

· 专家论坛 ·



刘荣 解放军总医院肝胆外二科主任, 全军肝胆外科研究所所长, 教授, 博士生导师。兼任中国研究型医院协会智能医学专业委员会主任委员、中国医学装备协会智能装备技术分会会长、中国医师协会医学机器人医师分会副会长、中华医学会外科学分会委员、《中华腔镜外科杂志》总编辑。享受国务院特殊津贴。从事肝胆胰肿瘤普通外科和微创外科研究, 主导创立肝胆胰微创外科, 创建肝胆胰腹腔镜和机器人新手术体系; 提出“腹腔镜解剖性肝切除”“外科风险预控”“外科干预优化”等新理论, 解决肝胆胰微创手术推广普及难题。主导制定《腹腔镜肝胆胰手术操作指南》和《机器人手术操作指南》(肝胆胰专科)。以第一完成人获国家科技进步奖二等奖 1 项、中华医学科技奖一等奖 1 项; 获国家发明专利授权 3 项, 以第一作者或通信作者发表临床型 SCI 收录论文 18 篇, 编写中英文专著 4 部。

DOI: 10.16781/j.0258-879x.2018.08.0830

智能外科: 外科实践模式的变革趋势

王斐¹, 刘荣^{2*}

- 1. 海军军医大学(第二军医大学)长海医院普外三科, 上海 200433
- 2. 解放军总医院肝胆外二科, 北京 100853

[摘要] 近年来, 微创外科获益于电子信息技术的进步及创伤小、恢复快等传统外科无法比拟的优势, 迅速兴起并蓬勃发展, 成为外科智能化发展的萌芽。医疗需求的不断提高、外科智能化的不断进步、新技术发展的逐步积累, 特别是人工智能技术的突破, 最终外化为智能外科的诞生。智能外科可以将外科实践的自动化水平提升到新高度, 并将改变外科医师的思维模式, 催生新的外科模式与新的医疗产业。智能化技术将改变外科医师的业务逻辑, 外科医师因此必须具备复合化的能力。

[关键词] 人工智能; 智能外科; 外科智能化; 外科医师; 专业素质

[中图分类号] R 6 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2018)08-0830-04

Intelligent surgery: changing trend of surgical practice

WANG Fei¹, LIU Rong^{2*}

- 1. Department of General Surgery (III), Changhai Hospital, Navy Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China
- 2. Department of Hepatobiliary and Pancreatic Oncology Surgery (II), General Hospital of PLA, Beijing 100853, China

[Abstract] In recent years, minimally invasive surgery has rapidly emerged and flourished owing to the advancement of information technology and the incomparable advantages such as small trauma and rapid recovery, and has become the embryo for the development of surgical intelligence. The continuous improvement of medical demands, the advancement of surgical intelligence, and the gradual accumulation of new technology, especially the breakthrough of artificial intelligence technology, eventually led to the birth of intelligent surgery. Intelligent surgery can raise the level of automation in surgical practice to new heights, change the thinking mode of surgeons, and create new surgical models and new medical industries. Intelligent technology will change the service logic of surgeons, so the surgeons must have comprehensive ability.

[Key words] artificial intelligence; intelligent surgery; intelligentization of surgery; surgeons; professional qualities

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2018, 39(8): 830-833]

[收稿日期] 2018-07-03 **[接受日期]** 2018-07-18

[作者简介] 王斐, 博士, 主治医师、讲师. E-mail: drwangfei@126.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 010-66937591, E-mail: liurong301@126.com

当前,全球人口结构变化和人口老龄化趋势日益严重,医疗资源与社会需求之间的矛盾异常突出。如何提高医疗技术、完善医疗体制、提高医疗效率,提供可承受的、高质量的医疗卫生保障是一个世界性难题,直接关系到社会稳定和经济可持续发展。我国当前处于经济转型时期,医疗行业同样面临着发展与变革的瓶颈。在上述背景下,“智能医学”的概念被提出,以“标准化医疗行为+个体化医疗设计”为鲜明导向,以“普适性提高医疗质量、结构性降低医疗成本”为最终目标,为解决医疗行业面临的问题提供可期、可行的解决方案。外科学是医学科学的重要组成部分,智能外科则是智能医学实现过程中的重中之重、难中之难。深挖外科实践模式的变革历程,探究外科的变革趋势,可为智能外科的发展提供可循的理论指导,推进外科智能化的实现。

