

机器人手术与腹腔镜手术对外科医生影响的比较

董海燕, 窦磊, 庞晓燕, 田东立, 张颐

(中国医科大学附属第一医院妇科 辽宁 沈阳 110001)

摘要 微创手术使患者获益的同时也增加了外科医生的工作负荷, 包括生理负荷和认知负荷。肌肉骨骼疾病是微创外科医生最常见的职业病, 相比传统腹腔镜手术, 达芬奇机器人系统因其特殊的人体工程学设计, 极大地减少了外科医生的肌肉骨骼与精神压力相关疾病, 减轻了外科医生的生理和认知负荷。因此, 分析比较达芬奇机器人手术和腹腔镜手术在生理负荷和认知负荷方面对外科医生的影响, 有利于相关技术操作的改进及微创手术的发展。

关键词 机器人手术; 外科医生; 生理负荷; 认知负荷

中图分类号 R65 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2020) 03-0195-07

Comparison of workload on surgeons performing robotic and laparoscopic surgery

DONG Haiyan, DOU Lei, PANG Xiaoyan, TIAN Dongli, ZHANG Yi

(Department of Gynecology, the First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China)

Abstract Minimally invasive surgery brings benefits to patients, but also increases the workload to the surgeons, including physiological and cognitive load. Musculoskeletal diseases have become the most common occupational diseases to minimally invasive surgeons. Compared with traditional laparoscopic surgery, the Da Vinci robot system greatly reduces surgeons' musculoskeletal and mental stress due to its special ergonomic design. So the physiological and cognitive load to surgeons is reduced. Therefore, this review analyzes and compares the impact of laparoscopic surgery and Da Vinci robotic

收稿日期: 2020-04-05 录用日期: 2020-05-15

Received Date: 2020-04-05 Accepted Date: 2020-05-15

基金项目: 辽宁省中央引导地方科技发展专项 (2019JH6/10400006); 中国医科大学 2019 年度临床医学培育学科支持计划 (妇产科学 - 机器人)

Foundation Item: Central Government Guiding the Local Science and Technology Development Special Project in Liaoning Province (2019JH6/10400006); Key Clinical Discipline Support Plan of China Medical University in 2019

通讯作者: 张颐, Email: syzi@163.com

Corresponding Author: ZHANG Yi, Email: syzi@163.com

引用格式: 董海燕, 窦磊, 庞晓燕, 等. 机器人手术与腹腔镜手术对外科医生影响的比较 [J]. 机器人外科学杂志, 2020, 1 (3): 195-201.

Citation: DONG H Y, DOU L, PANG X Y, et al. Comparison of workload on surgeons performing robotic and laparoscopic surgery [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2020, 1(3): 195-201.

surgery on the physiological load and cognitive load to surgeons, hopefully it may improve related technical operations and promote the development of minimally invasive surgery.

Key words Robotic surgery; Surgeon; Physiological load; Cognitive load

微创手术是医学发展的里程碑,从开腹手术到腹腔镜手术,越来越微创化的手术方式使得手术对患者的损伤程度越来越小,患者术后恢复更快、生活质量更高^[1]。但这些技术可能会增加外科医生的身体和精神负担^[2-4]。开放式和腹腔镜手术对术者身体的需求各不相同,腹腔镜外科医生的身体不适患病率更高^[5-6]。据统计,腹腔镜外科医生中身体不适的患病率高达74%^[7]。多项人体工程学研究表明,在腹腔镜手术期间,外科医生面临多种限制,包括身体姿势、上肢运动等,这些是发展成肌肉骨骼疾病(Musculoskeletal disorder, MSD)的危险因素^[8]。20世纪80年代中期,手术机器人开始应用于临床。自手术机器人问世以来,机器人系统不断改进。2000年7月第一代达芬奇手术机器人(Da Vinci surgical robot)出现并通过美国FDA认证应用于临床,目前已经发展到了第四代,成为当前世界上应用最广泛的手术机器人产品。达芬奇机器人手术系统由3个主要部分组成:控制台、手术操作台、视讯系统。控制台与手术操作台分离,主刀医生坐在控制台上,操控控制杆远程控制机械臂进入人体体腔内进行手术,并通过三维视频成像技术获得高清晰的镜下图像,视讯系统采用双通道3D图像系统。达芬奇机器人系统的机械臂头模拟了手臂关节,并拥有更大自由度,具有前、后、左、右、旋前、旋后和环转7种活动功能,可360°自由旋转。目前,对于达芬奇机器人手术的讨论,主要集中在费用和患者利益上,包括术中神经血管损伤小、术中出血少、术后胃肠道功能恢复快、术后住院时间短、患者满意度高等,但是对外

