论著

文章编号:1000-5404(2010)24-2608-04

黑质和红核的断层解剖学研究与三维模型构建

于鹏辉[1],李振强[2],谭立文[2],吴 毅[2],李 颖[2],张绍祥[2] (418000 湖南 怀化,怀化医学高等专科学校基础医学部解剖学教研室[1];400038 重庆,第三军医大学基础医学部解剖学教研室,重庆市数字医学研究所[2])

【摘要】 **目的** 利用首例中国女性数字化可视人体数据集,对黑质、红核及其主要毗邻核团进行断层解剖学研究及三维重建。**方法** 选取含有黑质、红核的断层图像,利用 Adobe Photoshop CS3 对黑质、红核以及毗邻核团和结构进行断层解剖学观察,并分割出相关结构,获得各结构的轮廓线,再应用 Amira 软件对各结构进行三维重建和虚拟现实显示。**结果** 黑质、红核的头端位于中脑-间脑结合部,与间脑的核团、脚底纤维、视束等结构关系密切,黑质贯穿观察区域的全长,其尾端直至脑桥基底部上缘附近才消失,红核高度约为黑质的2/3,其尾端进入下丘区域后逐渐消失。应用 Amira 软件重建的三维模型比较清楚地显示了黑质、红核及其毗邻结构在中脑以及中脑-间脑结合部的形态和空间位置关系,可以任意角度旋转、切割、组合和整体显示有关结构。**结论** 明确了黑质与红核的形态、位置和毗邻,并获得有关内容的计算机三维模型。

【关键词】 黑质;红核;中脑;中脑-间脑结合部;三维重建;可视人

【中图法分类号】 R319;R322.81 【文献标志码】 A

Cross-sectional anatomy and 3-D reconstruction of substantia nigra and red nucleus based on Chinese Digital Visible Female

Yu Penghui[1], Li Zhenqiang[2], Tan Liwen[2], Wu Yi[2], Li Ying[2], Zhang Shaoxiang[2] ([1]Department of Anatomy, College of Preclinical Medicine, Huaihua Medical School, Huaihua, Hunan Province, 418000; [2]Department of Anatomy, Chongqing Institute of Computing Medicine, College of Basic Medical Sciences, Third Military Medical University, Chongqing, 400038, China)

【**Abstract**】 **Objective** To investigate the stereoscopic shapes, locations and relationships of substantia nigra, red nucleus, and the main related nuclei based on the cross-section images from the dataset of the first Chinese Digital Visible Female, and to reconstruct the 3-D model of the structures. **Methods** Extracted cross-sectional images of the substantia nigra, red nucleus and the main related nuclei were collected and investigated. Every construction was outlined respectively by using Adobe Photoshop. The 3-D reconstructions and visualizations of these constructions were realized by Amira software. **Results** The cranial end of substantia nigra and red nucleus were located at the continuum of the midbrain and diencephalon, closely related with the nuclei, the crus fibers, the optic tract, *etc.*, in the diencephalon. The substantia nigra run through the whole investigated area, and the caudal end disappeared nearby the superior border of the basilar part of pons. The height of red nucleus was about two thirds of the height of substantia nigra, and the caudal end disappeared gradually after entering the inferior colliculus. The 3-D model reconstructed by Amira software demonstrated clearly the shapes and spatial relationships of substantia nigra, red nucleus, main related nuclei in midbrain and the continuum of midbrain and diencephalon. The reconstructed model was rotated, cut, and recombined at any angle, and the relevant structures were displayed as a whole. **Conclusion** The shapes and locations of substantia nigra, red nucleus and their relationships with other nuclei are demonstrated clearly. A 3-D model is also reconstructed, which providing more ocular and convenient reference for anatomic study and clinic application.

