论著

文章编号:1000-5404(2006)06-0550-03

经鼻蝶手术入路相关结构的可视化研究

杨 力,邱明国,谭立文,刘光久,李 恺,李七渝,米俊达,张绍祥 (第三军医大学基础医学部解剖学教研室,重庆市计算医学研究所,重庆 400038)

提 要:目的 建立经鼻蝶手术入路中相关解剖结构的计算机三维可视化模型。**方法** 应用中国可视化人体数据集,选取从筛窦上缘到上颌窦下缘的连续断层图像,在计算机上对经鼻蝶入路重要结构的断层图像轮廓进行数据分割、对位重建和三维显示。**结果** 重建了筛窦、蝶窦、上颌窦、鼻中隔、中鼻甲、下鼻甲、垂体、鞍背、颈内动脉、视神经、三叉神经、外展神经等结构的三维可视化模型,该模型既可以进行单个结构的显示,也可以进行多个结构的分色显示,同时也可以任意放大缩小和任意角度旋转观察。**结论** 经鼻蝶手术入路相关结构的三维可视化模型可以为临床神经外科和耳鼻咽喉科手术提供解剖学参考。

关键词: 中国数字化可视人体;三维重建;经鼻蝶入路

中图法分类号: R319;R323.1 **文献标识码:** A

Visualization of the correlated structures through transsphenoidal approach

YANG Li, QIU Ming-guo, TAN Li-wen, LIU Guang-jiu, LI Kai, LI Qi-yu, MI Jun-da, ZHANG Shao-xiang (Department of Anatomy, College of Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To build digitized visible model of the sella turcica and its adjacent structures for transsphenoidal approach. Methods Cross-sectional images between the top layer of ethmoidal sinus and the bottom layer of maxillary sinus from the Chinese visible human data set were reviewed on a section-by-section basis. Three-dimensional computerized reconstruction of the sella turcica and its adjacent structures were performed. Results Successfully 3D reconstructed the structures model of sella turcica and its adjacent structures for transsphenoidal approach. This model can be displayed with single stricter of sella turcica and its adjacent structures for transsphenoidal approach and can be displayed with several structures in different color and can be displayed from any direction. Conclusion Three dimensional reconstruction model of the sella turcica and its adjacent structures is meaningful for neurosurgery and otorhinolarygologic operation.

Key words: Chinese visible human; computerized 3D reconstruction; transsphenoidal approach

蝶窦是经鼻蝶进行鞍区手术的必经之路,随着经蝶显微手术的开展,对蝶窦及其毗邻结构解剖学知识的了解越来越重要[1]。但由于蝶窦及其毗邻结构关系复杂、变异大,在断层标本、CT及MRI等二维图像上难于反映该区域诸结构的立体空间关系。要确定蝶窦及其毗邻结构的空间关系,就需要利用计算机图像处理技术对蝶窦及其毗邻结构二维断面图中的解剖结构数据进行分割提取、三维重建和立体显示,建立一个经鼻蝶入路解剖结构的数字化模型。因此,本研究应用可视化技术建立经鼻蝶手术入路中相关解剖结构的计算机三维模型,描述蝶窦及其毗邻结构,为进一步推广开展经鼻蝶入路手术提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 二维图像资料的获取

应用中国第1例女性可视化人体连续断面图像数据,选取从筛窦上缘到上颌窦下缘的连续横断面图像(即356~555层),共计199个层面,每层层厚0.2 mm,铣切精度为0.001 mm,由高清晰度的Canon数码相机(630万像素)摄影,其分辨率为3 072×2 048,每个断面图像文件大小为36 MB,所用人体

基金项目: 国家自然科学基金资助面上项目(30270698, 60373112)
Supported by the General Parogram of the National Natural Science Foundation of China (30270698, 60373112)

作者简介: 杨 力(1978-),女,江苏省扬州市人,硕士研究生,医师,主要从事断层影像解剖与可视化方面的研究。电话:(023)68753708

通讯作者: 张绍祥,电话:(023)68752201, E-mail: zhangsx@mail.tmmu.com.cn

收稿日期: 2006-01-27;**修回日期:** 2006-03-10

标本铣切前经 CT 和 MRI 扫描检查未发现有器官缺损及明显器质性病变。经鼻蝶入路重要结构各断面图像清晰，结构显示良好，能够连续显示并准确分辨鞍区及相邻细微结构。

