

Current situation, progress and prospect of Chinese brain atlas 中国人脑图谱的现状、进展及展望

李坤成^{1,2*}, 梁佩鹏³

(1. 首都医科大学宣武医院放射科, 北京 100053; 2. 磁共振成像脑信息学北京市重点实验室, 北京 100053;
3. 首都师范大学心理学院, 北京 100048)

[Keywords] Chinese brain template; magnetic resonance imaging

[关键词] 中国人脑图谱; 磁共振成像

DOI: 10.13929/j.1003-3289.201812130

[中图分类号] R547.2; R445.2 [文献标识码] B [文章编号] 1003-3289(2019)01-0002-02

目前,意识的起源、智力的物质基础仍是人类的未解之谜;同时,严重危害人类健康的神经、精神疾病日渐增多,大脑结构和功能的正常状态及大脑发育、发展和退化规律仍不清楚。因此,深入研究正常人和病理状态下的脑内信息加工过程,对于研究脑、认识脑、保护脑和开发脑均有重要意义,已成为当今国际前沿热点研究领域。脑成像技术是研究上述问题的重要途径,而从整体、系统水平构建活体、多模态、数字化的正常人“标准脑图谱”是解决这些问题的核心之一。人类脑图谱的构建和应用属于脑与认知科学的基础设施建设。借助脑图谱这一标准参考空间,研究者可以比较或综合不同模态、不同大脑状态(健康或疾病)、世界各地不同实验室的脑成像结果^[1]。

最早应用于研究的脑图谱是由 Talairach 和 Tournoux 于 1988 年共同完成的 Talairach 脑图谱,该图谱的数据来自 1 具 56 岁法国妇女尸体,应用布罗德曼分区作为脑区的标签,坐标系统为 Talairach 坐标,又称之为 Talairach 空间。布罗德曼分区是一个根据细胞结构将大脑皮层划分为一系列解剖区域的系统,最早由 Korbinian Brodmann 提出,包括每个半球的 52 个区域。Talairach 坐标系统是一种人脑的三维坐标系统,以图形标示大脑结构的位置,由于应用映射

变换,故基本不受脑大小和脑整体形状个体差异的影响。基于 Talairach 脑图谱,来源于 MRI、PET 和其他影像学方法的个体图像可方便地标记到 Talairach 标准空间,进而推断脑区部位^[2]。

蒙特利尔神经学研究所(montreal neurological institute, MNI)构建了一系列脑模板,包括 MNI305、MNI152 和 MNI452 等,其中 MNI152 应用最广泛^[3],此标准脑图谱来自 152 名年轻成人的高空间分辨率脑图像数据,与 Talairach 图谱不同,属于活体概率脑图谱。MNI 的研究者将这些大脑通过仿射转换后与 MNI305 图谱进行对应,再将这 152 个大脑数据进行平均,得到了更清晰、精确的脑标准模板。该模板是脑成像国际联盟(International Consortium for Brain Mapping, ICBM)公认模板,故也被称为 ICBM152 模板,目前大部分神经成像研究采用该模板。为得到更加清晰的脑图谱,MNI 对 1 位研究人员 Colin Holmes 进行了 27 次大脑扫描,再将这些扫描数据与 MNI305 进行配准,然后进行平均获得了更加清晰和精确脑图谱,称之为柯林-27 标准大脑图谱^[4]。目前,许多基于 MNI 大脑模板的神经成像结果均是基于柯林-27 图谱显示。

然而,不同人群(按照年龄、性别、种族等)的大脑

[第一作者] 李坤成(1955—),男,山东乳山人,博士,主任医师、教授。研究方向:医学影像学。

[通信作者] 李坤成,首都医科大学宣武医院放射科,100053;磁共振成像脑信息学北京市重点实验室,100053。

E-mail: cjr.likuncheng1955@vip.163.com

[收稿日期] 2018-12-24 [修回日期] 2018-12-29

存在显著形态学差异,包括大脑的形状和尺寸。已有的脑图谱或来源于个别尸体解剖资料(如 Talairach 脑图谱)、或来源单个或小规模样本(如 MNI152 等),当其应用于不同年龄段、不同性别及不同种群时,可能产生较大的偏差,已成为制约脑功能和结构研究的主要问题之一。

由于缺少统一的正常中国人标准脑图谱,因此,在既往脑科学研究和应用中,只能将中国人的脑图像配准到西方人的标准脑图谱。由于东西方人的大脑形态存在显著差异,因而常导致脑功能和结构定位的误差甚至错误。因而,迫切需要研发中国人的脑图谱以支持针对中国人的神经科学研究和临床应用。

