

MAKO 机器人辅助单髁置换手术的护理配合

乔红, 安赧蕊, 石璇

(北京大学人民医院中心手术室 北京 100044)

摘要 机器人技术在微创领域的作用越来越突出, 而高质量护理工作的配合可以保障机器人手术的安全、有效进行, 且有利于患者术后稳定情绪和更好的恢复。为提升护理工作者对 MAKO 机器人辅助单髁置换手术的全面认识, 优化护理工作的模式和流程, 提高手术效率并改善患者术后恢复效果, 本文在现有的相关文献资料基础上, 结合北京大学人民医院 11 例行机器人单髁置换手术的实际工作体会, 用理论联系实际, 对术中的护理配合工作进行系统地分析。本团队认为, 在机器人辅助单髁置换手术中, 护理工作应在传统经验积累的基础上, 进一步提高护理配合熟练程度。随着科技的进步, MAKO 机器人辅助单髁置换手术的医护模式也将进一步的智能化和数字化。

关键词 MAKO 机器人; 微创; 单髁置换; 护理

中图分类号 R684 R473.6 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2021) 04-0324-06

Nursing cooperation on MAKO robot-assisted unicompartamental knee arthroplasty

QIAO Hong, AN Chengrui, SHI Xuan

(Central Operating Room, Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China)

Abstract Robot technology plays a more and more important role in the field of minimally invasive surgery, while high-quality of nursing cooperation can ensure the safety and effectiveness of robot-assisted surgery and help patient better recovery after surgery. In order to help nurses understand MAKO robot-assisted unicompartamental knee arthroplasty comprehensively, to optimize the nursing mode and procedures, improve the efficiency of surgery and improve patients' recovery after surgery, this paper summarized and analyzed the intraoperative nursing cooperation of existing literatures systematically by combining the experiences of 11 cases of MAKO robot-assisted unicompartamental knee arthroplasty in People's Hospital of Peking University. We believe that the proficiency of nursing cooperation shall be improved in robot-assisted surgery based on traditional

收稿日期: 2020-04-07 录用日期: 2020-06-21

Received Date: 2020-04-07 Accepted Date: 2020-06-21

引用格式: 乔红, 安赧蕊, 石璇. MAKO 机器人辅助单髁置换手术的护理配合 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2021, 2 (4): 324-329.

Citation: QIAO H, AN C R, SHI X. Nursing cooperation on MAKO robot-assisted unicompartamental knee arthroplasty [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2021, 2(4):324-329.

nursing experience. With the development of technology, it is believed that medical care mode for MAKO robot-assisted unicompartmental knee arthroplasty will be more intelligent and digitalized in the near future.

Key words MAKO robot; Minimally invasive surgery; Unicompartmental knee arthroplasty; Nursing

目前应用于外科手术领域的机器人辅助系统有主动式和半主动式两大类。常见的主动式机器人系统有 Robdoc、Mbars 系统，半主动机器人系统有 MAKO、Acrobot 系统。以上机器人系统均由计算机辅助、智能机械臂、动态导航三个模块组成。随着机器人技术在医疗领域的逐步应用，其精确的控制系统及良好的治疗效果逐渐受到人们的广泛青睐^[1]。自 2016 年上海市第六人民医院完成国内首例机器人辅助膝关节单髁置换手术以来^[2]，全进口骨科手术机器人 MAKO 在医疗领域越来越受到人们的重视，其优良的机械臂系统、创新性的关节假体系统及优秀的 3D 视图影像技术的应用使机器人手术取得了良好的临床疗效，给患者带来了福音。与此同时，国内各大医疗机构也正逐步展开机器人技术在医学临床上的应用^[3-4]。

与传统手术比较，机器人手术可以减少人为操作的误差，极大地提高手术精准度，优化人工关节的应力分布^[5-6]。MAKO 机器人在单髁置换手术中的闪亮登场逐步开启了骨科手术领域全新的工作模式^[7]。同时护理工作也应该紧随机器人辅助技术的应用，在手术过程中进行良好的配合，这不论对医师的精准操作还是患者的愈后效果都会产生积极的影响。提高护理配合熟练程度，完善术前准备及术后维护工作，是改善手术效果、提高医疗效率的重要保障措施。护理工作者应在传统护理工作的基础上，逐步掌握新技术的原理和实际操作应用的方法，才能在机器人膝关节单髁置换手术的整体配合中更好地融会贯通，提高手术效率。

