

Mako 机器人辅助全膝关节置换术 在膝骨性关节炎的早期应用

汝跃方^{1,2}, 何荣新¹

(1. 浙江大学医学院附属第二医院骨科, 浙江 杭州 310009; 2. 浙江大学医学院附属第二医院嘉善分院骨科, 浙江嘉善 314100)

【摘要】 目的: 探讨 Mako 机器人辅助人工全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 治疗膝骨性关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 早期疗效, 总结初步应用经验。方法: 回顾分析 2021 年 6 月至 2021 年 12 月, 采用 Mako 机器人辅助 TKA 治疗 73 例 KOA 患者。男 16 例, 女 57 例, 年龄 54~81 (67.8±6.6) 岁。记录分析患者术前术后髌膝踝角 (hip-knee-ankle, HKA)、股骨远端外侧角 (lateral distal femoral angle, LDFA)、胫骨近端内侧角 (medial proximal tibial angle, MP-TA)、矢状位股骨角 (lateral femoral component angle, LFCA)、矢状位胫骨角 (lateral tibial component angle, LTCA)。采用 Western Ontario McMaster 大学骨性关节炎指数 (Western Ontario McMaster Universities osteoarthritis index, WOMAC) 评分和美国膝关节协会评分 (Knee Society scores, KSS), 比较术前与术后 3、6 个月患者功能恢复情况。结果: 73 例患者均顺利完成手术, 术中无血管、神经损伤等严重并发症, 术后切口均 I 期甲级愈合, 无感染。随访时间 4~11 (7.0±2.7) 个月, 末次随访患者满意度为 90.41% (66/73)。WOMAC 评分术后 3 个月 (23.1±5.4) 分, 6 个月 (14.8±4.1) 分; KSS 临床评分术后 3 个月 (76.1±4.0) 分, 6 个月 (82.1±3.7) 分; KSS 功能评分术后 3 个月 (74.3±3.1) 分, 6 个月 (78.6±2.1) 分。术后影像检查显示假体位置良好, HKA 为 (178.5±2.1)°, LDFA 为 (91.2±1.8)°, MPTA 为 (89.9±1.5)°, LFCA 为 (7.6±3.1)°, LTCA 为 (88.2±1.1)°, 术后机械轴在 ±3° 范围内病例为 60 例 (82.2%), 所有病例机械轴在 ±6° 范围内。结论: Mako 机器人辅助 TKA 治疗膝骨性关节炎是一种安全有效的手术方法, 在恢复下肢力线、平衡软组织、改善膝关节功能方面效果明显, 远期疗效有待进一步随访观察。

【关键词】 全膝关节置换术; Mako 机器人辅助; 治疗结果; 回顾性分析

中图分类号: 687.4

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.02.008

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Early clinical application of Mako robot-assisted total knee arthroplasty in knee osteoarthritis

RU Yue-fang^{1,2}, HE Rong-xin¹ (1. Department of Orthopaedics, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou 310009, Zhejiang, China; 2. Department of Orthopaedics, Jiashan Branch, the Second Affiliated Hospital of Zhejiang University School of Medicine, Jiashan 314100, Zhejiang, China)

ABSTRACT Objective To investigate the early efficacy of Mako robot-assisted total knee arthroplasty (TKA) in the treatment of knee osteoarthritis (KOA) and summarize the initial application experience. **Methods** Retrospective analysis of 73 patients with KOA treated with Mako robot-assisted TKA from June 2021 to December 2021. There were 16 males and 57 females, aged from 54 to 81 years old with an average of (67.8±6.6) years old. The hip knee and ankle angle (HKA), lateral distal femoral angle (LDFA), medial proximal tibial angle (MPTA), lateral femoral component angle (LFCA) and lateral tibial component angle (LTCA) were recorded and analyzed. WOMAC score and KSS were used to compare the functional recovery of patients preoperatively, 3 and 6 months postoperatively. **Results** All the 73 patients were successfully treated without serious complications such as vascular and nerve injury, and all the incisions healed well at stage I without infection. The patients were followed up from 4 to 11 months with an average of (7.0±2.7) months, and the satisfaction rate of the last follow-up was 90.41% (66/73). WOMAC scores were (23.1±5.4) at 3 months and (14.8±4.1) at 6 months postoperatively. KSS clinical scores were (76.1±4.0) at 3 months and (82.1±3.7) at 6 months postoperatively; KSS functional scores were (74.3±3.1) at 3 months and (78.6±2.1) at 6 months after operation. Postoperative imaging showed good position of the prosthesis, HKA angle was (178.5±2.1)°, LDFA was (91.2±1.8)°, MPTA was (89.9±1.5)°, LFCA was (7.6±3.1)°, LTCA was (88.2±1.1)°. The mechanical axis within ±3° in sixty cases (82.2%), and the mechanical axis within ±6° in all the patients. **Conclusion** Mako robot-assisted TKA is a safe and effective surgery in the treatment of knee osteoarthritis, which exhibited good efficacy in the correction of lower limb

通讯作者: 何荣新 E-mail: herongxin@zju.edu.cn

Corresponding author: HE Rong-xin E-mail: herongxin@zju.edu.cn

alignment, soft tissue balance and improvement of knee function. The long-term efficacy needs further follow-up observation.

