

胫骨平台后倾角变化对单髁关节置换术后关节功能及假体生存率的影响

翟凯 王冰 周珂 苗族康 郑舒 孙海宁

【摘要】 目的 探讨第 3 代 Oxford 假体单髁膝关节置换术(unicompartmental knee arthroplasty, UKA) 后胫骨平台后倾角 (posterior tibial slope, PTS) 变化对膝关节功能及假体生存率的影响。方法 回顾性分析我院自 2017 年 1 月至 2021 年 8 月收治的 194 例(206 膝)行内侧单髁膝关节置换术的病人,根据术前及术后后倾角变化差值进行分组:A 组 60 例(63 膝),后倾角增大 $> 2^\circ$; B 组 101 例(108 膝),后倾角变化 $\leq 2^\circ$; C 组 33 例(35 膝),后倾角减小 $> 2^\circ$ 。采用美国特种外科医院(HSS)评分、牛津大学膝关节评分(OKS)及患膝关节屈伸活动度(ROM)评估膝关节功能。统计 206 膝术后并发症情况并采用 Kaplan-Meier 法评估假体生存率。结果 三组术后均获得良好的膝关节功能。术前三组间 HSS 评分、OKS 评分及 ROM 的差异无统计学意义($P > 0.05$);末次随访时三组间 HSS、OKS 评分差异有统计学意义($P < 0.05$),其中 B 组 HSS 评分高于 A、C 两组,OKS 评分低于 A、C 两组,而三组间 ROM 差异无统计学意义($P > 0.05$)。共 7 例(7 膝)出现并发症,其中 A 组 1 例,为聚乙烯衬垫脱位;B 组 3 例,分别为内侧胫骨平台塌陷、聚乙烯衬垫脱位、胫骨平台假体松动;C 组 3 例,分别为外侧间室骨性关节炎进展、胫骨平台假体松动、聚乙烯衬垫脱位。三组并发症发生率:C 组(8.57%) $>$ B 组(2.78%) $>$ A 组(1.59%),206 膝假体生存率为 96.6%。结论 对于术后胫骨平台后倾角的选择要个体化、精准化,手术前后胫骨平台后倾角变化 $\leq 2^\circ$ 可使病人获得更好的膝关节功能及临床疗效。

【关键词】 单髁膝关节置换;胫骨平台后倾角;膝关节功能;假体生存率

Effect of Posterior Tibial Slope Change on Joint Function and Prosthesis Survival Rate after Unicompartmental Knee Arthroplasty. ZHAI Kai, WANG Bing, ZHOU Ke, MIAO Zukang, ZHENG Shu, SUN Haining. Department of Orthopaedics, No. 960 Hospital of Joint Logistics Support Force of Chinese PLA, Jinan 250031, China

Corresponding author: SUN Haining, E-mail: shnjzy@163.com

【Abstract】 Objective To investigate the influence of posterior tibial slope (PST) changes on knee function and prosthesis survival after 3rd generation Oxford unicompartmental knee arthroplasty (UKA). **Methods** The clinical data of 194 patients (206 knees) admitted to our institution for medial UKA from January 2017 to August 2021 were retrospectively analyzed. The groups were divided according to the difference in preoperative and postoperative changes in PTS: 60 cases (63 knees) with PTS increased $> 2^\circ$ in group A, 101 cases (108 knees) with PTS changed $\leq 2^\circ$ in Group B, 33 cases (35 knees) with PTS decreased $> 2^\circ$ in group C. The knee joint function was evaluated using the Hospital for Special Surgery (HSS) score, Oxford Oxford knee score (OKS) and the range of motion (ROM). The postoperative complications of 206 knees were analyzed and the Kaplan-Meier method was used to evaluate the prosthesis survival rate. **Results** All three groups achieved good knee joint function after surgery. There was no significant difference in HSS, OKS and ROM among the three groups before surgery ($P > 0.05$). At the last follow-up, there was a significant difference in HSS and OKS among the three groups ($P < 0.05$). The HSS in the group B was higher than that in the groups A and C, while the OKS score was lower in the group B than in the groups A and C. However, there was no statistically significant difference in ROM among the three groups ($P > 0.05$). A total of 7 complications occurred in 206 knees, including one case in group A (a dislocation of polyethylene liner), 3 cases in group B (medial tibial plateau collapse, polyethylene pad dislocation, and tibial plateau prosthesis loosening), 3 cases in group C (progression of lateral compartment osteoarthritis, loosening of tibial plateau prosthesis, and dislocation

