

· 临床论著 ·

运动对线单髁膝置换的临床与影像研究

孙晓威^{1,2}, 张启栋^{1,2}, 王卫国^{1,2}, 程立明¹, 郭万首^{1,2*}

(1. 中日友好医院骨科一部, 北京 100029; 2. 中国医学科学院北京协和医学院研究生院, 北京 100029)

摘要: [目的] 比较单髁关节置换运动学对线定位技术与传统手术技术, 在术中垫片运动轨迹、临床效果和影像学评价上的差异。[方法] 回顾性分析 2019 年 1—6 月收治牛津单髁手术患者。其中, 23 例 (30 膝) 术中采用运动学对线技术 (运动学组), 另外 25 例 (30 膝) 术中采用常规对线技术 (常规组), 两组患者一般资料差异无统计学意义 ($P>0.05$)。比较两组术中垫片运动方式和运动距离、临床效果及影像学资料。[结果] 术中垫片运动轨迹存在差异, 运动组可达到更为理想的垫片运动轨迹 ($P<0.05$), 而术中垫片移动距离差异无统计学意义 ($P>0.05$)。临床结果显示, 运动组手术时间和出血量均显著少于常规组 ($P<0.05$)。相应时间点, 两组间 KSS 评分差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。影像评估显示, 两组患者术后的髌膝踝角 (hip-knee-ankle angle, HKAA) 均较术前显著增加 ($P<0.05$), 相应时间点两组间 HKAA 的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。术后两组间股骨及胫骨假体内外翻、股骨假体屈伸、胫骨假体后倾、假体相对倾斜角比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。但是, 运动组的假体邻近度显著小于常规组 ($P<0.05$)。[结论] 本研究介绍的膝关节单髁置换术 (unicompartmental knee arthroplasty, UKA) 中运动学对线定位技术与传统手术相比, 临床效果相似, 假体安装准确性相似, 但手术时间更短、术中出血量更小、假体间的邻近度更小, 且垫片运动轨迹更为理想。

关键词: 单髁置换术, 运动学对线技术, 垫片运动轨迹, 手术技术

中图分类号: R687.4 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2022) 03-0198-05

Clinical outcome and radiographic assessment of Oxford mobile bearing UKA by using kinematic alignment technique //

SUN Xiao-wei^{1,2}, ZHANG Qi-dong^{1,2}, WANG Wei-guo^{1,2}, CHENG Li-ming¹, GUO Wan-shou^{1,2}. 1. Department of Orthopaedics, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China; 2. Postgraduate School, Peking Union Medical College, Beijing 100029, China

Abstract: [Objective] To clarify whether the kinematic alignment technique improve the trajectory of the bearing movement, as well as the clinical outcomes and radiological presentations in Oxford mobile bearing unicompartmental knee arthroplasty (Oxford MB UKA). [Methods] We retrospectively analyzed the patients who underwent UKA from January to June, 2019. Of them, 23 patients (30 knees) had UKA performed by the kinematic alignment technique (the kinematic group), while the other 25 patients (30 knees) received UKA with the conventional alignment technique (the conventional group). There were no significant differences in term of baseline data preoperatively between the two groups. The intraoperative bearing movement mode, motion distance, clinical outcome and radiographic data were compared between the two groups. [Results] The kinematic group proved significantly superior to the conventional group in term of bearing movement trajectory ($P<0.05$), despite of the fact that no a difference was noticed in the motion distance of the liner between them ($P>0.05$). In terms of clinical outcomes, the kinematic group was significantly superior to the conventional group regarding to intraoperative blood loss and operation time ($P<0.05$), whereas there were no statistically significant differences in KSS clinical and functional scores between the two groups at any matching time point ($P>0.05$). Radiographically, the hip-knee-ankle angle (HKAA) significantly decreased postoperatively compared with that preoperatively in both groups ($P<0.05$), which was not statistically different between the two groups at any corresponding time point ($P>0.05$). There were no significant differences in terms of varus-valgus angles of the femoral and tibial components, flexion-extension angle of the femoral component, posterior slope of the tibial tray and relative oblique of the femoral and tibial components between the two groups ($P>0.05$). However, the kinematic group got significantly closer contiguity of the components than the conventional group ($P<0.05$). [Conclusion] Although the kinematic technique does achieve similar prosthetic installation accuracy and clinical outcome with the conventional technique for Oxford MB UKA, the former has advantages of less blood loss, shorter operation time, closer contiguity of the femoral and tibial components, and more optimal bearing movement trajectory over the latter.

