

脑卒中后维吾尔语、汉语运动性失语患者 动词产生的脑激活区对比研究

祖合热·肉孜¹,孟诗凯^{2,3},马晓婷¹,席艳玲^{1,4*}

1 新疆医科大学第一附属医院,新疆 乌鲁木齐 830011;

2 江苏师范大学语言科学与艺术学院,江苏 徐州 221116;

3 江苏工程职业技术学院,江苏 南通 226006;

4 上海市浦东新区光明中医医院,上海 200120

* 通信作者:席艳玲, E-mail: xyl19771010@126.com

收稿日期:2021-06-22;接受日期:2022-04-21

基金项目:国家自然科学基金项目(81660379);2020年江苏省研究生科研创新计划项目(KYCX20-2178)

DOI: 10.3724/SP.J.1329.2022.03003

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



摘要 目的:利用血氧水平依赖的功能磁共振成像(Bold-fMRI)比较维吾尔语(简称维语)和汉语运动性失语患者执行动词产生任务时的脑激活情况,探讨动词产生的神经机制,为维语、汉语运动性失语患者的评估和治疗提供依据。**方法:**选取最终符合纳入和排除标准的运动性失语患者31例,其中维语患者组15例,汉语患者组16例;与患者组民族、性别、年龄和受教育年限相匹配并符合纳入和排除标准的健康志愿者36例,其中维语健康组和汉语健康组各18例。采用维语和汉语标准失语症检查法对患者组进行语言功能评估。以维语和汉语名词为基本试验材料,采集受试者执行动词产生任务时的Bold-fMRI数据。采用SPM 8.0软件进行统计分析,以语种和失语因素进行双因素方差分析,比较4组全脑水平的交互作用。在交互作用显著的脑区进行简单效应分析,比较各2组的脑激活差异区。**结果:**在语言功能方面,维语患者组和汉语患者组在复述、命名、听理解、阅读、书写评分和BDAE分级方面的差异无统计学意义($P>0.05$)。4组在两侧枕叶外侧、额中回、中央前回、颞上回和额眶回等脑区的激活有显著的交互作用;维语健康组和患者组在双侧额中回的激活强度方面差异具有统计学意义($P<0.05$),而在中央前回和左侧枕叶外侧的激活强度方面差异无统计学意义($P>0.05$)。汉语健康组和患者组在中央前回和左侧枕叶外侧的激活强度方面差异具有统计学意义($P<0.05$),而在双侧额中回的激活强度方面差异无统计学意义($P>0.05$)。维语健康组和汉语健康组、维语患者组和汉语患者组分别进行比较,简单效应差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**语言种类和失语都会影响大脑动词产生的神经机制;左侧额中回可能在维语动词形态加工中起重要作用;中央前回可能参与汉语语音编码输出过程。

关键词 运动性失语;动词产生;功能磁共振成像;跨语系语言;维吾尔语;汉语

失语症是因大脑损伤引起的获得性语言障碍,它可由多种脑部疾病引起,脑卒中后失语症的发病率为21%~38%^[1]。运动性失语是失语症常见的类型。据研究报道,失语症患者对特定的词汇类别存在选择性加工障碍,而运动性失语患者动词产生难于名词^[2]。动词是语言构成中最基本和使用最频繁

的词类,因而动词特异性损伤的患者往往可表现出明显的语言障碍。研究表明动词的训练有助于改善失语症患者的语言功能^[3]。动词加工的神经机制可能是由额叶、颞叶、枕叶、舌回和扣带回等大脑区域协同完成的多层次网络,损伤网络的任何组成部分,都会影响动词的加工^[4]。研究动词加工的神经

引用格式:祖合热·肉孜,孟诗凯,马晓婷,等.脑卒中后维吾尔语、汉语运动性失语患者动词产生的脑激活区对比研究[J].康复学报,2022,32(3):206-212.

ZUHERE R Z, MENG S K, MA X T, et al. Contrastive study of brain activation regions during verb production in Uyghur and Chinese broca aphasia patients after stroke [J]. Rehabilitation Medicine, 2022, 32(3): 206-212.

