

· 临床论著 ·

## 膝自发性骨坏死单髁置换与胫骨高位截骨比较

陈金雄<sup>1,2</sup>, 周观明<sup>2\*</sup>, 陈希聪<sup>2</sup>, 肖可明<sup>2</sup>, 郑雅伟<sup>2</sup>, 余海波<sup>2</sup>, 刘少华<sup>2</sup>

(1. 广州中医药大学, 广东广州 510006; 2. 佛山市中医院, 广东佛山 528000)

**摘要:** [目的] 比较单髁置换 (unicompartmental knee arthroplasty, UKA) 与胫骨高位截骨 (high tibial osteotomy, HTO) 治疗膝关节自发性骨坏死 (spontaneous osteonecrosis of the knee, SONK) 的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2015 年 1 月—2021 年 10 月治疗的 39 例 SONK 患者的临床资料, 根据术前医患沟通结果, 22 例行 UKA 治疗, 17 例行 HTO 治疗。比较两组围手术期、随访和影像资料。[结果] UKA 组手术时间 [(53.0±6.3) min vs (60.5±8.0) min,  $P<0.05$ ]、术后下地时间 [(3.5±0.9) d vs (5.7±0.7) d,  $P<0.05$ ] 均显著优于 HTO 组, 但前者的切口总长度显著大于后者 [(9.2±1.1) cm vs (6.7±0.9) cm,  $P<0.05$ ], 两组术中失血量、切口愈合及住院时间的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。随访时间平均 (24.7±10.0) 个月, UKA 组恢复完全负重活动时间显著早于 HTO 组 [(7.1±2.0) d vs (34.5±3.6) d,  $P<0.05$ ]。随时间推移, 两组 VAS 评分、WOMAC 评分、KSS 评分均显著改善 ( $P<0.05$ ), 膝 ROM 无显著变化 ( $P>0.05$ )。术前两组上述指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 术后不同时间点 UKA 组的 VAS 评分、WOMAC 评分、KSS 评分均显著优于 HTO 组 ( $P<0.05$ ), 但膝 ROM 比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。影像方面, UKA 组的 FTA 角术后即刻 [(182.0±1.9)° vs (173.8±2.1)°,  $P<0.05$ ] 和末次随访 [(182.0±1.7)° vs (173.0±2.0)°,  $P<0.05$ ] 均显著优于 HTO 组; 末次随访时 UKA 组外侧室 K-L 分级 [0/I/II/III/IV, (17/4/1/0/0) vs (6/7/4/0/0),  $P<0.05$ ] 及髌股室 K-L 分级 [0/I/II/III/IV, (15/5/2/0/0) vs (4/8/4/1/0),  $P<0.05$ ] 均显著优于 HTO 组。[结论] UKA 与 HTO 治疗 SONK 均能取得较好的临床疗效, 但 UKA 组的早期临床疗效优于 HTO 组。

**关键词:** 膝关节自发性骨坏死, 单髁置换, 胫骨高位截骨

中图分类号: R687.4 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2023) 23-2142-06

**Unicompartmental knee arthroplasty versus high tibial osteotomy for knee spontaneous osteonecrosis // CHEN Jin-xiong<sup>1,2</sup>, ZHOU Guan-ming<sup>2</sup>, CHEN Xi-cong<sup>2</sup>, XIAO Ke-ming<sup>2</sup>, ZHENG Ya-wei<sup>2</sup>, YU Hai-bo<sup>2</sup>, LIU Shao-hua<sup>2</sup>. 1. Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China; 2. Foshan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Foshan 528000, China**

