

## 3D 腹腔镜系统在泌尿外科的临床应用进展

马超光 闫成智

【关键词】 3D 腹腔镜；立体视野；泌尿外科

近十余年,腹腔镜手术在泌尿外科取得了飞速发展,从破坏性手术到功能重建手术,几乎涉及所有泌尿生殖脏器手术均可在腹腔镜下完成。随着技术的进步,近2~3年来3D腹腔镜系统开始进入临床并崭露头角。3D腹腔镜系统的临床应用时间短,国内开展的单位尚不多,但因其提供了三维、立体的手术视野,相较传统腹腔镜的二维平面视野,其优势正逐渐显现。与国外广泛开展的机器人手术相比,3D腹腔镜系统具有价格较低、简单易普及的特点,又能提供机器人系统的三维立体的手术画面,因此受到了广泛关注,国内引进并开展的单位也相继增多,为此就3D腹腔镜系统在泌尿外科的临床应用进展做一综述。

### 一、3D腹腔镜系统的发展背景与最初应用

#### 1. 传统腹腔镜缺乏深度感

腹腔镜手术的发展为患者带来了更少的术后疼痛、更短的住院时间以及更早的回归工作等优点,但是,对于术者来说,完成腹腔镜手术要比开放手术压力更大,例如,有些技能开放手术并不需要,但对于腹腔镜手术却是必须的。在二维的显示器下最显著的困难之一是术者缺乏立体视觉,这就导致了基于深度感丢失的错觉。为弥补这个缺陷,腹腔镜术者就利用二维显示下的视觉线索,如器官间的相互位置、腔镜的相对运动、通过移动镜头(运动视差)以及触碰来推测结构的深度或探查周围组织,这就意味着重要的感觉丧失。当然,这通过长时间的手术经验可以克服<sup>[1]</sup>。第二个挑战是需要多次调整镜头来扩大视野,因此,腹腔镜外科医师需要投入大量的时间来获得熟悉深度线索、克服景深缺乏的经验,这些调整需要术者和助手的配合<sup>[2]</sup>。再者,

屏幕上的器械移动并不能反应术者双手的动作(手眼协同问题)。

#### 2. 3D腹腔镜的初期应用

2D图像下会导致视觉幻象并需要大量的练习,在此情景下,人们总是努力为术者做出一个能把计算机图形与现实中真实图像相结合的系统,这个系统需要深度信息并能产生3D图像,给术者许多立体视觉和增进视觉工程学的深度线索。随着科研人员的努力和科技的发展,3D腹腔镜系统在九十年代早期开始发展起来。1993年Satava<sup>[3]</sup>阐述了3D技术在微创外科的应用原理,他认为现有的二维平面显示系统下,在患者真实的三维手术空间中准确地操作器械的尖端变得困难,术者必须依靠运动视差、单眼线索及其他间接方法准确判断视野中正确的空间关系,而立体图像可向术者传回准确信息。实现三维视觉的方法有两种:一种是通过一对光学系统的两个摄像机同时捕捉两个分离图像,每个图像交替传到显示器上,然后利用电子或偏光眼镜看到立体图像;另一种方法是用光学的方法将一个图像分离成交替的左右图像,然后像第一种方法一样将图像重建从而获得立体图像。Becker等<sup>[4]</sup>调查了3D腹腔镜系统的应用效果,一些研究报道了使用3D系统的显著益处,一些研究则没有。当3D系统最初应用在腔镜手术时,有些医师有一些不良反应,如头痛、视觉疲劳、头晕等,源于沉重的头戴式设备、快门式眼镜和很差的3D成像,所以,早期3D腹腔镜系统并未广泛应用。

