

维吾尔语和汉语动词产生相关脑区的功能性磁共振成像研究

祖丽皮努尔·阿卜杜萨迪克 席艳玲 王宝兰

【摘要】 目的 通过功能性磁共振成像(fMRI)观察母语为维吾尔语(简称维语)和汉语正常人执行动词产生任务时的脑激活区及其脑激活差异区,探讨语言理解和产生的神经机制,以及脑损伤后语言障碍及其康复机制。**方法** 以维语和汉语名词为基本实验材料,通过血氧水平依赖功能性磁共振成像(BOLD-fMRI)扫描 31 例维吾尔族(语组)和 28 例汉族(汉语组)正常志愿者执行动词产生任务时的脑激活区,采集 fMRI 数据,并进行组内及组间比较。**结果** 汉语组的主要脑激活区为左侧尾状核、左侧枕下回、左侧梭状回、双侧辅助运动区(BA8/6 区)、左侧 BA32 区、左侧楔前叶、左侧顶上、下小叶(BA7 区)、左侧角回、右侧中央前回(BA9 区)、左侧三角部额下回、右侧岛盖部额下回和双侧小脑。维语组的主要脑激活区为左侧中央前回(BA9 区)、左侧岛盖部额下回、左侧三角部额下回和左侧小脑。维语组和汉语组组间比较发现,汉语组在左侧尾状核体、左侧眶部额中回、右侧尾状核头和双侧扣带回前部(BA32 区)有明显激活,与维语组比较,差异有统计学意义($P<0.05$);而维语组未见比汉语组更明显激活的脑区。**结论** 维语和汉语正常人动词产生激活脑区不完全相同;维语文字的加工处理主要集中在左侧大脑半球;汉字加工处理比维语文字加工处理需要更多右侧大脑半球的参与。

【关键词】 维吾尔语; 汉语; 动词产生; 血氧水平依赖功能性磁共振成像

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81260181)

The brain areas related to generating Uyghur and Chinese verbs Zulipinuer Abudusadike, Xi Yanling, Wang Baolan. Department of Rehabilitation Medicine, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, China

Corresponding author: Wang Baolan, Email: wbl0308@163.com

【Abstract】 Objective To observe brain areas activated during verb generation in Uyghur and Chinese, and thus to explore the neural mechanism of speech formation and understanding and the language barriers after brain injury and during recovery. **Methods** The blood oxygen level dependent contrast functional magnetic resonance imaging (BOLD-fMRI) was used to scan activated brain areas of 31 cases of Uyghur and 28 cases of Chinese speakers as they completed a verb generation task. **Results** The main areas activated in the brains of the Chinese group were the left caudate nucleus, the left inferior occipital gyrus, the left fusiform gyrus, bilateral supplementary motor areas (BA8/6), the left BA32 area, the left precuneus, the left superior parietal lobe (BA7), the left inferior parietal lobe, the left angular gyrus, the right precentral area (BA9), the pars triangularis of the left inferior frontal gyrus, the pars opercularis of the right inferior frontal gyrus and the bilateral cerebellum. The main activated areas of the Uyghur group were the left precentral area (BA9), the pars opercularis of the left inferior frontal gyrus, the pars triangularis of the left inferior frontal gyrus and the left cerebellum. Moreover, the Chinese group showed significantly greater activation in left caudate body, the left orbital part of the middle frontal gyrus, the right caudate head and the bilateral anterior cingulate gyrus (BA32) compared to the Uyghur group. The Uyghur group, on the other hand, did not show activation significantly greater than that of the Chinese group in any area. **Conclusions** The brain areas activated when generating verbs in Uyghur and Chinese are not exactly the same—the processing of Uyghur mainly occurs in the left hemisphere, while that of Chinese may need the participation of more brain areas in the right hemisphere.

