

单侧胫骨高位截骨术后对侧膝关节疼痛和功能的改变

李晓敏^{1,2} 田向东^{3△} 谭冶彤³ 丁天送^{1,2} 刘昂^{1,2}

[摘要] 目的:探究单侧胫骨高位截骨术后对侧膝关节疼痛和功能的改变。方法:回顾性分析 2020 年 1 月至 2021 年 10 月接受胫骨高位截骨术治疗的 50 例双膝骨关节炎患者的临床及影像资料。其中男 18 例,女 32 例;年龄为 53~82 岁,平均为(65.10±5.70)岁。在术前及末次随访时测量双下肢力线比率(WBLR)及双膝胫骨近端内侧角(MPTA)来评价下肢力线及角度改变,在术前、术后 1 个月、6 个月及 12 个月采用视觉疼痛模拟量表(VAS)评分、西安大略与麦克马斯特大学(WOMAC)骨关节炎指数评分及 Lysholm 评分来评价双膝关节疼痛及功能改变情况,在术前及末次随访时采集患者对于非术肢接受手术的意愿。结果:所有患者均完成手术并获得完整随访,手术及随访期间未发生不良反应及严重并发症。末次随访时,术肢的下肢力线比率及胫骨近端内侧角均较术前矫正明显,差异有统计学意义($P<0.05$);末次随访时,非术肢的下肢力线比率及胫骨近端内侧角与术前相比差异无统计学意义($P>0.05$)。术后随时间的改变,术肢的 VAS 评分、WOMAC 评分及 Lysholm 评分均较术前明显改善,差异有统计学意义($P<0.05$)。术后随时间的改变,非术肢膝关节的 VAS 评分、WOMAC 评分及 Lysholm 评分均较术前明显改善,差异有统计学意义($P<0.05$)。末次随访时,非术肢因临床症状接受手术的患者数量显著下降,差异有统计学意义($P<0.05$)。结论:双侧膝骨关节炎患者接受胫骨高位截骨术治疗的术肢下肢力线矫正明显,膝关节疼痛和功能明显改善;同时,对侧膝关节的疼痛和功能也较术前有明显改善。

[关键词] 单侧胫骨高位截骨术;对侧膝关节;疼痛;功能

[中图分类号] R684.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2023)05-0024-06

DOI: 10.20085/j.cnki.issn1005-0205.230505

Changes of Pain and Function of Contralateral Knee Joint after Unilateral High Tibial Osteotomy

LI Xiaomin^{1,2} TIAN Xiangdong^{3△} TAN Yetong³ DING Tiansong^{1,2} LIU Ang^{1,2}

¹Graduate School of Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China;

²The Third School of Clinical Medicine, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China;

³The Third Affiliated Hospital of Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China.

Abstract Objective: To investigate the changes of pain and function of the contralateral knee joint after unilateral high tibial osteotomy (HTO). **Methods:** The clinical and imaging data of 50 patients with osteoarthritis of both knees who received high tibial osteotomy from January 2020 to October 2021 were retrospectively analyzed. There were 18 males and 32 females, ranging in age from 53 to 82 years old, with (65.10±5.70) years old on average. Weight bearing limb ratio (WBLR) of lower limbs and medial proximal tibial angle (MPTA) of both knees were measured before surgery and at the last follow-up to evaluate the changes in the angle of force line of lower limbs. Visual analogue scale (VAS) score, Western

Ontario and McMaster Universities (WOMAC) score and Lysholm score were used before surgery, 1 month after surgery, 6 months after surgery and 12 months after surgery to evaluate the pain and functional changes of both knees. The patients' willingness to undergo surgery on the non-operative limb was collected before surgery and at the last follow-up. **Results:** All patients completed the operation and were

基金项目:北京中医药大学重点攻关项目

(2020-JYB-ZDGG-142-5)

¹ 北京中医药大学研究生院(北京,100029)

² 北京中医药大学第三临床医学院

³ 北京中医药大学第三附属医院

△通信作者 E-mail: C083@bucm.edu.cn

followed up. No adverse reactions or serious complications occurred during the operation and follow-up. At the last follow-up, WBLR and MPTA of the operative limb were significantly higher than those of the preoperative correction, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). At the last follow-up, WBLR and MPTA of non-operative limbs were not significantly different from those before surgery ($P > 0.05$). After surgery, the VAS score, WOMAC score and Lysholm score were significantly improved compared with those before surgery, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). After surgery, VAS score, WOMAC score and Lysholm score of non-operative limbs were significantly improved compared with those before surgery, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). At the last follow-up, the number of patients with non-operative limbs who received surgery for clinical symptoms also decreased significantly, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion:** In bilateral knee osteoarthritis patients, the lower limb force line of the operative limb treated with HTO was significantly corrected, and the knee joint pain and function were significantly improved; At the same time, the pain and function of the opposite knee joint were also significantly improved compared with those before operation.

