

DOI:10.3724/SP.J.1008.2011.01255

## 磁共振血管成像、虚拟现实技术在蝶骨嵴脑膜瘤术前计划中的应用

汤海亮, 宫 晔\*, 毛 颖, 吴劲松, 张晓路, 谢 清, 谢立乾, 郑名哲, 汪戴军, 陈衔城

复旦大学附属华山医院神经外科, 上海 200040

**[摘要]** **目的** 探讨磁共振血管成像、虚拟现实技术在蝶骨嵴脑膜瘤术前计划中的应用。**方法** 10例蝶骨嵴脑膜瘤患者术前行头颅CT、MRI和MRA等检查,然后将这些数据输入新加坡Volume Interactions公司研发的Dextroscope术前计划系统,在虚拟现实环境中对肿瘤及其周围组织进行重建等处理,构建出立体的空间三维图像;再利用系统工具对肿瘤及其周围组织进行观察、手术模拟等操作,在术前充分获得肿瘤、颅底骨质及神经、血管等相互关系的信息,制定详细的手术计划,并与术中情况进行对照。**结果** 10例患者均成功实现了三维立体虚拟现实影像的重建,按照术前计划进行手术,术中情况与术前模拟基本一致,符合率达100%。10例肿瘤均全切,取得良好效果,术后患者无后遗症。**结论** 头颅MRA结合Dextroscope术前计划系统反映肿瘤及其邻近组织的解剖结构信息,为术前制定手术方案提供帮助,有助于提高手术安全性与病灶切除率,改善患者预后。

**[关键词]** 虚拟现实; Dextroscope系统; 磁共振血管成像; 蝶骨嵴脑膜瘤; 术前计划

**[中图分类号]** R 739.45 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2011)11-1255-03

### Application of magnetic resonance angiography and virtual reality technique in preoperative planning for sphenoid ridge meningioma

TANG Hai-liang, GONG Ye\*, MAO Ying, WU Jin-song, ZHANG Xiao-luo, XIE Qing, XIE Li-qian, ZHENG Ming-zhe, WANG Dai-jun, CHEN Xian-cheng

Department of Neurosurgery, Huashan Hospital, Fudan University, Shanghai 200040, China

**[Abstract]** **Objective** To explore the application of magnetic resonance angiography and virtual reality technique in pre-operative planning for sphenoid ridge meningioma. **Methods** Ten patients with sphenoid ridge meningiomas were examined by brain CT, MRI and MRA before operation. Then the image data were transferred to the Dextroscope system. The images were reconstructed using the Radiodexter software to display the three dimensional image. The tumor and its adjacent anatomic structures could be viewed and the system tools allowed for simulation of the operation, so the full information of the tumor, basilar texture, and nerves and vessels could be obtained. A pre-operative planning was done and was compared with intra-operation situation. **Results** The virtual reality images of the 10 cases were successfully conducted, and all the procedures were performed according to the pre-operative planning, with a consistent rate of 100%. Radical resection was achieved in all the 10 patients and there were no sequelae. **Conclusion** Magnetic resonance angiography and the virtual reality system can provide the information of tumor and its adjacent structures, so it can help the neurosurgeons in planning the details for operation, contributing to operation safety and tumor resection.

**[Key words]** virtual reality; Dextroscope system; magnetic resonance angiography; sphenoid ridge meningioma; pre-operative planning

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2011, 32(11):1255-1257]

传统的头颅血管成像技术(magnetic resonance angiography, MRA)在蝶骨嵴脑膜瘤术前准备中非常重要,神经外科医生需要头颅MRA来观察和了解蝶骨嵴脑膜瘤与其周边的颈内动脉及其分支的关系。这对神经外科手术来说至关重

要,在术前如能熟悉脑膜瘤和颅底血管的解剖关系将极大地提高手术安全性,减少手术并发症。但是,头颅MRA的缺点是无法立体显示肿瘤和血管的关系,其所提供的空间解剖信息往往有限。虚拟现实(virtual reality, VR)技术是近几年来

**[收稿日期]** 2011-09-14 **[接受日期]** 2011-10-20

**[基金项目]** 国家自然科学基金(30872675, 30901549),上海市科委专项重点基金(08411965100). Supported by National Natural Science Foundation of China(30872675, 30901549) and Fund from Shanghai Committee of Science and Technology (08411965100).

