

胫骨高位截骨术后二次镜下探查软骨修复情况

韩昶晓², 田向东¹, 王剑, 谭冶彤¹, 朱光宇¹, 雷鸣¹, 马晟¹, 胡元一¹, 李述文², 陈汉东², 黄叶²

(1. 北京中医药大学第三附属医院微创关节科, 北京 100029; 2. 北京中医药大学, 北京 100029)

【摘要】 目的: 评估胫骨高位截骨术后膝关节内软骨修复情况。方法: 选取 2017 年 9 月至 2019 年 9 月行胫骨高位截骨术, 并在取内固定时再次镜下探查患者 11 例; 其中男 2 例, 女 9 例, 年龄 55~64 岁。手术前后取内固定时留取内外间室图片并采用国际软骨修复协会软骨损伤分级系统(International Cartilage Repair Society grading system, ICRS)评估内外侧股骨髁与胫骨平台软骨损伤程度, 采用美国西安大略与麦克马斯特大学骨关节炎指数评分(the Western Ontario and McMaster Universities osteoarthritis index, WOMAC)与下肢力线比率(weight bearing line, WBL)评估临床效果与力线矫正情况。结果: 11 例患者均获得随访, 时间 12~22 个月; 所有患者的内侧股骨髁与胫骨平台损伤软骨得到不同程度的修复, WOMAC 评分总分由术前的 102~127 分改善至 41~52 分, 下肢力线比率由术前的 17%~34% 矫正至 58%~64%; 所有切口 I 期愈合, 术中及术后无内固定断裂、感染等并发症发生。结论: 经胫骨高位截骨术矫正下肢力线, 可以改善膝关节疼痛与功能障碍, 并且损伤的内侧间室软骨可被不同程度修复。

【关键词】 软骨修复; 胫骨高位截骨术; 关节镜检查; 膝骨关节炎
中图分类号: R684.3

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2020.05.015

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Evaluation of cartilage regeneration by arthroscopy after high tibial osteotomy HAN Chang-xiao, TIAN Xiang-dong*, WANG Jian, TAN Ye-tong, ZHU Guang-yu, LEI Ming, MA Sheng, HU Yuan-yi, LI Shu-wen, CHEN Han-dong, and HUANG Ye. *Department of Minimally Invasive Joint, the Third Affiliated Hospital of Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China

ABSTRACT **Objective:** To evaluate the cartilage regeneration in the knee joint by arthroscopy after high tibial osteotomy. **Methods:** Eleven patients were included in the study who were treated with high tibial osteotomy and underwent microscopy when the internal fixation was unloaded from September 2017 to September 2019. Among them, there were 2 males and 9 females, aged from 55 to 64 years old. The internal and external compartment pictures of the knee were taken before and after surgery of removing the internal fixation and the International Cartilage Repair Society (ICRS) grading system was used to evaluate the degree of cartilage damage on the medial and lateral femoral condyles and tibial plateau. The Western Ontario and McMaster Universities osteoarthritis index (WOMAC) and the weight bearing line (WBL) were used to evaluate the function of the knee and the alignment of the lower limb. **Results:** All 8 patients were followed up for more than 12 months, ranging from 12 to 22 months. The degenerated cartilage of the medial femoral condyle and medial tibial plateau was covered by newly regenerated cartilage. WOMAC score decreased from 102-127 to 41-52 and WBL was improved from 17%-34% to 58%-64%. All incisions healed in stage I, and no complications such as internal fixation rupture and infection occurred during and after the operation. **Conclusion:** High tibial osteotomy can relieve the pain of the knee and the dysfunction by adjusting lower limb alignment, and the degenerated cartilage could be regenerated in the medial femoral condyle and medial tibial plateau.

