

5G 远程机器人手术的发展与应用现状

王楠^{1,2}, 孟元光³

(1. 解放军总医院第一医学中心妇产科 北京 100853; 2. 解放军医学院 北京 100853; 3. 解放军总医院妇产医学部 北京 100007)

摘要 远程外科手术中, 术者在进行外科手术操作时不与患者实际接触。近年来, 随着机器人辅助手术、计算机辅助手术系统、5G 网络传输等技术的发展、融合, 使得远程机器人手术成为现实, 并逐渐被应用于各专科领域。本文就 5G 远程机器人手术的发展与应用现状作一综述。

关键词 远程外科; 机器人辅助手术; 5G 网络; 远程监护; 远程急救;

中图分类号 R692 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2025) 03-0503-05

Progress and application status of 5G robot-assisted telesurgery

WANG Nan^{1,2}, MENG Yuanguang³

(1. Department of Obstetrics and Gynecology, the First Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China.

2. Medicine School of Chinese PLA, Beijing 100853, China. 3. Senior Department of Obstetrics and Gynecology,

the Seventh Medical Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing 100007, China.)

Abstract In telesurgery, surgical operations are performed by surgeons who do not have actual contact with patients. In recent years, with the development and integration of robot-assisted surgery, computer-assisted surgical system and 5G network communication technology, remote robotic surgery has become a reality and is applied in various specialty fields. The development and application status of 5G robot-assisted telesurgery were reviewed in this paper.

Key words Telesurgery; Robot-assisted surgery; 5G network; Remote Monitoring; Remote First Aid

远程医学是将远程通信技术、计算机多媒体技术与各类医学技术结合来进行医学实践的一门交叉学科^[1]。广义的远程医学涵盖远程医疗指导和会诊^[2-3], 远程医疗合作^[4-5], 远程手术^[6], 远程医学会议^[7], 远程医学教育和培训等^[8]。远程医疗系统是一个开放的分布式系统, 该系统应用集合了双向视、听技术为主的通信技术、计算机技术、医学技术等, 能够为不同地区患者提供医疗服务, 为身处异地的医务工作者开展学术交流提供平台^[9]。近年来, 随着机器人辅助手术、计算机辅助手术系统、5G 网络传输等技术的发展、融合, 外科手术突破了空间限制, 使得远程机器人手术成为现实^[10-11]。本文就 5G 远程机器人手术的发展与应用现状进行综述。

1 手术机器人的诞生与演进

1.1 手术机器人发展简史 二十世纪八十年代, 随着工业革命的深入发展, 各类工业机器人设备逐步发展成熟并被应用于各个领域, 其在动作稳定度与灵巧度、操作准确度与持久度等方面比人工更具优势^[12]。机器人相关技术在外科领域亦开始萌芽: Puma560 工业机器人于 1978 诞生, 并于数年后 (1985 年) 被用于辅助脑组织活检手术, 该手术系统经改良、迭代后于 1989 年被用于泌尿外科手术^[13]。Staubli RX90 工业机器人于 1999 年被用于骨科关节手术的定位及骨骼磨削 (精度达 0.1 mm)。然而, 工业机器人制造特点难以满足外科手术的高度专业性与操作复杂性需求。1994 年, Aesop 机器人由美

基金项目: 军委后勤保障部计生专项 (21JSZ21)

Foundation Item: Family Planning Special Project of the Central Military Commission's Logistics Support Department (21JSZ21)

引用格式: 王楠, 孟元光. 5G 远程机器人手术的发展与应用现状 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2025, 6 (3): 503-507.

Citation: WANG N, MENG Y G. Progress and application status of 5G robot-assisted telesurgery [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2025, 6(3): 503-507.

