

单髁置换优于开式胫骨高位截骨：力学参数及膝关节功能的差异

<https://doi.org/10.12307/2021.263>

林晓东, 刘文刚, 许学猛, 刘欣, 卢超, 宋敏, 李聪聪

投稿日期: 2020-11-19

送审日期: 2020-11-21

采用日期: 2021-01-07

在线日期: 2021-03-19

中图分类号:

R459.9; R318; R687

文章编号:

2095-4344(2021)30-04793-06

文献标识码: A

文章快速阅读:

文章特点一

△通过不同时期的随访,发现术后1个月的膝关节功能方面,单髁置换优于胫骨高位截骨;但两者在2年左右的末次随访时疗效相似,均可达到满意的临床效果。

△力学参数的对比上,胫骨高位截骨容易导致术后髌骨低位及胫骨后倾角增大,从而改变膝关节的力学结构;而单髁置换后髌骨位置相对恒定,胫骨后倾角较术前减小,更接近理想的胫骨后倾角角度。

对象分组

- (1) 接受开式胫骨高位截骨治疗的有单内间室病变的内翻膝关节炎患者53例;
- (2) 接受牛津单髁置换治疗的有单内间室病变的内翻膝关节炎患者61例。

观察指标

- (1) 术前、术后1个月及末次随访采用美国特种外科医院评分评估膝关节功能;
- (2) 拍摄术前、术后下肢全长站立位X射线片及膝关节正侧位X射线片,测量髌-膝-踝角、胫骨后倾角及髌骨高度。

结论

- (1) 术后1个月的美国特种外科医院评分,单髁置换优于胫骨高位截骨;但末次随访两组无明显差异。
- (2) 胫骨高位截骨后容易出现髌骨低位及胫骨后倾角的增大;单髁置换后髌骨高度无明显变化,但胫骨后倾角出现明显减小。

文题释义:

单髁置换: 常用于膝关节内侧间室的置换,为保膝手术,置换过程中保留了膝关节的韧带功能,最大限度地保留膝关节的本体感觉,且具有手术创伤小、恢复快的特点。

力学参数: 此文观察的力学参数包括胫骨后倾角、髌骨高度及髌-膝-踝角。胫骨后倾角用以描述膝关节胫骨平台的矢状位形态,其大小代表胫骨平台的陡峭或平缓程度;髌-膝-踝角表示膝关节内、外翻程度;髌骨高度是髌骨相对于胫骨上端或股骨远端的距离。

摘要

背景: 虽然胫骨高位截骨与单髁置换常被用于治疗单间室病变的内翻膝关节炎,但两者术后不同时期的膝关节功能是否存在差异,术前、术后的影像学参数是否有变化,仍需进一步的临床研究。

目的: 比较单髁置换与开式胫骨高位截骨治疗单间室病变的内翻膝关节炎的早期临床疗效及膝关节影像学参数的差异。

方法: 回顾性分析126例有单间室病变的内翻膝关节炎患者的病历资料,其中60例接受开式胫骨高位截骨治疗,66例接受单髁置换治疗。采用美国特种外科医院评估两组患者术前、术后1个月及末次随访的膝关节功能;分别拍摄术前、术后下肢全长站立位X射线片及膝关节正侧位X射线片,测量患者术后髌-膝-踝角、胫骨后倾角、髌骨高度,对比术前、术后两组患者膝关节相关参数的差异。

结果与结论: ①结果共纳入53例胫骨高位截骨患者和61例单髁置换患者,总体随访时长(26.29±3.84)个月;②术后1个月,单髁置换组的美国特种外科医院评分高于胫骨高位截骨组($P < 0.05$);但末次随访时,两组间美国特种外科医院评分相比差异无显著性意义($P > 0.05$);③与同组术前相比,胫骨高位截骨组的髌-膝-踝角、胫骨后倾角均增大($P < 0.05$),但髌骨高度值减小($P < 0.05$);与同组术前相比,单髁置换组的髌-膝-踝角增大($P < 0.05$),胫骨后倾角减小($P < 0.05$),髌骨高度值增大,但差异无显著性意义($P > 0.05$);④总体髌-膝-踝角由术前(-5.68±3.48)°增大至术后(0.69±0.69)°;两组间术前髌-膝-踝角、胫骨后倾角、髌骨高度值相比,差异均无显著性意义($P > 0.05$);两组间术后髌-膝-踝角、胫骨后倾角、髌骨高度值及Δ髌-膝-踝角(术后-术前)、Δ胫骨后倾角(术后-术前)、Δ髌骨高度(术后-术前)相比,差异均有显著性意义($P < 0.05$);⑤提示胫骨高位截骨和单髁置换患者在末次随访时均获得满意的效果,但术后1个月的膝关节功能评分方面,单髁置换组表现更优;相比之下,胫骨高位截骨容易出现术后髌骨低位以及胫骨后倾角增大;单髁置换术后髌骨高度未见明显改变,但胫骨后倾角出现明显的减小。

关键词: 膝关节炎; 胫骨高位截骨; 单髁置换; 胫骨后倾角; 髌骨高度

缩略语: 胫骨高位截骨: high tibial osteotomy, HTO; 美国特种外科医院: Hospital for Special Surgery, HSS

Unicompartmental knee arthroplasty superior to open-wedge high tibial osteotomy: differences of mechanical parameters and knee function

