DOI:10.16016/j.1000-5404.2003.07.009
第25卷第7期 第三军医大学学报 Vol. 25, No. 7
2003年4月 ACTA ACADEMIAE MEDICINAE MILITARIS TERTIAE Apr. 2003

文章编号:1000-5404(2003)07-0579-04

论著

丘脑的薄层断面定位解剖和三维重建

崔高宇,张绍祥,刘正津,谭立文,邱明国,郭燕丽,李七渝,李 恺,杨晓萍,陈现红 [第三军医大学基础医学部解剖学教研室(计算医学实验室),重庆 400038]

提 要:目的 对丘脑的神经核团进行薄层断面定位解剖和计算机三维重建,为功能和立体定向神经外科在丘脑区域的手术提供解剖资料。方法 采用大体标本冰冻薄层断面切片技术,将人脑从冠状位、矢状位和轴位3个方位进行0.43 mm的薄层连续切片,以连合间径线的中点为原点建立空间坐标,对丘脑内部神经核团进行定位测量;在SGI工作站,对首例中国数字化可视人体数据集中丘脑的内部核团进行计算机三维重建。结果 丘脑内侧核分别出现在冠状位的Y0~Y-30层面,矢状位的X+6~X+24层面,轴位的Z0~Z+40层面;丘脑外侧核分别出现在冠状位的Y+10~Y-36层面,矢状位的X+14~X+38层面,轴位的Z0~Z+40层面;测得的丘脑内侧核靶心坐标(X,Y,Z)为5.12±1.13、-6.68±1.57、7.58±1.27,丘脑外侧核的靶心坐标为12.47±1.21、-5.43±1.19、10.64±1.78;丘脑内部神经核团的三维重建清晰显示出丘脑内部神经核团的立体形态、空间位置和毗邻关系。结论 丘脑的薄层断面定位解剖和三维重建,便于手术者掌握丘脑的空间形态,对于功能和立体定向神经外科在丘脑区域的手术具有重要的参考价值。

关键词:丘脑;立定向手术;三维重建;可视化人体
中图法分类号:R319;R322;R322.81 文献标识码:A

Stereotactic anatomy and computerized three-dimensional reconstruction of thalamus by serial thin cross-sections

CUI Gao-yu, ZHANG Shao-xiang, LIU Zheng-jin, TAN Li-wen, QIU Ming-guo, GUO Yan-li, LI Qi-yu, LI Kai, YANG Xi-ao-ping, CHEN Xian-hong (Department of Anatomy, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To provide anatomic data and computerized 3-D reconstruction of the thalamic nucleus for the functional and stereotactic neurosurgery in this area. Methods Brain serial thin cross-sections of 0.43 mm were made from coronal, sagital and horizontal directions by cryomicrotome. The thalamic nuclei were measured in the coordinate system that was established on the midpoint of intercomissural distance. An SGI Workstation was employed to reconstruct three-dimensional structures of the thalamic nucleus. Results The medial thalamic nucleus appeared on the coronal cross-section of Y0~Y-30, sagital cross-section X+6~X+24 and horizontal cross-section Z0~Z+40, respectively. The lateral thalamic nucleus appeared on the coronal cross-section of Y+10~Y-36, sagital cross-section X+14~X+38 and horizontal cross-section Z0~Z+40, respectively. The target coordinates (X, Y, Z) of the medial thalamic nucleus were 5.12±1.13, -6.68±1.57, 7.58±1.27, and the target coordinates of the medial thalamic nucleus were 12.47±1.21, -5.43±1.19, 10.64±1.78, respectively. The shapes, locations and adjacent relations of the thalamic nuclei were displayed clearly from computerized three-dimensional reconstruction Conclusion Stereotactic anatomy and computerized three-dimensional reconstruction by serial thin cross-sections can provide some guidance for the functional and stereotactic neurosurgery in the area of the thalamus.

