

· 述评 ·

微创外科相关科技创新热点 及其在胃肠外科中的应用

郑民华 马君俊

上海交通大学医学院附属瑞金医院胃肠外科 上海市微创外科临床医学中心 200025

通信作者:郑民华, Email: zmhtiger@yeah.net

【摘要】 微创技术在胃肠外科手术中已得到广泛应用及认可。微创技术的发展发挥了推动疾病诊断与治疗进步的作用。近年来,微创技术相关科技创新层出不穷,4K 超高清摄像显示系统、裸眼 3D 技术、5G 虚拟现实技术、腹腔镜荧光显影跟踪技术等视觉显示技术的应用,对微创胃肠外科的手术方式发展、技术规范与培训等方面均起到了推动作用。笔者期待:在未来的发展道路上,我国充分发挥经济与科技发展迅猛的势头,在微创外科技术创新、诊断与治疗标准上引领世界先进水平。

【关键词】 胃肠外科; 微创外科; 外科手术; 创新
基金项目:国家重点研发计划(2017YFC0110801)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2019.05.003

Technology innovation in minimally invasive surgery for gastrointestinal and colorectal surgery

Zheng Minhua, Ma Junjun

Department of Gastrointestinal Surgery, Ruijin Hospital, Shanghai Jiaotong University of Medicine, Shanghai Minimally Invasive Surgery Center, Shanghai 200025, China

Corresponding author: Zheng Minhua, Email: zmhtiger@yeah.net

【Abstract】 Minimally invasive surgery is worldwide adopted. The technology of minimally invasive surgery plays an important role in improvement of diagnosis and treatment of diseases. In recent years, new technology of minimally invasive surgery, such as 4K laparoscopy, glasses-free 3D laparoscopy, virtual reality with 5G technology, and fluorescence imaging guided laparoscopic surgery improve the procedure, standardization and training of laparoscopic surgery for gastrointestinal and colorectal diseases. The authors hope that with the great improvement of economy technology, we can also lead the innovation of technology and standardization of technique in minimally invasive surgery in near future.

【Key words】 Gastrointestinal and colorectal surgery; Minimally invasive surgery; Surgical procedures, operative; Innovation

Fund program: National Key Research and Development Program (2017YFC0110801)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2019.05.003

微创技术在胃肠外科手术中已得到广泛应用及认可,在淋巴结清扫、消化道重建等方面已优于或等

同于传统开腹手术。究竟是手术方式还是技术发展引领疾病的治疗?疾病有发生、发展、转归的内在规律,其诊断与治疗并不由技术的发展决定,但技术的发展起到了推动疾病诊断与治疗进步的作用。工欲善其事,必先利其器。近年来微创技术相关科技创新层出不穷,推动着外科手术,特别是胃肠外科手术的发展。笔者就微创外科相关设备与技术创新在胃肠外科中的应用进行阐述。

1 腹腔镜视觉显示已进入 4K 超高清时代

2004 年,由好莱坞 7 大电影公司组成的数字电影推进联盟(digital cinema initiative, DCI)修订并推出了其技术文档 4.0 行业标准,规定数字影院清晰度分为两级,其中较高一级即 DCI 4K(4 096×2 160 分辨率,24 帧/s)的信息量是高清电视的 4 倍以上。目前,具有 4K 分辨率的超高清 2D 腹腔镜凭借出色的图像细节、空间感知和色彩精确度,已能使外科医师术中所见解剖结构具备更佳的真实感和纵深感。已有的研究结果显示:4K 腹腔镜系统在狭小空间比 3D 腹腔镜系统更具有优势,其高分辨率可增强在狭小空间内的视野纵深感,从而一定程度上补偿立体视野的不足^[1]。4K 系统在操作的失误率方面较 3D 系统更少^[2]。2018 年,4K 超高清腹腔镜已进入国内市场,笔者作为国内最早开展 4K 腹腔镜胃肠肿瘤根治术的术者,有如下体会:在具有 4 096×2 160 分辨率的超精细画面的视野下,不同组织结构的细微差异得以体现,微小血管、细微神经、平时与周围脂肪组织难以分辨的淋巴结,在 4K 超高清腹腔镜下清晰可辨,保证淋巴结清扫、神经血管保护的精准化操作得以真正实现,手术层面的寻找与维持也更为确切和便利。笔者中心曾对参与手术的各级医师就传统 2D 高清腹腔镜、3D 腹腔镜、4K 腹腔镜手术中的视觉感受进行主观问卷调查,初步尚未发表的结果显示:3 种手术系统空间定向感、视角操控协调