KEYWORDS Total knee arthroplasty; Mako robot-assisted surgery; Treatment outcome; Retrospective analysis

目前全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 术后的满意度 75%~89%^[1-3], 且全膝关节置换术后持续性疼痛的发生率也较高^[4]。传统的 TKA 是由骨科医生利用截骨导板进行截骨引导, 这种基于视觉和机械的方法已经成为一种标准技术。然而截骨导板的放置位置与角度主要取决于医生的主观经验, 缺乏客观的标准, 这就有可能出现截骨过程中骨切除不充分, 假体定位不理想, 导致对线不良, 聚乙烯磨损率增加, 假体使用时间的缩短^[5-8]。因此, 机器人辅助的 TKA 被开发出来, 以促进机械对齐、骨切除的准确性、软组织保护和假体的存活率^[1-2, 6, 9]。Mako 机械臂系统是一种基于图像的半主动系统, 已经广泛应用于机器人辅助的单室膝关节置换术 (unicompartmental knee arthroplasty, UKA) 和全髋关节置换术 (total hip arthroplasty, THA)。而 Mako TKA 系统于 2015 年获得了 FDA 的批准^[10-11]。Mako 机械臂辅助系统于 2020 年引入我院。这项技术可以使外科医生进行更精确和可重复性的骨切除, 因此, 可以实现更精确的假体和肢体对齐^[12-13]。Mako 机器人目前引进国内时间尚短, 应用于国人全膝关节置换的总体病例数尚少, 故本研究目的旨在探讨其在国人全膝关节置换手术后影像学评价及短期满意度、功能恢复方面的价值, 为 KOA 最佳治疗方案提供依据。

1 资料与方法

1.1 病例选择

纳入标准: (1) 符合重度膝关节骨关节炎诊断标准, 即膝关节疼痛明显, 活动受限, 日常生活及行走困难。(2) 患者均为初次单侧手术。(3) 患膝符合 Kellgren-Lawrence 分 III 级或 IV 级^[14], 经保守治疗无效, 具备手术指征。(4) 患膝均使用固定平台 Triathlon 后稳定性假体 (Stryker, USA)。(5) 年龄在 45~85 岁, 无手术禁忌证, 对治疗方案知晓并签署知情同意书。

排除标准: 合并严重的心肺功能、肝肾功能异常等疾病无法耐受手术的患者; 同时接受双侧 TKA 的患者; 患膝关节感染史、膝关节周围骨折外伤史; 患膝手术史; 患有膝关节肌肉瘫痪或神经性关节病变的患者; 不完整的医疗记录, 影像学分析或临床功能评估。

1.2 临床资料

2021 年 6 月至 2021 年 12 月, 73 例膝关节骨关节炎的患者接受 Mako 机械臂辅助 TKA。其中男 16 例, 女 57 例; 年龄 54~81 (67.8±6.6) 岁; 身体质量指数 (body mass index, BMI) 18.6~38.5 (26.5±3.9) kg/m²。

术前髋膝踝角 (hip-knee-ankle, HKA) 156.2~195.3 (172.6±7.4)°。术前 Western Ontario McMaster 大学骨性关节炎指数 (Western Ontario McMaster Universities osteoarthritis index, WOMAC) 评分^[15] (分为疼痛、僵硬和关节功能, 总分 96 分) 为 (65.3±3.7) 分; 术前美国膝关节协会评分 (Knee Society scores, KSS) 临床评分^[16] (分为疼痛、活动度、稳定性, 总分 100 分) 为 (43.3±8.7) 分, 术前 KSS 功能评分^[16] (分为行走能力、上下楼能力, 总分 100 分) 为 (38.7±9.5) 分。

1.3 治疗方法

1.3.1 术前准备 术前 30 min 输注抗生素预防感染。术前 2 h 禁饮, 4 h 禁食。

1.3.2 术前计划 需要髋关节、膝关节和同侧踝关节 CT 扫描, 建立一个三维模型, 用于 Mako 机器人手臂辅助全膝关节系统 (Stryker orthopaology, Mahwah, NJ)。测量股骨假体大小、内外翻角度、内外旋角度、胫骨平台大小、内外翻角度、后倾角度、垫片厚度, 并允许动态平衡屈伸间隙。此外, 实际测量数据并即时电脑显示对所有这些进行模板化, 以确定在此基础上的截骨量 (图 1a)。

1.3.3 手术方法 所有患者采用全麻, 取仰卧体位。安装股骨侧及胫骨侧参考架。以髌旁入路切开暴露膝关节, 注册股骨旋转中心, 注册内踝、外踝, 置入股骨及胫骨侧标记钉。采集股骨标记钉及胫骨标记钉的位置, 通过后松解膝关节并去除周围骨赘; 精确注册股骨并验证股骨注册结果, 精确注册胫骨并验证胫骨注册结果 (图 1b-1c)。采集膝关节伸直位间隙, 评估有无过伸及内外翻畸形, 采集屈曲位间隙及内外翻情况, 并根据术中评估调整假体位置, 确认手术截骨计划。机械臂辅助下进行胫骨平台截骨、股骨前侧截骨、股骨后髁截骨、股骨远端截骨、股骨后斜面截骨 (图 1d-1f)。安装试模评估下肢力线及内外侧间隙。结果认可后, 安装 Triathlon 后稳定性假体, 髌骨视情况可进行置换。假体安装后再次测试伸直及屈曲位间隙, 结果满意后, 冲洗并关闭切口, 手术结束。