Lin Xiaodong, Liu Wengang, Xu Xuemeng, Liu Xin, Lu Chao, Song Min, Li Congcong

Guangdong Second Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510095, Guangdong Province, China; Lin Xiaodong, Master, Physician, Guangdong Second Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510095, Guangdong Province, China

广州中医药大学附属广东省第二中医院, 广东省广州市 510095

第一作者: 林晓东, 男, 1993年生, 2020年广州中医药大学毕业, 硕士, 医师, 主要从事关节外科方面的研究。

通讯作者: 刘文刚, 博士, 主任医师, 广州中医药大学附属广东省第二中医院, 广东省广州市 510095

<https://orcid.org/0000-0002-3482-1742> (林晓东)

基金资助: 广东省中医药局科研项目(20183001), 负责人: 刘文刚; 广东省中医药局科研项目(20191021), 负责人: 卢超; 广州市科技计划项目(202002030204), 负责人: 刘文刚

引用本文: 林晓东, 刘文刚, 许学猛, 刘欣, 卢超, 宋敏, 李聪聪. 单髁置换优于开式胫骨高位截骨: 力学参数及膝关节功能的差异[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(30):4793-4798.



Corresponding author: Liu Wengang, MD, Chief physician, Guangdong Second Hospital of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510095, Guangdong Province, China

Abstract

BACKGROUND: Although high tibial osteotomy and unicompartmental knee arthroplasty are often used to treat unicompartmental knee osteoarthritis with varus deformity, whether there are differences in knee function at different postoperative periods and whether there are changes in knee parameters on preoperative and postoperative imaging still need further clinical study.
OBJECTIVE: To compare the early clinical efficacy and the differences in knee imaging-related parameters of unicompartmental knee arthroplasty and open-wedge high tibial osteotomy in the treatment of unicompartmental knee osteoarthritis with varus deformity.
METHODS: The medical record data of 126 patients with unicompartmental knee osteoarthritis with varus deformity were retrospectively analyzed, including 60 patients undergoing open-wedge high tibial osteotomy and 66 patients undergoing unicompartmental knee arthroplasty with varus deformity. The Hospital for Special Surgery knee score was used to assess knee function preoperatively, 1 month postoperatively and the late follow-up between the two groups. Long-leg full-weight-bearing radiograph and anteroposterior and lateral radiograph of knee were taken before and after operation. The postoperative hip-knee-ankle angle, tibial posterior slope and patellar height were measured. The differences in the relevant imaging parameters of knee joint were compared between the two groups before and after operation.
RESULTS AND CONCLUSION: (1) A total of 53 knees with high tibial osteotomy and 61 knees with unicompartmental knee arthroplasty were included in this study. The overall follow-up time was (26.29±3.84) months. (2) The Hospital for Special Surgery scores were higher in the unicompartmental knee arthroplasty group than those in the high tibial osteotomy group ($P < 0.05$). At the last follow-up, there was no significant difference in Hospital for Special Surgery scores between the two groups ($P > 0.05$). (3) Compared with preoperative data in the same group, the hip-knee-ankle angle and tibial posterior slope increased ($P < 0.05$), but patellar height decreased ($P < 0.05$) in the high tibial osteotomy group. Compared with preoperative data in the same group, hip-knee-ankle angle increased ($P < 0.05$), but tibial posterior slope decreased ($P < 0.05$), patellar height increased in the unicompartmental knee arthroplasty group, but the difference was not significantly different ($P > 0.05$). (4) Total hip-knee-ankle angle increased from (-5.68±3.48)° preoperatively to (0.69±0.69)° postoperatively. No significant difference was detected in hip-knee-ankle angle, tibial posterior slope and patellar height between the two groups before operation ($P > 0.05$). Significant differences were found in hip-knee-ankle angle, tibial posterior slope, patellar height, Δ hip-knee-ankle angle (postoperation-preoperation), Δ tibial posterior slope (postoperation-preoperation) and Δ patellar height (postoperation-preoperation) between the two groups after operation ($P < 0.05$). (5) It is concluded that the two groups of patients obtained satisfactory results in the late follow-up. However, the patients in the unicompartmental knee arthroplasty group had better knee function scores 1 month after surgery compared with the high tibial osteotomy group. In contrast, the high tibial osteotomy group was prone to postoperative patellar baja and increased posterior tibial slope. In the unicompartmental knee arthroplasty group, the patellar height did not change significantly after surgery, but the posterior tibial slope showed a significant decrease.
Key words: knee osteoarthritis; high tibial osteotomy; unicompartmental knee arthroplasty; tibial posterior slope; patellar height

Funding: the Scientific Research Project of Guangdong Bureau of Traditional Chinese Medicine, No. 20183001 (to LWG), No. 20191021 (to LC); the Science and Technology Project of Guangzhou, No. 202002030204 (to LWG)
How to cite this article: LIN XD, LIU WG, XU XM, LIU X, LU C, SONG M, LI CC. Unicompartmental knee arthroplasty superior to open-wedge high tibial osteotomy: differences of mechanical parameters and knee function. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu.* 2021;25(30):4793-4798.

