

大脑中央后沟的三维可视化

张磊¹, 王震寰¹, 张艳²

[摘要] **目的:** 为大脑后中央区立体定向、介入放射和显微外科等提供三维可视化模型。 **方法:** 在微型计算机上, 将 1 名正常成人颅脑横断位薄层 MRI 数据以 Dicom 3.0 格式导入 3D-Doctor 软件, 人工分割中央后沟、中央沟、侧脑室、正中裂及大脑, 分别以不同颜色标示, 用面重建方法对中央后沟及整脑同时行三维重建。 **结果:** 重建大脑中央后沟在整脑中的三维可视化模型, 再现了中央后沟在活体脑中的形态及位置, 模型可以任意方位旋转。 **结论:** 中央后沟的三维可视化模型可以从不同角度观察中央后沟及其与周围重要结构的毗邻关系, 并可为放射治疗、立体定向外科和神经外科教学提供影像学辅助。

[关键词] 脑; 中央后沟; 磁共振成像; 图像处理, 计算机辅助; 成像, 三维

[中国图书资料分类法分类号] R 322.81 **[文献标识码]** A

Three dimensional visualization of cerebral postcentral sulcus

ZHANG Lei¹, WANG Zhen-huan¹, ZHANG Yan²

(1. Institute of Clinical Anatomy, 2. Department of Medical Imaging, Bengbu Medical College, Bengbu Anhui 233030, China)

[Abstract] **Objective:** To reconstruct three-dimensional model of cerebral postcentral sulcus for stereotactic surgery, interventional radiology and microsurgery. **Methods:** The thin traverse sections of MRI data of a normal adult head was imported to 3D-Doctor workstation on a personal computer, and the postcentral sulcus, the central sulcus, the lateral ventricle, the cerebral longitudinal fissure and the cerebrum were segmented and labeled with different colors. The three-dimensional model of them was constructed in 3D-Doctor workstation with the method of surface reconstruction. **Results:** The three-dimensional model of the postcentral sulcus in the whole brain enabled observation of the postcentral sulcus in three-dimensional virtual space and at random angles. **Conclusions:** The postcentral sulcus and its related adjoining structures can be observed from the three-dimensional model, which may provide assist for interventional radiology, stereotactic surgery and neurosurgery teaching.

[Key words] brain; postcentral sulcus; magnetic resonance imaging; image processing, computer-assisted; imaging, three-dimensional

中央后沟是大脑半球上外侧面顶叶内较为恒定的脑沟, 常分为上下两部分, 与中央沟大致平行, 其上端多达半球上缘, 下端约半数抵达外侧沟, 顶内沟通常起始于其中点或上端。中央后沟是第 I 躯体感觉区, 属于 Brodmann 3、1、2 区, 接受身体对侧的痛、温、触和本体感觉冲动。因此, 准确定位中央沟与中央后沟, 熟悉其空间位置与形态具有较为重要的临床应用价值。本室已对中央沟进行了三维可视化研究^[1], 本次实验将继续重建中央后沟的三维形态, 再现其在活体状态下的三维形态特征及其与周围结构的毗邻关系, 为立体定向、三维适形放疗、显微外科以及解剖学教学提供影像学模型。

1 材料与方法

1.1 主要仪器、设备 Signal 1.5T 磁共振及头颅正

交线圈。微型计算机采用联想(北京)公司生产的 M268E 型机。

1.2 主要软件系统 图形图像工作站采用 eFilm Workstation, 版本号 2.1.2.352, 美国 Merge eMed 公司生产; 3D-Doctor 软件, 版本 1.2.0.1 (Able Software Corp, Lexington, MA)。

1.3 数据来源 1 名成人无器质性病变的颅脑 3 mm 薄层连续横断 MRI 数据。扫描基线为连合间线(AC-PC), 扫描野 24.0 cm × 24.0 cm, 分辨率为 512 × 512, 自旋回波 T1 加权序列, 重复时间 400 ms, 回波时间 15 ms。扫描过程中保持头颅固定, 加戴耳塞。图像的大小、配准信息包含于 Dicom 3.0 格式的信息中, 无需人工干预。