度、视敏度、分辨率、纵深感、颜色分辨率、操作感、与屏幕的距离、刷新频率的评分结果比较,差异均有统计学意义。4K 腹腔镜系统在视角操控协调度、视敏度、分辨率、颜色分辨率上较 2D 和 3D 腹腔镜更具优势,而空间定向感、纵深感、操作感尚不及 3D 腹腔镜。这一结果与笔者的临床实践体会相符:4K 腹腔镜系统提供的颜色分辨能力、视觉细腻程度,对淋巴结辨别、细微血管和淋巴管结构辨识均有优势。这一优势对于胃肠肿瘤的淋巴结清扫,特别是部分肥胖患者的淋巴结清扫,或者胰腺组织周围的淋巴结清扫尤为重要。

以胃癌手术为例,笔者中心在 4K 腹腔镜胃癌根治术中的初步研究结果显示:4K 腹腔镜组与 3D 和 2D 腹腔镜组手术时间、术中出血量、术后并发症、术后恢复情况比较,差异均无统计学意义。这提示 4K 超高清腹腔镜应用于胃癌根治术安全、可靠,其短期疗效与 3D 或普通 2D 腹腔镜系统相同。术后病理学检查显示:虽然 4K 腹腔镜组与 3D 和 2D 腹腔镜组清扫淋巴结数目及淋巴结阳性数目比较,差异无统计学意义,但 4K 腹腔镜组清扫淋巴结总数最多。在胃癌手术操作中,清扫第 6 组淋巴结时,4K 腹腔镜对胰腺组织与淋巴组织之间的辨别更加清晰、确切,有助于避免对胰腺的误损伤;清扫第 8 组淋巴结时,4K 腹腔镜可对肝总动脉表面迷走神经分支进行充分的辨识与保护;清扫第 9 组淋巴结时,4K 腹腔镜更能清晰辨别胰腺上缘的 Gerota 筋膜,即该组淋巴结的后界,从而使该组淋巴结清扫范围更标准。同样,在结直肠手术中,“神圣平面”的寻找和维持过程中 4K 腹腔镜下“天使发丝”样的结构更为清晰,不同解剖层面之间的微血管结构更为清晰。这为指导外科医师辨认、寻找、维持正确的解剖层面提供更加确切、客观的视觉依据,使其更为准确、可靠地贯彻腹腔镜下完整结肠系膜切除、全直肠系膜切除等原则。此外,上腹下神经丛、腹下神经、盆神经丛和神经血管束等容易损伤的神经结构在 4K 腹腔镜视野下显示更为清晰,这有助于外科医师术中对这些神经进行更为确切的保护。笔者认为:这可能是由于上述视觉优势,使 4K 腹腔镜在胃肠手术的淋巴结清扫、层面寻找与维持、组织功能的保护等方面具有更高的实用价值。

目前国内市场的 4K 腹腔镜系统仍为进口产品,但国内企业的 4K 产品也已开始投入市场。然而,真正的 4K 系统应当从图像采集、数据处理到图像显示全程超高清。目前国际上更有设备制造厂商