of polyethylene pad). The incidence of complication was 8.57% in group C > 2.78% in group B > 1.59% in group A. The survival rate of the 206 knee prosthesis was 96.6%. **Conclusion** The choice of the postoperative PTS must be individualized and precise. The PTS change of $\leq 2^\circ$ before and after surgery can enable patients to achieve better knee joint function and clinical efficacy.

【Key words】 Unicompartmental knee arthroplasty; Posterior tibial slope; Knee joint function; Prosthesis survival rate

随着我国逐步进入老龄化,膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)发病率逐年增加,2020 年报道称 KOA 在我国中老年人中的发病率约为 8.5%,女性多见^[1]。其主要与关节软骨退行性改变相关,临床症状常以膝关节疼痛为主,部分严重病人会伴有膝关节畸形并出现僵硬及强直等表现。

单髁膝关节置换术(unicompartmental knee arthroplasty, UKA)在治疗单间室 KOA 中具有创伤小、恢复快并较全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)更能保留病人膝关节本体感觉等优势,逐步受到病人及医生的青睐^[2-3]。随着 UKA 手术技术及假体设计理念的逐渐成熟,其适应证也逐步放宽。目前第 3 代 Oxford 单髁膝关节假体系统采用的活动半月板衬垫与股骨端半球形假体完全匹配,有效避免了应力集中,从而减少对聚乙烯衬垫的磨损^[4]。但是 UKA 假体的设计理念多以西方国家人群解剖参数作为基础,而国人胫骨平台后倾角(posterior tibial slope, PTS)要高于西方国家^[5],且 Oxford 单髁膝关节系统指南中常以后倾 7° 为标准进行截骨,在术者操作、骨水泥厚度等因素影响下,术后胫骨假体后倾角变化不尽相同。此外,PTS 在维持前后交叉韧带、内外侧副韧带张力及膝关节稳定性方面 also 具有重要意义。

因此本研究以手术前后 PTS 变化的差值进行分组,通过比较美国特种外科医院(Hospital for Special Surgery, HSS)评分、牛津大学膝关节评分(Oxford Knee Score, OKS)及膝关节活动度(range of motion, ROM)来评估膝关节功能,并通过观察并发症发生情况来探究其对假体生存率的影响,为选择术后最佳 PTS 提供参考。

资料与方法

一、纳入及排除标准

纳入标准:①前内侧间室 KOA 病变;②前、后交叉韧带及内、外侧副韧带功能良好;③内翻畸形 $< 15^\circ$, 屈曲挛缩畸形 $< 15^\circ$, 膝关节 ROM $> 90^\circ$;④疼痛局限于膝关节内侧间室。

排除标准:①多间室 KOA 病变或特发性骨坏死;②炎症性疾病导致膝关节病变;③既往膝关节周围

截骨手术史;④术后随访资料不完整。

二、一般资料

本研究回顾性收集我院在 2017 年 1 月至 2021 年 8 月所收治的行第 3 代 Oxford 假体 UKA 病人共 325 例(343 膝),最终符合本研究纳入及排除标准病人共 194 例(206 膝),其中男 86 例(92 膝),女 108 例(114 膝);年龄为 (62.65 ± 7.19) 岁(45~80 岁)。

