

响研究,需进一步探索和深入研究;同时需进一步加强多协作部门的监督机制,完善各部门在专案改善中执行标准的同质化。

参考文献:

[1] National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP). Pressure injury stages[EB/OL]. (2016-07-15)[2020-11-15]. <http://www.npuap.org/resources/educational-and-clinical-resources/npuap-pressure-injury-stages>.

[2] Mervis J S, Phillips T J. Pressure ulcers: prevention and management[J]. J Am Acad Dermatol, 2019, 81(4): 893-902.

[3] 旷婉,赵体玉,余云红. 术中获得性压疮预防相关研究进展[J]. 中国护理管理, 2017, 17(6): 851-855.

[4] 郭月,余云红,赵体玉. 手术室患者压疮临床特点的回溯性分析[J]. 护理学杂志, 2014, 29(24): 36-39.

[5] 侯晓敏,苏青,郑莉丽,等. 集束化护理干预预防神经外科手术患者术中压疮[J]. 护理学杂志, 2015, 30(16): 52-55.

[6] 叶春丽,祝妍华,丁华云,等. 护理专案在降低神经外科手术患者术中医疗器材相关压力性损伤发生率中的应用[J]. 天津护理, 2019, 27(3): 346-348.

[7] 陈云超,唐晓娟. 手术中压疮高危因素分析及防护进展[J]. 护士进修杂志, 2010, 25(15): 1358-1359.

[8] 朱振宇,叶天惠,王颖,等. 护理专案行动降低儿科外周

静脉留置针不规范使用率[J]. 护理学杂志, 2017, 32(3): 40-42.

[9] 褚万立,郝岱峰. 美国国家压疮咨询委员会 2016 年压力性损伤的定义和分期解读[J]. 中华损伤与修复杂志(电子版), 2018, 13(1): 64-68.

[10] 张莹莹,许勤. 外科高危科室压疮预防新进展的调查研究[J]. 护理实践与研究, 2010, 7(17): 5-8.

[11] 高倩,王伟,孔冬,等. 医院获得性压疮预防管理体系的构建与运行[J]. 中国护理管理, 2016, 16(4): 448-451.

[12] Santamaria N, Gerdtz M, Sage S, et al. A randomised controlled trial of the effectiveness of soft silicone multi-layered foam dressings in the prevention of sacral and heel pressure ulcers in trauma and critically ill patients: the border trial[J]. Int Wound J, 2015, 12(3): 302-308.

[13] 丁玲莉,余良珍,叶天惠,等. 多学科协作护理专案预防早产儿低体温[J]. 护理学杂志, 2020, 35(10): 10-13.

[14] 汤维萍,向双琼. 改良的多学科协作治疗与护理模式在对压疮患者进行治疗和护理中的应用价值探讨[J]. 当代医药论丛, 2017, 15(8): 153-156.

[15] 张诗怡,赵体玉,余云红,等. 多学科团队合作预防脊柱后入路手术患者术中压力性损伤[J]. 护理学杂志, 2019, 34(10): 59-61.

(本文编辑 钱媛)

## 5G 技术支持下远程国产机器人肾切除术的护理配合

郑岩,付军桦,赵林,宋蕾,丁雪梅,牟保英,苏赛男

**Intraoperative nursing care in remote telerobotic nephrectomy utilizing a domestically produced Chinese robot system under 5G technology environment** Zheng Yan, Fu Junhua, Zhao Lin, Song Lei, Ding Xuemei, Mou Baoying, Su Sainan

**摘要:**目的 总结 5G 技术支持下国产机器人实施远程肾切除手术护理配合经验,为临床护理提供参考。方法 采取主系统医院手术医生操作、从系统医院助手辅助的远程手术为 29 例肾肿瘤患者行肾切除。结果 手术过程顺利,术后住院 5~14 d 伤口愈合出院。结论 稳定的数据传输,安全可靠的机器人系统,技术精湛的术者,熟练默契的护理配合与手术室统筹管理是手术顺利开展的保障。

