

机器人手术系统在手术室护理领域的应用与研究进展

秦佳楠, 张玉仪, 陈巧贞, 周璃

(南京医科大学附属无锡人民医院手术室 江苏 无锡 214023)

摘要 本研究介绍了机器人手术系统的基本信息, 阐述了其在手术室护理领域的围术期护理、手术室管理、教育培训、护士体验等方面的研究进展, 提出了目前机器人手术系统应用过程中遇到的困境和未来研究的方向, 以期为今后机器人手术系统在护理领域的深入发展提供基础信息。

关键词 机器人手术系统; 手术室护理; 手术安全

中图分类号 R608 R612 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2025) 04-0607-06

Application and research progress of robotic surgical systems in operating room nursing

QIN Jianan, ZHANG Yuyi, CHEN Qiaozhen, ZHOU Li

(Operating Room, Wuxi People's Hospital Affiliated to Njing Medical University, Wuxi 214023, China)

Abstract The basic features of the robotic surgical system were presented, and its research advances in the areas of perioperative care, operating room management, education and training, and the experience of operating room nurses were demonstrated in this paper. Meanwhile, the challenges faced at present and future directions were analyzed, hoping to provide fundamental insights for the subsequent study of robotic surgical system.

Key words Robotic Surgical Systems; Operating Room Nursing; Surgical Safety

随着医工融合不断深入, 手术设备迭代更新, 机器人手术系统自 20 世纪 80 年代应用于临床以来, 已在外科手术的多个亚专科领域得到广泛应用^[1-2]。作为外科治疗领域的重大技术突破, 机器人手术系统安全、平稳、高效的运行离不开护士的参与, 这意味着手术护士不仅需要具备深厚的理论基础, 还需要应对最新的技术挑战。近年来, 越来越多的卫生保健人员开始着眼于护士在机器人辅助手术围术期的相关研究^[3-5]。本研究旨在通过文献回顾的方式, 梳理机器人手术系统在手术室护理领域的应用进展, 以期为其未来在卫生保健领域的研究方向提供一定的参考。

1 机器人手术系统简介

机器人手术系统的应用最早可以追溯到 1967 年 George 发明的机械手臂。在 20 世纪 70 年代, 研发机器人手术系统的最初目的主要是用于美国的军事与航空航天项目^[6]。20 世纪末, 机器人手术系统逐渐应用到临床^[7], Da Vinci、Avatera、Hinotori、Revo-i、Senhance、Versius 和 Surgenius 等不同品牌的手术机器人应运而生。国际上, 机器人手术系统初期主要用于组织活检、肿块切除等手术的尝试。而如今, 该系统已能成熟用于关节置换、肿瘤根治, 乃至器官移植, 机器人手术系统的发展在这三十年内实现了质的飞跃^[8-9]。在国内, 国产机器人手术系

基金项目: 无锡市医学发展学科基金 (FZXK2021001); 无锡市人民医院“雁阵人才”计划 (2024-YZHL-HBDTR-QJN-2024)

Foundation Item: Medical Development Discipline Foundation of Wuxi City(FZXK2021001); Yanzhen Talent Plan of Wuxi People's Hospital (2024-YZHL-HBDTR-QJN-2024)

引用格式: 秦佳楠, 张玉仪, 陈巧贞, 等. 机器人手术系统在手术室护理领域的应用与研究进展 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2025, 6(4): 607-612.

Citation: QIN J N, ZHANG Y Y, CHEN Q Z, et al. Application and research progress of robotic surgical systems in operating room nursing[J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2025, 6(4): 607-612.