科医生的影响却少有报道。达芬奇机器人系统符合人体工程学设计,外科医生无需站在手术台上与患者接触,与腹腔镜手术相比,达芬奇机器人手术可以提高技术性能并减少精神需求。但是,少有研究比较机器人与腹腔镜手术对外科医生工作负荷的影响。因此本文综述达芬奇机器人手术和腹腔镜手术对外科医生生理和认知负荷的影响,旨在最大程度地提高人们对于达芬奇机器人手术人体工程学效益的认识,促进达芬奇机器人手术的发展,使其更好地服务于患者及外科医生。

1 对外科医生生理负荷的影响

Franasiak等^[9]通过妇科肿瘤学会进行了包括机器人手术在内的微创手术人体工程学调查,调查结果表明,有88%的外科医生经历了与微创手术相关的身体不适。多项人体工程学研究表明,腹腔镜手术的外科医生出现身体不适率明显高于达芬奇机器人手术^[10]。这些疼痛、麻木、僵硬等不适表明了腹腔镜手术对外科医生的生理负荷明显高于达芬奇机器人手术。肌肉骨骼疼痛、肌肉骨骼负荷等尤为明显。

1.1 肌肉骨骼疼痛

在欧洲,肌肉骨骼疼痛是外科医生最常见的职业病^[11-12]。第4次欧洲工作条件调查显示了一些MSD相关的疼痛结果,其中肌肉疼痛患病率为22.8%,腰痛患病率为24.7%,颈肩疼痛患病率为23%。与开放手术的外科医生相比,进行腹腔镜手术的外科医生更容易出现颈部、肩膀、手臂疼痛^[13]。一项Meta分析结果表明,

微创外科医生发生特定部位的疼痛，包括背部（50%）、颈部（48%）、手臂或肩膀（43%），其中61%外科医生在进行手术操作时疼痛会加重，但只有29%的人寻求治疗^[13]。许多腹腔镜外科医生报告肌肉骨骼疼痛与进行腹腔镜手术的人体工程学压力有关。在腹腔镜手术期间，外科医生面临静态的身体姿势，重复的上肢运动以及不良姿势所施加的力，这些均是发展成MSD的危险因素^[8]。肌肉骨骼疼痛逐渐发展，会影响肌肉骨骼系统的不同部分，包括肌肉、关节和神经。肌肉骨骼疼痛还会影响手术操作的准确性，间接影响患者的安全。达芬奇机器人系统特有的控制台和机械臂很大程度上克服了腹腔镜的这些缺陷。Lawson等^[14]报道，机器人手术使外科医生在人体工程学上的位置更加正确。有研究表明^[15]，专业的外科医生在机器人手术中肌肉骨骼疼痛的发生率要低于传统腹腔镜手术。Stefanidis等进行的两项研究也证明^[16-17]，机器人手术的工作负荷和MSD相关的不明显低于腹腔镜手术。