**关键词:**肾肿瘤; 肾脏切除; 5G 通信技术; 机器人(国产); 远程手术; 护理配合

**中图分类号:**R472.3;TP393 **文献标识码:**B **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2022.19.048

第 5 代蜂窝移动通信技术(5th Generation Mobile Networks, 5G)具有高传输速度、低时延、广域覆盖等特点<sup>[1]</sup>。远程手术是指医生运用远程医疗手段,借助机器人异地、实时地对远端患者进行手术,这是远程医疗中最为重要和最难实现的内容<sup>[2]</sup>。在当前抗击新冠病毒肺炎疫情及医疗资源差异较大的情形下,远程手术<sup>[3-5]</sup>可使医疗机构、医疗工作者打破距离的限制<sup>[6]</sup>,促进三级医院向基层医疗卫生机构提供远

程手术服务,实现优质医疗资源下沉,使不同地域的患者享受同质性手术服务,同时减少医疗费用。我院于 2021 年 3~9 月在 5G 通讯技术网络的支持下,采用国产机器人(“MicroHand S”手术机器人,中国威高集团)为远在 110~1 800 km 的 9 所从系统医院的 29 例患者成功完成肾切除手术。相关护理配合报告如下。

### 1 临床资料

**1.1 患者一般资料** 本组 29 例(莒县人民医院 10 例,诸城市中医医院 6 例,威海市中心医院 4 例,费县人民医院 3 例,淄博市市立医院 3 例,平邑县人民医院 1 例,沂南县人民医院 1 例,定西市人民医院 1 例),男 15 例、女 14 例,年龄 39~74(61.10±9.89)岁。经影像学检查、实验室检验,结合临床症状,以及

作者单位:青岛大学附属医院手术室(山东 青岛,266000)  
郑岩:女,本科,副主任护师  
通信作者:付军桦, Fuyanwangjiayun@163.com  
科研项目:青岛市人民生命科技项目(18-6-1-64-nsh);山东省重大科技创新工程项目(2019JZZY021002)  
收稿:2022-05-06;修回:2022-07-10

病理检查诊断为肾恶性肿瘤<sup>[7-8]</sup>,其中 T1 期 26 例、T2~T3 期 3 例;左侧 14 例,右侧 15 例。肿瘤直径 1.3~10.2(5.46±2.53)cm,均无其他脏器转移。拟行根治性肾切除手术。

## 1.2 远程机器人手术系统简介

### 1.2.1 远程机器人手术系统

本研究采用的“MicroHand S”手术机器人,由 2 个独立的子系统即外科医生控制台和床旁操作系统组成。外科医生控制台(也称主臂侧)包括 1 个立体图像查看器、2 个主操纵器、1 个控制面板和 3 个脚踏板。床旁操作系统(也称从臂侧)包括从机械臂。外科医生控制台(主系统)置于本院手术室,床旁操作系统(从系统)置于患者所在的当地医院手术室(当 1 所医院手术完成后,即转至另 1 所预先约定的医院)。控制台可以捕捉主刀医生的操作指令并将其转换为控制信号,经过网络传输,床旁操作系统将控制信号转化为实际的机械臂及器械动作。同时,内窥镜摄像机捕捉到术野图像以 3D 的方式呈现到床旁系统的显示器上、同时发送回控制台显示器上作为视觉反馈,术者及助手通过 3D 眼镜观看术野图像。远程手术过程中利用主从实时控制系统与数据信息交互,通过网络传输,实现主臂和从臂之间的网络连接。两侧配备大屏幕显示器显示手术情况,手术室安装扬声器设备实时接收声音,并使用无线耳机实现两侧随时通讯。机器人的安装、调试,以及手术全程由机器人工程师团队进行操作与保障。