Keywords: high tibial osteotomy; non-operative limb knee joint; pain; function

膝骨关节炎 (Knee Osteoarthritis, KOA) 是常见的老年退变性疾病, 主要病理变化是关节软骨的退变和继发性的骨赘增生^[1-2]。生理状态下的膝关节内侧室压力负荷和沉降速率高于外侧室, 引起下肢力线内移, 这就导致膝骨关节炎易发于内侧室, 且双膝容易对称性发作^[3-6]。胫骨高位截骨术 (High Tibial Osteotomy, HTO) 是治疗内侧室膝骨关节炎的常用“保膝”手术, 通过截骨矫形将下肢内移的力线转移至外侧室, 减轻内侧室的压力负荷, 以达到缓解疼痛和改善功能的目的^[7-8]。本研究旨在探讨单侧胫骨高位截骨术后对侧膝关节疼痛和功能的改变。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

选取 2020 年 1 月至 2021 年 10 月于北京中医药大学第三附属医院接受胫骨高位截骨术治疗的 50 例双膝骨性关节炎患者。所有患者均为双膝内侧单间室骨性关节炎, 主诉为双膝关节内侧疼痛, 术前及术后、末次随访拍摄膝关节正侧位 X 线片及负重位下肢全长 X 线片。

1.2 诊断标准

参照 2010 年欧洲抗风湿病联盟制定的诊断标准^[9] 诊断为双膝内侧单间室膝关节骨性关节炎。

1.3 纳入标准

1) 双膝内侧单间室骨性关节炎且均有疼痛症状表现, 非术肢膝关节 K-L 分级 \leq II 级; 2) 术肢膝关节胫骨近端内侧角 $< 85^\circ$; 3) 术肢膝关节屈曲畸形 $< 10^\circ$;

4) 术肢膝关节外侧间室半月板及软骨功能正常。

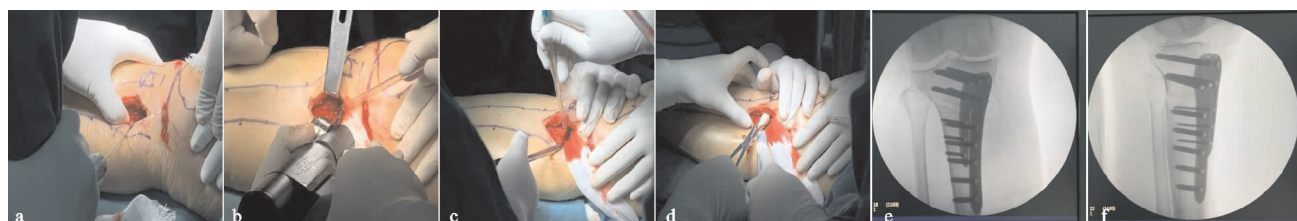
1.4 排除标准

1) 术肢外侧间室软骨及半月板退变; 2) 合并膝关节韧带损伤; 3) 合并膝关节既往手术史; 4) 合并认知障碍及精神疾患患者。

1.5 方法

1.5.1 手术方法 患者平卧位, 常规术前准备及硬膜外麻醉后先进行膝关节镜清理探查术, 对损伤部位进行对应处理后进行冲洗及缝合。随即行胫骨高位截骨操作, 截骨线标记为胫骨结节下 1/3 与上胫腓联合下 0.5 cm 的连线, 并且与膝关节线成 30° 夹角, 在 C 臂机透视下确定位置良好。以截骨位置为中心做约 5 cm 的切口, 然后进行软组织剥离, 沿着标记的截骨线打入一枚克氏针, C 臂机透视下确定位置满意后行截骨操作。首先用霍夫曼拉钩置于胫骨内后侧以保护后侧血管神经及软组织, 后用摆锯进行截骨操作, 外侧合页保留约 1 cm, 然后用克氏针进行合页弱化。随后助手一手固定截骨近端, 另一手外旋足跖趾至 15° , 术者一手固定截骨端外缘, 另一手固定踝关节缓慢施力进行截骨端撑开。C 臂机下确定股骨髁连线与腓骨纵轴呈约 93° 角, 植入同种异体骨, 锁定钢板固定。透视满意后放置引流管, 逐层缝合包扎。