通讯作者 (Corresponding Author): 周璃 (ZHOU Li), Email: 614378975@qq.com

统的研发尚处在起步阶段,最早于1997年由北京航空航天大学牵头多家高校、科研院所、科技企业联合开展。近年来,随着骨科手术的“天玑”、神经外科手术的“睿米”、普适手术的“妙手”等国产机器人手术系统相继问世,标志着我国自主研发的机器人手术系统取得了阶段性的成效^[10],但距离临床成熟应用还有一定差距,目前,应用最广泛的仍然是美国Intuitive Surgical公司生产的Da Vinci机器人手术系统^[10]。该机器人手术系统由医生操作台、患者床旁车、图像系统车三大部分组成,这三大部分的有效连接、数据传输等是机器人辅助手术安全开展的关键保障。机器人手术系统凭借放大的裸眼高清三维成像系统、多关节广角度的旋转机械臂,克服了传统腹腔镜手术现存的视野限制、直钳关节受限、医生操作震颤等技术问题,受到了国内外许多外科医生的青睐,广泛应用于胸外手术^[11]、普外手术^[12]、肝胆手术^[13-14]、泌尿外科手术^[15]、妇科手术^[16]、口腔手术^[17]、甲状腺手术^[18]、儿科手术^[19]、移植手术^[9]等多个外科亚专科领域。本研究主要以达芬奇机器人手术系统为例进行阐述。

2 机器人手术系统在手术室护理领域的应用

2.1 围术期护理

2.1.1 手术配合 机器人手术系统作为内窥镜辅助的手术工具,在手术室护理领域的研究主要集中在手术配合方面。机器人手术系统辅助的手术配合,主要包括术前访视、术前评估、术前准备(人员准备、仪器设备准备、耗材准备)、术中配合(洗手护士配合、巡回护士配合)、术后整理、突发事件应对等几个方面。与常规开放手术、传统腹腔镜手术最大的区别是机器人手术系统设备和相关器械的选择与准备。手术室护士在术前应检查机器人手术系统所在空间和环境是否符合要求^[20],机器人手术系统三大设备是否妥善连接、是否自检合格、专用内窥镜(角度)和操作器械选择是否符合手术和术者需要^[21]。同时,还应套好机器人机械臂等保护套,将患者床旁车推至术野中心定位点^[22]。这一系列操作也是较其他类型手术复杂、耗时的部分,手术室护士做出的减少术前准备时间的相关措施可以在一定程度上缩短手术时间,降低医疗成本,减少并发症的发生^[23]。

首先,术前需要充分掌握患者的病情和心理状态,给予患者必要的情感支持,减少负性情绪的发生;根据不同手术配备相应的亚专科护士,提供对应的机器人操作器械,提高手术配合质量和效率;同时,根据手术部位的不同,妥善安置体位,合理空间布局,选择合适操作界面,利于患者床旁车和机械臂的活动。术中,洗手护士应协助手术助手完成机械臂的对接和线缆的连接,及时、准确地提供合适的机器人操作器械和传统腔镜器械,紧密配合,掌握可能出现突发情况的应对技能,如紧急撤机、撤除机械臂、迅速转为开放手术等;巡回护士应观察患者是否出现皮下气肿、机械压伤等情况,观察机器人手术系统的运行情况并做记录,与术者、手术助手、洗手护士做好充分沟通。术后,洗手护士应配合手术助手安全、高效地撤除机械臂,妥善放置撤下的机器人内窥镜和器械;巡回护士迅速根据操作程序检查、收回机械臂,并观察患者是否出现低体温、压力性损伤、皮下气肿等。

2.1.2 专科技能 机器人辅助手术与传统腹腔镜手术有一定的相似之处,但相关操作仍有别于传统手术。

①仪器设备的使用:手术室护士作为机器人设备的使用者之一,需要经过专业的规范化培训,掌握机器人设备使用流程和简单故障的处理方法。②器械的检查和维护:在机器人辅助手术进行前后,手术室护士需检查操作器械的使用寿命和操作性能,检查器械完整性,保证手术安全。③手术体位摆放:由于机器人辅助手术术中无法任意改变患者体位,以及机械对接的需要,手术室护士需要对传统的体位摆放进行改良。如蔡桂芬等人^[24]通过多学科团队协作,改良了机器人辅助腹腔镜全膀胱切除回肠膀胱术的手术体位,显著提高了舒适度,减少了并发症的发生。同时,从约束用具制作、摆放准备、摆放步骤等角度进行了图文并茂的详尽说明,以期进一步推广。同样也有研究着眼于儿童手术的体位改良^[25]。还有一些研究聚焦于并发症的管理,AN X S等人^[26]运用术前评估、下肢肌肉锻炼、上肢穿刺等综合护理措施来降低术后下肢深静脉血栓的发生率,发现这些措施能够较好地降低机器人辅助腔镜手术患者下肢深静脉血栓的形成。手术体位