### 1.2.2 5G 网络设置及数据监控

2 个手术站点通过 5G 无线网络(中国联通协助完成 1 例,中国移动协助完成 28 例)连接,带宽为每秒 100 兆比特(100 Mbps)。5G 客户端设备(CPE)是在 2 个手术站点的 5G 无线网络和局域网(LAN)之间交换连接的媒介,机器人系统通过 1 个连接到 CPE 室内网线。通过使用 2 个终端上的 Packet Internet Groper (Ping)命令的反馈值来监控网络延迟和丢失数据包的数量/速率。互联网防火墙确保数据传输的安全性和私密性。同时建立专用电缆,以备万一发生意外故障可紧急启用。以上所有内容均由手术网络安全团队提供技术支持,包括手术现场技术支持,网关设备、传输设备及无线业务维护,外线基站光缆巡视,后台数据网络监控等,以确保手术顺利完成。

## 1.3 医院准备

### 1.3.1 主系统医院准备

主系统医院设立手术专用区域,将机器人手术系统外科医生控制台安装于手术室专用手术室,进行网络通信设备及安全防护设备、高清音视频交互终端及信息存储等设备的安装。

### 1.3.2 从系统医院准备

将床旁操作系统置于患者各自所在的当地从系统医院手术室,由手术网络安全团队进行网络连接。从系统医院必须满足主系统医院对远程手术环境和设备提出的要求,手术相关设备

能够支持远程医疗服务终端。

## 1.4 手术团队组建及培训

手术团队由医生、护士组成,要求有一定的工作经验和接受足够的培训和严格的测试才有资格参加。主系统医院手术医生须具备≥5 年腹腔镜手术经验并有≥1 年以上机器人手术经验,或至少完成 30 例达芬奇机器人手术;手术助手要求≥3 年腹腔镜手术经验并有≥1 年上达芬奇机器人手术助手经验,或作为机器人手术助手至少完成 30 例机器人手术。从系统医院手术助手须具备≥3 年以上腹腔镜手术经验。所有手术均由同一医生在主系统端进行,从系统端全程有 1 名来自主系统医院的手术助手在患者身旁全程协助、有来自主系统医院的器械护士与巡回护士各 1 人配合手术。同时带教从系统医院手术助手与护士。护士的选取与培训具体如下。

### 1.4.1 手术室护士选取

①主系统医院手术室护士。为确保远程手术配合护士能顺利到达,并能适时替换,共选取 6 人(每 2 人一组)。入选条件:获得中华护理学会手术室专科护士培训证书;5 年以上泌尿外科手术护理配合工作经验;3 年以上机器人手术护理配合工作经验。②从系统医院手术室护士。视从系统医院手术室情况选取 4~6 人。入选条件:获得省级及以上手术室专科护士培训证书;5 年以上泌尿外科手术护理配合工作经验;3 年以上腹腔镜手术护理配合工作经验。

### 1.4.2 手术室护士培训

在手术开展前 1 周进行手术室护士远程手术配合相关理论及操作培训。

#### 1.4.2.1 理论培训

采用多媒体线上授课,培训分为 3 个阶段。第 1 阶段由机器人公司专职讲师(工程师)授课,内容包括①“MicroHand S”国产手术机器人系统准备;②远程手术手术间布局;③床旁机械臂系统置入路径及对接;④术前、术中、术后机器人手术系统相关应用技巧及安全使用;⑤紧急故障应急处置;⑥手术器械组装及术后处置。第 2 阶段由主系统医院远程手术医生讲授机器人腹腔镜下肾切除手术的手术方式、物品及耗材准备、手术步骤及每一步骤的关键点,巡回护士及器械护士的配合要求等。第 3 阶段由主系统医院手术室护士对从系统医院护士进行腹腔镜及开放肾切除手术护理配合要点、手术体位安置及关注要点、无菌原则及肿瘤隔离观念、术中低体温预防及深静脉血栓防护、术中紧急情况中转非机器人手术时应急处置等理论知识培训。为保证培训效果,采用清单管理模式<sup>[9]</sup>。连续 5 d,每天 1.5 h,共计 7.5 h。每次培训结束前由授课老师通过现场提问评价培训效果。理论培训阶段结束后次日、操作培训前以问卷星形式进行理论考核,85 分以上为合格,可进入操作培训阶段。

