

## 机器人辅助全膝关节置换术对股骨旋转对线及早期疗效的研究进展

刘思佳<sup>1</sup>, 赵磊<sup>1</sup>, 李格格<sup>2</sup>

(1. 通辽市医院创伤骨二科 内蒙古 通辽 028000; 2. 通辽市医院乳腺甲状腺外科 内蒙古 通辽 028000)

**摘要** 机器人辅助全膝关节置换术是近年来新兴的一种手术方式,旨在提高手术精度和安全性,改善手术效果。本文介绍了机器人辅助手术在骨科的发展现状及应用优势,阐述应用机器人辅助全膝关节置换术的重要意义,并总结了机器人辅助全膝关节置换术在改善股骨旋转对线及早期疗效中的作用。

**关键词** 机器人辅助手术; 骨科; 全膝关节置换术; 股骨旋转对线

**中图分类号** R687.4 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721(2023)06-0593-04

## Robot-assisted total knee arthroplasty in improving femoral rotational alignment and early effect

LIU Sijia<sup>1</sup>, ZHAO Lei<sup>1</sup>, LI Gege<sup>2</sup>

(1. 2nd Department of Orthopedics Trauma, Tongliao City Hospital, Tongliao 028000, China; 2. Department of Breast and Thyroid Surgery, Tongliao City Hospital, Tongliao 028000, China)

**Abstract** As a new surgical method in recent years, robot-assisted total knee arthroplasty aims to improve surgical outcomes by ensuring its accuracy and safety. Current status and advantages of robot-assisted surgery in orthopedics were reviewed in this paper, and the significance of robot-assisted total knee arthroplasty in improving femoral rotational alignment and early effect was summarized.

**Key words** Robot-assisted surgeries; Orthopedics; Total knee arthroplasty; Femoral rotational alignment

全膝关节置换术 (Total Knee Arthroplasty, TKA) 是一种治疗严重膝关节退行性疾病的手术,通常用于治疗严重的骨关节炎或其他与膝关节有关的病变。机器人辅助手术在骨科领域的应

收稿日期: 2023-06-05 录用日期: 2023-07-20

Received Date: 2023-06-05 Accepted Date: 2023-07-20

通讯作者: 刘思佳, Email: jiulaogong1968@163.com

Corresponding Author: LIU Sijia, Email: jiulaogong1968@163.com

引用格式: 刘思佳, 赵磊, 李格格. 机器人辅助全膝关节置换术对股骨旋转对线及早期疗效的研究进展 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2023, 4(6): 593-596.

Citation: LIU S J, ZHAO L, LI G G. Robot-assisted total knee arthroplasty in improving femoral rotational alignment and early effect[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2023, 4(6): 593-596.

用非常广泛，其中包括全膝关节置换术。机器人辅助全膝关节置换术（Robot-assisted Total Knee Arthroplasty, RTKA）的临床适应证主要包括以下几种。①严重的骨关节炎<sup>[1]</sup>：机器人手术系统可以帮助医生更准确地评估患者的膝关节病变程度，提供个体化的手术方案。②退变性关节疾病：如类风湿性关节炎、强直性脊柱炎等，膝关节功能受损严重的患者可以考虑进行机器人辅助全膝关节置换术。③严重关节畸形：例如先天性关节发育不良、外伤性关节畸形等引起的关节功能障碍。④非炎性免疫介导的关节疾病：如类风湿性关节炎、莱姆病、系统性红斑狼疮等引起的关节损害<sup>[2]</sup>。目前已有一些研究探讨了机器人辅助全膝关节置换术在股骨旋转对线方面的应用。国外有研究发现，机器人辅助全膝关节置换术可以帮助外科医生在手术过程中更准确地定位和安放人工关节<sup>[3]</sup>。机器人手术系统采用了三维图像重建、计算机辅助手术规划和实时导航等先进技术，通过机器人系统的引导和实时反馈，外科医生可以更加精确地调整切割和人工关节安放位置，并且避免了一些可能发生的手术风险<sup>[4]</sup>。研究表明，相比传统的全膝关节置换术，机器人辅助手术能够显著提高手术的准确性和稳定性，减少手术时间和失血量，从而更好地保障患者的安全和手术效果<sup>[5-6]</sup>。机器人辅助全膝关节置换术在改善股骨旋转对线和早期疗效方面具有明显优势，但仍需要进一步的大样本量研究和临床经验积累以确定其长期效果。

## 1 股骨旋转对线在全膝关节置换中的重要性

### 1.1 保持良好的稳定性

TKA 通过特定的技术调整人工股骨头附近的肌肉和韧带，可使假体和人体股骨的转动轴尽可能保持一致。如果成功恢复了股骨旋转对

线，就可以提高假体在膝盖关节内的适应性，从而减少运动时摩擦和磨损等问题<sup>[7]</sup>。值得注意的是，股骨旋转对线需要根据患者的具体情况进行调整，如果股骨旋转对线调整不当，可能导致膝关节的功能和稳定性下降，反而增加假体松动和脱位的风险。