**[作者简介]** 汤海亮,博士. E-mail: tangtang052105192@gmail.com

\* 通信作者(Corresponding author). Tel: 021-52888683, E-mail: yyeegong@yahoo.com.cn

出现的一种先进的医学成像系统<sup>[1]</sup>,它能创造出一种具有立体效果、逼真的虚拟现实环境,医生在这种环境下可对虚拟的医学图像进行模拟操作,产生“身临其境”的感觉,在术前对手术方案制定详细的计划,极大地提高了手术预后。我院神经外科从2006年开始将该技术引入神经外科术前计划的制定中,包括脑肿瘤、血管病等<sup>[2]</sup>,取得初步成效。我们曾报道了VR技术在运动功能区和前颅底脑膜瘤中的应用,取得了良好效果<sup>[3]</sup>。现将VR技术在蝶骨嵴脑膜瘤术前计划中的应用体会介绍如下。

**1 资料和方法**

**1.1 一般资料** 选择2010年1月至2010年12月在复旦大学附属华山医院神经外科手术的蝶骨嵴脑膜瘤患者10例,肿瘤最大直径在3~5 cm,内侧型和外侧型。其中男性4例,女性6例;年龄18~62岁,平均(35.5±5)岁。所有患者在术前均未作放疗等其他治疗。10例患者在术前行头颅CT、MRI和MRA等检查。

**1.2 头颅MRA** 利用德国西门子(Siemens)公司的临床3T磁共振机器在术前对10例蝶骨嵴脑膜瘤患者进行头颅MRA(magnetic resonance angiography)扫描。扫描参数为:FOV=200 mm,TR=21 ms,TE=3.6 ms,Averages=1, Slice thickness=0.9 mm。后期处理应用最大密度投影(maximum intensity projection, MIP)技术。任意旋转和观察血管影像,进行图像叠加及剪影等处理<sup>[4]</sup>。可观察到颅内动脉系统的分布及其受肿瘤影响的情况。

**1.3 虚拟现实技术** 将10例蝶骨嵴脑膜瘤患者的头颅CT、MRI和MRA等影像学数据刻录成光盘,输入到新加坡

Volume Interactions公司的Dextroscope图像工作站,在RadioDexter软件系统中进行图像处理<sup>[2]</sup>,重建出脑膜瘤与颅底颅骨、脑组织、颅神经、颈内动脉等关系的三维图像。利用系统工具,从各个角度观察肿瘤的形态、大小、与毗邻结构的关系,如颅底骨质破坏与否,特别是脑膜瘤与颈内动脉、大脑中动脉及其分支的关系等。根据实际手术需要,选定不同的手术入路,进行开颅、病灶切除、血管处理等模拟操作,然后制定详细的手术方案,为真正手术服务并比较。

**2 结果**

**2.1 总体效果** 10例蝶骨嵴脑膜瘤患者均成功实现了虚拟现实图像的构建,重建的图像清晰逼真、空间效果好,并进行模拟手术,让医生有一种如临其境的感觉,如同真实手术一样。真正手术时按照术前计划进行,手术中肿瘤与大脑中动脉及其分支的位置关系与术前模拟计划基本一致,符合率达100%。10例患者最终均实现肿瘤全切,大脑中动脉保护完好,取得良好效果;术后患者无偏瘫、视力下降等并发症。Dextroscope术前计划系统可以直观、全面地观察肿瘤形态结构及周围解剖结构特征。

**2.2 典型病例** 与头颅MRA相比,Dextroscope系统在显示肿瘤及其与周围血管等位置关系中的优势巨大,而且在Dextroscope系统中还可以模拟手术切除肿瘤等手术过程,甚至可以将肿瘤“切除”一部分后再次观察肿瘤的空间位置以及血管穿透肿瘤内部的情况(图1)。手术医生在术前经过这样的操作将充分掌握肿瘤和血管的关系,为手术增加信心,提高了手术的安全性。