KEYWORDS Cartilage regeneration; High tibial osteotomy; Arthroscopy; Knee osteoarthritis

膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是以关节软骨破坏、变性为主要特征的慢性疾病, 关节软骨在关节运动与稳态中起着重要作用^[1-2], 而由于软骨本

身无神经血管并且软骨细胞缺乏分化和增值能力, 这使其损伤后修复再生变得极为困难^[3]; 因此如何减缓软骨退变、促进软骨修复再生成为目前 KOA 治疗研究的重点。KOA 患者多伴有内翻畸形, 使内侧间隙变窄、磨损增加, 导致软骨退变, 常先在内侧间室发生^[4]。胫骨高位截骨术(high tibial osteotomy, HTO)可以改善内翻畸形^[5-6]; 并且术后下肢力线的向外转移, 减轻了内侧间室负荷, 多项研究证明 HTO 可以促进内侧间室软骨的修复再生^[7-11]。HTO

基金项目: 北京中医药大学基本科研业务青年教师项目(编号: 2019-JYB-JS-178)

Fund program: Self-Selected Topic Project for Young Teacher of Beijing University of Chinese Medicine(No.2019-JYB-JS-178)

通讯作者: 田向东 E-mail: tianxd7802@sina.com

Corresponding author: TIAN Xiang-dong E-mail: tianxd7802@sina.com

术后关节软骨修复情况及镜下表现，国内临床报道较少，基于此，本文回顾分析 2017 年 9 月至 2019 年 9 月行胫骨高位截骨术 11 例患者的临床疗效，以及取板时再次镜下探查内侧间室软骨修复情况，报告如下。

1 临床资料

本组 11 例，男 2 例，女 9 例，年龄 55~64 岁，术前均诊断为内侧间室膝骨关节炎，Kellgren-Lawrence^[12] 分级 ≥ 2 级，采用关节镜联合胫骨高位截骨术治疗，并在取内固定时再次镜下探查内侧间室软骨修复情况。术前 11 例患者的一般资料见表 1。

表 1 胫骨高位截骨术后二次镜下探查 11 例患者的临床资料

Tab.1 Clinical data of 11 patients underwent the second arthroscopy after high tibial osteotomy

序号	性别	年龄 (岁)	患肢	病程 (月)	BMI (kg/m ²)	K-L 分级
1	女	62	左	41	33.4	IV
2	女	63	左	38	26.1	III
3	男	62	右	32	29.8	III
4	女	58	左	27	31.6	II
5	女	57	右	28	27.4	IV
6	女	55	左	41	26.4	III
7	女	64	左	22	24.2	II
8	男	62	左	19	23.4	III
9	女	57	右	35	29.1	III
10	女	58	右	25	26.7	IV
11	女	61	右	29	31.4	IV

2 治疗方法

术前均拍摄下肢负重位全长 X 线片、膝关节正侧轴位 X 线片以及膝关节 MRI。手术由同一名高年资医师完成。患者取仰卧位，采用蛛网膜下腔阻滞麻醉联合持续硬膜外麻醉，常规消毒铺巾，并在患肢大腿根部绑止血带术中备用。

先行关节镜手术探查记录膝关节各间室磨损程度，并做相应清理治疗。关节镜结束后接台行 HTO，采用胫骨结节远端胫骨高位截骨 π 型锁定金属板内固定术。首先以胫骨内侧胫骨结节远端至胫腓穹窿为一直线，与胫骨纵轴的垂线呈 30°，C 形臂 X 线透视下确定截骨线；于胫骨前内侧关节线下 1 cm 以及截骨线位置做纵行切口长约 4 cm，逐层分离显露胫骨；按预先确定截骨线打入 1 枚克氏针，C 形臂 X 线透视下确定截骨线满意后开始截骨并于胫骨外侧保留约 1 cm 合页，用克氏针多孔钻孔进行对侧骨皮质弱化；助手一手扶截骨端，另一手握住踝关节辅助

撑开器进行胫骨开口操作。C 形臂 X 线透视下使胫骨远端两髁连线与腓骨纵轴线呈 93°。胫骨开口处植入同种异体骨，放置 π 型锁定金属板，螺钉固定。检查固定满意，置引流管，逐层缝合切口，无菌敷料包扎，弹力绷带加压包扎。

术后均常规使用抗生素抗感染；术后第 1 天行踝关节踝泵锻炼，第 2 天开始行直腿抬高、膝关节屈伸活动锻炼，第 3 天助行器辅助非全负重下地行走，8~10 周后可全负重行走。