### 二、3D腹腔镜系统的临床应用

#### 1. 国外应用情况

3D腹腔镜系统在国外应用的稍早,但是报道多

集中于初学者的培训及应用体验上。Chiu 等<sup>[5]</sup>用 3D 腹腔镜系统来训练初学者并与 2D 系统相比较,他们得出 3D 腹腔镜系统作为训练初学者的工具可以缩短学习曲线,作为初学者的腹腔镜技巧培训是可行的。Ozsoy 等<sup>[6]</sup>通过将 21 个初学者随机分成 2D、3D 两组进行泌尿外科的基本操作,包括引导进针、切开、缝合、换钉。与 2D 腹腔镜相比,初学者在 3D 腹腔镜下表现更好、感觉更舒适,结果表明 3D 腹腔镜系统更能有助于初学者的学习。Ashraf 等<sup>[7]</sup>和 Nolan 等<sup>[8]</sup>分别做了类似的比较,结论是 3D 系统能帮助初学者完成更复杂的任务,用时及出错更少。3D 腹腔镜技术对手术效果的提升,特别是对腹腔镜初学医师的帮助是巨大的,在费用没有明显增加的情况下,患者和医师得到的益处均是显而易见的<sup>[9]</sup>。3D 技术可以为腹腔镜手术的初学者从临床解剖过渡到实践操作提供更好的帮助,更快地熟练掌握手术技术。与传统腹腔镜相比较,初接触 3D 腹腔镜系统者无需特殊训练就很容易适应,未增加学习曲线且表现更好。Van Bergen 等<sup>[10]</sup>进行了 3D 与 2D 下微创外科的对比性研究,建立一个具有 5 个标准任务的设计模型,任务包括缝合、打结等,客观评测手术时间并计算技术失误,接下来接受模拟评分调查和记录在 2D 和 3D 下完成任务的主观感受。结果是 3D 相比,接受 3D 任务的客观操作时间明显缩短、错误显著减少,主观上感受上在 3D 下完成任务要明显容易。

对于具有传统腹腔镜手术经验的医师,3D 腹腔镜系统存在一些争议。Kyriazis 等<sup>[11]</sup>分析了由经验丰富的专家完成的 3D 腹腔镜下的连续 15 台非选择性手术(包括前列腺癌根治术、肾切除术、部分肾切除术、肾上腺切除术等),结论是专家也更愿意选择在 3D 腹腔镜下手术。然而,现有系统需要解决一些技术局限才能使其未来发展更有吸引力,能否将 3D 视觉所提供的舒适转化为临床预后的改进是将来需要解决的。Brikett<sup>[12]</sup>报道了佩戴新型更轻的偏光眼镜带来了更舒适的体验。经验丰富的腹腔镜医师可以利用阴影、运动视差作为深度线索替代立体视觉,因此,他们或许不需要 3D 系统。Mashiach 等<sup>[13]</sup>认为不同技能的术者在 3D 腹腔镜下的手术时间均< 传统 2D 腹腔镜,经验丰富的术者和新手同样获益。Kinoshita 等<sup>[14]</sup>将利用 3D 高清和 2D 高清腹腔镜行前列腺癌根治性切除术的两组患者随机对照,将 122 例患者随机分成两组,目的是确定在围手术期结果、可行性、疲劳感方面 3D 高清下腹腔

镜前列腺癌根治术是否优于 2D 下行此手术。结果表明 3D 组的膀胱尿道吻合时间并没有显著缩短,然而经验丰富的术者与 3D 高清成像是更短的膀胱尿道吻合时间的独立预测因素,总的气腹时间、疲劳感两者差异无统计学意义,主观可行性和满意度评分 3D 组显著高于 2D 组。结论是 3D 成像系统下前列腺癌根治术较 2D 系统下仅在缩短手术时间上有优势,但 3D 系统下手术在改善术者的疲劳感,提高了舒适度。

也有一些专家认为,相比较普通腹腔镜而言,3D 腹腔镜系统能提高手术速率,且精确度提高,手术时间缩短,使复杂手术变得相对简单,可以最大限度地减少血管、神经的损伤,较常规腹腔镜进一步减少出血、减少手术并发症<sup>[15-17]</sup>。3D 高清腹腔镜系统既保留了传统腹腔镜手术精细、微创的特点,又兼有高清立体视野的优点,解剖结构更容易辨识和理解,大大提高了手术的精确性,相对于单孔腹腔镜的视野局限,3D 腹腔镜系统提供了放大、立体、纵深的视野,在一定程度上降低了手术难度,扩大了应用范围<sup>[18]</sup>。Sorensen 等<sup>[19]</sup>系统回顾了 PubMed、EMBASE 等数据库中随机对照的 3D 与 2D 腹腔镜手术的文献,结论是与 2D 腹腔镜手术相比,3D 腹腔镜的应用增加了手术速度、降低了手术失误。