所有病人术前均行膝关节负重正侧位、髌骨轴位、双下肢负重全长 X 线检查,以及膝关节 MRI 检查。术后均行膝关节正侧位及双下肢全长 X 线检查。根据手术前后 PTS 的差值进行分组:A 组后倾角增大 $> 2^\circ$, B 组后倾角变化 $\leq 2^\circ$, C 组后倾角减小 $> 2^\circ$ 。三组在性别、年龄、身体质量指数(BMI)等方面比较,差异无统计学意义($P > 0.05$, 表 1)。

三、治疗方法

入院后详细记录病人病史、体检情况、影像学资料及膝关节屈伸 ROM,评估病人前、后交叉韧带,内、外侧副韧带功能及病变间室,记录术前 PTS。评估并记录病人术前的 HSS 评分、OKS 评分及患膝 ROM。完善术前检查,排除手术禁忌证,病人签署手术知情同意后准备手术。本研究中所有病例均由我院同一位关节外科主任医师完成。

病人全麻成功后,取仰卧位,患肢大腿根部扎止血带,常规消毒、铺单,术区贴护皮膜。取膝前正中切口长约 12 cm,依次切开皮肤、皮下组织及筋膜层,沿髌内侧 1 cm 切开关节囊,显露内侧间室后,评估关节软骨磨损情况及位置。术中仔细探查前交叉韧带、内侧副韧带及外侧间室、髌股间室关节软骨及外侧半月板情况。胫骨侧截骨采用髓外定位,股骨侧采用髓内定位,截骨时注意用拉钩保护前交叉韧带前止点及内侧副韧带。截骨完成后,调和骨水泥,安放大小合适的单髁膝关节假体及半月板试垫。待骨水泥固化并清除多余骨水泥,活动膝关节见松紧度满意,确认衬垫无撞击及脱位征象后,放置相应型号活动半月板衬垫。充分止血、冲洗后逐层缝合手术切口,视出血情况留置负压引流管。

部分留置引流管病人在术后 24 h 拔除。24~48 h 内应用抗生素预防感染,镇痛采取围手术期多模式

表 1 三组病人临床基本资料

组别	例数/膝数	年龄 ($\bar{x}\pm s$, 岁)	BMI ($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	性别(例)		患膝侧(膝数)	
				男	女	左	右
A 组	60/63	63.27±8.49	25.88±3.08	27	33	27	36
B 组	101/108	62.30±6.75	25.65±2.90	45	56	50	58
C 组	33/35	63.46±6.33	27.06±3.51	14	19	17	18
$F(\chi^2)$ 值	-	0.526	2.827	0.062		0.337	
P 值	-	0.592	0.062	0.970		0.845	

镇痛理念,术后给予皮下注射低分子肝素预防血栓。术后即行踝泵和股四头肌主动收缩训练,1天后开始鼓励病人行屈伸膝及直腿抬高锻炼,功能恢复不理想病人采取CPM辅助训练,术后2~3 d可借助助行器辅助下地活动,术后2周视切口愈合情况拆除缝线。出院前复查患肢膝关节正侧位X线及双下肢全长X线检查。

四、观察指标

由我院在科专业型硕士研究生对病人进行随访,以术后1个月、3个月、6个月及1年为时间节点,随访方式以门诊为主,以后每年2次电话随访。需记录手术前及末次随访时患膝HSS评分、OKS评分及ROM,门诊行患膝正侧位X线检查,记录有无衬垫脱位、假体松动或下沉等并发症,评估单髁膝关节假体生存率。

影像学观察:由2位高年资主治医师独立测量并记录术前及出院时的PTS,计算差值后取平均值并进一步进行分组。测量方法:采用胫骨平台远端5 cm、15 cm作两处胫骨前后缘皮质连线,两处中点连线与胫骨平台、胫骨平台假体间夹角进行测量,作为手术前后PTS值(图1)^[6]。