1.4 方法 3D-Doctor 软件打开 Dicom 3.0 格式的头颅 MRI 数据, 扫描野的大小和位置固定, 头颅断层影像域相对于扫描野的位置固定, 故无需再进行人工图像配准。手工及半自动分割、提取中央后沟、中央沟、大脑纵裂、侧脑室、大脑的外表面、头颅的边界轮廓, 并采用不同的颜色分别标记(见图 1)。通过大脑原点(连合间径中点)作 3 条相互垂直的坐标轴, 左右横轴为 X 轴, 前后纵轴为 Y 轴, 上下竖轴为 Z 轴, 建立三维坐标系, 在此三维坐标系内对上述分割提取的结构进行三维重建。采用充分复杂

[收稿日期] 2009-06-05

[基金项目] 安徽省跨世纪学术和技术带头人后备人选科研资助项目(2002HBL26)

[作者单位] 蚌埠医学院 1. 临床应用解剖研究所, 2. 放射学教研室, 安徽 蚌埠 233030

[作者简介] 张磊(1981-), 男, 硕士, 住院医师。

[通讯作者] 王震寰, 研究生导师, 教授, 研究方向: 断层影像解剖学及临床应用解剖。

面绘制 (Full Complex Surface Rendering) 方法, 在 3D-Doctor 软件操作界面上, 选择 3D Rendering, 在二级菜单中选择 Surface Rendering, 三级菜单里选择 Full Complex Surface, 完成三维重建。对重建的模型以不同组合方式显示, 调节虚拟光源位置与方向, 赋值兴趣结构不同的颜色、饱和度、透明度和阴影等, 以多种方式实现重建模型的三维可视化显示。

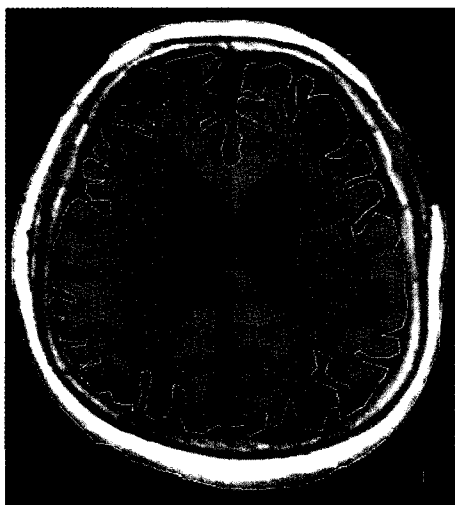


图 1 图像分割

2 结果

2.1 中央后沟三维可视化模型 成功重建大脑中央后沟在活体状态下的三维可视化模型 (见图 2), 再现了中央后沟在大脑中的空间位置, 模型可在三维空间中绕任意轴旋转, 并可对三维结构进行任意缩放及透明显示。

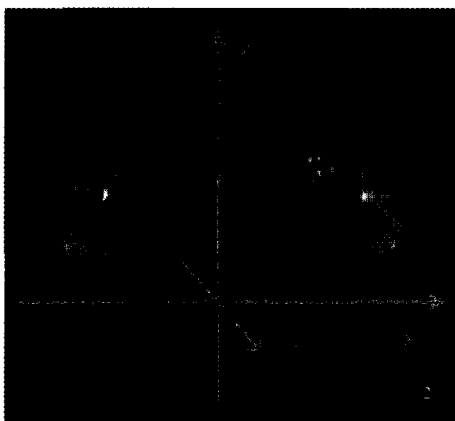


图 2 中央后沟三维重建

2.2 中央后沟、中央沟、大脑纵裂与侧脑室三维可视化模型 侧脑室呈弯曲弧形, 位于中央后沟下方, 可以从任意方向观察其形态和在脑内的三维空间位置关系。侧位上中央后沟上端起自脑外侧面偏后方, 斜向前下走行, 大致与中央沟平行, 在侧面观察中央后沟与侧脑室三角区的位置有部分重叠 (见图

