DOI:10.16016/j.1000-5404.2003.07.015
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)07-0595-04

论著

脑干、三叉神经及大脑动脉环的可视化研究

李 恺[1],张绍祥[1],刘正津[1],谭立文[1],邱明国[1],李七渝[1],崔高宇[1],郭燕丽[1],杨晓萍[1],陈现红[1],王欲甦[2],邓俊辉[2],唐泽圣[2]
[1]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;[2]清华大学计算机科学与技术系,北京 100084]

提 要:目的 建立人体脑干、三叉神经及大脑动脉环的可视化数字模型。方法 采用首例中国数字化可视人体数据集,在SGI工作站上对脑干及其周围毗邻结构进行计算机三维重建并立体显示。结果 获得人体脑干、三叉神经及大脑动脉环等器官组织的三维重建结构,可对其进行任意径线和角度的适时三维测量。结论 首例中国数字化可视人体数据集能够提供完整而精确的解剖断面数据,脑干及其毗邻的三叉神经、大脑动脉环的可视化模型准确反映出该区域复杂的解剖学结构特点及其相邻器官间的空间毗邻关系,可为该区域的疾病的影像诊断和外科治疗提供形态学依据。

关键词:脑干;三叉神经;大脑动脉环;三维重建;可视化人体
中图法分类号:R319; R322.8 文献标识码:A

Visualization of brain stem, trigeminal nerve and cerebral arterial circle

LI Kai, ZHANG Shao-xiang, LIU Zheng-jin, TAN Li-wen, QIU Ming-guo, LI Qi-yu, CUI Gao-yu, GUO Yan-li, YANG Xiao-ping, CHEN Xian-hong, WANG Yu-su, DENG Jun-hui, TANG Ze-sheng (Department of Anatomy, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To establish the digitized visible model of the brain stem, trigeminal nerve and cerebral arterial circle of the first Chinese visible human. Methods Cross-sectional images of fresh tissues from the first Chinese visible human dataset were reviewed and the structures of brain stem, trigeminal nerve and cerebral arterial circle were confirmed on a section-by-section basis. Three-dimensional computerized reconstructions of brain stem and its adjacent structures were generated from these data using an SGI Workstation and imaging software. Results The three-dimensional reconstructed images could display perfectly the anatomic relationships of the brain stem, trigeminal nerve and cerebral arterial circle. All reconstructed structures could be displayed individually or jointly. Any diameter and angle of the structures reconstructed could be measured conveniently. Conclusion The first Chinese visible human dataset can provide complete and accurate data. The digitized model of the brain stem, trigeminal nerve and cerebral arterial circle offers unique insights into the complex anatomy, providing morphologic data for imaging diagnosis and operation of the brain stem and its adjacent structures.

Key words: brain stem; trigeminal nerve; cerebral arterial circle; visible human; computerized 3-D reconstruction

脑干由延髓、脑桥、中脑三部分组成,其腹侧面居于枕骨斜坡上,调节人体呼吸、心血管、消化等重要生理功能的神经中枢多位于脑干内部,这些中枢如受到损伤则会严重危及生命。脑干的毗邻结构如颅神经、脑血管和腔隙样结构位置深在,结构复杂。三叉神经由脑桥基底部与脑桥臂交界处出脑干,与大脑动脉环及其所属的脑动脉支、脑组织及颅底结构毗邻关系紧密,脑干部位的肿瘤、某些脑血管的异位或病变及颅骨的畸形容易引起临床上典型的三叉神经痛及脑动脉瘤,因此三叉神经和大脑动脉环的形态及走行结构特征在脑干毗邻诸结构中有着独特的重要性。本研究基于首例中国数字化可视人体数据集[1],对上述结构进行计算机三维重建,建立脑干、三叉神经及大脑动脉环的可视化模型,为该区病变的影像诊断及外科手术的设计和手术方式的选择提供形态学依据。

1 材料和方法

选取首例中国数字化可视人体数据集,自视交叉上缘到枕骨大孔下缘的脑干及其邻近区域的连续断面,第162层到312层,共计150张图像,该部位的断面铣切层厚为0.5 mm,断面图像摄影分辨率为6 291 456(3 072×2 048)像素,每个断面图像文件大小为36 MB。用Adobe Photoshop 7.0图像处理软件裁切以脑干为中心的脑干及其毗邻结构范围,裁切图像的有效分辨率