DOI: 10.3724/SP.J.1329.2022.03003

机制,将有助于优化对症治疗方案及制定行之有效的康复措施,对失语症的康复治疗方案具有重要的指导意义。维吾尔语(简称维语)和汉语在形、音、义等语言特点上有较大的差异,这种差异可能会导致两者神经表征和语言产生机制的不同。本研究采用血氧水平依赖的功能磁共振成像(blood oxygenation level dependent-functional magnetic resonance image, Bold-fMRI)比较维语和汉语运动性失语患者在执行动词产生任务时的脑激活区,有助于了解维语、汉语动词产生的共同和独特神经机制,在临床上为维语、汉语失语症患者的针对性言语训练和神经调控治疗靶点的选择提供依据,同时也为维语、汉语失语症患者语言损伤层级的精准评估提供重要资料。

1 临床资料

1.1 病例选择标准

1.1.1 患者组纳入标准 ①符合《中国各类主要脑血管病诊断要点2019》^[5],且首次发病;②汉语患者经汉语标准失语症检查法^[6],维语患者经维语版失语症检查法^[7]评估语言功能并确定为运动性失语;③母语为维语或汉语单一语种者,此次发病前语言功能正常;④年龄20~75岁;⑤右利手;⑥小学及以上文化程度;⑦获知情同意,自愿参加试验,配合检查、依从性好。

1.1.2 健康组纳入标准 ①母语为维语或汉语单一语种者,语言功能正常;②年龄20~75岁;③右利手;④小学及以上文化程度;⑤获知情同意,自愿参加试验,配合检查、依从性好。

1.1.3 患者组排除标准 ①视力、听力明显障碍者;②明显认知障碍、精神神经疾病、脑创伤、药物和酒精依赖史者;③MRI检查禁忌者;④构音障碍、口吃等言语障碍者;⑤病灶累及双侧半球者。

1.1.4 健康组排除标准 ①视力、听力明显障碍者;②明显认知障碍、精神神经疾病、脑创伤、药物和酒精依赖史者;③MRI检查禁忌者;④构音障碍、口吃等言语障碍者。

1.2 一般资料

选取新疆医科大学第一附属医院康复医学科2018年9月—2020年9月住院治疗的脑卒中后运动性失语患者31例,维语患者组15例,汉语患者组16例。同期招募与健康组民族、性别、年龄和受教育年限相匹配的健康志愿者36例,维语和汉语健康组各18例。2组健康组一般情况比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表1。2组患者组一般情况和病变部位比较,差异无统计学意义($P>0.05$),见表2。本研究方案经新疆医科大学第一附属医院伦理委员会审核批准(20160218-36),所有受试者均签署知情同意书。

表1 健康组和患者组一般情况比较

Table 1 Comparison of general data between healthy and patient groups

组别	例数	民族		性别		年龄/ $(\bar{x}\pm s)$,岁	受教育年限/ $(\bar{x}\pm s)$,年
		维吾尔族	汉族	男	女		
健康组	36	18	18	17	19	48.81±7.63	12.94±3.41
患者组	31	15	16	20	11	51.39±10.66	11.26±4.02
t/χ^2 值		0.020		2.000		-1.150	1.860
P 值		0.890		0.160		0.250	0.070

2 方法

2.1 试验方法

2.1.1 试验前准备 于试验前1天采用维语、汉语标准失语症检查法对患者进行语言行为学测评,包括口语表达(信息量、流利性、系列语言、复述、命名:名词和动词)、听理解(是否题、听辨认、口头指令)、阅读(视读、听字辨认、字画匹配、读指令执行、填空)及书写(姓名地址、抄写、听写、系列书写、看图书写、自发书写)。采用波士顿诊断性失语症检查(Boston diagnostic aphasia examination, BDAE)严重程度分级进行失语程度评定。利手评定使用标准利手评价量表^[8]。采用简易精神状态检查(Mini-

mental State Examination, MMSE)量表进行认知功能筛查。试验前详细介绍该试验的设计原理、目的和意义,就试验可能发生的一些干扰因素及如何配合进行详细讲解,并进行模拟训练,即完成试用版语言任务,使其熟悉整个试验过程,减少紧张、焦虑等情绪对试验造成的影响,最终确定受试者配合并能够顺利完成试验。为了减少“练习效应”,模拟训练时呈现的名词与正式试验时的不同。受试者取仰卧位,用海绵填塞头部和线圈之间的空隙,嘱受试者在试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。