1.2 肌肉骨骼负荷

肌肉激活程度反映了肌肉所承受的生理负荷，肌肉激活程度越高，说明肌肉负荷越大。机器人手术系统为外科医生提供了符合人体工程学的良好工作平台，解决了许多腹腔镜手术存在的局限性^[18-19]。相关研究对一位具有腹腔镜和机器人手术专业知识的外科医生进行术中监测，其双侧二头肌、三头肌、三角肌和斜方肌表面肌电图数据提示传统腹腔镜手术中除斜方肌外，其他三种肌肉的激活度显著高于达芬奇机器人手术，表明达芬奇机器人手术肌肉负荷低于传统腹腔镜手术^[20]。另一项实验招募了31名具有不同程度腹腔镜和机器人经验的外科医生参加，以随机顺序进行手术操作，从双侧

二头肌、三头肌、三角肌和斜方肌获得表面肌电图数据，同样是除斜方肌以外的所有肌肉进行达芬奇机器人手术组的肌肉激活程度更低^[21]。达芬奇机器人系统允许外科医生坐着手术，且前臂和头部都有支撑，相比腹腔镜手术，对外科医生的肌肉负荷更小^[22-23]。

2 对外科医生认知负荷的影响

认知负荷是表示处理具体任务时加在学习者认知系统上负荷的多维结构，它包含了用于描述工作记忆利用现象的各种术语，如精神努力、精神压力、认知工作量等。认知负荷理论假设，当外科医生从事手术任务时，一定水平的负荷与需要的注意力相对应地施加在工作记忆上。然而外科医生会出现认知超负荷的状态，一定条件下认知超负荷会使外科医生手术技能下降，尤其是涉及复杂和/或非非常规操作时，如紧急情况或其他意外事件^[24-25]。

2.1 精神努力

Lee等^[18]发现，与腹腔镜手术相比，机器人手术可改善外科医生的认知负荷。32名外科医生分别使用传统腹腔镜和达芬奇机器人完成捡球和穿线任务，通过手术任务负荷指数（The Surgery Task Load Index, SURG-TLX）^[26]评价工作负荷，脑力自我评分量表（Rating scale for mental effort, RSME）和心跳间隔标准差（Standard deviation of beat-to-beat intervals, SDNN）分别评价主观和客观的精神努力，结果使用机器人手术的外科医生不仅在执行任务时更快、更准确，而且工作负荷和所需的精神努力更少^[27]。使用经过验证的美国国家航空航天局任务负荷指数问卷对无腹腔镜缝合经验的医学生进行评估，分析这些医学生分别使用传统腹腔镜和达芬奇机器人完成胃底缝合时的工作量、自我报告表

现、挫败感、施行任务时的心理和时间需求，同样，使用达芬奇机器人缝合的医学生不管是任务完成满意度还是精神工作量都显著优于传统腹腔镜^[28]。

对外科医生在进行机器人和腹腔镜体内缝合时的脑功能影响进行监测，结果在机器人缝合时主要位于外侧前额叶区域的7个通道中发现了更大的前额叶激活，机器人手术可提高外科医生高工作负荷条件下的手术技能，并与注意力和任务投入区域的激活性增强相关^[29]。这表明与腹腔镜缝合相比，机器人平台使外科医生在一定任务条件下更加集中注意力。顶叶皮层与视觉空间能力具有相关性，视觉空间能力是微创手术顺利进行的基础，机器人手术系统通过为外科医生提供高清三维视觉显示，有可能减轻外科医生部分认知负荷^[30-32]。研究结果突出显示了机器人手术系统对手术操作者的好处。具体来说是以较少的精神努力来完成一定的任务，这就使得外科医生拥有更多的认知资源来处理其他需求。