通讯作者 (Corresponding Author): 孟元光 (MENG Yuanguang), Email: meng6512@vip.sina.com

国 Computer Motion 公司推出并获得美国食品药品监督管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 认证, 成为第一台能够应用于微创手术的医用机器人^[14]。1996 年, Zeus 机器人手术系统被推出, 这也是机器人主从操作手术系统的初型机。通过该系统, 术者从传统的“临台手术”模式中被解放出来, 可远程操控机器设备实施各类手术操作, 使外科医生“离台施术”成为可能^[15]。随后, 达芬奇 (Da Vinci) 机器人手术系统由美国 Intuitive Surgical 公司推出, 并在 2000 年获得美国 FDA 批准应用于临床。该手术系统是基于“切身实景式接触”理念设计的, 机器人主从软件系统的改进和提升使得术者能够在操作终端精准操控手术器械, 并能够同时操控镜头与 2~3 个机械臂; 镜头为双目镜合成三维成像, 将人体解剖结构深度还原, 为术者完成精细解剖与复杂操作提供了保证。随着达芬奇机器人手术系统不断迭代升级, 其已成为目前与外科临床实践契合度最高、在世界范围内应用最广的机器人手术系统^[16-17]。截至 2023 年 3 月, 全球 70 个国家共有 7779 台达芬奇机器人手术系统应用于临床, 已完成逾 1000 万例手术^[18]。

1.2 我国手术机器人发展情况 我国手术机器人产业起步较晚, 但增长潜力巨大。1996 年, 中国人民解放军海军总医院与北京航空航天大学机器人研究所共同研制出国内首台机器人手术系统 (未应用于临床)。经过长时间的积累和沉淀, 我国自主研发的首款机器人手术系统于 2021 年获准临床应用^[19]。此后, 国内的精锋^[20]、微创与康诺思腾等诸多创新型手术机器人公司陆续完成手术机器人的自主研发并获批上市, 不断推动国产手术机器人行业朝着更高精度、更大灵活度、应用更广与更贴近临床专业需求的方向发展, 已在泌尿外科、普通外科、妇科、胸外科、肝胆外科、耳鼻喉科、整形外科、骨科以及神经外科等实现常规手术应用^[21]。国产机器人手术系统较低的安装与使用成本以及我国高速网络、人工智能算法和成像技术的进步, 为其在远程手术中实现技术创新奠定了重要基础^[22]。

2 远程指导手术与远程手术

2.1 机器人辅助手术 机器人手术系统“主从式操作模式”的革命性技术将术者从患者手术台旁解放出

来, 能够实现远距离为患者实施手术^[23]。以达芬奇机器人手术系统为例, 该系统主要由医生操作系统、床旁机械臂系统和视频成像系统组成: 医生操作系统是控制核心, 术者并可通过手控、踏板、声控来操控手术机械; 床旁机械臂系统包括 2~3 只操作臂及 1 只镜头臂, 操作臂用于完成术中各种操作, 镜头臂用于术中握持腹腔镜物镜, 提供更加稳定的图像; 3D 高清影像系统克服了传统技术中二维平面成像的弊端, 为术者提供了更加真实的操作视野^[24-25]。

2.2 计算机辅助手术系统 计算机辅助手术系统利用计算机高速信息处理能力, 综合先进的成像设备和空间定位方法, 结合图像技术, 能够准确显示术区截屏结构、提高病灶定位精度、降低手术创伤、增加手术的效率与安全性, 这也为远程手术操作提供了重要技术支持^[26-27]。

2.3 医学信息技术 区域医疗信息共享与交互技术的发展实现了区域医疗卫生信息系统在机构内部和机构之间的协同工作, 解决了部门之间的条块分隔、应用系统互相独立、医疗信息资源难以共享的问题, 其核心为多媒体信息技术与音视频编解码技术^[28]。异地患者的 CT、MRI、PET 等医学图像资料、患者生命体征监护数据、手术现场音视频信息经过数据压缩等处理后, 通过高速网络传输到中心服务器; 数据解压后, 异地专家可对手术现场进行手术指导或通过主从式手术机器人系统实施远程手术^[29]。

综上所述, 机器人辅助技术可以突破人眼和人手的局限, 结合计算机辅助系统中可视化技术和配准技术, 能够微创、精确地完成手术。通过网络传输技术将采集到的图像信息实时传输至实际操作台, 同时利用虚拟现实技术将传输的画面进行高度虚拟 3D 重现, 然后由术者在虚拟的环境中控制操纵杆, 将指令传输到机器人手术现场, 从而实现远程机器人手术。

3 5G 通信技术在远程医疗中的应用

与传统的 4G 网络相比, 5G (第五代移动通信) 技术增强的移动带宽基站峰值可达 20 Gb/s, 平均网速为 4G 的 20~100 倍, 并具有超可靠、低时延的通信特点。此外, 5G 能够实现海量机器类通信, 能够支持超过 100 万台/每平方千米的设备连接^[30-31]。近年来, 5G 远程医疗应用场景已逐步分阶段实现。