患者术后第 1 天进行踝泵屈伸练习, 第 2 天开始膝关节屈伸、直腿抬高练习, 第 3 天在助行器辅助下部分负重下地锻炼, 8~10 周后可开始弃拐全负重练习行走。



(a) 克氏针定位截骨线; (b) 摆锯截骨; (c) 截骨区撑开; (d) 同种异体骨植入; (e)(f) 锁定钢板固定

图 1 胫骨高位截骨示意图

1.5.2 观察指标

1.5.2.1 影像学指标:术前及末次随访照射双膝正侧以及负重位下肢全长 X 线片,在术前及末次随访时测量双下肢力线比率^[10] (Weight-Bearing Limb Ratio, WBLR)及双膝胫骨近端内侧角 (Medial Proximal Tibial Angle, MPTA)来评价双膝力学负荷的改变。下肢力线比率是指下肢负重全长 X 线片上,下肢力线在胫骨平台上的相对位置,用百分数表示,胫骨平台最内侧为 0%,最外侧为 100%。胫骨近端内侧角为膝关节线与胫骨纵轴形成的内侧夹角。

1.5.2.2 临床随访指标:在术前及术后 1 个月、6 个月、12 个月采用疼痛视觉模拟量表 (Visual Analogue Scale, VAS)评价双膝关节疼痛改变情况;采用西安大略与麦克马斯特大学 (Western Ontario and McMaster Universities, WOMAC)骨关节炎指数^[11]及 Lysholm 评分^[12]评价双膝关节功能变化情况。VAS 评分总分为 10 分,分值越高代表膝关节疼痛越严重;WOMAC 评分总分为 240 分,分值越高代表膝关节功能越差;Lysholm 评分总分为 100 分,分值越低代表膝关节功能越差。

在术前及末次随访时采集患者对于非术肢接受手术的意愿,评价非术肢疼痛和功能改变后是否对接受手术治疗产生影响。

1.6 统计学方法

采用 SPSS22.0 软件进行数据分析,计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 形式表示,若符合正态分布及方差齐,则前后

比较采用配对样本 t 检验,组内多节点比较采用重复测量的方差分析;若数据不符合正态分布及方差齐,则采用非参数检验。计数资料采用例数表示,采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

纳入单侧接受胫骨高位截骨术治疗的 50 例双膝骨性关节炎患者,其中男 18 例,女 32 例;年龄为 53~82 岁,平均为 (65.10 \pm 5.70)岁。所有 50 例患者均完成手术和后续随访,随访时间为 (13.54 \pm 1.74)个月,手术及随访期间未发生严重不良反应及并发症,见表 1。

表 1 基线资料

年龄/岁($\bar{x}\pm s$)	65.10 \pm 5.70
性别(男/女)/例	18/32
侧别(左膝/右膝)/例	28/22
随访时间/月($\bar{x}\pm s$)	13.54 \pm 1.74
体重指数/(kg \cdot m ⁻²)($\bar{x}\pm s$)	27.27 \pm 2.70
病程/年($\bar{x}\pm s$)	3.58 \pm 1.64

2.2 影像学指标结果

术肢的下肢力线比率由术前的 19.80% \pm 4.15% 矫正至末次随访时的 61.72% \pm 1.82%,差异有统计学意义($P<0.05$);术肢的胫骨近端内侧角由术前的 81.08 $^{\circ}\pm$ 1.75 $^{\circ}$ 矫正至末次随访时的 92.48 $^{\circ}\pm$ 1.59 $^{\circ}$,差异有统计学意义($P<0.05$)。末次随访时,非术肢的下肢力线比率及胫骨近端内侧角与术前相比差异无统计学意义($P>0.05$),见表 2。

表 2 术前及末次随访影像学结果比较($\bar{x}\pm s, n=50$)

时间	力线比率/%		胫骨近端内侧角/($^{\circ}$)	
	术肢	非术肢	术肢	非术肢
术前	19.80 \pm 4.15	31.86 \pm 4.68	81.08 \pm 1.75	83.18 \pm 1.44
末次随访	61.72 \pm 1.82	31.78 \pm 4.68	92.48 \pm 1.59	83.08 \pm 1.38
t	68.532	1.661	35.130	1.941
P	<0.001	0.103	<0.001	0.058