**Abstract: [Objective]** To compare the clinical outcomes of unicompartmental knee arthroplasty (UKA) versus high tibial osteotomy (HTO) for spontaneous osteonecrosis of the knee (SONK). **[Methods]** A retrospective study was conducted on 39 patients who received surgical treatment for SONK treated from January 2015 to October 2021. According to preoperative doctor-patient communication, 22 patients received UKA, while the other 17 patients received HTO. The perioperative, follow-up and imaging data were compared between the two groups. **[Results]** The UKA group proved significantly superior to the HTO group in terms of operating time [(53.0±6.3) min vs (60.5±8.0) min,  $P<0.05$ ] and postoperative walking time [(3.5±0.9) days vs (5.7±0.7) days,  $P<0.05$ ], despite of the fact that the former had significantly longer total incision length than the latter [(9.2±1.1) cm vs (6.7±0.9) cm,  $P<0.05$ ]. However, there were no significant differences in intraoperative blood loss, incision healing grade and hospital stay between the two groups ( $P>0.05$ ). All patients in both groups were followed up for (24.7±10.0) months on an average, and the UKA group returned to full weight-bearing activity significantly earlier than HTO group [(7.1±2.0) days vs (34.5±3.6) days,  $P<0.05$ ]. The VAS, WOMAC and KSS scores were significantly improved in both groups over time ( $P<0.05$ ), whereas the knee range of motion (ROM) was not significantly changed ( $P>0.05$ ). Although there were no statistically significant differences in the above indexes between the two groups before surgery ( $P>0.05$ ), the UKA group was significantly better than the HTO group in terms of VAS score, WOMAC score and KSS scores at all time points postoperatively accordingly ( $P<0.05$ ), while without statistically significant differences in knee ROM between the two groups ( $P>0.05$ ). Radiographically, the UKA group had significantly better femorotibial angle (FTA) than the HTO group immediate postoperatively [(182.0±1.9)° vs (173.8±2.1)°,  $P<0.05$ ] and at the last follow-up [(182.0±1.7)° vs (173.0±2.0)°,  $P<0.05$ ]. In addition, the UKA group proved significantly superior to the HTO group at the latest follow-up in terms of the lateral compartment Kellgren and Lawrence (K-L) classification [0/I/II/III/IV, (17/4/1/0/0) vs (6/7/4/0/0),  $P<0.05$ ] and patellofemoral K-L classification

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.23.06

作者简介: 陈金雄, 主治医师, 研究方向: 关节外科, (电话) 13927721459, (电子信箱) 125006248@qq.com

\* 通信作者: 周观明, (电话) 13902413657, (电子信箱) 465125194@qq.com

[0/I/II/III/IV, (15/5/2/0/0) vs (4/8/4/1/0),  $P < 0.05$ ]. **[Conclusion]** Both UKA and HTO do achieve good clinical outcomes for treatment of SONK. By comparison, the UKA has considerably better early clinical consequence than the HTO.

**Key words:** spontaneous osteonecrosis of knee joint, unicompartmental knee arthroplasty, high tibial osteotomy

膝关节自发性骨坏死 (spontaneous osteonecrosis of the knee, SONK) 是老年膝关节疼痛的常见病因, 其疼痛特点为突发关节疼痛, 在 1968 年首次被 Ahlbäck 所描述<sup>[1]</sup>。尽管其病因尚未明确, 但文献认为与半月板损伤后软骨下骨高应力致软骨下骨折相关, 近年来也称之为软骨下不全骨折, 其发生发展会继发严重的骨关节炎已成为共识<sup>[2-4]</sup>。目前治疗方案众多, 分为保守治疗和手术治疗, 保守治疗包括减轻负重, 口服非甾体类消炎药、双磷酸盐类药及镇痛药等; 手术治疗包括关节镜下清理、微骨折、髓心减压、自体骨软骨移植、胫骨高位截骨 (high tibial osteotomy, HTO)、单髁膝关节置换术 (unicompartmental knee arthroplasty, UKA) 或全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 等, 对治疗方案的选择尚未达成共识<sup>[5]</sup>。诸多文献<sup>[6-9]</sup>报道, 对于中晚期膝关节内侧间室自发性骨坏死行 UKA 或 TKA 能取得较好的临床疗效。随着近年来保膝手术的广泛开展及人们对保留天然关节的渴望, 学者对 SONK 进行了 HTO 联合关节镜病灶清理、微骨折、自体骨软骨移植等治疗, 并取得良好的临床疗效<sup>[10-13]</sup>, 但对 UKA 与 HTO 治疗 SONK 的临床疗效比较鲜有报道。本文比较了 UKA 与 HTO 治疗 SONK 的临床疗效, 旨在为临床治疗方案的选择提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 单侧股骨内髁或胫骨内髁 SONK; (2) 行 UKA 或 HTO 治疗; (3) 年龄  $\leq 65$  岁; (4) 膝关节活动度  $\geq 90^\circ$ , 内翻  $< 15^\circ$ , 屈曲挛缩  $< 10^\circ$ 。