Key words: unicompartmental knee arthroplasty, kinematic alignment technique, bearing movement trajectory, surgical technique

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.03.02

作者简介: 孙晓威, 副主任医师, 研究方向: 骨关节外科, (电话)15203154600, (电子信箱)sunxiaoweichn@163.com

* 通信作者: 郭万首, (电话)010-84206197, (电子信箱)wanshou_guo@163.com

在接受牛津活动垫片膝关节单髁置换手术 (Oxford mobile bearing unicompartmental knee arthroplasty, Oxford MB UKA) 的亚洲患者中, 活动垫片脱位是造成术后翻修的最常见的并发症^[1-4]。据报道其发生率可高达 7.9%^[5], 且亚洲患者的发病率明显高于西方国家患者^[2]。垫片脱位的机制较为复杂, 目前公认的危险因素, 包括垫片运动轨迹不良、屈伸间隙不平衡、残留骨赘或骨水泥对垫片的撞击、内侧副韧带功能不良等^[1]。其中, 活动垫片运动轨迹不良是脱位的主要原因。近年来的报道显示, 临床上常用的 Microplasty (MP) 手术器械可降低垫片与外侧壁分离的程度^[6], 但仍有至少一半的病例, 无法达到理想的垫片运动轨迹^[7]。作者在 2020 年提出了一种运动学对线的手术方法^[8]。本研究拟明确这种运动学对线定位技术, 在临床效果和影像学评价上与传统手术方式的区别, 以及是否能够改善垫片运动轨迹。

1 资料与方法

1.1 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) 术区及全身无感染灶; (4) 膝关节内翻畸形 $<15^\circ$ 且屈曲挛缩畸形 $<15^\circ$; (5) 膝关节周围韧带功能良好。

排除标准: (1) 骨关节炎累及外侧间室; (2) 炎性关节炎; (3) 临床或影像学资料不全者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2019 年 1 月—2019 年 6 月本院连续收治的接受 Oxford MB UKA 手术患者的临床资料。依据手术记录纳入运动组 23 例, 共 30 膝, 同时依据年龄 (± 2 岁)、BMI (± 2 kg/m²) 同时期行常规 UKA 手术的患者中, 匹配入常规组 25 例, 共 30 膝。两组基线特征包括年龄、性别比例、BMI、病程时间差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 见表 1。该研究通过了中日友好医院伦理委员会批准 (批准号: 2020-50-k28), 所有纳入研究的患者均签署知情同意书。

表 1 两组患者一般资料与比较

指标	运动组 (n=23)	常规组 (n=25)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	67.95 \pm 9.91	68.20 \pm 9.23	0.930
性别 (例, 男/女)	11/12	8/17	0.377
BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	26.92 \pm 4.12	26.05 \pm 3.61	0.439
病程 (年, $\bar{x} \pm s$)	7.86 \pm 3.63	6.92 \pm 4.18	0.172