把 3D 结合 4K 的腹腔镜作为研发目标并已付诸实施,这些热点技术的结合值得期待。4K 腹腔镜时代已经来临。

2 基于 3D 腹腔镜技术的裸眼 3D 显像技术

第一代 3D 腹腔镜系统于 20 世纪 90 年代应用于临床,但因其技术的局限性,图像分辨率低下,使用者极易产生视觉疲劳和不适感,无法在微创手术中显示优势。第二代 3D 腹腔镜系统即目前广泛使用的基于偏振式眼镜呈现的 3D 显像技术,其清晰度与刷屏率均能达到微创手术要求,特别能在胃肠手术中体现优势,其高清图像结合 3D 腹腔镜系统的纵深感,使解剖层次更清晰,手术更安全,尤其是能部分解决腹腔镜手术中经常困扰外科医师的镜子起雾问题。近年来数项荟萃分析和系统评价对眼镜式 3D 腹腔镜在微创外科手术中应用的可行性、安全性进行了研究,并进一步确认了 3D 腹腔镜在提高手术安全性、缩短手术时间等方面较传统 2D 腹腔镜存在优势^[3]。然而,外科医师手术中佩戴的偏振式眼镜具有光衰减作用,显示屏幕的亮度衰减将导致图像失真,影响对解剖结构的精准判断,周围环境的亮度衰减将导致术者与屏幕外环境互动时似在不同视觉感受间切换,容易出现头晕等不适。长时间佩戴眼镜以及技术本身带来的双目辐辏调节冲突等原因容易导致术者视觉疲劳。此外,术者呼出的水蒸气容易在镜片上凝结成水雾,影响图像的清晰度,进而影响手术的流畅程度^[4-5]。

针对这些缺陷,基于视障光栅与柱透镜阵列技术及人眼或人脸跟踪技术而实现的免眼镜式 3D 显像技术——裸眼 3D 显像系统应运而生,并于 2008 年首次应用于腹腔镜手术中。尽管经过近 10 年的发展及设备改进,裸眼 3D 技术临床应用的报道仍相对匮乏。国内有报道将裸眼 3D 技术应用于经口腔入路的甲状腺切除术,并与眼镜式 3D 技术进行比较,结果显示:两者手术相关指标及治疗效果相当,裸眼 3D 组手术时间略短于眼镜 3D 组,但差异无统计学意义。裸眼 3D 组术者眼疲劳主观评分显著低于眼镜 3D 组^[4,6]。Liu 等^[7]报道利用裸眼 3D 胸腔镜开展包括肺癌根治术的多项复杂胸腔手术,取得满意的手术疗效。与传统 2D 腹腔镜比较,裸眼 3D 腹腔镜在缩短下纵隔淋巴结清扫时间、提高腹腔镜下血管缝合质量等方面展现出明显优势。此外,裸眼 3D 技术在缩短初学者学习曲线方面也具有一定临床价值。

笔者团队已开展一定例数的裸眼 3D 腹腔镜胃

肠肿瘤根治术,初步体会是:裸眼 3D 显像系统图像清晰度佳,更明亮,更真实,更利于手术,特别有利于淋巴结清扫。然而,裸眼 3D 显像系统亦有不足之处:(1)裸眼 3D 显像系统仅使主刀医师免于佩戴眼镜,其他医师观看需要更多显示屏,增加了设备费用。(2)受目前技术的限制,裸眼 3D 显像系统对分辨率会产生一定影响,且无法通过旋转镜头切面改变视角。(3)裸眼 3D 显像系统要求镜头与目标间保持适当的距离,否则会影响成像效果,这对持镜者提出了更高要求。

3 5G 时代虚拟现实技术在微创胃肠外科的应用

2016 年 5 月,上海交通大学医学院附属瑞金医院率先在国内通过虚拟现实技术网络直播了 3D 腹腔镜结直肠癌根治术,成为当时微创外科领域新的热点话题之一。其优势在于:既往 3D 腹腔镜手术直播需要 3D 显示屏、3D 眼镜,应用虚拟现实技术之后,只需 1 部手机和 1 副插入式虚拟现实眼镜就能实现。在会议现场戴上这副眼镜后,就如同身处手术室中,从手术者的视角参与整个手术进程的观摩中,具有极强的身临其境感。然而,受当时第 4 代移动通信技术(the fourth generation of mobile phone mobile communication technology standards, 4G)无线网络速度的限制,携带大量数据的手术室现场画面及腹腔镜手术画面在输送过程中不可避免地出现传输延迟、图像不流畅等现象,成为当时虚拟现实技术在微创外科应用过程中的技术瑕疵。近年来,随着国家科技力量的不断强大,第 5 代移动通信技术(the fifth generation of mobile phone mobile communication technology standards, 5G)的应用掀开了崭新篇章。以 5G 这一热点新技术作为网络输送的新平台,再结合虚拟现实技术,对微创外科手术进行直播,有望在近期获得实践。由于 5G 具有更高速率,更宽带宽,网速理论上将比 4G 提高约 10 倍,只需几秒即可下载一部高清电影,能够满足用户对虚拟现实、超高清视频等更高的网络体验需求。因此,随着 4K 超高清腹腔镜系统的应用,结合目前最新 5G 技术,在 5G 移动通信网络平台上,通过虚拟现实技术直播 4K 超高清腹腔镜手术,使超高清腹腔镜手术,通过 5G 速度,以虚拟现实手段,呈现在更多希望参与、观摩、学习手术的微创外科医师面前,使其获得更高清、更流畅的沉浸式观摩体验。这为微创外科的远程教学与培训、学术交流等提供技术更先进、更优质的实践手段,为微创外科的技术培训与推