Key words: thalamus; stereotactic surgery; three-dimensional reconstruction; visible human

丘脑是间脑中最大的神经核团,其周围有着重要结构,与脑内的其它结构之间存在着广泛的纤维联系,具有重要和复杂的功能。根据细胞构筑、纤维联系和功能界定,丘脑内部划分出不同的神经核团,许多核团之间并无天然的边界,因此在影像学高度发展的今天,即使高清晰度的断面影像学技术仍然无法成功地在脑断面的成像上对丘脑的内部核团进行分割。功能和立体定向神经外科中,通过对丘脑内部的一些神经核团进行毁损或电刺激,可以达到治疗疾病的目的,如帕金森病、癫痫、Tourette综合征、恶性疼痛等功能性疾病[1~4],准确的神经核团定位是手术成功与否的关键。目前,对于丘脑内部神经核团的计算机三维重建和薄

基金项目:国家杰出青年基金资助项目(39925022);全军"十五"医学科研基金重点课题(02Z007)
作者简介:崔高宇(1966-),男,山西省长治县人,博士研究生,副主任医师,副教授,主要从事立体定向和功能神经外科及其相关的解剖学方面的研究。电话:(023)68752225
通信作者:张绍祥,电话:(023)68752201
收稿日期:2003-01-06;修回日期:2003-03-04

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

层断面定位解剖的研究较少。本研究采用大体标本冰冻薄层断面切片技术[5]，将人脑从冠状位、矢状位和轴位3个方位进行0.43 mm的薄层连续切片，以连合间径线(Intercomissural distance, ICD)的中点为原点建立空间坐标，对丘脑内部神经核团进行定位测量；在SGI工作站上，对首例中国数字化可视人体数据集[6]中丘脑的内部核团进行了计算机三维重建，旨在显示丘脑内部神经核团的立体形态、空间位置和毗邻关系。

1 材料和方法

1.1 标本取材

取经福尔马林固定的成人头颅标本45例，平均分为冠状位、矢状位和轴位组，沿眉弓、外耳孔上方、枕外隆突环形切开皮肤皮下组织，锯开颅骨，切开硬脑膜，在小脑幕裂孔处离断脑干，完整取脑；仔细剥除脑标本表面的脑膜和血管，在两侧大脑半球之间严格依正中矢状线切开，测量前连合(Anterior commissure, AC)和后连合(Posterior commissure, PC)之间的距离。

1.2 标本切片

冰冻容器内埋设3根互相平行的定标线，其垂直截面的连线呈直角三角形，半侧脑标本和冷冻容器分别在－25 ℃冰箱内预冻2 h；取碎冰块铺设于冰冻容器底部，将预冻的脑标本取出放入冰冻容器内，并保持所要切割方向中ICD中点所在平面与定标线的垂直截面平行，加入少量预冻的冰水，置于－25 ℃冰箱内冷冻；待标本位置固定无误后，分次加入冰水，至冰冻容器满为止，于－25 ℃冰箱内冷冻保存48～72 h。在预定时间，切片机的载物台和刀具预冻10～15 min，冰冻组织块用夹具固定于载物台上，平整冰冻组织块表面的冰层，调整好起始点，进行连续切割，设定每层之间的厚度为0.43 mm。

1.3 图像采集

将Nikon880数码相机固定在摄影支架上，自然光下进行拍照，每切割一层采集一幅图像，图像输入计算机中储存，每张图像的大小约为800～1 000 kB。

1.4 图像对位和定位测量

应用Adobe Photoshop 7.0软件打开ICD中点所在平面的图像，并以该图像作为背景层，将丘脑的核团所在图像以图层方式添加在背景层上，在图层的混合属性中应用透明工具将图层透明度调整到50%～60%，操作层和背景层上的定位标记点均可显现，应用移动工具即可将上下两层的定位标记点精确对位。连续切面中每隔一层抽取一层进行测量，每一幅图像均对位完毕后，新建一个图层，画出以ICD中点为原点的坐标线，应用软件的测量工具在每一幅图像上测量丘脑内侧核和外侧核截面中点的坐标值。所得数据均用SPSS11.0统计软件处理，计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示。

1.5 三维重建

首例中国数字化可视人体为中年男性人体标本，在－25 ℃低温实验室中用TK-6350型数控铣床(铣切精度为0.001 mm，数控系统为日本生产，铣刀为法国生产)逐层铣切，Canon高清晰度数码相机摄影，完成人体模型数据获取，得到人体结构数据集。从中抽取含有丘脑神经核团的连续断面，层厚为0.5 mm，应用Adobe Photoshop 7.0软件进行对位，过程同1.4。在SGI图像工作站上，利用本研究组自主开发的三维重建软件包进行三维重建和立体显示[6]。

