

达芬奇机器人手术医疗团队学习曲线分析与手术室 护理团队辅助策略

张晓, 邓露, 徐威, 郭东华, 汤联, 李嘉彬, 陈劲舟, 王国宇

(中南大学湘雅二医院手术部 湖南 长沙 410011)

摘要 机器人手术的大力开展, 不仅对手术室管理和手术室护理团队的专业素养提出了更高的挑战与要求, 也促使我们开始思考护士在整个医护团队中为助力医生完成学习曲线、规范机器人有序开展能发挥的作用。本文主要从针对主刀医生的策略、针对床旁助手的策略、其他因素加强三个方面进行经验分享, 探讨手术室护理团队对改善机器人手术医疗团队学习曲线可以提供的帮助。

关键词 机器人辅助手术; 学习曲线; 护理管理; 模拟器; 吲哚菁绿

中图分类号 R608 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2023) 01-0057-06

Analysis on the learning curve of Da Vinci robotic surgical team and nursing strategies for operating room

ZHANG Xiao, DENG Lu, XU Wei, GUO Donghua, TANG Lian, LI Jiabin, CHEN Jinzhou, WANG Guoyu

(Operating Room, the Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha 410011, China)

Abstract The vigorous development of robotic surgery does not only pose higher challenges and requirements on the management of operating room and nursing speciality, but also push us to start thinking about the role of nurses in the entire medical care team to help surgeons complete the learning curve and standardize robotic surgical procedures. This article aims to share experience from the strategy for chief surgeons and bedside assistants, and the improvement of other elements, and the role of operating room nurses in the improvement of robotic surgical team's learning curve was also discussed.

Key words Robot-assisted surgery; Learning curve; Nursing management; Simulator; Indocyanine green

收稿日期: 2021-09-10 录用日期: 2022-05-23

Received Date: 2021-09-10 Accepted Date: 2022-05-23

基金项目: 中南大学湘雅二医院 2021 年度临床护理科研基金项目 (2021-HLKY-26)

Foundation Item: Clinical Nursing Research Fund Program of the Second Xiangya Hospital of Central South University in 2021 (2021-HLKY-26)

通讯作者: 邓露, Email: 1265800921@qq.com

Corresponding Author: DENG Lu, Email: 1265800921@qq.com

引用格式: 张晓, 邓露, 徐威, 等. 达芬奇机器人手术医疗团队学习曲线分析与手术室护理团队辅助策略 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2023, 4 (1): 57-62.

Citation: ZHANG X, DENG L, XU W, et al. Analysis on the learning curve of Da Vinci robotic surgical team and nursing strategies for operating room [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2023, 4 (1): 57-62.

自 2000 年美国食品药品监督管理局批准达芬奇机器人手术系统应用于外科手术以来, 该手术系统以其高清 3D 视觉图像、10 倍放大视野、自由灵活的机械臂、精准的手术操作、主刀医生双手细微颤动过滤等特点, 开辟了外科手术的新途径。随着越来越多的外科医师加入机器人手术行列, 机器人手术呈井喷状态发展。但随着机器人手术的大力开展, 机器人医疗团队平稳度过学习曲线的问题也日益突显。这不仅对手术室的管理及手术室护士的护理专业素养提出了更高的挑战与要求, 也让我们开始思考护士在整个医护团队中为助力医生完成学习曲线、规范机器人有序开展能发挥的作用。本文主要从针对主刀医生的策略、针对床旁助手的策略、其他因素的加强三个方面介绍本院经验。

1 主刀医生辅助策略

1.1 主刀医生学习曲线分析

腹腔镜外科医师的学习阶段是指术者从着手实践到手术并发症减少, 其后达到一个较为稳定的状态, 这一阶段即为腹腔镜手术的学习曲线, 通常以初学者的手术技术达到相对稳定所需的手术例数来衡量^[1]。通过文献查阅与临床观察, 笔者发现不同的手术、不同的主刀医生、不同的床旁助手、同一手术不同入路, 学习曲线不尽相同。比如机器人辅助腹腔镜下胰十二指肠切除术 (Robot-assisted Pancreatoduodenectomy, RAPD), 由于手术需要重建多个吻合口, 有诸多缝合和打结操作, 因此学习曲线较长, 需 30~40 例临床病例才能度过学习曲线^[2], 且至今仍然具有较高的并发症发生率和死亡率^[3-4]。机器人辅助腹腔镜下前列腺癌根治术 (Robot-assisted Laparoscopic Prostatectomy,

