

绩,调动学生学习的积极性,提升学生应用综合知识解决实践案例的能力。

参考文献

[1] 杨若林,刘坚华.普通高等学校大班教学现状、改进措施与实践[J].高教学刊,2021,7(13):96-99.
[2] 雷浩,王晨馨.新课程改革二十年来中小学师生关系的变迁[J].教育研究,2022,43(10):118-130.
[3] 马洁,王聪,吕丽敏,等.“大班授课+小班研讨”教学模式改革的实证研究[J].教育教学论坛,2022(4):107-110.
[4] 赵玉意.国际法“判解研究”课程“大班授课小班研讨”教学模式改革探索[J].教书育人(高教论坛),2019(30):110-112.
[5] 刘珍玉.高校《形势与政策》课程“大班授课,小班研讨”教学模式探析[J].才智,2022(11):161-164.
[6] 于璐,秦少华.西方经济学课程教学改革:基于四川大学“大班授课,小班研讨”教学改革的总结[J].科教导刊(下旬),2015(9):85-87.
[7] 王伟,刘伟,马晓峰,等.大班授课、小班研讨教学模式在高等数学课程中的实施[J].高师理科学刊,2015,35(5):67-69.

[8] 陆一,刘敏,冷帝豪.通识教育核心课程“大班授课、小班研讨”的效果评析[J].高等教育研究,2017,38(8):69-78.
[9] 朱红,马莉萍,熊煜.“大班授课、小班研讨”教学模式效果研究[J].中国高教研究,2016(1):42-47.
[10] 赵丽萍,赵杨,陈峰.医学统计学课程的探索与实践[J].中国卫生统计,2017,34(1):153-154.
[11] 刘海燕.小班研讨课:一流本科教育的核心要素[J].江苏高教,2018(7):60-65.
[12] 刘奇龙,卢富德,蒋海云.“大班授课,小班研讨”在包装应用力学课程教学中的探索[J].实验室研究与探索,2020,39(11):216-219.
[13] 李云.普通本科专业核心课程小班研讨式教学的推进研究[J].教育教学论坛,2019(39):231-232.
[14] 张帆,尹璐.“探究式小班教学”对大学生学习效果的影响研究[J].实验科学与技术,2020,18(3):100-103.
[15] 鲁圣鹏,李雪芹,梁炯丰,等.高校本科教育小班研讨课推行障碍因素与策略研究[J].高等建筑教育,2022,31(2):9-15.

(收稿日期:2023-02-21 修回日期:2023-08-25)

• 教学探索 •

头戴式 VR 眼镜在泌尿外科 3D 可视化手术教学中的应用

王文达,张玉石[△]

(中国医学科学院北京协和医院泌尿外科,北京 100730)

[摘要] 随着可视化技术的成熟,三维(3D)可视化在医学中的应用逐渐增多,主要包括 3D 打印、虚拟现实(VR)眼镜和 3D 显示器等形式。其中,可佩戴式 VR 眼镜可配合传统模拟器模拟手术室环境辅助教学,也可在手术中配合内窥镜、腹腔镜等,将整合的 3D 图像分别呈现给手术参与人员及观摩者,在提供清晰 3D 图像的同时可减少颈部不适感,并为手术学习提供便捷及全面的条件。该文主要探讨头戴式 VR 眼镜在泌尿外科手术教学中的应用。

[关键词] VR 眼镜; 3D 可视化; 泌尿外科; 手术教学
DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2023.21.031 **中图法分类号:**R69;G642
文章编号:1009-5519(2023)21-3752-04 **文献标识码:**C

三维(3D)可视化技术在医学和工业领域应用广泛^[1]。针对 3D 体数据,通过 3D 重建绘制的预处理技术和绘制技术可实现图像的 3D 可视化^[2];而医学体数据的可视化,即将医学体数据在 3D 空间上生成立体的 3D 图像,通过人机交互协助医疗诊断及治疗^[3],最早可追溯于 20 世纪 70 年代^[4],经过数十年的发