2 结果

2.1 丘脑内侧核不同切面上中心点三维坐标的测量

图像显示丘脑内侧核分别出现在冠状位的Y0～Y－30层面，矢状位的X＋6～X＋24层面，轴位的Z0～Z＋40层面；丘脑内侧核在冠状位的中心层面为Y－15；矢状位中心层面为X＋15，轴位中心层面为Z＋20。对丘脑内侧核不同切面上中心点三维坐标的测量结果左右两侧对比、统计学分析显示，丘脑内侧核水平位Z＋12切面中心点的X值左右两侧比较 $P=0.035$，丘脑内侧核水平位Z＋22切面中心点的Y值左右两侧比较 $P=0.032$，有显著差异；其余切面中心点的坐标左右两侧比较无显著性差异。结果见表1。

表1 三种方位切面上丘脑内侧核中央截面中心点的坐标值(l/mm, $\bar{x}\pm s$)

Tab 1 Central point coordinates on central serial cross-sections by three directions of medial thalamic nucleus(l/mm, $\bar{x}\pm s$)

Group	Section	Coordinate		
		X	Y	Z
Coronal	Y－15	5.03±1.16		7.76±1.38
Sagital	X＋15		－7.41±1.28	7.40±1.15
Horizontal	Z＋20	5.58±0.96	－6.21±0.94	
Average		5.12±1.13	－6.68±1.57	7.58±1.27

2.2 丘脑外侧核不同切面上中心点三维坐标的测量

丘脑外侧核分别出现在冠状位的Y＋10～Y－36层面，矢状位的X＋14～X＋38层面，轴位的Z0～Z＋40层面；丘脑外侧核在冠状位的中心层面为Y－13，矢状位中心层面为X＋26；轴位中心层面为Z＋20。对丘脑外侧核不同切面上中心点三维坐标的测量结果左右两侧对比、统计学分析显示，丘脑外侧核水平位Z＋22切面中心点的Y值左右两侧比较 $P=0.045$，有显著差异；其余切面中心点的坐标左右两侧比较无显著性差异。结果见表2。

表2 三种方位切面上丘脑外侧核中央截面中心点的坐标值(l/mm, $\bar{x}\pm s$)

Tab 2 Central point coordinates on central serial cross-sections by three directions of medial thalamic nucleus(l/mm, $\bar{x}\pm s$)

Group	Section	Coordinate		
		X	Y	Z
Coronal	Y－13	12.38±1.33		9.73±1.05
Sagital	X＋26		－5.42±1.42	12.46±1.54
Horizontal	Z＋20	12.49±1.00	－5.45±0.92	
Average		12.47±1.21	－5.43±1.19	10.64±1.78

2.3 丘脑内部核团的三维重建

从首例中国数字化可视人体数据集中选取包含丘脑的连

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

续断面照片, 见图 1, 2, 在 SGI 工作站上立体重建了丘脑的内部核团, 见图 3, 4。重建结构均能单独显示、任意搭配显示或总体显示。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, 并且, 所有结构在任意方向上的径线和角度, 均可适时测量。重建的三维图像比较清楚地显示了丘脑的内部核团形态, 并能方便地与断面形态相互参照, 相互弥补, 以取得准确的信息。

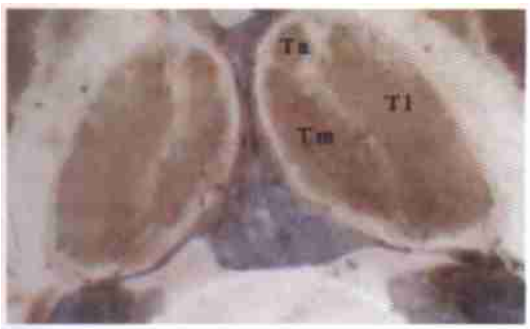


图 1　显示丘脑上部的断面结构

Fig 1　This is a thin section across the superior part of thalamus to display the anterior thalamic nucleus (Ta), medial thalamic nucleus (Tm), and lateral thalamic nucleus (Tl)