【Key words】 Uyghur; Chinese; Verb generation; BOLD-fMRI

Fund program: The National Natural Science Foundation of China (grant 81260181)

语言是人脑重要的高级功能,与认知活动关系密切。在语言任务下利用 fMRI 研究语言脑加工机制已成为近年来多学科关注的热点之一。目前,国内针对汉语脑加工机制的研究较多,鲜见少数民族语言,包括维吾尔语(简称维语)的加工机制的研究。席艳玲等^[1-2]的研究发现,维语和汉语正常人在执行语言任务时,激活的脑区不完全重叠。该研究认为,维语与汉语在语言特点上有很大差异,维语属于阿尔泰语系,维语文字是线形拼音文字;而汉语属于汉藏语系,汉字是象形表意文字,具有图形特点,在形、音、义等方面的脑加工均与维语文字有很大区别。研究维语和汉语正常人动词产生的功能脑区,不仅有助于探索语言理解和产生的神经机制,而且对于临床上了解脑损伤后语言障碍及其康复机制有极其重要的意义,同时可为揭示语言加工脑机制的普遍性和特殊性提供重要资料。动词产生任务是近年来应用于神经医学领域的一种语言刺激任务,其在脑部较其他语言任务有更多的激活区,因而优于图片命名、语义辨别等任务^[3],因此本研究采用血氧水平依赖功能性磁共振成像(blood oxygenation level dependent-functional magnetic resonance imaging, BOLD-fMRI)技术观察母语为维语或汉语的正常人执行动词产生任务时脑激活区的特点,旨在为临床语言功能研究提供参考。

资料与方法

一、一般资料

纳入标准:①20~75岁,母语为维语或汉语单语种并长期使用者;②小学或以上文化程度;③语言功能正常;④右利手;⑤无脑卒中、脑外伤病史;⑥无心肺肾功能衰竭等严重躯体疾病,无脑创伤、药物、酒精依赖史等可能影响脑部结构与功能的疾病;⑦无认知障碍或其他精神神经疾病;⑧自愿参加实验,能够配合检查、依从性好,并签署知情同意书。

排除标准:①视力、听力明显障碍者;②功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)检查禁忌者。

选取符合上述标准的健康志愿者 59 例,根据母语分为维语组 31 例和汉语组 28 例。维语组中,男 16 例,女 15 例;年龄 20~29 岁 8 例,30~39 岁 5 例,40~49 岁 9 例,50~59 岁 7 例,60~69 岁 1 例,70~75 岁 1 例;受教育年限,3~6 年 1 例,7~12 年 9 例,13~15 年

9 例,16 年及以上 12 例。汉语组中,年龄 20~29 岁 9 例,30~39 岁 2 例,40~49 岁 4 例,50~59 岁 7 例,60~69 岁 4 例,70~75 岁 2 例;受教育年限,3~6 年 1 例,7~12 年 13 例,13~15 年 4 例,16 年及以上 10 例。

2 组受试者入组后即刻进行详细的语言功能检查,包括语言流利度、自发口语表达、听理解、命名、复述、阅读及阅读理解等,同时采用标准中文版利手评价量表^[4]进行利手评定。2 组受试者一般资料和语言功能检查情况见表 1。虽然在言语流利性和阅读项目中,两组间差异具有统计学意义($P<0.05$),但由于汉语和维语语言特点的不同,二者不具有可比性。在其他项目中,2 组间差异无统计学意义($P>0.05$)。

二、研究方法

1. 实验任务:试验任务采用视觉呈现的方式,刺激模式采用组块设计模式(block design paradigm),功能扫描流程为刺激态与静息态交替,扫描初始的 18 s 是采集信号数据作为基线,数据并不列入统计,之后进入 9 次的组块序列,每个刺激组块采用 6 个不同的名词,在各刺激组块内的呈现次数和顺序相同。刺激组块中,首先在屏幕中央呈现一个单字名词,时间为 2 s,然后注视屏幕中央的“+”号,与此同时要求受试者尽可能多地联想与该名词相关的二字动词,时间为 3 s,在刺激态 30 s 内,名词呈现和动词联想 2 种状态交替呈现 6 次。然后进入静息态 30 s。汉语组受试者采用汉语,维语组受试者采用维语,内容完全相同。如汉语名词为“饭”,动词为“做饭”、“吃饭”;维语名词为“تاماق”,维语动词为“تاماق ئىتىش”、“تاماق يېيىش”。试验前,对受试者进行模拟训练,即完成试用版语言任务,使其熟悉整个实验过程,降低紧张、焦虑等情绪对实验造成的影响。模拟训练时呈现的名词与试验任务时的不同。受试者取仰卧位,用海绵填塞头部和线圈之间的空隙,嘱受试者在实验过程中保持身体静止不动,均匀呼吸,注视显示屏中央并保持头部不动。试验中,要求受试者以默读形式完成任务;试验完成后,要求受试者报告在磁场环境中的情绪状态,并要求回忆试验任务的执行情况,通过即时反馈判断受试者在试验中的任务完成情况。

