DOI:10.16016/j.1000-5404.2001.10.031
第23卷第10期 第三军医大学学报 Vol. 23, No. 10
1200 2001年10月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Oct. 2001

论著

文章编号:1000-5404(2001)10-1200-03

颞骨计算机三维重建

邱明国[1],张绍祥[1],谭立文[1],王欲[illegible],邓俊辉[2],唐泽圣[2] (第三军医大学:[1]基础医学部解剖学教研室,重庆 400038;[2]清华大学计算机科学与技术系,北京 100084)

提 要:目的 对颞骨及相关结构进行计算机三维重建,为耳科手术及颅底外科手术入路提供解剖资料。方法 用生物塑化技术制作1.2 mm厚的薄层断面标本,在SGI工作站上,对人体颞骨内颈内动脉、骨半规管、耳蜗、面神经及乙状窦、颈静脉球、颈内静脉等重要结构进行了三维重建。结果 重建结构能够以多结构多彩色实体模型方式显示,可以单独显示、任意搭配显示或总体显示,将颞骨透明可清晰显示各内部结构的空间关系,可在三维空间位置上绕任意轴旋转任意角度。所有结构在任意方向上的长度和角度,均可适时测量。结论 颞骨计算机重建图像可以单独显示或联合显示,可从多个外科手术角度进行观察,并能精确测量颞骨各结构的径线数据,为耳科及颅底外科手术提供了重要参考资料。

关键词:颞骨;三维重建
中图法分类号:R319;R323.1 文献标识码:A

Computerized three-dimensional reconstruction of temporal bone

QIU Ming-guo, ZHANG Shao-xiang, TAN Li-wen, WANG Yu-su, DENG Jun-hui, TANG Ze-sheng (Department of Anatomy, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To provide computerized 3D reconstruction of the temporal bone and intratemporal structures. Methods Equidistant serial thin sections of 1.2 mm was maken by plastination. A SGI workstation was employed to reconstruct three-dimensions of the temporal bone and intratemporal structures. Results All structures reconstructed could be represented individually or jointly and rotated continuously in any plane. Any diameter and angle of the structures reconstructed could be measured conveniently. Conclusion All structures reconstructed can be represented individually or jointly and rotated continuously in any plane. The reconstructed images of the intratemporal bone structures can be viewed from all surgical angles and many spatial relationship can be accurately measured so as to provide some guidance for otologic surgery.

Key words: temporal bone; three-dimensional reconstruction

颞骨内部结构众多,位置重叠,方向各异,是人体最复杂的解剖区域之一。在CT、MRI等二维图像上难于反映颞骨内各结构的空间关系,根据二维影像来想象各结构的空间关系,往往难于形成准确的印象。随着计算机技术的发展,计算机辅助三维重建技术已广泛应用于医学领域[1],其优点在于可通过旋转三维影像,从任意角度或任意方向观察,详细了解其解剖结构的空间关系,为外科手术入路和手术方式的选择提供重要参考。目前,有关颞骨内部结构计算机三维重建的应用研究,国内外有少数报道[2,3],但尚不够清晰和全面。本实验采用生物塑化技术(Plastination)[4],将人体颞骨制成冠状位、矢状位、轴位三个方位、厚度1.2 mm的薄层断面标本,在SGI工作站上,对颞骨及内部结构进行了计算机三维重建,旨在反映颞骨内各结构的立体形态、空间位置和毗邻关系。

1 材料和方法

1.1 标本的切取

取经福尔马林固定的无明显颅底病变的成人尸体头颅标本3例,以眦耳线为基线,在两侧基线上、下方距基线40 mm处各画一条与之平行的线,将该平行线与对侧的同一线相接。沿上、下两条平行线画出的平面锯切,上面高于岩嵴,下面底于乳突尖。连接两侧颧弓点,作垂直于横断面的冠状切面;平行于此冠状平面,过乳突后缘作另一冠状平面;再作一正中矢状切面,最后得到左、右各一包含颞骨及相邻组织结构在内的组织块,共6个组织块。