2.2 精神压力

精神压力是认知负荷的重要组成部分，长期的精神压力会导致外科医生情绪消极。2007年中国原卫生部调查数据显示，90%的医务人员感到工作压力过大，23%的医务人员有消极情绪，50%以上的医务人员，尤其是外科医生，在工作时出现过消极情绪。Van der Schatte等^[33]研究16位缺乏手术经验的医学生，他们使用标准的腹腔镜和机器人手术系统进行穿线、捡球等操作，采用邓迪压力状态调查表(Dundee stress state questionnaire, DSSQ)评估精神压力，结果显示采用机器人手术时感受到的精神压力更小。最近发表的一项研究报告，与经验丰富的腹腔镜外科医生相比，机器人外科医生不管有无机

器人手术经验，表现出的身体负荷和精神压力都低于腹腔镜外科医生^[34]。此前另有一项人体工程学认知研究表明，使用机器人手术系统的医学新手感受到的精神压力较小，因此他们更愿意使用机器人手术系统^[35]。也有研究报告，机器人手术的生理工作量和主观上报告的努力水平低于腹腔镜，但两者在精神压力方面相同^[36]。达芬奇机器人系统是否因其优越的人体工程学效益而使得施加在外科医生认知系统上的负荷减小，从而使外科医生手术时所需的精神努力和感受到的精神压力更小仍有待于进一步探究。

3 讨论

随着微创手术的发展，手术器械、手术技术不断更新换代，新技术改善了患者的愈后，我们往往也只关注患者结局，却忽视了它如何影响外科医生。Catanzarite等^[10]回顾有关人体工程学风险文献，分析发现妇科医生在开放手术、常规腹腔镜手术、机器人手术中，发生MSD相关疾病的概率分别为66%~94%、73%~100%、23%~80%。外科医生面临的压力和挑战越来越大，毫无疑问，外科医生将花费更多的时间在这些手术过程上，微创外科手术领域的扩大使人们增加了对改善外科医生身体工作条件的关注。目前，达芬奇机器人手术系统应用广泛，并已被尝试应用于远程手术^[37-38]，在泌尿外科、妇科、普通外科和胸外科等微创手术中发挥了重要作用。达芬奇机器人手术系统与腹腔镜手术系统相比，在人体工程学方面得到了很大的改善，外科医生身体不适率和认知负荷大大降低，但仍存在局限性。尽管许多研究支持机器人手术的人体工程学优势^[39]，但一些研究还讨论了机器人手术中潜在的人体工程学挑战^[40]。

一项类似的人体工程学调查研究^[41]显示机器人手术组的身体不适发生率(72%)高于腹腔镜手术(57%)和开腹手术组(49%)。Craven等^[42]进行的一项研究表明,机器人手术可能会产生潜在的姿势相关风险,高快速上肢评估和高应变指数证明了这一点。Lee等^[18]进行的一项研究报告了外科医生手和鼻腔的肌肉激活度较高,特别是在机器人缝合和切割操作时,无经验的机器人外科医生对扶手的不正确使用也导致斜方肌的肌肉激活度更大。进行机器人手术,眼睛不适症状发生率大大降低,而颈部和手指不适症状没有明显改善。同样,不同的手术方式也会影响外科医生的认知负荷。长时间的精神紧张、压力会导致手术操作能力下降。尽管多项研究表明,达芬奇机器人手术给外科医生带来的精神压力小于传统腹腔镜手术^[43-44],但达芬奇机器人手术仍涉及较高的精神压力,需要有效的干预措施来预防出现与工作有关的损害^[45]。因此人们提出了进一步改进手术机器人技术,以克服其在人体工程学方面的局限^[46-47]。

总之,不管是达芬奇机器人手术系统还是传统腹腔镜,两者对外科医生的影响均不小,分析比较两者对外科医生的影响,改进相关系统操作,有效干预、预防手术操作给外科医生带来的损害,是促进微创手术更好发展的前提。