3A, 3B)。

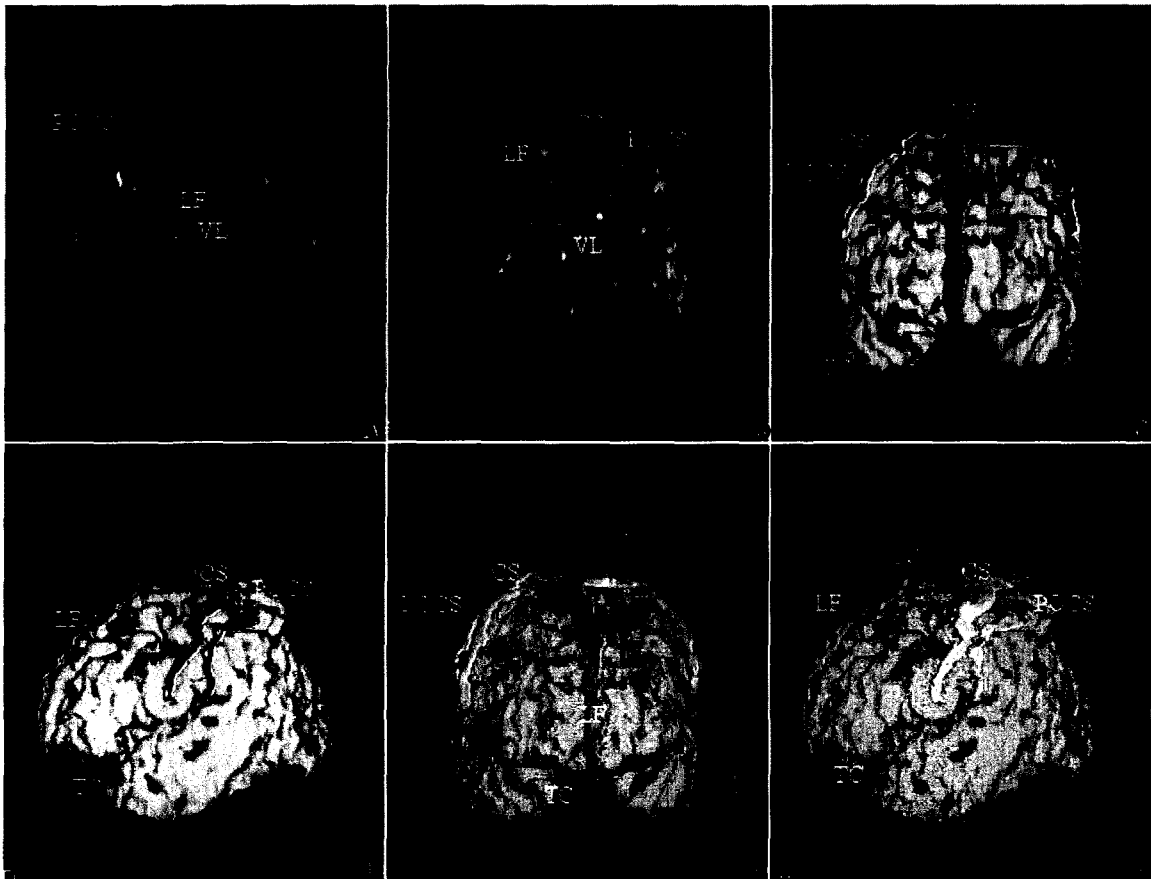
2.3 中央后沟、中央沟、大脑纵裂、大脑表面及颅骨表面的三维可视化模型 中央后沟与大脑半球的三维可视化模型显示了中央后沟在大脑内的三维空间位置。大脑中央后沟位于大脑半球后半部, 上端达半球上缘, 下端止于外侧沟上方, 呈后上向前下走行, 与中央沟大致平行。中央后沟位于中央沟与中央后沟之间。中央后沟后方的顶上小叶、缘上回及角回的三维空间形态均清楚显示 (见图 3C ~ 3F)。