## 2. 国内开展情况

国内开展 3D 腹腔镜系统相较国外要晚,多集中于几家大的医学中心,但发展迅猛,且多集中于临床应用上,习惯于传统腹腔镜下手术的专家更愿意接受 3D 腹腔镜系统。李汉忠等<sup>[20]</sup>应用 3D 技术完成 62 例腹腔镜手术,手术均获成功,手术时间 30~190 min,其中肾上腺肿瘤切除术耗时 30~80 min,肾囊肿去顶减压术耗时 30~45 min,根治性肾切除术耗时 45~90 min,肾部分切除术耗时 60~80 min,肾盂输尿管成形术耗时 60~90 min,根治性前列腺切除术耗时 120~150 min,全膀胱切除术耗时 170~190 min;肾部分切除手术中肾蒂阻断时间平均 18 min;肾盂输尿管成形手术吻合时间平均 40 min;前列腺尿道吻合时间平均 20 min;术中出血量 20~300 ml;术后住院时间平均 5 d。他们认为 3D 技术可降低手术难度,缩短手术时间,具备腹腔镜与开放手术共同优势,手术解剖更精确,缝合操作相对容易。梁朝朝等<sup>[21]</sup>发现 3D 腹腔镜手术在精细分离及尿路重建方面优势更为突出。他们在 4 个月内完成了 10 例 3D 腹腔镜下前列腺癌根治术、5 例膀胱癌根治术、6 例

肾部分切除术、5例肾盂输尿管离断成形术及2例乳糜尿肾周淋巴管结扎术,手术均顺利完成,显示了3D腹腔镜高清立体视野给手术带来的变化。刘皓等<sup>[22]</sup>总结了22例膀胱癌患者行3D腹腔镜下根治性膀胱切除、原位回肠新膀胱术,24例前列腺癌患者行3D腹腔镜下根治性前列腺切除术的经验,结论是根治性前列腺切除术中分离膀胱颈时,3D腹腔镜的立体视野配合操作器械的触觉反馈有助于术者准确找到前列腺与膀胱的分界线,有利于更好地保留膀胱颈。且3D腹腔镜手术在术后早期控尿功能恢复情况方面体现出良好的效果。由于操作部位位于盆腔深部,尿道吻合一直是下尿路重建手术的难点。腹腔镜手术通过放大效应,在一定程度上降低了该步骤的难度,但是由于传统腹腔镜提供的2D(平面)视野缺少景深,术者失去了视觉的纵深以及立体感,增加了其判断脏器与缝针、持针器相对位置的难度,在一定程度上增加了缝合操作的难度。在3D腹腔镜的立体视野下,操作器械与目标器官的相对位置更容易判断,术者可以更准确地判断缝针的位置及方向,提高了缝合的准确性。3D腹腔镜有良好的立体视野,能增加手术的精确性,在保证肿瘤治疗效果的同时可以更好地改善术后早期控尿情况及性功能的恢复。与传统的2D腹腔镜手术相比,3D手术能明显的减少手术时间和术中的出血量。牟星宇等<sup>[23]</sup>将30例肾肿瘤行腹腔镜肾部分切除术的患者分成两组,其中3D腹腔镜组15例,2D腹腔镜组15例,均为腹膜后入路,两组均无中转开放。3D组手术时间相较2D组显著缩短,热缺血时间、估计失血量、肌酐变化、引流管保留时间、住院时间两组无显著不同,随访6个月均无复发。他们得出结论3D腹腔镜系统与2D相比在空间定位、深度感知上具有明显优势,在一定程度上,3D系统降低了手术难度、缩短了手术时间,这项技术值得推广。董文等<sup>[24]</sup>对103例常见肾脏疾病患者行了腹膜后入路3D腹腔镜手术,其中肾癌根治术28例,肾部分切除术28例,单纯肾切除术24例,肾囊肿去顶减压术12例,肾盂输尿管离断成形术11例。他们的结论是3D腹腔镜肾脏手术中肾癌根治术、肾切除术、肾囊肿去顶减压术较常规腹腔镜下的相对应手术在手术时间及出血量上差异并不是十分明显,但3D腹腔镜可以显著减少肾部分切除术热缺血时间及总手术时间,也能显著减少肾盂离断成形术手术时间,并且提高缝合质量。黄珍林等<sup>[25]</sup>对进行保留肾单位手术治疗的T1a期肾癌患者分为2组,3D腹