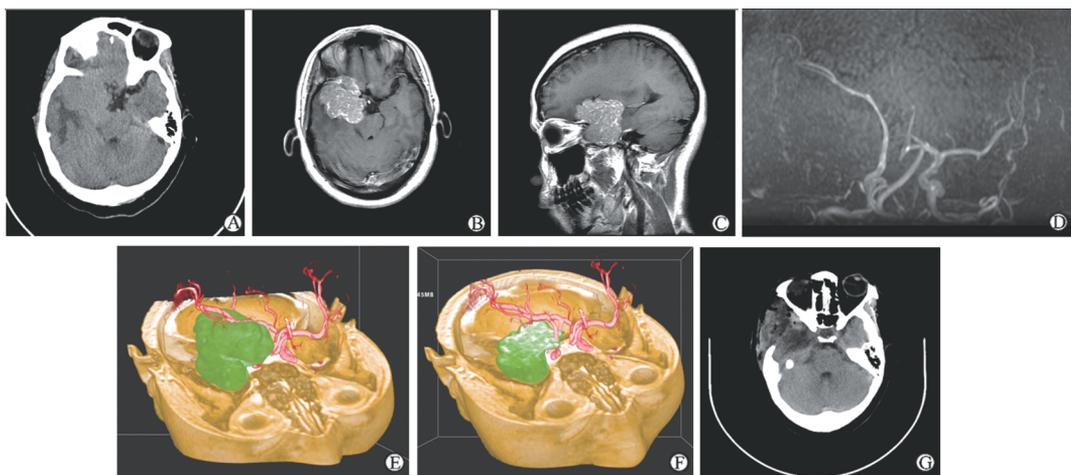


图1 典型病例患者右侧蝶骨嵴脑膜瘤术前计划制定

Fig 1 Pre-operation planning for right sphenoid ridge meningioma by virtual reality

A-C: A female patient, 44-year-old, presented with intermittent headache for about 10 years; pre-operation head CT and MRI indicated right sphenoid ridge meningioma. D: Brain MRA showed that the right middle cerebral artery was pushed by the tumor. E-F: The spacial relationship of tumor with its adjacent arteries was clearly displayed by the virtual reality, and could be evaluated from different directions. G: Post-operation head CT showed that the tumor was removed

### 3 讨论

蝶骨嵴脑膜瘤约占颅内脑膜瘤的 12%, 分为床突型、小翼型和大翼型 3 种<sup>[4]</sup>。蝶骨嵴脑膜瘤因其位置深在, 解剖结构复杂, 毗邻颅神经、颈内动脉分支, 因此手术难度较大, 术后并发症较多。目前术前对蝶骨嵴脑膜瘤及其周围解剖信息的评估主要依赖于传统的神经影像学方法<sup>[5]</sup>, 如头颅 CT 显示颅底骨质、头颅 MRI(平扫+增强)显示肿瘤及其血供; 头颅 MRA 可显示肿瘤对颈内动脉及其分支的压迫等。但上述这些影像学技术只能提供肿瘤及其周围结构的部分信息, 尽管头颅 MRA 扫描很重要, 需要它来显示蝶骨嵴脑膜瘤和颈内动脉及其分支的位置关系, 但这些技术无法在空间层面立体显示这些图像。虽然目前在医学影像工作站可以三维重建图像, 但重建效果较差, 有时图像会“失真”, 产生误差<sup>[6]</sup>。

虚拟现实技术的出现解决了这一问题, 它能创建一个虚拟现实环境, 医生在这种环境下通过特殊工具可对医学对象进行模拟操作<sup>[7]</sup>。VR 技术实现了人与计算机之间的互动, 以及对数据的可视化操作, 被广泛用于医学领域<sup>[8]</sup>。由新加坡 Volume Interactions 公司研发的 Dextroscope 术前计划系统目前已在本科开展颅内肿瘤、脑血管病等手术的术前计划应用, 取得一定的临床效果<sup>[2]</sup>。