1.2　连续图像配准

根据连续断层图像上的 4 个标准定位点，应用 Photoshop 7.0 软件进行连续图像间点对点的精确对位与配准。图像以 JPEG 格式保存。

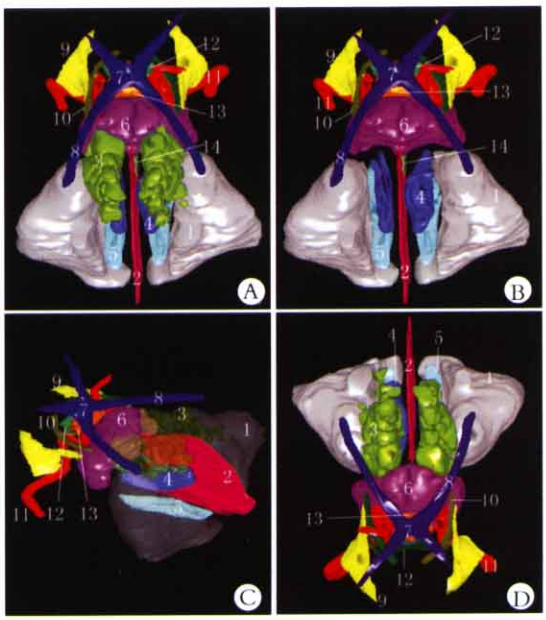
1.3　数据分割和三维重建

将经过精确配准的连续断面图像数据集，在配置为主频 Pentium Ⅳ2.8 GB，内存 2 048MB，硬盘 240 GB，分辨率1 280 × 1 024，刷新频率 100 Hz 的计算机上，用 3D-DOCTOR 软件按照边界数据线对断面图像上的上颌窦、筛窦、鼻中隔、中鼻甲、下鼻甲、犁骨、蝶窦、视神经、视交叉、颈内动脉、垂体、鞍背、外展神经、三叉神经及海绵窦进行数据分割，并用该软件对其进行三维面绘制重建。3D-DOCTOR 是美国 Able Software 公司开发的一个医用三维图像建模系统，它基于向量编辑工具处理图像、边界、标记点和注释，可运行图像分割、表面渲染、体积渲染、三维处理、反卷积、图像登记、自动队列、测量以及其它功能完成绘制对象边界、建立图像注释、修改像素值和调整边界的任务，并支持常用的二维和三维图像格式。

2　结果

从所选取的断层图像上对上颌窦、筛窦、鼻中隔、中鼻甲、下鼻甲、犁骨、蝶窦、视神经、视交叉、垂体及鞍背、外展神经、三叉神经、颈内动脉、海绵窦等经鼻蝶手术重要结构进行图像分割和提取，应用 3D-DOCTOR 软件对这些图像进行三维重建，建立起三维可视化模型。在模型上可对上述结构进行逐个的三维显示，也可以有选择地对多个结构或全部结构进行三维分色显示，还可以利用图像透明技术将骨性结构隐去，从而更清晰地显示血管、神经等手术中最为关切的结构的位置以及空间毗邻。该三维重建模型可进行多角度、多方位观察，或者以不同速度连续旋转，对感兴趣的结构还可任意放大缩小显示（图 1A、B）。