广提供更高的技术平台与更新颖的培训模式,真正使术者和学习者通过虚拟现实技术,身临其境完成远程的“沉浸式手术”和“沉浸式教学与培训”。此外,在 5G 基础上,未来还有望在虚拟现实视觉的基础上,再进一步添加交互功能,使学习者、观摩者在视觉感受的基础上,更能主动获得与手术现场的实时交流与互动,从而更深切、更现实地体会到微创手术的远程培训优势。

4 腹腔镜荧光显影示踪技术在微创胃肠外科的应用

近年来,吲哚菁绿结合腹腔镜荧光显影技术,使淋巴结示踪技术更好地应用于腹腔镜下恶性肿瘤淋巴结清扫范围的指引。吲哚菁绿因其独特的理化特性,经肿瘤旁注射后能在引流淋巴系统内产生显影效果^[8]。尽管近年来有多项临床研究证实使用吲哚菁绿在胃肠道肿瘤术中行前哨淋巴结示踪定位技术安全、可行,且有一定临床应用价值,但也存在以下问题:(1)该技术对肿瘤转移淋巴结显示无特异性,对精准化的淋巴结清扫或避免不必要的扩大淋巴结清扫意义亦有限。(2)该技术实施方法有待规范,吲哚菁绿注射部位(黏膜下或浆膜下)、注射时间(术前或术中)、注射浓度、注射剂量、淋巴结活组织病理学检查方式尚存在较大争议。笔者认为:术中经肿瘤旁第 4 象限浆膜下层注射吲哚菁绿 2.5 mg, 15~30 min 后前哨淋巴结开始显影,可获得较好显影效果。且由于吲哚菁绿对前哨淋巴结示踪的准确性及敏感性随肿瘤 T 分期的进展逐渐下降,故其对早期肿瘤的意义可能大于进展期肿瘤。因此,如何精准判断肿瘤 T 分期(CT 检查、MRI 检查、EUS 检查等)成为确定把握该技术是否应用的关键。

此外,吲哚菁绿因其与血浆蛋白结合的能力较强,经静脉注射后能在血管内维持一定时间,因此,能较好地实时显示组织内灌注情况。已有大量的临床研究结果显示:在结直肠癌手术中使用吲哚菁绿显影可实时反映吻合肠管的血供情况,帮助外科医师选择合适的吻合肠段^[9]。这一功能对腹腔镜胃肠手术中选择性的保留血管以及降低术后吻合口相关并发症等热点话题具有一定实用价值。

5 结语

百年外科手术发展史上有诸多里程碑式的进展,微创技术是其中之一。其改变了传统手术的思维方式,最重要的是通过内窥镜方式代替传统开腹或开胸手术,使外科医师在另一个维度开发出更多

手术方式。从最初的标清到现在的数字化超清、3D 等最新内窥镜的技术,技术的迭代进步与快速发展使疾病的诊断与治疗有了更多手段。现代微创外科发展历程中的每一步,都建立在相关科技发展基础之上。微创外科在我国开展 30 多年来,在外科应用取得巨大发展,无论从手术技术还是设备器械的研发上,我国已经走过了模仿、跟随阶段,到超越的阶段。笔者期待:在未来的发展道路上,我国充分发挥经济与科技发展迅猛的势头,在微创外科技术创新、诊断与治疗标准上引领世界先进水平。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Harada H, Kanaji S, Hasegawa H, et al. The effect on surgical skills of expert surgeons using 3D/HD and 2D/4K resolution monitors in laparoscopic phantom tasks[J]. Surg Endosc, 2018, 32(10):4228-4234. DOI:10.1007/s00464-018-6169-1.
- [2] Abdelrahman M, Belramman A, Salem R, et al. Acquiring basic and advanced laparoscopic skills in novices using twodimensional (2D), three-dimensional (3D) and ultra-high definition (4K) vision systems; A randomized control study[J]. Int J Surg, 2018, 53:333-338. DOI:10.1016/j.ijsu.2018.03.080.
- [3] Sørensen SM, Savran MM, Konge L, et al. Three-dimensional versus two-dimensional vision in laparoscopy: a systematic review [J]. Surg Endosc, 2016, 30(1):11-23. DOI:10.1007/s00464-015-4189-7.

