论著

文章编号:1000-5404(2007)08-0688-03

数字化人体大脑坐标系的建立及三维测量

李七渝[1],张绍祥[1],谭立文[1],林支付[1],宁 旭[2],田兴梦[1],蒋建新[3],董 蕻[3] (第三军医大学:[1]基础医学部人体解剖学教研室,重庆市计算医学研究所,[2]基础医学部物理学教研室,重庆 400038,[3]大坪医院野战外科研究所第四研究室,创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室,重庆 400042)

提 要: 目的 构建临床常用的大脑三维空间坐标系,并对人体大脑各结构进行空间定位和三维测量。**方法** 采用低温冷冻铣切技术采集人体大脑的横断层图像,用课题组自行开发的软件,在分割、重建后的三维模型上,建立三维空间坐标系,进行人脑各结构在空间中的准确定位和三维测量。**结果** 建立了以前后连合间线的中点为原点的大脑三维空间坐标系,并对原始数据进行重新采样,生成了与新坐标系相匹配的人体大脑数据集,并测量了大脑主要结构的大小及空间坐标。**结论** 在计算机上寻找坐标原点,构建新的坐标系,为大脑坐标系构建提供了一种新的方法和研究手段。所获得的数字化可视人体大脑主要结构的体积等测量数据真实可靠,为构建大脑解剖模型积累了定量资料。

关键词: 数字化人体;测量;坐标系;大脑

中图法分类号: R319;R323.1 **文献标识码**: A

Establishment of coordinate system and measurement of digitized human cerebrum

LI Qi-yu[1], ZHANG Shao-xiang[1], TAN Li-wen[1], LIN Zhi-fu[1], NING Xu[2], TIAN Xing-meng[1], JIANG Jian-xin[3], DONG Hong[3] ([1]Department of Anatomy, [2]Department of Physics, College of Medicine, Chongqing 400038, [3]State Key Laboratory of Trauma, Burns and Combined Injury, Department 4, Institute of Surgery Research, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042, China)

Abstract: **Objective** To establish three-dimensional coordinate system of cerebrum and measure the main structure of cerebrum in 3D. **Methods** Visible human technique was used to collect transverse image of human cerebrum. On segmentation and three-dimensional model of cerebrum, the tridimensional coordinate system was established and the main structures of cerebrum were measured and localized by using the software exploited by our research group. **Results** The tridimensional coordinate system was established on the midpoint of intercomissural distance. The original data was resampled to aquire the human cerebrum dataset matched with the new coordinate system. The volume and space coordinate of cerebral cortex, white matter, basal nuclei, lateral venticle and hippocampus were measured. And the localization of the main structures of cerebrum in 3D space was obtained. **Conclusion** It is a new approach to look for zero in building the cerebral coordinate system and establish the new coordinate system on computer. The volume data of the main structure of cerebrum is real and exact, and contributes to the quantitative data accumulation of the cerebral anatomic model.

Key words: digitized human; measurement; coordinate system; cerebrum

现有的关于脑的解剖学知识和数据是将脑解剖、切开以后进行观察和测量得来的,缺乏脑内各结构在空间的准确定位及相互位置毗邻,而三维测量数据和立体图像,则恰恰是以计算机技术为支撑的现代临床诊断和治疗手段中最需要的[1,2]。连合间径是目前国内外普遍用来确定脑内结构立体定位及功能和立体定向神经外科手术中常用的基线,利用该线进行大脑结构的空间定位更有实用价值[3]。本研究运用可视化技术,在人体大脑的三维模型上,以临床常用的前后连合间线中点为原点,建立人体大脑的三维坐标系,对大脑内主要结构进行精确测量和定位分析,并建立脑深

基金项目:国家自然科学基金(60501024,30270698,30422202)
Supported by the National Natural Science Foundation of China (60501024, 30270698, 30422202)