排除标准: (1) 继发性骨坏死; (2) 合并外侧间室及髌股关节炎 (Kellgren-Lawrence, K-L) 分级  $> II$  级; (3) 严重内科疾病, 难以耐受手术; (4) 精神疾病, 不配合治疗者。

### 1.2 一般资料

回顾性分析 2015 年 1 月—2021 年 10 月本科收治的所有 SONK 患者的临床资料, 共 39 例符合上述标准, 纳入本研究。根据术前医患沟通结果, 将患者分为两组, 其中, 22 例行 UKA 治疗, 17 例行 HTO 治疗。两组术前一般资料比较见表 1, 两组在年龄、性别、BMI、病程、侧别、部位、Koshion 分期差异

无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。本研究经医院伦理委员会批准, 患者均签署知情同意书。

表 1 两组术前一般资料比较

指标	UKA 组 (n=22)	HTO 组 (n=17)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	57.2 $\pm$ 4.0	55.8 $\pm$ 3.6	0.283
性别 (例, 男/女)	7/15	6/11	0.819
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	26.4 $\pm$ 2.9	25.7 $\pm$ 2.8	0.511
病程 (月, $\bar{x} \pm s$ )	13.9 $\pm$ 4.2	12.8 $\pm$ 3.5	0.391
侧别 (例, 左/右)	10/12	5/12	0.307
部位 (例, 股骨内髁/胫骨内髁)	18/4	15/2	0.679
Koshion 分期 (例, I/II/III/IV)	4/12/4/2	2/12/2/1	0.845

### 1.3 手术方法

UKA 组: 在髌骨内侧缘做长约 8~10 cm 的纵行皮肤切口, 逐层切开皮肤、皮下及关节囊, 探查关节并清理游离体, 切除内侧半月板, 行胫骨与股骨截骨, 清理骨坏死区, 安装试模, 测量下肢力线, 测试关节稳定性, 安装 Oxford 假体, 骨水泥固定, 再次测试假体稳定性, 冲洗伤口, 不留置引流管, 逐层缝合。

HTO 组: 在鹅足上缘、距关节线下 2.5 cm 处向下做长约 5 cm 纵行切口, C 形臂 X 线机透视确定截骨线, 截骨线通过胫骨结节下 1/3、上胫腓联合下 0.5 cm 并与膝关节线成  $30^\circ$  角。沿截骨线平行钻入 2 枚克氏针, 沿克氏针进行斜行截骨, 直至距前侧胫骨结节及外侧皮质约 1 cm 处, 保留外侧合页, 使用 3.0 mm 克氏针由内向外对外侧合页钻孔分散对侧骨皮质应力, 撑开器逐步撑开截骨间隙至两股骨髁最低点连线与腓骨中轴线成  $93^\circ$  角。截骨间隙用羟基磷灰石垫块填充, 然后  $\pi$  形锁定钢板固定。冲洗切口, 放置引流管, 逐层缝合。

术后予预防感染、止痛、抗凝处理。术后当日行踝泵训练, 术后第 2 d 开始视情况扶双拐下地轻负重行走。

### 1.4 评价指标

记录围术期资料, 包括手术时间、切口长度、术中失血量、下地行走时间、切口愈合、住院时间及早期并发症。采用完全负重活动时间、VAS 评分、WOMAC 评分、KSS 评分、膝伸屈关节活动度 (range of motion, ROM) 评价临床效果。行影像检查, 记录股胫角 (femorotibial angle, FTA)、Insall 指数、外侧间及髌股室 K-L 情况。

### 1.5 统计学方法

应用 SPSS 21.0 软件进行统计学分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本  $t$  检验，组内不同时点采用配对  $T$  检验或单因素方差分析；资料呈非正态分布时采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组间比较采用 Mann-Whitney  $U$  检验，组内不同时点比较采用 Kruskal-Wallis  $H$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围手术期资料