1 膝关节单髁置换手术概述

内侧间室骨关节炎治疗方法有膝关节单髁置换手术（Unicompartmental knee arthroplasty, UKA）和全膝关节置换手术（Total knee arthroplasty, TKA）两种。前者只需要替换病变部分的关节软骨，一般局部创伤少、骨质切除少、恢复速度较快。而后者首先要去除关节的较多软骨，然后进行软骨替换，手术操作范围面积较大。目前这两种手术措施在骨关节患者的临床治疗过程中都有应用，具体的手术措施需根据不同患者关节炎的实际情况制定。但是，传统的 UKA 存在患者术后假体与软骨组织匹配度欠佳、适应时间较长的问题，所以在一定程度上存在假体翻修的风险。为此众多专家做了大量的研究工作，曾智敏等^[8]认为固定平台假体聚乙烯一体化设计理念避免了垫片脱位的可能性，相对移动平台并发症较少，大幅度降低了翻修率，故可推广固定平台在骨关节置换临床上的应用。此外，一些学者还在术前规划和机器人操作系统等方面进行了新的探索^[9-10]。

随着近几年科技的发展与进步，机器人技术在外科手术领域的应用得到了广大学者的青睐和关注。与传统手术相比，骨科机器人可以减少人为方面引起的误差，优化关节应力分布，减少患者手术翻修的风险^[11]。机器人辅助 UKA 技术较传统 UKA 技术学习曲线较短，在一定程度上可有效解决术中截骨与关节软组织平衡度不精确的弊端，临床翻修率在以往的基础上降到了更低，因此具有非常广阔的前景和优势。根据国外相关报道，美国目前机器人辅助 UKA

技术比例在 20% 左右,且随着 MAKO 机器人在临床上的逐步开展和应用,这一比例将会在未来几年逐步增长^[12]。机器人辅助 UKA 技术中假骨位置可在目标位置 2° 范围内变化,可获得比传统 UKA 技术更高的精度^[13]。另外,机器人辅助 UKA 技术常常需要在术后进行放射学的进一步检验,包括假体有无松动、膝关节力线恢复情况等相关影像指标^[14-15]。

MAKO 骨科机器人可以帮助医生高效、精准地完成手术中至关重要的定位步骤,医生应用机器人辅助手术可以借助机器人的可靠性和稳定性,精确植入假体^[16]。其交互式实时反馈机械臂突破了传统关节置换手术的限制,将截骨安全、精确地限制在计划截骨范围内。智能的骨科手术系统不仅使手术更加安全、可控,更极大地降低了医生的学习曲线,使得术式易于学习复制^[17]。MAKO 自动机器人控制系统包含操作台、摄像仪、机械器臂、股骨侧和胫骨侧矩阵式接收器等。目前全球已有二十多个国家使用 MAKO 手术机器人进行关节置换,开创了机器人微创手术时代。



图 1 MAKO 机械臂

Figure 1 MAKO Robotic-arm



图 2 导航模块及摄像立架

Figure 2 Camera stand & guidance module



图 3 股骨侧、胫骨侧矩阵式接收器

Figure 3 Femoral & tibial arrays

2 MAKO 辅助手术护理配合体会

结合本院实施的 MAKO 机器人辅助单髁关节置换术的临床资料(患者 11 例,其中男 4 例、女 7 例,年龄 53~74 岁,患者术后第 2d 均能下床活动,术后随访 1 个月,所有患者术后恢复良好,无并发症发生)对该手术的护理配合工作体会进行总结。机器人膝关节单髁置换手术需要经验丰富的护理人员负责手术的前期准备,包括开放静脉通路、术前用药、正确摆放患者体位、仪器设备就位,手术器械的安装及清点等详细工作^[18]。由于患者对手术知识缺乏一定的了解,经常产生紧张焦虑的情绪。因此前期需要护理人员对患者进行疾病知识的宣教并进

行心理干预，使患者能在术前做好心理准备，减轻心理压力。

3 护士培训方式

MAKO 骨科机器人手术系统要求护士要有传统单髁关节置换术的配合基础，由专业工程师进行专业的指导，在对机器人厂家提供的器械，理论和操作充分学习后，才可配合手术。另外，手术过程中，护士除了要进行单髁关节置换术的护理配合，还要掌握机器人的布局、机器人无菌罩的安装、机器人器械的安装、机器人的验证、器械的传递使用以及器械和机器人术后处理和维修^[18]。手术过程中的人员设置一般是：台下工程师 1 名、巡回护士 1 名、器械护士 1 名。

3.1 术前准备工作

机器人辅助单髁关节置换术由巡回护士、麻醉医生以及本院有进行机器人手术资质的医生三方共同核对患者手术部位、左右侧别、手术标记的完成情况；确认使用器械假体已准备齐全、患者无过敏以及术前备血情况等基本信息。另外，工程师要进行机器人的开机检测。

