

【DOI】 10.3969/j.issn.1671-6450.2024.06.012

论著·临床

# 胫骨高位截骨联合关节镜下微骨折术治疗膝内翻骨关节炎的前瞻性对照研究

洪凯峰, 赵之颢, 白合提叶尔·吐尔干

基金项目: 新疆维吾尔自治区“青年科技人才—乡村振兴”项目(WJWY-XCZX202228); 新疆维吾尔自治区自然科学基金(2021D01F48)

作者单位: 830049 新疆乌鲁木齐市友谊医院骨一科

通信作者: 赵之颢, E-mail: 2663148299@qq.com



**【摘要】目的** 探究胫骨高位截骨(HTO)联合关节镜下微骨折术治疗膝内翻骨关节炎的有效性及安全性。**方法** 选取2020年2月—2021年7月乌鲁木齐市友谊医院骨科收治的膝内翻骨关节炎患者63例,将其按随机信封法分为对照组32例和研究组31例,对照组行HTO联合关节镜手术,研究组行HTO联合关节镜下微骨折术,术后接受相同康复训练,比较2组患者初次手术和术后12~18个月二次探查时的Outerbridge分级软骨修复情况及手术前后的炎症因子水平、疼痛视觉模拟量表(VAS)评分、国际膝关节主观功能(IKDC)评分,统计并比较2组并发症发生情况。**结果** 初次手术时,2组软骨损伤情况比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ),术后二次探查时,研究组软骨修复效果显著优于对照组( $\chi^2=5.980, P=0.014$ );2次手术后3d,研究组肿瘤坏死因子- $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )、前列腺素E<sub>2</sub>(PGE<sub>2</sub>)水平均显著低于对照组( $t=2.784, 3.103, P=0.007, 0.003$ );2组患者术后6个月、1年、2年VAS评分随时间呈梯度均低于术前( $P<0.05$ ),研究组术后各时点VAS评分均低于对照组( $t=2.160, 2.864, 2.665, P=0.035, 0.006, 0.010$ );2组患者术后6个月、1年、2年IKDC评分随时间呈梯度均高于术前( $F=138.229, 160.509, P$ 均 $<0.001$ ),研究组术后各时点IKDC评分均高于对照组( $t=2.997, 3.160, 2.447, P=0.004, 0.003, 0.017$ );2组患者并发症总发生率差异无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论** HTO联合关节镜下微骨折术可促进膝内翻骨关节炎患者关节软骨修复,缓解疼痛,改善膝关节功能,且安全性较好,在膝内翻骨关节炎软骨恢复方面具有较高的临床价值。

**【关键词】** 膝内翻骨关节炎;胫骨高位截骨;微骨折术;Outerbridge分级**【中图分类号】** R687.3 **【文献标识码】** A

**Prospective controlled study of high tibial osteotomy combined with arthroscopic microfracture in treating knee varus osteoarthritis** Hong Kaifeng, Zhao Zhihao, Baihetiye Turgan. Department of Orthopedics, Urumqi Friendship Hospital, Xinjiang Province, Urumqi 830049, China

Funding program: Xinjiang Uygur Autonomous Region "Youth Science and Technology Talents-Rural Revitalization" Project (WJWY-XCZX202228); Natural Science Foundation of Xinjiang Uygur Autonomous Region (2021D01F48)

Corresponding author: Zhao Zhihao, E-mail: 2663148299@qq.com

**【Abstract】 Objective** To explore the effectiveness and safety of high tibial osteotomy (HTO) combined with arthroscopic microfracture in the treatment of knee varus osteoarthritis. **Methods** Sixty-three patients with knee varus osteoarthritis admitted to Department of Orthopedics of Urumqi Friendship Hospital were prospectively selected from February 2020 to July 2021 and were divided into control group (32 cases) and study group (31 cases) according to the random envelope method. The control group underwent HTO combined with arthroscopic surgery, and the study group was given HTO combined with arthroscopic microfracture, and both groups received the same postoperative rehabilitation training. The Outerbridge grading cartilage repair at the time of initial surgery and secondary exploration, levels of inflammatory factors before and after surgery, Visual Analogue Scale (VAS) score and International Knee Documentation Committee Subjective Function (IKDC) score were compared between the two groups of patients, and the complications of the two groups were counted and compared. **Results** There was no significant difference in cartilage injury between the two groups at the time of initial surgery ( $P>0.05$ ). At the time of second postoperative exploration, the cartilage repair effect in study group was significantly better than that in control group ( $\chi^2=5.980, P=0.014$ ). The levels of tumor necrosis factor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) and prostaglandin E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) in study group at 3 days after the second surgery were significantly lower than those in control group ( $t=2.784,$