2.3 临床随访指标结果

术后随时间的改变,术肢的 VAS 评分、WOMAC 评分及 Lysholm 评分均较术前明显改善,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 3。术后随时间的改变,非术肢的

VAS 评分、WOMAC 评分及 Lysholm 评分均较术前明显改善,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 4。末次随访时,非术肢因临床症状接受手术的患者数量显著下降,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 5。

表 3 术肢临床随访结果比较($\bar{x}\pm s$,分)

时间	VAS 评分	WOMAC 评分	Lysholm 评分
术前	7.62 \pm 0.78	118.80 \pm 14.11	48.48 \pm 3.81
术后 1 个月	1.74 \pm 0.80	85.48 \pm 3.63	79.18 \pm 3.15
术后 6 个月	0.86 \pm 0.64	71.00 \pm 2.73	88.50 \pm 2.30
术后 12 个月	0.14 \pm 0.35	52.68 \pm 4.34	91.54 \pm 1.64
F	1 312.828	682.967	1 833.351
P	<0.001	<0.001	<0.001

表 4 非术肢临床随访结果比较(±s,分)

时间	VAS 评分	WOMAC 评分	Lysholm 评分
术前	5.70±0.84	85.34±6.94	53.82±5.60
术后 1 个月	5.22±0.74	80.10±4.81	56.92±5.06
术后 6 个月	4.08±0.94	68.00±4.59	66.32±3.97
术后 12 个月	2.04±0.95	57.88±4.79	70.04±3.88
<i>F</i>	117.930	198.228	239.715
<i>P</i>	<0.001	<0.001	<0.001

表 5 非术肢因临床症状接受手术意愿比较(例)

选项	术前	末次随访	χ^2	<i>P</i>
愿意	31	15	10.306	0.001
不愿意	19	35		

2.4 典型病例

典型病例影像资料见图 2 及图 3。

3 讨论

膝骨关节炎作为高龄患者常见的退变性膝骨关节



(a) 术前双膝关节正位片,显示双膝关节内侧间室变窄;(b) 术前左膝关节侧位片;(c) 术前下肢全长片,显示双下肢力线内移;术前左膝VAS评分8分,右膝5分;术前左膝WOMAC评分108分,右膝78分;术前左膝Lysholm评分45分,右膝68分;(d) 术后即刻左膝关节正位片,显示内固定位置良好,骨折线清晰;(e) 术后即刻左膝关节侧位,显示内固定位置良好,骨折线清晰;(f) 末次随访双膝关节正位片,内植物固定良好,骨折线消失;(g) 末次随访左膝关节侧位片,内植物固定良好;(h) 末次随访双下肢全长片,左下肢力线转移至外侧,右下肢力线仍然处于内侧;末次随访,左膝VAS评分为0分,右膝2分;末次随访WOMAC评分左膝50分,右膝61分;末次随访Lysholm评分左膝89分,右膝79分

图 2 患者 1,女,63 岁,双膝内侧间室骨关节炎,左膝接受手术

病,发病率呈逐年上升趋势,全膝关节退变的膝骨关节炎患者选择全膝关节置换术是正确的选择^[13-14]。然而,针对内侧单间室膝骨关节炎,胫骨高位截骨术逐渐成为临床医师的又一新选择^[15-16]。胫骨高位截骨术是保膝理念中治疗内侧间室膝骨关节炎的主要手段,其原理在于胫骨截骨矫形引起下肢力线转移,减轻内侧间室的负荷^[17]。随着手术技术及内固定材料的发展和进步,胫骨高位截骨手术已经广泛应用于临床,并且取得了良好的临床疗效^[18-19]。本研究采用的截骨术为单平面截骨,单平面截骨能够简化截骨操作,更加精准地进行截骨矫形,并且该术式能够避免双平面截骨引起的髌骨高度改变。该术式内固定采用双柱钢板固定,双柱钢板具有更高的强度和抗旋转能力,能够有效固定截骨区域,并且能够支撑患者在术后早期进行康

复活动。由于胫骨高位截骨术能够显著延缓膝关节的磨损和退变,避免了全膝关节置换带来的诸多并发症,补充了膝骨关节炎的阶梯治疗方案,逐渐成为目前保膝治疗的研究热点^[20]。但相关研究多关注于术肢的力线和功能改善^[21],针对胫骨高位截骨术对非术肢的力线和功能影响,目前尚未见相关报道。本研究从影像学、临床症状及患者主观意愿三个方面出发,测量双下肢影像学检查结果,对患者进行临床随访,分析胫骨高位截骨术对非术肢的影响。

