

· 临床研究 ·

计算机导航间隙平衡技术对全膝关节置换术后患者下肢恢复的影响

王宸,冯利君,赵金廷

(开封市中心医院,河南 开封 475000)

【摘要】 目的:探讨计算机导航间隙平衡技术对全膝关节置换术患者术后下肢功能恢复的影响。方法:回顾性分析 2018 年 7 月至 2019 年 6 月接受全膝关节置换术的 106 例膝关节骨性关节炎(osteoarthritis, OA)患者的临床资料,根据全膝关节置换术中截骨技术不同分为测量截骨组和间隙平衡组。测量截骨组 61 例,男 24 例,女 37 例;年龄 45~77(63.35±4.26)岁;K-L 分级,Ⅲ级 41 例,Ⅳ级 20 例,术中实施测量截骨技术。间隙平衡组 45 例,男 17 例,女 28 例;年龄 45~78(64.03±4.31)岁;K-L 分级,Ⅲ级 29 例,Ⅳ级 16 例,实施计算机导航间隙平衡技术。比较两组患者术中出血量、手术时间、切口长度、住院时间及术后并发症情况,分别于术前、术后 12 个月采用膝关节协会评分(Knee Society Knee Score, KSS)评价其临床疗效。结果:106 例患者均获得随访,时间 12~18(20.38±3.25)个月。两组术中出血量、手术时间分比较差异有统计学意义($P<0.05$)。两组切口长度和住院时间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。术后 12 个月,间隙平衡组 KSS 总分(173.59±14.50)分优于测量截骨组(164.95±12.10)分($P<0.05$)。两组患者随访期间未发生假体松动不良严重并发症,其他并发症发生率组间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。结论:全膝关节置换术中应用计算机导航间隙平衡技术利于 OA 患者术后下肢功能恢复,且术后未发生严重不良并发症,安全性高。

【关键词】 骨关节炎,膝; 关节成形术,置换,膝; 计算机辅助外科技术; 下肢功能

中图分类号:R687.4

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2022.01.009

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Effect of computer navigation gap balance technology on lower limb recovery after total knee arthroplasty WANG Chen, FENG Li-jun, and ZHAO Jin-ting. Kaifeng Central Hospital, Kaifeng 475000, Henan, China

ABSTRACT **Objective:** To investigate the effect of computer navigation gap balance technology on the recovery of lower limb function after total knee arthroplasty. **Methods:** The clinical data of 106 patients with knee osteoarthritis (OA) who underwent total knee arthroplasty from July 2018 to June 2019 were analyzed retrospectively. They were divided into measurement osteotomy group and space balance group according to different osteotomy techniques during total knee arthroplasty. There were 61 cases in osteotomy group, 24 males and 37 females; The age ranged from 45 to 77 (63.35±4.26) years; According to K-L classification, 41 cases were grade Ⅲ and 20 cases were grade Ⅳ. Intraoperative measurement osteotomy was performed. There were 45 cases in the gap balance group, 17 males and 28 females; Age 45 to 78 (64.03±4.31) years; According to K-L classification, 29 cases were classified as grade Ⅲ and 16 cases as grade Ⅳ. Computer navigation gap balance technology was implemented. The amount of intraoperative bleeding, operation time, incision length, hospital stay and postoperative complications were compared between two groups. The clinical efficacy was evaluated by Knee Society score (KSS) before operation and 12 months after operation. **Results:** Total of 106 patients were followed up for 12 to 18 (20.38±3.25) months. There were significant differences in intraoperative bleeding and operation time between two groups ($P<0.05$). There was no significant difference in incision length and hospital stay between the two groups ($P>0.05$). At 12 months after operation, the total score of KSS in the gap balance group (173.59±14.50) was better than that in the osteotomy group (164.95±12.10) ($P<0.05$). There were no serious complications of poor prosthesis loosening between two groups during follow-up, and there was no significant difference in the incidence of other complications between two groups ($P>0.05$). **Conclusion:** The application of computer navigation gap balance technology in total knee arthroplasty is conducive to the recovery of lower limb function in patients with OA, and there are no serious adverse complications and high safety.