表2 2组患者组一般情况和病变部位比较

Table 2 Comparison of general data and lesion sites between two patient groups

组别	例数	性别		年龄/(\$\bar{x}\pm s\$, 岁)	受教育年限/(\$\bar{x}\pm s\$, 年)	病变部位(\$n, \%)\$		
		男	女			左额叶	左基底节	左颞、枕叶
维吾尔患者组	15	8	7	51.60±12.90	11.80±3.60	1(6.67)	3(20.00)	1(6.67)
汉语患者组	16	10	6	51.20±8.50	12.60±3.70	1(6.25)	6(37.50)	0(0.00)
<i>t</i> / χ^2 值		1.190		0.100	-0.578	4.833		
<i>P</i> 值		0.270		0.920	0.568	0.917		

组别	例数	病变部位(\$n, \%)\$					
		左颞、岛叶、基底节	左额、颞、顶叶	左额、颞叶、基底节	左额、顶、岛叶	左额、岛叶、基底节	左额、颞、顶、岛叶、基底节
维吾尔患者组	15	2(13.33)	1(6.67)	1(6.67)	1(6.67)	1(6.67)	4(26.67)
汉语患者组	16	1(6.25)	1(6.25)	1(6.25)	3(18.75)	1(6.25)	2(12.50)
<i>t</i> / χ^2 值		4.833					
<i>P</i> 值		0.917					

注:年龄为*t*检验;受教育年限为 χ^2 连续校正法;其他为 χ^2 检验。

Note: Age was calculated by *t* test; education year were calculated by *chi*-square continuous correction; other indexes were calculated by *chi*-square test.

2.1.2 试验方案 试验任务采用视觉呈现的方式,任务采用组块设计模式,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,每次组块序列1 min,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联想与该名词相关的动词,时间为3 s,在任务组块的30 s内,完成6次动词产生的任务,每次都是不同的词,然后进入静息组块30 s。汉语组受试者采用汉语,维吾尔组受试者采用维吾尔,内容完全相同,且均为使用频率高的名词。如汉语名词为“饭”;维吾尔名词为“تاماق”。完成试验后,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。

2.2 检测方法

本研究采用GE signal 3.0T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:TR/TE 550 ms/67 ms,层厚1.0,无间隔,观察野240×240,矩阵320×192,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/TE 2000 ms/30 ms,层厚5.0,无间隔,翻转角90°,观察野240×240,矩阵960×960,从颅底到顶叶共25层,每层采279帧,共采集6 975幅图像,采集时间为558 s。

2.3 数据处理

数据采集完毕后,基于Linux操作系统,运用FSL v5.0 (Functional MRI of the Brain software library, FMRIB)软件将采集的功能数据进行处理与分析。数据处理步骤为:①数据预处理,利用MRICroN进行预处理包括用BET工具(*brain extraction tool*)将结构像数据中的皮肤与骨骼组织剥离,并进行头动校正和时间校正,然后将功能图像与结构像配准,随后标准化到蒙特利尔神经病学研究所(Montreal Neurological Institute, MNI)的模板上,高通滤波为128 Hz,再进行空间平滑(*FWHM=8*),完成数据预处理后进行统计分析。②个体水平一般线性模型分析,采用组块设计数据分析方法,每个组块持续时间为30 s,采用经典血液动力学反应模型(*hemodynamic response function, HRF*)进行拟合,对单个条件完成建模分析,并以将单个被试内不同run的数据进行叠加平均。③组间分析,由有限元分析工具(FEAT)完成,得到4组的对比结果。