基金项目:国家杰出青年基金资助项目(39925022);国家自然科学基金资助项目(30270698)
作者简介:李 恺(1974-),男,重庆市人,硕士研究生,助教,主要从事断层影像解剖及计算机三维重建方面的研究。电话:(023)68753708
通信作者:张绍祥,电话:(023)68752201
收稿日期:2002-12-15;修回日期:2003-02-19

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

为500× 600 pixel, 并进行连续断面观察和测量。CT 和 MRI 扫描检查均未发现有颅底部器质性病变, MRI 扫描仪器为西门子公司生产的 1.0T 超导型磁共振成像仪, 选用 SE-T1 加权象做层厚 2.0 mm 无间距连续横断扫描, TR 1 500 ms, TE 15 ms[1]。

首先对照观察铣切层面与相应层面的 MRI、CT 的断层图像, 再通过网络将数字图像传输至 SGI 工作站, 并将连续断面图像配准对位, 利用本课题组自主开发的三维重建软件包 Medview 1.0, 在各个层面上对颅底部结构进行半自动识别、标记并勾画各重建结构的轮廓线, 分别对颅底部的骨性结构、脑干、三叉神经、大脑动脉环、垂体等相关结构进行三维重建和立体显示。三维重建程序用标准 C 语言编写, 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[2]。

2 结果

颅底部各断面结构图像清晰, 脑干与毗邻组织界限明显, 内部核团轮廓可见, 三叉神经的眼神经、上颌神经和下颌神经的断端层面连续, 大脑动脉环各属支结构清楚, 纤维结缔组织、骨性组织等结构可形成明显对比[1]。

2.1 断层层面图像

第 176 层经垂体柄横断面, 于鞍上池内, 可见呈“V”字形的左、右视束形成视交叉, 其后方为垂体柄, 左侧可见颈内动脉床突上段末端, 此端横径 3.9 mm, 距垂体柄 11.1 mm, 左颈内动脉于第 172 层向外发出大脑中动脉, 右侧的颈内动脉发出大脑中动脉, 呈长条形, 沿外侧沟走行, 横径 3.4 mm, 距垂体柄 8.1 mm。左、右颈内动脉末端相距 18.2 mm, 见图 1。

第 190 层经垂体横断面, 垂体位居脑桥前方的蝶鞍内呈前、后叶分布, 垂体横径 13.9 mm, 矢径 8.7 mm。左、右颈内动脉紧贴垂体前上部穿于海绵窦内上行, 此段颈内动脉横径分别为 3.9 mm、4.1 mm, 左、右颈内动脉末端距离 12.5 mm。颈内动脉前外侧为三叉神经的眼神经支, 断面呈椭圆形, 斜向外上, 行于海绵窦外侧壁向前穿经眶上裂入眶, 左、右眼神经距离 27.1 mm, 与同侧颈内动脉距离约 4.0 mm, 见图 2。

第 209 层为经三叉神经节横断面, 脑桥前外侧面对称性发出粗大的三叉神经根, 见图 3, 4, 5A, 经脑桥小脑角池上份行向前外侧方, 进入 Meckel 腔[3], 左、右 Meckel 腔横纵径分别为 4.0 mm× 10.9 mm, 5.2 mm× 10.2 mm, 腔内的三叉神经节凸向前外方, 于该层面分出其第二支上颌神经, 水平向前行于海绵窦侧壁, 由圆孔出颅进入翼腭窝[4], 上颌神经直径 1.4 mm。颈内动脉紧贴三叉神经节内表面走行于蝶骨体两侧的颈动脉沟内, 沿蝶骨体的颈动脉沟向前行至前床突, 颈内动脉横径 3.4 mm, 颈动脉沟横径 4.5 mm, 颈内动脉距离三叉神经 0.7 mm, 左、右颈内动脉末端距离 19.3 mm。基底动脉走行于脑桥前表面的基底动脉沟内, 脑桥基底动脉横径 3.7 mm, 见图 3。