第一阶段：远程监护、移动查房。5G 网络支持连接更大容量的医疗监测设备，传输心率、呼吸、血压等人体各种医学指标数据，并能够通过大数据分析对异常情况进行智能报警，特别是重症监护患者数据分析、报警均基于毫秒级^[32]，且能够在线上及时完成远程查房医嘱的下达与执行。第二阶段：远程医疗急救。在现场急救与急救车内场景，可通过网络上传各个终端设备采集的监测信息（包括实时音视频信息、患者数据等），通过 5G 网络同步共享准确的第一手数据，并对急救现场实施远程急救指导，进而实施急救会诊等^[33]。第三阶段：远程机器人手术。远程机器人手术代表了 5G 远程医疗应用的最高标准。远程手术的安全、顺利实施，除了需要有效、稳定地完成内窥镜三维视野影像的传输，还需要确保机器人控制信号“端到端”的低时延（ ≤ 200 ms），以达到远程实时控制的要求。此外，5G 远程医疗在远程机器人手术中的应用场景还包括术者端与患者端的实时视频会议沟通^[34]。

4 5G 远程机器人手术的探索与应用

2018 年 5 月，中国人民解放军总医院张旭院士团队将 5G 混合现实技术与机器人微创手术技术相结合，在三亚成功完成世界首例混合现实远程协作机器人手术^[35]。同年底，刘荣教授团队完成国际上 5G 远程手术动物实验的首次尝试，值得一提的是，

该实验由自主研发的国产机器人手术系统实施，术中高清 3D 影像及声音传输实时、稳定，机械臂操作灵活，主从跟随性及一致性好，移动执行器末端运动指令到机械臂末端平均时延 < 150 ms^[36]。近年来，随着我国政策的支持和 5G 网络基建的完善，国产手术机器人的研发迅速崛起，泌尿外科、肝胆外科、胸外科、胃肠外科等均完成了多例远程机器人手术实践^[37-39]。

解放军总医院妇产医学部孟元光教授团队于 2023 年 6 月成功完成了全球首例 5G 远程机器人妇科手术（术式为全子宫双附件切除术），术者端位于北京，患者端位于新疆和田（相隔 4200 km），手术时间 62 min，出血量 5 mL，术中延时 148.481 ms~268.742 ms，平均延时 161.959 ms^[40]。截至 2024 年 5 月，本团队又相继完成了 6 例 5G 远程机器人妇科手术，主从端距离为 1100 km~3000 km 不等，成功率 100%，最大延时 22.627 ms~55.818 ms，平均延时为 20.331 ms~52.781 ms，网络传输丢包率稳定控制在 0.01% 以下，涵盖了子宫肌瘤剔除、全子宫切除、巨大子宫切除、输卵管切除、附件切除以及盆腹腔粘连分解等多种术式及盆腹腔多个象限的操作^[41]。不仅完成了 5G 远程机器人复杂妇科手术操作的验证、不同网络条件下远程机器人妇科手术的尝试，还完成了主从端对调的双向 5G 远程机器人妇科手术的探索。

