

虚拟内镜在神经外科的应用

朱迪 综述 王钰,雷鹏 审校

兰州军区兰州总医院神经外科,甘肃 兰州 730050

摘要: 虚拟现实在医学领域正发挥其独有的作用,以其无创、高度仿真、可重复利用等优点迅速在各临床领域发展起来。虚拟内镜作为虚拟现实技术之一已经在肛肠外科、肝胆外科、耳鼻喉科等得到了广泛应用。在神经外科方面,虚拟内镜也具有其独特的优势。传统的神经外科手术需由术者依照 CT 或 MRI 二维影像凭借经验想象合成三维效果,对解剖结构复杂的病例则可能发生较大的偏差。虚拟内镜为上述问题提供了优秀的解决方案,可在手术前显示操作部位的内部结构、重要血管及神经的毗邻关系,为制定手术计划、安全高效的开展手术操作提供了有力的技术支持。本文拟就国内外虚拟内镜在神经外科的应用作一综述。

关键词: 虚拟内镜; 经蝶手术; 垂体瘤; 鞍区

微创内窥镜技术在外科领域正取得日益广阔的进展。但此类技术需术者对解剖结构非常熟悉并且具备较高的外科操作技巧。因此窥镜操作的实施需进行专门的培训,在一定程度上提高了操作门槛。在虚拟现实环境下模拟内窥镜也即虚拟内镜可通过计算机技术重建患者解剖结构,并以内镜视野观察所需区域^[1]。90 年代中期此类技术被广泛报道,而现在虚拟内镜更多的被应用于耳鼻喉及肠道疾病的诊断^[2-4]。鉴于虚拟内镜的无创性,广大临床医师希望将其运用到更广泛的领域中。例如在手术前计划阶段,虚拟内镜可帮助制定合适的手术入路,从不同的方位观察手术区域,帮助评估手术对患者造成的影响等。随着技术设备的进步,对手术安全、微创的要求也越来越高。因此虚拟内镜的应用可在一定程度上提高手术安全性,尤其是对于涉及重要功能区的操作。同时,虚拟内镜还可以用作术中导航,确定重要的解剖标记位置,引导手术快速、高效进行。虚拟内镜的研究和应用是神经外科发展的热点之一^[5-6]。虚拟内镜又称为腔内表面重建,通常采用连续容积扫描的数据作为处理基础,通过特定图像分析软件处理,将其重建并形成沿管道长轴方向的仿真内镜图像^[3]。目前广泛报道的虚拟内镜应用集中在第三脑室、经鼻蝶手术以及血管内镜方面。

1 虚拟内镜在第三脑室手术的应用

虚拟内镜在第三脑室手术的术前规划、手术训

练均起到了积极的作用。1999 年德国图灵根大学开发了 VIVENDI 模拟系统,可以为患者量身定制第三脑室手术计划。通过重建患者影像学数据,VI-VENDI 系统可以再现第三脑室结构,并将其侧壁透明化,同时融合其周围血管,达到内镜视觉效果。VIVENDI 系统还可以作为术中导航使用,通过导入真实的内镜位置数据,VIVENDI 系统可以融合虚拟图像和真实图像,达到导航的效果^[7-8]。Burtscher 等比较了虚拟内镜和真实内镜显示第三脑室结构的效果,研究显示虚拟内镜显示效果与绝大多数患者手术中真实内镜下显示效果无二,而且虚拟内镜在分辨重要的脑内血管方面更加有效,为手术安全操作提供了有力支持^[9]。2003 年德国的 Forschungszentrum Karlsruhe 开发了 KISMET 系统,后者可通过重建第三脑室同时,提供内镜训练器材,同时施加力反馈装置和脑脊液模拟单元,使得训练者可以得到真实的操作感受。所有的操作都可以被记录下来,用于评估操作水平^[10]。

2 虚拟内镜在经鼻蝶手术的应用

经鼻蝶手术是目前虚拟内镜应用最为广泛的领域。神经外科医师对应用虚拟内镜重建鼻蝶-蝶鞍结构非常感兴趣,经此入路可以到达颅底实施多种手术项目。自 1997 年 de Nicola 开始使用 Advantage Navigator 开始实施虚拟内镜用以评价鼻腔和鼻窦疾病的诊疗效果开始^[11],历经数代改进后,多种配备力反馈装置的系统得到研发。同 KISMET 系统