对照 MRI 图像, 脑干位于正中, 呈不均质低强度信号。基底动脉位于脑干基底动脉沟内, 管壁呈圆圈样灰色信号, 管内为低信号。粗大的三叉神经于脑桥两侧发出, 为较低灰色信号, 颈内动脉对称行于蝶骨体两侧颈动脉沟内, 动脉壁灰色信号较高, 管内低信号。脑干周围的大脑皮质呈高亮度信号, 髓质信号较低, 见图 4。



图 1 首例中国数字化可视人体数据集第 176 层冰冻断面图像, 经垂体柄横断面

Fig 1 Section 190 of the first Chinese visible human dataset at the hypophysis stalk A: Arteria cerebri media; B: Tractus opticus; C: Hypophysis stalk; D: Arteria carotis interna; E: Substantia nigra; F: Interpeduncular cistern; G: Red nucleus

图 2 首例中国数字化可视人体数据集第 190 层冰冻断面图像, 经垂体横断面

Fig 2 Section 190 of the first Chinese visible human dataset at the hypophysis A: Lobus temporalis; B: Nerve ophthalmicus; C: Arteria carotis interna; D: Hypophysis; E: Dorsum sellae; F: Arteria cerebri posterior

图 3 首例中国数字化可视人体数据集第 209 层冰冻断面图像, 经三叉神经节横断面

Fig 3 Section 209 of the first Chinese visible human dataset at the trigeminal ganglion A: Lobus temporalis; B: Nerve maxillaris; C: Sinus sphenoidalis; D: Arteria carotis interna; E: Arteria cerebellum; F: Trigeminal ganglion; G: Nerve trigeminus

图 4 首例中国数字化可视人体数据集 MRI 断面图像, 经三叉神经节横断面

Fig 4 MRI section of the first Chinese visible human dataset at the trigeminal ganglion A: Nerve trigeminus; B: Arteria carotis interna; C: Arteria basilaris; D: Brain stem; E: Meckel's cave; F: The fourth ventricle; G: Prepontile cistern

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

2.2　三维重建图像

在SGI 工作站上成功建立脑干及其周围毗邻结构三维可视化模型, 重建了颅底部的骨性组织、脑干、大脑动脉环、三叉神经、脑垂体等相关结构, 见图 5A、B, 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。外侧面看, 可清晰显示三叉神经穿出脑桥部位和位于颞骨岩部的三叉神经节形状, 以及由此发出的眼神经、上颌神经和下颌神经行向各自的孔道出颅, 见图 5A、B、C。眼神经起自三叉神经节前内侧端, 直径 4.4 mm, 呈条带状, 自三叉神经节至眶上裂下缘长 15.5 mm, 行于绵窦外侧壁, 经眶上裂入眶。上颌神经自三叉神经节发出后, 呈扁平丛状带, 水平行向前内侧, 进入海绵窦外侧壁, 沿其下部前至圆孔时, 呈致密圆柱形, 直径 4.8 mm, 自三叉神经节至圆孔颅内开口长 10.3 mm。穿圆孔出颅, 进入翼腭窝。下颌神经为三叉神经分支中最粗大的一支, 自三叉神经节下行, 经卵圆孔出颅, 经卵圆孔时直径 5.4 mm, 颅内长度约为 12.9 mm。

位于脑干两侧的颈内动脉与位于腹侧的椎—基底动脉吻合构成大脑动脉环, 位于脑底下方, 蝶鞍上方, 环绕视交叉、灰结节及乳头体周围。颈内动脉经颞骨岩部的颈动脉管进入颅内, 在颈内动脉海绵窦部紧贴海绵窦的内侧壁向前上, 至前、后床突之间, 则紧贴三叉神经节内侧壁行于三叉神经的眼神经内侧[5], 平均距离 0.8 mm(0.4～1.5 mm), 至前床突的内侧又向上弯转, 并穿出海绵窦而分出大脑前动脉、大脑中动脉和后交通动脉。颈内动脉蛛网膜下腔段直径 3.1 mm, 长 13.4 mm。左、右椎动脉(平均直径 3.2 mm)经枕骨大孔入颅后, 逐渐靠拢并在脑桥与延髓交界平面合成基底动脉, 直径 3.9 mm, 沿脑桥腹侧的基底沟上行, 基底动脉至脑桥上缘分为左、右大脑后动脉参与大脑动脉环的构成, 见图 5A、D, 基底动脉长 25.4 mm, 平均直径 3.1 mm。



