

内侧单髁置换术治疗高龄内侧间室膝骨关节炎合并前交叉韧带损伤的短期临床疗效研究

康宏刚^{1,2}, 李 洵^{1*}

¹南华大学衡阳医学院, 湖南 衡阳

²娄底市中心医院骨科, 湖南 娄底

收稿日期: 2026年6月29日; 录用日期: 2026年7月23日; 发布日期: 2026年7月31日

摘 要

目的: 探讨内侧单髁置换术(medial unicompartmental knee arthroplasty, UKA)应用于高龄内侧间室膝骨关节炎(knee osteoarthritis, KOA)合并前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)损伤患者的短期临床疗效, 评估该术式在此类患者中的短期安全性与有效性, 为临床个体化术式选择提供参考。方法: 回顾性纳入2021年1月至2025年12月于本院骨科接受手术治疗的30例高龄内侧间室KOA患者作为研究对象, 依据是否合并退变性ACL损伤分为单纯KOA组(单纯内侧间室KOA, $n = 15$)与ACL损伤组(内侧间室KOA合并ACL损伤, $n = 15$)。对比分析两组基线临床资料、围手术期相关指标, 分别于术前及术后1、3、6个月采集两组视觉模拟评分(VAS)、美国特种外科医院膝关节评分(HSS)、西安大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数(WOMAC), 并统计术前及术后6个月膝关节屈曲活动度改善情况。采用Shapiro-Wilk检验完成计量资料正态性检验, 针对3项主要结局指标共计12次组间重复对比, 采用Bonferroni法调整检验水准以控制多重比较的I类错误, 作为敏感性分析指标, 同时报告未校正与校正后的 P 值, 以供临床参考。结果: 两组患者年龄、性别、体质指数等基线临床资料对比, 差异无统计学意义($P > 0.05$); ACL损伤组术前病程显著长于单纯KOA组, 差异存在统计学意义($U = 58.00, P = 0.02$), 为潜在基线混杂因素。组内分析结果显示, 两组患者术后各随访时间点VAS、WOMAC评分较术前显著降低, HSS评分较术前显著升高, 差异均具备统计学意义(均 $P < 0.001$)。多重比较校正前, ACL损伤组术后1个月VAS评分、术后6个月WOMAC评分高于单纯KOA组; 经Bonferroni多重比较校正后, 上述组间差异均无统计学意义。两组术前及术后各随访节点的膝关节疼痛程度、关节功能、屈曲活动度相关指标组间对比, 差异均无统计学意义($P > 0.05$)。结论: 针对高龄内侧间室KOA合并轻度退变性ACL损伤患者, 内侧UKA可获得稳定的短期临床预后, 可有效缓解膝关节疼痛、改善膝关节功能与活动范围。在严格把握手术适应证、完善术前膝关节稳定性评估的前提下, 合并轻度退变性ACL损伤不影响UKA短期疗效, 但上述结论需更大样本量、多中心研究进一步验证。

关键词

膝骨关节炎, 前交叉韧带损伤, 内侧单髁置换术, 高龄患者, 临床疗效

*通讯作者。

Short-Term Clinical Efficacy of Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty in Elderly Patients with Medial Compartment Knee Osteoarthritis Combined with Degenerative Anterior Cruciate Ligament Injury

Honggang Kang^{1,2}, Xun Li^{1*}

¹Hengyang Medical School, University of South China, Hengyang Hunan

²Department of Orthopedics, Loudi Central Hospital, Loudi Hunan

Received: June 29, 2026; accepted: July 23, 2026; published: July 31, 2026

Abstract

Objective: To investigate the short-term clinical efficacy of medial unicompartmental knee arthroplasty (UKA) in the treatment of elderly patients with medial compartment knee osteoarthritis (KOA) complicated by anterior cruciate ligament (ACL) injury, and to systematically evaluate the clinical safety and efficacy of this surgical procedure, so as to provide an evidence-based reference for clinical individualized surgical selection. **Methods:** A total of 30 elderly patients with medial compartment KOA who underwent surgical treatment in the Department of Orthopedics of our hospital from January 2021 to December 2025 were retrospectively enrolled in this study. All subjects were divided into the isolated medial KOA group (isolated medial compartment KOA, $n = 15$) and the ACL injury group (medial compartment KOA combined with degenerative ACL injury, $n = 15$) according to the presence or absence of degenerative ACL injury. Baseline clinical data and perioperative indicators were compared between the two groups. Visual analogue scale (VAS), Hospital for Special Surgery (HSS) score and Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) were collected at baseline and 1, 3, 6 months postoperatively, and the improvement of knee flexion range of motion before and 6 months after surgery was statistically analyzed. Shapiro-Wilk test was adopted for normality verification of measurement data, and Bonferroni method was used to correct the test level for 12 repeated inter-group comparisons of three primary outcome indicators. **Results:** There were no significant differences in baseline data including age, gender and body mass index between the two groups ($P > 0.05$). The preoperative symptom duration of the ACL injury group was significantly longer than that of the isolated medial KOA group ($U = 58.00, P = 0.02$). Intra-group analysis demonstrated that VAS and WOMAC scores were significantly decreased, while HSS scores were significantly increased at each postoperative follow-up time point in both groups (all $P < 0.001$). Before multiple comparison correction, the ACL injury group presented higher VAS score at 1 month and higher WOMAC score at 6 months after surgery, whereas no significant inter-group differences were observed after Bonferroni correction. No significant differences in knee pain severity, joint function and range of motion were found between the two groups at all follow-up time points ($P > 0.05$). **Conclusion:** Medial UKA can achieve stable short-term clinical outcomes in elderly patients with medial compartment KOA combined with mild degenerative ACL injury, which can effectively alleviate knee pain and improve knee joint function and range of motion. With strict adherence to surgical indications and precise preoperative evaluation of knee stability, mild degenerative ACL

injury does not affect the short-term efficacy of UKA, but the above conclusions need to be further verified by larger sample size and multi-center studies.