0 引言 Introduction

胫骨高位截骨 (high tibial osteotomy, HTO) 和单髁置换是治疗膝关节内侧单间室关节炎的两种常用手术方式，并且在治疗年轻且运动需求量较高的患者中，逐渐替代全膝关节置换，成为了可靠且成熟的技术^[1-2]。

虽然单髁置换和 HTO 手术理念及手术程序不同，但对于大部分膝内翻伴内侧间室病变的患者，它们具有相似的适应证^[3-5]。在临床实践中，单髁置换常被推荐应用于活动水平较低的患者，而 HTO 被推荐用于年轻和活跃的患者^[6]。然而，先进的手术技术、假体设计提高了单髁置换和 HTO 的临床疗效和生存率^[1-3]，使得选择何种手术方式治疗此类患者更富有争议。尽管开式 HTO 近几年在国内备受推崇^[6-7]，但由于 HTO 存在术后瘢痕组织形成、髌骨低位、胫骨后倾角改变和胫骨近端畸形愈合以及术中必须切断内侧浅层副韧带等问题，加大了全膝关节置换翻修的难度^[3]。同样，单髁置换也存在潜在的劣势，比如力线矫正过度或不足、假体位置安放不准确等，增加了假体失败率及术后功能障碍的风险。

目前为止，国内虽有 HTO 和单髁置换治疗膝骨关节炎临床结果的对比研究^[7-8]，但随访时间较短且患者数量较少，研究内容未涉及术前、后膝关节影像学相关参数。文章主要通过回顾性研究来对比两者不同时期的临床疗效，同时针对术前、术后髌骨高度、胫骨后倾角度的变化及并发症等来比较两者的优缺点。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析，非盲法评估试验，独立及配对

样本 t 检验。

1.2 时间及地点 于 2017 年 4 月至 2018 年 12 月在广东省中医院骨科完成。

1.3 材料 植入物介绍见表 1。

表 1 | 植入物的材料学特征
 Table 1 | Material properties of implants

指标	牛津单髁假体	Tomofix 钢板
生产厂家	Biomet	DepuySynthes
型号	超小号、小号、中号、大号	1 钢 8 钉
批准号	国械注进 20173460347	国械注进 20180345002
性能结构	股骨髁 - 高屈曲后稳定型、胫骨垫 - 后稳定型 II 及胫骨托 I	接骨板强度更高
材质	钴铬钼合金、超高分子聚乙烯	纯钛
适应证	单髁膝关节置换	胫骨近端内侧开放或闭合楔形截骨术
生物相容性	相容性良好	相容性良好
产品标注的不良反应	无	无

1.4 对象 在获得广东省中医院伦理委员会批准后，回顾性分析广东省中医院 2017 年 4 月至 2018 年 12 月接受开式 HTO 以及 2017 年 11 月至 2018 年 12 月接受单髁置换治疗患者的病历资料，共 126 例，其中单髁置换 66 例，HTO 60 例。

1.4.1 纳入标准

单髁置换与 HTO 组共同适应证：①膝关节内侧间室病变为主；②屈曲挛缩小于 $< 15^\circ$ ，膝关节活动度 $> 90^\circ$ ；③无副韧带明显损伤；④既往无关节骨折史；⑤术前、术后临床及影像学资料完整；⑥无感染或类风湿病史等炎性关节炎；⑦膝关节外侧间室无病变；⑧内翻畸形 $< 15^\circ$ ^[9-10]；⑨愿意参

与并完成随访。

单髁置换组独立适应证：①前交叉韧带无损伤；②可复性膝关节内翻。

1.4.2 排除标准 ①诊断为创伤性膝骨关节炎者；②炎性关节炎（类风湿关节炎）或骨坏死者；③外侧隔室有症状性骨关节炎、膝关节骨病病史者；④拒绝参与或随访失联者。

1.5 方法

1.5.1 手术方式 两组手术由同一组人员完成。

HTO 组：根据 AO 膝关节专家组发表的手术技术，以双平面截骨方式对内翻膝进行矫形^[11]，将力线从内侧平台转移至胫骨平台直径偏外侧 62.5% 点处。所有病例均采用 TomoFix 钢板 (Synthes, Oberdorf, Swiss) 固定。

单髁置换组：采用 Oxford (牛津) 第 3 代单髁假体^[12]，严格遵守假体操作手册，术中确认膝外侧间室无病变，前交叉韧带功能完整，行截骨操作时，重点保护内侧副韧带。

1.5.2 术后康复 两组患者术后膝关节均使用棉垫加压包扎，引流量少于 50 mL 时拔除引流管；常规术后 2 d 头孢类抗生素预防感染；术后隔天使用低分子肝素抗凝直至出院，出院后改阿司匹林继续治疗 3 周。单髁置换组手术隔天即可下床负重行走，开始股四头肌锻炼及 CPM 辅助恢复膝关节屈曲功能。HTO 组术后隔天鼓励患者非负重行走并开始进行股四头肌收缩锻炼，2 周后改部分负重，6-8 周后全负重行走。出院后 1, 3, 6 个月门诊随访，之后根据需要及病情变化进行随访。

1.6 主要观察指标 观察指标未采用盲法评估。

手术疗效评价采用美国特种外科医院 (Hospital for Special Surgery, HSS) 评分，术后第 1 个月及末次随访分数纳为最终评估数据。HSS 评分内容包括疼痛、功能、关节活动度、肌力、膝关节屈曲畸形、膝关节不稳定性等 6 个方面，疗效分级：优 >85 分，良 70-84 分，中 60-69 分，差 <59 分。

随访过程拍摄下肢全长站立位 X 射线片、膝关节正侧位 X 射线片，测量患者术后髌-膝-踝角、胫骨后倾角、髌骨高度，对比术前、术后两组患者膝关节的相关参数变化。测量方法详见图 1。