1 智能外科是当代科学技术发展的必然产物

经典外科实践是由外科医师、外科手术(技术操作)和患者(疾病)构成的三方关系。外科医师是其中最具能动性的因素,其综合医学素养和主观态度在很大程度上决定了外科实践水平的高低;外科手术(技术操作)是最具变异性的因素,“手技”在过去和今后相当长的一段时间内都被视作外科医师水平的最明显指标。“手技”取决于外科医师的天赋、训练、实践等诸多因素,在不同医师之间常存在很大差异;而随着“生物-心理-社会”新医学模式^[1]的提出和普及,患者与疾病不应再被割裂,而应被视为一个整体,患者的主观就医感受和疾病的客观治疗结局是判断外科实践成功与否的最终标准。

20世纪中叶以来,以信息技术、生物技术、新材料技术等为代表的新技术革命对临床医学发展产生了巨大的影响^[2]。新的药物和诊疗技术的出现使外科手术变得更安全,手术效果更具确定性。就外科学本身发展而言,其主要获益于电子信息技术的进步。譬如,以腹腔镜和机器人为核心技术^[3],通过采用新型自动化手术器械和能量外科设备等技术手段,微创外科在进入21世纪后的10余年迅速发展,成为外科智能化发展的萌芽。如今很多常规外科手术都能采用微创外科手段完成,越来越多的复杂手术在先进微创外科中心也不再是禁区。这些手术通常创伤更小、恢复更快,满足了患者治愈疾

病、降低心理创伤、尽快回归社会的需求。但与此同时,当前微创外科实践中还存在较明显的不均衡性:(1)不同地区医疗机构的不均衡,相同类型科室微创手术率差别较大;(2)不同外科医师的不均衡,同一手术方式在不同医师之间的手术效果和并发症发生率差别较大;(3)同一外科医师不同时期实践水平的不均衡,在学习曲线的不同阶段手术水平变动较大。因此,降低“先进”手术的技术门槛,提高技术稳定性和可靠性,破解不均衡性难题,提高外科整体实践水平,是当代外科医师的历史使命。

智能外科是利用人工智能技术替代或辅助人类进行外科诊断、治疗的科学^[4]。从逻辑形式上看,智能外科的最根本特征是在经典外科实践三方关系之上引入了另一个要素——人工智能,为外科学引入了新的内涵。人工智能技术绝不单纯是一种叠加的技术手段,其对外科医师、外科技术乃至患者都将产生深刻的影响,必将产生巨大的协同效应(synergy effect),从而改变外科实践的面貌,最终外化为智能外科的诞生。人工智能技术与外科诊疗技术不断融合发展,已经积累了一定成果。美国IBM公司基于300余种医学期刊、250余本医学专著、500余万页论文开发的Watson又被称为肿瘤学界的“阿尔法狗(AlphaGo)”,在输入患者的病情信息后其可向医师提供数种诊疗方案并按优先级进行推荐^[5]。2017年,Esteva等^[6]使用包含了2000多种不同疾病类型的近13万张可用的皮肤病变图像创建了图像库,并将其作为原始像素信息提供给机器学习模型,然后在深度学习技术的基础上开发皮肤癌诊断算法。最终新的诊断算法准确率达到91%,超过了21名皮肤科医师的人工诊断准确率,这意味着皮肤癌的诊断在将来可能由机器代替。2018年,Keremany等^[7]在卷积神经网络的基础上使用最新的迁移学习方法,将在其他数据库中预训练的“经验”应用于眼部光学相干断层扫描图的学习。在学习了20万张图像后,模型可以在30s内对2种不可逆的常见致盲性眼病进行判断,准确率超过95%。人工智能技术的不断发展为医疗质量的提高和医疗行为的标准化提供了基础,而深度神经网络技术的发展、计算机运算能力的极大增强使人工智能技术可以处理更复杂的图像、视频等信息,将智能手术导航等新技术逐渐带入现实。

2 智能外科是最深刻的外科实践模式变革

大体形态学是外科手术学的根基,寻找正确的解剖间隙完成手术是减少术中出血与手术创伤的基本原理。但由于疾病的复杂性,如肿瘤的广泛侵犯、炎症中局部与全身的关系等,外科手术和综合治疗策略的制定仍需要深入研究疾病的病理特征和患者的全身状况。在过去的几十年,数据统计工具被越来越多地应用到外科实践中,用数理统计方法揭示外科疾病和外科治疗的规律性是当前外科研究和实践的重要手段,这反映了外科医师的思维方式正逐渐从形象化思维向数据化思维转变。但外科医师在“真实世界”里面对的是活的人和组织器官,两种思维方式是并行不悖还是会产生隔阂?外科医师的手术者角色和统计学者角色哪一个更关键?更重要的是,面对海量的医疗数据,外科医师将面临“人脑”算力不足和传统思维方式的局限,自身角色定位因此受到严重的挑战。