3.103,  $P=0.007, 0.003$ ). The VAS score in both groups at 6 months, 1 year and 2 years after surgery showed a gradient over time, and the score was lower than that before surgery ( $P<0.05$ ), and the VAS scores in study group at various time points after surgery were lower than those in control group ( $t=2.160, 2.864, 2.665, P=0.035, 0.006, 0.010$ ). The IKDC score in the two groups revealed a gradient at 6 months, 1 year and 2 years after surgery and was higher than that before surgery ( $F=138.229, 160.509, \text{all } P<0.001$ ), and the IKDC scores at various time point after surgery were higher in study group than those in control group ( $t=2.997, 3.160, 2.447, P=0.004, 0.003, 0.017$ ). There was no significant difference in the total incidence rate of complications between the two groups ( $P>0.05$ ). **Conclusion** HTO combined with arthroscopic microfracture can promote articular cartilage repair, relieve pain and improve knee function in patients with knee varus osteoarthritis, and it has good safety and high clinical value in cartilage recovery of knee varus osteoarthritis.

**【Key words】** Knee varus osteoarthritis; High tibial osteotomy; Microfracture; Outerbridge grading

膝内翻骨关节炎是一种常见的慢性关节疾病,常见于中老年人,发病者多为女性,其临床表现为膝关节退行性病变、炎症反应、积液、畸形、疼痛、功能障碍、周围肌肉萎缩等,严重影响患者行走和日常生活<sup>[1]</sup>。临床常根据膝内翻骨关节炎严重程度予以不同的治疗手段,当药物治疗、物理治疗和矫形器等方法无法有效缓解症状时,可采取手术治疗<sup>[2]</sup>。胫骨高位截骨术(high tibial osteotomy, HTO)通过在胫骨结节以上的截骨平面进行截骨,从而改变膝关节的负重力线,增加关节稳定性,改善膝关节功能,该方法虽可缓解关节外疼痛,但无法解决关节内问题<sup>[3]</sup>。如何提高 HTO 术后软骨修复的效果成为临床亟待解决的问题。微骨折术是一种创新的膝关节软骨修复方法,利用关节镜将受损的软骨移除,然后通过骨钻孔促进骨髓间充质干细胞、生长因子等物质的释放,从而刺激软骨修复<sup>[4]</sup>。目前相关领域缺乏高水平的临床随机对照研究,本研究对 HTO 联合关节镜下微骨折术治疗膝内翻骨关节炎的有效性及安全性进行探究,旨在为膝内翻骨关节炎患者的治疗提供临床依据,报道如下。

### 1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2020 年 2 月—2021 年 7 月乌鲁木齐友谊医院骨科收治的膝内翻骨关节炎患者 63 例,纳入标准:(1)符合膝骨关节炎(KOA)诊断标准<sup>[5]</sup>,且保守治疗无效或症状持续性加重;(2)年龄 40~65 岁;(3)根据症状、体征诊断为内侧单间室 KOA 患者;(4)膝关节活动度大于 90°,屈曲挛缩畸形

小于 10°。排除标准:(1)KOA 外翻畸形者;(2)全身或膝关节局部感染及类风湿关节炎患者;(3)合并其他基础性疾病不能耐受手术患者;(4)膝关节周围韧带松弛或关节存在不稳定患者;(5)体质指数  $> 35 \text{ kg/m}^2$ 。将其按随机信封法分为研究组 31 例、对照组 32 例,研究组行 HTO 联合关节镜下微骨折术,对照组行 HTO 联合关节镜手术。2 组患者基线资料比较差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 1。本研究经医院伦理委员会审批(2020No. 01),患者及家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 治疗方法 2 组患者均进行术前检查,包括下肢全长负重位 X 线片、CT、MR、抽屉试验、lachman 试验、轴移试验等。