### 1.2 提高手术效果

通过恢复股骨旋转对线可以使人工全膝关节置换后的假体位置更接近自然的生理位置，从而提高关节的稳定性和运动功能，保证患者的康复质量。同时，仔细恢复股骨旋转对线还可以使人工关节的张力分布均匀，减少假体松动和磨损的风险，为患者带来更好的手术效果。

### 1.3 减少组织损伤

在 TKA 中，股骨旋转对线的恢复对于膝关节的稳定性和功能恢复至关重要。如若股骨旋转对线恢复不当，会加重患者的软组织损伤和术后疼痛，延长康复时间。相反，如果顺利恢复，可以使人工全膝关节置换后的假体位置更接近自然的生理位置，从而减轻软组织的受力和损伤程度，降低患者术后疼痛，并且更利于术后早期康复训练，帮助患者缩短康复时间，让患者更快地恢复到日常活动的正常水平。

## 2 RTKA 在改善股骨旋转对线方面的优势

### 2.1 提高手术精确度和稳定性

传统的全膝关节置换手术需要经验丰富的医生通过手动技术调整股骨旋转中心的位置，由于受操作主观性和人为因素的影响，手术精确度和稳定性难以保证，容易出现假体松动、翻转等并发症。机器人手术系统可以通过预先设计好的三维解剖模型来规划和指导手术过程，精准地调整股骨旋转中心的位置和角度。RTKA 利用高精度的计算、定位和导航技术，在手术中对关节进

行精准切削和植入，减少下肢力线误差，帮助患者恢复正常的股骨旋转对线。通过机器人手术系统的精细化操作，可以减少手术过程中难以避免的人为误差，提高手术的精准度和成功率，具有精度高、可靠性强等优点，有效减少术后康复时间，降低术后并发症发生率。

## 2.2 减少手术时间和术中出血量

传统的TKA手术时间相对较长，且手术过程中存在开放式切口，需要较大程度地切断软组织，可能导致大量出血。而机器人手术系统利用预先设计好的三维解剖模型来规划和指导手术过程，操作控制精度高，可以帮助医生更快地完成手术，从而缩短手术时间<sup>[8]</sup>。同时，机器人手术系统可以利用器械扶持和操作控制策略等手段，减少机械撕裂、压迫周围血管和神经等情况的发生，有效保护膝关节周围软组织，进而减少术中出血量，减轻手术损伤。此外，机器人手术系统还能在股骨旋转矫正过程中记录手术关键数据，如骨骼结构测量、旋转角度等，这些数据可以作为后续手术的参考和患者康复评估的依据，有助于医生提供更精确化、个体化的治疗方案。

## 3 RTKA 对早期疗效的影响

### 3.1 缩短康复时间和住院时间

传统的全膝关节置换手术需要经过较长的恢复期，患者术后需要经过多次理疗和功能锻炼才能恢复原有生活质量，RTKA 则可以提高手术的精确性和稳定性，能够更好地保证患者的术后运动稳定性和医疗安全性，在多方面促进患者早期康复<sup>[9]</sup>。机器人辅助手术可以增加手术精度，使得手术中骨骼切割更加精准，创伤更小，最大程度避免患者在术后出现不适症状，有助于患者更快地进行康复训练和治疗，尽快恢复到正常运动模式。

### 3.2 减少术后不适

RTKA 可以降低术后疼痛等早期不适症状。传统的全膝关节置换手术切割骨骼过程中创伤较大，容易损伤周围软组织结构，引起手术后肿胀、疼痛、感染等不适症状，对患者的生活产生负面影响。而手术机器人应用先进的技术，可以通过术前三维模型重建和设计精准计算，并在术中利用实时反馈和触觉约束限定切割区域，从而避免手术过程中对周围正常结构的损伤，最大限度地控制局部炎症反应，缓解疼痛，减轻术后渗出，减轻术后疼痛，在恢复期间让患者享受更少疼痛的生活，提高患者满意度<sup>[10]</sup>。

## 4 RTKA 面临的挑战

RTKA 作为一种新兴的手术方式，能够提高手术准确性和成功率，减少手术创伤，缩短患者恢复时间。但是在临床实践中仍面临以下几个挑战。

### 4.1 成本高昂

机器人手术系统的价格和维护费用都很高，这是机器人辅助手术不易普及的主要原因之一。机器人手术系统的价格通常在数百万甚至上千万元，且我国尚未将其纳入医保系统中，这对于大多数医院和患者来说都是巨大的经济负担。手术机器人的维护成本也不低，机器人需要经过定期的维护和保养才能保证其稳定性和功能完整性，而这些维护和保养费用均由医院自行承担。此外，手术机器人的操作和维护都需要专业人员，这也增加了医院应用机器人手术系统的难度和成本。