作者简介:李七渝(1972-),女,重庆市人,博士,副教授,主要从事断层影像解剖及可视化人体方面的研究,发表论文10篇。电话:(023)68753708,E-mail: liqiyu_99@163.com

通讯作者:张绍祥,E-mail: zhangsx@mail.tmmu.com.cn

收稿日期:2006-05-17;**修回日期**:2006-06-07

部结构的定位图谱，指导临床手术，为临床立体定向手术提供准确、可靠的参考信息，为放疗方案的设计提供指导。

1　材料与方法

1.1　数据采集及图像分割

从所采集的数字化可视人体数据集中选取一男一女 2 套头部薄层连续横断层图像，男性 258 个断层（片间距为 0.5 mm），女性 422 个断层（片间距为 0.25 mm），数码分辨率为 3 072 × 2 048，每个断层图像文件大小为 36 MB（具体采集方法参见文献[4]），然后用 Photo Shop 软件在 2D 断层图像上逐层进行大脑结构半自动分割（具体分割方法参见文献[5]）。

1.2　体积测量

方法一：将大脑结构分割后的 PSD 图像转换为 BMP 格式，用 C 语言编写代码，对每张图片进行像素点逐行扫描，然后用公式计算出各结构的体积：某结构体积（mm^3）= 某结构在各断层上的像素点数之和 × 像素点实际面积 × 断层间距。

方法二：将大脑结构分割后的 PSD 图像转换为 BMP 格式，用 VB 编写体积测量软件，对分割后的结构进行体积测量。

将两结果进行比较、分析。

1.3　坐标系的建立

采用课题组自行开发的三维医学图像可视化系统（3DLancet）2.2-dev 版，将采集的横断层图片经重采样后，重构出脑的冠状面和矢状面，通过横、冠、矢 3 方位同时显示，寻找并在计算机上标出前连合后缘中点，后连合前缘中点及前、后连合间径的中点，记录下 3 点的坐标值，经坐标变换，构建出以前、后连合间径中点为原点的三维空间坐标系[6]，并以新坐标系为标准，对所采集的原始数据进行重采样重新生成新的横、冠、矢断层。

2　结果

2.1　以前、后连合间径的中点为原点的坐标系的建立

本实验中，原始的人体大脑数据集横断层图像是以眦耳线为基准采集的，原始图像的像素大小为 3 072 × 2 048，每个体元大小为 0.167 mm × 0.167 mm × 0.5 mm。把原始图像压缩为 550 × 560 大小，并转换为 PNG 格式，导入课题组自行开发的三维医学图像可视化系统（3DLancet），找到并记录下前连合后缘中点，后连合前缘中点及前、后连合间径的中点，3 点的坐标值，计算出坐标变换角度，将原始图像的 Z 轴旋转 3.5°，然后将 X 轴旋转 −9.867°，以连合间径中点为原点，建立新的坐标系。将原始数据进行重新采样，生成以新坐标系为标准的新的数据集。重采样后的数据集，每个体元的大小为 0.4 mm × 0.4 mm × 0.4 mm，原点的原始坐标值为：X：274.5，Y：279.5，Z：195.0。

2.2　大脑内主要结构三维测量

获得大脑内主要结构：灰质、白质、基底核团、脑室等的体（容）积，见表 1。CVH1 全大脑体积为 1 053.98 cm^3，CVH2 全大脑体积为 1 118.06 cm^3。

表 1　大脑内主要结构的体积测量

项目	CVH1			CVH2		
	总体（容）积（cm^3）	体（容）积（cm^3）		总体（容）积（cm^3）	体（容）积（cm^3）	
		左侧	右侧		左侧	右侧
大脑灰质	582.02	425.93	156.09	640.24	486.42	153.82
大脑白质	409.61	283.76	125.85	408.96	304.10	104.86
尾状核	10.27	8.62	1.65	12.16	9.07	3.09
屏状核	2.96	1.11	1.85	3.53	1.28	2.25
壳	9.98	3.42	6.56	13.25	7.72	5.53
苍白球	4.37	2.77	1.60	4.12	2.47	1.65
杏仁体	2.88	1.05	1.83	2.36	0.54	1.82
海马	8.53	4.09	4.44	7.51	2.98	4.53
侧脑室	9.52	3.05	6.47	7.54	6.06	1.48
第 3 脑室	2.35	1.30	1.05	1.11	0.45	0.66
透明隔腔	0.65	0.33	0.32	0.13	0.11	0.02
背侧丘脑	10.84	2.87	7.97	17.15	4.08	13.07