#### 1.4.2.2 操作培训

①主系统医院手术室护士培

训。机器人手术系统外科医生控制台(主系统)及培训专用床旁操作系统(从系统)均放置于主系统医院手术室。手术前1~2 d,由机器人公司专职讲师进行系统操作培训,包括机器人系统开关机流程、床旁机械臂系统保护罩的安装与拆卸、系统对接、机械臂收拢、器械安装传递、系统报警识别及故障处理。②模拟手术<sup>[10]</sup>。远程手术医生及其助手与专职讲师共同围绕讲授内容设计及模拟手术场景,与手术室护士共同完成肾切除手术的医护配合、体位摆放(由接受培训者扮演患者)、手术间布局、床旁机械臂系统对接,紧急中转腹腔镜或开放手术的仿真情景。集中操作演示培训1 h,每人再分别操作练习15 min,完成规定培训时间后进行操作考核,由专职讲师及手术医生通过主观法进行评分,90分以上为合格,方可参加远程手术护理配合。③从系统医院手术室护士培训。床旁操作系统(从系统)放置于从系统医院手术室,由机器人专职讲师进行机器人系统操作培训(同主系统医院),并观看医护配合模拟手术场景培训视频2次;手术前1 d,主系统医院手术助手与手术护士到达从系统医院,与从系统医院手术护士共同完成模拟手术场景培训与考核,由专职讲师、主系统医院手术助手及手术护士三方共同评分,90分以上为合格,可在主系统医院手术护士指导下共同完成远程手术护理配合。

**1.5 手术方法及结局** 患者全身麻醉后,从系统医院的手术团队与工程师保障团队同时分别开展准备工作。主系统医院手术助手、手术室护士常规术区消毒铺巾后建立穿刺通道,根据需要建立4~5个Trocar;工程师保障团队启动设备并调试网络情况及机器人运行情况,确保安全后为机械臂套无菌保护套,并协助手术助手将操作器械与机械臂连接后置入建好的Trocar内完成装机,机器人手术正式开始。所有操作均由主系统手术医生通过控制台远程操纵机械臂完成,手术助手仅控制吸引器及夹闭血管,直至将患肾完整切除。患肾切除后,床旁机器人系统撤离,由手术助手取出标本、退出Trocar、缝合伤口,手术结束。从系统医院的手术助手与护士全程协助与配合主系统医院医护人员操作,同时认真观摩与学习。本组29例均成功完成手术,手术时间44~120 min,平均68.52 min;无中转腹腔镜或开腹手术。手术全过程网络通信流畅稳定。术毕均顺利返回病房,未发生手术相关并发症,住院5~14 d,平均8.28 d;伤口1级愈合出院。

## 2 护理配合

### 2.1 术前评估与准备

**2.1.1 从系统医院评估** 远程手术的开展所涉及的从系统医院的手术室建设及手术开展情况往往存在较大差异。在进行远程手术前,与每所从系统医院建立独立微信群,微信群人员涵盖双方医院的手术医

生、手术室护士长、供应室护士长、参与手术的手术室护士,以图片形式呈现从系统医院的设备、器械、耗材情况,用于评估从系统医院手术室预先做好的前期准备工作,及与主系统医院手术医生习惯的匹配程度。为保障远程手术安全进行,主系统医院要设立调配备用设备,与从系统医院提前沟通确认所需手术设备的品牌型号等,做好远程手术的准备,必要时借用或提前购置满足手术需要。本研究中9所从系统医院的相关器械耗材配备基本与主系统医院一致,满足远程手术需求。

**2.1.2 患者准备** 手术前1 d由从系统医院巡回护士访视患者,让患者了解手术目的、麻醉方法、手术前准备要点,做好患者和家属对远程手术担忧顾虑的心理护理,通过通俗易懂的语言并辅助图文并茂的形式,讲解远程手术方法、优点及安全性,减轻患者心理负担,以积极的心态配合远程手术。术日热情接待患者,双人核对无误后,于健侧上肢建立静脉通道,完成全身麻醉后,留置导尿管并妥善固定。