2. fMRI 的采集:采用美国产 GE Signa 3.0 T 型超导磁共振仪扫描系统采集图像,用 8 通道头线圈接收信号。首先用 3D 薄层扫描序列,获取颅脑横轴面 T1 加权像,扫描参数为:重复时间(repetition time, TR)

表 1 2 组受试者一般资料和语言功能初查结果

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	受教育年限 (年, $\bar{x}\pm s$)	言语流利性 (字/min, $\bar{x}\pm s$)	语言功能检查($\bar{x}\pm s$)			
		男	女				听理解(%)	命名(%)	复述(%)	阅读(字/min) 阅读理解(%)
汉语组	28	17	11	49 $\pm$ 21	13.5 $\pm$ 6.1	119 $\pm$ 41	96.9 $\pm$ 15.3	98.7 $\pm$ 6.1	97.9 $\pm$ 13.2	222 $\pm$ 58 97.6 $\pm$ 4.2
维语组	31	16	15	41 $\pm$ 16	15.0 $\pm$ 4.9	74 $\pm$ 21	97.5 $\pm$ 17.0	98.9 $\pm$ 7.5	97.5 $\pm$ 13.7	139 $\pm$ 25 96.0 $\pm$ 4.3

550 ms,回波时间(echo time,TE)67 ms,层厚 1.0 mm,无间隔,视野 240 mm×240 mm,矩阵 320 mm×192 mm,从颅底到顶叶共 136 层;再用梯度回波平面成像(gradient-echo echo-planar imaging,GRE-EPI)序列,进行 BOLD 信号的数据采集,扫描参数为:TR 2000 ms,TE 30 ms,层厚 5.0 mm,无间隔,翻转角 90°,视野 240 mm×240 mm,矩阵 960 mm×960 mm,从颅底到顶叶共 25 层,每层采 279 帧,共采集 6975 帧图像,采集时间为 558 s。

3.数据处理:图像预处理和分析使用统计参数图(statistical parametric mapping 8,SPM8),首先去除最初的 9 个时间点数据,经过时间层校正、头动校正,再标准化到蒙特利尔神经病学研究所(Montreal Neurological Institute,MNI)标准模板上,每个像素被重新采样为 3 mm×3 mm×3 mm,然后经过空间平滑,其半高全宽值采用 4 mm。个体数据分析均采用一般线性模型(general linear model,GLM)通过对实验刺激模式的设计矩阵进行参数估计,然后对参数估计进行统计学检验,得到统计参数图及每个体素的 *t* 值。将大于选定阈值的激活参数图叠加于 MNI 标准脑的 T1 模板,获得激活图。采用 SPM 的插件获得各激活区的空间坐标,对应 MNI 标准脑功能定位和激活体素的大小。

三、统计学分析

所得数据采用 SPM8 软件包进行统计分析。维、汉两组内分析均采用单样本 *t* 检验,统计阈值设定为 *P*<0.05(FWE 校正)认为激活脑区具有统计学意义。维、汉两组组间分析采用两独立样本 *t* 检验,统计阈值设为 *P*<0.01(Alphasim 校正),且激活体积<20 个体素认为差异具有统计学意义。最后将两组激活图和差异图叠加在 MNI 模板上显示,记录有统计学意义的团块

大小、所在脑区及其坐标(MNI)以及 *t* 值大小。

结 果

一、汉语组脑激活区

汉语组的脑激活区为左侧尾状核、左侧枕下回、左侧梭状回、双侧小脑、双侧辅助运动区(BA8/6 区)、左侧 BA32 区、左侧楔前叶、左侧顶上、下小叶(BA7 区)、左侧角回、右侧中央前回(BA9 区)、左侧三角部额下回、右侧岛盖部额下回,详见图 1 和表 2。