1.2 生物塑化断面标本的制作

取上述组织块,采用生物塑化技术,制成塑化薄片连续断面标本,横断、冠状、矢状三个方位各两套,片间距1.5 mm,其中片厚1.2 mm,锯路损耗0.3 mm。

1.3 颞骨及相关结构的计算机三维重建

断面标本用GENIUS COLORPAGE-HR5 PRO图像扫描仪进行扫描。断面标本的四个边面相互垂直并均与切面垂直,用卡尺卡住相邻两个边面并在相同条件下进行扫描。扫描图像输入PII微机(主频300 Hz,内存64 MB,硬盘6.8 GB,WINDOWS 98操作系统,PHOTOSHOP操作平台),完成模/数转换。微机通过网络与SGI工作站(R4600SC,主频100 Hz,内存32 MB,硬盘1 000 MB,1 280×1 024分辨率,刷新频率76 Hz,24位面图形功能,1.4 MB×Lines/s;48 kB 3D Vectors/s;40 kB Tmesh/s(Z);UNIX操作系统)相联,数字图像传输至SGI工作站进行三维重建。重建软件为Medview,三维重建的算法采用Contours+Marching cubes算法,即二维图像先进行轮廓线编辑、修改、存储等操作,得到轮廓线数据,将轮廓线离散,重新填充和分类,形成三维数据场,经移动立

基金项目:国家杰出青年基金资助项目(39925022)
作者简介:邱明国(1970-)男,四川省南部县人,硕士,助教,主要从事断层解剖及显微解剖方面的研究,发表论文5篇。电话:(023)68752225
收稿日期:2000-11-25;修回日期:2001-05-22

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

方体算法, 抽取等值面, 然后经简单平滑算法和条带显示处理, 进行三维图像重建。三维重建程序用标准 C 语言编写[3]。我们分别对颞骨、颈内动脉、面神经、耳蜗、骨半规管及乙状窦、颈静脉球、颈内静脉等结构进行了三维重建。

2 结果

在 SGI 工作站上立体重建了颞骨及相关结构, 包括颈内动脉、面神经、骨半规管、耳蜗、乙状窦、颈静脉球、颈内静脉, 见图 1~4。重建结构可以多彩色多结构显示, 也能单独显示、任意搭配显示或总体显示, 并可将颞骨透明而清晰显示其内部结构的空间毗邻关系。所有结构均可在三维空间位置上绕任意轴旋转任意角度, 或者以不同的速度连续旋转, 对于感兴趣的结构还可进行放大。所有结构在任意方向上的径线和角度, 均可适时测量。我们在三维图像上测量了以下数据: 面神经水平段长度为(10.6±1.2) mm, 垂直段(16.2±1.5) mm, 水平段与垂直段的夹角为(104.8±6.7)°。岩骨内颈内动脉垂直段长度为(13.2±2.4) mm, 水平段长度为(19.8±1.7) mm, 垂直段与水平段的夹角为(89.5±4.5)°, 水平段与海绵窦段的夹角为(113.3±9.7)°。颈内动脉膝部到耳蜗的最短距离为(3.8±0.6) mm。乙状窦前缘中点到后半规管的最短距离为(9.6±3.2) mm。颈静脉球到后半规管的距离为(4.7±2.1) mm, 颈静脉球到面神经垂直段的距离为(8.4±1.9) mm。