KEYWORDS Osteoarthritis, knee; Arthroplasty, replacement, knee; Computer-assisted surgery; Lower limb function

通讯作者:王宸 E-mail:ranba19860216@163.com

Corresponding author: WANG Chen E-mail: ranba19860216@163.com

膝关节骨性关节炎(osteoarthritis, OA)是中老年群体常见病,患者下肢屈曲受限,生活质量受到严重影响^[1]。全膝关节置换术是目前临床中治疗 OA 有效

方法,其主要通过完成对下肢正常力线的重塑,达到维持患者内外侧及屈伸间隙平衡目的^[2]。精确内外侧软组织平衡,准确截骨是影响全膝关节置换术后膝关节功能恢复的重要因素^[3]。目前主要的股骨外旋截骨确定方法包括测量截骨及间隙平衡技术^[4]。其中间隙平衡技术主要借助软组织张力及平衡伸直间隙作为截骨的参照依据,使股骨外旋截骨面与胫骨截骨面保持平衡,该术式在股骨假体屈伸、旋转及稳定性维持方面有一定优势^[5]。近几年计算机辅助导航技术逐渐被用于间隙平衡治疗,但目前对于测量截骨与计算机导航间隙平衡技术在 OA 患者术后下肢功能恢复中获益与选择优先性尚未达成统一意见。鉴于此,本研究对比测量截骨与计算机导航间隙平衡技术应用情况,旨在为 OA 患者的最佳治疗方式选择提供依据。

1 资料与方法

1.1 病例选择

1.1.1 诊断标准 根据 2018 年中华医学会骨科学分会关节外科学组修订的诊断标准^[6]:(1)近 1 个月内反复的膝关节疼痛。(2)X 线片(站立位或负重位)显示关节间隙边窄,软骨下骨硬化和(或)囊性变,关节边缘骨赘形成。(3)年龄 ≥ 50 岁。(4)晨僵时间 ≤ 30 min。(5)活动时骨摩擦音(感)。满足上述诊断标准 1+(2、3、4、5 条中的任意 2 条)则可诊断为 OA。

1.1.2 纳入标准 根据 Kellgren-Lawrence^[7] 分级(K-L 分级)标准:Ⅲ-Ⅳ级者;病历资料完整(随访资料完整);膝关节屈曲 $>90^\circ$;无下肢动静脉严重病变者;病历资料的抽取及阅读得到患者知情同意。

1.1.3 排除标准 风湿性、创伤性或继发性骨关节炎者;感染性膝关节炎者;系统性红斑狼疮免疫性疾病者;先天性膝关节畸形及结核者;严重肝肾疾病,心脑血管疾病及造血系统疾病者。

1.2 临床资料

本研究设计遵循伦理委员会制定的相关规定[伦审 2018(007)号]。收集 2018 年 7 月至 2019 年 6 月接受全膝关节置换术的 106 例膝关节骨性关节炎患者的临床资料,根据全膝关节置换术中截骨技

术不同分为测量截骨组和间隙平衡组。测量截骨组男 24 例,女 37 例;年龄 45~77(63.35 \pm 4.26)岁;病程 10 个月~8 年,平均(4.58 \pm 1.58)年;左膝 38 例,右膝 23 例;K-L 分级,Ⅲ级 41 例,Ⅳ级 20 例。间隙平衡组男 17 例,女 28 例;年龄 45~78(64.03 \pm 4.31)岁;病程 8 个月~8 年,平均(4.69 \pm 1.62)年;左膝 26 例,右膝 19 例;K-L 分级,Ⅲ级 29 例,Ⅳ级 16 例。两组患者术前一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。见表 1。