2.4 统计学方法

使用SPM 8.0软件对数据进行统计分析。组内比较均采用单样本*t*检验,组间比较采用双因素方差分析,以语种和失语2个因素对4组进行全脑水平交互作用分析,然后在交互作用显著的脑区进行简单效应分析,得到各2组间脑激活区的对比结果,统计阈值设为*P*<0.05(Alphasim校正),激活体积阈值设为90个体素。最后将交互作用激活图叠加在MNI模板上,记录有统计学意义的团块大小、所在脑区及其坐标(MNI)以及*Z*值大小。

3 结果

读、书写评分和BDAE分级方面比较,差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。见表3。

3.1 2组患者组语言行为学测评比较

维吾尔和汉语患者组在复述、命名、听理解、阅

表3 2组患者组语言行为学测评比较

Table 3 Comparison of language behavior assessment between two patient groups

组别	例数	语言功能评估($\bar{x}\pm s$)					BDAE分级			
		复述	命名	听理解	阅读	书写	1	2	3	4
维吾尔患者组	15	29.10±10.80	43.50±20.10	68.30±16.20	40.70±17.10	29.20±28.40	4	6	2	3
汉语患者组	16	27.20±12.60	42.70±18.60	64.80±14.20	36.50±14.70	22.90±17.50	5	6	3	2
χ^2 值		-0.176	-0.037	0.480	1.060	1.250	1.250			
P值		0.862	0.970	0.630	0.290	0.210	0.870			

3.2 4组脑激活区比较

双因素方差分析结果显示,4组脑激活区比较在两侧枕叶外侧、额中回、中央前回、颞上回和额眶回的交互作用差异具有统计学意义($P<0.05$)。脑激活区情况见图1,具体脑激活区的坐标及相关信息见表4。

表4 4组交互作用脑激活区坐标及相关信息

Table 4 Brain interaction activation areas of four groups and related information

脑激活区域	体素	1-P/最大值	MNI坐标		
			x	y	z
左侧枕叶外侧	5 005	1	-24	-74	48
额中回	1 136	1	-42	0	52
右侧枕叶外侧	491	1	32	29	61
中央前回	319	1	56	2	40
颞上回	256	1	-54	-38	8
额眶回	173	1	-40	36	-18

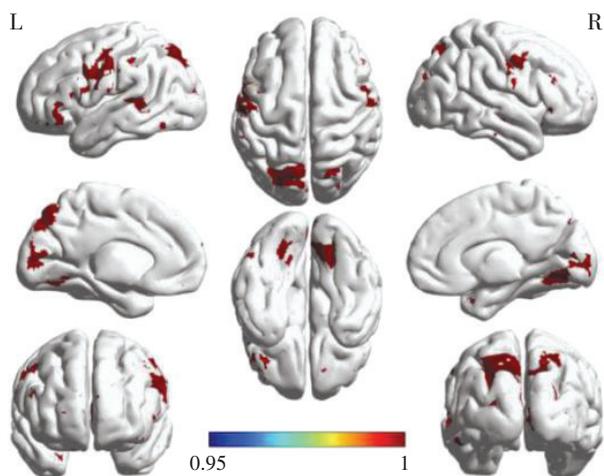


图1 4组交互作用脑激活图

Figure 1 Brain interaction activation image of four groups

3.3 2组脑激活区比较

在交互作用显著的脑区简单效应分析结果显示:维吾尔健康组在双侧额中回的激活强度大于维吾尔患者组,差异具有统计学意义($P<0.05$);在中央前回和左侧枕叶外侧的激活强度方面差异无统计学意义($P>0.05$)。汉语健康组在中央前回和左侧枕叶外侧的激活强度显著大于汉语患者组,差异具有统计学意义($P<0.05$);在双侧额中回的激活强度方面差异无统计学意义($P>0.05$)。维吾尔健康组和汉语健康组、维吾尔患者组和汉语患者组分别进行比较,简单效应差异无统计学意义($P>0.05$)。见表5。