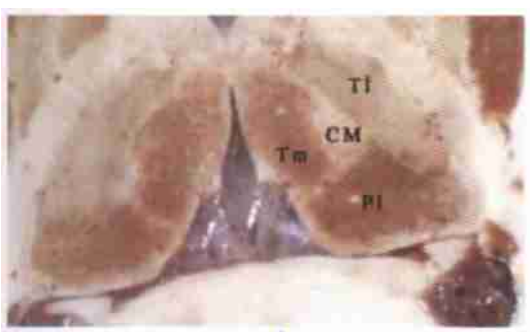


图 2　显示丘脑中部的断面结构

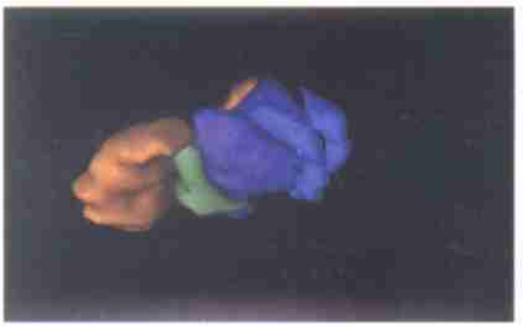
Fig 2　This is a thin section across the middle part of thalamus to display the medial thalamic nucleus (Tm), lateral thalamic nucleus (Tl), pulvinar (Pl), and centromedian thalamic nucleus (CM)



The anterior thalamic nucleus is blue, the lateral nucleus light blue, the medial nucleus purple, and the pulvinar brown

图 3　丘脑前面观

Fig 3　Anterior view of the thalamus



The anterior thalamic nucleus is blue, the medial nucleus purple, the centromedian nucleus green, and the pulvinar brown

图 4　去除丘脑外侧核后, 从侧面观察丘脑的内部结构

Fig 4　Lateral view of the thalamus after the lateral thalamic nucleus removed

3　讨论

对于功能和立体定向神经外科, 丘脑内部的神经核团是治疗功能性神经疾病的重要靶结构。在帕金森病的手术治疗中, 通过毁损丘脑外侧核群中的腹后外侧核(Ventral lateral posterior nucleus, VLP) 可以达到最大限度缓解帕金森病主要症状之一的静止性震颤。Atkinson 等[1] 报道, 25 例静止性震颤为主要临床表现的帕金森病患者, 进行了丘脑毁损术, 术后根据症状改善效果进行分组, 并应用核磁共振检查技术对手术靶点的空间定位、毁损范围等进行对比研究, 统计结果显示, 临床症状的改善与毁损靶点的位置相关, 而与毁损靶点范围的大小不相关, 静止性震颤的最佳缓解与 VLP 的准确毁损明显相关。目前也有研究应用脑深部慢性电刺激(Deep brain stimulation, DBS)的方法, 通过刺激 VLP, 以控制静止性震颤, 也取得了良好的效果, 不过 DBS 对帕金森病的治疗多用于丘脑底核和苍白球。有研究显示, 丘脑前区在癫痫发作持续性和强度方面起着重要的作用, Hodaie 等[2] 对 5 例难治性癫痫患者进行了双侧的丘脑前部 DBS, 随访结果显示, 通过 DBS 患者癫痫的发作频率可以减少 54%, 其中 2 例减少了 75%, 并且在电刺激开/关状态下无明显差别。Vandewalle 等[3] 报道 1 例 42 岁的 Tourette 综合征患者, 进行了双侧丘脑腹内侧部的 DBS, 术中观察到, 左侧丘脑腹内侧部实验性电刺激可以明显减少肢体和面部抽搐的频率, 右侧丘脑腹内侧部电刺激时, 患者自感情绪明显好转; 术后随访, 患者的抽搐次数从 38 次/min 下降到 8 次/min, 电刺激启动 5 min 后, 抽搐可以完全缓解, 并且患者的性格表现出更加温和和有同情心。

目前, 虽然影像学技术不断提高, 对于多数神经核团仍然不能清晰辨识, 因此功能神经外科的立体定向

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

手术中,还需要通过对神经核团已知的三维坐标进行转换,以确定手术靶点。对已有的神经核团定位解剖学研究中,切面的层厚一般在 2~5 mm,本组资料中,对神经核团断切的层面厚度为 0.43 mm,定位测量的层面厚度为 0.86 mm。本试验对丘脑内侧核和丘脑外侧核在冠状位、矢状位和轴位三种方位进行了薄层连续冰冻切片,并对不同方位切片中核团截面的中点进行了测量,所测得的丘脑内侧核靶心坐标为(5.12±1.13,-6.68±1.57,7.58±1.27),丘脑外侧核的靶心坐标为(12.47±1.21,-5.43±1.19,10.64±1.78),结果与传统方法一致。本组资料中丘脑内侧核水平位 Z+12 切面中心点的 X 值、丘脑内侧核水平位 Z+22 切面中心点的 Y 值、丘脑外侧核水平位 Z+22 切面中心点的 Y 值左右两侧比较,有统计学差异,其余切面中心点的坐标左右两侧比较无显著性差异,也佐证了左右两侧神经核团的靶心坐标基本一致。