1.3 治疗方法

均行全膝关节置换术,术中植入的人工膝关节假体均购自普鲁斯外科植入物(北京)有限公司。

1.3.1 测量截骨组 全麻,患者取平卧位,于膝关节前正中内侧髌骨旁入路,剥离近端股四头肌,充分暴露股骨下端,剥离远端骨膜,暴露胫骨。切除前后交叉韧带、半月板、多余滑膜组织,并对髌骨增生赘肉进行电灼清除。采用髓内定位法进行股骨远端截骨,髓外定位法进行胫骨平台截骨,而后患肢屈膝 90° 向前脱出胫骨平台,植入股骨假体测号器,保持胫骨截骨平面与解剖轴垂直,外旋角为 3° ,针对屈膝不平衡的患者,则参照 Whiteside 线及上髌轴调整外旋角度确认无误后,使用四合一截骨器实施股骨截骨,并安装人工膝关节假体试模[普鲁斯外科植入物(北京)有限公司,进口产品注册标准 YZB/SWI 1618-2009《人工膝关节》,批号:20171025],之后判断膝关节屈曲、伸直间隙及软组织松懈间的平衡情况,根据膝关节畸形程度实施软组织松懈,继续安装假体固定,观察膝关节活动度,后止血、引流,逐层关闭切口。

1.3.2 间隙平衡组 全麻,患者取平卧位,将贝朗公司蛇牌导航设备放于健侧,保持与手术床呈 45° 角,距离患侧 1.8~2.0 m,于膝正中切口髌旁内侧入路,在股骨与胫骨处放置 2 枚固定钉进行单皮质固定,并与固定支架链接,后将跟踪显示器在上方固定。导航提示下依次于股骨髁、胫骨平台、踝关节进行注册。完成注册后,显示器将显示患肢原始力线角度及胫骨侧手术预期需要截骨角度及厚度。根据显

表 1 两组膝关节骨性关节炎患者治疗前一般资料比较

Tab.1 Comparison of general data before treatment of patients with knee osteoarthritis in two groups

组别	例数	性别(例)		年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	侧别(例)		病程($\bar{x}\pm s$,年)	K-L 分级(例)	
		男	女		左膝	右膝		Ⅲ级	Ⅳ级
测量截骨组	61	24	37	63.35 \pm 4.26	38	23	4.58 \pm 1.58	41	20
间隙平衡组	45	17	28	64.03 \pm 4.31	26	19	4.69 \pm 1.62	29	16
检验值		$\chi^2=0.027$		$t=0.808$	$\chi^2=0.221$		$t=0.351$	$\chi^2=0.089$	
P 值		0.870		0.421	0.638		0.727	0.766	

示器数据实时调整截骨模板位置及截骨厚度，在达到预期后固定截骨模板。而后进行胫骨截骨，将关节腔内增生骨赘清除，使用间隙韧带张力扩展器测量，记录韧带张力。再根据导航指示将股骨侧截骨模板再次行股骨远端截骨，后通过导航辅助确定外旋角度。待完成截骨与间隙平衡后，使用导航平面测量器放置于截骨面，以测量截骨的精准性，并通过监视器选择合适大小的假体，最终实施股骨四面截骨，安装人工膝关节假体试模[普鲁斯外科植入物(北京)有限公司,进口产品注册标准 YZB/SWI 1618-2009《人工膝关节》，批号:20161258]，使用导航检测患侧下肢力线，待调整满意后，安置假体，观察填充骨水泥固定后，冲洗切口，逐层关闭切口。

1.3.3 术后处理及随访 术后两组均进行下肢静脉血栓预防治疗，治疗及康复训练均相同。术后 2 d 根据康复情况，指导患者做基础膝关节屈伸运动，后期随着切口逐渐恢复，循序渐进增加锻炼量。术后均进行 12 个月的跟踪随访。

1.4 观察项目与方法

(1) 手术相关指标:记录两组术中出血量、手术时间、切口长度及住院时间。(2) 下肢恢复评价:采用膝关节协会评分(Knee Society Score, KSS)^[8]评价两组患者术前及术后 12 个月下肢恢复情况, KSS 包含临床评分(100 分)及功能评分(100 分)2 个部分, 评分越高功能恢复越好。(3) 并发症:术后随访过程中观察并记录患者是否出现并发症,如切口感染、膝关节不稳、膝前痛等并发症。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析,年龄、手术相关指标、KSS 等定量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用成组设计定量资料 *t* 检验,组内比较采用配对设计定量资料的 *t* 检验;性别、侧别、K-L 分级及术后并发症等定性资料采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