表5 简单效应检验脑激活区的坐标及相关信息

Table 5 Brain simple effect activation areas and related information

激活脑区	体素	Z值	MNI坐标			简单效应分析	
			x	y	z	汉语:健康组-患者组	维吾尔:健康组-患者组
中央前回	684	4.010	44	10	30	√	×
左侧枕叶外侧	130	3.820	-48	-76	-8	√	×
左侧额中回	32 529	23.800	-44	2	52	×	√
右侧额中回	3 222	9.520	50	10	46	×	√

注:√在交互作用显著的区域简单效应检验有差异;×在交互作用显著的区域简单效应检验没有差异。

Note:√ there is a difference in the simple effect test in areas where the interaction is significant; × there is no difference in the simple effect test in the area where the interaction is significant.

4 讨论

失语症患者对特定的词汇类别表现出选择性认知加工障碍,提示心理语言学词典的组成成分(形、音、义、句法等)可能是按照不同词汇类别构建的,意味着每个词汇类别可能都有不同的神经机制。尽管,目前对失语症患者词类特异性损伤的临床表现模式及神经机制还不是很明确,但有研究报道词汇范畴训练有助于改善失语症患者的语言功能^[3]。提示对失语症患者的语言训练要进行范畴化,对动词加工障碍的患者进行动词或动作类信息的训练,可以更加有效改善患者的语言功能。动词产生是参与者根据所呈现的名词联想动词的过程,属于动词加工的产出阶段。维语文字和汉字不仅在构字因素,而且在字形、音、义等方面也有十分显著的差异。以往研究表明维语和汉语正常人动词产生激活的脑区也不完全相同^[9]。因此本研究采用 Bold-fMRI 比较维语、汉语运动性失语患者和维语、汉语健康志愿者在执行动词产生任务时的脑激活区,结果发现,4组在两侧枕叶外侧、额中回、中央前回、颞上回和额眶回有显著的交互作用,说明动词产生的神经机制会因语言种类不同和是否有失语症而有所差别。

简单效应分析表明,在母语为维语的健康组和患者组的对比中,发现健康组在双侧额中回的激活强度显著大于患者组,而汉语健康组和患者组的对比中差异无统计学意义,提示双侧额中回在维语动词产生中起重要作用。有学者认为,Broca区不仅包括左侧额下回盖部,还包括额中回等其他额叶脑区,共同参与词汇提取、语义处理和语音加工过程^[10]。SHAPIRO等^[11]应用 Bold-fMRI 研究涉及英文文字形态加工的脑区时发现,额中回在动词形态变化过程中的激活强度大于名词形态变化过程的强度,证明了额中回与动词的形态加工相关。HAVAS等^[12]研究发现,对母语为英语的健康人在左侧额中回进行重复经颅磁刺激会导致动词的加工障碍,而对名词的加工没有影响,相比之下,刺激左侧额下回时对名词和动词产生的影响相同,他们认为左侧额中回在处理与动词有关抽象语法(形态学)信息中起重要作用,而左侧额下回在将形态特征转换为语音信息中起重要作用。在拼音文字中,形态学指的是字母如何构成单词,即运用词头和词尾构

成不同类别的新词^[13]。本研究要求受试者根据名词联想动词,通常要经过视觉分析、词汇检索、词汇选择、语法编码(赋予动词的形态-句法特征)和语音编码输出等一系列信息加工处理过程。维语与英文一样是拼音文字,其大部分动词由动词词根或词缀与非动词如名词、形容词等复合而成,形态变化极其丰富^[14]。阿布都克力木等^[15]用事件相关电位研究维语形态加工的认知神经机制时发现,被试加工形态复杂词时与英语动词加工时一样出现了N400效应,他们认为维语的形态加工机制与英语的相同。因此本研究进一步证明了额中回在拼音文字动词形态加工中的重要作用。