1.3 手术方法

运动组: 手术方法是依据张启栋等于 2020 介绍的股骨髓内定位法进行手术^[8]。膝关节经髌骨内侧切口入路, 不松懈软组织。首先在髓外导向器引导下进行胫骨截骨。安装胫骨截骨导向器, 截骨水平面位于胫骨平台软骨磨损最深区域下 2~3 mm, 完成胫骨截骨后移除骨片。屈曲间隙用 7 mm 插片插入并确认韧带张力, 以插片中点为起点, 在股骨髁屈曲关节面画一条垂直于插片的垂线 (内髁中心线)。膝关节完全伸直后插入 8 mm 插片, 恢复韧带自然张力, 矫正内翻畸形。如果 8 mm 太松, 则插入更厚的插片。这种情况主要是由于软骨磨损常位于屈曲关节面, 丢失约 1~2 mm, 而股骨后髁软骨常完好无损。在插入合适的插片后, 自中点起, 并垂直于插片, 在股骨前表面画另外一条参考线 (A 线)。膝关节屈曲至 90°, 放置股骨钻孔导向器于内髁中心线上, 钻孔时股骨钻须平行于 A 线。术者或助手将导向器位置固定后, 用相应钻头通过导向器钻出 4 mm 和 6 mm 两个定位孔。插入后髁截骨模块, 截除股骨后髁, 然后应用合适的股骨磨锉磨除前髁, 以平衡屈伸间隙。再进行胫骨开槽并冲洗后置入假体。

常规组: 应用 MP 器械, 按照 Oxford 第三代 UKA 标准手术技术进行^[9], 胫骨截骨方法相同, 股骨假体定位采用 MP 器械的股骨髓内定位杆插入髓腔中, 并以 7° “音叉” 连接髓内杆与股骨钻孔导向器, 并钻入 4 mm 和 6 mm 定位孔, 其余步骤与运动组相同。

1.4 评价指标

1.4.1 术中垫片运动轨迹的观察

应用 Kawaguchi 介绍的方法测量术中垫片运动轨迹^[7]。应用激光打印技术制作了一套有网状刻度的胫骨平台假体试模, 可在术中观察垫片所处的位置, 同时可计算垫片在膝关节屈伸过程中的移动距离, 见图 1。

1.4.2 临床结果评价

比较患者术前及末次随访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两部分, 满分均为 100 分。

1.4.3 影像学测量

根据牛津单髁置换操作手册的建议^[9], 对假体位置的准确性进行分析。测量股骨和胫骨假体的内翻/外翻角 (图 2a)、股骨假体的屈曲/伸展和胫骨后倾角 (图 2b)。假体临近度 (图 2c)、股骨假体相对胫骨假体的倾斜角 (图 2d)。术前、术后在下肢全长 X 线片

上测量髌膝踝角 (hip-knee-ankle angle, HKAA) (图2e)。由2名作者分别完成测量, 取其平均值, 计算组内相关系数, 评估测量者之间差异。

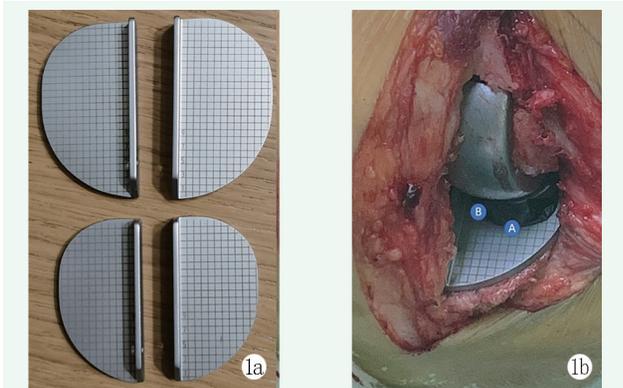


图1 网状刻度的胫骨平台假体试模 1a: 自行制作的胫骨假体试模, 以2 mm为间隔纵横打印方格, 并在假体前外侧的格子中标注第1, 3, 5, 7, 9个小方格, 以术中描记垫片位置 1b: 在屈膝90°时, 记录垫片最前缘的A点与前外侧缘B点的位置, 并依据此两点的位置判断垫片位置

1.5 统计学方法

采用SPSS 23.0统计软件进行统计分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采

用独立样本 *t* 检验, 组内不同时间点间比较采用配对 *T* 检验; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-whitney *U* 检验。 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术中垫片运动轨迹测量

观察结果显示, 运动组中理想轨迹比例较常规组明显增高, 差异有统计学意义 (*P* < 0.05)。而术中垫片移动距离, 两组间差异无统计学意义 (*P* > 0.05), 见表2。