1.3.4 术后处理 术后常规抗感染及抗凝治疗, 多模式镇痛。置换术后第 1 天双拐部分负重下地行走。术后根据康复情况, 指导患者做基础膝关节屈伸运动, 后期随着切口逐渐恢复, 循序渐进增加锻炼量。术后进行 6 个月的跟踪随访。

1.4 观察项目与方法

术后拍摄双下肢全长标准 X 线片及标准膝关节正侧位 X 线片, 测量 HKA, 股骨远端外侧角 (lat-

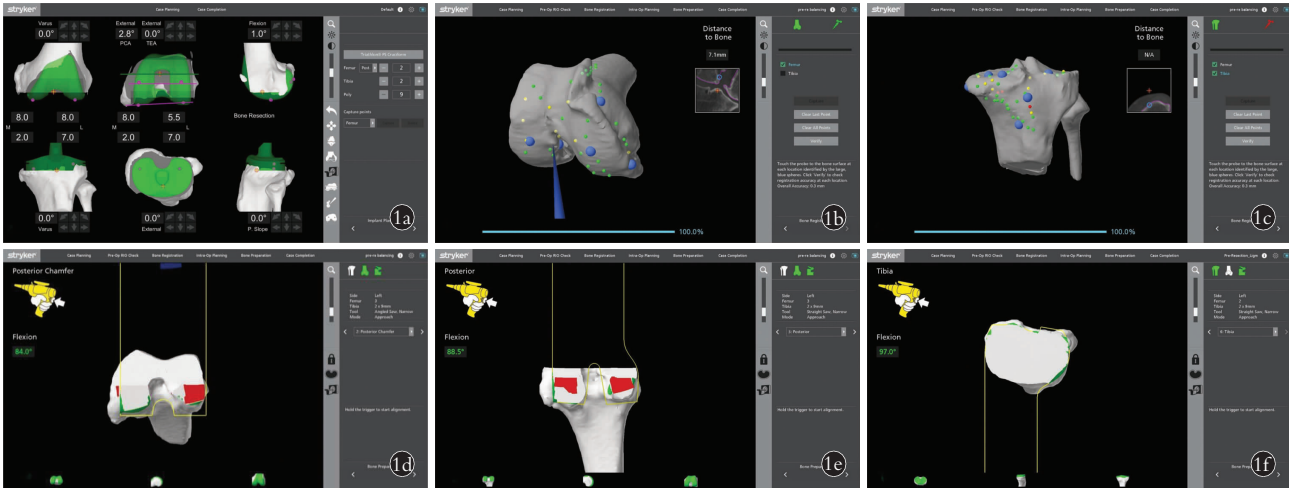


图 1 Mako 机器人术中操作 1a. 术前计划 1b. 股骨侧注册 1c. 胫骨侧注册 1d. 股骨内外髁截骨 1e. 股骨后髁截骨 1f. 胫骨平台截骨
Fig.1 Mako robot intraoperative operation 1a. Preoperative plan 1b. Register the femur 1c. Register the tibia 1d. Osteotomy of the lateral and medial condyle of the femur 1e. Osteotomy of the posterior condyle of the femur 1f. Osteotomy of the tibial platform

eral distal femoral angle, LDFA)、胫骨近端内侧角 (medial proximal tibial angle, MPTA)、矢状位股骨角 (lateral femoral component angle, LFCA)、矢状位胫骨角 (lateral tibial component angle, LTCA), 测量方法见图 2, 验证假体位置角度准确性。随访记录术后 3、6 个月 WOMAC 评分, KSS 临床及功能评分。

1.5 统计学处理

采用 SPSS25.0 软件进行统计学处理, Kolmogorov-Smirnov 检验用于评估变量是否服从正态分布。KSS 评分、WOMAC 评分等定量资料服从正态分布, 采用均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。患者术前与术后对比, 使用单因素 ANOVA 检验。检验水准 $\alpha=0.05$, 以 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

73 例患者均顺利完成手术, 术中无血管、神经损伤等严重并发症。手术时间(112.5 ± 16.7)min。通过术后定期门诊以及电话加微信视频等方式随访, 随访时间 4~11 (7.0 ± 2.7) 个月, 73 例患者功能逐步恢复。末次随访时, 患者满意度为 90.41%(66/73)。患者手术前后的 WOMAC 评分及 KSS 临床及功能评分比较差异有统计学意义($P<0.05$), 见表 1。

术后影像检查显示假体位置良好, 术后 HKA (178.5 ± 2.1)°, LDFA (91.2 ± 1.8)°, MPTA (89.9 ± 1.5)°, LFCA (7.6 ± 3.1)°, LTCA (88.2 ± 1.1)°。术后机械轴在 $\pm 3^\circ$ 范围内病例为 60 例(82.2%), 所有病例机械轴在 $\pm 6^\circ$ 范围内。术后半年随访, 所有患者假体位置无改变、松动征象。典型病例图片见图 3。