对照组行 HTO 联合关节镜手术:常规膝关节前内、前外入路,探查关节内结构及软骨损伤情况,根据 Outerbridge 软骨分级系统评估记录软骨损伤程度,软骨损伤不做处理,再行胫骨高位内侧开放截骨手术。取内踝尖端和胫骨结节连线的中点作为手术切口,沿该切口线向下切开显露鹅足,在鹅足近侧打入 2 枚克氏针,摆锯沿克氏针下缘截骨,截骨端分离之后利用撑开器逐级适当撑开,在 C 型臂 X 线机透视下纠正膝内翻,确定下肢力线状态,随后在截骨端实施楔形植骨,锁定螺钉锁定接骨板,生理盐水冲洗创面后放置引流管,关闭创口后加压包扎。

研究组行 HTO 联合关节镜下微骨折术:以对照组相同步骤探查关节内结构并评估损伤程度,以微骨折

表 1 2 组膝内翻骨关节炎患者基线资料比较

Tab. 1 Comparison of baseline data of patients with varus knee osteoarthritis in 2 groups

组别	例数	性别[例(%)]		年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	BMI( $\bar{x} \pm s$ , $\text{kg/m}^2$ )	病程( $\bar{x} \pm s$ , 年)	患膝[例(%)]	
		男	女				左膝	右膝
对照组	32	13(40.63)	19(59.37)	54.9 ± 8.6	23.2 ± 4.2	3.96 ± 0.94	13(40.63)	19(59.37)
研究组	31	11(35.48)	20(64.52)	55.5 ± 8.7	23.4 ± 4.8	3.72 ± 0.81	17(54.84)	14(45.16)
$\chi^2/t$ 值		0.177		0.274	0.203	1.084		1.275
$P$ 值		0.674		0.785	0.840	0.283		0.259

尖锥在软骨缺损区垂直钻孔,孔间距 3 mm,打孔深至见到渗血或脂肪滴,若关节腔内含积液,则采用负压吸出,见骨髓自孔内溢出提示微骨折处理满意,否则继续加深打孔,微骨折处理完毕后冲洗关节腔,清除残留骨碎屑,留置引流管后加压包扎。再以对照组相同步骤行 HTO 治疗。

2 组患者均接受相同康复计划:术后 1 周内患肢不负重下床活动。指导患者做足部功能训练、下肢肌肉的等长收缩训练、床上直腿抬高练习等。在患者能承受的范围内开始进行膝关节功能锻炼,关节持续被动活动仪辅助锻炼。术后 2~4 周进行肌肉力量、本体感觉、心肺适应能力训练,术后 2 周膝关节屈曲活动度达到 90°以上,必要时支具保护下部分负重行走。术后 4~8 周,运动相关肌肉灵活度与力量练习,关节活动度达到正常范围。术后 8~12 周,拆除支具保护,部分负重下地行走。术后 12 周以后,重返正常生活及活动水平。

2 组均于术后 12~18 个月取内固定物时,接受关节镜二次探查评估软骨修复情况。

1.3 观察指标与方法 (1) Outerbridge 分级<sup>[6]</sup>:根据 Outerbridge 软骨分级系统评估 2 组患者初次手术和二次探查时的软骨修复情况。(2) 血清炎性因子水平:取 2 组患者术前和术后 3 d(即 2 次手术完毕后 3 d)空腹静脉血,分离血清后采用酶联免疫吸附法检测血清肿瘤坏死因子- $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )、前列腺素 E<sub>2</sub>(PGE<sub>2</sub>)水平,试剂盒购于珠海丽珠试剂公司。(3) 疼痛视觉模拟量表(VAS)评分:比较 2 组患者术前及术后 6 个月、1 年、2 年时的 VAS 评分,总分 0~10 分,0 分为无痛,10 分为最严重疼痛。(4) 国际膝关节主观功能

(IKDC)评分<sup>[7]</sup>:比较 2 组患者术前及术后 6 个月、1 年、2 年时的 IKDC 评分,包括疼痛、僵硬、日常生活难度等,总分 0~100 分,分值与膝关节功能呈正比。(5) 并发症:随访 2 年,记录 2 组患者关节肿胀、膝关节感染、疼痛加剧等并发症发生情况。

1.4 统计学方法 以 SPSS 21.0 统计学软件进行数据统计。符合正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两两比较采用  $t$  检验,多组比较采用方差分析;计数资料以频数或率(%)表示,比较采用  $\chi^2$  检验,等级资料比较采用秩和检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 研究组与对照组患者软骨损伤及修复情况比较 初次手术时,2 组患者软骨损伤程度差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),术后二次探查时,研究组软骨修复效果显著优于对照组( $P < 0.05$ ),见表 2。