3 结果

3.1 疗效评估

(1)手术前后取内固定时留取关节镜下膝关节各间室图片并采用国际软骨修复协会软骨损伤分级系统 (International Cartilage Repair Society grading system, ICRS)^[13] 分别评估内外侧股骨髁与胫骨平台软骨损伤程度。没有明显缺损的正常软骨为 0 度，表浅的钝性缺口或裂开为 I 度，缺损小于软骨厚度的 50% 为 II 度，缺损大于软骨厚度的 50% 但未达到软骨下骨为 III 度，全层缺损合并软骨下骨暴露为 IV 度。(2)采用美国西安大略与麦克马斯特大学骨关节炎指数评分 (Western Ontario and McMaster Universities osteoarthritis index, WOMAC)^[14] 评估临床效果。WOMAC 包括疼痛、僵硬、日常活动困难程度；总指数积分用 24 个组成项目的积分总数来表示，总分 240 分，WOMAC 指数越高表示 OA 越严重。(3)采用下肢力线比率 (weight bearing line, WBL) 评估力线矫正情况。WBL 在正位下肢负重位全长 X 线片上测量，下肢力线通过胫骨平台平面的相对位置，用百分数表示，胫骨平台内侧缘代表 0%，胫骨平台外侧缘代表 100%。

3.2 临床结果

11 例患者均获得随访，时间 12~22 个月。术中术后无并发症发生；末次随访取内固定时截骨区均达到骨性愈合，下肢力线及形态良好。二次镜下探查软骨修复 (典型图片见图 1)。所有患者的内侧间室软骨 ICRS 分级较首次探查时有不同程度改善，内侧股骨髁有 4 例由 IV 级改善为 I 级，内侧胫骨平台有 2 例由 IV 级改善为 I 级，外侧间室软骨 ICRS 分级无明显变化；下肢力线比率由术前 17%~34% 改善为末次随访时的 58%~64% (见表 2)。WOMAC 评分总分由术前的 102~127 分改善为末次随访时的 41~52 分 (见表 3)。