2.2 临床结果评价

两组患者手术均顺利完成, 切口愈合良好, 至末次随访均未出现明显的并发症, 亦无翻修病例。两组间切口长度、住院时间的差异无统计学意义 (*P* > 0.05), 术中均未透视; 但运动组手术时间和术中失血量均显著少于常规组 (*P* < 0.05); 两组末次随访时 KSS 临床评分、KSS 功能评分均较术前明显增高, 差异有统计学意义 (*P* < 0.05), 而相应时间点, 两组间 KSS 评分的差异均无统计学意义 (*P* > 0.05)。见表3。



图2 UKA 术后假体影像测量示意图 2a: 角A为股骨假体内翻/外翻角, 角C为胫骨假体内翻/外翻角 2b: 角B为股骨假体的屈曲/伸展角, 角D为胫骨假体后倾角 2c: 股骨与胫骨假体的邻近度, 在股骨假体伸直关节面的外侧壁画垂直于地面的切线, 此线与胫骨垂直截骨线的水平距离定义为假体邻近度 2d: 股骨相对胫骨的假体倾斜角 2e: HKAA

表2 两组患者术中垫片运动轨迹测量 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	运动组 (n=23)	常规组 (n=25)	<i>P</i> 值
术中垫片移动距离 (mm)	8.53±3.00	8.13±3.23	0.621
术中轨迹理想率 [膝 (%)]	23 (76.67)	14 (46.67)	0.033

2.3 影像学结果评价

两组患者手术后的 HKAA 均较术前显著增加 (*P* < 0.05), 而相应时间点, 两组组间 HKAA 的差异均无统计学意义 (*P* > 0.05)。术后两组间股骨及胫骨

假体内外翻、股骨假体屈伸、胫骨假体后倾、假体相对倾斜角比较差异均无统计学意义 (*P* > 0.05); 但是, 运动组的假体邻近度显著小于常规组 (*P* < 0.05)。见表4。

3 讨论

作者在应用 MP 器械进行 UKA 手术时改良了股骨假体定位的方法, 不打通股骨髓腔, 也可称之为髓

外定位技术。既往的研究表明,应用这种定位技术与 MP 器械所使用的髓内定位技术在假体位置的准确性方面没有差别,但在减少出血量及减少手术时间方面已经显示出了其优势^[8],本研究结果再次证实了这一点,正是由于这种方法不打通股骨髓腔,减少了因开髓而导致的出血和手术时间的延长,也加快了患者的康复。

表 3 两组患者临床结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	运动组 (n=30 膝)	常规组 (n=30 膝)	P 值
手术时间 (min)	53.72±8.78	60.67±10.25	0.029
切口总长度 (cm)	12.37±2.58	12.59±3.26	0.581
术中失血量 (ml)	47.49±12.33	110.39±21.57	<0.001
住院时间 (d)	7.53±1.86	7.69±1.77	0.783
KSS 临床评分 (分)			
术前	56.37±7.22	58.27±8.67	0.360
末次随访时	88.63±5.21	89.00±4.71	0.776
P 值	<0.001	<0.001	
KSS 功能评分 (分)			
术前	48.33±10.45	52.00±12.57	0.224
末次随访时	89.33±6.26	86.83±6.76	0.143
P 值	<0.001	<0.001	

表 4 两组患者影像测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	运动组 (n=30 膝)	常规组 (n=30 膝)	P 值
HKAA (°)			
术前	172.46±4.20	173.46±3.75	0.334
末次随访时	177.26±2.61	177.45±2.20	0.766
P 值	<0.001	<0.001	
术后角 A (°)	0.20±3.53	0.69±4.24	0.630
术后角 B (°)	9.60±2.55	9.36±4.11	0.780
术后角 C (°)	2.02±2.49	1.56±2.41	0.468
术后角 D (°)	7.36±1.64	8.14±1.91	0.095
术后假体相对倾斜角 (°)	-1.82±4.02	-0.87±4.68	0.402
术后假体邻近度 (mm)	4.78±1.61	6.30±1.80	<0.001