两组患者均顺利完成手术，围手术期无神经血管损伤、感染、深静脉血栓形成等并发症。两组围手术期资料见表 2。UKA 组手术时间及下地行走时间显著优于 HTO 组 ( $P < 0.05$ )，但前者的切口总长度显著大于后者 ( $P < 0.05$ )；两组术中失血量、切口愈合及住院时间差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

### 2.2 随访结果

患者均获随访，随访时间 12~48 个月，平均 (24.7±10.0) 个月。随访期均无再次手术情况。两组患者随访资料见表 3。UKA 组完全负重活动时间显著早于 HTO 组 ( $P < 0.05$ )。随时间推移，两组 VAS 评分及 WOMAC 评分均显著降低 ( $P < 0.05$ )，KSS 临床及功能评分显著增加 ( $P < 0.05$ )，膝 ROM 无显著变化 ( $P > 0.05$ )；术前两组上述指标的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )，术后不同时点 UKA 组的 VAS 评分、WOMAC 评分、KSS 临床及功能评分均显著优于 HTO 组 ( $P < 0.05$ )，但膝 ROM 的差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

表 2 两组患者围手术期资料比较

指标	UKA 组 (n=22)	HTO 组 (n=17)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	53.0±6.3	60.5±8.0	0.002
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$ )	9.2±1.1	6.7±0.9	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	50.0±8.4	48.4±8.2	0.557
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	3.5±0.9	5.7±0.7	<0.001
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	20/2/0	15/2/0	0.788
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	9.3±1.8	9.0±1.5	0.618

表 3 两组患者随访资料 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

指标	时间点	UKA 组 (n=22)	HTO 组 (n=17)	P 值
完全负重活动时间 (d)		7.1±2.0	34.5±3.6	<0.001
VAS 评分 (分)	术前	7.9±0.8	8.2±0.5	0.137
	术后 1 个月	6.1±0.3	7.1±0.4	<0.001
	术后 3 个月	5.0±0.3	5.3±0.6	0.034
	末次随访	3.0±0.4	4.0±0.2	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	
WOMAC 评分 (分)	术前	104.0±12.0	106.0±12.0	0.609
	术后 1 个月	86.8±6.7	95.3±7.6	<0.001
	术后 3 个月	61.0±6.2	67.9±7.7	0.004
	末次随访	50.6±8.6	58.3±7.1	0.005
	P 值	<0.001	<0.001	
KSS 临床评分 (分)	术前	53.6±4.4	52.2±4.9	0.383
	术后 1 个月	69.4±4.3	63.6±2.7	<0.001
	术后 3 个月	83.0±3.1	79.4±4.2	0.004
	末次随访	90.8±3.0	86.9±2.7	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	
KSS 功能评分 (分)	术前	55.9±8.8	58.1±6.8	0.400
	术后 1 个月	66.8±4.3	63.7±4.1	0.028
	术后 3 个月	70.9±3.5	67.7±4.3	0.016
	末次随访	88.3±5.7	82.1±4.3	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	
膝伸屈 ROM (°)	术前	132.0±6.6	133.1±4.3	0.548
	术后 1 个月	131.1±6.6	133.8±5.0	0.157
	术后 3 个月	133.0±4.8	132.1±4.6	0.541
	末次随访	133.8±4.9	134.8±4.6	0.542
	P 值	0.381	0.420	

### 2.3 影像评估

两组影像资料见表 4。与术前相比，术后即刻及末次随访时 UKA 组的 FTA 角、Insall 指数、外侧室 K-L、髌股室 K-L 均无显著变化 ( $P>0.05$ )；但是，HTO 组 FTA 角显著减小 ( $P<0.05$ )，Insall 指数无显著变化 ( $P>0.05$ )，外侧室及髌股室 K-L 分级退变程度加重 ( $P<0.05$ )。术前两组间上述影像指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )，术后即刻及末次随访，

UKA 组的 FTA 角显著优于 HTO 组 ( $P<0.05$ )；术后即刻，两组外侧室及髌股室 K-L 分级的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )，末次随访时，UKA 组外侧室及髌股室 K-L 分级显著优于 HTO 组 ( $P<0.05$ )。相应时间点，两组 Insall 指数差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。末次随访两组均未见内置物松动及断裂。UKA 组典型病例见图 1，HTO 组典型病例见图 2。