3 讨论

3.1 机器人辅助手术准确性和软组织平衡分析

准确的假体置入位置和角度对于预防 TKA 的

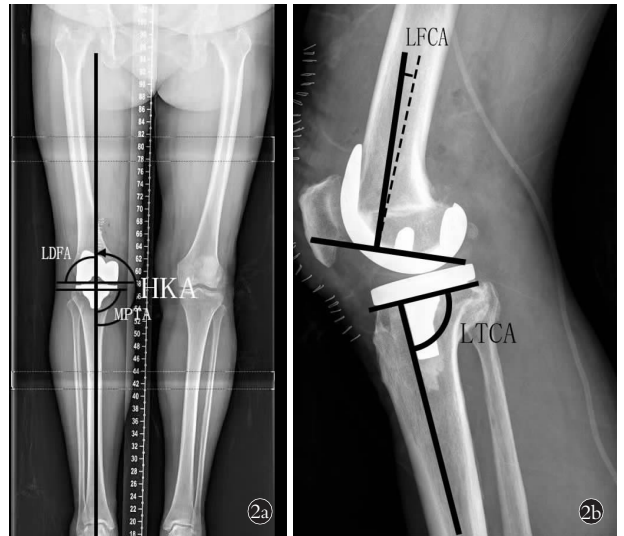


图 2 放射测量 2a. 髌膝踝角(HKA 角), 股骨远端外侧角(LDFA), 胫骨近端内侧角(MPTA) 2b. 矢状位股骨角(LFCA), 矢状位胫骨角(LTCA)
Fig.2 Radiological measurement 2a. Hip-knee-ankle angle (HKA Angle), Lateral distal femoral angle (LDFA), Medial proximal tibial angle (MPTA) 2b. Lateral femoral component angle (LFCA), Lateral tibial component angle (LTCA)

对线不良至关重要, 因为对线不良与聚乙烯磨损和翻修关节置换术的发生率增加有关^[5,9,17]。RITTER 等^[18]分析了 421 例 TKA 的股胫角, 得出的结论是无菌性松动发生率最高的是内翻畸形的患者。JEFFERY 等^[19]分析了 115 例患者 TKA 后的结果, 发现当机械轴超过 $\pm 3^\circ$ 内翻或外翻偏差时, 假体松动率为 24%, 而机械轴在 $\pm 3^\circ$ 范围内的患者假体松动率仅为 3%, 清楚地表明肢体排列不齐会影响长期生存。近年来开发的导航系统来帮助外科医生提高截骨的精

表 1 膝骨性关节炎患者 73 例手术前后关节功能比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.1 Comparison of joint function before and after TKA in 73 patients with knee osteoarthritis($\bar{x}\pm s$)

单位:分

时间	WOMAC 评分				KSS 临床评分	KSS 功能评分
	疼痛	僵硬	功能	总分		
术前	14.3±1.6	5.5±1.1	45.5±2.4	65.3±3.7	43.3±8.7	38.7±9.5
术后 3 个月	3.9±1.0	1.9±0.7	17.2±4.8	23.1±5.4	76.1±4.0	74.3±3.1
术后 6 个月	2.1±0.9	1.1±1.1	11.4±2.8	14.8±4.1	82.1±3.7	78.6±2.1
F 值	493.56	65.46	627.62	746.87	56.39	48.71
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