摆放的适应性改良能够不断适应机器人手术系统等新技术革新,改善患者体验,降低并发症的发生率。

2.2 手术室管理

2.2.1 团队建设 机器人手术系统团队建设中最突出的两点为有效沟通和共享决策。①有效沟通:手术团队之间的有效沟通可以显著降低手术不良事件的发生率^[27]。Schiff L 等人^[28]的研究显示,由于手术间设备的噪音、机器人系统的麦克风通信中断、对参与手术的人员不熟悉等,手术医生往往要花费较多的时间和次数与手术室护士和手术助手进行沟通。同时,手术医生远离患者,对手术的控制感下降,在一定程度上也对患者安全造成了较大影响。Sexton K 等人^[29]通过观察不同机器人辅助手术的录像,分析语言和动作结合问卷调查,发现团队之间的有效沟通、熟悉程度越好,手术室时间越短,不良事件也越少,同时对工作人员的安全和职业满意度也有积极的影响。②共享决策:手术团队最基本也是首要目标即保证患者手术全程的安全。Randell R 等人^[30]的研究表明,审慎、精心地组建机器人手术护理团队可以提高手术经验积累的速度,全团队的共同训练也能够提高工作的效率、团队的信心和对彼此的信任,最终将在手术效率和患者安全上得以正向的反馈。在外科医生和麻醉医生看来,以护士为主导的手术体位的摆放、物品的准备、设备的对接、并发症的预防也是团队共同决策的工作,因为这些决策和行动的结果能够有效地降低手术时长和手术并发症发生的可能性^[31-32],而这一结果是整个手术团队所共同关注的问题。

2.2.2 空间布局 机器人手术系统包含三件大型设备,这些设备给手术间的空间布局带来了新的挑战。不少研究建议机器人手术系统应固定放置在专用手术间,对手术间的机器人设备、麻醉设备、手术床及其他辅助设备重新设计和布局,并预留人员走动的空间^[33-34]。同时,在对空间布局进行重设时,还应预留培训、参观人员的空间。考虑到机器人设备之间通过电缆连接后可能不利于其他设备的移动,因此,应在患者入手术间之前将机器人设备和辅助设备按照不同手术的需要进行布局,避免仪器设备和缆线的损坏,同时建议使用可视化的空间布局图

来增加可操作性^[35]。Ahmad N 等人^[36]通过观察 10 例机器人辅助前列腺癌根治术发现,每台手术护士近 290 次行动是围绕机器人手术系统进行的,而其中有 50% 的行为动作是可以通过合理的空间布局避免的。首先,实施定点定位摆放。对于机器人的主要设备、手术所需的高频电刀、超声刀主机等可以绘制地标线,按照地标线位置摆放。同时,手术人员根据手术差异设定相对固定的站位,为参观学习人员设定固定的观摩区域。其次,设定人机行动路径。机器人手术系统所在手术间往往设备繁多、线缆密集,手术室护士可以基于常见手术流程,制定若干常见手术的设备、人员、器械车的行动路线,以地标线形式提示使用者,提高手术效率,保证患者安全的同时避免损坏设备和器械。最后,强化集中集束化管理。手术间的仪器设备在使用时应保留足够空间的前提下尽量靠近患者,既保证了设备连接的可靠,也为手术间提供了更多的空间。同时,由于线缆众多且极为重要,在布局时可以借助人手术间上方轨道架进行集中排线布局,如接地走线,使用地线槽保护线缆并集束化管理。由此可见,空间布局的设计长期影响着手术间的设备运行、人员走动、沟通交流、影像视野等,对于以技术设备为基础的机器人手术系统而言,优化空间布局将是手术室护士提高护理质量的基本良方。