智能外科可以将外科实践的自动化水平提升到新高度。提高自动化水平是智能革命的主要形式^[8]。借助新型大数据平台,对患者病历信息、影像学资料、手术视频等进行学习,人工智能机器人将有望取代传统手术者的工作:通过实时的多模态数据收集,让机器人在大数据平台上完成数据学习、经验累积和最佳决策;再通过新型智能机械臂规范化手术操作(“手技”),让机器人完成当前认知水平下最合理的手术^[9-10]。外科医师在这一过程中通常扮演监督者的角色^[4]。通过这样的新型智能手术机器人平台,资深专家的经验可以共享,手术技术的不均衡性得到解决,有望实现真正意义的个体化最佳外科手术实践(best practice)。

智能外科将改变外科医师的思维模式。单纯的手术者角色和统计学者角色都无法很好地解决外科临床实际问题。传统形象化的思维方式虽然比较直观,但其提供的往往是碎片化、割裂的局部信息,这种非系统化的信息或经验难以广泛传承和应用。数理统计手段产生的信息能够更科学地揭示现象背后的本质规律,但其具有“无形无象”的特征,在具体应用时需要再次转换,此时可能发生信息丢失,而且能娴熟掌握数理统计工具并实现临床转换的人仅占少数。我们将智能外科时代的外科医师思维方式称为具象化思维。具象(representation)不仅是具体的、生动的、个别的,更是具有多重数据标签(multi-label)标注

的。以腹腔镜肝切除术为例,目前已经可以通过混合现实(mixed reality)^[11]或杂交现实(hybrid reality)^[12]技术,实现在监视器的肝脏图像表面标注肝内管道的器官表面投影,在一块屏幕上同时、实时地展现“真实世界”信息和虚拟信息,直接导航手术。未来新出现的技术手段作为新的模式,可以不断叠加到类似平台上,肿瘤位置、淋巴结转移、血管侵犯都可能标注清楚,从而实现诊断意义上的多模态导向手术(multimodel oriented surgery, MOS),术者主观经验在也将被客观指标取代。在智能外科时代,外科医师的思维方式将从图像化认知和数据化认知上升到新型具象化认知。

智能外科将催生新的外科模式与新的医疗产业。传统医院以门诊、病房为核心,高水平专家和高水准医学装备是医院的核心资源。这些资源不仅在地理上分布不均匀,在医疗机构内部也未必实现了充分整合^[13]。构建分级诊疗服务体系,合理配置医疗资源,首先会遇到人才供应的瓶颈问题。智能外科通过对专家经验的智能化收集和建模,以极低的成本广泛复制,在基层医疗机构应用;通过智能采集、分析和决策系统,强化对患者和疾病的精确化理解;通过新型机器人手术设备,突破空间的限制,实现远程监督手术。在此过程中,人才供应瓶颈被突破,医疗总费用有望降低,更多的人可以享受个体化的高水平专业医疗服务。互联网、移动客户端、可穿戴设备、机器人有望取代病房和门诊成为新的医疗活动核心^[14]。围绕医疗服务的全数据链,一批新型医疗产业将出现,新型医疗机构的综合能力将会发生革命性提升。

3 智能外科时代外科医师的素质要求

临床医学是理论性和实践性都很强的一门学科。对于外科医师而言,需要抽象化的理论知识作为基础、缜密高效的临床思维方式作为导引,更离不开规范可靠的实际动手能力。一般情况下,外科医师通过问诊、体格检查、实验室和影像学检查获取关于患者和疾病的信息,经过思维加工,形成初步诊断和手术方案,最终通过外科手术达到明确诊断、去除疾病、治疗患者的根本目的。以现代医学模式和当代外科观点来看,这一过程还需要外科医师具备人文关怀、围手术期处理以及损伤控制和器官功能保留等多重能力和意识^[15]。上述因素仅仅是对当代外科医师的基本素质要求。如果从事疑难复

杂疾病外科诊治, 对外科医师的要求更高, 能够胜任的外科医师也更为稀缺。这种稀缺性是学科本身特点、疾病的复杂性以及不断提升的社会心理需求共同决定的。医学越进步, 要求就会越多、越高, 这是医学发展的趋势与挑战。

基于人工智能技术在外科实践全数据链中的应用, 外科智能化对外科医师将产生三大影响: 一部分工作岗位消失, 工作效率提升, 新工作岗位出现。医师的价值在于其能最大程度上代表患者的利益。医师既了解患者的需求, 又能准确把握当前的医疗状况和发展趋势, 以此形成最佳的治疗策略和医学实践。在外科智能化的进程中, 一部分简单重复性工作将首先被机器人取代, 相应的工作岗位也将消失。随着信息运算能力、传输速度以及深度学习技术的不断优化, 医疗工作各个环节之间的衔接将会变得更紧密, 工作效率显著提升。各个医疗机构也不再是隔离的、各行其是的封闭系统, 而是共生于大数据共享基础上的开放平台, 实现对外科实践全数据链的全程智能化管理。信息的透明化和医疗服务的中立化将会为患者带来更好的就医体验。