### 2.1.3 手术间及用物准备

**2.1.3.1 手术间准备** 手术在洁净层流手术间进行,面积要求 $\geq 40 \text{ m}^2$ ,便于机器人手术系统、常规手术设备合理布局。控制参观人员 $\leq 3$ 人,手术开始后非必要禁止工作人员出入。

**2.1.3.2 用物准备** 根据对从系统医院设备、器械、耗材的前期评估,完善术前用物准备。①常规手术设备。高频电刀、超声刀,并同时须准备好高清腹腔镜设备以备中转腹腔镜手术使用。②手术器械。各从系统医院手术器械差异性较大,对此,采用基础器械清单式管理模式,简明扼要,达到多所医院统一,保障手术安全顺利完成。包括机器人手术器械、常规开腹手术器械、腹腔镜手术器械等,以保障特殊情形下中转腹腔镜或开放手术使用。③手术耗材。根据手术医生习惯及手术要求准备相应耗材,包括各型号血管夹、一次性穿刺器(10 mm、12 mm)、引流管、腔镜用手术标本袋、一次性气腹针等。对从系统医院没有的耗材与手术医生沟通替代耗材,无法替代的建议从系统医院提前购置满足手术需求。

## 2.2 术中护理

为全面保障远程手术患者安全,主系统医院选取2名经验丰富的泌尿外科专科护士(巡回护士及器械护士各1名)前往从系统医院协助手术,完成对从系统医院手术室护士的现场培训与指导。

**2.2.1 巡回护士配合** ①合理规范手术间布局。根据手术间特点及手术侧别要求,合理规划安置远程手术用的仪器、设备位置;注意安全防护<sup>[11]</sup>。机器人的床旁操作系统(从系统)放置于患者背侧手术区域,成像系统靠近患者背侧手术床头侧前方。另需备好高频电刀、超声刀等常规手术设备放于手术床旁,网络相关设备置于手术间周边区,不影响手术操作及手术

设备正常使用。②体位管理。患者采取 70~80°健侧卧位,头下置头枕,高度平下侧肩高,使颈椎处于水平位置。腹部贴近手术床边缘,腋下距肩峰 10 cm 处垫胸垫,背侧肩胛区和臀部分别垫软枕,用挡板固定<sup>[12]</sup>。健侧下肢自然屈曲(<45°),患侧下肢伸直,两腿之间垫软枕,骨隆突处注意使用海绵垫加以保护,避免受压。健侧上肢放置于托手板上,远端关节略高于近端关节。患侧上肢屈曲呈抱球状置于可调节托手架上,远端关节略低于近端关节,双上肢略向头端弯曲倾斜。骨盆距离手术区域 20 cm 处用约束带妥善固定(离手术野至少 15 cm)。安置麻醉护架时,高度距患者身体 10~15 cm,向头端倾斜 20~30°,以增大手术患者腹部区域手术助手操作范围。小腿和双上肢用约束带固定,松紧适宜(以容纳一指为宜)。手术体位固定牢固,并保持肢体功能位;避免局部皮肤长时间受压,预防压力性损伤发生。③仪器设备连接与使用。协助器械护士安装手术机器人机械臂无菌保护套及摄像光源系统连线,并与工程师、手术医生共同完成机器人对接。完成机器人超声刀检测后更换脚踏板连线,过程中注意及时沟通并告知手术医生可正常使用。④防范低体温及下肢深静脉血栓。注意保暖,防止术中发生低体温<sup>[13]</sup>;遵医嘱行术中肢体加压,预防下肢深静脉血栓的发生。⑤其他。术中做好工作人员管控,防止交叉感染;密切关注手术进程,做好应对中转腹腔镜或开腹手术准备;全程注意观察机器人系统或网络系统信号,发现异常及时报告。

**2.2.2 器械护士配合** ①根据器械准备清单提前备好机器人专用手术器械及常规手术器械,熟练掌握机器人手术器械性能及组装。并将中转腹腔镜或开放手术器械备齐放于手术间备用。②提前 30 min 刷手,铺无菌器械车,在巡回护士协助下安装机器人机械臂无菌保护套。③术中无菌无瘤技术的配合。肾肿瘤切除前后均须严格执行无瘤隔离操作,取出肿瘤时器械护士备好手术标本袋,防止肿瘤种植转移和切口感染。④及时准确传递手术器械,全神贯注配合手术。