106 例患者均获得随访,时间 12~18 (20.38±3.25)个月。两组典型病例影像学资料见图 1,2。

2.1 手术相关指标及并发症比较

两组切口长度、住院时间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);间隙平衡组术中出血量多于测量截骨组,手术时间长于测量截骨组($P < 0.05$)。两组患者术后跟踪随访期间未发生假体松动不良严重并发症,其他并发症发生率组间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 2。

2.2 KSS 评分比较

两组术前 KSS 临床评分、功能评分及总分比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);术后 12 个月 KSS 临床评分、功能评分及总分较术前显著提高 ($P < 0.05$);术后 12 个月后,间隙平衡组 KSS 临床评分、功能评分及总分高于测量截骨组($P < 0.05$)。见表 3。

3 讨论

3.1 计算机导航间隙平衡技术应用及近期疗效

间隙平衡技术通过先松懈软组织,保持膝关节张力在一定状态后,使用专用器械撑开屈曲间隙,在内外侧软组织保持等张力下,实施股骨前后髁关节面截骨,以获得和伸直间隙等大且矩形的屈曲间隙^[9]。该技术主要原理是以胫骨平台为底,在内外侧张力平衡状态下撑开胫骨关节间隙,使用平衡器进行校正,以确定最终截骨的股骨后髁角度,一次获得屈曲间隙^[10]。本研究中采用计算机导航系统间隙平衡技术根据注册过程,精准计算股骨头、膝关节及踝关节中心,确定术中股骨和胫骨机械轴线,保证精准截骨及良好软组织松懈平衡的获得。研究结果显示,术后 12 个月间隙平衡组 KSS 评分中临床评分及功能评分均高于测量截骨组,说明与测量截骨技术相比,间隙平衡技术应用于全膝关节置换术更利于 OA 患者术后膝关节功能恢复,且未发生严重并发症。说明计算机导航间隙平衡技术应用于全膝关节置换术治疗更利于 OA 患者膝关节功能的改善。分析其原因为计算机导航间隙平衡技术能够帮助术者更加直观、全面的了解患者膝关节不同角度的软组织平衡及内外侧髁间隙情况,并且该技术能测量软组织张力大小,指导术者在术中出现不平衡的情况下,及时给予软组织松懈,以保证软组织平衡,利于延长植入

表 2 两组膝关节骨性关节炎患者手术相关指标及并发症对比

Tab.2 Comparison of surgical related indexes and complications of patients with knee osteoarthritis between two groups

组别	例数	术中出血量 ($\bar{x} \pm s$, ml)	手术时间 ($\bar{x} \pm s$, min)	切口长度 ($\bar{x} \pm s$, cm)	住院时间 ($\bar{x} \pm s$, d)	并发症[例(%)]		
						关节不稳	切口感染	膝前疼痛
测量截骨组	61	312.64±65.35	65.14±1.85	13.86±0.68	8.12±0.65	1(1.64)	1(1.64)	2(3.28)
间隙平衡组	45	348.75±74.64	84.65±2.24	13.89±0.71	8.15±0.68	0(0.00)	1(2.22)	1(2.22)
检验值		<i>t</i> =2.645	<i>t</i> =49.162	<i>t</i> =0.220	<i>t</i> =0.230	$\chi^2=0.139$		
<i>P</i> 值		0.010	0.000	0.826	0.818	0.709		

表 3 两组膝关节骨性关节炎患者术前及术后 12 个月 KSS 比较($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.3 Comparison of KSS before, 12 months after surgery of patients with knee osteoarthritis between two groups ($\bar{x}\pm s$, score)

