

多模式教学在机器人手术麻醉教学中的应用

刘佳¹, 楼征², 杨涛¹, 王嘉锋¹

(1. 海军军医大学附属长海医院麻醉学部 上海 200433; 2. 海军军医大学附属长海医院肛肠外科 上海 200433)

摘要 随着达芬奇机器人手术在外科领域的广泛应用, 患者特殊的 Trendelenburg 体位、术中的 CO₂ 气腹和过长的手术时间, 都给麻醉管理带来了巨大的挑战。在麻醉专业住院医师的规范化培训中, 针对达芬奇机器人手术的术前评估、相关麻醉技术、术中管理和术后随访等教学内容, 笔者采用了专项讲座、教学查房、可视化工具、现场带教和微信辅助等多模式教学方法, 以提高规培医生的理论水平和临床技能。

关键词 多模式教学方法; 机器人; 麻醉; 教学应用

中图分类号 R614 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2020) 05-0364-05

Application of multi-mode teaching on anesthesia training in robotic surgery

LIU Jia¹, LOU Zheng², YANG Tao¹, WANG Jiafeng¹

(1. Department of Anesthesiology, Changhai Hospital, Naval Military Medical University, Shanghai 200433, China;

2. Department of Anorectal Surgery, Changhai Hospital, Naval Military Medical University, Shanghai 200433, China)

Abstract With the wide application of Da Vinci robotic surgery in the surgical field, the patient's special Trendelenburg position, intraoperative CO₂ pneumoperitoneum and excessive operation time have brought great challenges to anesthesia management. In the standardized training of resident doctors in anesthesia, for the preoperative evaluation, related anesthesia techniques, intraoperative management and postoperative follow-up of Da Vinci robotic surgery, the author employed multi-mode teaching approaches, such as special lectures, teaching rounds, visualization tools, on-site teaching and WeChat, to improve the theoretical level and clinical skills of resident doctors.

Key words Multi-mode teaching methods; Robot; Anesthesia; Teaching application

收稿日期: 2020-04-20 录用日期: 2020-06-25

Received Date: 2020-04-20 Accepted Date: 2020-06-25

基金项目: 海军军医大学教学研究与改革项目 (JYC2015024)

Foundation Item: Teaching Research and Reform Project of Naval Medical University (JYC2015024)

通讯作者: 王嘉锋, Email: jfwang@smmu.edu.cn

Corresponding Author: WANG Jiafeng, Email: jfwang@smmu.edu.cn

引用格式: 刘佳, 楼征, 杨涛, 等. 多模式教学在机器人手术麻醉教学中的应用 [J]. 机器人外科学杂志, 2020, 1 (5): 364-368.

Citation: LIU J, LOU Z, YANG T, et al. Application of multi-mode teaching on anesthesia training in robotic surgery [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2020, 1(5):364-368.

达芬奇机器人手术系统自 2000 年应用于临床以来，凭借其良好的可视化体验、灵活的机械操控，成为广泛应用的新一代外科微创手术系统。最初的达芬奇手术机器人包括一个远程的外科医生控制台、成像系统和一个三臂机器人控制的仪器驱动系统^[1]。由于拥有 3D 高清晰度视野、可自由活动的机械腕臂、手震颤滤过等先进技术，对于手术入路狭窄和操作困难的解剖空间，特别是盆腔手术，其具有巨大的外科优势^[2]。同时，有临床数据证实，使用达芬奇手术机器人可以减少术中出血，改善术后功能，并且缩短患者的住院时间。但是对于麻醉医师而言，患者特殊的特伦德伦伯格（Trendelenburg）体位、术中的 CO₂ 气腹和过长的手术时间，都给麻醉管理带来了巨大的挑战^[3]。

从 2012 年 3 月海军军医大学附属长海医院开展第一台达芬奇机器人手术以来，已实施数百例病例。鉴于我院是教学医院，当面对陌生的机器人手术麻醉时，如何引导规培医生快速进入角色、掌握麻醉要点、成长为能够独当一面的专科医生，是笔者一直以来苦苦思索、亲身实践的问题。因此在麻醉专业住院医师的规范化培训中，针对达芬奇机器人手术的术前评估、相关麻醉技术、术中管理和术后随访等教学内容，笔者采用了多模式教学方法，现报道如下。

1 术前访视和评估的教学

麻醉的术前访视和评估对于手术患者至关重要。除去常规分析麻醉和围手术期可能发生的问题和预防方法外，还需要针对达芬奇机器人手术的特殊性给予关注。

由于手术过程中需要维持长时间的 CO₂ 气腹和特伦德伦伯格体位，会直接影响术中的血流动力学和氧合，因此术前要着重评估患者的心肺功能、脑功能和眼压、眼底情况。为此我