参考文献

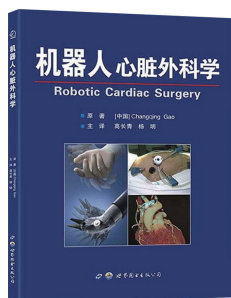
- [1] Zihni A, Gerull W D, Cavallo J A, et al. Comparison of precision and speed in laparoscopic and robot-assisted surgical task performance[J]. *J Surg Res*, 2018, 223(1): 29-33.
- [2] Lee G, Sutton E, Clanton T, et al. Higher physical workload risks with NOTES versus laparoscopy: a quantitative ergonomic assessment[J]. *Surg Endosc*, 2011, 25 (5): 1585-1593.
- [3] Alleblas C C, Velthuis S, Nieboer T E, et al. The Physical Workload of Surgeons: A Comparison of SILS and Conventional Laparoscopy[J]. *Surg Innov*, 2015, 22 (4): 376-381.
- [4] Koca D, Yildiz S, Soyupek F, et al. Physical and mental workload in single-incision laparoscopic surgery and conventional laparoscopy[J]. *Surg Innov*, 2015, 22 (3): 294-302.
- [5] Plerhoples T A, Hernandez-Boussard T, Wren S M. The aching surgeon: a survey of physical discomfort and symptoms following open, laparoscopic, and robotic surgery[J]. *J Robot Surg*, 2012, 6 (1): 65-72.
- [6] Santos-Carreras L, Hagen M, Gassert R, et al. Survey on surgical instrument handle design: ergonomics and acceptance[J]. *Surg Innov*, 2012, 19 (1): 50-59.
- [7] Alleblas C, de Man A M, Van den Haak L, et al. Prevalence of Musculoskeletal Disorders Among Surgeons Performing Minimally Invasive Surgery: A Systematic Review[J]. *Ann Surg*, 2017, 266 (6): 905-920.
- [8] Wauben L S, Van Veelen M A, Gossot D, et al. Application of ergonomic guidelines during minimally invasive surgery: a questionnaire survey of 284 surgeons[J]. *Surg Endosc*, 2006, 20 (8): 1268-1274.
- [9] Franasiak J, Ko E M, Kidd J, et al. Physical strain and urgent need for ergonomic training among gynecologic oncologists who perform minimally invasive surgery[J]. *Gynecol Oncol*, 2012, 126 (3): 437-442.
- [10] Catanzarite T, Tan-Kim J, Menefee S A. Ergonomics in gynecologic surgery[J]. *Curr Opin Obstet Gynecol*, 2018, 30 (6): 432-440.
- [11] Nakata M. Trends in research and prevention policies for work-related musculoskeletal disorders at the European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA) [J]. *Sangyo Eiseigaku Zasshi*, 2002, 44 (2): 64-68.
- [12] Luger T, Maher C G, Rieger M A, et al. Work-break schedules for preventing musculoskeletal symptoms and disorders in healthy workers[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, 7(7): D12886.
- [13] Stucky C H, Cromwell K D, Voss R K, et al. Surgeon symptoms, strain, and selections: Systematic review and meta-analysis of surgical ergonomics[J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2018, 27(1): 1-8.