组别	例数	KSS 临床评分		KSS 功能评分		总分	
		术前	术后 12 个月	术前	术后 12 个月	术前	术后 12 个月
测量截骨组	45	38.28±12.34	89.34±3.65 ^①	34.08±11.17	75.61±8.45 ^②	72.36±23.51	164.95±12.10 ^③
间隙平衡组	45	37.05±14.05	91.25±4.25 ^④	33.64±10.58	82.34±10.25 ^⑤	70.69±24.63	173.59±14.50
t 值		1.711	2.287	0.192	3.399	0.3229	3.069
P 值		0.091	0.025	0.848	0.001	0.743	0.003

注:与测量截骨组术前对比,^①t=26.573 P=0.000,^②t=19.981 P=0.000,^③t=23.491 P=0.000。与间隙平衡组术前比较,^④t=24.770 P=0.000,^⑤t=22.177 P=0.000,^⑥t=24.151 P=0.000

Note:Compared with measurement osteotomy group before operation, ^①t=26.573 P=0.000, ^②t=19.981 P=0.000, ^③t=23.491 P=0.000. Compared with gap balance group before operation, ^④t=24.770 P=0.000, ^⑤t=22.177 P=0.000, ^⑥t=24.151 P=0.000



图 1 患者,男,68 岁,右膝疼痛 5 年入院,诊断为右膝重度骨关节炎,行计算机导航右侧全膝关节置换术(测量截骨组),术后右膝疼痛基本消失 1a,1b. 术前右膝关节正侧位 X 线片显示关节骨质明显增生,内侧关节间隙明显变窄 1c,1d. 术中右膝关节髁间及髌骨轴位 X 线片显示髁间增生明显,髌骨关节面磨损 1e,1f. 术后 3 个月右膝关节 X 线片显示假体位置良好,下肢力线恢复 1g,1h. 术后 6 个月 X 线片示假体位置良好,下肢力线可

Fig.1 A-68-year-old male with right knee pain was admitted to the hospital for 5 years. He was diagnosed as severe osteoarthritis of the right knee and underwent computer-guided right total knee arthroplasty (osteotomy group). The pain of the right knee basically disappeared 1a,1b. AP and lateral X-ray film of the right knee before operation showed that the joint bone increased significantly and the medial joint space narrowed 1c,1d. During the operation, X-ray films of the right knee joint intercondylar and patellar axis showed obvious intercondylar hyperplasia and wear of the patellar articular surface 1e,1f. Three months after operation, the X-ray film of the right knee showed that the position of the prosthesis was good and the force line of the lower limb recovered 1g,1h. Three months after operation, X-ray films of the right knee showed good position of the prosthesis and the force line of the lower limb

假体使用寿命,利于术后下肢功能恢复、膝关节活动及功能改善^[11]。而测量截骨组参照股骨解剖标记确定股骨假体旋转,而解剖参考物为股骨通髌线,

Whiteside 线及后髌线,而参照的 Whiteside 线主要由术者经验进行主观判断,具有较高主观性,且对技术要求较高,可能存在截骨误差,导致内外侧不平



图 2 患者,男,70 岁,右膝疼痛 8 年入院,诊断为右膝重度骨关节炎,行计算机导航右侧全膝关节置换术(间隙平衡组),术后右膝疼痛消失 **2a,2b**. 术前右膝关节正侧位 X 线片显示关节骨质明显增生,内侧关节间隙明显变窄 **2c,2d**. 术中右膝关节髁间及髌骨轴位 X 线片显示髁间增生明显,髌骨关节面磨损 **2e,2f**. 术后 3 个月右膝关节 X 线片显示假体位置良好,下肢力线恢复 **2g,2h**. 术后 6 个月随访 X 线片显示假体位置良好,下肢力线良好,未改变

Fig.2 A 70-year-old male patient with right knee pain, was admitted to hospital for 8 years. He was diagnosed with severe osteoarthritis of the right knee and underwent computer-guided right total knee arthroplasty (gap balance group). The pain of the right knee disappeared **2a,2b**. AP and lateral X-ray film of the right knee before operation showed obvious hyperplasia of joint bone and obvious narrowing of medial joint space for 2 days **2c,2d**. During the operation, X-ray films of the intercondylar and patellar axis of the right knee joint showed obvious intercondylar hyperplasia and wear of the patellar joint surface **2e,2f**. Three months after operation, X-ray films of the right knee joint showed that the position of the prosthesis was good and the force line of the lower limb recovered **2g,2h**. X-ray films at 6 months after operation showed that the position of the prosthesis was good and the force line of the lower limb was good, unchanged