腔镜手术组36例,同期行传统腹腔镜手术组37例,观察并比较两组在手术时间、术中热缺血时间、术中出血量、术后胃肠道功能恢复时间、引流管留置时间、术后住院时间及术后复发情况的差异。3D腹腔镜组和传统腹腔镜组手术时间分别为 $(83\pm34)$  min和 $(115\pm40)$  min,术中热缺血时间分别为 $(16\pm7)$  min和 $(25\pm5)$  min,两组数据比较差异有统计学意义。他们认为3D腹腔镜保留肾单位手术是一种安全、可靠的手术方式,与传统腹腔镜方式相比,具有手术时间短、明显减少热缺血时间等优势,同时3D腹腔镜清晰逼真,明显增加术者操作灵活性,同时手术费用并无明显增加。何围等<sup>[26]</sup>对112例行保留性神经膀胱全切及回肠代膀胱术后患者的资料进行回顾性分析,其中3D腹腔镜组34例,2D腹腔镜组78例,通过比较术中淋巴结清扫数量及时间、闭孔神经保留率、腹腔镜下膀胱摘除手术时间、腹腔镜手术出血量、患者围手术期并发症、术后勃起功能恢复情况以及术者术后疲劳评分情况来评价3D腹腔镜相对传统2D腹腔镜的优势。结论是相对于传统2D腹腔镜而言,3D腹腔镜在保留性神经膀胱全切手术中能更有效缩短腹腔镜下膀胱切除手术时间、降低术者手术疲劳的程度以及能更好的保留血管神经束,更有利于患者术后勃起功能的保留。近期,许斌、徐东亮等<sup>[27-28]</sup>对3D腹腔镜与传统2D腹腔镜下前列腺癌根治术进行了比较,他们的结论是与常规2D腹腔镜手术相比,3D腹腔镜手术时间、术后引流时间、术后平均住院时间更短,围手术期并发症更少,术后尿失禁出现率及术后恢复勃起功能率优于2D腹腔镜组。

### 三、3D腹腔镜系统的不足

3D腹腔镜系统在具有优势的同时也有不足,例如佩戴偏光眼镜及长时间操作带来的视觉疲劳,显示系统的分辨率还有提升空间,镜体不能像传统30°镜一样自由旋转等。随着设备和技术的进一步发展这些不足正在消失。

### 四、展望

近几年,不同厂家的新型3D腹腔镜系统相继问世并投入临床,这些系统引起不良的视觉反应如恶心、视觉疲劳、视觉紊乱等已经很少出现。当然,与机器人系统内置的3D图像相比,3D腹腔镜系统的图像质量相对较低,但是,机器人辅助系统既大且重,需要使用机械臂持镜,与之相比,3D腹腔镜系统的大小、重量与传统的2D系统相似,术中很容易操作。新型的具有4K CCD芯片的3D腹腔镜



系统已问世,已能提供与达芬奇机器人系统同样清晰的全高清立体图像。近来的技术进步已能借助于可弯曲的设备,精细的高清系统和更轻、更舒适偏光眼镜更快、更精确地完成外科任务并缩短学习曲线。随着画面质量、分辨率和图像分离的改进,加之摄像机升级镜头系统配适、照片感受器、数字图像的处理,以及免眼镜自动立体显示器的出现,同时多视角立体显示器,因其可弯曲性(尖端可四方向100°旋转),能给出更好的纵深感。它在保持了图像方向、更好的视野景深和最佳的深度感的同时提供了关键的临床视野,这样就能为更精确、更复杂的手术提供精确图像和安全保障<sup>[29-30]</sup>。