【**Key words**】 substantia nigra; red nucleus; midbrain; continuum of midbrain and diencephalon; 3-D reconstruction; Visible human

Supported by the National Science Foundation of China (60771025, 60871099). Corresponding author: Zhang Shaoxiang, Tel: 86-23-68752005, E-mail: zhangcvh@yahoo.com.cn

【基金项目】 国家自然科学基金资助面上项目(60771025,60871099)

【通信作者】 张绍祥,电话:(023)68752005,E-mail:zhangcvh@yahoo.com.cn

黑质与红核是中脑内两对体积庞大的锥体外系核团,在锥体外系活动中具有重要作用[1-2]。临床上,苍白球黑质红核变性(Hallervorden-Spatz 病)可诱发帕金森病、手足徐动症、共济失调、癫痫等一系列疾病[3-4]。对黑质、红核的形态和功能进行更为深入、详细的研究,可以为这些疾病的诊断治疗提供更有价值的参考。目前,黑质、红核等脑干核团的描述主要基于横断面上的描述,三维空间内的立体形状、位置和毗邻很少涉及,对解剖学习和临床应用造成一定的困难。中脑-间脑结合部损伤的临床研究的日益深入[5],需要该部位更为详尽的形态学资料。本研究利用首例中国女性数字化可视人体数据集[6-9],对黑质、红核等中脑的核团以及中脑-间脑结合部的毗邻核团进行了断层解剖学分析,并利用计算机三维重建技术重建了有关核团的三维模型,旨在为这些核团的解剖学习和临床应用提供更为直观、便捷的参考。

1 材料与方法

1.1 图像分割

从首例中国女性数字化可视人体数据集中选取中脑、中脑-间脑结合部的连续断层,从黑质出现到黑质消失,共计 57 张图像,该部位的断层铣切层厚为 0.25 mm。通过 Adobe Photoshop CS3 软件放大,在肉眼观察下对横断面图像逐层分割,勾画出黑质、红核、动眼神经核、滑车神经核、中脑水管及中脑水管周围灰质(periaqueductal gray substance,PAG)、上丘核、下丘核、底丘脑核、丘脑枕、内侧膝状体核、外侧膝状体核、乳头体、视束、第 3 脑室等中脑、中脑-间脑结合部主要核团和相关结构的轮廓线,以及涉及区域外形的轮廓线,对相应结构填充不同的颜色,逐个建立图层,为三维重建输入数据奠定基础。

1.2 面绘制三维重建

为了减小图像容量,重建前先把原始的 PSD 格式图像转换为 PNG 图像,分割的图像去掉背景层,并将彩色图像转换为灰度模式。然后将 PNG 格式的灰度图像导入 Amira 软件,通过 Image Read Parameters 菜单,对每张图片的像素值和厚度(0.167、0.167、0.25 mm)进行设置,再通过“Labelling-Label-Field”命令进行图像分割,利用阈值分割的方法提取分割数据中的不同解剖结构,利用“SurfaceGen”命令进行面绘制重建,生成各解剖结构的表面模型。

1.3 重采样断层与三维模型混合显示

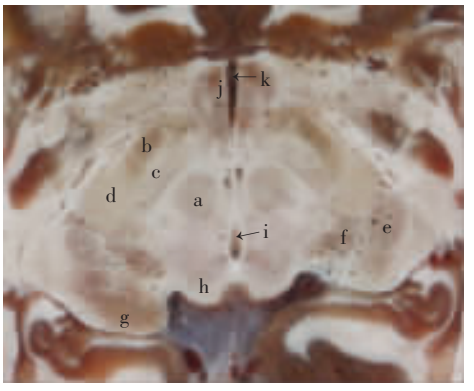
在面绘制结果的基础上,将相同序列的原始彩色图片 57 层导入到 Amira 软件中,建立中脑、中脑-间脑结合部的三维数据体,利用 Orthoslice 命令对三维体数据进行数字化虚拟剖切,生成横、冠、矢 3 个正交方位的切面,调整虚拟切片的位置对虚拟正交切面其进行动态可视化观察。