衡,影响患者术后下肢功能恢复^[12-13]。

3.2 测量截骨技术与间隙平衡技术的优缺点

测量截骨及间隙平衡两种技术在全膝关节置换术中应用的积极作用,受到临床认可,测量截骨技术在全膝关节置换术中应用具有操作简便、操作时间短、学习曲线短等优点。但也有一定不足:(1)术中需依赖发育正常关节,但临床中多采用 3° 股骨假体外旋转安置,若患者存在后髌骨缺损或发育异常,则术后易出现股骨假体旋转不良,不利于术后膝关节功能恢复。(2)该技术很难做到软组织松懈,无法平衡屈伸间隙,多根据骨性参照物完成截骨,若出现内外侧不平衡,再实施组织松懈,则会改变伸直间隙。(3)术中参照的解剖标记可重复性差,术中参照的髌线被认为是测量截骨中可靠的解剖标记线,但在术中通髌轴很难辨认,易影响手术治疗^[14]。间隙平衡技术优点:(1)术中不易受股骨远端骨性标志物的影

响,可以通过截骨和松懈软组织的方式,获得内外侧平衡的屈曲及伸直间隙,利于术中确定屈曲及伸直间隙,进一步完成截骨,可有效弥补测量截骨存在的不足。(2)间隙平衡技术在屈膝状态下还能对外侧间隙实施相同的撑开力,而股骨在张力作用下可自由旋转,通过截骨屈曲间隙,在术中假体安装位置选择上更加个体化且精确性更高^[15]。但间隙平衡测量技术应用过程中强调外侧韧带相等张力,因此在术中应用应对股骨假体安放更为个体化及精准。但同样存在一定局限性:(1)间隙平衡技术需先松懈组织后再进行截骨,易导致术中交叉韧带松懈及切除后增加屈曲间隙增大,因此为保证屈伸间隙的平衡,则需要增加对股骨远端骨质的截取,易导致关节线上移,不利于术后膝关节功能恢复。(2)术中有时候为求对称的屈伸间隙平衡需提高关节线或牺牲股骨解剖轴旋转,而关节线的上移可导致屈曲中段不稳,即

诱发髌骨并发症,延长治疗时间。

3.3 治疗体会

间隙平衡及测量截骨两种手术治疗在改善膝关节骨性关节炎患者下肢功能及膝关节功能恢复均有良好效果,且间隙平衡技术治疗的近远期效果犹于测量截骨技术。但需要注意的是,计算机导航间隙平衡技术虽利于患者术后下肢功能恢复,但易导致术中关节线上移,因此在应用间隙平衡技术期间应将关节线上移控制在 4 mm 以内,以降低对术后膝关节功能造成的负面影响。

3.4 不足与展望

本研究为回顾性研究,虽分析了 OA 患者术后下肢功能恢复情况,但受影响因素较多,未对患者术前下肢关节进行分层研究,在一定程度上降低研究可信度。因此,在未来研究中需进一步增加研究样本量,延长随访时间,提高研究结果可信度。

综上所述,计算机导航间隙平衡技术在全膝关节置换术中应用可提高术中截骨精确性及假体位置安装精准度,患者获得更好的软组织平衡及下肢体线,利于促进 OA 患者术后下肢膝关节功能的恢复,达到治疗目的。计算机导航间隙平衡技术应用安全性有效,为临床 OA 患者的治疗提供新的选择。

参考文献

[1] Vina ER, Kwok CK. Epidemiology of osteoarthritis: literature update[J]. *Curr Opin Rheumatol*, 2017, 30(2): 160-167.

[2] Smith WB 2nd, Steinberg J, Scholtes S, et al. Medial compartment knee osteoarthritis: age-stratified cost-effectiveness of total knee arthroplasty, unicompartmental knee arthroplasty, and high tibial osteotomy[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 25(3): 924-933.