2.2 研究组和对对照组手术前后血清炎性因子水平比较 术前,2 组患者血清 TNF- $\alpha$ 、PGE<sub>2</sub> 水平差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),2 次手术后 3 d,研究组血清 TNF- $\alpha$ 、PGE<sub>2</sub> 水平均显著低于对照组( $P < 0.05$ ),见表 3。

2.3 研究组与对照组患者手术前后 VAS 评分比较 2 组患者术前 VAS 评分比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );2 组患者术后 6 个月、1 年、2 年 VAS 评分均低于术前,且随时间呈梯度下降( $P < 0.05$ ),研究组术后各时点 VAS 评分均低于对照组( $P < 0.05$ ),见表 4。

2.4 研究组与对照组患者手术前后 IKDC 评分比较 2 组患者术前 IKDC 评分比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ );2 组患者术后 6 个月、1 年、2 年 IKDC 评分均高于术前,且随时间呈梯度升高( $P < 0.05$ ),研究组术后各时点 IKDC 评分均高于对照组( $P < 0.05$ ),见表 5。

表 2 研究组与对照组患者软骨 Outerbridge 分级比较 [例(%)]

Tab.2 Comparison of cartilage Outerbridge grades between the study group and the control group

组别	例数	初次手术				二次探查			
		I 级	II 级	III 级	IV 级	I 级	II 级	III 级	IV 级
对照组	32	2(6.25)	6(18.75)	11(34.38)	13(40.62)	6(18.75)	10(31.25)	9(28.12)	7(21.88)
研究组	31	0	4(12.90)	16(51.61)	11(35.48)	11(35.48)	14(45.16)	4(12.90)	2(6.45)
U 值			0.090				5.980		
P 值			0.761				0.014		

表 3 研究组与对照组手术前后血清炎性因子水平比较 ( $\bar{x} \pm s, \mu\text{g/L}$ )

Tab.3 Comparison of serum inflammatory factors between the study group and the control group

组别	例数	TNF- $\alpha$			PGE <sub>2</sub>		
		术前	2 次术后 3 d	t/P 值	术前	2 次术后 3 d	t/P 值
对照组	32	35.86 $\pm$ 6.63	20.16 $\pm$ 4.22	16.371/ <0.001	1.43 $\pm$ 0.33	0.76 $\pm$ 0.18	14.863/ <0.001
研究组	31	35.48 $\pm$ 6.55	17.37 $\pm$ 3.71	19.655/ <0.001	1.47 $\pm$ 0.38	0.64 $\pm$ 0.12	18.485/ <0.001
t 值		0.229	2.784		0.447	3.103	
P 值		0.820	0.007		0.657	0.003	

表 4 研究组与对照组患者手术前后 VAS 评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

Tab. 4 Comparison of VAS scores between the study group and the control group

组别	例数	术前	术后 6 个月	术后 1 年	术后 2 年	F/P 值
对照组	32	7.74 ± 1.71	6.03 ± 1.32 <sup>a</sup>	4.17 ± 0.83 <sup>ab</sup>	2.15 ± 0.39 <sup>abc</sup>	165.104/ <0.001
研究组	31	7.48 ± 1.62	5.37 ± 1.09 <sup>a</sup>	3.64 ± 0.62 <sup>ab</sup>	1.91 ± 0.32 <sup>abc</sup>	195.854/ <0.001
t 值		0.619	2.160	2.864	2.665	
P 值		0.538	0.035	0.006	0.010	

注:与术前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与术后 6 个月比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与术后 1 年比较,<sup>c</sup> $P < 0.05$ 。

表 5 研究组与对照组患者手术前后 IKDC 评分比较 ( $\bar{x} \pm s$ , 分)

Tab. 5 Comparison of IKDC scores between the study group and the control group

组别	例数	术前	术后 6 个月	术后 1 年	术后 2 年	F/P 值
对照组	32	36.81 ± 6.97	44.27 ± 6.82 <sup>a</sup>	58.64 ± 9.16 <sup>ab</sup>	76.14 ± 13.44 <sup>abc</sup>	138.229/ <0.001
研究组	31	38.48 ± 6.12	49.53 ± 7.11 <sup>a</sup>	66.42 ± 10.36 <sup>ab</sup>	84.71 ± 14.36 <sup>abc</sup>	160.509/ <0.001
t 值		0.199	2.997	3.160	2.447	
P 值		0.843	0.004	0.003	0.017	