表 4 两组患者影像资料比较

指标	时间点	UKA 组 (n=22)	HTO 组 (n=17)	P 值
FTA 角 ( $^{\circ}$ , $\bar{x} \pm s$ )	术前	183.0 $\pm$ 2.5	183.2 $\pm$ 2.4	0.778
	术后即刻	182.0 $\pm$ 1.9	173.8 $\pm$ 2.1	<0.001
	末次随访	182.0 $\pm$ 1.7	173.0 $\pm$ 2.0	<0.001
	P 值	0.209	<0.001	
Insall 指数 (% , $\bar{x} \pm s$ )	术前	1.0 $\pm$ 0.2	1.1 $\pm$ 0.2	0.483
	术后即刻	1.1 $\pm$ 0.1	1.1 $\pm$ 0.2	0.561
	末次随访	1.0 $\pm$ 0.2	1.1 $\pm$ 0.2	0.559
	P 值	0.952	0.964	
外侧室 K-L (例, 0/I/II/III/IV)	术前	18/3/1/0/0	15/1/1/0/0	0.619
	术后即刻	16/5/1/0/0	14/2/1/0/0	0.525
	末次随访	17/4/1/0/0	6/7/4/0/0	0.007
	P 值	0.795	0.002	
髌股室 K-L (例, 0/I/II/III/IV)	术前	19/2/1/0/0	14/2/1/0/0	0.735
	术后即刻	17/4/1/0/0	13/3/1/0/0	0.939
	末次随访	15/5/2/0/0	4/8/4/1/0	0.006
	P 值	0.368	<0.001	

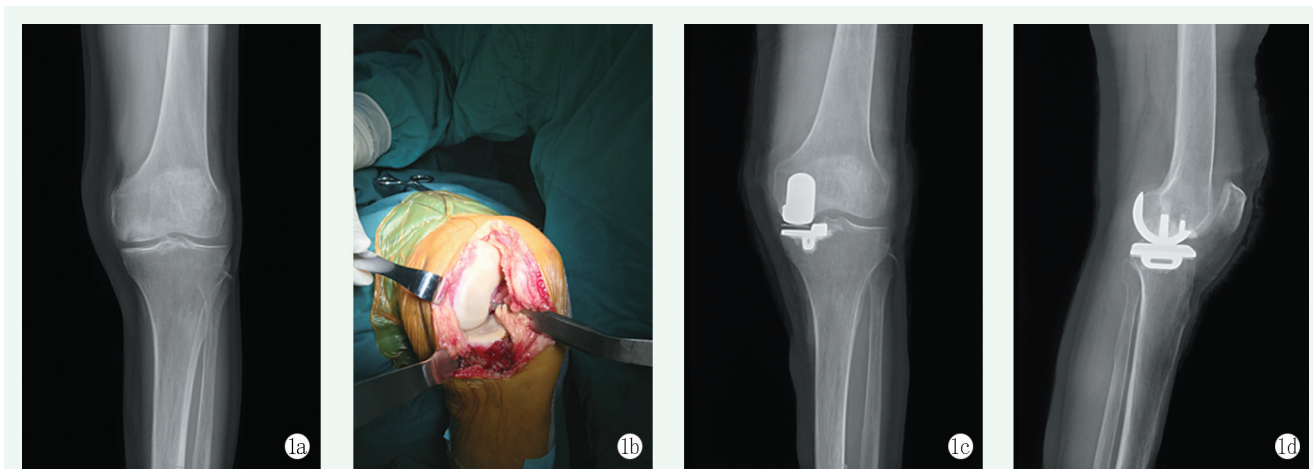


图 1 患者，男，58 岁。1a: X 线片示左股骨内髌卵圆形透亮区，提示骨坏死；1b: 术中见左股骨内髌扁平塌陷，局部见坏死灶；1c, 1d: 术后 1 年 X 线片示假体位置良好，无松脱。