[3] 梁治权, 融恺, 刘振峰, 等. 膝关节炎患者全膝关节置换术后影响膝关节功能恢复的因素分析[J]. *国际老年医学杂志*, 2019, 40(2): 88-91.

LIANG ZQ, RONG K, LIU ZF, et al. Analysis of influencing factors of knee joint function recovery after total knee arthroplasty in patients with knee osteoarthritis[J]. *Guo Ji Lao Nian Yi Xue Za Zhi*, 2019, 40(2): 88-91. Chinese.

[4] 蒋超, 叶灿华, 钱文伟, 等. 人工全膝关节置换术中两种截骨技术的系统评价[J]. *骨科*, 2016, 7(5): 322-327.

JIANG C, YE CH, QIAN WW, et al. Systematic review of two osteotomy techniques in artificial total knee arthroplasty[J]. *Gu Ke*, 2016, 7(5): 322-327. Chinese.

[5] 齐志远, 陈秀民, 王在斌, 等. 全膝关节置换术中测量截骨与间隙平衡截骨的疗效比较[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2017, 32(2): 144-147.

QI ZY, CHEN XM, WANG ZB, et al. Comparison of the efficacy of

measurement osteotomy and space balanced osteotomy in total knee arthroplasty[J]. *Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi*, 2017, 32(2): 144-147. Chinese.

[6] 中华医学会骨科学分会关节外科学组. 骨关节炎诊疗指南(2018 年版)[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(12): 705-715.

Joint Surgery Group, Branch of Orthopedics, Chinese Medical Association. Guidelines for diagnosis and treatment of osteoarthritis (2018 Edition)[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2018, 38(12): 705-715. Chinese.

[7] Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthritis[J]. *Ann Rheum Dis*, 1957, 16(4): 494-502.

[8] Scuderi GR, Bourne RB, Noble PC, et al. The New Knee Society Knee Scoring System[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2012, 470(1): 3-19.

[9] 范霖, 杨东, 刘凯缘, 等. 全膝关节置换术中间隙平衡截骨与测量截骨技术的对照研究[J]. *中华骨科杂志*, 2019, 39(15): 935-943.

FAN L, YANG D, LIU KY, et al. Comparative study of space balanced osteotomy and measurement osteotomy in total knee arthroplasty[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2019, 39(15): 935-943. Chinese.

[10] Hsu RWW, Hsu WH, Shen WJ, et al. Comparison of computer-assisted navigation and conventional instrumentation for bilateral total knee arthroplasty: The outcomes at mid-term follow-up[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(47): e18083.

[11] 谢川江, 邱洪九, 李帅峰, 等. 计算机导航辅助下间隙平衡技术在全膝关节置换术中的应用价值[J]. *第三军医大学学报*, 2019, 41(21): 2120-2126.

XIE CJ, QIU HJ, LI SF, et al. Application value of computer navigation assisted space balance technique in total knee arthroplasty[J]. *Di San Jun Yi Da Xue Xue Bao*, 2019, 41(21): 2120-2126. Chinese.

[12] Becker R, Hirschmann M. The pertinent question in treatment of unicompartmental osteoarthritis of the knee: high tibial osteotomy or unicompartmental knee arthroplasty or total knee arthroplasty[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2017, 28(25): 637-638.

[13] Qin D, Chen W, WANG J, et al. Mechanism and influencing factors of proximal fibular osteotomy for treatment of medial compartment knee osteoarthritis: a prospective study[J]. *J Int Med Res*, 2018, 46(8): 3114-3123.

[14] Todesca A, Garro L, Penna M, et al. Conventional versus computer-navigated TKA: a prospective randomized study[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016, 15(6): 1778-1783.

[15] Nagai K, Muratsu H, Kanda Y, et al. Intraoperative soft tissue balance using novel medial preserving gap technique in posterior-stabilized total knee arthroplasty: comparison to measured resection technique[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018, 26(9): 3474-3481.

(收稿日期:2021-04-20 本文编辑:李宜)