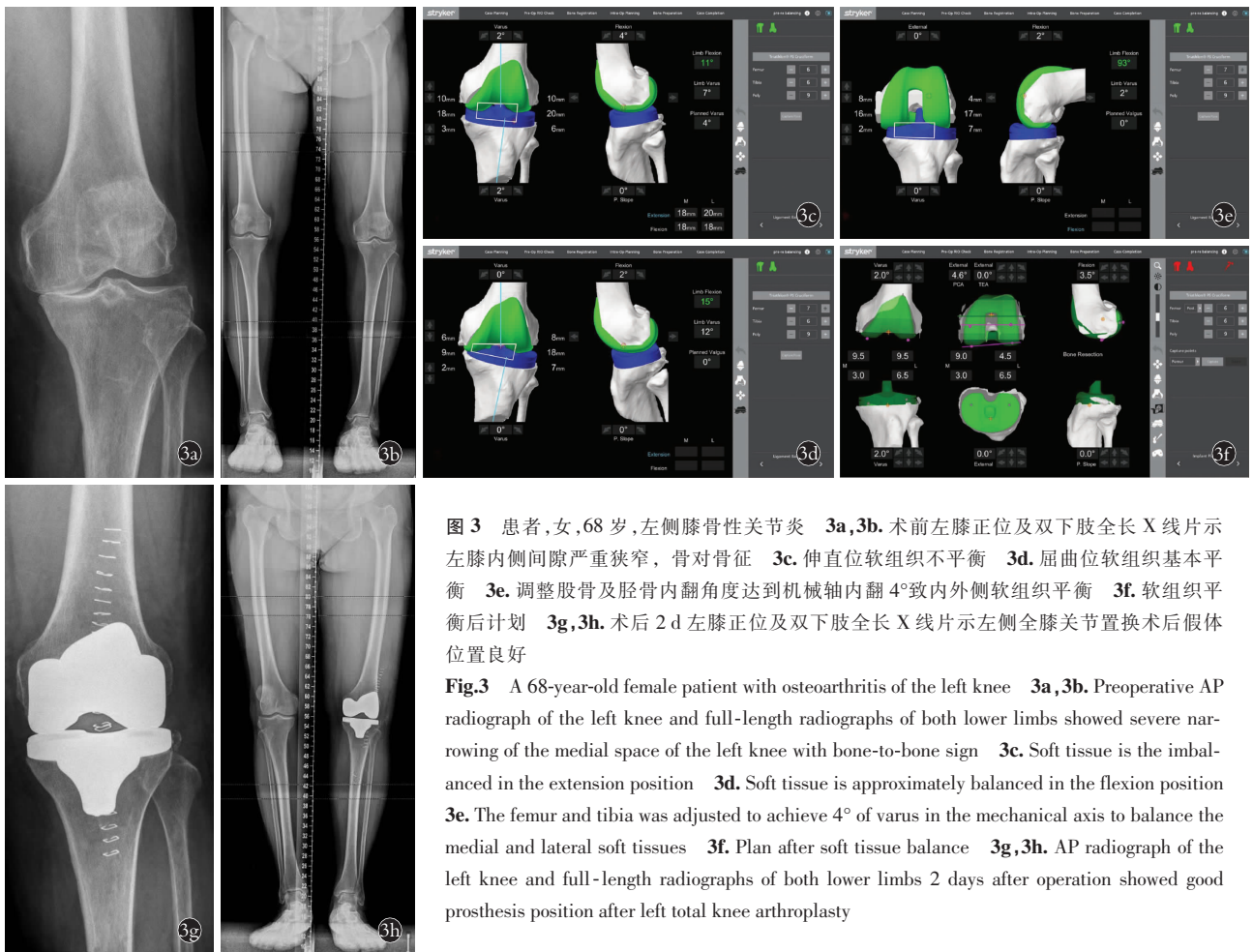


图 3 患者,女,68 岁,左侧膝骨性关节炎 3a,3b. 术前左膝正位及双下肢全长 X 线片示左膝内侧间隙严重狭窄,骨对骨征 3c. 伸直位软组织不平衡 3d. 屈曲位软组织基本平衡 3e. 调整股骨及胫骨内翻角度达到机械轴内翻 4°致内外侧软组织平衡 3f. 软组织平衡后计划 3g,3h. 术后 2 d 左膝正位及双下肢全长 X 线片示左侧全膝关节置换术后假体位置良好

Fig.3 A 68-year-old female patient with osteoarthritis of the left knee 3a,3b. Preoperative AP radiograph of the left knee and full-length radiographs of both lower limbs showed severe narrowing of the medial space of the left knee with bone-to-bone sign 3c. Soft tissue is the imbalanced in the extension position 3d. Soft tissue is approximately balanced in the flexion position 3e. The femur and tibia was adjusted to achieve 4° of varus in the mechanical axis to balance the medial and lateral soft tissues 3f. Plan after soft tissue balance 3g,3h. AP radiograph of the left knee and full-length radiographs of both lower limbs 2 days after operation showed good prosthesis position after left total knee arthroplasty

确度,然而即使在执行导航技术时,锯片的偏差也可能导致机械轴的偏差。BATHIS 等^[20]报道了在正面和矢状平面上分别高达 2°和 4°的切割误差。当前的导航系统,与传统系统一样,依赖于导轨、切割块和摆动锯。因此,即使导航或机械对准导向器可以将切割块放置在完美位置,也难以实现最佳对准。出于这些原因,为 TKA 开发了机器人技术。机器人技术在骨科领域是一项具有良好的精度、可重复性和假体定位精准的新技术,作为目前使用最广泛的 Mako 系统,从术前 CT 计划开始,在植入物定位时 CT 为外科医生提供准确的 3D 解剖参考,能够再现患者的

斜度、关节线倾斜度和旋转偏移。对肢体和关节进行三维评估,以评估假体植入后的效果。SIREs 等^[21]一项研究中展示了利用术后 CT 扫描来验证 Mako 辅助骨切除术的准确性。共 105 例骨切除中 99 例在计划的 1 mm 范围内,最终肢体冠状面下肢力线的平均绝对差为 0.78°,其中 78.13%的下肢力线在计划的 1°内,100%的下肢力线在计划的 3°内。使用 Mako 全膝关节系统实现术前计划的骨切除和精准的下肢力线。软组织平衡是决定 TKA 手术成功的另一个主要因素。在传统 TKA 手术,实现软组织平衡通常是主观的手术印象。正因为机器人在 TKA 的深入研

究,在经典机械力学对线原则指导下的机器人 TKA 由于未重视软组织平衡方面的因素,故并未显著改善术后膝关节功能结局。王俏杰等^[22]提出在最新的运动学对线(kinematical alignment,KA)和功能性对线(functional alignment,FA)等新的 TKA 对线原则下,能够更好考虑患者自身膝关节形态和运动学特点,可能有助于 TKA 临床结果的提升。Mako 机器人系统多会用不同方式综合考虑软组织平衡和截骨制定手术计划。

本研究是国内为数不多以中文形式评价 Mako 机器人在国人全膝关节置换中的应用,本次研究中术后机械轴在 $\pm 3^\circ$ 范围内 60 例(82.2%),从数据上看并不特别突出,这是因为术中部分病例内外侧软组织不平衡状态下,需调整内翻角度,以达到一个可接受的软组织平衡状态。但所有病例机械轴均在 $\pm 6^\circ$ 内,这也是考虑到聚乙烯磨损及假体寿命的因素。MARCHAND 等^[23],根据 335 例 Mako TKA 的术中平衡和切除数据,调整术前计划以实现平衡,无论疾病状态或畸形类型如何,目标为内侧和外侧屈曲间隙差异在 2 mm 以内,得到的结果是所有患者截骨后膝关节伸展间隙差在 $-1\text{ mm}\sim 1\text{ mm}$,99%的患者截骨后膝关节屈曲间隙达到 $-2\text{ mm}\sim 2\text{ mm}$ 。采用这些下肢对线和软组织平衡策略,有望进一步提高机器人 TKA 术后满意率。