表 2 汉语组脑激活区

脑激活区	体素	<i>t</i> 值	MNI 坐标(mm) x,y,z
左侧尾状核	782	9.38	-15,-3,21
左侧枕下回	250	8.75	-30,-87,-9
左侧梭状回	250	8.72	-30,-81,-18
左侧小脑	250	8.44	-36,-60,-21
左侧辅助运动区(BA8 区)	113	8.11	-3,15,51
左侧 BA 32 区	113	6.97	-12,15,36
右侧辅助运动区(BA6 区)	113	6.84	3,6,66
左侧楔前叶	70	7.83	-27,-63,39
左侧顶上小叶(BA7 区)	70	7.24	-30,-60,51
左侧角回	70	6.56	-30,-54,36
左侧顶叶下回	43	7.67	-42,-45,42
左侧顶下小叶	43	7.23	-39,-39,33
右侧中央前回(BA9 区)	38	8.09	51,9,33
左侧三角部额下回	34	8.29	33,24,9
右侧岛盖部额下回	34	7.26	48,12,3
右侧小脑	24	8.54	9,-84,-24
右侧小脑	24	7.98	33,-78,-27
右侧小脑	24	7.21	21,-84,-24

注:统计水平,*P*<0.05(PDR 校正),体素>20

二、维语组脑激活区

维语组的脑激活区为左侧中央前回(BA 9 区)、左侧岛盖部额下回、左侧三角部额下回、左侧小脑,详见图 2 和表 3。

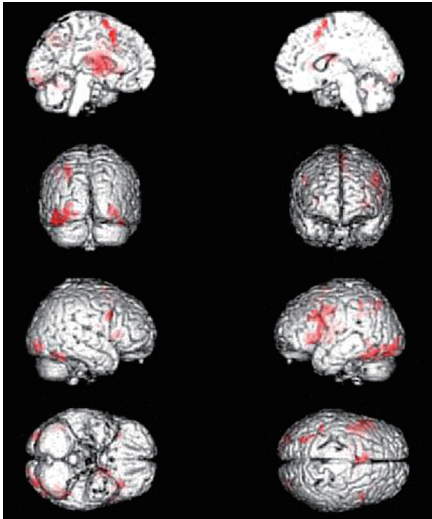


图 1 汉语组脑激活图像

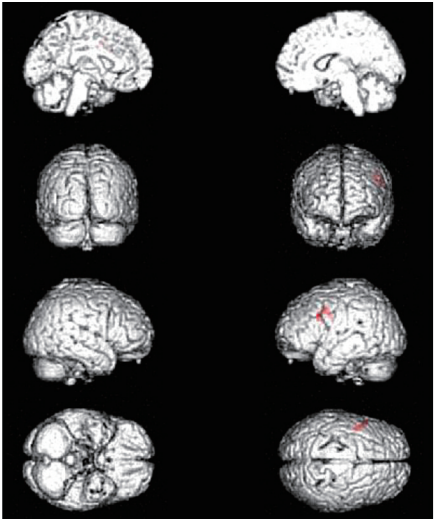


图 2 维语组脑激活图像

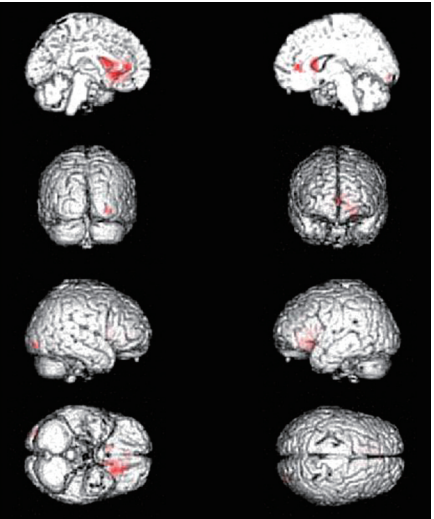


图 3 汉语组与维语组脑激活差异图像

表 3 维语组脑激活区

脑激活区	体素	t 值	MNI 坐标 (mm) x,y,z
左侧中央前回 (BA9 区)	44	7.66	-45,6,39
左侧三角部额下回	44	6.5	-51,15,30
左侧岛盖部额下回	44	6	-51,9,24
左侧小脑	23	7.19	-42,-63,-21
左侧小脑	23	6.12	-39,-75,-21

注:统计水平, $P<0.05$ (PDR 校正),体素 >20

三、维语组与汉语组脑激活差异区

汉语组在左侧尾状核体、左侧眶部额中回、右侧尾状核头、双侧扣带回前部 (BA32 区) 有明显激活,与维语组比较,具有统计学差异 ($P<0.05$),详见图 3 和表 4;而维语组未见比汉语组更明显激活的脑区。