2 结果

2.1 横断面图像观察

2.1.1 黑质与红核的位置和形态 在后连合-松果体层面,开始出现黑质的头端,呈腹内侧向背外侧走向的条状,其外侧紧靠视束,背外侧为脚底纤维。随着层面下移至上丘区域,黑质逐渐增宽,呈现腹内侧圆钝,背外侧尖薄的“眉毛状”形状。至下丘平面后,黑质的背侧逐渐消失而呈横位状,至脑桥基底部上缘附近全部消失。红核出现的平面较黑质低 1 mm 左右,近似球形,从第 3 脑室底开始至整个上丘区域内的层面上均十分清晰,至下丘层面开始后逐渐消失,其总高度大致相当黑质的 2/3 左右。

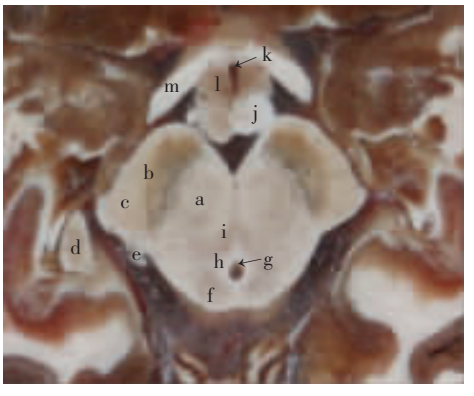
2.1.2 黑质与红核在中脑-间脑结合部的毗邻 在中脑水管的上端,可以清晰地看到黑质的外侧紧邻视束,腹内侧为第 3 脑室底前端以及围绕第 3 脑室周围的下丘脑核团;黑质的背侧是依次是脚底纤维、外侧膝状体核、内侧膝状体核、丘脑枕;黑质背内侧依次为底丘脑核、红核。红核的背侧依次是 PAG 和上丘核(图 1)。



a:红核;b:黑质;c:底丘脑核;d:脚底纤维;e:外侧膝状体核;f:内侧膝状体核;g:丘脑枕;h:上丘核;i:中脑水管;j:漏斗;k:第 3 脑室

图 1 首例中国女性数字化可视人体数据集第 1377 层断面图像,经中脑-间脑结合部横断面

2.1.3 黑质与红核在上丘区域的毗邻 在上丘区域内,脚底纤维逐渐向腹侧移动,分隔黑质与视束,黑质的内侧是与之紧密相贴的红核。在红核的背侧,PAG 的前部,于中线上逐渐可见两侧呈“八”字形的动眼神经核,顶盖部可见明显的上丘核(图 2)。



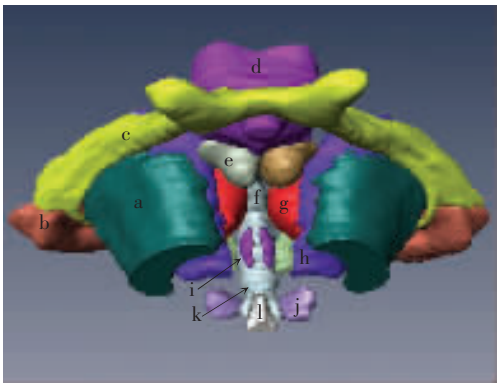
a:红核;b:黑质;c:脚底纤维;d:外侧膝状体;e:内侧膝状体;f:上丘核;g:中脑水管;h:PAG;i:动眼神经核;j:乳头体;k:第三脑室;l:漏斗;m:视束

图 2 首例中国女性数字化可视人体数据集第 1395 层断面图像,经上丘横切面

2.1.4 黑质在下丘区域的毗邻 进入下丘区域层面后，黑质依然十分清晰，其腹外侧被脚底纤维包裹，内侧是逐渐消失的红核尾端，黑质与红核之间可见斜行的动眼神经纤维穿行于两者之间。PAG前部中线上可见滑车神经核。