注:与术前比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ;与术后 6 个月比较,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与术后 1 年比较,<sup>c</sup> $P < 0.05$ 。

2.5 研究组与对照组患者并发症情况比较 研究组患者术后并发症总发生率高于对照组,但差异无统计学意义( $\chi^2 = 0.809, P = 0.368$ ),见表 6。

表 6 研究组与对照组患者并发症情况比较 [例(%)]

Tab. 6 Comparison of complications between the study group and the control group

组别	例数	关节肿胀	膝关节感染	疼痛加剧	总发生率 (%)
对照组	32	1(3.13)	1(3.13)	0	6.25
研究组	31	2(6.45)	1(3.23)	1(3.23)	12.90

### 3 讨论

KOA 是一种以退行性病理改变为基础的疾病,其中,膝关节内侧单间室骨性关节炎常见且较严重,特别是对于发病年龄偏小的老年患者及运动水平高的年轻患者,严重影响患者生活质量<sup>[8]</sup>。膝内翻骨关节炎主要累及膝关节内侧间室,常见的手术方法为人工膝关节单髁置换术和全膝关节置换术,但因其创伤较大,患者往往预后较差<sup>[9]</sup>。近年来,随着锁定钢板等固定物取材及手术技术的成熟发展,HTO 越来越多地被广大患者接受<sup>[10-11]</sup>,但 HTO 术后患者软骨修复效果不尽相同,部分患者的治疗效果仍不甚理想<sup>[12]</sup>。有研究表明,微骨折技术可促进骨髓间充质细胞向软骨细胞转化,进而修复软骨缺损并不断增殖,其手术具有操作简单、费用低、生物学效果明确等优点,受到了越来越多的关注<sup>[13]</sup>。研究证明 HTO 联合关节镜下微骨折术在改善膝内翻骨关节炎患者临床症状方面有积极作用<sup>[14]</sup>。

Outerbridge 分级通过描述软骨损伤的形态和大小来评估其严重程度,可以帮助医生评估手术效果及预测疾病进展和预后<sup>[15]</sup>。本研究结果表明,研究组二次

探查时患者软骨改善情况优于对照组,说明 HTO 联合关节镜下微骨折术可提升手术效果,促进患者膝关节软骨修复。分析原因:HTO 通过改变机械轴的力线,将位于内侧间室的承重力重新分配到外侧间室,从而减轻内侧间室的载荷,为关节软骨的恢复创造有力的机械环境,使内侧间室的软骨可一定程度再生<sup>[16]</sup>。加之微骨折术可以刺激骨髓细胞向损伤部位迁移,分泌细胞外基质,促进纤维软骨形成,这些纤维软骨能够填补损伤的软骨部位,起到减轻膝关节摩擦、缓冲压力的作用<sup>[17]</sup>。此外,微骨折术还可促进局部胶原蛋白、葡萄糖胺等生物活性物质浓度升高,这些物质是骨组织修复过程中不可或缺的营养物质,可以促进新生细胞活动,刺激骨组织的生长和修复<sup>[18]</sup>。因此,HTO 联合关节镜下微骨折术在改善膝内翻骨关节炎患者软骨损伤方面的作用更加显著。

研究表明,TNF- $\alpha$  可刺激软骨基质降解酶的产生,导致关节软骨的破坏,PGE<sub>2</sub> 是一种重要的炎性介质,可以刺激软骨细胞的凋亡,TNF- $\alpha$  和 PGE<sub>2</sub> 在膝内翻骨关节炎患者的膝关节液中表达增加,加剧 KOA 的进展,导致膝关节疼痛和功能障碍<sup>[19-20]</sup>。本研究结果显示,2 次术后 3 d,研究组 TNF- $\alpha$ 、PGE<sub>2</sub> 水平均低于对照组( $P < 0.01$ );术后 1 年和术后 2 年,研究组疼痛 VAS 评分显著低于对照组( $P < 0.05$ ),表明 HTO 联合关节镜下微骨折术治疗可有效减轻患者机体炎症反应并改善患者疼痛症状。微骨折术过程中,可切除增生滑膜,并对非健康软骨进行全面清理,能有效清除关节内的致痛因子,减轻关节内炎症反应,在炎症反应得到控制的情况下,患者膝关节疼痛可得到明显缓解<sup>[21]</sup>。本研究中,术后 6 个月、术后 1 年和术后 2 年,研究组者 IKDC 评分均高于对照组( $P < 0.05$ ),表明 HTO 联合