- [4] 曾毅克,潘广嗣,李智宇,等.经口腔裸眼 3D 腔镜甲状腺切除的效果评价[J].暨南大学学报:自然科学与医学版,2017,38(1):35-40. DOI:10.11778/j.jdx.2017.01.006.
- [5] 何建行.裸眼 3D 显示系统在腔镜手术中的应用[J].实用医学杂志,2017,33(10):1537-1539. DOI:10.3969/j.j.issn.1006-5725.2017.10.001.
- [6] Zeng YK, Li ZY, Xuan WL, et al. Trans-oral glasses-free three-dimensional endoscopic thyroidectomy—preliminary single center experiences[J]. Gland Surg, 2016, 5(6):628-632. DOI:10.21037/g.2016.12.11.
- [7] Liu L, Cui F, Li J, et al. Development and clinical applications of glasses-free three-dimensional (3D) display technology for thoracoscopic surgery[J]. Ann Transl Med, 2018, 6(11):214. DOI:10.21037/atm.2018.05.44.
- [8] Groenlund JH, Telinius N, Skov SN, et al. A Validation Study of Near-Infrared Fluorescence Imaging of Lymphatic Vessels in Humans[J]. Lymph Res Biol, 2017, 15(3):227-234. DOI:10.1089/lrb.2016.0061.
- [9] Boni L, David G, Dionigi G, et al. Indocyanine green-enhanced fluorescence to assess bowel perfusion during laparoscopic colorectal resection[J]. Surg Endosc, 2016, 30(7):2736-2742. DOI:10.1007/s00464-015-4540-z.

(收稿日期:2019-05-05)

本文引用格式

郑民华,马君俊.微创外科相关科技创新热点及其在胃肠外科中的应用[J].中华消化外科杂志,2019,18(5):419-422. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2019.05.003.

Zheng Minhua, Ma Junjun. Technology innovation in minimally invasive surgery for gastrointestinal and colorectal surgery[J]. Chin J Dig Surg, 2019, 18(5):419-422. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2019.05.003.

· 读者 · 作者 · 编者 ·

关于中华医学会系列杂志指南共识类文章 撰写与发表的推荐规范

制定和推广临床指南是当前规范医疗卫生服务的重要举措,为保证临床指南制定的科学、公正和权威,以及使临床指南适应于我国国情,从而更好地发挥指导作用,中华医学会杂志社对指南共识类文章的撰写与发表推荐规范如下。

一、指南共识类文章的撰写

指南共识类文章指具有学术权威性的指导类文章,包括指南、标准、共识、专家建议、草案等。

拟在中华医学会系列杂志发表的指南共识类文章,需具备以下条件:(1)有明确的应用范围和目的;(2)制定方为该学科学术代表群体,权益相关各方均有合理参与;(3)有科学的前期研究铺垫,有循证医学证据支持,制定过程严谨规范,文字表述明确,选题有代表性;(4)内容经过充分的专家论证与临床检验,应用性强;(5)制定者与出版者具有独立性,必要时明确告知读者利益冲突情况;(6)制定者提供内容和文字经过审核的终稿。

二、指南共识类文章的发表

1. 指南共识类文章宜在符合其报道范围和读者定位的相关学术期刊上发表。
2. 不同期刊可共同决定同时或联合发表某篇指南,版式可有所不同,但内容必须一致。
3. 指南类文章的二次发表应遵循《关于中华医学会系列杂志论文二次发表的推荐规范》。

中华医学会杂志社

2019 年 3 月