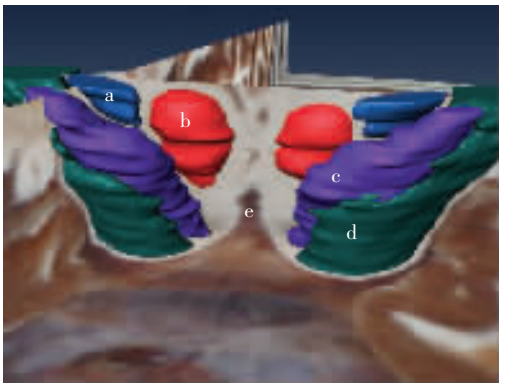
2.2 中脑、中脑-间脑结合部主要结构的三维重建

在HP图像工作站上，利用Amira软件，导入黑质、红核及其毗邻的可清晰分辨的核团及相关结构的彩色图像信息，获得从中脑到中脑-间脑结合部区域的三维模型。在模型上能清晰地显示黑质、红核的形态、空间位置、与周围结构的毗邻关系。结合软件提供的显示与隐藏、缩放、旋转、透明的功能操作，可以多种形式、任意方位观察重建的三维模型，配合立体眼镜，还可观察到立体的三维模型，从而充分了解其形态结构和空间毗邻关系。将三维模型与虚拟断层图像进行叠加显示，则更能突出重建结构与断层之间的空间关系和位置变化(图3、4)。



a:脚底纤维;b:外侧膝状体;c:视束;d:漏斗;e:乳头体;f:PAG;g:红核;h:黑质;i:动眼神经核;j:下丘核;k:滑车神经核;l:中脑水管

图3 通过AMIRA软件构建出中脑、中脑-间脑结合部的三维可视化模型前下面观



a:底丘脑核;b:红核;c:黑质;d:脚底纤维;e:脚间窝

图4 黑质、红核等结构的面绘制+体绘制重建三维可视化模型前面观

3 讨论

3.1 黑质与红核断层解剖学特点与应用

黑质、红核的头端位于后连合-松果体平面，中脑水管与第3脑室底后端相连接处附近。黑质向下贯穿整个中脑，腹侧圆钝宽大，背侧逐渐变薄，横断面位置自上而下由“八”字形向横位移行。红核位于黑质背内侧，近似球形，全长约为黑质的2/3，进入下丘区域后逐渐消失。在黑质、红核的头端，两者之间夹有底丘脑核尾端。由于苍白球黑质红核变性(Hallervorden-Spatz病)中三者均可能出现病理改变，影像学上的观察应以中脑-间脑结合部三者同时出现为中心观察区域，再渐次向头端和尾端观察。黑质、红核在中脑-间脑结合部与视束、内侧和外侧膝状体关系密切，这些结构可以作为观察和定位黑质和红核的标志。临床治疗中，以PAG可作为其靶点的立体定向毁损术治疗疼痛，以PAG、乳头体等结构进行的立体定向脑内多靶点联合毁损治疗精神分裂症，向黑质移植胚胎中脑组织细胞，毁损或脑深部电刺激底丘脑核治疗帕金森病等[10-14]，均与中脑-间脑结合部黑质、红核以及周围毗邻的结构有关。临床研究发现，中脑以及中脑-间脑结合部在重型颅脑损伤中的损伤概率远高于延髓和脑桥，其治疗和预后的规律与该区域的结构受损情况的关系尚待进一步研究。因此，能提供准确明晰的中脑和中脑-间脑结合部的形态结构的解剖学资料，具有十分重要的应用价值。