- [14] Lawson E H, Curet M J, Sanchez B R, et al. Postural ergonomics during robotic and laparoscopic gastric bypass surgery: a pilot project[J]. *J Robot Surg*, 2007, 1 (1): 61–67.
- [15] Berguer R, Smith W. An ergonomic comparison of robotic and laparoscopic technique: the influence of surgeon experience and task complexity[J]. *J Surg Res*, 2006, 134 (1): 87–92.
- [16] Seideman C A, Bagrodia A, Gahan J, et al. Robotic-assisted pyeloplasty: recent developments in efficacy, outcomes, and new techniques[J]. *Curr Urol Rep*, 2013, 14 (1): 37–40.
- [17] Patel V R, Tully A S, Holmes R, et al. Robotic radical prostatectomy in the community setting—the learning curve and beyond: initial 200 cases[J]. *J Urol*, 2005, 174 (1): 269–272.
- [18] Lee G I, Lee M R, Clanton T, et al. Comparative assessment of physical and cognitive ergonomics associated with robotic and traditional laparoscopic surgeries[J]. *Surg Endosc*, 2014, 28 (2): 456–465.
- [19] Dalager T, Jensen P T, Eriksen J R, et al. Surgeons' posture and muscle strain during laparoscopic and robotic surgery[J]. *Br J Surg*, 2020, 107(6): 756–766.
- [20] Zihni A M, Ohu I, Cavallo J A, et al. Ergonomic analysis of robot-assisted and traditional laparoscopic procedures[J]. *Surg Endosc*, 2014, 28 (12): 3379–3384.
- [21] Zarate R J, Zihni A M, Ohu I, et al. Ergonomic analysis of laparoscopic and robotic surgical task performance at various experience levels[J]. *Surg Endosc*, 2019, 33 (6): 1938–1943.
- [22] Dalsgaard T, Jensen M D, Hartwell D, et al. Robotic Surgery Is Less Physically Demanding Than Laparoscopic Surgery: Paired Cross Sectional Study[J]. *Ann Surg*, 2020, 271 (1): 106–113.
- [23] Hislop J, Tirosh O, McCormick J, et al. Muscle activation during traditional laparoscopic surgery compared with robot-assisted laparoscopic surgery: a meta-analysis[J]. *Surg Endosc*, 2020, 34 (1): 31–38.
- [24] Yurko Y Y, Scerbo M W, Prabhu A S, et al. Higher mental workload is associated with poorer laparoscopic performance as measured by the NASA-TLX tool[J]. *Simul Healthc*, 2010, 5 (5): 267–271.
- [25] Haji F A, Rojas D, Childs R, et al. Measuring cognitive load: performance, mental effort and simulation task complexity[J]. *Med Educ*, 2015, 49 (8): 815–827.
- [26] Wilson M R, Poolton J M, Malhotra N, et al. Development and validation of a surgical workload measure: the surgery task load index (SURG-TLX) [J]. *World journal of surgery*, 2011, 35 (9): 1961–1969.
- [27] Moore L J, Wilson M R, Mcgrath J S, et al. Surgeons' display reduced mental effort and workload while performing robotically assisted surgical tasks, when compared to conventional laparoscopy[J]. *Surg Endosc*, 2015, 29 (9): 2553–2560.
- [28] Stefanidis D, Wang F, Korndorffer J J, et al. Robotic assistance improves intracorporeal suturing performance and safety in the operating room while decreasing operator workload[J]. *Surg Endosc*, 2010, 24 (2): 377–382.
- [29] Singh H, Modi H N, Ranjan S, et al. Robotic Surgery Improves Technical Performance and Enhances Prefrontal Activation During High Temporal Demand[J]. *Annals of biomedical engineering*, 2018, 46 (10): 1621–1636.
- [30] Paggetti G, Leff D R, Orihuela-Espina F, et al. The role of the posterior parietal cortex in stereopsis and hand-eye coordination during motor task behaviours[J]. *Cogn Process*, 2015, 16 (2): 177–190.
- [31] Wanzel K R, Hamstra S J, Anastakis D J, et al. Effect of visual-spatial ability on learning of spatially-complex surgical skills[J]. *Lancet*, 2002, 359 (9302): 230–231.
- [32] Sack A T, Hubl D, Prvulovic D, et al. The experimental combination of rTMS and fMRI reveals the functional relevance of parietal cortex for visuospatial functions[J]. *Cognitive Brain Research*, 2002, 13 (1): 85–93.
- [33] Van der Schatte O R, Van' T H C, Ruurda J P, et al. Ergonomics, user comfort, and performance in standard and robot-assisted laparoscopic surgery[J]. *Surg Endosc*, 2009, 23 (6): 1365–1371.
- [34] Lee G I, Lee M R, Clanton T, et al. Comparative assessment of physical and cognitive ergonomics associated with robotic and traditional laparoscopic surgeries[J]. *Surg Endosc*, 2014, 28 (2): 456–465.
- [35] Klein M I, Warm J S, Riley M A, et al. Mental workload