RALP), 初期主要并发症是术中出血, 经过 20 例左右手术可以达到学习曲线的平台期^[5]。机器人辅助腹腔镜肾部分切除术 (Robot-assisted Laparoscopic Partial Nephrectomy, RLPN) 的学习曲线定义为“三连胜”, 即肿瘤学指标、热缺血时间及肾功能变化, 目前研究报道的学习曲线为 15~20 例^[6]。机器人辅助腹腔镜子宫切除手术的学习曲线为 20~30 例^[7]。在熟练掌握三孔电视胸腔镜下早期肺癌肺叶切除术的基础上, 采取机器人辅助胸腔镜下肺叶切除术的学习曲线约需 12 例^[8]。多数关于手术学习曲线的研究将手术时间、出血量、中转开腹、术中术后并发症发生率、术后住院时间五个方面作为评价指标^[9]。影响主刀医生学习曲线的相关因素主要包括扎实的解剖功底、一定的腔镜空间意识、丰富的手术经验、对机器人主刀操控台的熟悉程度、机器人手术间隔时间长短、床旁助手的配合、心理因素以及整个团队配合的默契程度^[10-14]。

1.2 针对主刀医生的辅助策略

1.2.1 建立主刀医生学习曲线档案

由于达芬奇机器人培训基地较少, 培训名额有限且培训时间较短 (1d), 这导致想要参与机器人手术的主刀医生等待时间较长, 短暂的 1d 培训后并未能完全灵活掌握主刀操控台, 以及主刀医生 - 助手的团队无法固定等。因此, 手术室针对 2020 年以后新加入机器人手术培训的医生建立学习曲线档案, 以协助医生顺利度过学习曲线, 并让医生及时了解自己的成长轨迹。该档案包括三大模块: 模拟器训练频次与得分、术中表现情况、患者术后情况。

1.2.1.1 模拟器训练频次与得分: 达芬奇机器人手术系统配置的模拟器可供主刀医生模拟术中常用的镜头移动、能量使用、左右手切换、

目标区域缝合等操作。在对患者进行实际操作前，主刀医生们通过训练可强化其对于操控台的灵活掌控，从而减少在实际操作中的错误操作与反应时间（如手脚配合，1、2号臂与3号臂切换，镜头移动等）。由于本院的手术量较大，每天都有不同的科室进行机器人手术，因此模拟器训练由专科组长及带教老师统一管理，需要开展机器人手术的医生在前往培训基地前，与专科组长预约模拟器训练时间。模拟器由专科组员连接模拟器开启并指引其进行能量选择、操作臂移动、缝合技术等重要项目的操作，其余项目可以有选择性地训练。训练的次数及每个项目的得分会进行记录，模拟器操作也会进行视频录制，供主刀医生温习。由于工作日手术较多，模拟器练习通常于周末等休息日进行。各位准主刀医生至少在模拟器综合评分达到90分以上后，才能前往培训基地获取主刀医生资格证书。获取主刀医生资格证后，在开展实际手术前仍然可以预约进行模拟器练习。

1.2.1.2 术中表现情况：此项目从主刀医生的第1台手术开始记录，主要内容包括手术时长、是否中转开腹（胸）、机械臂碰撞次数、缝线断裂次数、误伤导致出血（或组织损伤）次数、体腔内视野失控次数、主刀操控台操作求助次数、错误使用机械臂次数（如单双极弄混、操作臂弄混）等。术中操作时也会为主刀医生录制视频，供其术后回顾与反思。

1.2.1.3 患者术后情况：此项目主要记录患者术后住院天数、患者各种引流管道拔除时间、有无并发症。并对并发症进行相应分析、记录。

1.2.2 提供参考资料

1.2.2.1 操作器械参考：专科组长需及时了解主刀医生的手术需求，及时解决主刀医生新的器械需求，根据需求申请购置。但需要注意的是，

达芬奇机器人器械昂贵，为了避免浪费，需要定时盘查器械的库存，监督各位主刀医生尽量把每种器械的使用次数使用完毕。机器人手术专科护士应熟知各个机器人器械的性能，及时了解国内外各项手术器械使用通识，以便适时进行介绍、解答。另外，未完成学习曲线的外科医生，通常会尝试使用各种器械，看看是否符合自己的操作习惯，因此专科护士需要在其尝试时，及时提醒这些器械的优缺点或危险之处，以免在实际手术时造成术中意外事件。举例来说，超声刀（Harmonic Ace）不能进行弯折的夹持动作，且需格外注意操作规范（及时清理焦痂、不能暴力碰撞、及时降温处理等）；单极电剪（Monopolar Curved Scissors）前端十分锋利，初学阶段一定注意避免误伤组织；MARYLAND双极镊（Maryland Bipolar Forceps）虽具有双极电凝的功能且前端较精细便于分离组织，但是其抓持力度不能与有孔双极（Fenestrated Bipolar Forceps）相比，且在不熟练的情况下易误伤组织等。