### 3 讨论

SONK 是膝关节疼痛的常见病因之一，其特点是膝关节突发疼痛，夜间痛甚，常累及股骨内髌<sup>[5]</sup>。目

前认为 SONK 与骨质疏松及半月板失去缓冲作用相关，因膝内侧间室应力增加而导致软骨下不全骨折，因此又称其为软骨下不全骨折<sup>[2, 14-16]</sup>。SONK 保守治疗失败率高，Pareek<sup>[2]</sup>报道最终转为手术治疗的比例达到 34% (76/223)，其中转为关节置换术的比例达

到30% (66/223), 并认为导致SONK转为手术治疗的风险因素有术前K-L分级高、膝内翻、内侧半月板挤压、股骨内髁骨坏死及年龄 $\geq 65$ 岁。因此在早期

阶段采取积极的保膝手术治疗显得尤为重要, 而UKA和HTO是保膝手术中最常见的两种。

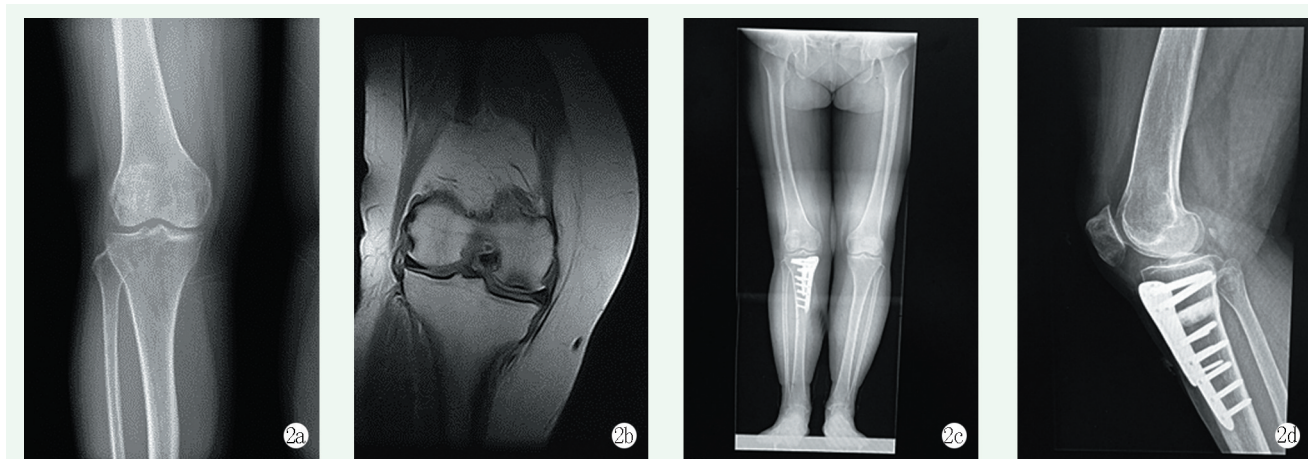


图2 患者, 女, 55岁。2a: X线片示右股骨内髁卵圆形透亮区, 提示骨坏死; 2b: MRI示右侧股骨内髁骨坏死, Koshion 2期; 2c, 2d: 术后2年X线片示下肢力线落在Fujisawa点, 截骨端愈合, 内置物位置良好。

UKA治疗SONK是通过清理坏死病灶, 置入人工关节假体, 大部分保留了自身的韧带和骨组织, 本体感觉良好。Chalmers等<sup>[9]</sup>报道UKA治疗SONK的10年生存率为93%, 但同时也发现伴有继发性骨坏死的患者生存率低, 不建议继发性骨坏死的患者行UKA; Bruni等<sup>[17]</sup>报道其10年生存率为89%, 翻修的原因为胫骨假体下沉和无菌性松动, 没有因骨坏死进展或髌股关节炎而进行翻修的病例。马童等<sup>[18]</sup>比较了UKA治疗SONK与骨关节炎的疗效差异, 发现两者疗效相当。随着手术技术、假体材料的进步和合适的适应证选择, 文献报道UKA治疗SONK可获得可靠的临床效果和长期生存率<sup>[6, 9, 19]</sup>。