图注：图 a 示髌-膝-踝角 (HKA) 的测量，内翻时角度为负，外翻时角度为正；图 b 示胫骨后倾角 (PTS) 的测量 (胫骨近端解剖法) 及髌骨高度 (PH) 的测量；PH 的测量采用 Blackburne-Peel 法，PH= 髌骨关节面下极到胫骨平台线的距离 (线 B)/ 髌骨关节面长度 (线 A)；图 c 示单髁置换术后 PTS 及 PH 的测量；图 d 示胫骨高位截骨术后 PTS 及 PH 的测量
图 1 | 术前、术后膝关节相关参数的测量方法

Figure 1 | Measurement method of knee joint related parameters before and after operation

1.7 统计学分析 将采集的影像学资料及手术疗效评分建立数据库，数据导入 SPSS 25.0 统计软件，计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示，术前、术后的数据 (髌-膝-踝角、胫骨后倾角、髌骨高度、HSS 膝关节评分等) 均值比较均采用独立及配对样本 *t* 检验；计数资料比较采用卡方检验，默认 $P < 0.05$ 时，差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 纳入观察对象 126 例，根据手术方式分为 2 组。HTO 组中 7 例因不符合纳入标准而剔除，其中 1 例为术后膝关节感染，2 例失访，2 例缺失重要影像学资料，3 例因各种原因拒绝受访。单髁置换组中 5 例因不符合纳入标准而剔除，1 例为随访过程中死亡，1 例因假体松动行翻修手术，1 例为重要影像学资料缺乏，2 例因各种原因拒绝受访。最终 HTO 组 53 例患者、单髁置换组 61 例患者纳入此次回顾性研究。

2.2 试验流程图 见图 2。

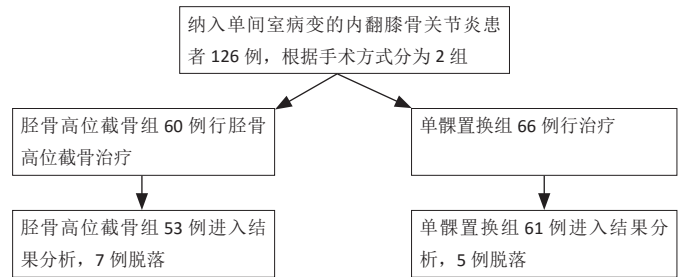


图 2 | 两组患者分组流程图
Figure 2 | Flow chart of patient allocation

2.3 基线资料比较 两组间的基线特征见表 2。HTO 组患者年龄小于单髁置换组 ($P < 0.05$)，两组间性别、随访时长、体质量指数、患肢 (左/右) 比例上差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。

表 2 | 两组基线资料比较

Table 2 | Comparison of baseline data between the two groups

指标	总体 (n=114)	胫骨高位截骨 (HTO) 组 (n=53)	单髁置换组 (n=61)	P 值 (两组相比)
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	58.96 \pm 8.22	56.09 \pm 10.29	61.44 \pm 4.71	0.001
性别 (女, n/%)	86/75	40/75	46/75	0.994
随访时长 ($\bar{x} \pm s$, 月)	26.29 \pm 3.84	26.47 \pm 3.25	26.13 \pm 4.31	0.639
体质量指数 ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	26.35 \pm 3.28	26.51 \pm 3.43	26.07 \pm 3.12	0.458
患肢 (右, n/%)	52/46	28/53	24/39	0.149

2.4 HSS 评分比较 两组术前 HSS 评分相比差异无显著性意义 ($P > 0.05$)；术后 1 个月，单髁置换组的 HSS 评分高于 HTO 组，差异有显著性意义 ($P < 0.05$)；但末次随访时，两组间 HSS 评分相比差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。疗效评分详见表 3。

2.5 组内髌-膝-踝角、胫骨后倾角、髌骨高度比较 与同组术前相比，HTO 组的髌-膝-踝角、胫骨后倾角均增大 ($P < 0.05$)，但髌骨高度值减小 ($P < 0.05$)。与同组术前相比，单髁置换组的髌-膝-踝角增大 ($P < 0.05$)，胫骨后倾角减小

($P < 0.05$), 髌骨高度值增大, 但差异无显著性意义 ($P > 0.05$)。影像学资料对比详见表 4。

表 3 | 两组术前、术后美国特种外科医院(HSS)功能评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)
Table 3 | Comparison of Hospital for Special Surgery scores before and after operation between the two groups

时间	总体 (n=114)	胫骨高位截骨 (HTO) 组 (n=53)	单髁置换组 (n=61)	P 值 (两组相比)
术前	59.48±4.76	59.79±4.58	59.21±4.94	0.256
术后 1 个月	81.05±8.31	73.51±4.66	87.61±4.17	0.000
术后末次随访	87.19±3.59	86.58±4.28	87.72±2.80	0.092

表 4 | 组内术前、术后影像学参数比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 4 | Comparison of imaging parameters before and after operation in group

指标	胫骨高位截骨 (HTO) 组 (n=53)		单髁置换组 (n=61)	
	术前	术后	术前	术后
髌-膝-踝角 (°)	-5.12±3.81	3.96±4.09 ^a	-6.17±3.12	-2.15±1.89 ^a
胫骨后倾角 (°)	9.59±4.33	11.73±4.47 ^a	9.28±3.41	5.89±3.72 ^a
髌骨高度	0.91±0.06	0.67±0.12 ^a	0.94±0.13	0.97±0.17