对比母语为汉语的健康组和患者组时发现,健康组在中央前回和左侧枕叶外侧的激活强度显著大于患者组,而维语健康组和患者组的对比中差异无统计学意义,提示中央前回和左侧枕叶外侧在汉语动词产生中起重要作用。中央前回属于运动皮质,也是重要的运动语言区,其在动词产生任务中的显著激活支持了神经科学与心理学的具身认知理论^[16],即各种认知加工与身体的感觉-运动系统紧密联系,若一个与身体动作相关的动词(例如“吃饭”)和身体运动频繁地共同出现,可能会使外侧裂附近的神经元与运动区神经元形成一个功能单元,从而出现共同激活。本研究要求参与者联想的动词与动作相关,动词产生过程中可能会联想相关的动作,从而激活了运动皮质。此外,有研究报道中央前回参与语音加工^[17],以及和复杂音节的处理有关^[18]。本研究要求被试以默读的形式完成任务,被试需要默读呈现的单字名词,然后组合相关的动词,因此在执行任务时需要语音处理过程,从而激活了中央前回。中央前回在动词产生任务中的明显激活也合理地解释了用经颅直流电刺激或经颅磁刺激技术刺激中央前回,能改善非流畅性失语症患者动词产生能力^[19-20]的原因。

枕叶为视觉皮质中枢,左侧枕叶与文字阅读相关,右侧枕叶与视空间加工相关^[21]。SHAN等^[22]报道,左侧枕叶外侧负责汉字的字形加工,该区损伤的患者丧失了通过视觉获取词汇的能力。张劼等^[23]发现,左侧枕叶外侧在汉字字形辨认中的激活强度大于英文文字。此外,韩聪^[24]发现左侧枕叶外侧在汉语单字词音判断任务中显著激活,认为左侧

枕叶外侧在汉语语音加工中起重要作用。本研究以汉语名词为试验材料,通过视觉方式呈现,参与者首先要对给予的名词进行字形辨认,才能从大脑的词汇库中提取出名词的读音。因此,左侧枕叶外侧的显著激活提示其可能在汉字字形辨认和语音提取过程中起重要作用。

综上所述,本研究结果表明,语言种类和失语都会影响大脑动词产生的神经机制。动词产生过程涉及语音、语义和形态加工过程,负责加工这些信息的脑区有重叠,也有其独特的部分。除额叶、颞叶外,大脑中诸如运动皮质、枕叶等区域也参与了动词产生过程,这些脑区的损伤或其与左侧语言脑区的连接中断都会导致动词产生障碍。由于本研究样本量有限,未能对患者进行不同时期和不同病变部位的分层研究,今后会进一步扩大样本量进行更加细致的研究。