展,已逐渐开发出较为成熟的技术^[2]。目前,临床上常用的 3D 可视化技术包括 3D 打印、虚拟现实(VR)眼镜和 3D 显示器。3D 打印可应用于解剖模型、手术引导、假体、可植入或非可植入的医疗装置,特别是针对患者个体化的应用^[5-7]。VR 技术是由电脑生成的仿真 3D 环境,人们可以通过特定的电子设备来进行

[△] 通信作者, E-mail: beijingzhangyushi@126.com。

互动;VR 眼镜即是一种可以佩戴的互动设备,通过在 VR 眼镜的 2 个屏幕显示相对轻微位移的画面来实现立体 3D 效果。在临床中,其可用于手术的 3D 规划、教学和训练,非药物的疼痛管理,以及患者的居家康复治疗等^[8-12]。3D 显示器,则是利用立体视觉向双眼传达轻微差异的图像来实现深度感知,可通过单一的裸眼立体 3D 显示器,或者通过特定可佩戴眼镜辅助的立体显示器来实现;3D 显示器的优势在于更具挑战性的复杂病例,这对于临床经验更丰富的医生或许也会有显著帮助^[13]。目前,关于 3D 打印^[14-17]及 3D 显示器^[18-20]在泌尿外科手术及学习中的应用相关报道较多,而头戴式 VR 眼镜相关的报道则较少见。现将头戴式 VR 眼镜在泌尿外科手术学习中的应用报道如下。

1 VR 眼镜在泌尿外科手术室外学习中的应用

MUFF 等^[13]针对不同 3D 可视化技术在疾病理解、细节精确度、解剖显示质量和技术可操作性等方面进行比较,并评估应用 3D 可视化技术后是否会对治疗效果带来改变。该研究显示,各种 3D 可视化技术都被不同科室的医生所接受,并在上述测评项目中获得良好评价。其中,疾病理解和解剖显示质量方面,VR 眼镜评价最高;44% 的受试医生反馈应用 VR 眼镜后可能会改变疗效,高于 3D 打印和 3D 显示器,特别是专业经验较少(工作低于 10 年)的医生获益会更大。可见,VR 眼镜作为 3D 可视化技术的一种,在部分临床学习方面有着独特的优势。

有研究显示,将头戴式 VR 眼镜与腔镜手术模拟器相结合,可以实现高度沉浸式的虚拟现实技术,有可能进一步弥补模拟环境和现实手术室之间的差距。HUBER 等^[21]报道了利用头戴式 VR 设备营造沉浸式环境,在传统腹腔镜模拟器的基础上,利用 VR 眼镜制造出虚拟手术室环境,模拟术者进行一台真实的腔镜手术,并配有患者、护士、麻醉医师等人员,同时可模拟术中的机器声音、人物行动及对话,测试人员反馈该设备高度还原了手术室环境。FREDERIKSEN 等^[22]将未接受腔镜手术培训的第一年住院医师分为 2 组,分别利用单纯传统腹腔镜模拟器或传统腹腔镜模拟器联合头戴式 VR 眼镜进行手术训练。其中佩戴 VR 眼镜同样营造出 HUBER 等^[21]报道的虚拟手术室环境。对比 2 组受试者认知负荷的变化,联合 VR 眼镜组的增长幅度更高(66% vs. 58%, $P < 0.001$),且存在“刺激源”(轻度刺激源包括麻醉医师的对话、巡回护士接听电话等;重度刺激源包括出血、手术室各人员预备转开放手术等)时的认知负荷增长也更高;评估 VR 眼镜组受试者的表现更差,包括完成手术时间更长、组织损伤更多、术中输血更多、手部动作更低效等;通过重复训练后上述表现可改进。分析其原因,VR 眼镜所营造的沉浸式环境更接近于手