### 2.3 术后处置

**2.3.1 巡回护士术后处置** 手术结束后,协助器械护士撤除机器人系统机械臂保护套,整理设备及连线,如术中出现设备或网络故障应及时记录反馈,并进行相关不良事件上报。与从系统医院手术助手、麻醉医生、巡回护士共同护送患者到恢复室。由从系统医院巡回护士对患者进行术后随访,关注手术转归及了解心理状态。

**2.3.2 器械护士术后处置** 术中使用手术器械种类繁多,机器人手术器械在构造和拆装清洗时和常规腹腔镜器械存在较大差异,与达芬奇机器人手术器械也存在构造和要求上的不同,器械护士要熟知其构造和拆装分装流程,与供应室护士双人进行面对面交接,保

证手术器械数量正确,性能正常。

### 3 小结

5G 技术辅助机器人远程手术的开展,为医疗技术与资源受限地区的患者提供了同质性优质医疗服务,同时帮助基层医院拓宽了医疗服务范畴,有利于提高医疗护理服务水平。通过 29 例远程手术的经验总结,认为 4 个关键要素是手术顺利开展的保障:稳定的数据传输,安全可靠的机器人系统,技术精湛的术者,熟练默契的护理配合与手术室统筹管理。在主系统、从系统医院手术室之间的有效配合与分工、人与机器协调方面,仍有很大的改进空间,今后我们将不断探索,创新护理模式,使 5G 技术辅助机器人远程手术配合更优质高效。

#### 参考文献:

- [1] 曲鑫,潘琳,刘威,等. 5G 技术在康复医学领域的应用及进展[J]. 机器人外科学杂志(中英文),2021,2(3):213-219.
- [2] 刘荣,赵国栋,孙玉宁,等. 5G 远程机器人手术动物实验研究[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版),2019,12(1):45-48.
- [3] Al-Jabir A, Kerwan A, Nicola M, et al. Impact of the Coronavirus (COVID-19) pandemic on surgical practice—Part 2 (surgical prioritisation)[J]. Int J Surg, 2020, 79: 233-248.
- [4] Al-Jabir A, Kerwan A, Nicola M, et al. Impact of the Coronavirus (COVID-19) pandemic on surgical practice—Part 1[J]. Int J Surg, 2020, 79:168-179.
- [5] Arora S, Allahbadia G N. Telesurgery: windows of opportunity[J]. Int J Health Sci (Qassim), 2007, 1(1):81-88.
- [6] 赵刚,王能才,韦哲,等. 基于 5G 的移动通讯技术在远程医疗中的应用[J]. 中国医学装备, 2020, 17(10):8-11.
- [7] 中国临床肿瘤学会指南工作委员会. 中国临床肿瘤学会(CSCO)肾癌诊疗指南 2020[M]. 北京:人民卫生出版社, 2020:3-31,91-96.
- [8] Ljungberg B, Albiges L, Abu-Ghanem Y, et al. European Association of Urology guidelines on renal cell carcinoma: the 2022 update[J]. Eur Urol, 2022. Doi: 10.1016/j.eururo. 2022. 03. 006.
- [9] 沈小芬,石泽亚,周毅峰,等. 达芬奇机器人手术护士基于清单管理的培训[J]. 护理学杂志, 2022, 37(8):34-36.
- [10] 喻晓芬,王知非. 医护团队仿真模拟配合机器人手术的方法及效果[J]. 中华护理杂志, 2016, 51(8):943-946.
- [11] 申培培,张琼,吕雪青,等. 达芬奇手术机器人术中故障发生原因及改进措施[J]. 护理学杂志, 2017, 32(12):50-51.
- [12] 郭莉. 手术室护理实践指南[M]. 北京:人民卫生出版社, 2021:48-50.
- [13] 杨霞,李国宏,崔颖. 泌尿外科达芬奇机器人手术患者术中低体温风险预测模型的构建及应用研究[J]. 解放军护理杂志, 2021, 38(9):33-36.