在手术实施前将手术室温度调节为 21℃~25℃、室内湿度 50%~60%，保持手术室恒温恒湿，为患者及医护人员提供必备的外界环境保障。同时巡回护士需要检查各种仪器设备，手术中的固定架、电刀、止血带等其他物品需要有序排放；器械护士要保证各种手术器械归类整齐。对于术中体位的安置应该在保持人体生理弯曲轴线的前提下，防止患者局部长时间受压，将各肢体关节维持在正常的生理功能体位，并充分满足医师的手术要求。患者在麻醉后，应在其大腿根部绑好止血带，将专用的大腿支架固定于手术床支架上，患者采用仰卧方式，调整大腿挡板的位置，以利于手术安全进行。

小腿呈自然下垂状态，以不影响膝关节屈曲为宜。依据患者的不同体长，可将膝关节屈曲至 110°~120°，并不断调整至合适的倾角，依据不同患者的情况调整手术床和器械桌之间的距离，方便主刀医师的术中操作。

3.2 手术间布局

MAKO 骨科机器人辅助技术的应用，需要护理人员在掌握传统操作经验的基础上，熟练掌握机器人的布局，包括机器人器械、无菌罩的匹配、安装和调整。摄像机显示器位置的调整要便于医师视眼观察。机器人手臂角度的调整要便于医师对患者关节区域进行更好的操作。传统的膝关节单髁置换手术尚需护理人员精心准备无菌屏障，包括无菌器械台、无菌手术单的准备，所以在应用机器人新技术的过程中护理人员仍需准备无菌罩的准确安装，避免无菌区域被污染。

3.3 无菌器械台的管理

MAKO 机器人系统辅助单髁关节置换术所需要的器械较传统单髁置换手术的器械多，器械护士需要用更多的器械车放置这些器械，但是由于机器人仪器设备所占空间以及手术间空间大小限制，使用更多的器械车不太现实。经过不断实践与反思，本团队将 3 个器械台呈 T 型放置，使用 1 个主台、2 个辅台，把器械进行分区放置，分别为：很重要—不紧急、很重要—很紧急、不重要—很紧急、不重要—不紧急，使用的器械由两侧辅台流向主台再回到辅台，节约空间的同时也提高了效率。

3.4 术中配合

器械护士在术前要熟悉手术步骤，在手术过程中传递手术器械时要及时准确，尤其要准确传递定位器、截骨器、摆锯等相关手术器械。

就假体安装而言,在关节周围注射配制好的镇痛药物后,需要用脉冲水枪喷射生理盐水的方式不断冲洗骨面内腔,保证术野的无菌状态。待创面清洁、干燥后,用骨水泥安装患者对应的假体。而假体安装的精准度和力线重建的精确度正是体现 UKA 手术质量的重要因素^[19]。这对巡回护士进行术前体位摆放的准确度上提出了更高的要求。

以现有文献的研究内容为前提,一些研究人员在实际情况的影响下,对 MAKO 机器人单髁置换手术的时间给出了不同的结论。Coon T M 等^[20]研究了学习曲线中机器人 UKA 所需手术时间为 1.3~2h。王俏杰等^[21]则指出机器人辅助 UKA 手术平均时间在 2.5h 左右,而传统 UKA 手术时间为 1~1.5h。由此可以看出,机器人辅助单髁置换手术时间较常规 UKA 手术时间有所延长。因此为减少手术时间,医护人员应逐步提高对手术的熟练程度,其中护理工作者应该在器械的准备阶段以及安装阶段逐步树立精准到位的理念,为手术的顺利进行提供必要的保障^[22]。

2019 年下半年以来,本院相继完成 11 例 MAKO 机器人辅助单髁置换手术,该项技术的引进对我院关节外科精准化、高效化的发展起到了一定的推动作用。随着人工智能的发展、医疗技术的革新,手术室的护理方式也做出了更新。护理工作应在积累传统经验的基础上,逐步提高工作的熟练程度,做到对新设备的原理烂熟于心,从而在手术过程中实现最佳的医护配合。

4 小结与展望

通过对 MAKO 机器人系统的了解,以及术中实际的护理操作体会,笔者认为目前该项技术引入国内的时间还不是很长,从目前机器人

辅助单髁置换手术的案例中可以看出,MAKO 机器人系统对医师的精湛技术,护理人员的熟练配合、术中严格各项无菌化操作都具有较高的要求。护理工作者应逐步完善术前准备工作体系,使良好且完整的工作体系与这项新技术更好的融合起来。

此外,UKA 术后需要进行康复训练,患者对疾病、治疗方式的认知程度与理解程度将直接影响术后康复效果。为避免人为因素导致的术后翻修问题,可建立微信公众号,将 UKA 相关视频资料以图文并茂的形式对患者进行指导。