术室环境,可提供更多的类似真实场景的交互因素,从而增加受试者所接受的外源性认知负荷,进而也会影响到受试者的反应和表现,证明 VR 眼镜可提供更为真实的手术训练环境。VERTEMATI 等^[23]针对不同年资的医生进行头戴式 VR 设备的测试,通过该设备提供不同于 2D 图像的 3D 影像,从使用方便性、解剖理解、解剖变异阐释、手术过程阐释、术前计划、佩戴不适感(胃肠及神经相关不适)等方面进行评价,结果显示,各项指标均得到正向的评价,提示头戴式 VR 设备可作为一种潜在的用于教学和术前规划的设备。国内也有部分 VR 眼镜在临床学习中的应用报道。徐然等^[24]曾将目标教学法联合 VR 技术应用于外科规培,其中 VR 教学应用 VR 一体机(索尼公司)来观摩手术过程,在真实手术时作为体验者通过 VR 眼镜从立体视角观摩手术。观察组以目标教学联合 VR 教学,对照组则采用传统规培带教模式。结果显示,观察组理论知识、技能考核及教育环境测试得分均优于对照组,且差异有统计学意义($P < 0.05$)。朱高红等^[25]开设“VR 模式下医学影像立体解剖学”课程,课程中应用 VR 眼镜(mobile VR、VRG-pro)观看 3D 立体图像,与传统 2D 图像相比较,VR 眼镜所示 3D 图像更清晰、更易于辨别解剖结构。

2 VR 眼镜在泌尿外科手术室学习中的应用

目前,关于 VR 眼镜在泌尿外科手术中的应用较少,且主要是在临床手术中的应用介绍,尚未进行过手术学习相关的评价。关于泌尿外科手术应用头戴式 3D 可视化 VR 眼镜的报道主要集中于日本学者所报道的内窥镜辅助单切口手术当中。2012 年,KIYHARA 等^[26]首次报道了应用 VR 眼镜(HMZ-T1,索尼公司)配合高清内窥镜进行无气腹单切口肾脏根治性切除术。在手术中,术者及助手均佩戴 VR 眼镜,通过单切口置入内窥镜后,无论是暴露肾动脉、肾静脉,或是游离输尿管等过程,所有参与者均可观看清晰的 3D 图像,且整个过程中佩戴者并未有任何不适。头戴式 VR 眼镜能够时刻保证手术人员有类似开放手术的清晰视野,且视线方向、头部旋转及倾斜角度可随意调节,减少疲劳感,并能减少外界的干扰。2014 年,FUJII 等^[27]进行了 VR 眼镜用于双镜联合膀胱部分切除术的报道。术中采用单切口腹腔内窥镜和膀胱镜进行联合,且 VR 眼镜配合了“画中画”技术,即可同时显示腹腔内窥镜和膀胱镜所显示的图像。在术中,膀胱镜操作者以膀胱镜作为主画面,而其他术者以腹腔内窥镜作为主画面。通过双镜联合确定肿瘤范围,协同切除膀胱肿瘤,并可进行后续的淋巴结清扫。KIYHARA 等^[28]报道了应用 VR 眼镜进行单切口无阻断肾部分切除术。类似的,术者应用 VR 眼镜结合内窥镜进行手术。在该报道中所应用的

是整合图像头戴式设备,可将内窥镜实时 3D 图像、影像学 3D 重建图像及术中超声图像同时整合在 VR 眼镜中进行显示。术者可通过手指追踪系统对术前重建的 3D 图像进行旋转,这样在手术中可通过 3D 重建影像辨别肿瘤的位置、毗邻结构,指导肿瘤切除。此外,ISHIOKA 等^[29]还报道了应用头戴式高清眼镜协助输尿管镜进行上尿路肿瘤的切除或活检。该篇报道中虽未应用 3D 显示,但同样使用类似的头戴式设备。该系统将输尿管软镜与高清头戴式显示器相连,并可连接不同的输入源,包括输尿管镜图像、荧光镜图像、窄频影像,也可输入影像学资料和监护仪屏幕(监测患者术中生命体征)等信息。将不同信号源整合于同一显示屏幕,术者及助手可分别调节各自显示器的主要显示内容,根据术中需求各自获得所需的图像信息。作者于 2019 年在日本东京医科齿科大学附属医院泌尿外科交流时,也曾体会 3D 眼镜配合单切口内窥镜肾部分切除及肾上腺肿瘤切除等手术。除了可获得清晰的 3D 图像,以及改善手术参与者长时间保持同一视线方向所带来的疲劳之外,还可使术者、助手及台下观摩者均能清楚观看手术视野及操作过程;特别是台下观摩者,可获得与台上等同的手术图像,提高手术教学的效果。上述优势不仅可体现于前述内窥镜辅助的单切口手术,甚至在腹腔镜手术中也可连接 VR 眼镜以供手术参与者和台下观摩者佩戴。尽管目前传统腹腔镜、机器人辅助腹腔镜等微创手术逐渐成为泌尿外科手术的主流方式,但仍有许多情况需行开放手术。由于开放手术往往空间狭小,有时仅有术者才能看到手术视野,如在开放手术过程中能配合高清摄像系统及 VR 眼镜,则助手及台下观摩者可进一步提高手术学习的参与度和学习效率。另外,VR 眼镜的整合图像系统可将手术视野与影像学图像等同时显示在屏幕中,将真实手术与术前规划图像相结合(图 1),为学习者提供更为全面的学习条件。因此,作者认为 VR 眼镜在泌尿外科手术的教学中有着很大潜力。