Keywords

Knee Osteoarthritis, Anterior Cruciate Ligament Injury, Unicompartmental Knee Arthroplasty, Elderly, Clinical Efficacy

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

膝骨关节炎是临床高发退行性骨关节病,我国总体患病率 28.0%,女性显著高于男性,60~69 岁组最高(32.8%) [1]。1990~2023 年我国该病年龄标化发病率持续上升,疾病负担不断加重[2]。伴随人口老龄化和肥胖率升高,患病人数逐年递增。

膝关节内侧间室为主要负重区,膝骨关节炎中单间室病变占 50%,孤立性内侧胫股骨关节炎最常见(27%),内侧间室是该病主要发病部位[3]。高龄患者前交叉韧带(ACL)损伤以退变性为主,与中青年外伤性损伤不同,ACL 功能不全可加速软骨退变和关节失稳[4] [5]。

内侧单髁置换术(UKA)是主流保膝术式,创伤小、康复快、并发症少[6],适用于高龄、基础条件偏弱的患者群体,其远期疗效与全膝关节置换术相当,短期功能恢复更优[7]-[9]。目前合并 ACL 损伤的高龄患者行 UKA 的适用性仍存争议:部分观点认为 ACL 缺损会增加单髁置换术后失败风险[10]。而另有研究指出低活动量、关节稳定的高龄患者可安全实施该手术[11]-[13]。

高龄 KOA 患者日常活动量少,UKA 术后假体远期生存率可靠,不受年龄影响[14] [15];且退变性 ACL 损伤可通过骨赘增生代偿维持关节稳定,ACL 缺损已非 UKA 绝对禁忌证[13] [16]。Mohammad 等[14]随访 1000 例患者显示假体 10 年生存率 96.6%,另一项研究证实 75 岁以上患者 10 年生存率 93% [15];Kikuchi 等[13]报道 ACL 缺损组术后 5 年生存率 100%。Plancher 等[16]指出 UKA 适应证已扩展至严格筛选的 ACL 缺损患者。

现有研究普遍样本量小、随访短、结论异质性高[12] [17] [18]。Guo W 等[12]和 Du G 等[17]的 meta 分析均显示两组翻修率和功能评分无显著差异。梁等人[18]的高龄专项研究仅纳入 31 例、随访不足 2.5 年。本研究对比 30 例高龄单纯与合并轻度退变性 ACL 损伤患者的 UKA 短期疗效,分析合并 ACL 损伤对术后恢复的影响,为临床个体化术式选择提供参考依据。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

回顾性筛选 2021 年 1 月至 2025 年 12 月于本院骨科接受手术治疗的 30 例高龄内侧间室 KOA 患者为研究对象。所有患者术前均充分知晓手术方案,临床资料的使用符合医学伦理规范。自愿参与并签署书面知情同意书。本研究界定高龄为 ≥ 70 岁。

纳入标准:(1) 符合《中国骨关节炎诊疗指南(2021 年版)》及 ACR 制定的 KOA 诊断标准;(2) 病变局限于内侧间室,Kellgren-Lawrence 分级 III~IV 级;(3) 膝关节被动屈曲 $\geq 90^\circ$,固定屈曲挛缩畸形 $\leq 10^\circ$;

膝内翻畸形 $\leq 15^\circ$, 畸形可被动矫正至中立位; (4) 年龄 ≥ 70 岁; (5) 术后完成至少 6 个月规律随访; (6) 临床资料完整。

排除标准: (1) 合并其他膝关节器质性病变; (2) 重度骨质疏松; (3) Lachman 试验强阳性, 存在前向结构性失稳; (4) 同侧膝关节既往手术史; (5) 无法耐受手术者。

2.2. 分组方法

结合术前 MRI 及术中探查结果分组: 单纯 KOA 组 15 例为单纯内侧间室 KOA; ACL 损伤组 15 例为 KOA 合并退变性 ACL 损伤(术中探查参照退变性韧带损伤分级标准评估, II~III 级: II 级为韧带部分纤维撕裂、张力轻度下降; III 级为韧带大部分纤维撕裂、张力明显下降, 但韧带连续性尚存), 最终以术中探查结果为金标准。

2.3. 基线资料

两组患者年龄、性别、BMI 等基线资料比较差异无统计学意义($P > 0.05$); ACL 损伤组术前病程显著长于单纯 KOA 组($P = 0.02$), 为潜在基线混杂因素, 具体基线数据详见表 1。