首都医科大学宣武医院放射科李坤成教授团队与合作者,开发了中国人 3D 结构脑图谱,命名为“Chinese2020”,并定义了中国人标准脑空间,标记了相应的 AAL 脑区,且为不同年龄段和性别的中国人群构建了概率脑图谱^[5]。该脑图谱基于一组多中心大规模数据,因而具有广泛的代表性,可提供关于中国人群客观、准确的影像学信息;同时,该脑图谱是动态的,针对不同年龄、性别有不同的脑图谱,因而可支持进行有关大脑发育、老化理论的验证和比较。对于中国人群的脑成像研究,与配准到西方人脑图谱相比,配准到 Chinese2020 的形变更小,功能和结构定位的灰质占比更高;与基于 AAL 图谱的海马分割相比较,基于 Chinese2020 的分割准确率更高。以上结果说明,Chinese2020 可更好地表征中国人群的大脑形态学特征。目前,Chinese2020 已可供全球研究人员免费下载使用(www.chinese-brain-atlases.org),是首个实际可用的中国人 3D 结构脑图谱。Chinese2020 已被应用于阿尔茨海默病^[6]、帕金森病、脑血管病、睡眠障碍等神经精神疾病的影像学研究,被用于静息态/任务态功能 MRI^[7]、形态学分析等多模态 MRI 数据分析,部分内容也可见本期专题文章。

为构建更为精细的中国人 3D 结构脑图谱以及构建中国人白质纤维脑图谱,首都医科大学宣武医院牵头(李坤成教授为 PI)发起了一项新的中国人脑结构图谱多中心、多学科研究。本多中心项目采用 Siemens Prisma 3.0T 高端 MRI 仪及 64 通道头线圈,目前已完成收集 1 000 名健康志愿者(18 岁以上)的多模态 MRI 数据,正处于数据分析阶段,将构建和发布更为精细的中国人 3D 结构脑图谱和白质纤维脑图谱。

不同年龄、疾病状态等均应有不同的脑图谱,故针对中国人的脑图谱也应对应不同年龄、疾病状态等,构建由不同脑图谱组成的脑图谱库。后续的工作还应包括:①中国儿童脑图谱的构建,以用于脑发育研究;但由于配合程度、资金、伦理等问题,制作儿童脑图谱的难度较大;②考虑到中国人(蒙古人种的代表)与西方高加索人(白种人)的脑结构有明显差异,而中国维吾尔族的主要基因来源是高加索人(白种人),因此,今后若能构建中国维吾尔族成人脑图谱,则更便于与汉族比较;③至今尚不清楚缺氧是否造成居住在高海拔地区人群的脑功能和结构发生改变,故居住在高原地区人群可能与低海拔地区人群的脑结构存在差异,因此,有必要构建高原地区成人脑图谱;④由于与大脑比较,小脑结构和功能均简单,故目前国内外仅有大脑图谱,但小脑在许多正常和疾病脑功能方面(尤其静态脑连接)发挥重要作用,因此有必要构建中国人小脑图谱;⑤针对严重影响人民群众健康和生命的重大脑疾病,应逐个构建专门疾病脑模板,有可能配合远程影像学、大数据、云计算、人工智能等新技术的进展,将之应用于临床工作。

[参考文献]

- [1] Evans AC, Janke AL, Collins DL, et al. Brain templates and atlases. *Neuroimage*, 2012, 62(2):911-922.
- [2] Lancaster JL, Woldorff MG, Parsons LM, et al. Automated Talairach atlas labels for functional brain mapping. *Hum Brain Mapp*, 2000, 10(3):120-131.
- [3] Mazziotta J, Toga A, Evans A, et al. A probabilistic atlas and reference system for the human brain: International consortium for brain mapping (ICBM). *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2001, 356(1412):1293-1322.
- [4] Holmes CJ, Hoge R, Collins L, et al. Enhancement of MR images using registration for signal averaging. *J Comput Assist Tomogr*, 1998, 22(2):324-333.
- [5] Liang PP, Shi L, Chen N, et al. Construction of brain atlases based on a multi-center MRI dataset of 2020 Chinese adults. *Sci Rep*, 2015, 5:18216.
- [6] Shi L, Liang P, Luo Y, et al. Using large-scale statistical Chinese brain template (Chinese2020) in popular neuroimage analysis toolkits. *Front Hum Neurosci*, 2017, 11:414.
- [7] Jia XQ, Shi L, Qian TY, et al. Improved grey matter atrophy detection in Alzheimer's disease in Chinese populations using Chinese brain template. *Alzheimer Dis Assoc Disord*, 2018, 32(4):309-313.