五、统计学分析

采用SPSS 26.0统计学软件(IBM公司,美国)进行数据分析,符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示。根据手术前后PTS的差值进行分组后,对各组手术前及末次随访时HSS评分、OKS评分、ROM分别进行配对 t 检验, $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。组间比较采用单因素方差分析,两两比较采用最小显著性差异法(LSD)。以胫骨内侧平台塌陷、聚乙烯衬垫脱位、外侧间室骨性关节炎等需假体翻修作为终点并采用Kaplan-Meier法评估单髁膝关节假体生存率。

结 果

本研究中194例病人(206膝)全部获得了术前

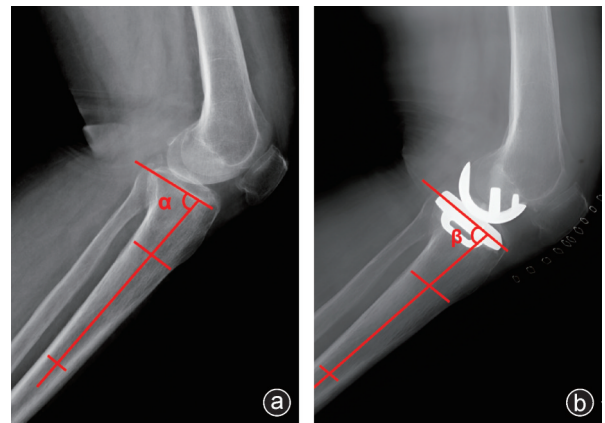


图1 PTS测量方法 采用胫骨平台远端5 cm、15 cm作两处胫骨前后缘皮质连线,两处中点连线与胫骨平台、胫骨平台假体间夹角进行测量。 $\angle\alpha$ 是胫骨近端解剖学轴与胫骨平台之间的角度; $\angle\beta$ 是胫骨近端解剖学轴与胫骨平台假体之间的角度。术前PTS=90°- $\angle\alpha$;术后PTS=90°- $\angle\beta$;后倾角变化=术前PTS-术后PTS

及出院时患肢膝关节正侧位X线检查。随访时间为(44.20±17.01)月(14~70个月)。

三组术后均获得良好的膝关节功能。术前三组间HSS评分、OKS评分及ROM比较,差异无统计学意义($P>0.05$);末次随访时三组间HSS、OKS评分差异有统计学意义($P<0.05$),其中B组HSS评分高于A、C两组,OKS评分低于A、C两组,而三组间ROM差异无统计学意义($P>0.05$,表2)。

本研究中三组共7例(7膝)出现并发症(表3),发生率为3.40%,其中聚乙烯衬垫脱位3例,假体无菌性松动2例,胫骨平台塌陷1例,外侧间室骨性关节炎进展1例,均给予翻修手术后好转(图2)。以翻修手术的时间节点作为假体生存终点,统计194例(206膝)术后假体生存率为96.60%(图3)。

讨 论

一、UKA的临床疗效

KOA常首发于内侧关节间室^[7]。最早在1985年由Scott等^[8]首先提出膝关节单间室置换概念,并对40例病人进行平均8年随访,均取得了较满意的

表2 三组术前及末次随访时HSS评分、OKS评分、ROM比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数/膝数	HSS评分(分)		OKS评分(分)		ROM(°)	
		术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访
A组	60/63	49.76±5.51	83.86±3.37*	44.73±5.69	16.54±2.98*	89.41±11.11	121.16±4.30*
B组	101/108	50.61±4.34	84.83±2.27*	45.60±4.33	15.41±2.18*	91.16±8.39	120.75±3.88*
C组	33/35	49.43±6.04	83.09±4.43*	44.57±4.49	16.66±3.69*	88.85±11.29	119.54±2.56*
F值	-	1.001	4.944	0.970	4.746	1.045	2.047
P值	-	0.369	0.008	0.381	0.010	0.354	0.132

注:与术前比较,* $P < 0.05$

表3 三组病人并发症发生情况(例)