Table 1. Comparison of baseline clinical data between two groups

表 1. 两组患者基线资料比较

指标	单纯 KOA 组(n = 15)	ACL 损伤组(n = 15)	统计量	P 值
年龄[岁, M (IQR)]	72 (70, 73)	72 (71, 74)	$U = 94.00$	0.45
性别(男/女, 例)	5/10	6/9	Fisher's exact test	1.00
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	23.60 ± 2.30	24.80 ± 2.00	$t = -1.59$	0.12
病程[年, M (IQR)]	4.00 (1.50, 5.00)	9.00 (4.00, 11.50)	$U = 58.00$	0.02

注: Fisher 精确概率法; 年龄、病程为非正态分布, 采用 Mann-Whitney U 检验, 以 M (IQR) 表示; BMI 符合正态分布, 采用独立样本 t 检验, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示; 四分位数间距采用 SPSS Tukey 法计算。

2.4. 手术方法

所有手术由同一高年资手术团队完成, 采用内侧活动平台 UKA 术式, 使用强生 Oxford (牛津) 骨水泥型活动平台单髁假体。患者取仰卧位, 实施全身麻醉或腰硬联合麻醉, 于患者大腿根部放置气压止血带, 止血压力设定为 250 mmHg。沿膝关节内侧髌旁作 8~10 cm 手术切口, 逐层切开皮肤及皮下组织, 充分显露膝关节内侧间室, 切除病变内侧半月板, 系统探查前交叉韧带(ACL)、侧副韧带、后交叉韧带的损伤及松弛状态。

结合术前影像学测量参数完成精准截骨, 针对合并退变性 ACL 损伤的患者, 胫骨后倾角度控制为 $3^\circ \sim 5^\circ$; 针对 ACL 完整的患者, 胫骨后倾角度控制为 $5^\circ \sim 7^\circ$, 置入假体试模后评估膝关节屈伸间隙平衡度与髌骨运动轨迹。采用生理盐水对术区进行脉冲冲洗, 通过骨水泥固定内侧单髁假体, 反复屈伸膝关节, 确认假体位置精准、关节稳定性良好。留置关节引流管, 逐层缝合手术切口并予以加压包扎。

2.5. 术后处理

术后 24 h 内常规应用抗生素预防切口感染; 予低分子肝素抗凝治疗 7~10 d。术后即刻行股四头肌等长收缩训练; 第 1 天拔除引流管后予 CPM 康复(起始 30° , 每日递增 $10^\circ \sim 15^\circ$); 第 2 天部分负重行走, 2 周拆线后完全负重。分别于术后 1、3、6 个月门诊复查。

2.6. 观察指标

(1) 围术期指标：手术时间、术中出血量、住院时长；(2) 疼痛：术前及术后 1、3、6 个月 VAS 评分；(3) 功能：HSS、WOMAC 评分；(4) 活动度：术前及术后 6 个月膝关节屈曲度，计算屈曲改善度。

2.7. 统计学方法

采用 SPSS 26.0 和 Python3 进行分析。计量资料正态性采用 Shapiro-Wilk 检验，符合正态分布以 $\bar{x} \pm s$ 表示，组间比较用独立样本 t 检验，组内比较用配对 t 检验；非正态分布以 M (IQR)表示，组间用 Mann-Whitney U 检验，组内用 Wilcoxon 符号秩检验。计数资料用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。针对 VAS、HSS、WOMAC 三项主要疗效指标的 4 个随访时间点，共进行 12 次组间比较；采用 Bonferroni 法校正检验水准以控制多重比较的 I 类错误，校正后检验水准 $\alpha = 0.05/12 \approx 0.0042$ ；同时报告未校正与校正后的 P 值，作为敏感性分析以供临床参考。本研究采用保守校正策略，将术前基线均衡性检验一并纳入校正范围，可严格控制整体 I 类错误，但存在增加 II 类错误的可能。重复测量方差分析先行 Mauchly 球形性检验，若不满足球形性假设则采用 Greenhouse-Geisser 法校正自由度。所有检验均为双侧检验，检验水准 $\alpha = 0.05$ 。本研究为回顾性小样本研究，事后效能分析显示对中等效应量的检验效能有限，阴性结果存在 II 类错误可能。

3. 结果

3.1. 围术期指标比较

两组手术时间、住院时长无显著差异($P > 0.05$)；ACL 损伤组术中出血量略高于单纯 KOA 组(123.00 ± 19.40 ml vs 104.30 ± 26.50 ml, $P = 0.04$)但两组绝对差值约 19 ml，临床实际意义有限，详见表 2。两组均未发生切口感染、下肢深静脉血栓形成、假体松动移位等严重不良事件。术后两组均出现不同程度的轻度膝关节软组织肿胀，其中单纯 KOA 组 1 例，ACL 损伤组 7 例，经抬高患肢、口服消肿药物等对症处理后均于术后 1~2 周内完全缓解，不影响术后康复进程。

Table 2. Comparison of perioperative indicators between two groups
表 2. 两组围术期指标比较

指标	单纯 KOA 组(n = 15)	ACL 损伤组(n = 15)	统计量	P 值
手术时间(min, $\bar{x} \pm s$)	76.20 $\pm$ 5.20	74.40 $\pm$ 4.40	$t = 1.02$	0.32
术中出血量(ml, $\bar{x} \pm s$)	104.30 $\pm$ 26.50	123.00 $\pm$ 19.40	$t = -2.20$	0.04
住院天数[d, M (IQR)]	10.00 (8.00, 10.00)	10.00 (9.00, 11.00)	$U = 87.00$	0.27