收稿日期:2014-12-17;修回日期:2015-02-04

作者简介:朱迪(1981-),男,主治医师,硕士,主要从事颅底肿瘤的数字化辅助治疗研究。

类似,这些系统能够对鼻腔-蝶鞍解剖结构予以重建,并通过特定的操作设备达到查看、操作并反馈操作感受的效果。因此,经鼻蝶垂体瘤及相关颅底肿瘤切除手术也逐步引进了类似的虚拟内镜系统。应用虚拟内镜系统的主要优势在于可评估手术区域解剖结构并确定重要的解剖标记物位置,防止损伤操作部位周围重要血管、神经;同时也帮助神经外科医师更好的训练通过神经窥镜实施手术的技巧^[12-13]。Talala 等通过研究发现虚拟内镜可以实现同真实鼻内镜大致相同的视觉效果,而且通过特定的系统可以投射颈内动脉在操作区域的关系,这对提高手术安全性起到了重要的作用^[14]。该领域突出的软件是奥地利 VRVis Research Center 研发的 STEPS 系统,其全称是 Simulation of Transsphenoidal Endoscopic Pituitary Surgery,也即经鼻蝶神经窥镜辅助垂体瘤手术模拟器^[15]。这套系统是专门用来制定经鼻蝶垂体瘤手术计划以及训练的软件。在制定手术计划的过程中,术者可以通过不同的角度观察手术操作区域,调整参数来移除特定的组织、在三维环境标定解剖标记,了解颈内动脉分布情况及毗邻关系等。在训练模块中,内影像的弧形失真情况及光源的分布情况均模拟了真实内镜的特点;力反馈装置用于模拟真实环境下视觉盲区以及不能完成的操作方式,鞍底骨窗的开放也可以通过模拟骨凿的形式来完成。作为功能完备、技术成熟的系统,STEPS 被广泛引入垂体瘤的诊疗过程中并获得了高度评价。截止 2011 年有统计的通过 STEPS 辅助的垂体瘤手术就超过了 100 例^[15]。通过该系统可以轻松定位蝶窦开口以及骨性解剖标记。通过观察鞍底与肿瘤的关系,神经外科医师可以评估对鞍底开口的程度,更进一步减少了损伤颈内动脉、正常垂体组织等严重后果。后续的开发使得 STEPS 系统具备了术中导航的功能,进一步帮助手术医师高效、精准的完成手术治疗^[16]。我国神经外科医师在此领域亦做出了大量研究。郭正义等通过蝶窦间隔的容积漫游技术重建了解蝶窦间隔形态的多样性以及与手术相关性^[17];蔡梅钦等通过 CT 仿真内镜探索鞍底的神经血管及解剖标志以及蝶窦三维解剖特点在垂体瘤手术的应用^[18-19],均为虚拟内镜在鞍区手术的应用做出了有益的探索。

3 虚拟内镜在血管镜的应用

虚拟血管镜,顾名思义是在血管内安置一套摄影系统,用来了解血管内的三维结构。早在 1995

年 Lorensen 等即通过血管镜检查来明确颈内动脉和动静脉血管畸形^[20]。目前的虚拟内镜系统被引入到动脉瘤、血管狭窄的诊疗过程中。通过虚拟内镜系统可以了解血管内的形态、病理变化、结构变异等信息并帮助确定必要的手术入路。Colpan 等^[21]通过虚拟内镜系统辅助动脉瘤治疗取得显著的效果,大大减少了并发症的发生。

4 结论

虚拟内镜作为前沿、先进的诊疗辅助手段已经在临床工作中扮演了越来越重要的角色,是外科医师有力的工具,在神经外科领域有着广泛的应用前景。通过虚拟内镜了解病变的病理生理变化、解剖结构特征、变异特点、毗邻关系等对制定手术计划起到了至关重要的作用,从而大大降低了手术风险,减少手术并发症发生。模拟器的应用使得神经外科医师在神经窥镜的训练成本亦显著降低,可以更加快速、熟练的掌握神经窥镜的操作方法。对于年轻医生迅速提高手术技能及安全性,降低手术创伤有着重要意义。随着软、硬件的飞速发展,虚拟内镜系统仍然不断得到更新和改进,使之更加贴合与临床应用。目前存在的不足主要在于虚拟内镜系统基础技术仍被世界上少数知名高等院校及研究机构垄断,因此推广应用成本较高成为了虚拟内镜在国内广泛普及的难点。缺乏相应的培训和教学、医生计算机水平参差不齐也是虚拟内镜应用尚不流行的主要原因。为使之更好地服务于广大神经系统疾病患者,在这方面国内的神外科中心仍有大量的工作要做。