组别	例数/膝数	聚乙烯衬垫脱位	假体无菌性松动	胫骨平台塌陷	外侧间室骨性关节炎进展	合计
A组	60/63	1	0	0	0	1
B组	101/108	1	1	1	0	3
C组	33/35	1	1	0	1	3
合计	194/206	3	2	1	1	7

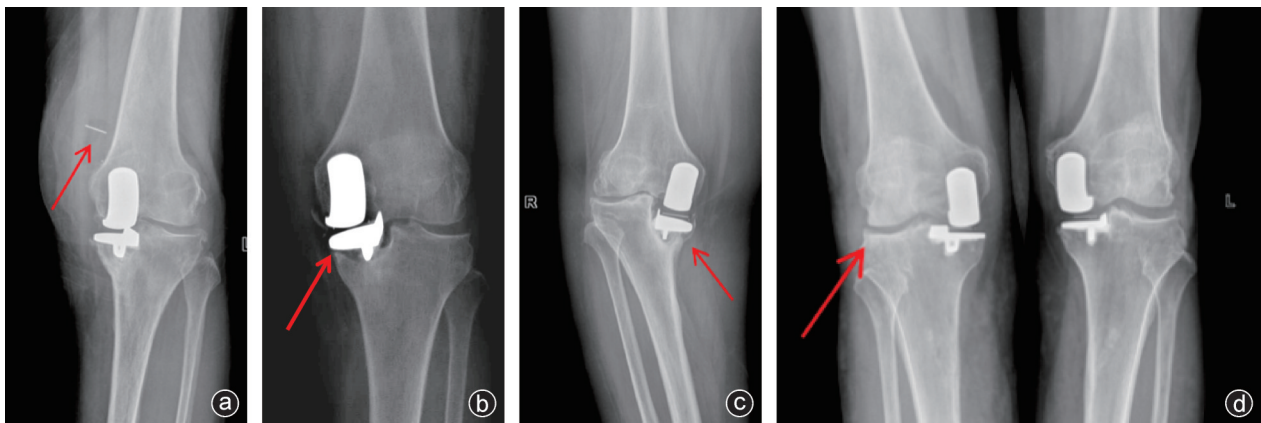


图2 并发症病例 a:衬垫脱位至内侧髁上囊位置;b:胫骨假体无菌性松动;c:内侧平台塌陷;d:右膝外侧间室骨性关节炎进展

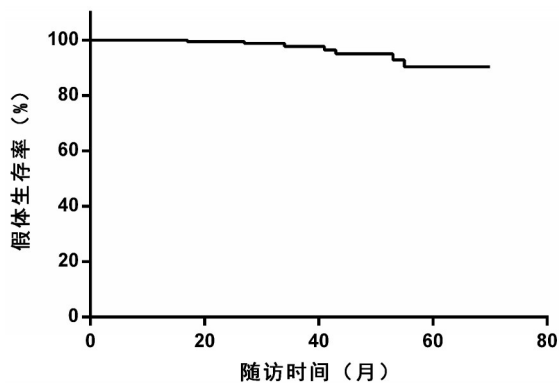


图3 本研究中194例病人(206膝)随访时间为(44.20±17.01)个月(14~70个月),术后假体生存率为96.60%

临床疗效。而后 Goodfellow 等^[9]模拟半月板形态设计出了活动型衬垫 Oxford 单髁膝关节假体系统。UKA 具有创伤小、并发症少、恢复快且更多地保留了膝关节本体感觉等优势^[10-11]。虽然 UKA 具有诸多

优势,但术中PTS的选择同样会影响膝关节功能及韧带平衡。Weber 等^[12]通过有限元模型进行分析后强调需根据术前膝关节运动情况来决定最佳术后PTS。本研究通过测量、计算194例(206膝)手术前后PTS的差值并参照 Koh 等^[13]及 Armillotta 等^[14]研究以2°为间距进行分组比较来推算更适合的后倾角度变化。分别对比三组手术前、后HSS评分、OKS评分及ROM,均获得满意的临床疗效。有学者通过对113例病人进行中期随访,结果也肯定了UKA治疗KOA的疗效^[15]。本研究在ROM方面,A组表现最佳,其次为B组、C组,但三组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。B组由于后倾角变化程度较小,在HSS评分、OKS评分均优于A组、C组,三组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。Kang 等^[16]通过有限元模型试验表明PTS变化 $\leq 2^\circ$ (同本文B组),术后不会对生物力学产生影响并可获得较好的临床疗效。