注：手术时间、术中出血量符合正态分布，采用独立样本 t 检验；住院天数为非正态分布，采用 Mann-Whitney U 检验。

3.2. VAS 疼痛评分比较

组内分析结果显示，两组患者术后各随访时间点 VAS 疼痛评分均显著低于术前基线水平，差异均具有统计学意义(均 $P < 0.001$)。组间对比结果显示，术后 1 个月 ACL 损伤组 VAS 评分高于单纯 KOA 组，未校正检验水准下 $P = 0.02$ ，经 Bonferroni 多重比较校正后，组间差异无统计学意义($P = 0.27$)；其余各随访时间点两组 VAS 评分对比，差异均无统计学意义($P > 0.05$)，详细数据见表 3。

3.3. HSS 膝关节功能评分比较

组内分析结果显示，两组患者术后各随访时间点 HSS 评分均显著高于术前基线水平，差异均具有统计学意义(均 $P < 0.001$)。组间对比结果显示，术后 1 个月 ACL 损伤组 HSS 评分略低于单纯 KOA 组，未

校正检验水准下 $P = 0.05$, 经多重比较校正后组间差异无统计学意义; 其余随访时间点两组 HSS 评分对比, 差异均无统计学意义($P > 0.05$), 详细数据见表 4。

Table 3. Comparison of VAS scores before and after surgery between two groups (points, $\bar{x} \pm s$)

表 3. 两组手术前后 VAS 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

时间点	单纯 KOA 组(n = 15)	ACL 损伤组(n = 15)	t 值	P 值	校正 P 值
术前	7.10 $\pm$ 0.30	7.00 $\pm$ 0.30	0.66	0.51	1.00
术后 1 个月	3.00 $\pm$ 0.40	3.40 $\pm$ 0.40	-2.41	0.02	0.27
术后 3 个月	1.60 $\pm$ 0.30	1.80 $\pm$ 0.40	-1.44	0.16	1.00
术后 6 个月	0.80 $\pm$ 0.20	0.80 $\pm$ 0.30	0.00	1.00	1.00

注: Bonferroni 校正 P 值; 各组内术前与术后各时间点对比均 $P < 0.001$ (配对 t 检验)。

Table 4. Comparison of HSS scores before and after surgery between two groups (points, $\bar{x} \pm s$)

表 4. 两组手术前后 HSS 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

时间点	单纯 KOA 组(n = 15)	ACL 损伤组(n = 15)	统计量	P 值	校正 P 值
术前	54.10 $\pm$ 3.80	54.30 $\pm$ 1.90	$t = -0.18$	0.86	1.00
术后 1 个月	80.10 $\pm$ 2.50	77.80 $\pm$ 3.40	$t = 2.05$	0.05	0.60
术后 3 个月	87.10 $\pm$ 2.30	85.70 $\pm$ 3.10	$U = 87.50$	0.28	1.00
术后 6 个月	91.40 $\pm$ 2.10	91.50 $\pm$ 2.90	$t = -0.07$	0.94	1.00

注: Bonferroni 校正检验水准 $\alpha = 0.0042$; 术后 3 个月 HSS 评分经 Shapiro-Wilk 检验不符合正态分布($P < 0.05$), 采用 Mann-Whitney U 检验, 其余时间点采用独立样本 t 检验; 组内术前术后对比均 $P < 0.001$ 。

3.4. WOMAC 评分比较

组内分析结果显示, 两组患者术后各随访时间点 WOMAC 评分均显著低于术前基线水平, 差异均具有统计学意义(均 $P < 0.001$)。组间对比结果显示, 术后 6 个月 ACL 损伤组 WOMAC 评分高于单纯 KOA 组, 未校正检验水准下 $P = 0.03$, 经 Bonferroni 多重比较校正后, 组间差异无统计学意义($P = 0.38$); 其余随访时间点两组 WOMAC 评分对比, 差异均无统计学意义($P > 0.05$), 详细数据见表 5。

Table 5. Comparison of WOMAC scores before and after surgery between two groups (points, $\bar{x} \pm s$)

表 5. 两组手术前后 WOMAC 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$)

时间点	单纯 KOA 组(n = 15)	ACL 损伤组(n = 15)	统计量	P 值	校正 P 值
术前	47.90 $\pm$ 3.20	47.70 $\pm$ 2.10	$t = 0.27$	0.79	1.00
术后 1 个月	20.30 $\pm$ 2.60	20.10 $\pm$ 3.50	$t = 0.18$	0.86	1.00
术后 3 个月	10.80 $\pm$ 2.90	12.30 $\pm$ 1.60	$t = -1.80$	0.08	0.98
术后 6 个月	5.80 $\pm$ 1.50	7.30 $\pm$ 1.90	$U = 62.50$	0.03	0.38

注: Bonferroni 校正检验水准 $\alpha = 0.0042$; 术后 6 个月 WOMAC 评分经 Shapiro-Wilk 检验不符合正态分布($P < 0.05$), 采用 Mann-Whitney U 检验, 其余时间点采用独立样本 t 检验; 组内术前术后对比均 $P < 0.001$ 。