2.2.3 器械管理 ①清单管理。机器人手术器械作为现代医学工程高端科技研发成果,其多元的分类、复杂的结构、昂贵的造价等都要求手术室护士做好日常使用与管理。最常见的是清单式管理。国内外学者针对机器人手术器械清点、使用、清洗、灭菌等重要环节设立了相应的清单式管理方案,要求此项工作由经过培训、符合资质的人员进行,推荐记录患者信息、知情同意情况、手术信息、器械使用情况、灭菌消毒情况等,既是对患者权益的保护,也是对护士工作的法律保障^[35, 37]。②清洗灭菌。在日常清洗灭菌时,应在厂家提供的使用说明基础上结合《医疗机构消毒技术规范》和院内流程对不同的器械分类处理。目前对于内窥镜的处理方式主要是用软布蘸取酶制剂或酒精进行擦拭,再用软化水不断冲洗。但由于内窥镜部分结构复杂,仅擦拭很

难做到彻底清洁,其清洁效果受到了质疑^[7]。张东芳等人^[38]根据内窥镜设计结构用酶制剂浸泡、擦拭、软化水冲洗相结合的方式进行清洁,并使用低温等离子灭菌技术进行灭菌,避免了镜头密闭性的破坏和导光束的老化,成效显著。机器人操作器械由于构造复杂、零件较多、管腔深邃且常常在细微处粘附人体组织的特点,一直是清洁的难点和重点。研究显示,仅依靠厂家提供的使用说明很难做到彻底清洁^[39-40]。国内外学者为此也设计了符合机器人手术器械清洗的喷淋装置、刷洗设备,结合机洗和人洗提高清洗的质量^[38, 41],并通过量化的评价指标进行评价^[7]。随着微创手术的快速发展,手术器械的重要性日益彰显。手术室亟需对结构精巧、造价昂贵的机器人手术器械进行精细化管理。器械使用时,应完善器械档案,建立规范制度,对于器械的领取、使用、交接、回收等环节做好登记,如纸质登记、二维码扫描等方式,便于追溯,提高管理质量。器械清洗时,应梳理现有流程,改进工作方案,注意交接检查,轻拿轻放。对于器械清洗的工勤员应做好充分培训,定期检查,强化职业素养,避免因器械清洗或消毒质量问题影响手术进展,增加患者痛苦。综上,对于机器人手术器械的日常管理应建立健全制度、梳理细化流程,实施科学处置、强化质量控制。

2.2.4 流程再造 机器人手术系统的临床应用给现有的流程体系带来了巨大的冲击,优化现有流程势在必行。从人员上看,Schuessler Z等人^[42]通过半结构化访谈的形式探索机器人手术系统等技术革新给手术室护士带来的挑战时,发现护士对于机器人手术系统以及相应的工作流程的认知对患者的预后具有重要影响。从设备上,看,Tapper A等人^[43]通过分析机器人手术设备故障报告发现,机器人设备故障发生率为6.2%,而通过流程再造能够显著降低设备的故障发生率和器械报损率。目前已有与游戏相结合的奥林匹克合作项目^[44]、基于流程再造的标准护理方案构建^[45-46]、基于信息追溯系统的风险干预流程^[47]、基于条形码的器械管理方案^[48]、手术护理配合考核流程设计^[49]等研究。值得注意的是,新技术的应用与发展是收益与风险并存的,机器人手术系

统较其他腔镜手术而言有着较长的对接/撤机时间,给术中紧急情况中转开腹带来了新的难题。设立标准化、流程化的护理方案能够给予护士明确的操作程序,增加应对紧急情况的科学性和规范性,保障护理安全与质量^[50]。