随着保膝理念的普及, 近年HTO的手术增长迅速, 并获得较好的临床疗效<sup>[10, 11]</sup>。与大多数内翻膝骨关节炎一样, SONK患者通常合并膝内翻及内侧半月板损伤<sup>[20]</sup>。Fujisawa等<sup>[21]</sup>的研究发现所有SONK患者均存在半月板撕裂, 大多数半月板出现内侧挤压, 内侧半月板挤压程度与SONK病变面积呈正相关。刘新光等<sup>[22]</sup>的研究也得出了相似的结论。由此可见, HTO治疗SONK的原理与KOA相同, 均是通过改变下肢负重线, 从而减轻内侧间室的负重而达到减轻疼痛的目的。文献报道, SONK下肢力线改变后, 膝关节的生物学环境也得到改善, 软骨得到再生<sup>[23]</sup>。

本研究结果发现, UKA组手术时间少于HTO组 ( $P < 0.05$ ), 这与HTO术中需反复透视有关。UKA组的术后下地时间、术后完全负重行走时间均显著早

于HTO组 ( $P < 0.05$ ), 笔者认为与UKA组直接清除了病灶, 负重面为假体相关, 而HTO虽然改变了下肢负重线, 内侧间室仍负担一定的负荷, 同时截骨端也有影响。随时间推移, 两组的VAS评分及WOMAC评分均显著改善 ( $P < 0.05$ ); 术后不同时间点UKA组的VAS评分、WOMAC评分、KSS临床及功能评分均优于HTO组 ( $P < 0.05$ ); 说明UKA与HTO治疗SONK均能取得较好的临床疗效, 但UKA组的效果优于HTO组, 这与最近的一项UKA与HTO治疗骨关节炎的荟萃分析结果相似<sup>[24]</sup>, 笔者认为这与HTO组的病灶需较长时间修复有关, 文献报道HTO联合微骨折或软骨移植效果良好, 而本研究未对坏死病灶进行处理, 也影响了HTO组的疗效<sup>[11, 12, 25]</sup>。影像学末次随访, UKA组的FTA大于HTO组 ( $P < 0.05$ ), 且UKA组的外侧室及髌股室退变轻于HTO组 ( $P < 0.05$ ), 这可能与HTO组的力线改变增加了外侧间室及髌股关节的负荷相关。

综上, UKA与HTO治疗SONK均能取得较好的临床疗效, 但UKA的早期临床效果优于HTO。

#### 参考文献

- [1] Ahlback S, Bauer GC, Bohne WH. Spontaneous osteonecrosis of the knee [J]. *Arthritis Rheum*, 1968, 11 (6): 705-733.
- [2] Pareek A, Parkes CW, Bernard C, et al. Spontaneous osteonecrosis/subchondral insufficiency fractures of the knee: high rates of conversion to surgical treatment and arthroplasty [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2020, 102 (9): 821-829.
- [3] Sibilska A, Goralczyk A, Hermanowicz K, et al. Spontaneous osteo-