3.5. 膝关节活动度比较

组内分析结果显示, 两组患者术后 6 个月膝关节屈曲度均较术前基线水平显著提升, 差异均具有统

计学意义(均 $P < 0.001$)。本研究所有患者术前被动屈曲均 $\geq 90^\circ$ ，固定屈曲挛缩畸形均 $\leq 10^\circ$ ，符合纳入标准。组间对比结果显示，术前、术后 6 个月膝关节屈曲角度及屈曲改善度组间差异均无统计学意义($P > 0.05$)，详细数据见表 6。

Table 6. Comparison of knee flexion range of motion between two groups ($^\circ$, $\bar{x} \pm s$)
表 6. 两组膝关节屈曲度比较($^\circ$, $\bar{x} \pm s$)

时间点	单纯 KOA 组(n = 15)	ACL 损伤组(n = 15)	t 值	P 值
术前	95.80 $\pm$ 3.00	96.80 $\pm$ 3.00	-0.91	0.37
术后 6 个月	107.40 $\pm$ 5.08	107.80 $\pm$ 4.55	-0.23	0.82
屈曲改善度	11.60 $\pm$ 3.22	11.00 $\pm$ 4.11	0.45	0.66

注：膝关节屈曲度为排除伸直滞缺的纯最大主动屈曲角度，数据取自原始病例数据库；所有指标经 Shapiro-Wilk 检验均符合正态分布($P > 0.05$)，采用独立样本 t 检验；组内术前术后对比均 $P < 0.001$ 。

3.6. 重复测量方差分析

两因素重复测量方差分析结果表明，VAS、HSS、WOMAC 三项疗效指标的时间主效应显著(均 $P < 0.001$)，提示两组患者膝关节疼痛、关节功能随术后恢复时间呈持续性改善趋势；分组主效应、时间 $\times$ 分组交互效应均无统计学意义(均 $P > 0.05$)，提示未观察到合并轻度退变性 ACL 损伤对高龄 KOA 患者 UKA 术后恢复速率和整体疗效存在显著影响。所有指标 Mauchly 球形检验均不满足球形假设(均 $P < 0.05$)，采用 Greenhouse-Geisser 法校正自由度。

3.7. 疗效指标时间变化趋势

两组患者术后各项疗效指标的动态变化规律具有高度一致性：术后 1 个月患者膝关节疼痛、关节功能、活动度即可获得显著改善，术后 3~6 个月进入持续稳步恢复阶段，术后 6 个月疗效趋于稳定，见图 1。