Oxford UKA 操作手册推荐的垫片运动轨迹,是垫片距离胫骨外侧壁 2 mm 以内,无接触,且不与外壁过度分离。但既往研究证明,大多数的垫片运动轨迹,都是在屈膝 60°~90°时,垫片与外侧壁平行,而在 0°~60°时,垫片与外壁分离^[7, 11]。而垫片与外侧壁过度分离,则垫片在间隙内旋转的可能性更大,在外力刺激下可造成垫片的旋转,而降低了股骨假体对垫片活动度的限制,被认为是垫片脱位的最常见机

制^[1, 3, 12]。因此,如何达到理想的垫片运动轨迹,一直是临床上难以解决的问题。既往研究大多集中在胫骨内旋截骨以及股骨胫骨假体匹配上^[11, 13-15],虽然 2012 年后出现的 MP 手术器械可有效降低垫片脱位概率^[4, 16],但 Kawaguchi^[7]报告的理想垫片运动轨迹的概率不足 50%,与本研究常规组的结果相似,但不尽如人意。而作者这种运动学对线的方法,所得到的垫片运动轨迹明显会更好。

本研究中所介绍的这种运动学对线方法原理简单,股骨内髁中线及 A 线的确定,保证在屈伸过程中,股骨假体的中心线均位于插片的中心线上,而插片与胫骨截骨面贴近,则保证了股骨与胫骨假体在膝关节屈伸活动中的稳定,这也是垫片运动轨迹稳定的原因。而也正是这个原因,本研究采用的这种运动学对线定位法,十分依赖胫骨截骨的准确性。众所周知,膝关节完全伸直时胫骨会出现 10°~15°的外旋^[17]。因而,胫骨充分的外旋截骨非常重要^[11, 15]。如果截骨出现误差,常会造成胫骨假体选择过小,甚至出现股骨胫骨假体间的不匹配。Kawaguchi^[18]报道了 1 例垫片外侧脱位患者,并认为股骨假体偏大,胫骨假体偏小的错配可能是导致垫片侧方脱位的原因。如果胫骨截骨不理想,是不建议使用这种运动学对线方法的。但在这种情况下,Hiranaka 等^[19]介绍的胫骨加截和改良胫骨开槽技术是可以作为胫骨截骨不良的补救措施的。

理论上讲,此种方法的准确性也十分依赖合适厚度的插片对膝关节进行韧带张力重建。因股骨髁中心线与 A 线均垂直于插片,在理想情况下,术后股骨假体与胫骨假体之间的倾斜角应该趋近于 0,但事实上,运动组的结果与常规组并无差别。考虑可能是插片初步判断的韧带张力与最终假体安装后的张力可能并不相同,在伸直位上尤其明显,而这种差别在传统 MP 器械的手术中也同样存在。

本研究发现,运动学对线法的假体位置准确性与传统手术相似,但假体邻近度更小。既往研究表明,股骨假体与胫骨假体的邻近度十分重要,过于远离的假体造成脱位的风险增加^[1, 6]。但是过度接近的股骨假体与胫骨外侧壁之间的撞击也不能忽视,据报道,此种撞击常是造成垫片倾斜^[14],严重者甚至可以导致垫片外侧脱位^[18]。本研究中,在伸直位上邻近度达到 4.78 mm,也仍是安全的。而常规组的邻近度为 6.30 mm,与 Koh 等报道的结果接近^[6]。

本研究局限性如下:此研究为单中心研究,所有手术均由同一位资深专家主刀,因此不具备广泛代表

性,仍需要多术者,乃至多中心研究以明确这种方法的普适性。

本研究中介绍的 UKA 术中运动学对线定位技术,与传统手术相比,临床结果相似,假体安装准确性相似,但手术时间更短,出血量更小,假体间的邻近度更小,且垫片运动轨迹更为理想。