最后,人工智能作为模拟思维过程和智能行为的新兴学科,目前在基因工程、纳米科学等领域得到了广泛的应用。在科技进步的今天,完全可以在术前将患者的身高、体重、年龄、膝关节畸形程度进行统计学分析,并引入大数据平台和神经网络技术,通过计算机视觉识别与网络仿真推演,针对不同的患者做出预案,定制不同的关节屈曲角度,实现数字化的术前准备模拟工作,以便巡回护士更好的摆放体位、节约手术时间,从而提高手术效率。

参考文献

- [1] Jacofsky D J, Allen M. Robotics in arthroplasty: a comprehensive review [J]. The Journal of Arthroplasty, 2016, 31(10): 2353-2363.
- [2] 上海六院成功完成国内第一例机器人关节置换手术 [J]. 生物骨科材料与临床研究, 2016, 13(5): 79.
- [3] 姚坚,丁海. 计算机导航及机器人技术辅助膝关节单髁置换术的研究进展 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2017, 31(1): 110-115.
- [4] 孙长蛟,杨凯,李慧敏,等. 机器人系统在膝关节置换中的应用 [J]. 中华医学杂志, 2018, 98(21): 1726-1728.
- [5] St Mart J P, De Steiger R N, Cuthbert A. The three-

- year survivorship of robotically assisted versus non-robotically assisted unicompartmental knee arthroplasty [J]. *The Bone & Joint Journal*, 2020, 102-b(3): 319-328.
- [6] Bell S W, Anthony I, Jones B, et al. Improved accuracy of component positioning with robotic-assisted unicompartmental knee arthroplasty: data from a prospective, randomized controlled study [J]. *The Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, 2016, 98(8): 627-635.
- [7] 付君, 陈继营. 机器人辅助单髁膝关节置换术的历史与未来 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2017, 6(9): 644-648.
- [8] 曾智敏, 陶崑, 凌晶, 等. 固定平台单髁置换术治疗膝关节内侧骨性关节炎 [J]. *中国骨伤*, 2019, 32(8): 755-758.
- [9] 雷静桃, 唐明瑶, 王君臣, 等. 机器人辅助膝关节置换术的术前规划研究综述 [J]. *机械工程学报*, 2017, 53(17): 78-91.
- [10] 李俊良. 膝关节置换手术中的机器人切骨系统研究与开发 [D]. 广东工业大学, 2017.
- [11] Cool C L, Jacofsky D J, Seeger K A, et al. A 90-day episode-of-care cost analysis of robotic-arm assisted total knee arthroplasty [J]. *Journal of comparative effectiveness research*, 2019, 8(5): 327-336.
- [12] Lonner J H, Moretti V M. The Evolution of image-free robotic assistance in unicompartmental knee arthroplasty [J]. *American journal of orthopedics (Belle Mead, NJ)*, 2016, 45(4): 249-254.
- [13] Maccallum K P, Danoff J R, Geller J A. Tibial baseplate positioning in robotic-assisted and conventional unicompartmental knee arthroplasty [J]. *European journal of orthopaedic surgery & traumatology: orthopedie traumatologie*, 2016, 26(1): 93-98.
- [14] 郭万首. 单髁关节置换术影像学评价 [J]. *中华关节外科杂志 (电子版)*, 2015, 9(5): 640-643.
- [15] 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]. *The Journal of Knee Surgery*, 2020. DOI: 10.1055 / s-0040-1701447.
- [16] Blyth M J G, Anthony I, Rowe P, et al. Robotic arm-assisted versus conventional unicompartmental knee arthroplasty: exploratory secondary analysis of a randomised controlled trial [J]. *Bone & joint research*, 2017, 6(11): 631-639.
- [17] 付君, 柴伟, 倪明, 等. 机器人与牛津单髁膝关节置换术的学习曲线对比研究 [J]. *中华关节外科杂志 (电子版)*, 2017, 11(6): 575-581.
- [18] 孙薇薇, 赵晶, 张淑, 等. MAKO 机器人辅助膝关节单髁置换术中的标准护理流程探讨 [J]. *中华现代护理杂志*, 2020, 26(24): 3382-3384.
- [19] Robinson P G, Clement N D, Hamilton D, et al. A systematic review of robotic-assisted unicompartmental knee arthroplasty: prosthesis design and type should be reported [J]. *The Bone & Joint Journal*, 2019, 101-b(7): 838-847.
- [20] Coon T M. Integrating robotic technology into the operating room [J]. *American Journal of Orthopedics (Belle Mead, NJ)*, 2009, 38(2 Suppl): 7-9.
- [21] 王俏杰, 柴伟, 王琦, 等. 机器人辅助下膝关节单髁置换术初步临床结果 [J]. *中华解剖与临床杂志*, 2017, 22(2): 108-115.
- [22] 孙莹, 葛蕊, 侯艳, 等. MAKO 机器人手术系统辅助下全髁关节置换术手术配合 [J]. *机器人外科学杂志 (中英文)*, 2020, 1(4): 280-285.