### 4.2 技术难度大

机器人手术系统的操作需要较高的技术水平、专业的知识培训以及丰富的手术实践经验。在接受培训之前，医生需要了解该手术机器人的特点和操作程序，例如如何使用手柄、脚踏

板和图像传输系统等。此外,由于手术机器人是远程操作的,因此对于一些复杂、微小的手术操作,要求医生有更高的精确控制能力和更细微的手部操作技巧。这都需要培训和实践相结合,通过模拟手术和真实手术来提高医生操作技能。

除医生之外,机器人手术系统还需要配有特定的技术支持人员,这些人员应具备良好的软件和硬件知识,严密遵循质控流程,以保障机器人手术系统安全、顺畅的运行。所有参与机器人辅助手术的医疗工作者都需要接受相应的专业训练,以保证机器人手术操作是安全、有效的。

### 4.3 操作复杂度高

机器人手术系统需要较长的设置和操作时间,这主要是因为手术机器人设备结构复杂,并且需要进行精确的校准和程序调试。另外,相较于传统手术,机器人辅助手术的流程更为繁琐,因为机器人手术系统需要通过复杂的电脑程序控制机械臂运动,以此来完成对人体部位的准确定位和微创入路选择等步骤。由于手术机器人操作的复杂性,往往需要多位医生共同协作,其中包括对机器人操作熟练的主刀医生、助手、器械护士等。在一些高风险的手术中,如神经外科手术、心脏手术,更需要医疗团队的密切配合。

### 4.4 存在内部学习曲线

机器人手术系统需要获得足够的手术数据和经验,才能准确地为每位患者执行必要的操作。如果手术数据量较少,则需经过较长时间的内部学习和训练,这可能会延长手术时间。手术机器人通常通过感应手柄或其他机器人手段来获得操作数据,然后通过程序处理和计算,识别出手术部位和位置,并执行相应的手术操作。如果手术机器人的数据库中没有足够的手术记录和体验,则需要在实际工作中进行数据收集和学习,而这个过程可能需要一定的时间来积累足够的手术数据和经验。

## 5 结语

在未来,机器人手术系统可能会实现更加智能化的操作,能够根据患者的病情、身体结构和个体差异等因素,自动调整手术程序和参数,提高手术的个性化和针对性。同时还可配合增强现实(AR)和虚拟现实(VR)等技术,实现更加直观、精确的手术操作和模拟,帮助医生更好地判断手术效果,完成重复性较高的手术操作。但目前的技术仍需进一步发展,也需要大量的随机对照研究和长期高质量的随访来证实 RTKA 在临床应用中的优势。

## 参考文献

- [1] 王华铮,刘鹏,宗路杰,等.骨科手术机器人的研究进展及展望[J].机器人外科学杂志(中英文),2022,3(1):55-61.
- [2] 孙茂淋,杨柳,何锐.手术机器人在人工全膝关节置换术中的应用及研究进展[J].中国修复重建外科杂志,2021,35(7):913-917.
- [3] 王干.天玑骨科手术机器人辅助导航与传统股骨颈骨折中空钉内固定的早期疗效比较[D].江汉大学,2021.DOI:10.27800/d.cnki.gjhd.2021.000120.
- [4] 孙文熙,杨一帆,林锐,等.骨科手术机器人辅助技术在颈椎手术中的应用进展[J].实用医学杂志,2023,39(9):1179-1184.
- [5] 郭靖,吴迪,成卓奇,等.机器人辅助手术自主性技术的进展[J].机器人外科学杂志(中英文),2023,4(4):281-298.
- [6] 李伟雄,林世磅,徐海乔.骨科手术机器人引导下股骨颈骨折多平面螺钉内固定的临床研究[J].现代医学与健康研究电子杂志,2023,7(8):73-75.
- [7] 郑宇航,李杨,田华.人工全膝关节置换术中关节周围局部浸润麻醉注射部位研究进展[J].中国修复重建外科杂志,2023,37(4):502-506.
- [8] 李建乔.人工全膝关节置换术对重度膝关节炎患者的疗效观察[J].现代医学与健康研究电子杂志,2022,6(24):52-55.
- [9] 石威,严伟,余昕,等.3D打印截骨导板辅助人工全膝关节置换术在重度膝内翻畸形中的应用观察[J].蚌埠医学院学报,2022,47(10):1401-1406.
- [10] 郑海波.人工全膝关节置换术治疗膝关节炎的疗效观察[J].智慧健康,2022,8(12):43-45.