在三维重建模型上，正面观（图 1A）可见蝶鞍前方为筛骨迷路，上方为垂体，下方可见蝶窦后壁的一部分。椭圆形垂体居垂体窝内，垂体上方有视交叉，视交叉两侧为颈内动脉；垂体两侧为海绵窦及穿行其间的颈内动脉和脑神经。筛窦外侧壁与视神经相邻，中鼻甲向上附于筛窦。去除筛窦后从正面观察（图 1B）能更清晰地显示视神经与蝶窦、上颌窦以及中鼻甲、下鼻甲和鼻中隔、上颌窦之间的三维毗邻关系。中鼻甲及其周围结构复杂，是鼻内镜手术紧密关联和应重点注意的部位。中鼻甲的附着部称为基板，是前、中筛窦与后筛窦的分界，也是上鼻道的前界。在鼻中隔与中鼻甲间的蝶窦前壁上能寻找到蝶窦口。将上颌窦和筛窦透明处理后，从右侧面（图 1C）可清楚显示手术途径所经过的结构，角度以及垂体周围结构的毗邻关系。可见视神经管隆起在蝶窦侧壁的前上部，颈内动脉在蝶鞍基底并沿其蝶鞍前缘走行，动脉的鞍后段、鞍下段及鞍前段分别位于蝶窦侧壁的后部，鞍底下部及与鞍前壁交界处，其鞍前部凸向蝶窦。外展神经紧贴颈内动脉外侧面而向前行走。从模型上方观察（图 1D），可清晰显示鼻中隔、筛窦与蝶窦之间的三维毗邻关系，视交叉位于垂体上方，海绵窦的外侧壁内有脑神经穿过。颈内动脉、视神经附于蝶窦侧壁的颅腔面，在骨壁上形成压迹，在蝶窦腔面形成相应的隆起。隆起处骨壁较薄，在开展经鼻蝶手术时，应注意保护上述结构。



A：经鼻蝶入路模型正面观；B：移去筛骨后模型正面观；C：经鼻蝶入路模型右侧位观；D：经鼻蝶入路模型上面观. 1：上颌骨；2：鼻中隔；3：筛窦；4：中鼻甲；5：下鼻甲；6：蝶窦；7：视交叉；8：视神经；9：三叉神经；10：外展神经；11：颈内动脉；12：鞍背；13：垂体和垂体柄；14：犁骨

图 1　经鼻蝶入路相关结构三维重建模型

3　讨论

3.1　断面图像采集和三维重建

高品质、高清晰度的薄层解剖断面数据集是人体可视化研究的基础[2,3]。常规的冰冻锯切技术层厚只能控制在 5.0 mm[4]，常规的 CT、MRI 的每层厚度最薄也只能到 1 ~ 2 mm，同时分辨率也只能达到 512 × 512，且图像像素为灰阶像素。本研究的经鼻蝶入路连续断面数据取自中国可视化人体数据集，该数据集的获取是由高精度的数控铣床逐层铣切，厚薄均匀，用高清晰度的数码相机摄影，图像分辨率大小为 3 072 × 2 048，色素为 24 位真彩色，效果比 CT、MRI 及 B 超图像要优越得多。该实验的层厚为 0.2 mm，完整性和延续性较好，建立出来的三维图像轮廓平滑，结构清晰，不同结构的边界清楚，比 CT 重建出来的效果要好[5]。

在三维重建方法上，本研究选择 3D-DOCTOR 软件对经鼻蝶入路重要结构的轮廓进行提取，并进行二维图像分割，三维表面渲染，三维体积渲染、图像配准，并添加明暗、色彩、材质等视觉效果进行立体显示，真实地还原经鼻蝶入路重要结构的三维形态结构，可深入进行经鼻蝶入路相关结构的量化研究。

3.2 三维可视化模型在神经外科中的应用

蝶窦及鞍区结构的解剖学研究与以内镜技术为代表的微创手术技术的发展同步，详细的内镜经鼻蝶入路蝶鞍周围重要解剖结构的形态学研究是临床开展该项手术的重要形态学基础。在实际工作中，手术医生往往面临着一个由裸眼视野和显微镜下视野向内镜下视野转换的适应过程，这些对实习医生和低年资神经外科医生具有一定难度和挑战性，尤其是目前在临床工作中所应用的基本上都是二维成像的内镜，其图像缺乏立体感并且存在深部变形，使得解剖结构在内镜下所见与显微镜下及裸眼下所见明显不同[6]。因而，对经鼻蝶入路重要结构的连续断面形态进行细致深入的研究无疑将有助于临床、教学及科研工作的进一步开展。目前，国内经鼻蝶入路重要结构的研究尚局限于将尸体标本切开后进行观察和测量以及临床影像学观察，但由于蝶窦及其毗邻结构解剖复杂，在断面标本、CT 及 MRI 等二维图像上难于全面反映其相互的空间关系，缺乏解剖结构在空间的准确定位、三维测量数据和立体图像。我们应用计算机可视化技术对蝶窦及其毗邻结构二维断面图中的解剖结构数据进行分割提取、三维重建和立体显示，建立一个经鼻蝶入路解剖结构的数字化模型，可以在一定程度上解决这些问题，让实习医生和低年资神经外科医生把握住经鼻蝶入路重要结构的位置关系，缩短初级医生到中级医生的差距，为进一步推广开展经鼻蝶入路手术提供帮助。同时，神经外科医生能够更加方便地在三维模型上多方位、多角度地讨论病情和手术方式、手术入路以及注意事项，加速手术的进程。