参考文献

- [1] Bae JH, Kim JG, Lee SY, et al. Epidemiology of bearing dislocations after mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty: multicenter analysis of 67 bearing dislocations [J]. *J Arthroplasty*, 2020, 35 (1): 265-271.
- [2] Ro KH, Heo JW, Lee DH. Bearing dislocation and progression of osteoarthritis after mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty vary between Asian and western patients: a meta-analysis [J]. *Clin Orthop*, 2018, 476 (5): 946-960.
- [3] 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]. *J Orthop Surg Res*, 2021, 16 (1): 28.
- [4] Kang SW, Kim KT, Hwang YS, et al. Is mobile-bearing medial unicompartmental knee arthroplasty appropriate for, Asian patients with the risk of bearing dislocation [J]. *J Arthroplasty*, 2019, 24 (4): 829-836.
- [5] Choy WS, Lee KW, Kim HY, et al. Mobile bearing medial unicompartmental knee arthroplasty in patients whose lifestyles involve high degrees of knee flexion: a 10~14 year follow-up study [J]. *Knee*, 2017, 24 (4): 829-836.
- [6] 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 [J]. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2016, 102 (2): 183-187.
- [7] Kawaguchi K, Inui H, Taketomi S, et al. Intraoperative mobile-bearing movement in Oxford unicompartmental knee arthroplasty [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27 (7): 2211-2217.
- [8] Zhang Q, Wang W, Liu Z, et al. A novel extramedullary technique to guide femoral bone preparation in mobile unicompartmental knee arthroplasty based on tibial cut and overall alignment [J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15 (1): 92.
- [9] Zimmer-Biomet. Oxford partial knee microplasty instrumentation manual of the surgical technique [EB/OL]. <https://www.zimmerbiomet.com/content/dam/zimmer-biomet/medical-professionals/000-surgical-techniques/knee/oxford-partial-knee-microplasty-instrumentation-surgical-technique.pdf>.
- [10] Hurst JM, Berend KR, Adams JB, et al. Radiographic comparison of mobile-bearing partial knee single-peg versus twin-peg design [J]. *J Arthroplasty*, 2015, 30 (3): 475-478.
- [11] Kamenaga T, Hiranaka T, Takayama K, et al. Adequate positioning of the tibial component is key to avoiding bearing impingement in Oxford unicompartmental knee arthroplasty [J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34 (11): 2606-2613.
- [12] Clarius M, Hauck C, Seeger JB, et al. Correlation of positioning and clinical results in Oxford UKA [J]. *Int Orthop*, 2010, 34 (8): 1145-1151.
- [13] Inui H, Taketomi S, Yamagami R, et al. Femorotibial rotational mismatch of the Oxford unicompartmental knee in the flexion position is a risk for poor outcomes [J]. *Knee*, 2020, 27 (3): 1064-1070.
- [14] Inui H, Taketomi S, Yamagami R, et al. Impingement of the mobile bearing on the lateral wall of the tibial tray in unicompartmental knee arthroplasty [J]. *J Arthroplasty*, 2016, 31 (7): 1459-1464.
- [15] Kamenaga T, Hiranaka T, Hida Y, et al. Rotational position of the tibial component can decrease bony coverage of the tibial component in Oxford mobile-bearing unicompartmental knee arthroplasty [J]. *Knee*, 2019, 26 (2): 459-465.
- [16] Jang KM, Lim HC, Han SB, et al. Does new instrumentation improve radiologic alignment of the Oxford® medial unicompartmental knee arthroplasty [J]. *Knee*, 2017, 24 (3): 641-650.
- [17] Freeman MA, Pinskerova V. The movement of the normal tibio-femoral joint [J]. *J Biomech*, 2005, 38 (2): 197-208.
- [18] Kawaguchi K, Inui H, Taketomi S, et al. Meniscal bearing dislocation while rolling over in sleep following Oxford medial unicompartmental knee arthroplasty [J]. *Knee*, 2019, 26 (1): 267-272.
- [19] Hiranaka T, Tanaka T, Okimura K, et al. Manipulation of tibial component to ensure avoidance of bearing separation from the vertical wall of tibial component in oxford unicompartmental arthroplasty [J]. *Clin Orthop Surg*, 2021, 13 (1): 123-126.

(收稿:2021-05-01 修回:2021-07-26)

(同行评议专家:李颖)

(本文编辑:郭秀婷)