表 4 汉语组与维语组脑激活差异区

差异脑区 (汉>维)	体素	t 值	MNI 坐标 (mm) x,y,z
左侧尾状核体	291	4.94	-9,12,12
左侧眶部额中回	291	4.35	-18,30,-15
右侧尾状核头	44	3.95	9,12,3
右侧扣带回前部 (BA32 区)	39	4.28	3,39,6
左侧扣带回前部	39	3.67	-6,36,12

注:统计水平, $P<0.05$ (PDR 校正),体素 >20

讨 论

一、汉语组脑激活区

本研究结果发现,汉语组 Broca 区、左侧顶下小叶、双侧小脑、双侧辅助运动区明显激活,这与陈建华、丘卫红、张翀等^[5-7]的运动性语言脑激活研究结果基本一致。本课题组认为,Broca 区作为重要的运动性语言中枢,不仅与语音、语义处理相关,还是工作记忆中负责词存储和提取的重要脑区,而动词产生任务需要受试者默读所呈现的名词,然后进行语音、语义分析,并对相关的动词进行语义比较,在许多可能的相关信息中做出选择。本研究所采用的名词和与其相关的动词均为常见词,并存在于大脑的记忆系统,执行任务时需从记忆词库中提取和复述。故本研究结果支持 Broca 区的功能呈多样性这一观点^[6]。左侧顶下小叶为 Wernicke 区的组成部分,对语义理解具有重要作用。陈建华等^[5]认为,左侧顶下小叶在运动性语言中参与视觉搜索、空间注意、语言工作记忆。本研究中双侧小脑明显激活,且左侧激活体积比右侧大,这与肖胜勇等^[8]的动词产生脑激活报道一致,该结果提示,双侧小脑均参与语言加工。有研究报道,小脑损伤导致言语流畅度(主要为语音和语义)受损、语法错乱、言语理解及动词产生障碍^[9]。在本研究完成任务后的反馈调查中,受试者均反映在执行任务时不自主地想象动词相关的动作。林冲宇等^[10]根据心理书写

的研究结果发现,双侧小脑并非与实际的动作有关,而是为动作的发生提供计划、准备等更通用的信息,使小脑利用这些信息即使在想象动作却没有真实运动的情况下也被激活。此外,辅助运动区作为发起言语运动的主要功能区,被认为与说话或默读行为关系密切^[7]。

本研究结果显示,左侧枕下回、左侧楔前叶、左侧角回、左侧梭状回、右侧 Broca 镜像区明显激活。枕叶、楔前叶属于视觉联合皮层,其在视觉信息与其它感觉信息的整合,以及视觉信息与言语功能的联系中起重要作用。左侧角回是视觉语言中枢,被认为具有理解看到的文字和符号意义的功能。左梭状回存在视觉词形功能区,主要参与视知觉的语义处理。Hartwigsen 等^[11]在正常右手利手执行语义任务和阅读任务时,发现右侧 Broca 镜像区明显激活,认为其参与语音和语义处理。上述脑区在运动性语言中具体的激活意义仍需进一步研究探讨。

综上所述,传统语言中枢、周围相关脑区以及右侧镜像区域明显激活,提示语言表达中枢是由多个脑区组成的网络,不仅有传统的 Broca 区,双侧辅助运动区、右侧 Broca 镜像区、双侧小脑等脑区也可能参与了语言表达的过程。

二、维语组脑激活区

本研究结果发现,维语组脑激活区均为左侧半球结构,体现了明显的偏侧化。Ibrahim 等^[12]以阿拉伯语和英语为背景,运用划分视野模式与词汇识别任务相结合的方法研究双侧大脑半球的功能时发现,与英文不同,左侧视野对阿拉伯文字的特殊标志,如点的位置及数目(其在字母的辨认中起关键作用)等不敏感,认为右侧大脑不参与阿拉伯文字的识别。本研究结果与之相符,且维语文字和阿拉伯文字在形态学结构、拼字法、书写和阅读方向等方面相似,因此本课题组认为,维语字母的辨认、词语的识别和提取主要集中在左侧大脑半球,与阿拉伯文字相似。