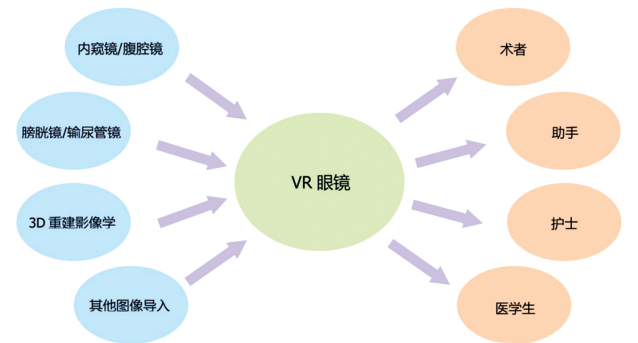


图 1 可佩戴式 VR 眼镜将整合图像展示给不同人员的示意图

3 小 结

头戴式 3D 可视化 VR 眼镜或可更多地应用于泌

尿外科手术学习。其在手术室前的教学中可配合传统模拟器模拟手术室环境辅助教学,在手术室实时手术教学中,可整合多源图像,且有利于手术中的观摩,以更直观及便捷的教学方法,为医学生、低年资医生提供更优的临床手术学习环境及条件。

参考文献

[1] 黄辉,陆利忠,闫槟,等. 三维可视化技术研究[J]. 信息工程大学学报,2010,11(2):218-222.

[2] 张敬敏,蒋力培,邓双成. 医学图像三维可视化技术研究[J]. 中国医学影像技术,2004,20(7):1129-1132.

[3] 白洋,彭承琳,郭兴明. 医学体数据可视化的研究和实现[J]. 北京生物医学工程,2005,24(3):183-186.

[4] GREENLEAF J F, TU T S, WOOD E H. Computer generated 3-D osciloscopic images and associated techniques for display and study of the spatial distribution of pulmonary blood flow [J]. IEEE Trans Nucl Sci,1970,17(4):353-359.

[5] GHOSH U, NING S, WANG Y, et al. Addressing unmet clinical needs with 3D printing technologies[J]. Adv Healthc Mater,2018,7(17):e1800417.

[6] TACK P, VICTOR J, GEMMEL P, et al. 3D-printing techniques in a medical setting: A systematic literature review[J]. Biomed Eng Online,2016,15(1):115.

[7] MATAI I, KAUR G, SEYEDSALEHI A, et al. Progress in 3D bioprinting technology for tissue/organ regenerative engineering[J]. Biomaterials,2020,226:119536.

[8] IZARD S G, JUANES MÉNDEZ J A, PALOMERA P R. Virtual reality educational tool for human anatomy[J]. J Med Syst,2017,41(5):76.

[9] IANNICELLI A M, VITO D, DODARO C A, et al. Does virtual reality reduce pain in pediatric patients? A systematic review[J]. Ital J Pediatr,2019,45(1):171.