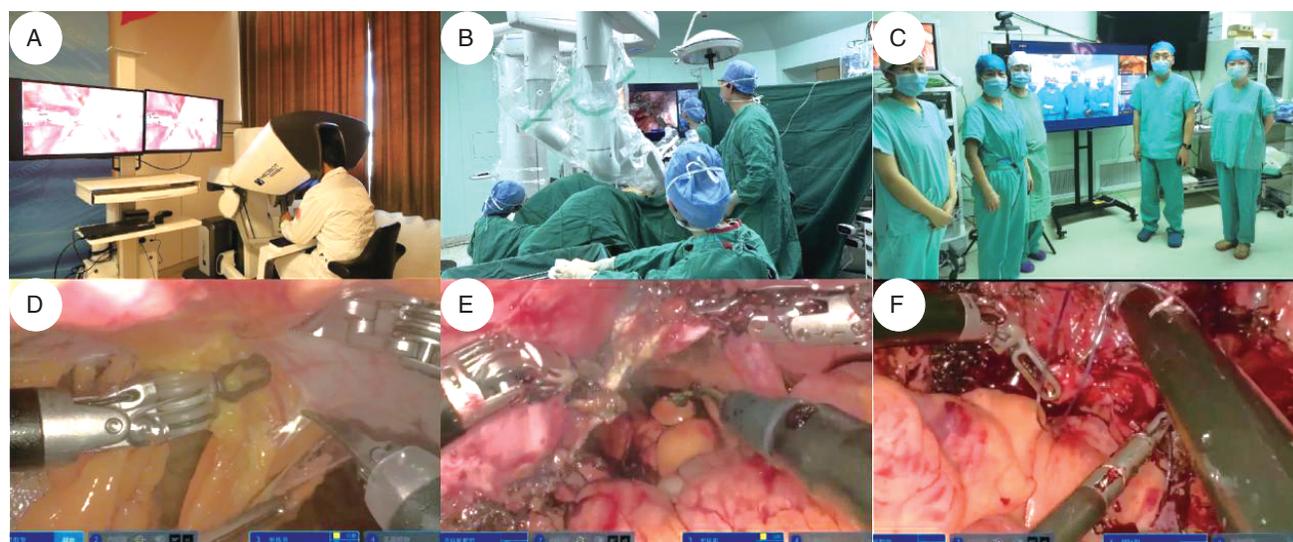


图 1 远程机器人手术情况

Figure 1 Intraoperative views of remote robotic surgery

注：A. 术者端情况；B. 患者端情况；C. 术者端与患者端实时沟通；D. 远程手术中分离粘连；E. 远程手术中处理宫旁组织；F. 远程手术中缝合阴道残端

尽管目前已对 5G 远程机器人手术的可行性与安全性进行了验证,但该手术模式的推广仍有很多问题亟待解决。例如,远程机器人操作系统的灵活性、稳定性、可靠性是手术成功的关键,探索更加高效、合理的人机交互方法是未来远程手术的发展方向^[42];此外,完善的网络通信身份认证和通信加密、深度防火墙设置、防病毒软件的开发等网络安全措施是远程手术安全实施的重要保障^[43];最后,远程手术的核心仍是与患者围手术期治疗相关的全部诊疗行为,应将远程手术患者的“全程化”远程管理作为改进目标,让更多患者获益。

5 5G 远程手术平台外延与展望

远程机器人手术的创新与发展,代表着远程外科发展到了一个新高度,而 5G 远程手术平台的建立与完善,令其外延不断拓展^[44]。第一,5G 远程指导手术。5G 网络的稳定性、低延时性以及高速率等特点,不仅大大降低了远程指导手术成本,还能够完成“一点对多点”、“多点对一点”以及“多点协同”等远程指导手术,使得不同地域的优质外科手术资源充分共享,下沉到基层医疗单位,为更多患者提供医疗服务。第二,5G 远程培训。利用 5G 网络平台实时的多媒体通信技术,能够完成线上理论授课、操作指导、典型病例分享以及线上答疑等,有助于克服时空障碍,提升基层卫生人员的专业技术水平,并完成线上考核与认证。第三,5G 远程多学科协作诊疗。随着电子病历网络化的全面推进,远程化验、跨机构检查影像共享、智能病理诊断系统等技术的深度整合,现代医疗信息化体系正逐步实现多学科资源的实时交互与协同应用。通过构建覆盖诊疗全流程的数据共享平台,不仅实现了检验结果、医学影像和病理数据的云端同步与即时调阅,更促进了不同学科医疗资源的深度融合与持续完善。这种立体化的信息协作模式为多学科联合诊疗提供了强有力的技术支撑,使跨地域、跨层级的远程协同会诊得以突破时空限制,推动精准医疗向更高层次的智能化诊疗迈进。第四,远程手术平台在野战外科中的应用。我军多军兵种联合作战的特殊属性,决定了卫勤保障需在复杂战场环境与未知风险中实施快速精准的伤病救治。作为战创伤救治体系的核心环节,远程手术平台通过模块化部署、智能化协

同与动态化优化,将多学科专家会诊、复合伤同步处置及智能手术辅助等功能延伸至战斗前沿,能够大大提前战伤救治时间窗口、提高救治效率、保存战斗力^[45]。

利益冲突声明: 本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明: 王楠负责设计论文框架,起草论文;王楠、孟元光均参与该项目具体操作及研究过程的实施,论文修改;孟元光负责拟定写作思路,指导撰写文章并最后定稿。