4 讨论

4.1 HTO 术后软骨修复现象

本研究结果发现，本组 11 例患者通过 HTO 调整下肢力线，膝关节疼痛与功能障碍得到了有效改

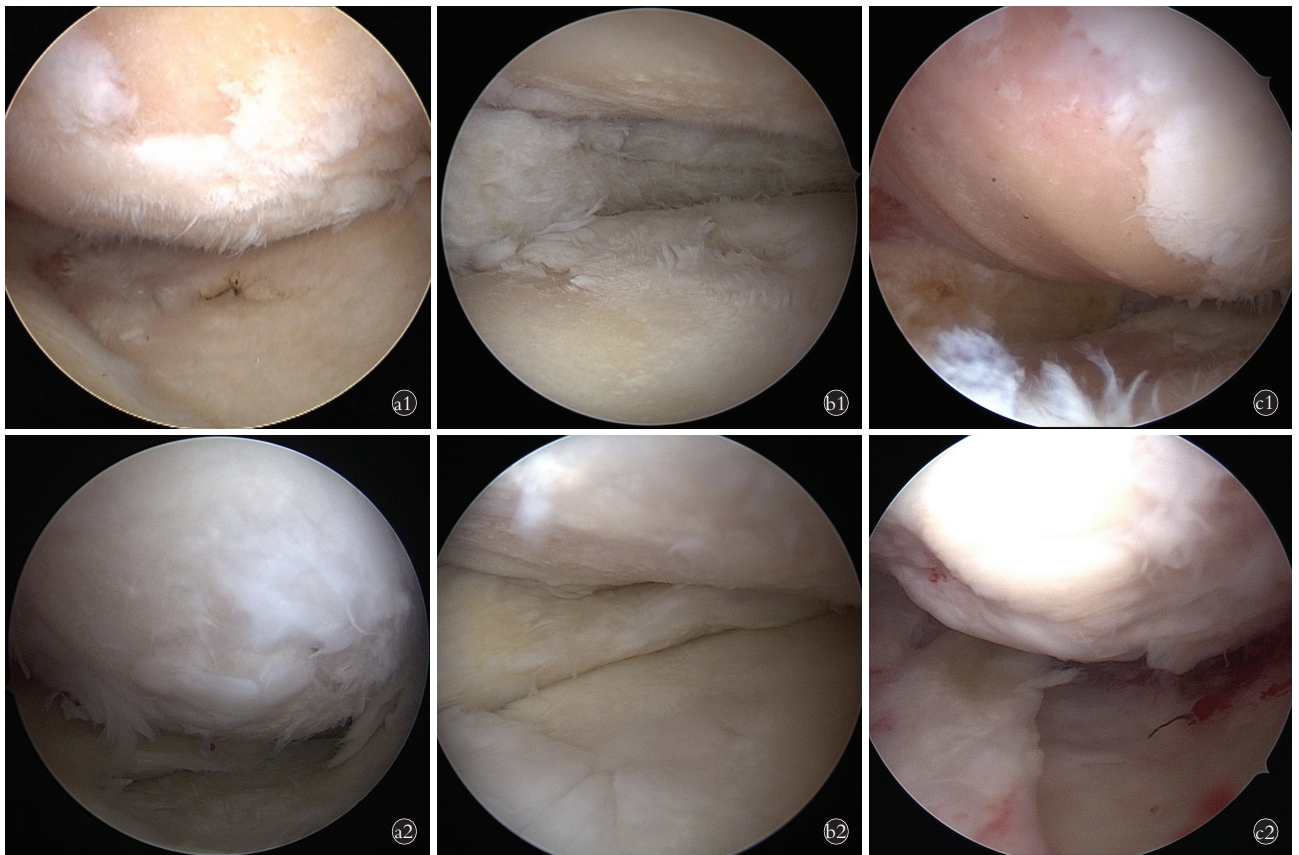


图 1 本组 3 例患者 2 次镜下探查内侧间室对比图 a1,b1,c1. 分别为 3 例患者截骨前镜下探查内侧间室图片 a2,b2,c2. 分别为对应的 3 例患者取内固定时二次镜下探查内侧间室图片;可以看到全层缺损的软骨被新生软骨所覆盖

Fig.1 Comparison pictures of medial compartment by arthroscopy of 3 patients a1,b1,c1. Pictures of medial compartment of 3 patients before high tibial osteotomy a2,b2,c2. Pictures of medial compartment of 3 patients by the second arthroscopy. The degenerated cartilage of the medial femoral condyle and medial tibial plateau were covered by newly regenerated cartilage

表 2 胫骨高位截骨术后二次镜下探查 11 例患者 ICRS 分级与下肢力线比率结果

Tab.2 ICRS grade and weight bearing line of 11 patients underwent the second arthroscopy after high tibial osteotomy

患者 序号	随访时间 (月)	内侧股骨髁 ICRS 分级		内侧胫骨平台 ICRS 分级		外侧股骨髁 ICRS 分级		外侧胫骨平台 ICRS 分级		下肢力线比率(%)	
		首次	二次	首次	二次	首次	二次	首次	二次	术前	末次随访
1	17	IV	I	II	I	I	I	0	I	18	61
2	12	IV	II	IV	I	I	I	0	0	21	58
3	22	III	II	I	I	0	0	0	0	26	58
4	18	IV	II	IV	II	0	0	I	I	17	64
5	15	III	II	III	II	0	0	0	0	29	60
6	12	IV	I	II	I	I	I	0	0	22	63
7	19	III	I	III	II	I	I	0	0	24	59
8	17	IV	I	II	I	0	I	0	0	21	59
9	21	III	II	IV	I	0	0	I	0	29	62
10	13	III	II	III	II	0	0	0	0	34	63
11	14	IV	II	III	II	I	I	I	I	19	60

善,达到治疗内侧间室 KOA 的目的,并且损伤的内侧间室股骨髁与胫骨平台软骨可被不同程度的修复。HTO 可以促进内侧间室软骨的修复再生,国外

诸多研究报道了该现象。Koshino 等^[15]对 115 例(146 膝)行 HTO 患者平均术后 2 年再次探查发现内侧间室的软骨缺损可部分或全部被覆盖。Jung 等^[10]对

表 3 胫骨高位截骨术后二次镜下探查 11 例患者 WOMAC 评分结果

Tab.3 WOMAC score of 11 patients underwent the second arthroscopy after high tibial osteotomy

患者序号	随访时间(月)	疼痛(分)		僵硬(分)		关节功能(分)		总分(分)	
		术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访	术前	末次随访
1	17	26	6	13	8	88	31	127	45
2	12	22	8	9	4	82	39	113	51
3	22	24	8	11	6	77	33	112	47
4	18	19	11	12	4	71	35	102	50
5	15	21	6	9	7	81	33	111	46
6	12	19	9	8	4	77	28	104	41
7	19	24	9	9	6	82	29	115	44
8	17	22	6	11	6	81	35	114	47
9	21	23	8	8	4	75	33	106	45
10	13	20	8	7	5	79	31	106	44
11	14	25	5	11	7	85	40	121	52