表注: 髌骨高度 = 髌骨关节面下极到胫骨平台线的距离 / 髌骨关节面长度。与同组术前相比, ^a $P < 0.05$

2.6 髌-膝-踝角、胫骨后倾角、髌骨高度比较 总体髌-膝-踝角由术前 (-5.68±3.48)° 增大至术后 (0.69±0.69)°; 两组间术前髌-膝-踝角、胫骨后倾角、髌骨高度值相比, 差异均无显著性意义 ($P > 0.05$); 两组间术后髌-膝-踝角、胫骨后倾角、髌骨高度值及 Δ 髌-膝-踝角、 Δ 胫骨后倾角、 Δ 髌骨高度相比, 差异均有显著性意义 ($P < 0.05$)。组间影像学资料详见表 5。

表 5 | 两组间术前、术后影像学参数比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 5 | Comparison of preoperative and postoperative imaging parameters between the two groups

指标	总体 (n=114)	胫骨高位截骨 (HTO) 组 (n=53)	单髁置换组 (n=61)	P 值 (两组相比)
术前髌-膝-踝角 (°)	-5.68±3.48	-5.12±3.81	-6.17±3.12	0.106
术后髌-膝-踝角 (°)	0.69±0.69	3.96±4.09	-2.15±1.89	0.000
Δ 髌-膝-踝角 (术后-术前, °)	9.05±3.42	9.07±3.35	4.02±2.76	0.000
术前胫骨后倾角 (°)	9.43±3.85	9.59±4.33	9.28±3.41	0.666
术后胫骨后倾角 (°)	8.61±5.01	11.73±4.47	5.89±3.72	0.000
Δ 胫骨后倾角 (术后-术前, °)	-0.82±4.53	2.13±2.59	-3.39±4.23	0.000
术前髌骨高度	0.93±0.10	0.91±0.06	0.94±0.13	0.068
术后髌骨高度	0.84±0.21	0.67±0.12	0.97±0.17	0.000
Δ 髌骨高度 (术后-术前)	0.09±0.19	-0.23±0.13	0.03±0.13	0.000

表注: 髌骨高度 = 髌骨关节面下极到胫骨平台线的距离 / 髌骨关节面长度。与同组术前相比, ^a $P < 0.05$

2.7 植入物与宿主的生物相容性 两组植入物的生物相容性见表 6。

表 6 | 植入物与宿主的生物相容性 (n)
Table 6 | Biocompatibility between implant and host

材料宿主反应	胫骨高位截骨 (HTO) 组	单髁置换组
局部感染	1	0
过敏反应	0	0
免疫反应	0	0
排斥反应	0	0
致癌	0	0

2.8 不良反应 两组不良反应见表 7。

表 7 | 植入物置入后的不良反应 (n)
Table 7 | Adverse reactions after implantation

不良反应	胫骨高位截骨 (HTO) 组	单髁置换组
感染	1	0
内固定或假体的松动	0	1

3 讨论 Discussion

此次研究最主要的发现是, 对于单内侧间室病变的患者, 开式楔形 HTO 或单髁置换均能明显改善膝关节功能及减轻膝关节疼痛; 总体术前 HSS 功能评分由 (59.48±4.76) 增加至末次随访的 (87.19±3.59) 分, 且 HTO 组与单髁置换组的末次随访 HSS 评分比较差异无显著性意义, 这与既往大部分研究类似; 但不同的是, 在术后 1 个月的 HSS 功能评分上, 单髁置换组明显优于 HTO 组, 造成这样的原因可分为以下几种:

①手术创伤不同: 两种手术为不同概念的手术^[2], 虽然单髁置换为关节重建手术, 但手术方式有别于全膝关节置换, 术中无需对膝关节韧带 (内侧副韧带、股四头肌肌腱) 进行松解 (微创), 且疼痛管理快速康复理念的推进及术中局部镇痛药物的使用明显缩短了单髁置换的康复周期; 而对于 HTO 而言, 术中除了松解内侧副韧带浅层结构, 更需要通过截断胫骨近端骨结构来进行下肢力线矫正, 手术创伤较大, 即使有强大的 Tomifix 钢板支撑, 术后的康复周期依然较长。②康复计划不同: 骨水泥固定界面的单髁置换患者, 术后第 2 天即可下地负重行走; 而 HTO 患者是否早期负重, 需依据术后 X 射线片及术后患者疼痛情况等诸多因素进行个性化判断, 对于外侧合页断裂者, 则禁止负重行走直至截骨区骨愈合。③疼痛缓解时长不同: HTO 是关节保护性手术, 疼痛源仍然存在于内侧室, 早期活动增加可引发轻度疼痛^[13]; 相反, 单髁置换的内侧疼痛源被关节假体所替代, 术后疼痛明显缓解。因此, 为了减少疼痛发作, 患者倾向于减少关节活动。④步态的变化不同: 有研究发现, 单髁置换术后患者的最大步态速度及单腿支撑时间明显与术前有差异, 而 HTO 组在这两项指标比较时, 未显示出术前、术后的差异; 并且术后 6 个月, 单髁置换组的肌力高于 HTO 组^[14]。这些差异解释了为何早期单髁置换的恢复效果优于 HTO。