3.3 三维可视化模型的应用前景

该三维可视化模型是在高分辨率、真彩色的数字断面图像上建立起来的，可为现代临床影像诊断提供正常参照系统。如果进一步结合虚拟现实技术，在可视化模型的基础上进行模拟经鼻蝶手术入路，模拟显示手术过程中的解剖结构层次及位置毗邻，为医生制订术前计划以及尽可能地避免术中风险提供解剖形态学参考。虚拟手术的研究可以以此模型为出发点，结合软组织变形、虚拟切割和力反馈等技术进行[7]。自 1992 年 Jankowski 等[8]首次报道经鼻腔内窥镜垂体手术以来，国内外相继开展该入路手术。数字化三维重建鼻窦、蝶鞍区等相关结构可为虚拟鼻内镜、功能性鼻内镜外科训练模拟器和手术仿真操作等的实施提供形象而真实的模型[9,10]。虚拟内镜技术是目前计算机辅助手术的一个研究热点，可以帮助医生对病变器官进行观察，制定手术计划及引导手术进程。计算机辅助虚拟外科手术的开展，给经鼻蝶入路的可视化研究提供了广阔的应用空间。通过三维界面展示经鼻蝶入路的虚拟结构环境，有助于年轻医生理解鼻窦、蝶鞍区及其毗邻结构的三维解剖关系，并可以交互式、无损伤的方式进行手术训练，对改进有关训练模式有较大意义。

参考文献：

[1] JHO H D, ALFIERI A. Endoscopic endonasal pituitary surgery: evolution of surgical technique and equipment in 150 operations[J]. Minim Invasive Neurosurg, 2001, 44(1): 1-12.

[2] SPITZER V M, WHITLOCK D G. The Visible Human Dataset: The anatomical platform for human simulation[J]. Anat Rec, 1998, 253(2): 49-57.

[3] 张绍祥，王平安，刘正津，等. 首套中国男、女数字化可视人体结构数据的可视化研究[J]. 第三军医大学学报，2003，25(7)：563-565.

[4] 漆光平，姜 平，徐焕俐. 人体断层标本制作法[J]. 湖南医科大学学报，1999，24(2)：封三

[5] QIU M G, ZHANG S X, LIU Z J, *et al*. Three-dimensional computational reconstruction of lateral skull base with plastinated slices[J]. Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol, 2004, 278A(1): 437-442.

[6] 王志潮，丁学华，廖建春，等. 内窥镜下经鼻蝶切除垂体瘤手术中蝶鞍的解剖定位[J]. 中国临床解剖学杂志，2003，21(5)：421-422，425.

[7] 邱明国，张绍祥，谭立文，等. 颞骨计算机三维重建[J]. 第三军医大学学报，2001，23(10)：1200-1202.

[8] JANKOWSKI R, AUQUE J, SIMON C, *et al*. Endoscopic pituitary tumor surgery[J]. Laryngoscopy, 1992, 102(2): 198-202.

[9] 张晓斌，魏永祥，韩德民. 数字化虚拟人体与鼻外科[J]. 国外医学耳鼻咽喉科学分册，2005，29(1)：44-48.

[10] 谭 珂，郭光友，王大君，等. 虚拟现实技术在鼻腔镜手术仿真训练系统中的应用研究[J]. 系统仿真学报，2001，13(增刊)：347-349.

（编辑 陈聪连）