3.2 机器人辅助手术临床结果分析

机器人 TKA 在恢复精准的下肢力线方面的优势已经被很多研究证实,但由于早期的主动式机器人系统 ROBODOC 辅助 TKA 仅能够提高截骨精准性,而未重视膝关节周围软组织平衡^[24]。既往大多数研究显示机器人和传统 TKA 之间的临床中远期结果评分相当^[4,25-27]。PARK 等^[25]在一项使用机器人系统的前瞻性随机对照试验中,在 4 年时间的 KSS 中没有发现明显的统计学差异。在一项机器人和传统 TKA 的大型 RCT 研究中,在平均 13 年的回访中评估 KSS、WOMAC 评分时,组间没有差异^[26]。而在另一项使用交叉保留假体的机器人和传统 TKA 的大型回顾性研究显示,10 年的临床结果和存活率相似^[4]。相比之下,LIOW 等^[27]在一项 60 例患者的随机对照试验(29 例机器人手术,31 例传统手术)显示 2 年内健康调查简表中活力和情绪健康得到改善,而 KSS 膝关节和功能评分没有差异。这些研究都是在较早期的主动机器人 ROBODOC 的操作下表现的。新的机器人系统多会用不同方式综合考虑软组织平衡和截骨制定手术计划,因此对 TKA 术后功能结果可能具有正面影响。多项研究显示,新近出现的机器人 TKA 系统能够改善患者术后早期疼痛、活动

度和行走距离等膝关节功能^[3,28-31]。目前发表的关于 Mako 机器人术后临床效果分析的研究随访时间多为短期。KHLOPAS 等^[28]随访 3 个月,使用 KSS 评分系统,结果表明机器人手臂辅助 TKA 患者在术后 3 个月评估的 KSS 评分系统中 9 个有相同或更大的改善,然而并非所有结果差异都具有统计学意义。SMITH 等^[3]随访 1 年,使用 KSS 和 Likert 评分系统进行患者满意度调查,Likert 评分系统显示,Mako 机器人 TKA 中 94% 的患者非常满意或满意,而传统 TKA 组为 82%($P=0.036$),KSS 功能评分在术后 6 周和 1 年明显好转($P=0.02,0.005$),KSS 膝评分在术后 1 年明显好转($P=0.046$)。MARCHAND 等^[29]在一项研究中比较了 20 例机器人 TKA 和 20 例传统 TKA 的 6 个月结果,在机器人 TKA 队列中发现 WOMAC 评分提高,功能更高,疼痛减轻,根据患者疼痛和身体功能评分的总和得出总满意度评分,并得出结论,机器人 TKA 组具有统计学意义显示更好的短期结果。在 MARCHAND 等^[30]另一项随访 1 年的研究中,证实了早期关于 6 个月结果的报告。MARCHAND 等^[31]在后续的一项随访 2 年的研究中,增加了样本量及随访时间,指出接受 Mako 机器人辅助 TKA 的患者无菌翻修率较低,与传统 TKA 相比,2 年的 WOMAC 评分显著提高,并发症相当,这项研究的结果表明,接受 Mako 机器人辅助 TKA 的患者术后 2 年的结果可能有所改善。

3.3 机器人辅助手术软组织保护的 analysis

最新的研究证实了 Mako 机器人系统在实现准确的植人物放置、机械对齐和保持软组织平衡方面的技术优势,然而目前缺乏研究证实 Mako 机器人 TKA 在术中保护软组织和减少医源性韧带损伤的优势。KHLOPAS 等^[17]进行了一项尸体研究,将使用 Mako 机械臂辅助 TKA 与传统 TKA 进行比较,对膝关节进行目视检查和触诊韧带和髌腱评估有无损伤,结果使用 Mako 机器人 TKA 均无韧带损伤,而在传统 TKA 手术的 7 个标本中 2 个显示后交叉韧带磨损。在另一项前瞻性队列研究中 KAYANI 等^[32]提出宏观软组织损伤(macroscopic soft tissue injury,MASTI)分类系统,研究由同 1 名外科医师进行的 30 例传统 TKA 和 30 例机器人辅助 TKA,术中拍摄股骨、胫骨以及关节周围软组织的照片,由 6 名观察者通过 MASTI 分类系统评估骨和软组织损伤,结果显示与传统 TKA 相比,机器人辅助 TKA 的患者总体 MASTI 评分更高,表明接受机器人辅助 TKA 的患者骨和关节周围软组织损伤减少。本研究 73 例 Mako 机器人辅助 TKA 术中无血管、神经损伤等严重并发症,术中未发现韧带损伤,但遗憾的是前期缺

乏术中照片佐证,在进一步的研究中应根据 MASTI 分类系统评估 Mako 机器人 TKA 在软组织保护方面的优势。

3.4 本研究局限性

首先,本研究没有与传统人工全膝关节置换术进行比较。因此,目前还不清楚这些结果是否比传统人工全膝关节置换有显著改善。其次,本次研究样本量小,随访时间尚短,后期仍需继续增加随访时间及随访病例,加强随访研究。第三,由于 Mako 在国内应用时间尚短,术者需要一定的学习曲线达到手术效果的稳定准确。最后,由于多数病例为电话随访或微信视频随访,根据 BELLAMY 等^[33]探讨关节置换前后 WOMAC 评分当面填写和电话随访记录评分是否有差异,结果显示 WOMAC 评分可用于电话随访关节置换患者功能恢复情况,结果真实、可靠。