1.2.2.2 外科缝线参考：由于达芬奇机器人系统目前仍缺乏力觉和触觉反馈，主刀医生在进行缝合操作时无法通过手部来感知前端缝线是否打结牢固，这在一定程度上影响主刀医生的操作，甚至会导致手术失败。因此，专科护士需具备以下能力：熟悉各个厂家每种型号的缝线特点、同类缝线的优缺点以及哪种缝线适用于哪些组织部位的缝合^[15]，以便适时提醒主刀医生缝线的选择及打结的力度。

1.2.3 给予正向鼓励

机器人手术已经开展了十余年，手术方式日趋完善与成熟。机器人手术新手，以及未完成学习曲线的医生，面对已经十分成熟的机器人手术方式，必将承担学习新技能的压力和来自同行的竞争压力。手术室护士应多给予支持

与鼓励，帮助其建立克服困难的信心，以良好的心态度过自己的学习曲线。

2 针对床旁助手的策略

一台达芬奇机器人手术的成败，主刀医师是关键，但是床旁医师助手也十分重要。床旁医师助手操作的流畅、规范、相关技巧的熟练度都有可能影响到手术的顺利进展。根据目前经验，可给予床旁医师助手提供以下帮助。

2.1 手术体位的摆放

达芬奇机器人手术的体位摆放除了需要充分暴露术野，还应考虑到床旁机械臂的操作，防止其对患者肢体造成压迫，且不能因为体位阻碍机械臂操作。如非体外冠脉搭桥手术时，患者需要仰卧位，但机械臂从左侧进胸，为了更好地暴露术野可在胸廓底下垫约20cm高软垫，并将左手垂于床沿固定妥当；进行直肠手术时，由于需要头低脚高向右倾斜，同时3号机械臂在左边，此时左腿有受压风险，因此需要在患者适应的情况下尽量放低左腿；进行肾部分切除手术时如采用经腹侧床旁机械臂入路，应将患者的腹部尽量贴着床沿，以免镜头臂下压时因为床沿而受限。同时，如果主刀医师习惯使用3个操作臂，那么患者的患侧手臂及腿部有受压或阻碍机械臂操作的风险，因此进行对接前需要摆放腰桥。

2.2 其他

床旁助手对 Trocar 穿刺点的掌握方面，除了需要了解基本的穿刺点规则，还需要了解不同手术、不同主刀医师的操作习惯。比如说同样是肾部分切除，有的医生习惯用2个操作臂，有的医生习惯用3个操作臂，那么穿刺点的排布对于手术的进行会有很大影响。因此，通常建议主刀医师尽量用固定搭配的床旁助

手合作，同时应建立图册用以记录不同主刀医师的手术习惯和穿刺点分布，供助手学习和参考。

3 其他因素的加强

新技术的运用可辅助医生在术前对肿瘤的位置、大小、周围解剖环境进行更详尽的了解，有益于医生制定精确细致的手术方案。其中包括：①吲哚菁绿（Indocyanine Green, ICG）荧光实时显影技术^[1, 16-18]在肿瘤定位、术中评估吻合口血流灌注及淋巴结显影等方面取得了较显著的效果；②3D打印技术^[19]，可将器官以数字模型信息储存，通过三维重建技术，将需要的图像打印成实物模型，可以直观地了解肿瘤的大小、位置和毗邻关系。该技术不仅可以在术前进行精准的模拟与定位，而且对年轻医生的培训及患者对手术的理解有着重要的意义；③虚拟现实技术^[20]实现了虚拟影像和实体的融合，通过将肾肿瘤的虚拟导航和测绘图像与实体融合，实施精准的操作，从而使复杂的手术简单化^[21]。