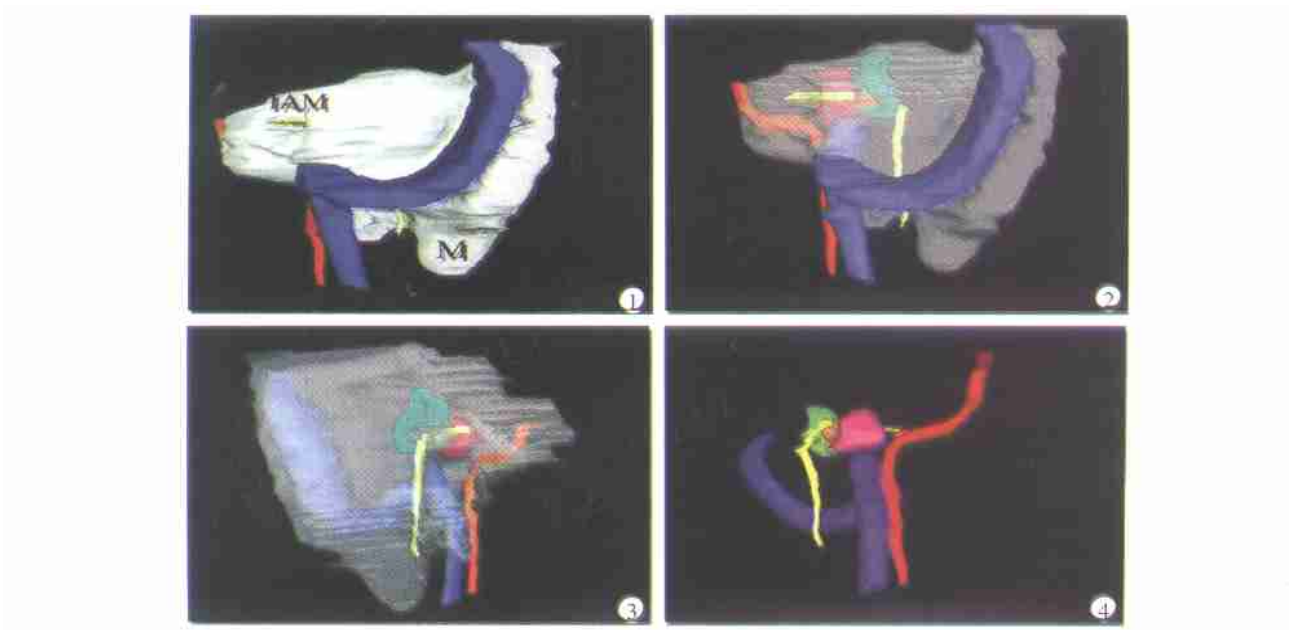


图 1　颞骨后面观

Fig 1　Posterior view of the temporal bone　The internal auditory meatus(IAM) and the mastoid(M) are visible. The temporal bone is white, the internal carotid artery red, the sigmoid sinus, the internal jugular vein and the jugular bulb blue, and the facial nerve yellow in color

图 2　将颞骨透明后, 从后面观察颞骨及其内部结构

Fig 2　Posterior view of the temporal bone and the intratemporal structures after the temporal bone transparentized　The internal carotid artery is red, the sigmoid sinus, the internal jugular vein and the jugular bulb blue, the facial nerve yellow, the cochlear in purple, the vestibule brown, and the osseous semicircular canals green in color

图 3　将颞骨透明后, 从外侧面观察颞骨及其内部结构

Fig 3　Lateral view of the temporal bone and the intratemporal structures after the temporal bone transparentized　The internal carotid artery is red, the sigmoid sinus, the internal jugular vein and the jugular bulb blue, the facial nerve yellow, the cochlear purple, and the osseous semicircular canals green in color

图 4　将颞骨移去后, 从前面观察颞骨内部结构

Fig 4　Anterior view of the intratemporal structures after the temporal bone removement　The internal carotid artery is red, the sigmoid sinus, the internal jugular vein and the jugular bulb blue, the facial nerve yellow, the cochlear purple, the vestibule brown, and the osseous semicircular canals green in color

3 讨论

3.1 数据的采集及三维重建算法的选择

三维重建图像是以二维图像为基础, 二维图像提供的原始数据越充分, 则重建的三维图像失真度就越小。采用先进的生物塑化技术制作断面标本, 降低了切片厚度和锯耗, 使片间距大大缩短, 提供了充分的原始数据。而且, 断面标本的四个边面相互垂直并均与切面垂直, 扫描时用卡尺卡住相邻两个边面并在相同条件下进行扫描, 可以保证该断面与其他断面的位置

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

关系，标本在重建时就不需对准、缩放等操作，各结构的空间位置关系更为准确，因而三维重建图像的精确性和真实性有所提高。同时，本实验在三维重建时选择一种 Contours＋Marching cubes 的方法，也就是从轮廓线出发，再利用移动立方体算法抽取等值面，较好地克服了轮廓线连接算法和移动立方体算法各自的不足[5]。

3.2 三维重建图像的临床意义

在耳科及颅底外科手术中，常以颞骨为中心设计手术入路，了解颞骨及内部结构的三维空间关系至关重要。但 CT、磁共振等常规影像技术仅提供二维的平面图像，对其三维立体形态仅能凭想象，这对于颞骨内复杂的结构来说十分困难。计算机辅助三维重建图像不仅可提供三维立体视觉，显示复杂的空间结构，并可设计手术径路、模拟手术[6]。在以往的研究中，由于断面切片技术及计算机软件等方面的限制，对颞骨及内部结构的重建不够全面和准确。本实验对颞骨及颞骨内颈内动脉、面神经、耳蜗、前庭及乙状窦、颈内静脉、颈静脉球同时进行了三维重建，重建结构能够以多结构多彩色实体模型方式显示，利用颞骨透明技术能清晰显示各内部结构在颞骨内的空间位置。可以根据术者的要求，从不同的显示角度对整个结构的形态、空间位置及毗邻关系进行观测，这方面解剖资料对耳科及颅底外科手术具有十分重要的参考价值。应用三维图象建立数学模型，测量三维形态参数，可使形态学的研究从定性研究向量化发展。Lutz 等[2]对颞骨内面神经及颈内动脉进行了三维测量，Takaji[7]对听小骨、耳蜗及圆窗进行三维重建并测量其参数。我们利用 Medview 软件，可适时测量各结构在任意方向上的径线和角度，测量结果与 Lutz[2] 测量的基本一致，但我们测量颈内动脉垂直段与水平段的夹角为（89.5±4.5）°，而他测量该夹角仅为 51.7°，这可能是标本差异所致。随着计算机技术、影像技术和重建方式的不断发展和改进，计算机三维重建技术在耳鼻咽喉-头颈外科领域具有广阔的应用前景，也将对人体的三维可视化研究做出应有的贡献。