胫骨高位截骨手术力线的矫正程度与术后效果密切相关,目前对最佳的力线矫正位置仍有争议^[22],本研究中力线矫正以 62.5% 的 Fujisawa 点为参照点^[23],患者术肢的下肢力线比率由术前的 19.80%±4.15% 矫正为末次随访时的 61.72%±1.82%,同时



(a) 术前双膝关节正位片, 显示双膝关节内侧间室变窄; (b) 术前右膝关节侧位片; (c) 术前下肢全长片, 显示双下肢力线内移; 术前右膝VAS评分9分, 左膝6分; 术前右膝WOMAC评分132分, 左膝85分; 术前右膝Lysholm评分40分, 左膝62分; (d) 术后即刻右膝关节正位片, 显示内固定位置良好, 骨折线清晰; (e) 术后即刻右膝关节侧位片, 显示内固定位置良好, 骨折线清晰; (f) 末次随访双膝关节正位片, 内植物固定良好, 骨折线消失; (g) 末次随访右膝关节侧位片, 内植物固定良好; (h) 末次随访双下肢全长片, 右下肢力线转移至外侧, 左下肢力线仍然处于内侧; 末次随访, 右膝VAS评分为1分, 左膝2分; 末次随访WOMAC评分右膝60分, 左膝68分; 末次随访Lysholm评分右膝87分, 左膝70分

图3 患者2,男,60岁,双膝内侧间室骨关节炎,右膝接受手术

术肢胫骨近端内侧角由术前的 $81.08^{\circ} \pm 1.75^{\circ}$ 矫正为末次随访时的 $92.48^{\circ} \pm 1.59^{\circ}$, 其原因在于胫骨高位截骨术矫正了胫骨内翻畸形引起的下肢力线改变, 在力线外移的同时矫正了胫骨近端内侧角, 恢复了膝关节正常的力学结构。非术肢的下肢力线比率和胫骨近端内侧角在术前和末次随访时比较差异无统计学意义, 这虽然表明胫骨高位截骨术对非术肢的影像学测量指标没有显著影响, 但不能明确是否会对非术肢的下肢生物力学和软组织平衡产生影响, 这将会是进一步研究的关注点。

在本研究中, 随着术后的时间的改变, 术肢的VAS评分、WOMAC评分及Lysholm评分均较术前明显改善, 其原因在于胫骨高位截骨术矫正了下肢力线, 引起膝关节负重点外移至外侧间室, 内侧间室负荷减轻, 软骨及软骨下骨磨损缓解, 因此改善了膝关节的疼痛和功能^[24]。非术肢膝关节的VAS评分、WOMAC评分及Lysholm评分在术后随时间的改变, 也较术前明显改善, 尤其是在术后6个月以后, 非术肢膝关节的疼痛和功能改善更为显著, 其原因可能是非术肢膝关节均为轻中度膝骨关节炎, 关节软骨退变并不严重, 在接受胫骨高位截骨手术之后非术肢生物力学和软组织平衡被重新调整和改善, 同时术肢恢复后代偿了非术肢的部分负重, 但具体原因目前尚不明确。在术前, 入组患者中有31例由于疼痛等原因愿意接受非术肢的择期胫骨高位截骨手术, 但在末次随访时, 仅有15例患者因为疼痛等原因愿意接受非术肢的择期

胫骨高位截骨手术, 这也表明术肢在接受胫骨高位截骨手术后, 非术肢膝关节的疼痛和功能有了较好的改善, 改善后的膝关节已经不需要手术介入也可能正常生活, 但长期的结果仍然需要进一步的观察。

该研究的局限: 1) 回顾性研究, 证据等级相对较低; 2) 随访时间短, 样本量较少, 需要进一步大样本量的长期研究; 3) 观察指标仅限于影像学指标和主观评分, 存在一定的主观性误差。

综上所述, 双侧膝骨关节炎患者接受胫骨高位截骨术治疗的术肢疗效满意, 下肢力线矫正明显, 膝关节疼痛和功能较术前明显改善; 同时, 非术肢膝关节的疼痛和功能也较术前有明显改善。