二、UKA 假体生存率

UKA 相对于 TKA 术后并发症较少, 常见并发症包括: 假体无菌性松动, 假体周围骨折, 聚乙烯衬垫脱位、磨损, 外侧间室骨性关节炎进展, 内侧副韧带、前交叉韧带损伤, 感染, 骨水泥残留, 游离体形成等^[17-18]。而引起 UKA 并发症因素众多, 比如术者手术经验、病人年龄、过度肥胖、PTS 变化程度及后方残余骨水泥或骨赘撞击等因素相关^[19-21]。上述并发症的出现不仅影响手术效果, 同样会降低假体生存率。对于 Oxford 单髁膝关节假体系多位学者已获得了长期随访。Lisowski 等^[22]对 138 例行 UKA 手术病人平均随访 11.7 年, 报道其假体生存率为 91.6%。Faour-Martín 等^[23]报道 511 例行 Oxford 假体 UKA 病人, 术后 10 年假体生存率为 94.3%。在 Heaps 等^[24]研究中共纳入 42 791 例膝, 经荟萃分析后估计 5 年、10 年假体生存率分别为 95.3%、91.3%。本组研究中共出现 7 例并发症, 以衬垫脱位、假体无菌性松动、胫骨平台塌陷、外侧间室骨性关节炎进展等需假体翻修作为终点统计假体生存率为 96.6%, 这与 Heaps 等^[24]所报道 UKA 术后 5 年假体生存率结果接近。

三、韧带功能与并发症

PTS 在维持膝关节屈伸间隙平衡、内外侧副韧带、前后交叉韧带张力方面具有重要意义。Koh 等^[13]报道称过大的术后 PTS 会导致股骨髁及聚乙烯衬垫接触应力减小, 从而增加外侧间室压力及前交叉韧带张力, 进而造成外侧间室骨性关节炎进展或前交叉韧带损伤。Suzuki 等^[25]认为当术后 PTS > 7° 时会增加屈曲间隙, 从而增加聚乙烯衬垫脱位风险。Sekiguchi 等^[26]通过体外模型试验表明 PTS 增大时, 膝关节屈伸活动后会导致胫骨前移增加, 从而增加前交叉韧带及内侧副韧带张力, 长期以来会导致膝关节失稳, 降低假体生存率。虽然以上这些研究均不建议选择过大的 PTS, 但较小的 PTS 同样会影响膝关节功能。Kurihara 等^[27]通过对 182 例病人进行回顾性分析并认为后倾角减小超过 5° 时则与胫骨假体塌陷相关。Weber 等^[28]通过模拟人体在平面上步态的膝盖磨损模拟器进行研究, 结果表明过小的 PTS 会增加单髁膝关节假体后方压力并加速聚乙烯衬垫的磨损。可见过大或过小的 PTS 均可能导致外侧间室骨性关节炎进展、早期假体松动、衬垫脱位、内侧副韧带或交叉韧带损伤甚至出现假体周围骨折等严重并发症^[29-31]。