3.2 黑质、红核以及毗邻结构三维模型的特点与应用

人脑核团的三维重建，是目前国内外学者正在积极完善的人体可视化的重要组成部分[15-18]，对相关内容的解剖学习以及在影像学、神经外科学、神经内科学等临床诊治中具有较大的参考价值。本研究以黑质、红核为中心，构建出两者在中脑和中脑-间脑结合部区域与毗邻结构，与该区域外形等的三维空间模型。根据文献查阅，尚少见有该模型建成的报道。在计算机上，模型的结构可进行单独显示、任意搭配显示、整体显示，分层次透明显示等多种显示方式，并能进行任意旋转和切割，对全面而准确的了解有关结构的形态和空间位置具有较好的指导意义。该模型的建成，为该区域的解剖学学习和临床应用提供了一个很好的参考比照工具。但由于断层标本制作特点和肉眼观察的限制，无法观察到比较细微的结构和难以区分的纤维束等，构建的模型的全面性与人体实际仍有很大差距，有待通过其他观察方法进一步完善模型。

参考文献：

[1] Susan S. 格式解剖学[M]. 徐群渊，译. 第39版. 北京：北京大学医学出版社，2009：398-448.

[2] 李振平，刘树伟. 临床中枢神经解剖学[M]. 第2版. 北京：科学出版社，2009：61-147.

[3] 严新翔，胡鸣一，张玉虎，等. Hallervorden-Spatz病的临床和MRI的特点：附2例分析[J]. 中国医学影像学杂志，2005，13(3)：167-169.

[4] 阴东亮，杨梅，张庆华. 苍白球黑质红核色素变性2例[J]. 中国误诊学杂志，2002，2(7)：1115.

[5] 戴宜武，徐如祥，赵春平，等. 中脑、中脑-间脑结合部损伤与植物

生存[J]. 中华创伤杂志, 2001, 17(6):373-374.
[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.
[7] 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采集与可视化研究[J]. 第三军医大学学报, 2003, 25(5):394-396.
[8] 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.
[9] 张绍祥. 数字化人体与数字医学的研究概况及发展趋势[J]. 第三军医大学学报, 2009, 31(1):1-2.
[10] 魏祥品, 汪业汉. 疼痛的立体定向毁损术[J]. 功能性和立体定向神经外科杂志, 1996, 9(4):51-54.
[11] 姚雪峰, 赵洪洋. 立体定向脑内多靶点联合毁损治疗精神分裂症[J]. 中国临床神经外科杂志, 2009, 14(11):641-644.
[12] 阴金波, 张可成. 胎脑黑质移植治疗帕金森病的研究进展[J]. 医学综述, 2001, 7(11):679-681.
[13] 高新疆, 胡小吾, 梁晋川, 等. 脑深部刺激手术和硬件相关并发症的防治[J]. 立体定向和功能性神经外科杂志, 2010, 23(3):137-139, 142.
[14] 刘伟杰. 立体定向核团毁损术在帕金森病中的应用与展望[J]. 中国实验诊断学, 2009, 13(7):992-994.
[15] 李七渝, 张绍祥, 林支付, 等. 中国数字化可视人脑基底核团的三维立体解剖与可视化[J]. 解剖学杂志, 2008, 31(6):845-847.
[16] 崔高宇, 张绍祥, 刘正津, 等. 基底神经节的可视化研究[J]. 第三军医大学学报, 2003, 25(7):575-578.
[17] Al-Kofahi K A, Lasek S, Szarowski D H, *et al*. Rapid automated three-dimensional tracing of neurons from confocal image stacks[J]. IEEE Trans Inf Technol Biomed, 2002, 6(2):171-187.
[18] 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.

(收稿:2010-07-13 修回:2010-10-30)
(编辑 龙 亮)