### 五、结语

相较机器人操作系统昂贵的价格,使用成本高(每台机器人手术3万~5万元人民币),3D腹腔镜系统在2D腹腔镜的基础上未明显增加额外费用,且具有机器人系统的纵深、立体视野,在目前阶段适合我国国情。随着新型3D腹腔镜进入临床应用,其在分辨率、安全、镜体重量、舒适性等方面得到明显改善,费用不断降低,实用性明显提高。特别指出的是在根治性膀胱切除、前列腺癌根治等复杂、精细操作手术中,3D腹腔镜手术为患者的性神经保留、控尿带来了显著的益处。当然,一些观点仍需进一步讨论,医师也应当在患者的选择术前计划、术后评估上格外注意,从长远看,3D腹腔镜系统将有广泛的应用前景。

### 参 考 文 献

- [1] Byrn JC, Schluender S, Divino CM, et al. Three-dimensional imaging improves surgical performance for both novice and experienced operators using the da Vinci Robot System [J]. Am J Surg, 2007, 193(4): 519-522.
- [2] Bhayani SB, Andriole GL. Three-Dimensional (3D) vision: does it improve laparoscopic skills? An assessment of a 3D Head-Mounted visualization system [J]. Rev Urol, 2005, 7(4): 211-214.
- [3] Satava M. 3-D vision technology applied to advanced minimally invasive surgery systems[J]. Surg Endosc, 1993, 7(5): 429-431.
- [4] Becker H, Melzer A, Schurr MO, et al. 3-D video techniques in endoscopic surgery [J]. Endosc Surg Allied Technol, 1993, 1(1): 40-46.
- [5] Chiu CJ, Lobo PK, Tan-Tam CC, et al. Using three-dimensional laparoscopy as a novel training tool for novice trainees compared with two-dimensional laparoscopy [J]. Am J Surg, 2015, 209(5): 824-827.
- [6] Ozsoy M, Kallidonis P, Kyriazis IA, et al. Novice surgeons: do they benefit from 3D laparoscopy? [J]. Lasers Med Sci, 2015, 30(4): 1325-1333.
- [7] Ashraf A, Collins D, Whelan M, et al. Three-dimensional (3D) simulation versus two-dimensional (2D) enhances surgical skills acquisition in standardised laparoscopic tasks: a before and after study[J]. Int J Surg, 2015, 14: 12-16.
- [8] Nolan J, Howell Stuart, Hewett Peter. Impact of three-dimensional imaging in acquisition of laparoscopic skills in novice operators [J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2015, 25(4): 301-304.
- [9] 马潞林, 颜野. 3D腹腔镜的原理及临床应用前景 [J]. 现代泌尿生殖肿瘤杂志, 2014, 4(1): 65-68.
- [10] Van Bergen P, Kunert W, Bessell J, et al. Comparative study of two-dimensional and three-dimensional vision systems for minimally invasive surgery [J]. Surg Endosc, 1998, 12(7): 948-954.
- [11] Kyriazis I, Özsoy M, Kallidonis P, et al. Integrating three-dimensional vision in laparoscopy: the learning curve of an expert[J]. J Endourol, 2015, 29(6): 657-660.
- [12] Birkett H. Three-dimensional laparoscopy in gastrointestinal surgery[J]. Int Surg, 1995, 79(4): 357-360.
- [13] Mashiach Roy, Mezhybovsky Vadym, Nevler Avinoam, et al. Three-dimensional imaging improves surgical skill performance in a laparoscopic test model for both experienced and novice laparoscopic surgeons[J]. Surg Endosc, 2014, 28(12): 3489-3493.
- [14] Kinoshita Hidefumi, Nakagawa Ken, Usui Yukio, et al. High-definition resolution three-dimensional imaging systems in laparoscopic radical prostatectomy: randomized comparative study with high-definition resolution two-dimensional systems[J]. Surg Endosc, 2015, 29(8): 2203-2209.
- [15] Usta A, Ozkaynak Aysel, Kovalak Ebru, et al. An assessment of the new Generation three-dimensional high definition laparoscopic vision system on surgical skills: a randomized prospective study[J]. Surg Endosc, 2015, 29(8): 2305-2313.
- [16] Lusch A, Bucur PL, Menhadji AD, et al. Evaluation of the impact of three-dimensional vision on laparoscopic performance [J]. J Endourol, 2014, 28(2): 261-266.
- [17] Wagner J, Hagen M, Kurmann A, et al. Three-dimensional vision enhances task performance independently of the surgical method [J]. Surg Endosc, 2012, 26(10): 2961-2968.
- [18] Zdichavsky M, Schmidt A, Luthle T, et al. Three-dimensional laparoscopy and thoracoscopy in children and adults: A prospective clinical trial [J]. Minim Invasive Ther Allied Technol, 2015, 24(3): 154-160.
- [19] Sorensen 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.
- [20] 李汉忠, 张玉石, 张学斌, 等. 3D腹腔镜系统在泌尿外科手术中的应用[J]. 中华泌尿外科杂志, 2013, 34(5): 325-328.
- [21] 梁朝朝, 周骏. 3D腹腔镜技术在泌尿外科的初步应用[J/CD]. 中华腔镜泌尿外科杂志: 电子版, 2013, 7(6): 1-2.
- [22] 刘皓, 林天歆, 许可慰, 等. 3D腹腔镜下根治性膀胱前列腺切除术的初步经验[J]. 中华泌尿外科杂志, 2013, 34(10): 767-770.
- [23] 牟星宇, 王明帅, 宋黎明, 等. 3D腹腔镜与2D腹腔镜下行肾部