本研究结果显示,维语组在 Broca 区、左侧小脑和左侧中央前回有明显激活。维语词汇以加词缀法为主要构词法,其次是词根合成法,特别是谐音合成法是维语区别于其他语言的重要特征。维语中单纯词(仅含一个词根)不多,大多数是合成词,且维语词汇中阿拉伯语(闪含语系)、希伯来语(闪含语系)、波斯语(印欧语系)、汉语(汉藏语系)等借词占到 70% 以上。因此,维语文字集中上述不同语系文字的形、音、义等特性于一体,在语音、语义、构词、构形等方面比其他语系拼音文字更为复杂。以往语言产生脑机制的研究以印欧语系语言,如英语等为主,而维语脑激活相关的报道却少见,故其脑功能区激活的意义既要以研究较多的语言

研究结果作为普遍性理论支持,又要参考与维语联系密切的其他语言研究结果加以阐释。研究发现,以英语和其它拼音文字语言为母语者执行动词产生任务时 Broca 区明显激活,认为其主要参与语义分析,可能还参与拼音文字的阅读^[13]。以波斯语和希伯来语动词产生任务中,Crepal di 等^[14]和 Bick 等^[15]的研究指出, Broca 区的激活模式与以往印欧语系语言相同,这两组研究认为, Broca 区参与语音、语义处理。本研究的结果与上述研究相符,支持其观点。还有研究发现,左侧小脑主要与单词形态加工相关,损伤后可能出现语法错乱表达和表达-接受综合征^[16]。就维语文字具有特殊的形态学特征而言,左侧小脑可能在维语单词形态加工方面发挥一定的作用,但仍需今后的大量研究证实。有研究发现, Broca 区不仅为传统的左侧岛盖部额下回,还延伸至额叶的其他区域,如中央前回^[17]。维语文字根据亚词汇单元,如字母和词素等,由字形可以直接提取字音,即维语文字具有拼音文字的形-音转换机制^[18],与西方拼音文字相同,形、音的联系比形、义的联系更紧密,与词音提取相比,词义提取启动较晚并较复杂,可能需受试者激活额叶更多的脑区进行语义分析。

三、维语组和汉语组脑激活区的比较

本研究结果发现,汉语组激活较维语组更明显的脑区为左侧眶部额中回、右侧尾状核头、双侧扣带回前部和左侧尾状核体。左侧眶部额中回不仅参与工作记忆,还具有选择性注意的功能,具体负责定向网络中的内源性定向,即根据任务要求的信号转移注意^[19]。本研究中需要受试者执行注意的转移主要在名词和动词的相互转换。首先,维语文字是符号性文字,其语义、语法的变化主要是词的形态变化,语言表达中名词和动词可根据不同的语境,通过形式的变化而相互转换;而汉字是表意性质的音节文字,有复杂的空间二维构形,富含语音、语义、词汇、语法等信息,且汉语语法缺少词的形态变化。因此,动词和名词不能通过形式变化而相互转换。其次,维语词组中,动词因语法需要带一定的变化形式,如动词与名词组成词组时,动词变形为动名词。故维语组产生的是动名词,其由动词词根构成,表示动作的称名。虽然保留动词特征,如完整的语态、人称-数、时态等语法范畴和形态变化体系,保持对宾语名词的支配关系,接受动词修饰成分的修饰,但同时具有名词的全部语法范畴和形态变化。因此,维语组动名词和名词有密切形态和语义上的联系。而汉语组动词在形态和语义上与名词截然不同,两者相互转换时注意的转移过程比维语复杂。汉语组左侧眶部额中回的明显激活是否由汉语名词和动词相互转换时需要较大程度地激活注意网络而致,则需进一步研究。

关于右侧尾状核头、右侧扣带回(BA32 区)语言功能的报道极少见。黎元等^[20]在汉语词组语义辨别脑功能研究中发现,右侧扣带回(BA32 区)在汉字的阅读和语义辨别上均有不同程度的激活。而汉字不同于线性结构的维语文字,是由各种不同的笔画构成的空间结构,默读汉字时需对汉字进行空间感知。汉字的 fMRI 研究表明,汉字识别过程涉及广泛的中枢神经,且右侧大脑半球较左侧半球更具阶段性记忆和视觉-空间位置感知的功能^[21]。而不容忽略的是,除了特殊的空间结构特点,汉语的语音、语义等加工比维语更复杂,可能需要激活更多的右侧半球脑区,而右侧扣带回和右侧尾状核头是否除了作为右侧大脑半球结构可能参与汉字的识别,还有可能更多地参与语义、语法处理等,尚待今后大量的研究进一步探讨。