参 考 文 献

- [1] Robb RA. Virtual endoscopy: development and evaluation using the visible human datasets. *Comput Med Imaging Graph*, 2000, 24(3): 133-151.
- [2] Bartz D. Virtual endoscopy in research and clinical practice. *Comput Graphics Graph Forum*, 2005, 24(1): 111-126.
- [3] Vining DJ, Gelfand DW. Noninvasive colonoscopy using helical CT scanning, 3D reconstruction and virtual reality. *Syllabus of the 23rd Annual Meeting Society of Gastrointestinal Radiologists*, Maui, Hawaii, 1994.
- [4] Hara AK, Johnson CD, Reed JE, et al. Detection of colorectal polyps by computed tomographic colography: feasibility of a novel technique. *Gastroenterology*, 1996, 110(1): 284-290.
- [5] Alaraj A, Lemole MG, Finkle JH, et al. Virtual reality training in neurosurgery: review of current status and future applications. *Surg Neurol Int*, 2011, 2: 52.

- [6] Malone HR , Syed ON , Downes MS , et al. Simulation in neurosurgery: a review of computer-based simulation environments and their surgical applications. *Neurosurgery* ,2010 , 67(4) : 1105-1116.
- [7] Bartz D , Skalej M. VIVENDI: a virtual ventricle endoscopy system for virtual medicine. In: *Data Visualization (Proceedings of Symposium on Visualization)* . Vienna , Austria , 1999: 155-166.
- [8] Freudenstein D , Bartz D , Skalej M , et al. New virtual system for planning of neuroendoscopic interventions. *Comput Aided Surg* ,2001 ,6(2) : 77-84.
- [9] Burtscher J , Dessl A , Bale R , et al. Virtualendoscopyforplanningendoscopicthird ventriculostomy procedures. *Pediatr Neurosurg* ,2000 ,32(2) : 77-82.
- [10] Cakmak HK , Maaß H , Trantakis C , et al. Haptic ventriculostomy simulation in a grid environment. *Comput Animat Virtual Worlds* ,2009 , 20(1) : 25-38.
- [11] De Nicola M , Salvolini L , Salvolini U. Virtual endoscopy of nasal cavity and paranasal sinuses. *Eur J Radiol* ,1997 ,24(3) : 175-180.
- [12] Han P , Pirsig W , Ilgen F , et al. Virtual endoscopy of the nasal cavity in comparison with fiberoptic endoscopy. *Eur Arch Otorhinolaryngol* ,2000 , 257(10) : 578-583.
- [13] Caversaccio M , Eichenberger A , Hausler R. Virtual simulator as a training tool for endonasal surgery. *Am J Rhinol* ,2003 , 17(5) : 283-290.
- [14] Talala T , Piriä T , Karhula V , et al. Preoperative virtual endoscopy and three-dimensional imaging of the surface landmarks of the internal carotid arteries in trans-sphenoidal pituitary surgery. *Acta Otolaryngol* ,2000 ,120(6) : 783-787.
- [15] Wolfsberger S , Neubauer A. Virtual endoscopy in endoscopic pituitary surgery. In: Schwartz TH , Anand VK , eds. *Endoscopic Pituitary Surgery* . New York , NY: Thieme , 2011: 183-196.
- [16] Schulze F , Bühler K , Neubauer A , et al. Intra-operative virtual endoscopy for image guided endonasal transsphenoidal pituitary surgery. *Int J Comput Assist Radiol Surg* ,2010 , 5(2) : 143-154.
- [17] 郭正义 ,王增贤 ,蝶窦间隔 CT 容积重有技术重建对经蝶窦鞍区肿瘤切除术的作用 ,中华临床医师杂志 , 2014 ,8(10) : 1875-1878.
- [18] 蔡梅钦 ,胡冰 ,秦峰等 ,CT 仿真内镜对蝶窦三维解剖的显示及在垂体瘤经蝶窦手术的应用 ,中国耳鼻咽喉头颈外科 ,2011 ,18(10) : 544-547.
- [19] 蔡梅钦 ,秦峰 ,胡冰等 ,CT 仿真内镜显示鞍底神经血管及其解剖标志的临床意义 ,中国临床解剖学杂志 , 2010 ,28(4) : 397-400.
- [20] Lorensen WE , Jolesz FA , Kikinis R. The exploration of cross-sectional data with a virtual endoscope. In: Morgan K , Satava RM , Sieburg HB , Mattheus R , hristensen JP , eds. *Interactive Technology and the New Paradigm for Healthcare* . Washington , DC: IOS Press , 1995: 221-230.
- [21] Colpan ME , Sekerci Z , Cakmakci E , et al. Virtual endoscope-assisted intracranial aneurysm surgery: evaluation of fifty-eight surgical cases. *Minim Invasive Neurosurg* ,2007 ,50(1) : 27-32.