- necrosis of the knee: What do we know so far? A literature review [J]. *Int Orthop*, 2020, 44 (6) : 1063–1069.
- [4] Ochi J, Nozaki T, Nimura A, et al. Subchondral insufficiency fracture of the knee: review of current concepts and radiological differential diagnoses [J]. *Jpn J Radiol*, 2022, 40 (5) : 443–457.
- [5] Karim AR, Cherian JJ, Jauregui JJ, et al. Osteonecrosis of the knee: review [J]. *Ann Transl Med*, 2015, 3 (1) : 6.
- [6] Flury A, Weigelt L, Camenzind RS, et al. Total and unicompartmental knee arthroplasty are equivalent treatment options in end-stage spontaneous osteonecrosis of the knee, and the size of the lesion has no influence on the results [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29 (10) : 3254–3261.
- [7] Wu PJ, Lin TY, Lu YC. A retrospective study of unicompartmental knee arthroplasty functional outcome and the incidence of medial meniscus posterior root tear in spontaneous osteonecrosis of the knee [J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021 : 6614122.
- [8] Myers TG, Cui Q, Kuskowski M, et al. Outcomes of total and unicompartmental knee arthroplasty for secondary and spontaneous osteonecrosis of the knee [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2006, 88 (Suppl 3) : 76–82.
- [9] Chalmers BP, Mehrotra KG, Sierra RJ, et al. Reliable outcomes and survivorship of unicompartmental knee arthroplasty for isolated compartment osteonecrosis [J]. *Bone Joint J*, 2018, 100–B (4) : 450–454.
- [10] Goshima K, Sawaguchi T, Shigemoto K, et al. Open-wedge high tibial osteotomy for spontaneous osteonecrosis of the medial tibial plateau shows excellent clinical outcomes [J]. *J Exp Orthop*, 2020, 7 (1) : 14.
- [11] Takeuchi R, Aratake M, Bito H, et al. Clinical results and radiographical evaluation of opening wedge high tibial osteotomy for spontaneous osteonecrosis of the knee [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2009, 17 (4) : 361–368.
- [12] Kumagai K, Yamada S, Nejima S, et al. Minimum 5-year outcomes of osteochondral autograft transplantation with a concomitant high tibial osteotomy for spontaneous osteonecrosis of the knee with a large lesion [J]. *Cartilage*, 2022, 13 (3) : 788726587.
- [13] Kumagai K, Akamatsu Y, Kobayashi H, et al. Mosaic osteochondral autograft transplantation versus bone marrow stimulation technique as a concomitant procedure with opening-wedge high tibial osteotomy for spontaneous osteonecrosis of the medial femoral condyle [J]. *Arthroscopy*, 2018, 34 (1) : 233–240.
- [14] Akamatsu Y, Mitsugi N, Hayashi T, et al. Low bone mineral density is associated with the onset of spontaneous osteonecrosis of the knee [J]. *Acta Orthop*, 2012, 83 (3) : 249–255.
- [15] Hussain ZB, Chahla J, Mandelbaum BR, et al. The role of meniscal tears in spontaneous osteonecrosis of the knee: a systematic review of suspected etiology and a call to revisit nomenclature [J]. *Am J Sports Med*, 2019, 47 (2) : 501–507.
- [16] Narvaez JA, Narvaez J, De Lama E, et al. Spontaneous osteonecrosis of the knee associated with tibial plateau and femoral condyle insufficiency stress fracture [J]. *Eur Radiol*, 2003, 13 (8) : 1843–1848.
- [17] Bruni D, Iacono F, Raspugli G, et al. Is unicompartmental arthroplasty an acceptable option for spontaneous osteonecrosis of the knee [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2012, 470 (5) : 1442–1451.
- [18] 马童, 涂意辉, 薛华明, 等. 牛津假体单髁置换术治疗膝关节自发性骨坏死初步研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24 (7) : 660–662.
- [19] Jauregui JJ, Blum CL, Sardesai N, et al. Unicompartmental knee arthroplasty for spontaneous osteonecrosis of the knee: a meta-analysis [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2018, 26 (2) : 614431213.
- [20] Tsukamoto H, Saito H, Saito K, et al. Radiographic deformities of the lower extremity in patients with spontaneous osteonecrosis of the knee [J]. *Knee*, 2020, 27 (3) : 838–845.
- [21] Fujisawa T, Choe H, Kusaba Y, et al. Medial meniscus extrusion and stage are related to the size of spontaneous osteonecrosis of the knee in patients who underwent high tibial osteotomy [J]. *Knee*, 2022, 36: 72–79.
- [22] 刘新光, 王卫国, 张念非, 等. 膝关节自发性骨坏死与内侧半月板突出相关性的 MRI 观察 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24 (5) : 421–426.
- [23] Kumagai K, Yamada S, Nejima S, et al. Biological effects of high tibial osteotomy on spontaneous osteonecrosis of the knee [J]. *Cartilage*, 2022, 13 (3) : 788734757.
- [24] 刘爱峰, 崔中赏, 余伟杰. 胫骨高位截骨与单髁置换的荟萃分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (7) : 625–629.
- [25] Koshino T. The treatment of spontaneous osteonecrosis of the knee by high tibial osteotomy with and without bone-grafting or drilling of the lesion [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1982, 64 (1) : 47–58.

(收稿:2022-11-02 修回:2023-05-05)

(同行评议专家: 李宏宇, 李沛兴, 邢振龙)

(本文编辑: 郭秀婷)