159 例行 HTO 患者术后 2 年取内固定时再次探查发现 92% 的股骨内侧髁软骨和 69% 的内侧胫骨平台软骨出现修复再生现象。Jung 等^[10]通过矫正后机械胫股角不同将患者分为 A 组(胫股角<0°)、B 组(胫股角 0°~6°)和 C 组(胫股角>6°),发现 B 组效果最好能达到 95% 的软骨修复现象, C 组次之为 92%, A 组为 75%。笔者认为由于膝内翻畸形导致下肢力线向膝关节内侧间室偏移,使内侧间室机械负荷增加,进而出现了软骨破坏并导致骨关节炎形成;而 HTO 通过调整力线,将集中在内侧间室的负荷向外转移,内侧间室软骨的机械压力得到缓解,出现软骨修复现象。

4.2 下肢力线对软骨修复影响

力线矫正是 HTO 的手术核心,而且由于力线矫正位置不同导致内外侧间室负荷的变化不同,也影响着软骨的修复再生能力。对于下肢力线矫正位置,最为广泛应用与公认的是 Dugdale 等^[16]提出的胫骨平台外侧 62%~66% 的位置,并定义了位于胫骨脊外侧伴有 3°~5° 胫股机械轴外翻为 Fujisawa 点;但对于此位置是否最有利于软骨的修复再生,目前仍存在争议。Kim 等^[17]对 66 例 HTO 患者进行 35 个月的随访后发现,力线矫正位置在 50%~55% 的患者软骨修复率和临床效果与力线矫位置在 60%~66% 的患者没有差异。同时也有研究^[18]提出应根据镜下探查内外间室软骨的损伤情况来决定力线矫正位置。本组病例术后下肢力线比率在 58%~64%,再次探查均出现了软骨修复现象,但由于病例数过少,具体适合软骨修复的力线矫正位置还需在更大样本量的临床试验中确定。

4.3 术前软骨损伤程度对软骨修复影响

本组病例中发现软骨下骨暴露的 6 例患者二次

探查时可以看到明显的软骨修复覆盖现象,ICRS 分级较首次探查时有明显改善,而未暴露软骨下骨有 3 例患者的软骨修复现象并不明显。Wakabayashi 等^[19]报道了相似的结果,其对 67 例行 HTO 患者 1 年以上随访发现,Outerbridge 软骨分级为 IV 级患者的软骨修复率明显高于 Outerbridge 分级 III 级患者;研究认为术前软骨的损伤程度为软骨修复的一个重要影响因素,损伤程度严重出现软骨下骨暴露的患者软骨修复程度要高;这也与本研究观察到的结果相一致。这可能是由于软骨下骨的暴露有利于骨髓内间充质细胞及各种促进软骨生长的因子进入关节,从而促进了损伤软骨的修复^[20];但其具体机制尚未完全明确,并且目前普遍认为损伤后再生的软骨为纤维软骨而非透明软骨,对再生的软骨也仅在组织学、镜下及 MRI 图像中的分析^[19,21],因此细胞分子层面对软骨修复机制的阐述还有待进一步研究。

4.4 总结

软骨的修复是涉及到多种因素的复杂过程,除了上述的力线矫正位置以及术前软骨损伤程度等影响因素外,还与患者的病情、体重指数、关节间隙狭窄程度、关节内炎症因子等诸多因素相关^[3]。并且本研究 11 例患者均在截骨前行关节镜清理,改善了膝关节的内部环境;同时,由于 HTO 术后患肢会有 2 个月左右的非全负重时间,膝关节本身负荷减轻,均有助于软骨的修复。

参考文献

[1] Ziegler R, Goebel L, Seidel R, et al. Effect of open wedge high tibial osteotomy on the lateral tibiofemoral compartment in sheep. Part III: analysis of the microstructure of the subchondral bone and correlations with the articular cartilage and meniscus[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23(9): 2704-2714.
 [2] 辛龙, 张春, 徐卫星, 等. 膝关节软骨损伤的外科治疗进展[J].