关节镜下微骨折术在改善患者膝关节功能方面具有较好的效果。HTO 可将胫骨平台抬高,从而改变关节面负荷分布,减少关节面压力,同时,微骨折术促进软骨修复,提高关节稳定性,有助于恢复膝关节正常生物力学和膝关节功能<sup>[22]</sup>。2 组患者并发症总发生率差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),表明 HTO 联合关节镜下微骨折术具有较好的安全性。HTO 与微骨折术均为微创保膝治疗方法,对周围组织影响较小,可避免全膝置换术在重建过程中对关节内外侧软组织造成的影响,从而降低术后并发症的风险<sup>[23]</sup>。

综上所述,HTO 联合关节镜下微骨折术可促进膝内翻骨关节炎患者关节软骨修复、缓解疼痛、改善膝关节功能,且安全性较好,在膝内翻骨关节炎软骨恢复方面具有较高的临床价值。

**利益冲突:**所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明**

洪凯峰:课题设计,手术部分操作;赵之颢:手术部分操作;白合提叶尔·吐尔干:数据分析,病例随访

**参考文献**

[1] 牡丹,付佳,杨曦,等. 膝骨关节炎患者膝内翻畸形的影响因素分析[J]. 中医正骨, 2022, 34 ( 11 ): 32-36. DOI: 10. 3969/j. issn. 1001-6015. 2022. 11. 006.

[2] 张伟,曹光磊,张志强,等. 胫骨高位截骨术治疗膝内翻内侧面骨关节炎的临床效果[J]. 中国医药, 2019, 14 ( 7 ): 1066-1069. DOI: 10. 3760/j. issn. 1673-4777. 2019. 07. 027.

[3] 王国华,刘大凯,杨茂伟,等. Taylor 外固定架与钢板内固定在老年膝内翻骨关节炎患者行胫骨高位截骨术中的应用比较[J]. 老年医学与保健, 2021, 27 ( 6 ): 1252-1255. DOI: 10. 3969/j. issn. 1008-8296. 2021. 06. 032.

[4] 赵根,李涵,向杜磊,等. 关节镜下微骨折术治疗膝关节软骨损伤疗效分析[J]. 创伤与急危重病医学, 2022, 10 ( 1 ): 11-13. DOI: 10. 16048/j. issn. 2095-5561. 2022. 01. 04.

[5] 中华医学会骨科学分会. 骨关节炎诊治指南(2007 年版)[J]. 中华骨科杂志, 2007, 27 ( 10 ): 793-796. DOI: 10. 3760/j. issn: 0253-2352. 2007. 10. 016.

[6] Slattery C, Kweon CY. Classifications in brief: Outerbridge classification of chondral lesions[J]. Clin Orthop Relat Res, 2018, 476 ( 10 ): 2101-2104. DOI: 10. 1007/s11999. 000000000000255.

[7] Barrett DS. Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction[J]. J Bone Joint Surg Br, 1991, 73 ( 5 ): 833-837. DOI: 10. 1302/0301-620X. 73B5. 1894677.

[8] 刘娜,魏海强,田鑫铎,等. 关节镜下清理术联合胫骨高位截骨术治疗中早期内翻型膝骨性关节炎的临床观察[J]. 临床误诊误治, 2023, 36 ( 2 ): 85-89. DOI: 10. 3969/j. issn. 1002-3429. 2023. 02. 018.

[9] 马根成,杨自立,刘旭. 开放楔形胫骨高位截骨术治疗膝内侧间室骨性关节炎对髌骨参数及关节功能的影响[J]. 临床误诊误治, 2022, 35 ( 1 ): 62-66. DOI: 10. 3969/j. issn. 1002-3429. 2022. 01. 015.

[10] 李朋斌,马小松,杜中华,等. 胫骨高位截骨术治疗膝内翻骨性关节炎临床研究[J]. 检验医学与临床, 2021, 18 ( 7 ): 986-989. DOI:

10. 3969/j. issn. 1672-9455. 2021. 07. 036.