虽然目前对 PTS 研究较多, 但仍没有明确表明

术后 PTS 的最佳范围, 由于亚洲人的生活习惯对膝关节屈曲要求较高, 且不同种族、性别之间 PTS 本就存在差异^[20, 32], 所以本研究抛弃固有所谓的术后 PTS 最佳范围理念, 旨在强调通过术前 PTS 来决定术后 PTS 的个体化差异来获取更好的手术疗效, 这与 Weber 等^[12]所倡导的理念一致。虽然本研究为回顾性分析, 术中采用常规后倾 7° 进行截骨, 但所有病人均是由同一名主任医师完成手术, 术者根据不同病人的情况在术中后倾角度选择作出了不同程度的调整。在本研究结果中, B 组在 HSS 评分、OKS 评分占有略微优势。因此我们建议 UKA 中 PTS 的选择更要精准化、个体化, 要根据病人术前 PTS 来决定术后 PTS, 避免过大或过小的改变, 而造成屈伸间隙不平衡、应力不集中及韧带张力过大等不良后果。

采用第 3 代 Oxford 单髁膝关节假体的 UKA 手术在治疗内侧间室骨性关节炎中取得了令人肯定的临床疗效, 而胫骨侧截骨 PTS 的最佳角度尚无定论, 本研究中 PTS 变化 $\leq 2^\circ$ 的病人获得了更好的膝关节功能。因此我们认为对于术后 PTS 的选择要个体化、精准化以获得更好的手术效果及病人满意度。

参 考 文 献

- [1] Ren Y, Hu J, Tan J, et al. Incidence and risk factors of symptomatic knee osteoarthritis among the Chinese population: analysis from a nationwide longitudinal study [J]. BMC Public Health, 2020, 20 (1): 1491.
- [2] Zuiderbaan H, van der List JP, Khamaisy S, et al. Unicompartmen-tal knee arthroplasty versus total knee arthroplasty: Which type of artificial joint do patients forget? [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(3): 681-686.
- [3] Streit MR, Streit J, Walker T, et al. Minimally invasive Oxford medial unicompartmental knee arthroplasty in young patients [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(3): 660-668.
- [4] Halawi MJ, Barsoum WK. Unicompartmental knee arthroplasty: Key concepts [J]. J Clin Orthop Trauma, 2017, 8(1): 11-13.
- [5] Hurst JM, Berend KR. Mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty: the Oxford experience [J]. Orthop Clin North Am, 2015, 46(1): 113-124.
- [6] Yoo JH, Chang CB, Shin KS, et al. Anatomical references to assess the posterior tibial slope in total knee arthroplasty: a comparison of 5 anatomical axes [J]. J Arthroplasty, 2008, 23(4): 586-592.
- [7] Li Z, Chen Z, Wei J, et al. Excellent outcomes with Oxford Uni-compartmental knee arthroplasty in anteromedial osteoarthritis patients (≤ 60 years) at mid-term follow-up [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 859.
- [8] Scott RD, Joyce MJ, Ewald FC, et al. McKeever metallic hemiarthroplasty of the knee in unicompartmental degenerative arthritis. Long-term clinical follow-up and current indications [J]. J Bone Joint Surg Am, 1985, 67(2): 203-207.
- [9] Goodfellow JW, Kershaw CJ, Benson MK, et al. The Oxford Knee for unicompartmental osteoarthritis. The first 103 cases [J]. J Bone