2.3 教育培训 手术室护士要保障机器人手术系统的正常运行,就需要接受全面的高质量培训。然而,实际情况并不尽然。在华南地区进行的一项机器人专科护士培训需求调查显示,79.34%的专科护士认为接受机器人辅助手术临床培训是非常有必要的,却仅有40.5%的专科护士赴实践基地进行专业化的理论和实践培训^[51]。Silveira Thomas Porto C等人^[52]的研究也得出相似的结果,手术室护士对机器人辅助手术培训持十分积极的态度,事实上,只有35.8%的护士接受过完整的机器人辅助手术系统化的培训。目前,机器人专科护士的培训主要是理论和实践相结合的形式,立足临床实践需求,培养护士核心能力。沈小芬等人^[53]利用清单管理模式对所培训内容进行程序化拆解,逐个完成,发现能够更加高效调动护士的主动性,准确地完成手术配合,大大降低了机器人术前准备和对接机械臂的时间,保障手术顺利完成。此外,还有不少研究聚焦于医护合作式培训、模块化培训模式、情景模拟式培训、六西格玛管理模式培训等不同的培训方式。建立标准化的培训模式能够降低手术中断事件的发生率,增加护士实践的信心,建立良好的理论和实践基础^[54]。

2.4 护士体验 复杂的机器人手术系统使得护士需要不断面对新的挑战,熟练掌握操作技能,才能安全高效地完成护理工作。机器人手术专科护士已成为手术的主导者之一,这也使得护士面临巨大的压力,一些护士甚至不能够明确表达自己的职责和工作内容^[3]。一项质性研究的结果显示,手术室护士的经验能够在一定程度上帮助其面对压力、不确定性和新技术带来的挑战^[3]。此外,国内外护士在接受访谈时均提出,现行的师徒带教模式已经不能够适应机器人辅助手术的教学需要,且护士无法在短期内掌握如此庞杂的知识体系和操作技能,需要设立更全面、更深入、更长期的团队合作式培训计划^[3, 55-56]。当前,医院和厂家更注重医生的系统化

培训,往往忽视手术室护士的理论和技能培训,这将直接影响其工作能力和手术配合质量,更影响患者手术安全。

3 困境与展望

机器人手术系统的使用方兴未艾,技术迭代更新带来的医学技术进步同样也伴随着一些临床问题的出现。文献显示,机器人辅助手术使用有既定的步骤和程序,手术室团队在使用该系统进行辅助手术时,往往比其他腔镜或开放类手术需要更多的时间,大大降低了手术效率,增加了医疗成本^[57]。作为护理工作的基本要素,患者安全涉及皮肤损伤、体位调整、物品清点、器械相关损伤等方方面面,护士需要将学习的理论知识、操作技能、应急处置等与机器人辅助手术的实际相结合,这也导致护士在应对时处于紧张的状态,对患者安全造成了一定负面影响。系统评价显示,手术室护士亟需标准化、系统化的长期培训,明确团队成员的工作职责和作品内容,才能提高机器人手术效率,保障患者安全。同时,也能建立一个压力较小的工作环境,使团队成员和谐工作,有利于更快速、准确、妥善地处理各类紧急问题^[58]。

机器人手术系统的运用是手术室护士的基本技术工作。然而,护理学科的研究对象是人,而非机器。大量高精尖设备的使用会使护士的注意力转移到仪器设备的使用上,患者的手术安全和护理质量往往未被足够重视^[59]。同时,手术机器人大型设备的使用、沟通的障碍在一定程度上降低了手术室护士的参与感,增加了护士孤立、脱离、焦虑等负性情绪的发生,影响了手术安全^[58]。在机器人手术团队中,有效沟通和通力合作往往是共享决策和患者安全的基石,前期的培训、完善的准备、紧密的配合、妥善的处置等措施,使得团队成员能够娴熟地应对机器人手术系统,将护士的工作重点逐步回到患者身上,回归手术安全和护理质量。

综上,机器人手术系统作为一项先进的医疗技术已被广泛应用于外科治疗的各领域,其强大的辅助功能能够协助医护人员解决临床操作中的实际问题,改善患者预后。然而手术室护理的相关研究尚在起步阶段,主要集中在基础的临床护理与管理、

培训与考核,聚焦于患者安全和手术效率等方面。但对于机器人手术系统的应用与发展,如5G远程手术、患者需求、护理质量等方面的研究却鲜有报道。广大手术室护理人员可以以此为支点,借助本研究梳理的基础信息,推动机器人手术系统在手术室护理领域的深入、长足发展。