参考文献

- [1] LAZAR R M, MOHR J P. Revisiting the contributions of Paul Broca to the study of aphasia [J]. *Neuropsychol Rev*, 2011, 21(3): 236-239.
- [2] 吴铭. 动词、名词的词类特异性损伤[J]. *乐山师学报*, 2019, 34(6): 49-55.
WU M. Verbs specific deficits and nouns specific deficits [J]. *J Leshan Norm Univ*, 2019, 34(6): 49-55.
- [3] CHEN W L, YE Q, ZHANG S C, et al. Aphasia rehabilitation based on mirror neuron theory: a randomized-block-design study of neuropsychology and functional magnetic resonance imaging [J]. *Neural Regen Res*, 2019, 14: 1004-1012.
- [4] YANG H C, LIN Q X, HAN Z Z, et al. Dissociable intrinsic functional networks support noun-object and verb-action processing [J]. *Brain Lang*, 2017, 175: 29-41.
- [5] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国各类主要脑血管病诊断要点 2019[J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(9): 710-715.
Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Diagnostic criteria of cerebrovascular diseases in China (version 2019) [J]. *Chin J Neurol*, 2019, 52(9): 710-715.
- [6] 张庆苏, 纪树荣, 李胜利, 等. 中国康复研究中心汉语标准失语症检查量表的信度与效度分析[J]. *中国康复理论与实践*, 2005, 11(9): 703-705.
ZHANG Q S, JI S R, LI S L, et al. Reliability and validity analysis of Chinese Standard Aphasia Scale by China Rehabilitation Research Center [J]. *Chin J Rehabil Theory Pract*, 2005, 11(9): 703-705.
- [7] 席艳玲, 杨洁, 热娜·阿不都萨拉木, 等. 维吾尔语失语症检查法的标准化研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2015, 37(7): 509-512.
XI Y L, YANG J, RENA ABUDUSALAMU, et al. The standardization of a Uighur aphasia battery [J]. *Chin J Phys Med Rehabil*, 2015, 37(7): 509-512.
- [8] 李心天. 中国人的左右利手分布[J]. *心理学报*, 1983, 15(3): 268-275.
LI X T. The distribution of left and right handedness in Chinese people [J]. *Acta Psychol Sin*, 1983, 15(3): 268-276.
- [9] 祖丽皮努尔·阿卜杜萨迪克, 席艳玲, 王宝兰. 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[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2016, 38(11): 830-835.
ZULPINUER ABUDUSADIKE, XI Y L, WANG B L. Study on brain areas related to uighur and Chinese verb generation task with functional MRI [J]. *Chin J Phys Med Rehabil*, 2016, 38(11): 830-835.
- [10] HARTWIGSEN G, SAUR D. Neuroimaging of stroke recovery from aphasia—Insights into plasticity of the human language network [J]. *Neuroimage*, 2019, 190: 14-31.
- [11] SHAPIRO K A, MOO L R, CARAMAZZA A. Neural specificity for grammatical operations is revealed by content-independent fMRI adaptation [J]. *Front Psychology*, 2012, 3: 26.
- [12] HAVAS V, GABARRÓS A, JUNCADELLA M, et al. Electrical stimulation mapping of nouns and verbs in Broca's area [J]. *Brain Lang*, 2015, 145/146: 53-63.
- [13] FINLEY S. Cognitive and linguistic biases in morphology learning [J]. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci*, 2018, 9(5): e1467.
- [14] 木那瓦尔·吐送尼牙孜. 形态学视域下的现代汉语和现代维吾尔语名词研究[J]. *西部学刊*, 2019(1): 119-123.
MUNAWAER TUSONGNIYAZI. A study of modern Chinese and Modern Uyghur Nouns from the perspective of Morphology [J]. *J West*, 2019(1): 119-123.
- [15] 阿布都克力木·阿布力孜, 江铭虎, 姚登峰, 等. 维吾尔语形态复杂词汇的神经表征和处理机制研究: 以心理语言学研究结论为证据[J]. *计算机工程与科学*, 2015, 37(12): 2300-2305.
ABUDOUKELIMU ABULIZI, JIANG M H, YAO D F, et al. Neural representation and processing of Uyghur morphologically complex words: evidence from psycholinguistics method [J]. *Comput Eng Sci*, 2015, 37(12): 2300-2305.
- [16] ADAMS F. Embodied cognition [J]. *Phenom Cogn Sci*, 2010, 9(4): 619-628.
- [17] RIPAMONTI E, FRUSTACI M, ZONCA G, et al. Disentangling phonological and articulatory processing: a neuroanatomical study in aphasia [J]. *Neuropsychologia*, 2018, 121: 175-185.
- [18] 王星. 汉语合成复合词的失语症研究[D]. 徐州: 江苏师范大学, 2014: 1-96.
WANG X. An aphasic study on the synthetic compounds in mandarin Chinese [D]. Xuzhou: Jiangsu Normal University, 2014: 1-96.