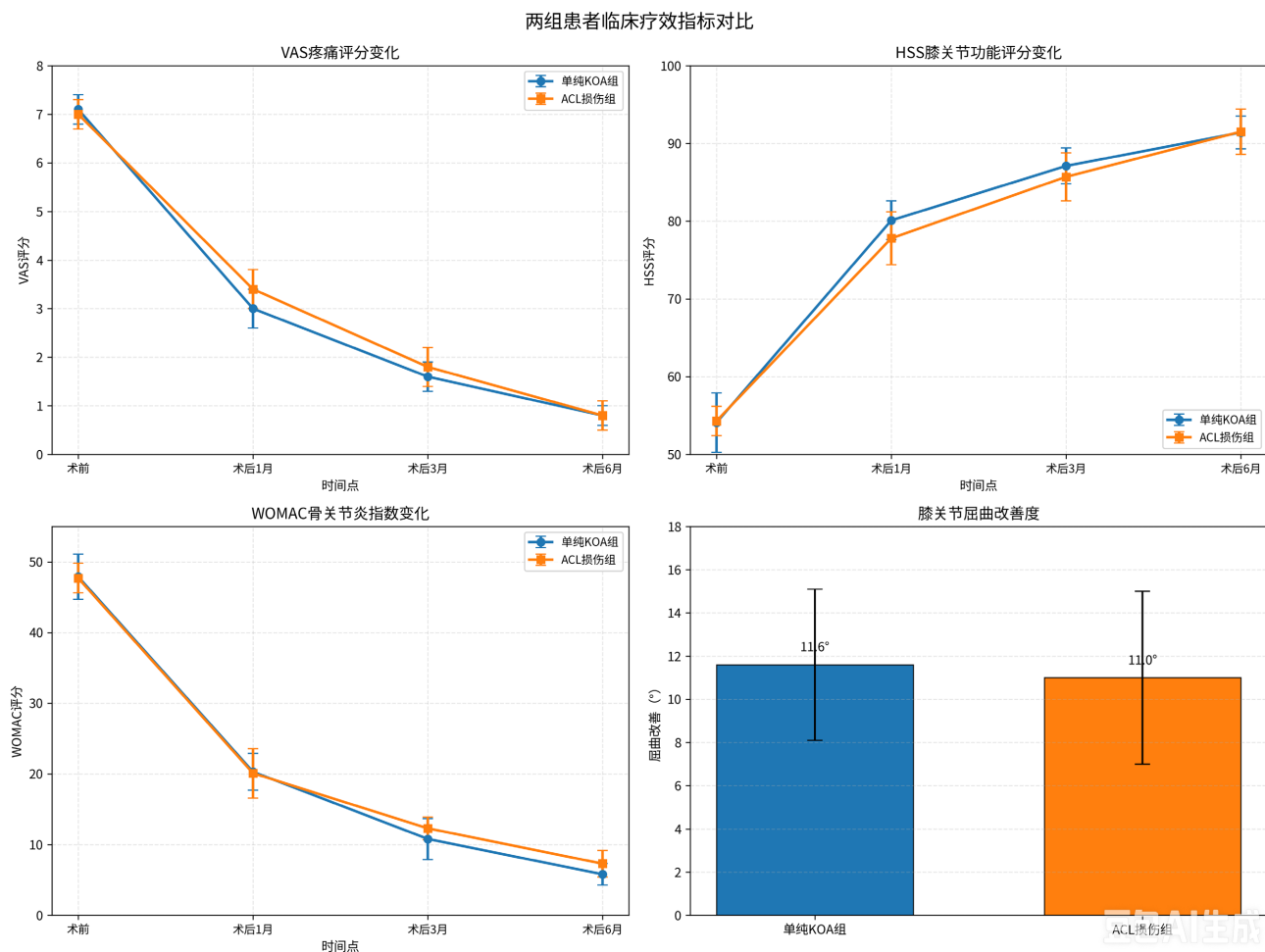
4. 讨论

4.1. 高龄 KOA 合并 ACL 损伤的病理特点

高龄 KOA 患者的核心病理特征为关节软骨退行性磨损、软骨下骨硬化、关节周围软组织松弛及本体感觉减退，且此类患者多合并多种基础疾病，手术耐受能力有限，对术式微创性与围手术期安全性的要求更高[19][20]。Hasegawa 等证实 ACL 退变是伴随增龄和 OA 进展的缓慢过程，宏观完全断裂仅见于少数中重度软骨病变膝关节，多数韧带大体连续性得以保留，基础张力尚存[21]。同时，终末期骨关节炎伴随的关节囊挛缩、骨赘增生可在一定程度上代偿维持膝关节静态及日常活动下的稳定性，弥补 ACL 的部分功能缺损。

4.2. ACL 损伤对 UKA 疗效的影响机制

从生物力学机制来看，ACL 是维持膝关节前向与旋转稳定性的核心结构，可缓冲剪切应力、维持关节生物力学稳态，并富含本体感觉感受器，对膝关节动态稳定至关重要[22][23]。但这类不良后果主要见于高活动量的中青年 ACL 完全断裂伴关节结构性失稳者。对于膝关节整体稳定性良好的退变性 ACL 损伤，已不再是高龄患者 UKA 手术的绝对禁忌[11]。Kwon 等的有限元研究表明，通过适当减小胫骨后倾角可在一定程度上补偿 ACL 缺损引发的胫骨前移异常；但旋转稳定性是实施该方案的前提，需由经验



注：A：VAS 疼痛评分变化；B：HSS 膝关节功能评分变化；C：WOMAC 功能评分变化；D：膝关节屈曲改善度。误差棒表示标准差。

Figure 1. Trend chart of each evaluation index at different time points

图 1. 各评分指标随时间变化趋势图

丰富的外科医师严格把握适应证[23]。多项临床研究表明, 严格把握“膝关节稳定”这一核心适应证, 退变性 ACL 缺损对 UKA 术后假体生存率无显著负面影响[17] [24]。

4.3. 本研究临床结果分析

本研究结果显示, 两组手术时间、住院时长无显著差异, 提示轻度退变性 ACL 损伤并不会增加 UKA 的手术操作难度与围手术期管理风险。ACL 损伤组术中出血量略高于单纯 KOA 组, 考虑与该组病程更长、慢性炎症导致的滑膜增生与组织粘连更严重有关, 但平均出血量仅增加约 20 ml, 无明显临床意义。UKA 可最大程度保留膝关节正常软组织, 显著减少围术期失血、降低并发症风险, 更适配高龄、基础条件偏弱的患者群体[25] [26]。

术后随访发现, 两组患者的疼痛、功能与活动度均获得显著改善, 未校正检验水准时出现的轻微组间差异, 经 Bonferroni 多重比较校正后均消失, 且两组 WOMAC 评分绝对差值未达到骨关节炎领域公认的最小临床重要差异阈值, 提示在个体化调整胫骨后倾角、严格筛选膝关节稳定患者的前提下, 合并轻度退变性 ACL 损伤并不会对 UKA 的短期疗效产生实质性影响。重复测量方差分析进一步显示, 两组患者的术后恢复趋势高度一致。

既往研究关于 ACL 缺损对 UKA 疗效的结论存在显著异质性, 其核心原因可归纳为三方面。一是患者选择标准存在差异: 本研究严格纳入高龄、日常活动量低、术中证实膝关节整体稳定且 ACL 为退变性 II~III 级损伤(韧带连续性尚存)的病例, 排除存在明显前向结构性失稳者; 该类退变性损伤是高龄 KOA 患者 ACL 病变的典型表现[21], 长期病程中伴随的骨赘增生、关节囊挛缩可形成一定的代偿性稳定, 与年轻患者急性外伤性 ACL 完全断裂的病理状态存在本质区别。二是手术技术策略不同: 本研究针对 ACL 损伤患者个体化将胫骨后倾角控制为 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$, 较 ACL 完整组($5^{\circ}\sim 7^{\circ}$)适当减小, 可降低胫骨前移趋势、减少对侧间室异常接触应力。Kwon 等[23]的有限元研究已在固定平台 UKA 模型中证实, 减小胫骨后倾角可有效纠正 ACL 缺损导致的胫骨异常前移, 虽假体类型不同, 但矢状面后倾角调控前向稳定性的生物力学规律具有共性, 与本研究的技术策略一致; 部分早期研究未针对 ACL 状态个体化调整后倾角, 可能增加术后失稳风险。三是统计方法与随访周期存在差异: 本研究采用 Bonferroni 法校正多重比较, 可有效控制多重检验导致的 I 类错误, 结论稳健性更强; 且本研究 6 个月随访仅能反映短期功能改善, ACL 缺损对假体生存率的负面影响多在远期随访中显现, 短期功能评分难以检出差异, 这也是与部分中长期研究结论不一致的原因之一。