综上所述,Mako 机器人辅助 TKA 具有良好的短期疗效,假体置入精准,有利于保持膝关节的生物力学环境,提高患者满意度及功能恢复。但仍需要在长期随访和更大样本量的情况下进行进一步研究 Mako 机器人辅助 TKA 在远期临床结果是否有显著的改善。

参考文献

- [1] LI Z, CHEN X, ZHANG X F, et al. Better precision of a new robotically assisted system for total knee arthroplasty compared to conventional techniques: a sawbone model study[J]. *Int J Med Robot*, 2021, 17(4): e2263.
- [2] CONNER-SPADY B L, BOHM E, LOUCKS L, et al. Patient expectations and satisfaction 6 and 12 months following total hip and knee replacement[J]. *Qual Life Res*, 2020, 29(3): 705-719.
- [3] SMITH A F, ECCLES C J, BHIMANI S J, et al. Improved patient satisfaction following robotic-assisted total knee arthroplasty[J]. *J Knee Surg*, 2021, 34(7): 730-738.
- [4] YANG H Y, SEON J K, SHIN Y J, et al. Robotic total knee arthroplasty with a cruciate-retaining implant: a 10-year follow-up study[J]. *Clin Orthop Surg*, 2017, 9(2): 169-176.
- [5] CERQUIGLINI A, HENCKEL J, HOTH I H S, et al. Computed tomography techniques help understand wear patterns in retrieved total knee arthroplasty[J]. *J Arthroplasty*, 2018, 33(9): 3030-3037.
- [6] MANNAN A, VUN J, LODGE C, et al. Increased precision of coronal plane outcomes in robotic-assisted total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis[J]. *Surgeon*, 2018, 16(4): 237-244.
- [7] MONT M A, KHLOPAS A, CHUGHTAI M, et al. Value proposition of robotic total knee arthroplasty: what can robotic technology deliver in 2018 and beyond[J]. *Expert Rev Med Devices*, 2018, 15(9): 619-630.
- [8] HAMPP E L, CHUGHTAI M, SCHOLL L Y, et al. Robotic-arm assisted total knee arthroplasty demonstrated greater accuracy and precision to plan compared with manual techniques[J]. *J Knee Surg*, 2019, 32(3): 239-250.
- [9] MANNING W, GHOSH M, WILSON I, et al. Improved mediolateral load distribution without adverse laxity pattern in robot-assisted knee arthroplasty compared to a standard manual measured resection technique[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28(9): 2835-2845.
- [10] BATAILLER C, FERNANDEZ A, SWAN J, et al. MAKO CT-based robotic arm-assisted system is a reliable procedure for total knee arthroplasty: a systematic review[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29(11): 3585-3598.
- [11] XU Z H, ZHANG Y. What's new in artificially intelligent joint surgery in China? The minutes of the 2021 IEEE ICRA and literature review[J]. *Arthroplasty*, 2022, 4(1): 10.
- [12] YOHE N, MONT M A, CHEN Z M, et al. MAKO robotic-arm assisted total knee arthroplasty: surgical technique from the office to the operating room[J]. *Surg Technol Int*, 2021, 39: 375-385.
- [13] ROCHE M. The MAKO robotic-arm knee arthroplasty system[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2021, 141(12): 2043-2047.
- [13] 陈孝平, 汪建平. 外科学[M]. 第 8 版. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 783.
- [13] CHEN X P, WANG J P. *Surgery*[M]. 8th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2013: 783. Chinese.
- [15] 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.
- [16] INSALL J N, DORR L D, SCOTT R D, et al. Rationale of the Knee Society clinical rating system[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1989(248): 13-14.
- [17] KHLOPAS A, CHUGHTAI M, HAMPP E L, et al. Robotic-arm assisted total knee arthroplasty demonstrated soft tissue protection[J]. *Surg Technol Int*, 2017, 30: 441-446.
- [18] RITTER M A, FARIS P M, KEATING E M, et al. Postoperative alignment of total knee replacement. Its effect on survival[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1994, (299): 153-156.
- [19] JEFFERY R S, MORRIS R W, DENHAM R A. Coronal alignment after total knee replacement[J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1991, 73(5): 709-714.
- [20] BÄTHIS H, PERLICK L, TINGART M, et al. Intraoperative cutting errors in total knee arthroplasty[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2005, 125(1): 16-20.
- [21] SIRES J D, WILSON C J. CT validation of intraoperative implant position and knee alignment as determined by the MAKO total knee arthroplasty system[J]. *J Knee Surg*, 2021, 34(10): 1133-1137.
- [22] 王俏杰, 张先龙. 机器人辅助人工全膝关节置换术中下肢对线选择与软组织平衡策略[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2021, 35(10): 1221-1226.
- [22] WANG Q J, ZHANG X L. Optimal lower limb alignment and soft tissue balancing strategy for robot-assisted total knee arthroplasty[J]. *Chin J Reparative Reconstr Surg*, 2021, 35(10): 1221-1226. Chinese.
- [23] MARCHAND R C, SODHI N, BHOWMIK-STOKER M, et al. Does the robotic arm and preoperative CT planning help with 3D intraoperative total knee arthroplasty planning[J]. *J Knee Surg*, 2019, 32(8): 742-749.
- [24] DORR L D. CORR insights® : does robotic-assisted TKA result in