利益冲突声明: 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明: 秦佳楠负责论文撰写;张玉仪负责选题设计;陈巧贞负责论文的核查与修改;周瑞负责论文方向的设计与把控。

参考文献

- [1] George E I, Brand T C, Laporta A, et al. Origins of robotic surgery: from skepticism to standard of care[J]. JSLS, 2018, 22(4): e2018.00039.
- [2] 周兴国,丁印鲁.达芬奇机器人手术系统在胃癌中的应用进展[J].中国现代普通外科进展,2023,26(6): 452-455.
- [3] Uslu Y, Altınbaş Y, Özeran T, et al. The process of nurse adaptation to robotic surgery: a qualitative study[J]. Int J Med Robot, 2019, 15(4): e1996.
- [4] Kang M J, de Gagne J C, Kang H S. Perioperative nurses' work experience with robotic surgery: a focus group study[J]. Comput Inform Nurs, 2016, 34(4): 152-158.
- [5] Steffens D, McBride K E, Roberts R, et al. Evolving experience of operating theatre staff with the implementation of robotic-assisted surgery in the public sector[J]. Australian Health Review, 2020, 44(4): 624-629.
- [6] 赵金燕,公丕军,白莉,等.机器人手术在妇产科的应用现状及未来[J].机器人外科学杂志(中英文),2023,4(1): 1-11.
- [7] 吴岫霏,寇红艳,周燧,等.机器人手术器械清洗管理研究进展[J].护理学杂志,2023,38(20): 121-125.
- [8] Kwok Y S, HOU J, Jonckheere E A, et al. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery[J]. IEEE Trans Biomed Eng, 1988, 35(2): 153-160.
- [9] 姜玲,甘晓琴,裴皓玉,等.机器人辅助腹腔镜亲属肾移植术4例手术配合[J].现代医药卫生,2023,39(2): 354-357.
- [10] Alip S L, Kim J, Rha K H, et al. Future platforms of robotic surgery[J]. Urol Clin North Am, 2022, 49(1): 23-38.
- [11] 叶赐君,林志远,杨永刚,等.达芬奇机器人辅助下食管癌三切口根治术联合右肾部分切除术治疗1例多脏器肿瘤患者的手术护理配合体会[J].临床医学研究与实践,2023,8(25): 5-8.
- [12] 刘捷,王钧.机器人辅助腹腔镜联合胃镜切除胃间质瘤的手术配合体会[J].机器人外科学杂志(中英文),2023,4(6): 561-566.
- [13] 秦雯,朱琴.80例单辅助孔达芬奇机器人肝切除手术的护理配合[J].全科护理,2023,21(9): 1212-1215.
- [14] 秦雯,朱琴,阙秀云.1例达芬奇机器人辅助下“镜面人”患者胆管结石取石一期成型术的护理[J].当代护士(中旬刊),2022,29(11): 132-135.
- [15] 章桦莉,廖丽萍,徐欣,等.单孔经会阴机器人辅助前列腺癌根治术的护理配合[J].循证护理,2023,9(3): 493-496.
- [16] 邓艳,张玲琳,袁汝媚,等.达芬奇机器人单孔腹腔镜子宫内腺癌全面分期手术的护理配合[J].重庆医科大学学报,2020,45(12): 1681-1684.
- [17] 顾雯,赵大庆,师文.机器人辅助经口腔切除下咽部肿瘤的手术配合[J].机器人外科学杂志(中英文),2023,4(6): 556-560.
- [18] 王象,张强.达芬奇机器人辅助甲状腺切除加颈淋巴结清扫的手术护理配合[J].天津护理,2023,31(3): 307-310.
- [19] 张琼,赵杭燕,刘喜旺,等.达芬奇机器人手术治疗儿童动脉导管未