4.4. 临床适应证与操作要点

结合本研究结果及文献报道, UKA 治疗合并轻度退变性 ACL 损伤的高龄 KOA 患者需把握以下适应证: (1) 术前评估膝关节整体稳定, 无明显前向及旋转失稳, 无需常规联合 ACL 重建[12]; (2) 内翻及屈曲畸形 $\leq 15^{\circ}$, 侧副韧带功能完整, 无重度骨质疏松; (3) 日常活动量低, 基础疾病控制稳定。术中需精准调控屈伸间隙平衡, 确保膝关节旋转稳定性[23]。肥胖、软骨钙质沉着症已非传统绝对禁忌证, 需结合患者活动水平、关节稳定性与骨质量个体化评估。

4.5. 研究局限性

本研究为单中心、小样本回顾性研究, 存在选择偏倚, 事后效能分析显示对中等效应量的检验效能有限, 存在 II 类错误风险; 由于样本量较小, 部分指标虽未达显著差异, 但无法排除假阴性可能, 后续需基于效应量估算样本量以验证结论。随访周期仅 6 个月, 仅能验证短期疗效, 无法评估假体远期生存率与并发症。ACL 损伤组术前病程显著长于单纯 KOA 组, 为潜在基线混杂因素, 本研究未进一步通过协方差分析校正其影响, 可能存在残余混杂偏倚; 且未量化评估膝关节动态稳定性, 缺乏远期影像学与卫生经济学数据。后续需开展多中心、大样本、长周期前瞻性研究进一步验证结论。

5. 结论

综上, 在严格把握手术适应证、个体化调整胫骨后倾角、完善术前膝关节稳定性评估的前提下, 内侧 UKA 治疗高龄内侧间室 KOA 合并轻度退变性 ACL 损伤安全有效, 短期疗效确切。本结论仅适用于 ≥ 70 岁、术中确认膝关节整体稳定、日常活动量低的轻度退变性 ACL 损伤患者, 不适用于年轻、高活动量或存在明显关节失稳的 ACL 完全断裂人群。规范术中操作与术后康复下, 该术式可作为此类患者的个体化保膝方案之一。鉴于本研究为单中心小样本回顾性研究且随访较短, 临床应用需谨慎, 本研究未观察到轻度退变性 ACL 损伤对 UKA 短期疗效的显著负面影响, 结论仍需多中心、大样本、长期随访的前瞻性研究验证。