新技术的使用，也需要专科护士在工作中注意到以下事项：如 ICG 可能会引起休克、过敏现象，用药时需与麻醉医师共同确认患者生命体征处于正常稳定状态，推注过程中协同麻醉医师密切观察生命体征有无变化，注意观察心电图有无异常、是否有眼结膜充血和浮肿等症状。发生休克反应时，应立即中止推注，迅速采取升压药、强心剂、副肾皮质激素等抢救措施。同时，需要主刀医师在操控台或视屏系统上点击“FIRE FLY”将成像系统切换成荧光成像系统，方可实现荧光显影^[22-23]。

一台成功的手术背后，不仅有主刀医师、助手和护理团队的努力，还有麻醉医生的一路保驾护航。因此，麻醉医生在整个手术过程中

起到了十分重要的作用。达芬奇机器人手术在开展过程中，为了充分暴露目标肿块的术野和保障机械臂的流畅使用，体位有时会比较接近极限，因此不但是手术床进行体位的调整过程需要知会麻醉医生关注血压、气道压等情况，也要在整个手术过程中与麻醉医生一同关注各项生命体征，以及是否发生皮下气肿、二氧化碳分压增高等情况。达芬奇机器人 Si 系统的手术间在开展机器人手术过程中，常常会因为手术不同而需要调整房间仪器的布局。因此，麻醉医生应熟悉该流程，从而有助于相应地缩短接台手术时间。机器人手术涵盖着不同的外科专科，不同机器人手术又具有其特殊性，因此如果麻醉医生能够相对固定地参与特定的机器人专科手术，从麻醉的角度了解主刀医生们的手术习惯并制定相应的麻醉策略，将更加有助于机器人手术的开展。

4 总结

机器人手术已经广泛地运用于不同学科的外科手术中，且有越来越多的外科医师团队加入其中，但目前的达芬奇机器人培训基地所提供的培训模式大多是针对主刀医师的基础操作。因此在整个机器人手术团队的成长过程中仍然有很多值得手术室护理团队思考和研究的地方，希望通过更加科学、合理的方法来解决；同时，需要通过不断的探索与实践，建立与完善相关的培训体系，确保整个团队能高效而平稳地度过学习曲线，保障手术顺利完成与患者安全。

参考文献

- [1] Minty I, Nowinka Z. Comment on: shortening surgical training through robotics: randomized clinical trial of laparoscopic versus robotic surgical learning curves[J]. BJS open, 2021. DOI: 10.1093/bjsopen/zrab030.
- [2] 邹恒, 周江蛟, 刘忠涛, 等. 机器人辅助胰十二指肠切除术学习曲线及与同期开放手术对比分析[J]. 机器人外科学杂志(中英文), 2020, 1(3): 155-165.
- [3] ZHANG H, LAN X, PENG B, et al. Is total laparoscopic pancreaticoduodenectomy superior to open procedure? A meta-analysis[J]. World Journal of Gastroenterology, 2019, 25(37): 5711-5731.
- [4] ZHANG H, GUO X, XIA J, et al. Comparison of totally 3-dimensional laparoscopic pancreaticoduodenectomy and open pancreaticoduodenectomy[J]. Pancreas, 2018, 47(5): 592.
- [5] 陈旭, 潘绎晖, 王道虎, 等. 机器人辅助腹腔镜下前列腺癌根治术的学习曲线研究[J]. 中华腔镜泌尿外科杂志(电子版), 2018, 12(5): 300-304.
- [6] 熊波波, 张劲松, 李宁, 等. 机器人在肾部分切除术中的应用进展[J]. 现代泌尿外科杂志, 2020, 25(7): 648-651.
- [7] 翟青枝, 叶明侠, 于博, 等. 达芬奇机器人手术系统在宫颈癌根治术中学习曲线的研究[J]. 中国微创外科杂志, 2018, 18(5): 422-426.
- [8] 沈智敏, 陈泓波, 张培培, 等. 机器人辅助肺叶切除术的学习曲线[J]. 福建医科大学学报, 2020, 54(2): 117-120.
- [9] 曹莉莉, 徐惠成, 陈勇, 等. 达芬奇机器人手术系统在宫颈癌广泛子宫切除手术中学习曲线的研究[J]. 实用妇产科杂志, 2015, 31(9): 705-708.
- [10] 杨溯, 郭威, 吴晗, 等. 胸外科医师机器人手术培训模式: 瑞金医院单中心研究[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2020, 27(8): 918-921.
- [11] 田园, 林叶成, 李勇, 等. 达芬奇机器人胃癌手术学习曲线[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2020, 13(3): 151-155.
- [12] Galfano A, Secco S, Dell'Oglio P, et al. Retzius-sparing robot assisted radical prostatectomy: early learning curve experience in three continents[J]. BJU International, 2020. DOI:10.1111/iju.15196.
- [13] Soomro N A, Hashimoto D A, Porteous A J, et al. Systematic review of learning curves in robot-assisted surgery[J]. BJS Open, 2020. DOI: 10.1002/bjs.5.50235.
- [14] Cimen H I, Atik Y T, Altinova S, et al. Does the experience of the bedside assistant affect the results of robotic surgeons in the learning curve of robot assisted radical prostatectomy?[J]. Int Braz J Urol: official journal of the Brazilian Society of Urology, 2019, 45(1): 54-60.