- better outcome scores or long-term survivorship than conventional TKA? A randomized, controlled trial[J]. Clin Orthop Relat Res, 2020, 478(2): 276-278.
- [25] PARK S E, LEE C T. Comparison of robotic-assisted and conventional manual implantation of a primary total knee arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2007, 22(7): 1054-1059.
- [26] KIM Y H, YOON S H, PARK J W. Does robotic-assisted TKA result in better outcome scores or long-term survivorship than conventional TKA? A randomized, controlled trial[J]. Clin Orthop Relat Res, 2020, 478(2): 266-275.
- [27] LIOW M H, XIA Z, WONG M K, et al. Robot-assisted total knee arthroplasty accurately restores the joint line and mechanical axis. A prospective randomised study[J]. J Arthroplasty, 2014, 29(12): 2373-2377.
- [28] KHLOPAS A, SODHI N, HOZACK W J, et al. Patient-reported functional and satisfaction outcomes after robotic-arm-assisted total knee arthroplasty: early results of a prospective multicenter investigation[J]. J Knee Surg, 2020, 33(7): 685-690.
- [29] MARCHAND R C, SODHI N, KHLOPAS A, et al. Patient satisfaction outcomes after robotic arm-assisted total knee arthroplasty: a short-term evaluation[J]. J Knee Surg, 2017, 30(9): 849-853.
- [30] MARCHAND R C, SODHI N, ANIS H K, et al. One-year patient outcomes for robotic-arm-assisted versus manual total knee arthroplasty[J]. J Knee Surg, 2019, 32(11): 1063-1068.
- [31] MARCHAND K B, MOODY R, SCHOLL L Y, et al. Results of robotic-assisted versus manual total knee arthroplasty at 2-year follow-up[J]. J Knee Surg, 2021. Epub ahead of print.
- [32] KAYANI B, KONAN S, PIETRZAK J R T, et al. Iatrogenic bone and soft tissue trauma in robotic-arm assisted total knee arthroplasty compared with conventional jig-based total knee arthroplasty: a prospective cohort study and validation of a new classification system[J]. J Arthroplasty, 2018, 33(8): 2496-2501.
- [33] BELLAMY N, WILSON C, HENDRIKZ J, et al. Osteoarthritis Index delivered by mobile phone (m-WOMAC) is valid, reliable, and responsive[J]. J Clin Epidemiol, 2011, 64(2): 182-190.
- (收稿日期: 2022-10-26 本文编辑: 朱嘉)

内镜下三联手术治疗顽固性跟痛症

谷成毅, 陈明亮, 丁松, 许涛, 周游

(三峡大学附属仁和医院骨科 三峡大学运动医学研究所 宜昌市运动损伤与修复临床医学中心, 湖北 宜昌 443001)

【摘要】 目的: 探讨内镜下跟骨骨刺切除联合跖筋膜松解和跟骨减压三联手术治疗顽固性跟痛症的疗效。方法: 回顾性分析 2016 年 1 月至 2019 年 1 月 50 例顽固性跟痛症患者的临床资料, 其中男 20 例, 女 30 例; 年龄 40~68 (50.12±7.35) 岁, 病史 1~4 年, 所有患者行内镜下跟骨骨刺切除联合足底跖筋膜松解和跟骨减压术, 术后随访 24~60 (42.00±3.28) 个月。术前患者均存在明显的足跟疼痛, X 线检查多提示存在跟骨骨刺。疗效评估指标除常规足部检查外, 还通过 X 线结果测量足弓高度、内弓角手术前后的改变。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 系统评估足部疼痛程度; 采用美国骨科足踝协会 (American Orthopedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 评分系统, 对足部疼痛、自主活动、步态和稳定性进行综合性分析。结果: VAS 由术前的 (8.75±1.24) 分, 降为术后 3 个月的 (5.15±2.35) 分, 术后 6 个月的 (4.07±2.53) 分和末次随访的 (3.95±2.44) 分 ($P<0.05$)。AOFAS 评分由术前的 (53.46±4.17) 分, 增加为术后 3 个月的 (92.46±2.53) 分, 术后 6 个月的 (96.33±2.46) 分和末次随访的 (97.05±2.37) 分 ($P<0.05$)。足弓高度术前为 (41.54±1.15) mm, 术后 (41.49±1.09) mm, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。足弓的内弓角度术前为 (121±6)°, 术后 (122±7)°, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。结论: 内镜下跟骨骨刺切除联合足底跖筋膜松解和跟骨减压三联手术对于治疗顽固性跟痛症, 能减轻术后疼痛, 足部功能恢复快。

【关键词】 跟痛症; 跖筋膜; 骨刺; 关节镜

中图分类号: R686

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.02.009

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Analysis of the curative effect of triple surgery under endoscope in the treatment of intractable heel pain

GU Cheng-yi, CHEN Ming-liang, DING Song, XU Tao, ZHOU You (Department of Orthopaedics, Affiliated Renhe Hospital of China Three Gorges University, Sports Medicine Institute of China Three Gorges University, Yichang Sports Injury and Rehabilitation Clinical Medicine Research Center, Yichang 443001, Hubei, China)

ABSTRACT Objective To investigate the clinical effect the treatment of arthroscopy-assisted calcaneal spur resection

基金项目: 湖北省自然科学基金面上项目 (编号: 2021CFB414)

Fund program: General Project of Hubei Natural Science Foundation (No. 2021CFB414)

通讯作者: 周游 E-mail: zhouyou8010@163.com

Corresponding author: ZHOU You E-mail: zhouyou8010@163.com