术前、术后力线 (髌-膝-踝角) 方面的变化上, HTO 组的平均矫正度数 (Δ 髌-膝-踝角) 明显大于单髁置换组 ($P < 0.05$), 这与两组不同的手术理念相关。HTO 通过截骨将内移的力线从病变的内侧间室转移至未病变的外侧间室, 从而实现缓解疼痛及改善功能的目的^[15]; 而单髁置换直接通过关节置换, 去除病变的软骨, 恢复原有的膝关节力线而无需过度矫正^[12], 更不能过度矫正。

通过文献检索发现, 几乎没有文章直接对比 HTO 与单髁置换术前、术后髌骨高度的差异。此次研究发现, HTO 组患者术后更容易出现髌骨低位, 数据显示髌骨高度从术前 (0.91±0.06) cm 下降至术后 (0.67±0.12) cm ($P < 0.05$), 原

因主要是结节上双平面胫骨开式截骨术的截骨面位于胫骨结节上^[16-17]，而矫形的过程必然会使胫骨结节向远端及外侧移位，不可避免地改变了髌骨的位置。矫形度数越大，髌骨位置越低，则屈膝过程中髌股关节压力越大^[18-19]，因此术后发生髌股关节退变的可能性也就越高^[20-21]。为了减少对髌股关节的影响，近几年，更多矫形外科医生尝试新的截骨方式——结节下胫骨开式截骨术。OGAWA等^[22]研究对比了结节上及结节下开式高位截骨术后髌股关节的状态，使用二次镜检发现，相比结节上HTO，结节下HTO不会导致术后髌骨低位或加重髌股关节的退变。虽然有文献总结结节上HTO术后髌股骨关节炎的进展和髌骨位置的改变不会影响短、中期随访的临床结果^[21, 23]；但在LEE等^[24]的研究中，术后髌股关节炎加重的患者膝关节评分较差，这也促使了手术方式的改进。对于单髁置换而言，此次研究未发现术后髌骨低位的现象；相反，术后髌骨位置有轻度抬高，但差异无显著性意义。出现这种结果的原因可能是单髁置换的手术目的不是矫正力线，而是去除病变的软骨，因此该过程只是轻微地改变力线，不会明显改变胫骨结节的位置。另外，单髁置换手术使关节间隙恢复而迫使原有的关节面有轻度下降，并且使原已内翻挛曲的髌腱变得紧张，因此术后髌骨高度出现了轻度的抬高。

胫骨后倾角是胫骨平台矢状位形态，异常表现为过度陡峭或平坦甚至反屈，其变化影响着膝关节稳定性及运动学^[25]。此次研究发现，HTO组的胫骨后倾角由术前 $(9.59\pm 4.33)^\circ$ 增大至 $(11.73\pm 4.47)^\circ$ ，平均增大度数为 $(2.13\pm 2.59)^\circ$ ，与大多数研究开式HTO的报道相似^[26-30]。目前，开式HTO术后胫骨后倾角增大机制尚不清楚，这可能与胫骨近端三角几何形态及外侧合页有关^[27-29]。LEE等^[28]使用三维CT研究开式HTO术后外侧合页的完整性与胫骨后倾角的关系，发现合页后外侧骨折的病例中，术后胫骨后倾角明显增大，而合页完整或骨折位置靠前的病例，术后胫骨后倾角的变化无显著性差异。尸体研究中发现，合页的位置影响胫骨后倾角的变化，合页位置较低，则术后胫骨后倾角增大越明显^[29]，OGAWA等^[30]的研究同样发现，术后胫骨后倾角的增大与合页的位置与方向息息相关。HTO术后胫骨后倾角的增大，增加术后前交叉韧带的张力，加快前交叉韧带的退变^[31]。为了术中避免增大胫骨后倾角，常用的方法包括术中维持后方截骨间隙为前方截骨间隙的2倍，或者改变截骨刀插入方向及术中透视测量后进行微调^[27-31]。单髁置换组中，胫骨后倾角由术前 $(9.28\pm 3.41)^\circ$ 减少至 $(5.89\pm 3.72)^\circ$ ，因为截骨导板的胫骨后倾角设定为 5° 左右，因此术后的胫骨后倾角基本维持在 5° 左右。

随访过程中，HTO组有1例因膝关节感染而失败，单髁置换组有1例因其他疾病而死亡，1例因假体松动行全膝关节置换翻修。关于HTO及单髁置换的生存率比较，最新文献报道，单髁置换的15年生存率为75%，而HTO只有55%^[32-33]。当单髁置换或HTO失败后，全膝关节置换翻修是常用的解决方式。LIM等^[34]回顾性分析单髁置换及HTO失

败后翻修为全膝关节置换的效果，早期功能评分及满意度相似，但手术技术方面，翻修单髁置换使用延长杆及限制性假体的比例及使用翻修工具的概率较高，手术时间较长，但术后的活动度上，单髁置换更优^[2]，这与HTO术后髌骨低位相关。另外，HTO翻修成全膝关节置换的再返修率较单髁置换高，单髁置换翻修成全膝关节置换的效果更类似初次全膝关节置换^[35]。

此次研究组间基线对比上存在年龄的差异，HTO组平均年龄为 (56.09 ± 10.29) 岁，而单髁置换组平均年龄为 (61.44 ± 4.71) 岁，年龄相对较高，这种结果与各自的手术适应证相符合，单髁置换比较适合活动水平低、年龄较大的患者，HTO推荐用于年轻较活跃的患者^[6]。虽然研究发现，膝骨关节炎的发生率与年龄有一定的关系^[36]，并且与年龄呈正相关，但并不是代表年龄越大，膝骨关节炎的症状越重。此次研究通过严格的适应证，筛选合适的手术患者，出现年龄的差异在所难免。