A, B: Superior views of the brain stem and its adjacent structures; C: Lateral view of the brain stem and its adjacent structures; D: Anterior view of the brain stem and its adjacent structures; The cranium is brown, the brain stem orange, the nerve trigeminus yellow, the arteria red, and the hypophysis blue

图 5　脑干、三叉神经及大脑动脉环三维可视化模型

Fig 5　The 3-D reconstruction of the brain stem and its adjacent structures

3　讨论

可视化研究运用计算机图形学和图像学处理技术, 将科学计算过程中产生的数据及计算结果转换为图形或图像在屏幕上显示出来[6]。计算机断层扫描及核磁共振图像已广泛用于对疾病的诊断, 但是, 这些医疗仪器只能提供人体内部的二维图像去估计病灶的大小和形状, "构思"病灶与其周围组织的三维几何关系, 给治疗带来了困难。可视化技术可以由一系列二维图像重构出三维形体, 并在计算机上显示出来。本实验通过对首例中国数字化可视人体的脑干、三叉神经及大脑动脉环进行可视化研究, 用三维图形方法显示数据集中各结构的空间构形并能对研究部分进行缩放予以仔细分析, 并可交互地在三维空间改变观察结构的位置, 从而观察到数据集的各个部分的形态结构特征。运用对画面的透明度和画面迭加性的调控, 可以清楚显示颅骨间复杂的孔隙结构及颅骨内的血管、神经的分布和走行。

三叉神经支配同侧面部的感觉和咀嚼运动, 受损后可出现面部感觉和咀嚼运动的障碍。三叉神经痛是临床上在面部三叉神经分布区内短暂的、反复发作的阵发性剧痛, 多数临床资料表明, 三叉神经痛的主要病因是三叉神经毗邻的血管或三叉神经桥池段周围的占位性病变在三叉神经根上所形成的压迹或引起神经根扭曲、变形而压迫三叉神经根而引起[7]。而血管性压迫占有较大的比例, 如颈内动脉海绵窦部紧靠三叉神经眼神经向前上走行段, 颈内动脉紧贴三叉神经节内侧壁向前上走行, 而三叉神经节在此段随颈内动脉上升的过程逐渐膨大并发出眼神经支, 该段在结构特点在第 201～212 层连续横断面显示, 左颈内动脉距离左三叉神经节为(0.70±0.11)mm, (0.57～0.85 mm), 右颈内动脉距离右三叉神经节为(0.81±0.15)mm, (0.66～0.97 mm), 可见在该段颅底蝶鞍区两侧, 颈内动脉距离三叉神经节小于 1.0 mm, 三叉神经节容易受到颈内动脉及其变异支的压迫而出现三叉神经痛, 且左侧更容易受挤压; 还有基底动脉沿脑桥腹侧的基底沟上行至末段发出的小脑上动脉, 在三叉神经上方向外侧走行, 紧贴三叉神经根绕大脑脚向后走行, 至小脑上部, 该段结构特点在第 198～210 层连续横断面显示清楚, 小脑上动脉管径(0.71±0.15)mm, 其异常支易从

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

上向下压迫三叉神经根导致三叉神经痛。因此，根据三叉神经痛形成的血管源性压迫的解剖学特征，早期影像诊断应针对性的加强该层面动脉及其变异分支的检查，以提高影像诊断率。