- [15] 沙建军, 潘家骅, 吴小荣, 等. 倒刺缝线在腹腔镜下前列腺癌根治术中的应用研究 [J]. 临床泌尿外科杂志, 2017, 32(9): 658-661.
- [16] 刘承宗, 时佳子, 吴震杰, 等. 术中荧光在机器人辅助腹腔镜下肾部分切除术中的应用初探 [J]. 临床泌尿外科杂志, 2018, 33(6): 446-449.
- [17] 吴波, 胡操阳, 申彭亮, 等. 荧光显影技术在机器人辅助前列腺癌根治术中的应用 [J]. 中华腔镜泌尿外科杂志 (电子版), 2020, 14(6): 414-419.
- [18] Bizzarri N, Luigi P A, Ferrandina G, et al. Sentinel lymph node mapping with indocyanine green in cervical cancer patients undergoing open radical hysterectomy: a single-institution series[J]. Journal of Cancer Research and Clinical Oncology, 2020. DOI: 10.1007/s00432-020-03393-6.
- [19] Rundstedt F V, Scovell J M, Agrawal S, et al. Funding utility of patient-specific silicone renal models for planning and rehearsal of complex tumour resections prior to robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy[J]. BJU international, 2017, 119(4): 598-604.
- [20] Wake N, Rude T, Kang S T, et al. 3D printed renal cancer models derived from MRI data: application in pre-surgical planning[J]. Abdominal Radiology, 2017, 42(5): 21501-1509.
- [21] 杨诚, 梁朝朝. 高级成像技术在机器人辅助腹腔镜肾部分切除术中的应用进展 [J]. 中华泌尿外科杂志, 2019, (5): 395-397.
- [22] 王瑞. 吲哚菁绿荧光影像辅助下腹腔镜肝切除术的手术护理 [J]. 全科护理, 2019, 17(9): 1065-1067.
- [23] 常宝, 程文夫, 张莹, 等. 吲哚菁绿荧光染色引导下机器人辅助肝切除手术一例护理配合 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2020, 1(5): 369-373.

· 简 讯 ·

《机器人外科学杂志 (中英文)》征稿及 2023 年征订启事

《机器人外科学杂志 (中英文)》(Chinese Journal of Robotic Surgery, 简称 CJRS) 是由中国出版集团主管, 世界图书出版公司主办, 中国医师协会医学机器人医师分会和中国抗癌协会腔镜与机器人外科分会等协办的国内公开发行的机器人外科学学术期刊 (CN 10-1650/R, ISSN 2096-7721)。旨在刊载机器人外科学领域新进展、新成果、新技术, 促进机器人外科学的应用和发展, 推动学术交流, 提高我国在该领域的科研、临床水平和国际影响力。

本刊倡导理论与实践相结合, 提高与普及相结合, 并实行严格的专家审稿制度, 依据稿件学术质量, 公平、客观地取舍稿件。初设述评、临床研究、综述、基础研究、病例研究、专栏、讲座、教学研究、护理研究、指南与共识、学术争鸣、国内外学术动态等栏目。本刊为双月刊, 大 16 开本, 图随文走, 全彩印刷, 80~96 页 / 期, 定价 50 元, 全年 6 期 (300 元), 可直接向本刊编辑部订阅 (户名: 世界图书出版西安有限公司; 开户行: 工商银行西安市北大街支行; 账号: 3700 0205 0924 5232 147)。

本刊对录用论文免费快速发表, 不收取作者任何费用, 也未授权或委托任何个人或网站受理作者投稿, 谨防诈骗。

**投稿方式: 1、官网投稿系统: www.jqrwxzz.com; 2、编辑部信箱: jqrwxzz@163.com。
编辑部电话: 029-87286478。**

本刊编辑部