- 分切除术的疗效比较 [J]. 微创泌尿外科杂志. 2015, 4(2): 110-113.
- [24] 董文, 廖蓓, 林天歆, 等. 腹膜后入路 3D 腹腔镜肾脏手术探讨: 附视频 [J/CD]. 中华腔镜泌尿外科杂志: 电子版, 2015, 9(1): 14-17.
- [25] 黄珍林, 丁映辉, 顾朝辉等. 3D 腹腔镜与传统腹腔镜在保留肾单位治疗肾癌手术中的疗效比较[J]. 临床泌尿外科杂志, 2016, 31(5): 428-430.
- [26] 何围, 齐琳, 李源, 陈敏丰, 等. 3D 腹腔镜与传统 2D 腹腔镜在保留性神经根治性膀胱切除术中的比较研究[J]. 临床泌尿外科杂志. 2016, 31(5): 398-401.
- [27] 许斌, 刘宁, 姜华, 等. 3D 腹腔镜与传统腹腔镜经腹腔镜根治性前列腺切除术比较[J]. 中华男科学杂志, 2015, 21(10): 904-907.
- [28] 胡仁保, 王道虎. 经腹膜外径路 3D 与 2D 腹腔镜前列腺癌根治术的疗效对比[J]. 安徽医学, 2016, 37(4): 444-446.
- [29] Nakamoto Masahiko, Ukimura Osamu, Faber Kenneth, et al. Current progress on augmented reality visualization in endoscopic surgery[J]. Curr Opin Urol, 2012, 22(2): 121-126.
- [30] Wilhelm D, Reiser S, Kohn N, et al. Comparative evaluation of HD 2D/3D laparoscopic monitors and benchmarking to a theoretically ideal 3D pseudodisplay: even well-experienced laparoscopists perform better with 3D [J]. Surg Endosc, 2014, 28(8): 2387-2397.
- (收稿日期 2016-08-16)  
(本文编辑 阮星星 李文标)
- 马超光, 闫成智. 3D 腹腔镜系统在泌尿外科的临床应用进展[J/CD]. 中华腔镜泌尿外科杂志: 电子版, 2017, 11(2): 134-138.