此次研究的局限性：①为回顾性研究，有部分患者在随访过程中失访或缺失重要影像学资料，未来可针对性开展随机对照试验研究，已增加可信度；②随访时长为26个月，对于组间长期效果的差异尚不清楚，有必要进一步研究；③单髁置换组患者年龄大于HTO组，这可能影响研究结果；④HSS功能评分只针对术后第1个月及末次随访，未比较术后第6个月及术后1年的差异，两组间在这段期间的差异未知。

结论：开式HTO及(Oxford牛津)单髁置换在治疗单内侧间室病变的内翻膝骨关节炎早期(术后26个月)均能改善膝关节功能并取得满意的效果；术后第1个月HSS评分方面，单髁置换组显示出较好的结局；膝关节相关参数方面，HTO组矫正度数较大，术后胫骨后倾角明显增大，且术后容易导致低位髌骨；而单髁置换组矫正度数较小，术后胫骨后倾角明显减少，术前后髌骨高度未见明显改变。依据研究结果，如果HTO患者术前存在髌骨低位，可以考虑改变手术方式(单髁、结节下HTO)，以避免髌骨位置的进一步下降；对于HTO患者术前胫骨后倾角过大者，可在术中适当加大后方撑开间隙，避免进一步增大胫骨后倾角。

致谢：非常感谢刘文刚教授对此研究提供的试验设计方案。

作者贡献：刘文刚负责试验设计，宋敏、李聪聪负责试验实施，卢超负责评估，林晓东、宋敏、李聪聪负责随访。

经费支持：该文章接受了“广东省中医药局科研项目(20183001, 20191021)及广州市科技计划项目(202002030204)”的基金资助。所有作者声明，经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突：文章中治疗干预手段采用牛津单髁假体及Tomifix钢板，文章的全部作者声明，没有接受上述器械的任何资助，在课题研究和文章撰写过程，不存在利益冲突。

机构伦理问题：该临床研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和广东省中医院对研究的相关伦理要求。手术主刀医师为主任及副主任医师，广东省中医院为三级甲等医院，符合单髁置换及胫骨高位截骨手术治疗的资质要求。

知情同意问题：参与试验的患病个体及其家属为自愿参加，均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了“知情同意书”。

写作指南: 该研究遵守《非随机对照临床试验研究报告指南》(TREND声明)。

文章查重: 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审: 文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

生物统计学声明: 文章统计学方法已经广东省第二中医院生物统计学专家审核。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