[10] SUTHERLAND J, BELEC J, SHEIKH A, et al. Applying modern virtual and augmented reality technologies to medical images and models[J]. J Digit Imaging,2019,32(1):38-53.

[11] LIN J, KELLEHER C L, ENGSBERG J R. Developing home-based virtual reality therapy interventions[J]. Games Health J,2013,2(1):34-38.

[12] ELSAYED M, KADOM N, GHOBADI C, et

- al. Virtual and augmented reality: Potential applications in radiology[J]. *Acta Radiol*, 2020, 61(9):1258-1265.
- [13] MUFF J L, HEYE T, THIERINGER F M, et al. Clinical acceptance of advanced visualization methods: A comparison study of 3D-print, virtual reality glasses, and 3D-display[J]. *3D Print Med*, 2022, 8(1):5.
- [14] 闵捷, 张志强, 马嘉兴, 等. 虚拟腔镜与 3D 打印在泌尿外科教学中的应用研究[J]. *中国继续医学教育*, 2022, 14(8):94-97.
- [15] 李春建, 张正园, 王健明. 3D 打印技术在肾肿瘤手术治疗及教学中的应用[J]. *现代泌尿外科杂志*, 2021, 26(3):268-271.
- [16] 王胤钊, 陈敏丰, 李杨乐, 等. 3D 打印技术应用于肾部分切除术术前评估中的临床意义[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2022, 47(3):328-333.
- [17] 张少朋, 顾朝辉, 周乃春, 等. 虚拟现实联合 3D 打印技术在泌尿外科住院医师手术实践的应用研究[J]. *中华实验外科杂志*, 2021, 38(12):2512-2514.
- [18] 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.
- [19] 许永之. 3D 腹腔镜在泌尿外科手术中的应用[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2018, 38(4):649-653.
- [20] 张鹏程. 3D 腹腔镜在泌尿外科手术中的应用进展[J]. *国际泌尿系统杂志*, 2020, 40(4):723-725.
- [21] HUBER T, WUNDERLING T, PASCHOLD M, et al. Highly immersive virtual reality laparoscopy simulation: Development and future aspects[J]. *Int J Comput Assist Radiol Surg*, 2018, 13(2):281-290.
- [22] FREDERIKSEN J G, SØRENSEN S M D, KONGE L, et al. Cognitive load and performance in immersive virtual reality versus conventional virtual reality simulation training of laparoscopic surgery: A randomized trial[J]. *Surg Endosc*, 2020, 34(3):1244-1252.
- [23] VERTEMATI M, CASSIN S, RIZZETTO F, et al. A virtual reality environment to visualize three-dimensional patient-specific models by a mobile head-mounted display[J]. *Surg Innov*, 2019, 26(3):359-370.
- [24] 徐然, 陈亮宇, 洪杨, 等. 目标教学法联合 VR 在外科规培中的应用效果[J]. *中国继续医学教育*, 2020, 12(16):46-48.
- [25] 朱高红, 尹竹萍, 陈礼林, 等. 虚拟现实(VR)模式立体医学影像解剖教学实践的初步研究[J]. *中国高等医学教育*, 2021(10):59-60.
- [26] KIHARA K, FUJII Y, MASUDA H, et al. New three-dimensional head-mounted display system, TMDU-S-3D system, for minimally invasive surgery application: Procedures for gasless single-port radical nephrectomy[J]. *Int J Urol*, 2012, 19(9):886-889.
- [27] FUJII Y, KIHARA K, YOSHIDA S, et al. A three-dimensional head-mounted display system(RoboSurgeon system) for gasless laparoscopic single-port partial cystectomy[J]. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2014, 9(4):638-643.
- [28] KIHARA K, SAITO K, KOMAI Y, et al. Integrated image monitoring system using head-mounted display for gasless single-port clampless partial nephrectomy[J]. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2014, 9(4):634-637.
- [29] ISHIOKA J, KIHARA K, HIGUCHI S, et al. New head-mounted display system applied to endoscopic management of upper urinary tract carcinomas[J]. *Int Braz J Urol*, 2014, 40(6):842-845.

(收稿日期:2022-10-14 修回日期:2023-08-29)