科开展了达芬奇机器人手术麻醉的专项讲座，由长期从事机器人手术麻醉的主治医师以晨课、幻灯片讲解的形式，对规培医生进行教学，使得他们对达芬奇机器人手术麻醉有一个大概的了解。术前可以通过胸片、胸部 CT、肺功能检查和动脉血气分析，判断患者的肺功能情况。而既往的病史主诉、心电图、心脏彩超和 CT 血管造影（CT Angiography, CTA）检查，可以明确患者的心功能。值得注意的是，由于机器人手术的日渐高龄化，患者的脑血管病病史和脑功能监测越来越引起临床麻醉医师的关注^[4]。另外，过久的特伦德伦伯格体位会导致眼压升高，对于青光眼等眼内压高的患者而言，达芬奇机器人手术应视为禁忌证。在传统教学中，规培医生都是通过书本学习和上级医师的讲解带教过渡到自己进行术前访视和评估。而我科采用的是教学查房。教学查房是情景式教学，由一名规培住院医师作为主导，在带教老师的指导下，对真实的患者行术前访视评估，并将病史特点、体格检查、手术和麻醉关注点整理成幻灯片，在麻醉早交班前同所有医生共同回顾病史，行体格检查。在整个过程中，带教老师不仅要查漏补缺，明确体格检查的注意点，还要调动在场所有规培医生的积极性，展开相互间的讨论，并且鼓励大家拓展思路，加深对机器人手术麻醉术前评估的理解。最后，由主持教学查房的教授总结麻醉的重点和难点，制定出相应的麻醉计划。这种教学方法极大调动了规培住院医师的学习积极性，加深了对达芬奇机器人手术麻醉的认识。

2 麻醉诱导和相关麻醉技术的教学

2.1 麻醉诱导的教学

常规方法快速诱导患者，并使用可视化工

具进行气管插管。在以往的气管插管教学中，带教老师通常使用的是常规喉镜，由于该喉镜前端的视野狭小，插管技术不熟练的麻醉医生可能会暴露不全，导致插管失败。而可视化工具，比如各种类型的视频喉镜、可视光棒和纤维支气管镜，可以清楚地显露咽喉部的解剖结构，更有利于暴露声门，便于插管，加深了规培医生对该操作的认识，同时也大大减轻了对患者的损伤^[5]。

2.2 相关麻醉技术的教学

达芬奇机器人手术比传统的腹腔镜手术时间长，这可能不是因为解剖原因，而是由于机器人手术包含了对接和撤离两次步骤，且长时间的头低脚高位会导致头面部水肿和静脉回流障碍^[6]。无论患者术前是否存在凝血功能异常，这都是对麻醉医师深静脉穿刺技术的巨大挑战。因此，笔者强烈建议在超声引导下进行颈内静脉穿刺。超声也是可视化教学的手段之一。我科早在2014年就开始在全科普及超声引导下的神经区域阻滞和深静脉穿刺，积累了相当丰富的教学经验。首先，需要明确体表解剖定位，了解深层次的血管、神经和周围组织器官的分布与走向。可以采用手机录制微视频的教学方法，在白纸上用不同颜色的记号笔绘制标记颈部结构，尤其是颈内三角的位置，边讲解边录制，最后进行简单的后期制作，再将微视频发送给规培医生反复观看学习。其次，需要讲解超声成像的基本原理。即浅表结构需要使用高频超声，图像清晰，但波长低，穿透性下降。深部结构则要求使用低频超声，穿透性更好，但不能保证图像的质量^[7]。在教学过程中，带教老师可以使用真人示教超声引导下的深静脉穿刺，让规培医生对穿刺针的显像有直观印象，明确什么是平面内穿刺、什么是平面外穿刺，并且示范超声探头如何摆动、扭转以清楚显现进针的轨迹，以此培养规培医生的空间想象能

力。此外，在课外寻找合适的物体进行穿刺技术训练，比如在带皮带骨的猪肉上调整进针角度来达到不同进针深度，摆动探头以寻找穿刺针的轨迹，这同时也训练了眼手的协调能力^[8]。最后，在带教老师的指导下进行临床实践操作，而老师应做到离手不离眼，及时纠正规培医生操作中的各种问题。

腹横平面阻滞（Transverse abdominal plane block, TAP-block）在达芬奇机器人手术的麻醉中同样应用广泛。由于机器人手术的微创性，使得患者术后疼痛的程度大大减轻，而术后镇痛常规使用的阿片类药物，其恶心、呕吐、肠蠕动减慢等副作用就更加明显，这直接增加患者的主观不适感，提高术后并发症发生的几率，甚至导致住院时间的延长。因此在术前麻醉诱导后使用TAP-block，就能够有效缓解术后疼痛，也避免了阿片类药物的使用^[9]。超声引导下的TAP-block也是我科规培医生麻醉临床技能培训的重点之一。因为腹部腹横肌平面相对解剖结构简单，肌肉及筋膜的显像清晰明了，有助于初学者学习解剖结构、观察进针轨迹，并且穿刺针到达正确位置后，局部麻醉药扩散明显，有利于规培医生建立超声引导下神经区域阻滞成功的信心。