- [19] PISANO F, MARANGOLO P. Looking at ancillary systems for verb recovery: Evidence from non-invasive brain stimulation [J]. *Brain Cogn*, 2020, 139: 105515.
- [20] AGUIAR V, BASTIAANSE R, CAPASSO R, et al. Can tDCS enhance item-specific effects and generalization after linguistically motivated aphasia therapy for verbs? [J]. *Front Behav Neurosci*, 2015, 9: 190.
- [21] BRAND J, PICCALILLI M, HEPP-REYMOND M C, et al. Brain activation during visually guided finger movements [J]. *Front Hum Neurosci*, 2020, 14: 309.
- [22] SHAN C L, ZHU R J, XU M W, et al. Implicit reading in Chinese pure alexia [J]. *Brain Lang*, 2010, 114: 147-56.
- [23] 张劼, 陈钟琴, 罗本燕. 中西方纯失读症在视觉词形加工机制上的差异[J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2016, 16(5): 258-263.
- ZHANG J, CHEN Z Q, LUO B Y. The differences of visual word form processing mechanism between Chinese and Western pure alexia [J]. *Chin J Contemp Neurol Neurosurg*, 2016, 16(5): 258-263.
- [24] 韩聪. 基于功能性核磁共振的汉字语义加工脑机制研究[D]. 长春: 吉林大学, 2016: 1-42.
- HAN C. Brain mechanism of Chinese semantic processing: an fMRI study [D]. Changchun: Jilin University, 2016: 1-42.

Contrastive Study of Brain Activation Regions during Verb Production in Uyghur and Chinese Broca Aphasia Patients after Stroke

ZUHERE Rouzi¹, MENG Shikai^{2,3}, MA Xiaoting¹, XI Yanling^{1,4*}

¹ The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830000, China;

² School of Language Science and Art, Jiangsu Normal University, Xuzhou, Jiangsu 221000, China;

³ Jiangsu Polytechnic Engineering School, Nantong, Jiangsu 226000, China;

⁴ Shanghai Pudong New Area Guangming Hospital of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 200000, China

*Correspondence: XI Yanling, E-mail: xyl19771010@126.com

ABSTRACT Objective: Blood oxygenation level dependent-functional magnetic resonance image (Bold-fMRI) was used to compare the brain activation of Uyghur and Chinese broca aphasia patients during verb production task, exploring the neural mechanism of verb production, in order to provide basis for the evaluation and treatment of Uyghur and Chinese broca aphasia patients. **Methods:** A total of thirty-one patients with broca aphasia who met the inclusion and exclusion criteria were selected, including 15 patients in the Uyghur patient group and 16 patients among the Chinese patient group. Thirty-six healthy volunteers were recruited and matched with the patients in the ethnicity, sex, age and years of education, with 18 in each group. Language function was evaluated by Uyghur and Chinese standard aphasia test. Using Uyghur and Chinese nouns as basic experimental materials, Bold-fMRI data were collected when subjects performed the verb production task. SPM 8.0 software was used for statistical analysis, language and aphasia factors were used for double factor variance analysis to compare the interaction at the whole brain level of the four groups. Simple effect analysis was performed in the brain regions with significant interaction, and the differences in brain activation were compared between the two groups. **Results:** In terms of language functions, there were no significant differences in repetition, naming, listening and understanding, reading, writing scores and BDAE grading between the Uyghur and Chinese patient groups ($P > 0.05$). The four groups showed significant interaction in the activation of bilateral lateral occipital lobe, middle frontal gyrus, precentral gyrus, superior temporal gyrus and fronto-orbital gyrus; there were statistically significant differences in activation intensity of bilateral middle frontal gyrus between the Uyghur healthy group and patient group ($P < 0.05$), but there were no statistically significant differences in activation intensity of precentral gyrus and left lateral occipital lobe ($P > 0.05$). There were statistically significant differences in activation intensity of precentral gyrus and left lateral occipital lobe between the Chinese healthy group and patient group ($P < 0.05$), while there were no statistically significant differences in activation intensity of bilateral middle frontal gyrus ($P > 0.05$). There were no statistically significant differences in simple effect comparison between the Uyghur healthy group and Chinese healthy group, or the Uyghur patient group and Chinese patient group ($P > 0.05$). **Conclusion:** Language type and aphasia both affect neural mechanism of brain verb production; the left middle frontal gyrus may play an important role in morphological processing of Uyghur verbs; the precentral gyrus may be involved in phonetic coding output of Chinese.

KEY WORDS broca aphasia; verb production; Bold-fMRI; cross-linguistic language; Uyghur; Chinese

DOI:10.3724/SP.J.1329.2022.03003