3　讨论

3.1　坐标系构建的方法及构建的意义

以往对大脑的断层影像研究，由于未采用统一的标准基线，各家的结果缺乏相互比较的基础。连合间线为前连合后缘中点至后连合前缘中点的连线（即 AC − PC 线），它较为恒定，且与许多脑部结构关系密切，是目前国内外普遍用来确定脑内结构立体定位和脑立体定向手术的基线，连合间径坐标系已成为国际上用 PET 及 fMRI 进行脑研究的标准坐标系[7]，故利用该线作为标准基线建立三维空间坐标系，进行大脑结构定量、定性研究更具有实用价值。

为了以前、后连合间径为标准线做脑的断层标本，以往研究[8]主要采用离体脑，沿正中矢状面切成相等的两半，在切开的面上以前连合和后连合为标志画出连合间径，标好原点，作出 X、Y、Z 轴（用导针蘸墨汁沿 X 轴刺入脑实质内；然后分别沿冠状面、水平面或矢状面做脑的断层切片）。此法采用离体脑，使断层标本中没有颅骨的信息，不能真实反映大脑在颅内的三维空间关系。而且在矢状面上标注坐标轴，影响了脑结构的显示。脑被切成两半后进行横、冠、矢断层切割，难以保证左、右大脑半球位置固定，且断层切割时难以精确控制切割面与 X、Y、Z 轴方向一致。因此采用传统方法以前、后连合间径为标准线做脑的断层标本的方法，在构建坐标系方面有一定的局限性。本实验利用可视化技术，在计算机上寻找坐标原点、完成坐标转换，构建新的坐标系，保证了大脑信息完整、精确，能反映大脑真实的位置及空间关系。为大脑坐标系构建提供了一种新的方法和研究手段。以与临床一致的新的坐标系为基础，所构建的数字化人体大脑模型，能更好地为临床 fMRI 及 PET 等影像诊断提供解剖对照，也为虚拟手术训练、术前手术计划的制订及演练更好地

临床参考。

3.2 关于测量的准确性及意义

大脑结构体积测量的准确性取决于层厚和所分割结构的精度。以往研究多用影像数据,扫描层厚在5~10 mm,且分割在灰度图像上进行,存在容积效应,且其精度有限。本实验用无锯耗铣切技术采集数据,层厚为0.5 mm和0.25 mm,数据完整、精确可靠,在真彩色图片上对大脑主要结构进行精细分割,在此基础上测量了大脑主要结构的体积,及各结构在大脑中所占比例。在测量方法上,分别采用两种方法通过计算各结构像素点个数,获得各结构体积。两种方法所得结果一致,保证了测量的准确性。所得结果更真实、更准确地反映了大脑灰、白质的量及大脑内主要结构的大小、比例。为大脑解剖模型构建积累量化资料。

尽管我们只对经过精细分割的2例大脑主要结构进行了测量,所测例数不多,但我们测量了大脑主要结构占全大脑的比例,能客观反映大脑内各主要结构的定量特征。从测量结果可以得出,大脑各主要结构性别差异不明显,大脑各结构在不同性别的人中在大脑所占比例相当,而大脑结构的左右不对称性却较明显。Jaeger[9]测量皮质的体积为540~580 cm^3,白质的体积为400~490 cm^3。我们测量的大脑灰质和白质体积与文献报道稍有出入,分析原因可能是因为我们采用真彩色图像,图像精度高,且铣切层厚薄而文献采用影像数据,有容积效应,图像分辨率不高,扫描厚度较厚所致。

参考文献:

[1] 张绍祥. 中国数字化可视人体研究进展[J]. 中国科学基金, 2003, 17(1): 4-7.