参考文献

- [1] Gondal H, Abbas T, Choquette H, et al. Patient and physician satisfaction with telemedicine in cancer care in Saskatchewan: a cross-sectional study[J]. *Curr Oncol*, 2022, 29(6): 3870–3880.
- [2] LU J F, WANG X, ZENG X L, et al. Application of telemedicine system on the management of general patient in quarantine[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 12215.
- [3] Libreros-Peña L, Quintero J A, Gelves A, et al. Telemedicine consultation for emergency patients' attention: a clinical experience from a high complex university hospital from Latin America[J]. *BMC Health Serv Res*, 2023, 23(1): 559.
- [4] Kim E W, Teague-Ross T J, Greenfield W W, et al. Telemedicine collaboration improves perinatal regionalization and lowers statewide infant mortality[J]. *J Perinatol*, 2013, 33(9): 725–730.
- [5] Subramanian S, Pamplin J C. Telemedicine for emergency patient rescue[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2024, 30(3): 217–223.
- [6] Moschovas M C, Rogers T, Xu W H, et al. First impressions of Telesurgery robotic-assisted radical prostatectomy using the Edge medical robotic platform[J]. *Int Braz J Urol*, 2024, 50(6): 754–763.
- [7] Apathy N C, Dixit R A, Boxley C L, et al. Variations in physician telemedicine provision[J]. *JAMA Netw Open*, 2023, 6(7): e2321955.
- [8] Maria A R J, Serra H, Castro M G, et al. Telemedicine as a tool for continuing medical education[J]. *Fam Pract*, 2023, 40(4): 569–574.
- [9] 陆恺鑫. 5G 通信技术在远程医疗中的应用分析[J]. *中国新通信*, 2023, 25(20): 68–70.
- [10] 张旭, 李宏召, 王野. 远程外科面临的机遇与挑战[J]. *中华外科杂志*, 2024, 62(1): 27–30.
- [11] Satcher R L, Bogler O, Hyle L, et al. Telemedicine and telesurgery in cancer care: inaugural conference at MD Anderson Cancer Center[J]. *J Surg Oncol*, 2014, 110(4): 353–359.
- [12] D'Souza M, Gendreau J, Feng A, et al. Robotic-assisted spine surgery: history, efficacy, cost, and future trends[J]. *Robot Surg*, 2019. DOI: 10.2147/RSRR.S190720.
- [13] Leahy M R, Johnson M A, Rogers S K. Neural network payload estimation for adaptive robot control[J]. *IEEE Trans Neural Netw*, 1991, 2(1): 93–100.
- [14] Unger S W, Unger H M, Bass R T. AESOP robotic arm[J]. *Surg Endosc*, 1994, 8(9): 1131.
- [15] Sung G T, Gill I S, Hsu T H. Robotic-assisted laparoscopic pyeloplasty: a pilot study[J]. *Urology*, 1999, 53(6): 1099–1103.
- [16] Leal Ghezzi T, Campos Corleta O. 30 Years of robotic surgery[J]. *World J Surg*, 2016, 40(10): 2550–2557.
- [17] Pugin F, Bucher P, Morel P. History of robotic surgery: from AESOP and ZEUS to da Vinci[J]. *J Visc Surg*, 2011, 148(5 Suppl): e3–e8.
- [18] 王楠, 孟元光. 机器人手术多学科团队协作诊疗模式在妇科的应用进展[J]. *中国微创外科杂志*, 2023, 23(8): 597–600.
- [19] 曹鹏, 王国慧, 易波, 等. 国产手术机器人的发展现状与未来方向[J]. *结直肠肛门外科*, 2024, 30(3): 249–252, 258.
- [20] 黄楚坚, 蔡松华, 邓友君, 等. 国产精锋单孔腹腔镜手术机器人辅助气管吻合术的动物实验研究[J]. *武汉大学学报(医学版)*, 2024, 45(2): 142–146.