- 中国骨伤, 2018, 31(3):281-285.
- XIN L, ZHANG C, XU WX, et al. Current advances on surgical treatment for knee articular cartilage injuries[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2018, 31(3):281-285. Chinese with abstract in English.
- [3] Kim CW, Seo SS, Lee CR, et al. Factors affecting articular cartilage repair after open-wedge high tibial osteotomy[J]. *Knee*, 2017, 24(5):1099-1107.
- [4] Sharma L, Song J, Felson DT, et al. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis[J]. *JAMA*, 2001, 286(2):188-195.
- [5] Ekeland A, Nerhus TK, Dimmen S, et al. Good functional results following high tibial opening-wedge osteotomy of knees with medial osteoarthritis; a prospective study with a mean of 8.3 years of follow-up[J]. *Knee*, 2017, 24(2):380-389.
- [6] 张广瑞, 姜金, 刘嘉鑫, 等. 胫骨高位截骨术治疗膝关节骨性关节炎随访 10 年的临床观察[J]. *中国骨伤*, 2019, 32(8):707-711.
- ZHANG GR, JIANG J, LIU JX, et al. Clinical observation of high tibial osteotomy for knee osteoarthritis; 10 years follow up[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2019, 32(8):707-711. Chinese with abstract in English.
- [7] Kahilenberg CA, Nwachukwu BU, Hamid KS, et al. Analysis of outcomes for high tibial osteotomies performed with cartilage restoration techniques[J]. *Arthroscopy*, 2017, 33(2):486-492.
- [8] Spahn G, Klinger HM, Harth P, et al. Cartilage regeneration after high tibial osteotomy. Results of an arthroscopic study[J]. *Z Orthop Unfall*, 2012, 150(3):272-279.
- [9] Ferruzzi A, Buda R, Cavallo M, et al. Cartilage repair procedures associated with high tibial osteotomy in varus knees: Clinical results at 11 years' follow-up[J]. *Knee*, 2014, 21(2):445-450.
- [10] Jung WH, Takeuchi R, Chun CW, et al. Second-look arthroscopic assessment of cartilage regeneration after medial opening-wedge high tibial osteotomy[J]. *Arthroscopy*, 2014, 30(1):72-79.
- [11] Lee OS, Lee SH, Mok SJ, et al. Comparison of the regeneration of cartilage and the clinical outcomes after the open wedge high tibial osteotomy with or without microfracture; a retrospective case control study[J]. *Bmc Musculoskelet Disord*, 2019, 20:267.
- [12] Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis[J]. *Ann Rheum Dis*, 1957, 16(4):494-502.
- [13] Dwyer T, Martin CR, Kendra R, et al. Reliability and validity of the arthroscopic international cartilage repair society classification system: correlation with histological assessment of depth[J]. *Arthroscopy*, 2017, 33(6):1219-1224.
- [14] Bellamy N, Kirwan J, Boers M, et al. Recommendations for a core set of outcome measures for future phase III clinical trials in knee, hip, and hand osteoarthritis. Consensus development at OMER-ACT III[J]. *J Rheumatol*, 1997, 24(4):799-802.
- [15] Koshino T, Wada S, Ara Y, et al. Regeneration of degenerated articular cartilage after high tibial valgus osteotomy for medial compartmental osteoarthritis of the knee[J]. *Knee*, 2003, 10(3):229-236.
- [16] Dugdale TW, Noyes FR, Styer D. Preoperative planning for high tibial osteotomy. The effect of lateral tibiofemoral separation and tibiofemoral length[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1992, 274:248-264.
- [17] Kim MK, Ko BS, Park JH. The proper correction of the mechanical axis in high tibial osteotomy with concomitant cartilage procedures—a retrospective comparative study[J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1):281.
- [18] Marti CB, Gautier E, Wachtl SW, et al. Accuracy of frontal and sagittal plane correction in open-wedge high tibial osteotomy[J]. *Arthroscopy*, 2004, 20(4):366-372.
- [19] Wakabayashi S, Akizuki S, Takizawa T, et al. A comparison of the healing potential of fibrillated cartilage versus eburnated bone in osteoarthritic knees after high tibial osteotomy: An arthroscopic study with 1-year follow-up[J]. *Arthroscopy*, 2002, 18(3):272-278.
- [20] Mankin HJ. The reaction of articular cartilage to injury and osteoarthritis (first of two parts)[J]. *N Engl J Med*, 1974, 291(24):1285-1292.
- [21] Lee OS, Ahn S, Ahn JH, et al. Effectiveness of concurrent procedures during high tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis; a systematic review and meta-analysis[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138(2):227-236.

(收稿日期:2020-01-07 本文编辑:李宜)