3 讨论

尽管医疗诊断技术在不断进步和增多, 但是大多只能提供二维图像的信息, 结构本身的几何形状和空间相对位置不能很好地显示, 而临床医生在诊断和治疗过程中需要了解人体器官的三维空间信息。由于人体大脑结构的复杂性, 并受二维 CT、MRI 图像清晰度等因素的限制, 脑内结构的三维重建正成为人们研究的热点。美国率先提出了可视人计划, 并分别于 1994、1995 年完成了 1 名男子和 1 名女子的完整断层图像数据采集, 并用于重建, 随之韩国及我国等也相继完成了虚拟人的数据集^[2]。但是, 由于采用的是尸体标本, 不能够充分反映活体状态下的具体情况。随着 CT 和 MRI 技术的发展, 扫描层厚可以达到 1 mm 甚至更薄, 这样采用活体数据进行重建的模型就能够较为精确地演示各部分组织结构的立体形态、空间位置及其相互毗邻关系, 并且还能够进行三维的解剖学测量, 这对于脑内疾病的影像学诊断和神经外科手术尤其是立体定向手术的治疗具有重要的指导意义。

3.1 大脑中央后沟的三维重建方法 为了实现人体大脑及脑沟的可视化, 获得大脑可视化模型, 需要将兴趣区从图像中分离出来, 这就需要首先对图像进行分割。大脑的图像分割就是在图像上把大脑的脑室及脑沟等结构的边界勾画出来, 使其成为一个连通、闭合区域的过程, 这是大脑结构三维重建的关键和基础^[3]。由于人脑解剖结构复杂、形状不规则, 目前完全依靠计算机的图像识别来进行自动分割难以保证其准确性, 而完全依靠人工进行分割, 其工作量将非常大, 且重复性较差^[4]。本研究采用人工分割和交互式半自动分割法从断层图像上提取兴趣结构表面的轮廓线, 然后把物体表面投影到显示屏上, 再根据光照、明暗模型进行消隐和渲染后, 使人可从多角度看到具有真实感的物体各剖面或切口表面的解剖图像, 这是医学图像显示中应用最多的技术。

断面图像的三维重建可采用面绘制和体绘制重



A: 中央后沟、侧脑室及大脑纵裂组合显示, 前后位观; B: 中央后沟、中央沟、侧脑室、大脑纵裂及大脑组合显示, 侧位观; C、D: 中央后沟、中央沟、大脑纵裂及大脑组合显示, 前后位及侧位观; E、F: 颅脑外轮廓、侧脑室、中央后沟、中央沟、大脑纵裂组合显示, 前后位及侧位观

图 3 中央后沟、中央沟、侧脑室、大脑、正中裂及颅脑外轮廓的三维重建模式图

建两种技术。面绘制的优点是对计算机要求不高, 轮廓数据量小, 绘制速度快, 能节约大量计算时间, 从多角度看到具有真实感的物体各剖面或切口表面的解剖图像。但也有其缺点: 面绘制需要构造中间曲面进行表示, 这必然要通过阈值或数值方法提取中间曲面, 即分割过程。而分割过程常会造成三维数据场中许多细节信息的丢失, 从而降低结果的保真性。重建法则直接基于体元素绘制, 能显示物体丰富的内部细节, 保持了绘制图像和体图像数据之间的关系, 所以能够对绘制的图像进行基于体素值的测量, 体绘制重建的图像效果较好, 但该方法运算的数据量大, 可视化计算成本高^[5]。本研究是为了再现活体状态下的中央后沟的走行及与大脑内部结构的空间结构关系, 没有涉及中央后沟内部信息的研究, 因而选择面绘制重建方法。

由于尸体标本存在脑脊液流失和脑组织萎缩的现象, 其重建的脑沟可能较活体状态下会有位置的移动。本研究成功重建了活体状态下大脑中央后沟的三维可视化模型, 再现了中央后沟在大脑中的空间位置, 与大体标本的观察结果是一致的。而且本研究可以通过对大脑表面进行透明化处理, 清楚显