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。

4 参考文献 References

- PAREDES-CARNERO X, LEYES M, FORRIOL F, et al. Long-term results of total knee arthroplasty after failed high tibial osteotomy. *Int Orthop*. 2018;42(9):2087-2096.
- LEE YS, KIM HJ, MOK SJ, et al. Similar Outcome, but Different Surgical Requirement in Conversion Total Knee Arthroplasty following High Tibial Osteotomy and Unicompartmental Knee Arthroplasty: A Meta-Analysis. *J Knee Surg*. 2019;32(7):686-700.
- HERRY Y, BATAILLER C, LORDING T, et al. Improved joint-line restitution in unicompartmental knee arthroplasty using a robotic-assisted surgical technique. *Int Orthop*. 2017;41(11):2265-2271.
- BODE G, VON HEYDEN J, PESTKA J, et al. Prospective 5-year survival rate data following open-wedge valgus high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(7):1949-1955.
- KIM MS, KOH IJ, SOHN S, et al. Unicompartmental knee arthroplasty is superior to high tibial osteotomy in post-operative recovery and participation in recreational and sports activities. *Int Orthop*. 2019;43(11):2493-2501.
- FU D, LI G, CHEN K, et al. Comparison of high tibial osteotomy and unicompartmental knee arthroplasty in the treatment of unicompartmental osteoarthritis: a meta-analysis. *J Arthroplasty*. 2013;28(5):759-765.
- 王长海, 王永成, 李华. 胫骨高位截骨术与单髁置换术的早期疗效及费用比较 [J]. *中华关节外科杂志 (电子版)*, 2020,14(3):314-319.
- 丁勇, 李钊, 胡运生, 等. 单髁置换术与胫骨高位截骨术治疗膝骨性关节炎疗效比较 [J]. *生物骨科材料与临床研究*, 2015,12(2):75-77.
- DETTONI F, BONASIA DE, CASTOLDI F, et al. High tibial osteotomy versus unicompartmental knee arthroplasty for medial compartment arthritis of the knee: a review of the literature. *Iowa Orthop J*. 2010;30:131-140.
- ROSSI R, BONASIA DE, AMENDOLA A. The role of high tibial osteotomy in the varus knee. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011;19(10):590-599.
- STAUBLI AE, JACOB HA. Evolution of open-wedge high-tibial osteotomy: experience with a special angular stable device for internal fixation without interposition material. *Int Orthop*. 2010;34(2):167-172.
- KOH IJ, KIM JH, JANG SW, et al. Are the Oxford® medial unicompartmental knee arthroplasty new instruments reducing the bearing dislocation risk while improving components relationships? A case control study. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2016;102(2):183-187.
- CHO WJ, KIM JM, KIM WK, et al. Mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty in old-aged patients demonstrates superior short-term clinical outcomes to open-wedge high tibial osteotomy in middle-aged patients with advanced isolated medial osteoarthritis. *Int Orthop*. 2018;42(10):2357-2363.
- IVARSSON I, GILLQUIST J. Rehabilitation after high tibial osteotomy and unicompartmental arthroplasty. A comparative study. *Clin Orthop Relat Res*. 1991;(266):139-144.
- JACQUET C, GULAGACI F, SCHMIDT A, et al. Opening wedge high tibial osteotomy allows better outcomes than unicompartmental knee arthroplasty in patients expecting to return to impact sports. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;2(1):1007-1016.
- EL-AZAB H, GLABGLY P, PAUL J, et al. Patellar height and posterior tibial slope after open- and closed-wedge high tibial osteotomy: a radiological study on 100 patients. *Am J Sports Med*. 2010;38(2):323-329.
- HINTERWIMMER S, BEITZEL K, PAUL J, et al. Control of posterior tibial slope and patellar height in open-wedge valgus high tibial osteotomy. *Am J Sports Med*. 2011;39(4):851-856.
- STOFFEL K, WILLERS C, KORSHID O, et al. Patellofemoral contact pressure following high tibial osteotomy: a cadaveric study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007;15(9):1094-1100.
- JAVIDAN P, ADAMSON GJ, MILLER JR, et al. The effect of medial opening wedge proximal tibial osteotomy on patellofemoral contact. *Am J Sports Med*. 2013;41(1):80-86.
- KIM KI, KIM DK, SONG SJ, et al. Medial Open-Wedge High Tibial Osteotomy May Adversely Affect the Patellofemoral Joint. *Arthroscopy*. 2017;33(4):811-816.
- GOSHIMA K, SAWAGUCHI T, SHIGEMOTO K, et al. Patellofemoral Osteoarthritis Progression and Alignment Changes after Open-Wedge High Tibial Osteotomy Do Not Affect Clinical Outcomes at Mid-term Follow-up. *Arthroscopy*. 2017;33(4):1832-1839.
- OGAWA H, MATSUMOTO K, YOSHIOKA H, et al. Distal tibial tubercle osteotomy is superior to the proximal one for progression of patellofemoral osteoarthritis in medial opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(10):3270-3278.
- LEE YS, LEE SB, OH WS, et al. Changes in Patellofemoral alignment do not cause clinical impact after open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(1):129-133.
- LEE SS, SO SY, JUNG EY. Predictive factors for patellofemoral degenerative progression after opening-wedge high tibial osteotomy. *Arthroscopy*. 2019;35(6):1703-1710.
- 林晓东, 郑沐欣, 夏威夷, 等. 胫骨后倾角在膝关节手术中的临床意义 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2019,21(10):914-917.
- NHA KW, KIM HJ, AHN HS, et al. Change in Posterior Tibial Slope After Open-Wedge and Closed-Wedge High Tibial Osteotomy: A Meta-analysis. *Am J Sports Med*. 2016;44(11):3006-3013.
- TÜRKMEN F, KAÇIRA BK, ÖZKAYA M, et al. Comparison of monoplanar versus biplanar medial opening-wedge high tibial osteotomy techniques for preventing lateral cortex fracture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017;25(9):2914-2920.
- LEE SS, NHA KW, LEE DH. Posterior cortical breakage leads to posterior tibial slope change in lateral hinge fracture following opening wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019;27(3):698-706.
- JO HS, PARK JS, BYUN JH, et al. The effects of different hinge positions on posterior tibial slope in medial open-wedge high tibial osteotomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2018;26(6):1851-1858.
- OGAWA H, MATSUMOTO K, OGAWA T, et al. Effect of Wedge Insertion Angle on Posterior Tibial Slope in Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy. *Orthop J Sports Med*. 2016;4(2):2325967116630748.
- KIM GB, KIM KI, SONG SJ, et al. Increased Posterior Tibial Slope After Medial Open-Wedge High Tibial Osteotomy May Result in Degenerative Changes in Anterior Cruciate Ligament. *J Arthroplasty*. 2019;34(9):1922-1928.
- EVANS JT, WALKER RW, EVANS JP, et al. How long does a knee replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of follow-up. *Lancet*. 2019;393(10172):655-663.
- EL-GALALY A, NIELSEN PT, KAPPEL A, et al. Reduced survival of total knee arthroplasty after previous unicompartmental knee arthroplasty compared with previous high tibial osteotomy: a propensity-score weighted mid-term cohort study based on 2,133 observations from the Danish Knee Arthroplasty Registry. *Acta Orthop*. 2020;91(2):177-183.
- LIM JBT, CHONG HC, PANG HN, et al. Revision total knee arthroplasty for failed high tibial osteotomy and unicompartmental knee arthroplasty have similar patient-reported outcome measures in a two-year follow-up study. *Bone Joint J*. 2017;99-B(10):1329-1334.
- LUNEBOURG A, PARRATTE S, OLLIVIER M, et al. Are Revisions of Unicompartmental Knee Arthroplasties More Like a Primary or Revision TKA? *J Arthroplasty*. 2015;30(11):1985-1989.
- 王欢, 孙贺, 张耀南, 等. 中国 40 岁以上人群原发性膝骨关节炎各间室患病状况调查 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2019,12(7):528-532.

(责任编辑: GD, ZN, ZH)