参考文献

- [1] HUNTER D J, BIERMA-ZEINSTRAS. Osteoarthritis[J]. Lancet, 2019, 393(10182): 1745-1759.
- [2] BILLESBERGER L M, FISHER K M, QADRI Y J, et al. Procedural treatments for knee osteoarthritis: a review of current injectable therapies[J]. Pain Res Manag, 2020; 3873098.
- [3] TORRES-CLARAMUNT R, PELFORT X, HINAREJOS P, et al. Pressure algometry is an excellent tool to measure knee pain relief after a closing-wedge high tibial osteotomy[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2018, 104(2): 193-196.
- [4] LEE S J, REN Y, CHANG A H, et al. Plane dependent subject-specific neuromuscular training for knee rehabilitation[J]. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, 2020, 28

- (8):1876-1883.
- [5] 董天华,李石伦,于沂阳,等. 不均匀沉降理论新进展[J]. 河北医科大学学报,2016,37(11):1354.
- [6] XIE K,JIANG X,HAN X,et al. Association between knee malalignment and ankle degeneration in patients with end-stage knee osteoarthritis[J]. J Arthroplasty, 2018,33(12):3694-3698.
- [7] HAN S B,IN Y,OH K J,et al. Complications associated with medial opening-wedge high tibial osteotomy using a locking plate: a multicenter study[J]. J Arthroplasty, 2019,34(3):439-445.
- [8] SCHUSTER P,RICHTER J. Editorial commentary: high tibial osteotomy is effective,even in patients with severe osteoarthritis: contradiction of another dogma from the past[J]. Arthroscopy,2021,37(2):645-646.
- [9] ZHANG W,DOHERTY M,PEAT G,et al. EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of knee osteoarthritis[J]. Ann Rheum Dis,2010,69(3):483-489.
- [10] KUBOTA M,OHNO R,SATO T,et al. The medial proximal tibial angle accurately corrects the limb alignment in open-wedge high tibial osteotomy[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2019,27(8):2410-2416.
- [11] BELLAMY N,BUCHANAN W W,GOLDSMITH C H, et al. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee[J]. J Rheumatol,1988,15 (12):1833-1840.
- [12] LYSHOLM J,GILLQUIST J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale[J]. Am J Sports Med,1982,10(3):150-154.
- [13] SAFIRI S,KOLAH A A, SMITH E, et al. Global, regional and national burden of osteoarthritis 1990 — 2017: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2017[J]. Ann Rheum Dis, 2020, 79(6): 819-828.
- [14] CANOVAS F,DAGNEAUX L. Quality of life after total knee arthroplasty[J]. Orthop Traumatol Surg Res,2018, 104(1S):S41-S46.
- [15] FAVRE J,ERHART-HLEDIK J C,BLAZEK K,et al. Anatomically standardized maps reveal distinct patterns of cartilage thickness with increasing severity of medial compartment knee osteoarthritis[J]. J Orthop Res,2017,35 (11):2442-2451.
- [16] 李晓明,赵云超,侯秀秀,等. 胫骨高位截骨术治疗膝关节骨关节炎围手术期中医证型研究[J]. 中国中医骨伤科杂志,2019,27(5):23-26.
- [17] 黄野,柳剑,王兴山,等. 胫骨高位截骨术适应证解析[J]. 中华外科杂志,2020,58(6):420-424.
- [18] HE M,ZHONG X,LI Z,et al. Progress in the treatment of knee osteoarthritis with high tibial osteotomy: a systematic review[J]. Syst Rev,2021,10(1):56.
- [19] 任富继,黄竞敏,陈啸,等. 中度与重度内侧单间室骨关节炎内侧开放楔形胫骨高位截骨术的疗效比较[J]. 中华骨科杂志,2022,42(9):545-554.
- [20] LIU X,CHEN Z,GAO Y,et al. High tibial osteotomy: review of techniques and biomechanics[J]. J Healthc Eng, 2019;8363128.
- [21] MOON S W,RYU J Y,LEE S J,et al. Correction to: the effect of the sagittal plane osteotomy inclination on the posterior tibial slope in medial open wedge HTO: experimental study with a square column model[J]. BMC Musculoskelet Disord,2021,22(1):297.
- [22] MARTAY J L,PALMER A J,BANGERTER N K,et al. A preliminary modeling investigation into the safe correction zone for high tibial osteotomy[J]. Knee,2018,25(2): 286-295.
- [23] FUJISAWA Y,MASUHARA K,SHIOMI S. The effect of high tibial osteotomy on osteoarthritis of the knee: an arthroscopic study of 54 knee joints[J]. Orthop Clin North Am,1979,10(3):585-608.
- [24] FLOERKEMEIER S,STAUBLI A E,SCHROETER S,et al. Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: a retrospective evaluation of 533 patients [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,2013,21(1):170-180.

(收稿日期:2022-11-09)