示侧脑室与中央后沟的空间关系, 这是在大体解剖的标本中所观察不到的。重建的三维可视化模型, 可在三维空间绕任意轴旋转, 可以通过不同的角度观察中央后沟的形态及其与邻近结构的空间位置关系。由于颅骨的致密性及脑沟的个体变异性比较大, 临床上对脑沟的立体定位存在一定的困难, 本研究对大脑轮廓进行三维重建和透明化处理, 可以清楚地显示中央后沟与颅骨及脑组织在活体状态下的空间位置关系。

3.2 大脑中央后沟三维可视化模型的临床应用

临床上广泛使用的影像和解剖图像大多是二维的, 虽然磁共振技术可以实现不同方位的断面扫描或重建切割, 但仍难以反映人体结构的形态以及结构之间的相互毗邻关系, 建立大脑中央后沟的三维可视化模型, 可以帮助临床医生实现三维空间结构与二维结构的相互转换, 能够更好地实现对二维断面上的结构辨认。本研究清楚地显示中央后沟在活体状态下的空间形态、是否存在分段现象及其与脑内其他结构的毗邻关系, 为神经导航结合脑沟入路治疗大脑后中央区病变^[6]提供参照, 如经中央后沟入路^[7]切除侧脑室三角区脉络膜瘤(下转第114页)

偿性功能不全和(或)衰竭。

本研究通过建立大鼠肾下腹主动脉阻断动物模型,检测再灌注不同时间点心肌 SERCA 的活性及其基因表达的变化,结果说明再灌注损伤与复灌的时间有关,提示随着再灌注时间的延长,大鼠心肌受损, SERCA 活性和 mRNA 表达降低。

Ca²⁺ 在维持心肌正常的舒缩功能中起重要作用。其中 SERCA 在 Ca²⁺ 周期性变化中起着关键性的作用。SERCA 是将 Ca²⁺ 转运并释放到细胞外的一种钙转运蛋白,当其功能发生障碍时,细胞 Ca²⁺ 转运能力下降引起 Ca²⁺ 平衡紊乱^[8]。实验^[9]证明,当心肌损伤时,由于能量代谢障碍导致心肌细胞内钙超载,心功能异常。Ca²⁺ 作为生物信息转导的胞内第二信使,当胞质的 Ca²⁺ 浓度升高时,可通过一系列的钙信号通路导致肌浆网功能受损, Ca²⁺ 调节能力下降^[10-11]。在成熟心肌细胞内 Ca²⁺ 调节中,肌浆网发挥着十分重要的作用。成熟心肌缺血-再灌注后,首先引起细胞内微环境变化,即细胞内酸中毒,这种变化抑制了 SERCA 活性,降低了肌浆网摄钙能力,心肌舒缩功能减退,久之细胞内发生钙超载,导致心肌细胞进一步损伤^[12]。

本研究结果显示,大鼠肾下腹主动脉阻断后再灌注可导致大鼠心肌损伤。SERCA 活性作为游离 Ca²⁺ 清除能力的指标,当 SERCA 功能改变时,其编码基因相应地转录表达;而 SERCA 活性又受其 mRNA 的调控,因此 SERCA mRNA 表达明显下降又将导致 SERCA 活性降低、钙超载,造成心肌损伤。随着血管外科理论及诊疗技术的发展,腹主动脉阻断术被广泛接受,但缺血再灌注引起的损伤将如何有效防治,是否可以在再灌注早期或是在 SERCA 活性未明显降低时给予干预,从而减轻缺血再灌注对心肌的损伤作用,值得进一步深入研究。

[参 考 文 献]

[1] 曲度,曲强,张弦,等.腹主动脉阻断术临床原理及其上中下

段安全时限探讨[J].海南医学,2009,20(1):1-13.