文章编号:1000-5404(2010)24-2611-01

个案与短篇

IVF-ET 术后梅干腹综合征早期产前诊断 1 例

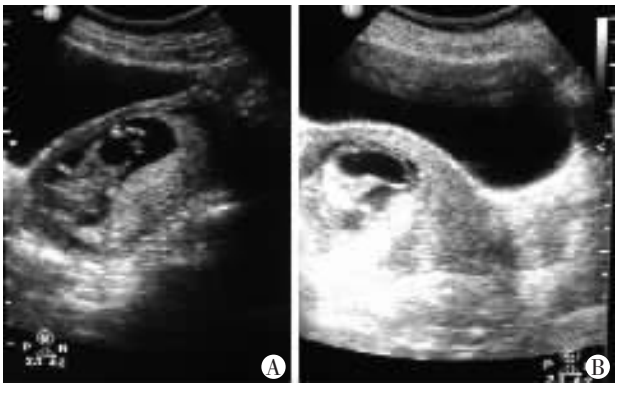
刘西茹, 丘 彦, 桂文武, 王炼炼, 陈 莹 (400016 重庆, 重庆医科大学附属第一医院辅助生殖中心)

【关键词】 IVF-ET;梅干腹综合征;产前诊断
【中图法分类号】 R714.53 【文献标志码】 B

梅干腹综合征(prune belly syndrome, PBS)是一种罕见的先天性发育异常, 其典型三联征为:腹壁肌肉缺如或发育不良、泌尿道畸形(如巨膀胱、上尿路极度扩张或肾发育不全等)、双侧隐睾。本病罕见, 在活产新生儿中发病率约 1/50 000, 95% 发生在男性, 且多为散发, 容易漏诊[1]。我们现报告 1 例体外授精-胚胎移植(*in vitro* fertilization and embryo transfer, IVF-ET)术后 PBS 的早期产前诊断。

1 临床资料

患者, 女性, 26 岁, 于 2005 年 12 月因右侧输卵管异位妊娠术后不孕 2 年, 在我中心行 IVF-ET 助孕治疗, 术前常规检查均正常, 采用长方案超促排卵, 获卵 21 个, 受精 18 个, ET 2 个, 未孕, 冷冻胚胎 8 个。2006 年 2 月冻融胚胎移植 1 次, ET 3 个, 未孕。2007 年 8 月再次行自然周期冻融胚胎移植, ET 3 个, 14 d 后查尿妊娠试验(+), 常规黄体酮和 HCG 保胎治疗, 孕 42~48 d 曾有少许阴道流血。孕 50 d B 超示:宫内早孕(单胎)。孕 89 d 当地医院彩超检查见:腹围明显增大, 形态失常, 腹壁向前方突出, 腹腔内见大小约 29 mm×15 mm 无回声区, 内透声清晰, 肝、胃、双肾显示不清。诊断提示:宫内单活胎, 腹腔内囊性回声。孕 96 d(13^{+5}周)我院复查彩超示:胎先露:臀, 双顶径 22 mm, 枕额径 26 mm, 股骨长 8 mm, 脊柱位置:后, 最深羊水深度 20 mm, 胎心、胎动有, 胎盘位置:后壁, 0 级, 腹径无法测量, 腹腔内见 40 mm×25 mm 无回声区, 边界可见, 形态欠规则。诊断意见:宫内单活胎(14 周孕), 头位, 胎盘成熟度 0 级, 胎儿盆腹腔内囊性占位(图 1)。遂于当地县医院行引产术, 产后见:男婴, 脐带长 7.5 cm, 四肢完整, 后颅骨缺损, 颅腔内少许脑组织, 呈囊状, 腹壁肌肉发育不良, 腹腔肠管充气扩张明显, 部分肠管坏死, 盆腔内见巨大膀胱, 壁厚。死胎尸检结果:(1)胎儿颅骨发育畸形;(2)梅干腹综合征。引产后半年该患者再次助孕治疗, 已成功产下 1 对健康的双胞胎女婴。



A:纵切面;B:横切面

图 1 IVF-ET 术后梅干腹综合征孕 13^{+5} 周胎儿在盆腹腔内的超声观察

2 讨论

PBS 是由 Frohlieh 1839 年首先报道的, 1901 年 Osler 根据患儿腹壁松弛, 有许多皱褶, 形似梅干, 将其命名为梅干腹综合

(下转 2622 页)

【通信作者】 刘西茹, 电话:(023)89012541, E-mail:xixi0201@gmail.com