随着首套中国数字化可视人体数据集的建立,我国的人体可视化研究已经进入了新的阶段[6,7]。本试验采用我国首例数字化可视人体数据集,对丘脑及其内部的神经核团进行了计算机三维重建,可以根据手术者的要求,从不同的显示角度对丘脑进行观察,便于手术者掌握丘脑的空间形态,增加手术的安全性,防止副损伤,对于功能和立体定向神经外科在丘脑区域的手术具有重要的参考价值。可视人体数据集均建立在人体的轴位切面基础之上,目前尚无从其它方位进行断切的资料,但如果有足够强大的软件支持,轴位切面也足以满足目前的需要。本实验发现,丘脑内侧核和丘脑外侧核轴位断面的定位测量中,其靶心的 X、Y 坐标与传统方法下所得结果一致,Z 坐标的结果相近,如果层面达到足够薄,理论上也可以逼近实际的 Z 坐标值。由此,随着多例的数字化可视人体数据集建立,即可实现基于数字化人体数据集的标准神经核团的可视模型,结合精确的影像技术,功能和立体定向手术将会有质的提高。

参考文献:

[1] Atkinson J D, Collins D L, Bertrand G, *et al*. Optimal location of thalamotomy lesions for tumor associated with Parkinson disease: a probabilistic analysis based on postoperative magnetic resonance imaging and an integrated digital atlas[J]. J Neurosurg, 2002, 96(5): 854-866.

[2] Hodaie M, Wennberg R A, Dostrovsky J O, *et al*. Chronic anterior thalamus stimulation for intractable epilepsy[J]. Epilepsia, 2002, 43(6): 603-608.

[3] Vandewalle V, Linden C, Groenewegen H J, *et al*. Stereotactic treatment of Gilles de la Tourette syndrome by high frequency stimulation of thalamus [J]. Lancet, 1999, 353(9154): 724.

[4] Krauss J K, Pohle T, Weigel R, *et al*. Deep brain stimulation of the centre median-parafascicular complex in patients with movement disorders[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2002, 72(4): 546-548

[5] 高全胜,谭立文,应大君. 大体标本冰冻薄层断面切片机的研究[J]. 第三军医大学学报,2001,23(11):1340-1341.

[6] 张绍祥,刘正津,谭立文,等. 首例中国数字化可视人体完成[J]. 第三军医大学学报,2002,24(10):1231-1232

[6] 张绍祥,刘正津,谭立文,等. 首例中国女性数字化可视人体数据集完成[J]. 第三军医大学学报,2003,25(4):371

(编辑 汪勤俭)

个案与短篇

文章编号:1000-5404(2003)07-0582-01

考马斯亮蓝染色评价哺乳动物精子顶体反应发生的效果

Effects of acrosome reaction on mammalian sperm by coomassie blue G-250 staining

叶华虎,苟本富,刘卢生,倪 勇,伍明山,魏 泓 (第三军医大学实验动物中心,重庆 400038)

精子获能是正常受精的前提,形态学表现为顶体反应(Acrosome reaction,AR)。目前,对 AR 评价尚缺乏简单、有效的方法,有报道考马斯亮蓝可用于小鼠精子顶体反应发生的检查[1],但尚未见其他哺乳动物的研究报道。本实验以小鼠、猪、牛、羊精子为材料,通过与台盼蓝-姬母萨检查方法的比较,评价考马斯亮蓝在哺乳动物精子顶体检查上的准确性和可靠性。

1 材料和方法

1.1 精液来源

猪、羊为健康公猪、羊鲜精液;小鼠为附睾尾及输精管精液;牛冻精购于重庆市种公牛站。

1.2 精子获能处理

小鼠精子在 T6 液中(含 5 mmol/L 咖啡因、10 μg/ml 肝素)孵育 4 h 获能。猪、牛、羊精子以钙离子载体 A23187 处理后 4 h 获

(下转 587 页)

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30070120)

作者简介:叶华虎(1970-),男,四川省绵阳市人,博士研究生,助理研究员,主要从事转基因动物实验方面的研究,发表论文 6 篇。电话:(023)68752759

通信作者:魏 泓,E-mail:Weihong@mail.tmmu.com.cn

收稿日期:2002-06-06;修回日期:2002-07-15

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