声 明

娄底市中心医院临床科研伦理委员会批准(伦理批号: 2024-伦审(科研)-106-01)。

参考文献

- [1] Chen, X., Shao, C., Li, L., Zuo, Z. and Wang, Y. (2025) Prevalence of Knee Osteoarthritis in the Chinese Population, 2013-2023: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, **20**, Article No. 916. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-06270-5>
- [2] 廖婕, 吴琼瑶, 吴功华, 等. 1990-2023 年中国膝骨关节炎疾病负担现状及趋势分析[J]. 中国修复重建外科杂志, 2025, 39(11): 1381-1387.
- [3] Stoddart, J.C., Dandridge, O., Garner, A., Cobb, J. and van Arkel, R.J. (2021) The Compartmental Distribution of Knee Osteoarthritis—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*, **29**, 445-455. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2020.10.011>
- [4] 杨溯, 李杭隆, 郑来, 等. 前交叉韧带损伤后老年创伤性骨关节炎的诊治进展[J]. 中华老年病研究电子杂志, 2021, 8(4): 5-9.
- [5] Shah, A., Gumarathas, K., Marks, P., Marx, R.G., Kiss, A. and Wasserstein, D. (2026) The Long-Term Radiographic Fate of the Chronically ACL-Deficient Knee: A Systematic Review and Meta-Analysis of Matched Cohort Studies. *The American Journal of Sports Medicine*, **54**, 2021-2029.
- [6] 黄文彬, 刘典琦, 卢伟杰. 牛津单髁置换术治疗膝关节内侧间室部分软骨磨损的研究进展[J]. 中国修复重建外科杂志, 2024, 38(9): 1138-1142.
- [7] 华乾坤. Oxford 单髁与全膝关节置换治疗内侧膝骨关节炎的效果及应激指标分析[J]. 中华养生保健, 2025, 43(7): 189-192.
- [8] D'Ambrosi, R., Ursino, C., Mariani, I., Ursino, N., Formica, M. and Chen, A.F. (2023) Clinical Outcomes, Complications, and Survivorship for Unicompartmental Knee Arthroplasty versus Total Knee Arthroplasty in Patients Aged 80 Years and Older with Isolated Medial Knee Osteoarthritis: A Matched Cohort Analysis. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, **143**, 6371-6379. <https://doi.org/10.1007/s00402-023-04916-9>
- [9] Xia, K., Min, L., Xie, W., Yang, G., Yon, D.K., Lee, S.W., et al. (2024) Is Unicompartmental Knee Arthroplasty a Better Choice than Total Knee Arthroplasty for Unicompartmental Osteoarthritis? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Chinese Medical Journal*, **138**, 1568-1577. <https://doi.org/10.1097/cm9.00000000000003193>
- [10] Goodfellow, J.W., Kershaw, C.J., Benson, M.K. and O'Connor, J.J. (1988) The Oxford Knee for Unicompartmental Osteoarthritis. the First 103 Cases. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, **70**, 692-701. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.70b5.3192563>
- [11] 郭万首. 膝单髁置换术患者选择的误区[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2023, 16(3): 193-196.
- [12] Guo, W., Wan, T., Tan, H., Fan, G., Gao, X., Liu, P., et al. (2022) Anterior Cruciate Ligament Deficiency versus Intactness for Outcomes in Patients after Unicompartmental Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, **10**, Article 890118. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.890118>
- [13] Kikuchi, K., Hiranaka, T., Kamenaga, T., Hida, Y., Fujishiro, T. and Okamoto, K. (2021) Anterior Cruciate Ligament Deficiency Is Not Always a Contraindication for Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty: A Retrospective Study in Nondesigner's Japanese Hospital. *The Journal of Arthroplasty*, **36**, 495-500. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.08.024>
- [14] Mohammad, H.R., Kennedy, J.A., Mellon, S.J., Judge, A., Dodd, C.A. and Murray, D.W. (2019) Ten-Year Clinical and Radiographic Results of 1000 Cementless Oxford Unicompartmental Knee Replacements. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, **28**, 1479-1487. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05544-w>
- [15] Kennedy, J.A., Matharu, G.S., Hamilton, T.W., Mellon, S.J. and Murray, D.W. (2018) Age and Outcomes of Medial Meniscal-Bearing Unicompartmental Knee Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, **33**, 3153-3159. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.06.014>
- [16] Plancher, K.D., Braun, G.E. and Petterson, S.C. (2024) Fixed-Bearing Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty: New Indications in the Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knee. *Journal of ISAKOS*, **9**, Article ID: 100337. <https://doi.org/10.1016/j.jisako.2024.100337>
- [17] Du, G., Qiu, H., Zhu, J., Wang, H., Xiao, Q., Zhang, Z., et al. (2023) No Difference Unicompartmental Knee Arthroplasty for Medial Knee Osteoarthritis with or without Anterior Cruciate Ligament Deficiency: A Systematic Review and Meta-Analysis. *The Journal of Arthroplasty*, **38**, 586-593.e1. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2022.10.018>
- [18] Liang, H.S., Sheng, D., Hui, X.S., et al. (2025) [Clinical Study on the Efficacy of Unicompartmental Knee Arthroplasty in Elderly Patients with Medial Osteoarthritis and Anterior Cruciate Ligament Deficiency]. *China Journal of Orthopaedics and Traumatology*, **38**, 336-342.
- [19] 郇瑞, 管士坤, 郭蜀新, 等. 膝关节单髁置换术治疗高龄膝骨关节炎患者的研究进展[J]. 中国修复重建外科杂志,

- 2024, 38(8): 1022-1026.
- [20] Fisher, D.A., Dalury, D.F., Adams, M.J., Shipps, M.R. and Davis, K. (2010) Unicompartamental and Total Knee Arthroplasty in the over 70 Population. *Orthopedics*, **33**, Article 668. <https://doi.org/10.3928/01477447-20100722-05>
 - [21] Hasegawa, A., Otsuki, S., Pauli, C., Miyaki, S., Patil, S., Steklov, N., *et al.* (2012) Anterior Cruciate Ligament Changes in the Human Knee Joint in Aging and Osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism*, **64**, 696-704. <https://doi.org/10.1002/art.33417>
 - [22] 孙逸飞, 新苏雅拉图, 郭万首. 膝单髁置换术治疗前交叉韧带缺失的前内侧膝骨关节炎的研究进展[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2023, 16(3): 265-270.
 - [23] Kwon, H.M., Lee, J., Koh, Y., Park, K.K. and Kang, K. (2022) Computational Analysis of Tibial Slope Adjustment with Fixed-Bearing Medial Unicompartamental Knee Arthroplasty in ACL- and PCL-Deficient Models. *Bone & Joint Research*, **11**, 494-502. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.117.bjr-2022-0138>
 - [24] 刘少华, 周观明, 陈希聪, 等. 前交叉韧带缺陷对固定平台单髁置换后中期疗效的影响[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(6): 860-865.
 - [25] 郭珀宏, 刘日新, 刘万新, 等. UKA 与 TKA 治疗中国地区中老年人膝单间室骨关节炎疗效对比的 meta 分析[J]. 当代医学, 2019, 25(35): 25-30.
 - [26] Arirachakaran, A., Choowit, P., Putananon, C., Muangsiri, S. and Kongtharvonskul, J. (2015) Is Unicompartamental Knee Arthroplasty (UKA) Superior to Total Knee Arthroplasty (TKA)? A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trial. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, **25**, 799-806. <https://doi.org/10.1007/s00590-015-1610-9>