- 闭日间手术 48 例的护理体会[J]. 护理与康复, 2023, 22(7): 81–83.
- [20] Ulmer B C. Best practices for minimally invasive procedures[J]. AORN Journal, 2010, 91(5): 558–572.
- [21] 冯新新, 张海伟. 达芬奇辅助左半结肠癌根治全腔内重叠侧侧吻合术的护理配合[J]. 中国微创外科杂志, 2023, 23(9): 718–720.
- [22] Sarmanian J D. Robot-assisted thoracic surgery (RATS): perioperative nursing professional development program[J]. AORN Journal, 2015, 102(3): 241–253.
- [23] de Lambert G, Fourcade L, Centi J, et al. How to successfully implement a robotic pediatric surgery program: lessons learned after 96 procedures[J]. Surgical Endoscopy, 2013, 27(6): 2137–2144.
- [24] 蔡桂芬, 陈雪莉, 隋永领. 改良体位护理在机器人辅助腹腔镜膀胱全切回肠膀胱术中的体会[J]. 腹腔镜外科杂志, 2022, 27(10): 797–798.
- [25] 廖淑芬, 潘鹏飞, 陈旭, 等. 小儿麻痹后遗症患者机器人辅助肾肿瘤根治术的体位探讨[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2023, 4(1): 63–68.
- [26] AN X S, ZHOU J Y, MA X N, et al. Nursing intervention countermeasures of robot-assisted laparoscopic urological surgery complications[J]. Contrast Media & Molecular Imaging, 2021. DOI: 10.1155/2021/8223941.
- [27] Randell R, Honey S, Hindmarsh J, et al. A realist process evaluation of robot-assisted surgery: integration into routine practice and impacts on communication, collaboration and decision-making[J]. Southampton (UK): NIHR Journals Library, 2017, 5(20). DOI: 10.3310/hsdr05200.
- [28] Schiff L, Tsafir Z, Aoun J, et al. Quality of communication in robotic surgery and surgical outcomes[J]. JSLS, 2016, 20(3): e2016.00026.
- [29] Sexton K, Johnson A, Gotsch A, et al. Anticipation, teamwork and cognitive load: chasing efficiency during robot-assisted surgery[J]. BMJ Qual Saf, 2018, 27(2): 148–154.
- [30] Randell R, Honey S, Alvarado N, et al. Factors supporting and constraining the implementation of robot-assisted surgery: a realist interview study[J]. BMJ Open, 2019, 9(6): e028635.
- [31] Myklebust M V, Storheim H, Hartvik M, et al. Anesthesia professionals' perspectives of teamwork during robotic-assisted surgery[J]. AORN Journal, 2020, 111(1): 87–96.
- [32] Bjoro B, Ballestad I, Rustøen T, et al. Positioning patients for robotic-assisted surgery: A qualitative study of operating room nurses' experiences[J]. Nursing Open, 2023, 10(2): 469–478.
- [33] Palmer K J, Lowe G J, Coughlin G D, et al. Launching a successful robotic surgery program[J]. Journal of Endourology, 2008, 22(4): 819–824.
- [34] Giedelman C, Covas Moschovas M, Bhat S, et al. Establishing a successful robotic surgery program and improving operating room efficiency: literature review and our experience report[J]. Journal of Robotic Surgery, 2021, 15(3): 435–442.
- [35] 李雪静. 机器人手术系统的发展及护理管理策略[J]. 护理学杂志, 2016, 31(4): 108–112.
- [36] Ahmad N, Hussein A A, Cavuoto L, et al. Ambulatory movements, team dynamics and interactions during robot-assisted surgery[J]. BJU International, 2016, 118(1): 132–139.
- [37] Vitoriano L V T, Bridi A C, Silva Junior O C D, et al. Systematization of perioperative nursing care in robotic surgery: instrument validation[J]. Rev Bras Enferm, 2023, 76(Suppl 4)(Suppl 4): e20220666.