神经外科手术具有一定的挑战性。手术视野小, 手术对象解剖复杂, 手术难度大。如何在术前充分获得肿瘤及其与周围结构的解剖信息, 评估手术方案, 是手术成功的保障<sup>[9]</sup>。本研究中, 我们利用 Dextroscope 术前计划系统对 10 例蝶骨嵴脑膜瘤患者制定详细的术前计划, 将每个脑膜瘤患者的影像学资料输入系统中, 然后重建出三维图像, 观察肿瘤及其与邻近颅骨、血管、颅神经的特征, 并利用系统工具进行模拟开颅、切除肿瘤等操作, 手术时按照术前计划进行, 肿瘤全切, 颈内动脉、大脑中动脉等均保护完好, 取得良好效果。这一术前计划有助于分析手术中可能出现的问题及解决方案, 根据每个患者的特点制定特殊的手术入路, 提高了手术的安全性和肿瘤切除率。

然而, Dextroscope 系统仍存在一些局限性<sup>[10]</sup>。虚拟现实是将多种图像进行融合、重建, 因此三维图像质量受原始图像的影响, 单一影像的信噪比下降会影响图像的分辨率。

因此, 我们在获取头颅 CT、MRI、MRA 时多采取导航序列扫描, 以尽量采集充分的影像学信息。毋庸置疑, 虚拟现实系统重建的图像与术中真实解剖情况有一定差异, 特别是组织移位、血流变化等情况, 因此, Dextroscope 系统仍需进一步完善。另外, 尽管 Dextroscope 系统是非常先进的医学影像学系统, 如何在今后与实时导航结合服务术中情况还需神经外科医生继续提高。

### [参考文献]

- [1] 张晓路, 周良辅, 毛颖, 吴劲松. 虚拟现实环境下颅底肿瘤术前计划的制定[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2008, 34: 135-138.
- [2] 张晓路, 吴劲松, 毛颖, 周良辅, 李士其, 王铺斐, 等. 虚拟现实技术在神经外科手术前计划中的应用[J]. 中华显微外科杂志, 2006, 29: 415-418.
- [3] 汤海亮, 宫晔, 毛颖, 张晓路, 吴劲松, 谢立乾, 等. 磁共振血管成像和功能性磁共振成像与虚拟现实技术进行运动区脑膜瘤显微手术[J]. 中国临床神经科学, 2011, 19: 121-124.
- [4] 郑晔, 李德刚, 杨蔚, 陈兵, 王晓东, 金国宏. 应用磁共振 3D-TOF MRA 成像观察脑膜瘤供血特征[J]. 宁夏医学杂志, 2010, 32: 414-415.
- [5] 周良辅. 现代神经外科学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2001: 438.
- [6] Kockro R A, Serra L, Tseng-Tsai Y, Chan C, Yih-Yian S, Gim-Guan C, et al. Planning and simulation of neurosurgery in a virtual reality environment[J]. Neurosurgery, 2000, 46: 118-135.
- [7] Rosahl S K, Gharabaghi A, Hubbe U, Shahidi R, Samii M. Virtual reality augmentation in skull base surgery[J]. Skull Base, 2006, 16: 59-66.
- [8] Yi Z Q, Li L, Mo D P, Zhang J Y, Zhang Y, Bao S D. Preoperative surgical planning and simulation of complex cranial base tumors in virtual reality[J]. Chin Med J (Engl), 2008, 121: 1134-1136.
- [9] Stadie A T, Kockro R A, Reisch R, Tropine A, Boor S, Stoeter P, et al. Virtual reality system for planning minimally invasive neurosurgery. Technical note[J]. J Neurosurg, 2008, 108: 382-394.
- [10] Gildenberg P L, Labuz J. Use of a volumetric target for image-guided surgery[J]. Neurosurgery, 2006, 59: 651-659.

[本文编辑] 贾泽军