本研究结果显示,左侧扣带回前部和左侧尾状核在汉语组明显激活,而且与维语组相比,其差异具有统计学意义。研究表明,扣带回前部是注意网络中警觉网络的组成部分,调节注意的保持和持久维持。高寒等^[22]报道左侧扣带回前部和左侧尾状核在汉语语音、语义任务中均明显激活,而在单纯汉语字形任务中均未激活。张翀等^[7]认为,左侧尾状核体部可能是运动性语言功能网络中的节点,在运动性语言中发挥重要作用。左侧尾状核出血导致语言障碍和记忆缺失^[23]。此二区是否与汉语运动性语言的语音、语义处理相关尚待进一步研究。

本课题组前期的预实验结果表明,与汉语组相比,维语组在左侧颞下回(BA37)、顶下小叶、梭状回和海马旁回有明显激活^[2];而本研究中,与汉语组相比,维语组未见激活更明显的脑区。其原因可能为:①样本量不同;②统计阈值不同;③受试者的年龄、文化程度等不同。本研究中,维语组的脑激活区有经典运动性语言中枢 Broca 区、左侧中央前回和左侧小脑,和波斯语、希伯来语、阿拉伯语等与维语联系较紧密的拼音文字的脑加工研究结果基本一致^[14-15,24],但激活脑区较少。其原因可能为:①统计阈值不同;②维语中纯动词少,绝大部分动词由动词词根加非动词(如名词、形容词等)复合而成,动词特异性的相对降低可能会导致运动性语言相关脑区未明显激活;③维语中词语多数为合成词,由线性字母串联而成,需采取逐字母阅读策略;而汉语词汇由笔画的二维排列组成,采取整体阅读策略。维、汉两组词语形态学上的不同导致其阅读速度的不同,与阿拉伯语文字^[24]相似,维语的阅读速度明显慢于其他语言,如汉语。故维语名词的音、义提取比汉语慢,而影响规定时间内动词的顺利产生,继而导致脑激活区比预期的少;④不排除维语组受试者在执行任务前对任务要求的掌握、执行任务时依从性、积极

性等不如汉语组理想,紧张感等心理因素影响研究结果的多种可能。

综上所述,维语文字具有复杂而独特的形态学、语法特点,且形态与语义加工是分离的。而汉字是形与义的联系非常紧密的象形表意文字。就两种文字在形态学、拼字法、语法等方面各具一格的特点来看,可能存在特殊的维语和汉语脑功能区对其结构特征以及动词产生机制进行加工和分析。虽然本研究结果尚未能得出确实存在维语和汉语动词加工的特殊脑区的结论,但对于了解维、汉单语者以及维、汉双语者(是指既使用汉语又使用维语的人群)语言理解和产生的神经机制、脑损伤后语言障碍及其康复机制有极其重要的参考价值。

