDT T, et al. Patterns of cartilage degeneration in knees with medial tibiofemoral offset. *Skeletal Radiol*. 2019; 48(6):931-937.
[15] CERVERI P, BELFATTO A, MANZOTTI A. Predicting Knee Joint Instability Using a Tibio-Femoral Statistical Shape Model. *Front Bioeng Biotechnol*. 2020;8:253.
[16] SUN XW, LU FF, ZOU K, et al. Does new instrument for Oxford unicompartmental knee arthroplasty improve short-term clinical outcome and component alignment? A meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2020;15(1):386.
[17] 孙晓威, 张启栋, 王卫国. 运动对线单髁膝置换的临床与影像研究 [J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(3):198-202.
[18] 孙晓威, 柳昌全, 黄诚. 胫骨后倾角的变化与牛津活动衬垫单髁置换术中间隙压力及术后膝关节活动度的关系 [J]. 中华医学杂志, 2022, 102(25):1904-1909.
[19] 张启栋, 王卫国, 郭万首. 如何实现 Oxford 单髁置换的准确截骨和术后稳定 [J]. 生物骨科材料与临床研究, 2022, 19(1):1-5.
[20] ZHANG Q, YUE J, WANG W, et al. FTF change under valgus stress force radiography is useful for evaluating the correctability of intra-articular varus deformity in UKA. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2018;138(7):1003-1009.
[21] NAM D, KHAMAISY S, GLADNICK BP, et al. Is tibiofemoral subluxation correctable in unicompartmental knee arthroplasty? *J Arthroplasty*. 2013;28(9):1575-1579.
[22] KHAMAISY S, NAM D, THEIN R, et al. Limb alignment, subluxation, and bone density relationship in the osteoarthritic varus knee. *J Knee Surg*. 2015;28(3):207-212.
[23] SCHADLER P, KASPAREK M, BOETTNER F, et al. Coronal tibiofemoral subluxation is not an independent risk factor for total knee arthroplasty in patients with moderate to severe varus-osteoarthritis: data from the “Osteoarthritis Initiative”. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2017;137(10):1423-1428.
[24] KHAMAISY S, ZUIDERBAAN HA, THEIN R, et al. Coronal tibiofemoral subluxation in knee osteoarthritis. *Skeletal Radiol*. 2016;45(1):57-61.
[25] SPRINGER B, WALDSTEIN W, BECHLER U, et al. The Functional Status of the ACL in Varus OA of the Knee: The Association With Varus Deformity and Coronal Tibiofemoral Subluxation. *J Arthroplasty*. 2021;36(2):501-506.
[26] WANG D, WILLINGER L, ATHWAL KK, et al. Knee Joint Line Obliquity Causes Tibiofemoral Subluxation That Alters Contact Areas and Meniscal Loading. *Am J Sports Med*. 2021;49(9):2351-2360.
[27] BOETTNER F, SPRINGER B, WINDHAGER R, et al. The tibial spine sign does not indicate cartilage damage in the central area of the distal lateral femoral condyle. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(8):2592-2597.
[28] BUYUKKUSCU MO, MISIR A, KIRAT A, et al. Tibiofemoral subluxation in the coronal plane does not affect WOMAC and KOOS after total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021;29(3):914-920.
[29] GREIF DN, EPSTEIN AL, HODGENS BH, et al. Current Measurement Strategies of Coronal Tibiofemoral Subluxation: A Systematic Review of Literature. *AJR Am J Roentgenol*. 2021;216(5):1183-1192.
[30] KIM YT, CHOI JY, LEE JK, et al. Coronal tibiofemoral subluxation is a risk factor for postoperative overcorrection in high tibial osteotomy. *Knee*. 2019;26(4):832-837.
[31] AKAMATSU Y, OHNO S, KOBAYASHI H, et al. Coronal subluxation of the proximal tibia relative to the distal femur after opening wedge high tibial osteotomy. *Knee*. 2017;24(1):70-75.

(责任编辑: MZH, ZN, ZH)