- and stress perceived by novice operators in the laparoscopic and robotic minimally invasive surgical interfaces[J]. *J Endourol*, 2012, 26 (8): 1089-1094.
- [36] Hubert N, Gilles M, Desbrosses K, et al. Ergonomic assessment of the surgeon's physical workload during standard and robotic assisted laparoscopic procedures[J]. *Int J Med Robot*, 2013, 9 (2): 142-147.
- [37] Weber P A, Merola S, Wasielewski A, et al. Telerobotic-assisted laparoscopic right and sigmoid colectomies for benign disease[J]. *Dis Colon Rectum*, 2002, 45 (12): 1689-1694, 1695-1696.
- [38] Marescaux J, Leroy J, Gagner M, et al. Transatlantic robot-assisted telesurgery[J]. *Nature*, 2001, 413 (6854): 379-380.
- [39] Choussein S, Srouji S S, Farland L V, et al. Robotic Assistance Confers Ambidexterity to Laparoscopic Surgeons[J]. *J Minim Invasive Gynecol*, 2018, 25 (1): 76-83.
- [40] Dwyer A, Huckleby J, Kabbani M, et al. Ergonomic assessment of robotic general surgeons: a pilot study[J]. *J Robot Surg*, 2019, 14(3): 387-392.
- [41] McDonald M E, Ramirez P T, Munsell M F, et al. Physician pain and discomfort during minimally invasive gynecologic cancer surgery[J]. *Gynecol Oncol*, 2014, 134 (2): 243-247.
- [42] Craven R, Fransiak J, Mosaly P, et al. Ergonomic deficits in robotic gynecologic oncology surgery: a need for intervention[J]. *J Minim Invasive Gynecol*, 2013, 20 (5): 648-655.
- [43] Mohr C J, Nadzam G S, Curet M J. Totally robotic Roux-en-Y gastric bypass[J]. *Arch Surg*, 2005, 140 (8): 779-786.
- [44] Talamini M A, Chapman S, Horgan S, et al. A prospective analysis of 211 robotic-assisted surgical procedures[J]. *Surg Endosc*, 2003, 17 (10): 1521-1524.
- [45] Craven R, Fransiak J, Mosaly P, et al. Ergonomic deficits in robotic gynecologic oncology surgery: a need for intervention[J]. *J Minim Invasive Gynecol*, 2013, 20 (5): 648-655.
- [46] Hubert N, Gilles M, Desbrosses K, et al. Ergonomic assessment of the surgeon's physical workload during standard and robotic assisted laparoscopic procedures[J]. *Int J Med Robot*, 2013, 9 (2): 142-147.
- [47] Fransiak J, Craven R, Mosaly P, et al. Feasibility and acceptance of a robotic surgery ergonomic training program[J]. *J SLS*, 2014, 18 (4): e2014.00166.

《机器人心脏外科学》购书信息

《机器人心脏外科学》是来自中国最优秀的机器人心脏外科团队的实践，系统讲解了机器人心脏手术的方法，包含精湛的手术技巧和丰富的治疗经验。详尽地阐述了机器人内乳动脉游离、机器人辅助下冠状动脉旁路移植术或全机



器人下的冠状动脉旁路移植术，以及机器人冠状动脉旁路移植术联合支架植入的分站式杂交手术等，并对机器人左心室外膜起搏导线植入技术做了介绍，书中所有

章节都有精美手术配图。原书是高长青院士团队编写的英文版，由施普林格（Springer）出版社出版，此次中文版是作者团队在原著基础上对部分内容做了更新，为安全有效地开展机器人外科手术提供了全面的指导，适合本领域内所有专业人士阅读，同时也适合其他相关学科的医生和医学生使用。