[11] Fu Q, Yan S, Hou X, et al. Distal tibial tubercle-high tibial osteotomy with assistance of modifiable spreader in the treatment of varus knee osteoarthritis: A retrospective observational study [ J ]. Medicine ( Baltimore ), 2022, 101 ( 52 ): e32604. DOI: 10. 1097/MD. 0000000000032604.

[12] 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. DOI: 10. 1016/j. knee. 2017. 06. 001.

[13] 刘军,吴凯,刘宝应. 关节镜下微骨折术后早期 CPM 对膝关节软骨损伤修复效果的影响研究[J]. 临床误诊误治, 2020, 33 ( 1 ): 79-83. DOI: 10. 3969/j. issn. 1002-3429. 2020. 01. 019.

[14] 杨晓斐,吴红富,程飞,等. 胫骨高位截骨结合膝关节镜下微骨折术治疗膝内侧骨关节炎的早期疗效分析[J]. 实用骨科杂志, 2021, 27 ( 10 ): 899-902.

[15] Sieron D, Jablonska I, Niemiec P, et al. Relationship between outer-bridge scale and chondropathy femorotibial joint in relation to gender and age-the use of 1. 5T and 3. 0T MRI scanners [ J ]. Medicina ( Kaunas ), 2022, 58 ( 11 ): 778-784. DOI: 10. 3390/medicina58111634.

[16] 张世松,崔丽红,单淑兰,等. 膝关节镜技术联合胫骨高位截骨治疗膝内侧骨性关节炎的疗效[J]. 西部医学, 2023, 35 ( 8 ): 1188-1192. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2023. 08. 018.

[17] Bai Y, Lin B, Wang M, et al. Medial opening-wedge high tibial osteotomy with microfracture in treatment of varus medial compartmental knee osteoarthritis: Clinical outcomes and second-look arthroscopic results [ J ]. Front Bioeng Biotechnol, 2023, 11 ( 7 ): 1247-1252. DOI: 10. 3389/fbioe. 2023. 1247165.

[18] Hashimoto Y, Nishida Y, Takahashi S, et al. Transplantation of autologous bone marrow-derived mesenchymal stem cells under arthroscopic surgery with microfracture versus microfracture alone for articular cartilage lesions in the knee: A multicenter prospective randomized control clinical trial [ J ]. Regen Ther, 2019, 11 ( 5 ): 106-113. DOI: 10. 1016/j. reth. 2019. 06. 002.

[19] 徐靓,吴玉娇,袁晓阳,等. TNF- $\alpha$  诱导大鼠软骨细胞凋亡模型的建立与评价[J]. 安徽医科大学学报, 2022, 57 ( 5 ): 781-786. DOI: 10. 19405/j. cnki. issn1000-1492. 2022. 05. 020.

[20] 王俊江,王红建,宋晓磊,等. MMP3、IL-18 对膝骨关节炎的疗效评估价值及与 PGE-2 的相关性[J]. 分子诊断与治疗杂志, 2021, 13 ( 11 ): 1866-1870. DOI: 10. 3969/j. issn. 1674-6929. 2021. 11. 034.

[21] 张猛,敖阳,郑红艳. 胫骨高位截骨术联合关节镜下膝关节清理术治疗老年膝内侧间室骨性关节炎患者的临床效果[J]. 广西医学, 2021, 43 ( 19 ): 2288-2292. DOI: 10. 11675/j. issn. 0253-4304. 2021. 19. 05.

[22] 刘志东,沈玉成,戴斌,等. 胫骨高位开放截骨并微骨折术联合富血小板血浆植入治疗膝内侧间室骨性关节炎的短期疗效研究[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2021, 14 ( 12 ): 990-994. DOI: 10. 3969/j. issn. 2095-9958. 2021. 12. 03.

[23] 贾琰,崔鲁霞,王军会,等. 胫骨高位截骨联合关节镜下清理微骨折术与单髁置换术治疗膝内侧间室骨性关节炎中期疗效比较[J]. 中国现代手术学杂志, 2022, 26 ( 3 ): 190-196. DOI: 10. 16260/j. cnki. 1009-2188. 2022. 03. 007.

(收稿日期:2023-12-02)