3 术中管理的教学

3.1 术中体位的影响

在达芬奇机器人手术中，体位的摆放非常重要。特伦德伦伯格体位是头低30°甚至更低，双腿外展呈截石位^[10]，在头低脚高的角度增大过程中，由于下腔静脉回心血量的骤然增加，心脏前负荷也会增加^[11]，有的患者会因此出现心动过缓，甚至心搏骤停（尤其是在刚建立CO₂气腹的时候）^[12]。此时要叮嘱规培医生缓慢调整体位，并且注意心率和血压的变化，及时处理，维持循环的平稳。

另外，达芬奇机器人的设备体积庞大，一旦机器手臂所持的手术器械进入患者体内，任何机器的移动或患者的体动都可能带来腹腔撕开、血管断裂的严重后果，因此需要在术中维持深度肌松。也有实验证实，深度肌松不仅能够改善手术条件，而且可以减少特伦德伦伯格体位和长时间气腹导致的眼压升高^[13]。所以笔者也建议规培医生在术中持续泵注顺式阿曲库铵或者罗库溴铵，以维持较深的神经肌肉阻滞；同时，为了避免由于深度肌松可能导致的术中知晓，更好地监测麻醉深度，可以常规使用 BIS（脑电双频指数），维持数值在 40~60。

特伦德伦伯格体位这一头低脚高位，会使颅内压和眼压升高。对于既往有脑血管疾病的患者而言，颅内压的增加很危险。要提醒规培医生关注此类患者，注意术前谈话，并及时调整体位。

3.2 CO₂ 气腹的影响

机器人手术中使用的是人工 CO₂ 气腹。大量的 CO₂ 在一定压力下进入腹腔，通过腹膜弥散入血，使得血中 CO₂ 分压急剧升高，再加上特伦德伦伯格体位的联合作用，患者的膈肌上抬，肺的顺应性下降，最终导致了肺通气血流比值的失调和肺不张^[14]。因此，我们建议规培医生术中可以将呼吸参数设置为：8~10ml/kg 的潮气量、5~8cmH₂O 的呼气末正压通气和低于 35cmH₂O 的最高气道压力，以预防术后肺不张的发生^[10]。此外，有研究证明，长时间的 CO₂ 气腹，机体的代偿功能会慢慢减弱，pH 和碱剩余会在气腹建立 4h 后显著降低^[15]。此时可以增加潮气量、加快呼吸频率和调整呼吸比，促使 CO₂ 缓慢排出。如果高碳酸血症的情况一直无法改善，需提醒外科医生降低气腹压力甚至中转开腹。

以上的麻醉注意事项和经验，都可以在临床带教过程中在带教老师现场讲解患者病理生

理变化的基础上展开相互间的讨论，理顺临床思路，并提出相应的治疗和处理措施。

4 术后镇痛和随访的教学

由于达芬奇机器人手术的微创性，术后镇痛方法和腔镜手术类似。建议使用多模式镇痛，即神经阻滞复合非阿片类药物的使用。当然在条件和时间允许的情况下，也可以在术前行硬膜外麻醉置管，术后使用硬膜外镇痛泵。相关研究也证实，这一方法的镇痛效果优于患者自控镇痛^[16]。

对于规培医师而言，带教老师的用药习惯、临床思路和镇痛配方各不相同，因此很难形成对机器人麻醉、镇痛管理的系统认识。笔者尝试组织了机器人术后镇痛和随访的微信辅助教学，把相关的规培医师拉入微信群中，除了发布机器人手术麻醉的相关课件以外，还在群里交流术后镇痛的配方、效果和随访的情况。大家可以在微信群里畅所欲言，学习如何做到镇痛配方个体化、精细化，以及用药的配伍禁忌，并且通过术后随访，在以后的达芬奇机器人麻醉管理中避免自己出现同样的问题和错误，以求达到与其他规培医生共同学习、共同进步的目的。

5 多模式教学的效果评估

选取 2018 年 3 月~2019 年 12 月在海军军医大学附属长海医院麻醉学部进行规范化培训的住院医师 20 名，均开展了上述多模式教学。达芬奇机器人麻醉轮转结束后对教学效果进行了多方面评估，主要分为以下 5 个方面：①机器人手术麻醉理论知识考试平均得分为 (84.7 ± 7.3) 分，显著高于上一年度住院医师的得分 $[(79.0 \pm 4.3)$ 分， $P=0.007$]；②机器人手术麻醉的兴趣评分 (86.3 ± 6.9) 分；③对多模式教学的教学满意度评分 (91.4 ± 6.4) 分；④临床麻醉结局评估：经此 20 名住院医师管理的机器