[2] 杨 进,邱全光,冯 飞,等. Web环境下人体数据集三维可视化初步研究[J]. 第三军医大学学报, 2006, 28(23): 2313-2315.

[3] 丁 娟, 刘树伟, 郑金勇, 等. 大脑Broca区在冠状面磁共振图像上的定位[J]. 中华放射学杂志, 2002, 36(1): 25-29.

[4] Zhang S X, Heng P A, Liu Z J, *et al*. Creation of the Chinese visible human data set[J]. Anat Rec B New Anat, 2003, 275(1): 190-195.

[5] 李七渝, 张绍祥, 王平安, 等. 数字化人体大脑结构分割及三维重建[J]. 中华神经外科杂志, 2005, 21(10): 620-624.

[6] 姚家庆, 戴蘅茹. 人脑立体定位应用解剖[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1992,1.

[7] 刘丰春. 大脑皮质机能区CT定位的研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 1998, 16(1): 1-4.

[8] Golaszewski S M, Siedentopf C M, Baldauf E, *et al*. Functional magnetic resonance imaging of the human sensorimotor cortex using a novel vibrotactile stimulator[J]. Neuroimage, 2002, 17(1): 421-430.

[9] Jaeger R. Inhaltsberechnungen der rinden und Marksubstanz des Grosshirns durch planimetrishce. Messungen[J]. Arch Psychiatr Nervenkrankh, 1914, 54: 261-272.

(编辑 汪勤俭)

个案与短篇

文章编号:1000-5404(2007)08-0690-01

OCT定性定量糖尿病黄斑水肿

张福燕、李志敏、李建阳、郑全华、刘 璐、刘 静 (贵阳医学院附属医院眼科,贵阳 550004)

糖尿病黄斑水肿(diabetic macular edema, DME)是糖尿病视网膜病变患者视力损害的主要原因,其准确诊断和及时治疗具有重要意义。光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)以非接入性和高分辨率等优点[1]近年来在DME方面应用广泛。现研究OCT多个扫描及分析程序联合应用,定性定量DME的作用。

1 对象与方法

2006年1-10月经本院内分泌科确诊的2型糖尿病患者22例50眼次(部分患眼为激光治疗前后),眼底为有临床意义的黄斑水肿。OCT扫描采用内固视:①线性扫描:长度7.0 mm,通过中心凹0°、45°、90°、135°4个方向,每条径线扫描3次,储存最清晰图像并用成比例分析程序定性分析:观察视网膜各层次形态、宽度、反射强弱等,确定有无水肿及特征;②黄斑厚度地形图扫描:每眼扫描3次,储存最清晰图像并用厚度/容积分析程序,得到黄斑地形图及黄斑九格分区法分区的各视网膜平均厚度和黄斑容积值作定量研究。统计学方法:采用SPSS 10.0统计软件进行相关和回归分析。

2 结果

2.1 OCT定性分析

DME有3种基本形态即视网膜海绵样肿胀、黄斑囊样水肿及浆液性神经上皮脱离。3种图像特征:第1种为弥漫不均匀的视网膜增厚,光反射减弱并可见不规则的低反射区;第2种为神经上皮层内大小不一的囊样光学暗腔;第3种为色素上皮光带前有一向前呈弧形隆起的无光学反射的暗区,其前界为神

(下转694页)

作者简介:张福燕(1966-),女,四川省成都市人,硕士,副教授,主要从事眼底病及青光眼方面的研究,发表论文40余篇。电话:(0851)6779361,E-mail:sinmoonga1996@163.com

收稿日期:2006-12-04;修回日期:2007-03-06