参考文献：

[1] Kikinis R, Langham G P, Moriarty T M, *et al*. Computer assisted interactive three-dimensional planning for neurosurgical procedures[J]. Neurosurgery, 1996, 38(4): 640－651.

[2] Lutz C, Takagi A, Janecka I P, *et al*. Three-dimensional computer reconstruction of a temporal bone[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 1989, 101(5): 522－526.

[3] 戴 朴，姜泗长，顾 瑞 等. 听骨链的计算机三维重建及力学模型建立[J]. 中华耳鼻咽喉科杂志，1991, 26(5): 272－274.

[4] 张绍祥，刘正津，何光篪. 生物塑化技术(Plastination)[J]. 中国临床解剖学杂志，1996, 14(1): 67－70.

[5] 张绍祥，刘正津，何光篪. 生物塑化薄层连续断面的计算机三维重建[J]. 解剖学报，1996, 27(2): 113－118.

[6] Korves B, Klimek L, Klein H M, *et al*. Image- and model-based surgical planning in otolaryngology[J]. J Otolaryngol, 1995, 24(5): 265－270.

[7] Takaji A, Sando I. Computer-aided 3-dimensional reconstruction and measurement of the vestibular endorgans[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 1988, 98(3): 195－202.

（编辑 冯崇英）

（上接 1199 页）

表 1 对照组和照射组在不同情况下的红细胞变形指数（$\bar{x}\pm s$）

	切应力范围	红细胞变形指数		
	(N/m²)	照射前(n=4)	照射一次(n=4)	照射七次(n=4)
照射组	高(300)	1.33±0.04	1.63±0.11 *	1.91±0.20 **#
	中(200)	1.28±0.04	1.58 ±0.12 *	1.72±0.10 **
	低(50)	1.24±0.04	1.47±0.06 **	1.57±0.06 **#
对照组	高(300)	1.53±0.09	1.51 ±0.08	1.57±0.08
	中(200)	1.46±0.09	1.46±0.04	1.50±0.09
	低(50)	1.39±0.10	1.36±0.09	1.45±0.08

*：$P<0.05$，**：$P<0.01$ 与照射前比较；#：$P<0.05$ 与照射一次比较

3 讨论

从实验结果看，照射组的红细胞变形指数明显提高。这表明：He-Ne 激光血管内照射确实能提高红细胞的变形能力；且有明显的累积效应。尤其是第一次照射后红细胞变形指数提高的幅度最为显著，这标志着红细胞的变形能力对激光的应急反应较强。提醒临床应用者应特别重视首次照射的质量和剂量。

理论表明：红细胞的变形性是由红细胞的几何形状，胞浆粘度和细胞膜的粘弹性等内在因素和其它外在因素所决定。实验中我们注意保持外在因素不变，而激光衍射法对红细胞膜的粘弹性变化较为敏感。据此我们推想：He-Ne 激光血管内照射，是通过激光刺激红细胞膜，使红细胞的膜脂双层和膜骨架发生变化，而改善红细胞膜的粘弹性。这可能是这一疗法能降低血液粘度的微观实质。不过这有待于进一步加以证实。

（致谢：本实验所用仪器由本校附属新桥医院心血管内科实验室提供，特此致谢！）

关键词：He-Ne 激光器；血管内照射；红细胞变形性

中图法分类号：R331.141 文献标识码：B

参考文献：

[1] Tan Q, Jiang N, Xia J, *et al*. Influence of intravascular low-intensity He-Ne laser irradiation of rabbit ear on microcirculatory disturbance[J]. Chinese Journal Physiotherapy, 1995, 18(3): 141－143 (in Chinese).

[2] 刘 颖，徐忠宝，刘筑闻，等. 弱 He-Ne 激光血管内照射治疗急性缺血性脑血管病疗效及机理探讨[J]. 激光生物学报，1998, 7(1): 64－68.

[3] 何作云，王瑞兴. 临床细胞流变学[M]. 重庆：重庆大学出版社，1997. 111－116.

（编辑 谢义霞）

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net