- Joint Surg Br, 1988, 70(5): 692-701.
- [10] Wilson HA, Middleton R, Abram SGF, et al. Patient relevant outcomes of unicompartmental versus total knee replacement: systematic review and meta-analysis[J]. *BMJ*, 2019, 365: 11032.
- [11] Carlson SW, Sierra RJ. Unicompartmental knee arthroplasty over total knee arthroplasty: a more cost-effective strategy for treating medial compartment arthritis[J]. *Ann Transl Med*, 2020, 8(7): 510.
- [12] Weber P, Woiczinski M, Steinbrück A, et al. Increase in the tibial slope in unicondylar knee replacement: analysis of the effect on the kinematics and ligaments in a weight-bearing finite element model[J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018: 8743604.
- [13] Koh YG, Park KM, Kang K, et al. Finite element analysis of the influence of the posterior tibial slope on mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Knee*, 2021, 29: 116-125.
- [14] Armillotta N, Bori E, Innocenti B. Finite element analysis of malposition in bi-unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023, 143(6): 3447-3455.
- [15] Chen Z, Chen K, Yan Y, et al. Effects of posterior tibial slope on the mid-term results of medial unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Arthroplasty*, 2021, 3(1): 11.
- [16] Kang KT, Park JH, Koh YG, et al. Biomechanical effects of posterior tibial slope on unicompartmental knee arthroplasty using finite element analysis[J]. *Biomed Mater Eng*, 2019, 30(2): 133-144.
- [17] Ji JH, Park SE, Song IS, et al. Complications of medial unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Clin Orthop Surg*, 2014, 6(4): 365-372.
- [18] Postler A, Lütznier C, Beyer F, et al. Analysis of total knee arthroplasty revision causes[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018, 19(1): 55.
- [19] Polat AE, Polat B, Gürpınar T, et al. Factors affecting the functional outcome of oxford phase 3 unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Acta Ortop Bras*, 2020, 28(2): 78-83.
- [20] 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.
- [21] Kennedy JA, Mohammad HR, Mellon SJ, et al. Age stratified, matched comparison of unicompartmental and total knee replacement[J]. *Knee*, 2020, 27(5): 1332-1342.
- [22] Lisowski LA, Meijer LI, van den Bekerom MP, et al. Ten- to 15-year results of the Oxford Phase III mobile unicompartmental knee arthroplasty: a prospective study from a non-designer group[J]. *Bone Joint J*, 2016, 98 B(10 Supple B): 41-47.
- [23] Faour-Martín O, Valverde-García JA, Martín-Ferrero MA, et al. Oxford phase 3 unicondylar knee arthroplasty through a minimally invasive approach: long-term results[J]. *Int Orthop*, 2013, 37(5): 833-838.
- [24] Heaps BM, Blevins JL, Chiu YF, et al. Improving estimates of annual survival rates for medial unicompartmental knee arthroplasty, a meta-analysis[J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(7): 1538-1545.
- [25] Suzuki T, Ryu K, Kojima K, et al. The effect of posterior tibial slope on joint gap and range of knee motion in mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(12): 2909-2913.
- [26] Sekiguchi K, Nakamura S, Kuriyama S, et al. Effect of tibial component alignment on knee kinematics and ligament tension in medial unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Bone Joint Res*, 2019, 8(3): 126-135.
- [27] Kurihara S, Hatayama K, Terauchi M, et al. Large reduction in post-operative posterior tibial slope risks anterior collapse of the tibial component in fixed-bearing unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Arthroplast Today*, 2022, 17: 9-15.
- [28] Weber P, Schröder C, Schmidutz F, et al. Increase of tibial slope reduces backside wear in medial mobile bearing unicompartmental knee arthroplasty[J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2013, 28(8): 904-909.
- [29] Plancher KD, Shanmugam JP, Brite JE, et al. Relevance of the tibial slope on functional outcomes in ACL-deficient and ACL intact fixed-bearing medial unicompartmental knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2021, 36(9): 3123-3130.
- [30] Sawatari T, Tsumura H, Iesaka K, et al. Three-dimensional finite element analysis of unicompartmental knee arthroplasty--the influence of tibial component inclination[J]. *J Orthop Res*, 2005, 23(3): 549-554.
- [31] Inoue S, Akagi M, Asada S, et al. The valgus inclination of the tibial component increases the risk of medial tibial condylar fractures in unicompartmental knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2016, 31(9): 2025-2030.
- [32] Karimi E, Norouzi M, Birjandinejad A, et al. Measurement of posterior tibial slope using magnetic resonance imaging[J]. *Arch Bone Jt Surg*, 2017, 5(6): 435-439.

(收稿日期: 2023-09-28)

(本文编辑: 陈姗姗)

引用格式

翟凯, 王冰, 周珂, 等. 胫骨平台后倾角变化对单髁关节置换术后关节功能及假体生存率的影响[J]. *骨科*, 2024, 15(1): 18-23. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.01.004.