- [38] 张东芳, 底瑞青, 郭宏园, 等. 不同清洗方式对达芬奇机器人手术器械清洗质量的影响研究[J]. 护士进修杂志, 2022, 37(7): 650–653.
- [39] Saito Y, Yasuhara H, Murakoshi S, et al. Novel concept of cleanliness of instruments for robotic surgery[J]. J Hosp Infect, 2016, 93(4): 360–361.
- [40] Saito Y, Yasuhara H, Murakoshi S, et al. Challenging residual contamination of instruments for robotic surgery in Japan[J]. Infect Control Hosp Epidemiol, 2017, 38(2): 143–146.
- [41] 王秀丽, 张东芳, 张敏, 等. 品管圈降低达芬奇管腔器械返洗率的实践[J]. 中国消毒学杂志, 2022, 39(2): 107–110.
- [42] Schuessler Z, Scott Stiles A, Mancuso P. Perceptions and experiences of perioperative nurses and nurse anaesthetists in robotic-assisted surgery[J]. Journal of Clinical Nursing, 2020, 29(1–2): 60–74.
- [43] Tapper A, Leale D, Megahan G, et al. Robotic instrument failure—a critical analysis of cause and quality improvement strategies[J]. Urology, 2019. DOI: 10.1016/j.urology.2019.02.052.
- [44] Cohen T N, Anger J T, Kanji F F, et al. A novel approach for engagement in team training in high-technology surgery: the robotic-assisted surgery olympics[J]. Journal of Patient Safety, 2022, 18(6): 570–577.
- [45] 周晓峰, 何茫茫, 樊峻辉, 等. 机器人系统辅助腹腔镜手术术中配合与护理流程的优化整合及其应用[J]. 浙江临床医学, 2021, 23(6): 917–919.
- [46] 田雪梅, 曹劼, 白晓霞, 等. 基于流程再造与德尔菲法的达芬奇机器人手术护理标准方案构建[J]. 安徽医药, 2017, 21(1): 179–182.
- [47] 刘威, 姚卓娅, 耿军辉, 等. 信息化追溯系统风险预警与干预在达芬奇手术器械处理流程中的应用[J]. 中国临床护理, 2022, 14(3): 156–159.
- [48] 钱晨, 张柳柳, 李天夫, 等. 基于条形码的达芬奇手术器械管理流程构建及效果评价[J]. 中国实用护理杂志, 2023, 39(30): 2341–2345.
- [49] 陆彤, 李雪云. 达芬奇机器人手术护理配合考核表的设计与应用[J]. 护理实践与研究, 2020, 17(10): 117–119.
- [50] 喻晓芬, 张纯朋, 洪敏, 等. 腹部手术大出血患者紧急开腹护理预案的构建[J]. 中华护理杂志, 2023, 58(20): 2472–2480.
- [51] 李芸, 曲超然, 叶凤清, 等. 华南地区机器人手术专科护士知行现状 & 培训需求的调查分析[J]. 护士进修杂志, 2023, 38(10): 934–938, 943.
- [52] Silveira Thomas Porto C, Catal E. A comparative study of the opinions, experiences and individual innovativeness characteristics of operating room nurses on robotic surgery[J]. Journal of Advanced Nursing, 2021, 77(12): 4755–4767.
- [53] 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.
- [54] Collins J M, Walsh D S, Hudson J, et al. Implementation of a standardized robotic assistant surgical training curriculum[J]. Journal of Robotic Surgery, 2022, 16(4): 789–797.
- [55] 杨万通, 张秋雯, 穆莉, 等. 护士配合机器人手术体验质性研究的 Meta 整合[J]. 中华护理杂志, 2022, 57(16): 2003–2009.
- [56] 何沛秦, 杨继平, 周毅峰, 等. 达芬奇机器人手术护士学习探索期体验的质性研究[J]. 当代护士, 2023, 30(20): 18–22.
- [57] Catchpole K R, Hallett E, Curtis S, et al. Diagnosing barriers to safety and efficiency in robotic surgery[J]. Ergonomics, 2018, 61(1): 26–39.
- [58] Moloney R, Coffey A, Coffey J C, et al. Nurses' perceptions and experiences of robotic assisted surgery (RAS): an integrative review[J]. Nurse Education in Practice, 2023. DOI: 10.1016/j.nepr.2023.103724.
- [59] Senol Celik S, Ozdemir Koken Z, Canda A E, et al. Experiences of perioperative nurses with robotic-assisted surgery: a systematic review of qualitative studies[J]. Journal of Robotic Surgery, 2023, 17(3): 785–795.

收稿日期: 2024–01–18

编辑: 崔明璐