- [2] 仓静,马驹,薛张纲,等.腹主动脉阻断对冠心病病人血流动力学影响的临床观察[J].中国临床医学,2002,9(3):237-239.
- [3] Moneley D, Barry MC, Melaughlin R, et al. Preoperative treatment with recombinant human growth hormone prevents ischemia reperfusion-induced diaphragmatic dysfunction[J]. J Surg Res, 2001,97(1):81-84.
- [4] Atkinson J, Poitevin P, Chillon JM, et al. Vascular Ca overload produced by vitamin D3 plus nicotine diminishes arterial distensibility in rats[J]. Am J Physiol, 1994,266(2 Pt 2):H540-H547.
- [5] Okutan H, Savas C, Delibas N. The antioxidant effect of melatonin in lung injury after aortic occlusion-reperfusion[J]. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2004,3(3):519-522.
- [6] Shi E, Kazui T, Jiang X, et al. NS-7, a novel Na⁺/Ca²⁺ channel blocker, prevents neurologic injury after spinal cord ischemia in rabbits[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2005,129(2):364-371.
- [7] Kyriakides C, Austen WG Jr, Wang Y, et al. Neutrophil mediated remote organ injury after lower torso ischemia and reperfusion is selectin and complement dependent[J]. J Trauma, 2000,48(1):32-38.
- [8] Fukui K, Kaneda M, Takahashi E, et al. Protective effects of sulfhydryl compounds on HOCl-induced intracellular Ca²⁺ increase in single rat ventricular myocytes[J]. J Mol Cell Cardiol, 1994,26(4):455-461.
- [9] Temsah RM, Neticadan T, Chapman D, et al. Alterations in sarcoplasmic reticulum function and gene expression in ischemic-reperfused rat heart[J]. Am J Physiol, 1999,277(2 Pt 2):H584-H594.
- [10] 郑霞,孙坚,胡申江,等.缺血/再灌注心肌肌浆网肌钙调控蛋白 mRNA 表达的变化[J].中国应用生理学杂志,2006,22(2):142-146.
- [11] Zhou XY, Fan GC, Ren XP, et al. Over expression of histidine-rich Ca-binding protein protects against ischemia/reperfusion-induced cardiac injury[J]. Cardiovascular Research, 2007,75:487-497.
- [12] Matheme GP, Headriek JP, Ely SW, et al. Changes in work ratio to oxygen consumption ratio during hypoxia and ischemia in immature and mature rabbit hearts[J]. J Mol Cell Cardiol, 1992,24(12):1409-1421.

(上接第 111 页)及中央旁小叶的病变^[8],并且可以模拟手术以选择最佳的手术方案。同时三维重建对于肿瘤三维适形放疗也有很大的帮助,它可以重建出肿瘤区临床靶区危险器官的三维空间轮廓,并且可以任意方向旋转,帮助医生全视角观察靶区及相邻结构,设计最佳放疗计划,最大限度地杀伤肿瘤和保护正常组织^[9]。

[参 考 文 献]

- [1] 沈龙山,王震寰,张磊,等. Rolando 裂的三维重建与可视化[J].蚌埠医学院学报,2008,33(6):719-722.
- [2] 张绍祥,刘正津.数字化可视人体研究[J].第三军医大学学报,2003,25(7):561-562.
- [3] 李祥林.海马结构的磁共振图像分割方法[J].中国医学影像

技术,2002,18(2):189-190.

- [4] 段会龙,谭鸥,贾春光,等.利用图谱匹配分割标注 VHP 数据集[J].中国生物医学工程学报,2001,20(3):248-253.
- [5] 张季,王宜杰.医学图像三维重建方法的比较研究[J].医学信息,2006,19(6):948-950.
- [6] 王嵘,赵继宗,张懋植.神经导航辅助下结合脑沟入路手术治疗大脑中央区病变:附 40 例报告[J].北京医学,2005,27(5):260-262.
- [7] 张天一,廖达光,刘飞.顶叶入路显微手术切除左侧侧脑室三角区脑膜瘤[J].医学临床研究,2005,22(12):1673-1674.
- [8] Mikuni N, Hashimoto N. A minimally invasive transsulcal approach to the paracentral inner lesion[J]. Minim Invasive Neurosurg, 2006,49(5):291-295.
- [9] 王国民.肿瘤三维适形与束流强放射治疗学[M].上海:复旦大学出版社,2005:61-63.