大脑动脉环是颈内动脉和椎动脉入颅段的吻合通道，是两侧颈内动脉和椎动脉供应脑部血液重新分配以达到平衡的的结构基础，其前部为来自颈内动脉的一对大脑前动脉和将它们连接起来的一支前交通动脉和大脑中动脉；后部为基底动脉分成的两条大脑后动脉，每一侧大脑后动脉都借一支后交通动脉连于同侧的颈内动脉。参与构成动脉环的9条血管口径变换很大，有时甚至出现一支组成血管缺如的现象。90％的人虽然有一个完整的“环状管道”，但多数人出现某条血管较狭窄，以至于它仅仅起到一个侧副支的作用，血流动力学的平衡通常取决于交通动脉的口径，变异特别易于出现在大脑后动脉与后交通动脉的吻合处，本课题通过对大脑动脉环及其属支连续断面观察与三维重建，不仅可对大脑动脉环空间结构进行观测，了解其三维构型和相互毗邻，还可对其脑动脉不同部位口径的测量和统计，以得到一套正常人体大脑动脉环及其属支动脉口径的数据集，使形态学的研究从定性研究向量化发展，为脑血管疾病的影像诊断及外科手术等提供重要的解剖学资料。

参考文献：

[1] 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.
[2] 张绍祥，刘正津，何光篪，等．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.
[3] Williams P L 著．杨 琳 高茂英 主译．格氏解剖学[M]．沈阳：辽宁教育出版社，1999．1011－1078.
[4] 刘树伟，张绍祥，郭光金，等．断层解剖学[M]．北京：人民卫生出版社，1998．11－66.
[5] Lang J 著．苏为群，滕良珠 主译．颅底与相关结构临床解剖图谱[M]．济南：山东科学技术出版社，2002．76－95.
[6] 陈文伟，邓 苏，张维明．数据开采与知识发现综述[J]．计算机世界，1997，(24)：6－30.
[7] 祁国明．神经外科学进展[M]．长春：长春出版社，2000．137－147.

（编辑 汪勤俭）

个案与短篇

文章编号：1000-5404(2003)07-0598-01

5-单硝酸山梨醇酯治疗夜间心绞痛疗效观察

Clinical efficacy of isosorbidc-5-mononitrate for the treatment of nocturnal angina

冯 平，李 萍，曾 海 （重庆市北碚区中医院心内科，重庆 400700）

我们以5-单硝酸山梨醇酯（Isosorbide-5-mononitrade，IS-5-MN）缓释片治疗夜间心绞痛发作为主的患者，报告如下。

1 资料及方法

1.1 病例选择

卧位型心绞痛，夜间，特别是后半夜、凌晨发作为主，诊断符合冠心病诊治指南[1]，共计64例。随机分为治疗组与对照组，治疗组32例，男20例，女12例。平均年龄66.4岁(40～78岁)，心绞痛病史(3.2±0.6)年；对照组32例，男21例，女11例，平均年龄(65.5±0.7)岁(42～80岁)。64例中，陈旧性心肌梗死7例，心脏扩大9例，伴有高血压18例，平均病程8.2年，2型糖尿病8例，平均病程9.4年，高脂血症21例，平均病程7.8年，II级心功56例，III级心功6例。两组年龄及伴随疾病分布不明显差异。

1.2 治疗方法

采用随机对照单盲法。治疗组以IS-5-MN缓释片60 mg(再佳片，南京臣功制药厂生产)，21：00口服。对照组以消心痛片10 mg口服，21：00及3：00各1次。降压、抗心衰、降脂药物根据需要按统一指定选用，两组病人若无反指征，均予以倍他乐克6.25 mg，Bid。疗程2周。

1.3 观察方法

疗效评定采用1979年上海中西医结合法治疗冠心病、心绞痛、心律失常研究座谈会上所修订的《冠心病心绞痛疗效标准》，《心电图疗效评定标准》进行评定。

1.4 统计学处理

采用 t 检验及 χ^2 检验。

2 结果

2.1 临床疗效

治疗组显效24例(75％)，有效6例(18.8％)，无效2例(6.3％)，总有效率93.8％；对照组显效18例(56.3％)，有效5例(15.6％)，无效9例(28.1％)，总有效率71.9％。两组总有效率差异显著。

2.2 心绞痛发作情况

治疗心绞痛频率(次/晚)、心绞痛持续时间(min/次)，硝酸甘油用量(mg/晚)。各组数据治疗前与治疗后差异均非常显著

（下转601页）

作者简介：冯 平(1955－)，男，四川省达州市人，副主任医师，主要从事冠心病的临床诊治方面的研究，发表论文8篇。电话：(023)68868187

收稿日期：2002-12-09；修回日期：2003-01-12

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