- [21] 欧阳安, 霍文磊. 我国手术机器人产业发展现状及对策建议[J]. 中国仪器仪表, 2021, (12): 21–25.
- [22] 王野, 闫石, 常易凡, 等. 远程手术创新的现状和进展[J]. 海军军医大学学报, 2023, 44(5): 627–630.
- [23] Sheridan T B. Human-robot interaction: status and challenges[J]. Hum Factors, 2016, 58(4): 525–532.
- [24] Tsuda S, Oleynikov D, Gould J, et al. SAGES TAVAC safety and effectiveness analysis: Da Vinci[®] Surgical System (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA)[J]. Surg Endosc, 2015, 29(10): 2873–2884.
- [25] 王楠, 范文生, 闫志风, 等. 机器人及无气腹腔镜穿刺应用于卵巢交界性肿瘤合并重度肥胖手术 1 例报道并文献复习[J]. 重庆医学, 2023, 52(20): 3198–3200.
- [26] Davidar A D, Jiang K, Weber-Levine C, et al. Advancements in robotic-assisted spine surgery[J]. Neurosurg Clin N Am, 2024, 35(2): 263–272.
- [27] 赵子健, 王芳, 常发亮. 计算机辅助外科手术中医疗机器人技术研究综述[J]. 山东大学学报(工学版), 2017, 47(3): 69–78.
- [28] 张兰华, 赵鑫, 王玫, 等. 阶梯性区域医疗卫生资源信息一体化共享集成平台的建设与对策研究[J]. 中国软科学, 2022, (S1): 187–192.
- [29] McVey C, Katigbak C. Telemedicine and teamwork among health care professionals: state of the science[J]. Telemed J E Health, 2024, 30(8): 2119–2133.
- [30] Barba P, Stramiello J, Funk E K, et al. Remote telesurgery in humans: a systematic review[J]. Surg Endosc, 2022, 36(5): 2771–2777.
- [31] 刘金鑫, 靳泽宇, 李雯雯, 等. 5G 远程医疗的探索与实践[J]. 电信工程技术与标准化, 2019, 32(06): 83–86.
- [32] Scholte N T B, Gürgöze M T, Aydin D, et al. Telemonitoring for heart failure: a meta-analysis[J]. Eur Heart J, 2023, 44(31): 2911–2926.
- [33] 徐雅芳. 5G 通信技术特点及在远程医疗中的应用[J]. 电子制作, 2020, (2): 87–89.
- [34] ZHENG J L, WANG Y H, ZHANG J, et al. 5G ultra-remote robot-assisted laparoscopic surgery in China[J]. Surg Endosc, 2020, 34(11): 5172–5180.
- [35] 朱捷, 沈诞, 刘启明, 等. 混合现实平台远程协作机器人微创手术 1 例报告[J]. 微创泌尿外科杂志, 2018, 7(4): 278–281.
- [36] 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.
- [37] 李松岩, 闻巍, 戴飞翔, 等. 超远程手术机器人辅助直肠癌根治术临床初步研究[J]. 中国实用外科杂志, 2024, 44(3): 308–311.
- [38] 吕海迪, 张冲, 郭柏鸿, 等. 中国西部首例 5G 远程机器人辅助肾脏手术(附视频)[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2024, 5(1): 91–95.
- [39] LI J M, YANG X C, CHU G D, et al. Application of improved robot-assisted laparoscopic telesurgery with 5G technology in urology[J]. Eur Urol, 2023, 83(1): 41–44.
- [40] 顾成磊, 李立安, 王宁, 等. 5G 远程机器人辅助腹腔镜全子宫切除术首例报道[J]. 中国微创外科杂志, 2023, 23(8): 610–615.
- [41] 王楠, 李立安, 杨雯, 等. 5G 远程机器人妇科手术初步临床实践与评价[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2024, 17(3): 168–172.
- [42] 李晓敏. 外科手术中手术机器人和远程手术研究与应用进展[J]. 产业科技创新, 2023, 5(05): 66–68.
- [43] 梁霄, 郑俊浩, 李哲勇, 等. 5G 远程手术机器人辅助肝胆胰外科手术初步研究[J]. 中国实用外科杂志, 2024, 44(11): 1291–1294.
- [44] 张旭. 远程外科手术的框架与发展[J]. 上海医学, 2023, 46(10): 649–653.
- [45] 冯小剑, 柴永丽, 杨迪, 等. “远程控制多机模拟创伤出血救治训练考评系统”的研制及应用[J]. 解放军医药杂志, 2021, 33(3): 2, 117.