智能外科的最终目的是服务临床。其无论采用何种手段, 都必须以患者的疾病治疗和外科医师的临床需求为导向。在智能外科时代, 外科医师应转变思维模式, 充分利用而不是抵触新型智能化工具; 立足临床, 探索新技术下如何提高外科诊疗的质量和效率; 发出真正来自于临床的声音, 最大程度使患者受益。

如同历史上所有新出现的学科一样, 智能外科同样需要不断完善发展。在智能外科初期阶段, 外科医师应当不断尝试用智能化工具解决临床实际问题, 推动“医—工”结合和转化, 用实践丰富智能外科的内涵和外延。在智能外科发达阶段, 外科医师的角色将会发生显著转变。这个新角色不能满足于流水线上的复制和生产, 而需要在大数据驱动下进行个体化外科实践与创新。

4 小结和展望

智能外科是当代外科学发展的最新形态。与其他新兴学科一样, 它必然会经历从萌芽到发展、再到成熟的过程。智能外科的概念绝不仅仅只是一种单纯的技术革新。以人工智能技术为最重要的变革力量, 智能外科在继承传统外科的精髓和基本原则的基础上, 必将深刻改变外科的实践形态, 最终造福于广大患者。当代外科医师需要以技术革新为

引领, 不断探索智能外科时代新的特殊规律。这些规律必将不断丰富当代外科学新的科学内涵。

【参考文献】

- [1] 马恩祥. 生物—心理—社会医学医学模式经历的三个阶段[J]. 医师在线, 2016, 6: 8-9.
- [2] HOOD L, HEATH J R, PHELPS M E, LIN B. Systems biology and new technologies enable predictive and preventative medicine[J]. *Science*, 2004, 306: 640-643.
- [3] LEAL GHEZZI T, CAMPOS CORLETA O. 30 years of robotic surgery[J]. *World J Surg*, 2016, 40: 2550-2557.
- [4] 刘荣. 智能外科的机遇与挑战[J]. *中华腔镜外科杂志(电子版)*, 2017, 10: 327-329.
- [5] CHOI Y S. Concepts, characteristics, and clinical validation of IBM Watson for Oncology[J]. *Hanyan Med Rev*, 2017, 37: 49-60.
- [6] ESTEVA A, KUPREL B, NOVOA R A, KO J, SWETTER S M, BLAU H M, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks[J]. *Nature*, 2017, 542: 115-118.
- [7] KERMANY D S, GOLDBAUM M, CAI W, VALENTIM C C S, LIANG H, BAXTER S L, et al. Identifying medical diagnoses and treatable diseases by image-based deep learning[J/OL]. *Cell*, 2018, 172: 1122-1131.e9. doi: 10.1016/j.cell.2018.02.010.
- [8] MOORE D T. Sensemaking: a structure for an intelligence revolution[M]. Washington DC: National Defense Intelligence College, 2011: 3-10.
- [9] 田东, 张西宁. 基于自然语言处理的弱监督知识获取系统的实现[J]. *国外电子测量技术*, 2017, 36: 60-63.
- [10] HASHIMOTO D A, ROSMAN G, RUS D, MEIRELES O R. Artificial intelligence in surgery: promises and perils[J]. *Ann Surg*, 2018, 268: 70-76.
- [11] SAUER I M, QUEISNER M, TANG P, MOOSBURNER S, HOEPFNER O, HORNER R, et al. Mixed reality in visceral surgery: development of a suitable workflow and evaluation of intraoperative use-cases[J]. *Ann Surg*, 2017, 266: 706-712.
- [12] TEPPER O M, RUDY H L, LEFKOWITZ A, WEIMER K A, MARKS S M, STERN C S, et al. Mixed reality with hololens: where virtual reality meets augmented reality in the operating room[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2017, 140: 1066-1070.
- [13] 王筱玲. 医院改革思路及相关问题的对策[J]. *黑龙江医学*, 2004, 28: 756-758.
- [14] 张恩阳, 赵明, 刘传银, 周龙甫. 可穿戴医学监测系统应用程序的设计与实现[J]. *中国医疗设备*, 2018, 33: 53-56.
- [15] VARGAS PELAEZ A F, RAMIREZ S I, VALDES SANCHEZ C, PIEDRA ABUSHARAR S, ROMEU J C, CARMICHAEL C, et al. Implementing a medical student interpreter training program as a strategy to developing humanism[J/OL]. *BMC Med Educ*, 2018, 18: 141. doi: 10.1186/s12909-018-1254-7.