参 考 文 献

- [1] Xi YL, Tian Q, Wang BL, et al. Comparison of functional magnetic resonance imaging in cerebral activation between normal Uyghur and Mandarin participants in semantic identification task. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(8):13724-13731.
- [2] 席艳玲,姜春晖,张俊然,等.维吾尔语和汉语两种语言任务激活脑区差异性的 fMRI 研究[J].中华物理医学与康复杂志,2013,35(11):847-851.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.11.004.
- [3] Jensen-Kondering UR, Ghobadi Z, Wolff S, et al. Acoustically presented semantic decision-making tasks provide a robust depiction of the temporo-parietal speech areas. *J Clin Neurosci*, 2012, 19(3):428-433. DOI:10.1016/j.jocn.2011.04.038.
- [4] 李心天.中国人的利手分布[J].心理学报,1983,15(3):268-376.
- [5] 陈建华.功能磁共振在缺血性脑卒中后运动性失语的临床应用研究[D].福建医科大学,2010.DOI:10.7666/d.y1711349.
- [6] 丘卫红,武惠香,康庄,等.基于功能磁共振对脑卒中后运动性失语的发生机制研究[C].//第四届粤港澳物理医学与康复学学术会议暨 2013 年广东省医学会物理医学与康复学学术会议论文集,广州,2013:408-420.
- [7] 张翀,张云亭,张权,等.动词生成任务相关脑区的功能磁共振成像研究[J].天津医科大学学报,2009,15(3):351-353,397.DOI:10.3969/j.issn.1006-8147.2009.03.005.
- [8] 肖胜勇,翟洪昌.功能磁共振验证言语产生中的小脑加工[J].中国组织工程研究与临床康复,2008,12(48):9585-9588.DOI:10.3321/j.issn:1673-8225.2008.48.023.
- [9] Stoodley CJ, Schmahmann JD. The cerebellum and language: evidence from patients with cerebellar degeneration. *Brain Lang*, 2009 Sep, 110(3):149-53. DOI:10.1016/j.bandl.2009.07.006.
- [10] 林冲宇,翁旭初.运动、语言和学习:小脑的功能磁共振成像研究[J].心理科学进展,2006,14(4):532-539.DOI:10.3969/j.issn.1671-3710.2006.04.009.
- [11] Hartwigsen G, Price CJ, Baumgaertner A, et al. The right posterior inferior frontal gyrus contributes to phonological word decisions in the healthy brain: evidence from dual-site TMS. *Neuropsychologia*, 2010, 48(10):3155-3163. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2010.06.032.
- [12] Ibrahim R, Eviatar Z. The contribution of the two hemispheres to lexical decision in different languages. *Behav Brain Funct*, 2012, 8:3. DOI:10.1186/1744-9081-8-3.
- [13] Rochon E, Leonard C, Burianova H, et al. Neural changes after phonological treatment for anomia: an fMRI study. *Brain Lang*, 2010, 114(3):164-179. DOI: 10.1016/j.bandl.2010.05.005.
- [14] Crepaldi D, Berlinger M, Cattinelli I, et al. Clustering the lexicon in the brain: a meta-analysis of the neurofunctional evidence on noun and verb processing. *Front Hum Neurosci*, 2013, 27: 303-317. DOI: 10.3389/fnhum.2013.00303.
- [15] Bick AS, Goelman G, Frost R. Hebrew brain vs. English brain: language modulates the way it is processed. *J Cogn Neurosci*, 2011, 23(9):2280-2290. DOI: 10.1162/jocn.2010.21583.
- [16] Stoodley CJ, Schmahmann JD. Evidence for topographic organization in the cerebellum of motor control versus cognitive and affective processing. *Cortex*, 2010, 46(7):831-844. DOI: 10.1016/j.cortex.2009.11.008.
- [17] Catani M, Allin MP, Husain M, et al. Symmetries in human brain language pathways correlate with verbal recall. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007, 104(43):17163-17168.
- [18] Simos PG, Breier JI, Fletcher JM, et al. Brain mechanisms for reading words and pseudowords: an integrated approach. *Cereb Cortex*, 2002, 12(3):297-305.
- [19] 彭楠,钱若兵,傅先明,等.脑震荡综合征患者脑网络效率的变化[J].中华医学杂志,2015,95(25):1972-1975.DOI:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2015.25.002.
- [20] 黎元,冯晓源,汤伟军,等.汉字词组语义辨别脑功能区定位的 fMRI 研究[J].中国 CT 和 MRI 杂志,2004,2(2):1-4.DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2004.02.001.
- [21] McCarthy G, Blamire AM, Puce A, et al. Functional magnetic resonance imaging of human prefrontal cortex activation during a spatial working memory task. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1994, 91(18):8690-8694.
- [22] 高寒,韩立新,白红民,等.晚双语者语言区的功能磁共振研究[J].中华神经外科杂志,2013,29(11):1097-1100.DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2013.11.007.
- [23] Pellizzaro Venti M, Paciaroni M, Caso V. Caudate infarcts and hemorrhages. *Front Neurol Neurosci*, 2012, 30:137-40. DOI: 10.1159/000333616.
- [24] Abdulhadi S, Ibrahim R, Eviatar Z. Perceptual load in the reading of Arabic: Effects of orthographic visual complexity on detection. *Writing Syst Res*, 2011, 3(2):117-127. DOI: 10.1093/wsr/wsr014.

(修回日期:2016-10-10)

(本文编辑:阮仕衡)