收稿日期：2024-12-24

编辑：刘静凯

(上接 502 页)

- [9] 张颐, 王亚静, 李芳梅, 等. 机器人辅助手术治疗子宫颈癌中国专家共识(2024 版): 附视频[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2024, 5(1): 102–108.
- [10] 尹君, 高虹, 王晓玲. 宫颈癌患者性心理调查及干预的研究[J]. 河北医药, 2012, 34(19): 3016–3017.
- [11] 邢乃玲. 心理干预对宫颈癌患者围手术期焦虑抑郁状况效果评价[J]. 临床心身疾病杂志, 2007, 13(5): 435–436.
- [12] 叶明侠, 李震, 孟元光. 机器人手术系统在妇科应用的前世、今生和未来[J]. 实用妇产科杂志, 2023, 39(10): 721–724.
- [13] 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.
- [14] 黄玲, 王颜, 王洪伟, 等. 宫颈癌中晚期患者心理痛苦程度现状及影响因素分析[J]. 中国医药导报, 2021, 18(20): 168–171.
- [15] 任朝芝. 心理干预对宫颈癌患者情绪障碍的影响[J]. 四川医学, 2009, 30(8): 1338–1339.
- [16] Öst L, Enebrink P, Finnes A, et al. Cognitive behavior therapy for obsessive compulsive disorder in routine clinical care: a systematic review and Meta analysis[J]. Behav Res Ther, 2022, 159(1): 104170.
- [17] 王亚娟, 孙苏红. 认知行为干预对局部晚期子宫颈癌患者心理状况和生活质量的影响[J]. 中国肿瘤临床与康复, 2018, 25(12): 1510–1512.
- [18] Davidsons F, Snow S, Hayden J A, et al. Psychological interventions in managing postoperative pain in children: a systematic review[J]. Pain, 2016, 157(9): 1872–1886.
- [19] ZHANG X, LEI B, YUAN Y, et al. Brain control of humoral immune responses amenable to behavioural modulation[J]. Nature, 2020, 581(7807): 204–208.
- [20] 易斌, 李佳萌, 龚静, 等. 同伴教育联合心理干预对艾滋病患者治疗效果的研究[J]. 华南预防医学, 2024, 50(11): 1075–1078.
- [21] 贾锰, 武慧玲, 夏冰, 等. 心理干预联合可视音乐干预对小儿上肢骨折疼痛程度及治疗依从性的影响[J]. 中国健康心理学杂志, 2024, 32(12): 1841–1845.
- [22] Seaton N, Hudson J, Harding S, et al. Do interventions for mood improve inflammatory biomarkers in inflammatory bowel disease?: a systematic review and Meta-analysis[J]. Ebio Medicine, 2024. DOI: 10.1016/j.ebiom.2023.104910.
- [23] Kalmbach D A, Anderson J R, Drake C L. The impact of stress on sleep: pathogenic sleep reactivity as a vulnerability to insomnia and circadian disorders[J]. J Sleep Res, 2018, 27(6): e12710.
- [24] Blake M J, Trinder J A, Allen N B. Mechanisms underlying the association between insomnia, anxiety, and depression in adolescence: implications for behavioral sleep interventions[J]. Clin Psychol Rev, 2018, 63(1): 25–40.
- [25] Rutledge T, Redwine L S, Linke S E, et al. A Meta-analysis of mental health treatments and cardiac rehabilitation for improving clinical outcomes and depression among patients with coronary heart disease[J]. Psychosom Med, 2013, 75(4): 335–349.
- [26] 杨岚. 心理干预联合舒适护理在小儿肺炎雾化吸入治疗中的应用[J]. 婚育与健康, 2024, 30(18): 130–132.
- [27] 姚嘉良, 程玺, 田建辉, 等. 调神治癌方联合心理干预治疗卵巢癌术后合并抑郁临床研究[J]. 山东中医杂志, 2024, 43(11): 1188–1195.
- [28] 陈桂玲. 解郁安神汤联合心理干预治疗肝郁气滞型产后抑郁临床疗效观察[J]. 黑龙江中医药, 2024, 53(3): 7–8.
- [29] 魏莹洁, 李月玮, 闫丽君, 等. 柴胡加龙骨牡蛎汤加减联合心理干预治疗肿瘤相关性抑郁症临床研究[J]. 基层中医药, 2022, 1(3): 40–44.
- [30] 郝冬吉. 宫颈癌患者治疗中心理护理干预的应用效果观察[J]. 中国妇幼健康研究, 2017, 28(S2): 506.

收稿日期：2024-08-08

编辑：魏小艳