人手术患者，术后均未发生严重并发症，术后视觉模拟评分法（Visual analogue score, VAS 评分）基本在 0~2 分。根据以上评估结果可得出，在机器人麻醉教学中使用多模式教学方法能够极大地提高规培医生的学习效果、动手操作能力，以及对麻醉教学的满意度。同时，也加深了规培医生对抽象的病理生理和麻醉理论知识的理解，临床思路更加清晰，围手术期麻醉管理的能力得到提高，从而减少了术后并发症的发生。

6 总结

综上所述，随着达芬奇机器人手术的飞速发展，对麻醉医师的术中管理也带来了挑战。作为临床教学科室，除了明确患者的术前、术中及术后情况，制定好详细的麻醉方案以外，还从麻醉专业住院规培医生的角度出发，采用传统教学、教学查房、可视化工具（视频喉镜、可视光棒和超声引导）、现场带教讲解、组织微信辅助教学等多模式相结合的教学方法，极大调动了规培医生学习的积极性。同时，着重麻醉临床思维的培养，把书本上抽象的麻醉理论知识同临床操作和治疗处理密切联系，使得麻醉规培医生能够游刃有余地处理机器人手术麻醉中遇到的各种紧急情况，及时预防和治疗可能发生的并发症。

参考文献

- [1] Hockstein N G, Gourin C G, Faust R A, et al. A history of robots: from science fiction to surgical robotics[J]. *J Robot Surg*, 2007, 1(2): 113-118.
- [2] Fabio S, Caterina F, Alessio M, et al. Robotic rectal surgery: State of the art[J]. *World J Gastrointest Oncol*, 2016, 8(11): 757-771.
- [3] Eddib A, Hughes S, Aalto M, et al. Impact of age on surgical outcomes after robot assisted laparoscopic hysterectomies[J]. *Surg Sci*, 2014, 5(3): 90-96.
- [4] 丁玲玲, 张宏, 米卫东, 等. 机器人辅助前列腺癌根治术中气腹及 Trendelenburg 体位对老年患者脑血液回流的影响[J]. *南方医科大学学报*, 2015, 35(5): 712-715.
- [5] 孟岩, 王嘉锋, 薄禄龙, 等. 可视化教学手段在非麻醉专业气管插管临床见习课中的应用[J]. *卫生职业教育*, 2019, 37(4): 119-120.
- [6] Baltayan S. A brief review: anesthesia for robotic prostatectomy[J]. *J Robot Surg*, 2008, 2(2): 59-66.
- [7] Homorodea C, Olinic M, Olinic D, et al. Development of a methodology for structured reporting of information in echocardiography[J]. *Med Ultrason*, 2012, 14(1): 29-33.
- [8] Xu D, Abbas S, Chan V, et al. Ultrasound phantom for hands-on practice[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2005, 30(6): 593-594.
- [9] Chin J H, Seo H, Lee E H, et al. Sonographic optic nerve sheath diameter as a surrogate measure for intracranial pressure in anesthetized patients in the Trendelenburg position[J]. *BMC Anesthesiol*, 2015. DOI: 10.1186/s12871-015-0025-9.
- [10] Lee J R. Anesthetic considerations for robotic surgery[J]. *Korean J Anesthesiol*, 2014, 66(1): 3-11.
- [11] Awad H, Santilli S, Ohr M, et al. The effects of steep Trendelenburg positioning on intraocular pressure during robotic radical prostatectomy[J]. *Anesth Analg*, 2009, 109(2): 473-478.
- [12] Gainsburg D M, Wax D, Reich D L, et al. Intraoperative management of robotic-assisted versus open radical prostatectomy[J]. *JSL*, 2010, 14(1): 1-5.
- [13] Yoo Y C, Kim N Y, Shin S, et al. The Intraocular Pressure under Deep versus Moderate Neuromuscular Blockade during Low-Pressure Robot Assisted Laparoscopic Radical Prostatectomy in a Randomized Trial[J]. *PLOS One*, 2015, 10(8): e0135412.
- [14] Kaye A D, Vadivelu N, Ahuja N, et al. Anesthetic considerations in robotic-assisted gynecologic surgery[J]. *Ochsner J*, 2013, 13(4): 517-524.
- [15] 丁玲玲, 张宏, 米卫东, 等. 机器人辅助根治性膀胱切除 + 原位新膀胱手术的麻醉管理[J]. *北京大学学报*, 2013, 45(5): 819-822.
- [16] Fant F, Axelsson K, Sandblom D, et al. Thoracic epidural analgesia or patient-controlled local analgesia for radical retropubic prostatectomy: a randomized, double-blind study[J]. *Br J Anaesth*, 2011, 107(5): 782-789.