

新颖词汇学习中大脑激活模式的 fMRI 研究^{*}

方卓¹, 王伟², 熊小双², 肖壮伟¹, 张学新³

(1. 汕头大学 医学院广东省医学分子影像重点实验室, 广东 515041;
2. 西安第四军医大学 唐都医院放射科, 西安 710038; 3. 香港中文大学 心理系, 香港 999077)

摘 要: 该研究利用功能磁共振脑成像(fMRI)技术, 比较在新颖语言学习和母语学习过程中大脑皮层参与的异同。实验设置德语学习和汉语学习两个条件, 采用跨通道联结学习范式, 要求被试在听到听觉词汇后, 按键判断屏幕上所呈现的图片是否与所听词汇匹配。行为数据显示, 被试在六段实验后基本掌握了德语语音和语义之间的联结关系; 脑成像数据显示, 两种学习任务都激活了语言加工的主要脑区, 而德语词汇学习过程相比汉语参照条件对应的颞叶激活强度与范围有较大的差异, 并且比汉语条件表现出更显著的前额叶区域激活。

关键词: 新颖词汇学习; 大脑激活; 语音加工; 语义加工; fMRI

中图分类号: B842.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-5184(2010)02-0041-07

1 引言

当我们听到“我很高兴”, 能够马上理解它的意思, 但假如我们不懂英语, 就不可能听懂“I am very happy”。我们能够听懂一句话, 是因为该语音串在我们的大脑中能激活相应的概念。反之, 如果我们大脑中, 一个语音串无法激活相应的概念, 我们便不能理解这句话的意思。因此, 大脑中存在联结语音和概念的信息系统。语言学习的过程, 就是在大脑中形成针对该语言这些联结, 从而达到能够理解一种语言的信息输入^[1]。

随着医学影像技术的迅速发展, 功能磁共振成像(functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI)作为一种非侵入式、高空间分辨率且代价相对适当的脑成像技术, 被广泛应用于认知神经科学的研究中, 使得更为直观和准确地观察大脑在认知活动过程中的变化成为可能。

有关语言加工的脑机制, 最早的证据来自对失语症病人的研究^[2]。研究发现由弓形束联结起来的额叶与颞叶区域是语言加工的关键脑区, 这两个区域分别被称为布洛卡区与威尔尼克区。从而形成经典的布洛卡-威尔尼克模型。随着脑成像技术的不断进步, 越来越多的研究运用 PET 和 fMRI 技术定位大脑中的语言功能区。Petersen^[3]最早通过实验提出左侧前额叶和语义分析有关。在此基础上, Wanger^[4,5]等采用语义启动等多项语义加工任务, 都发现了 LIF 的明显激活。Heim^[6]等认为 Broca 区的上部在语音的提取上具有非常重要的作用。而对于听觉语音加工, 大量研究证明了颞叶在这一过程中的重要作用。Belin^[7]等采用 fMRI 研究发现人类声音可以引起颞上沟区域的激活, 且激活程度比非语音听觉刺激更为强烈, 表明颞上沟是加工语音的重要区域。Binder^[8]等研究也得出了一致的结果。

近年来, 研究者在语音和语义加工的脑区定位研究基础上, 逐步开始考察两者之间的联结机制。Raboyea^[9]等采用联结学习范式, 运用 PET 技术考察被试在学习建立非母语语音到语义之间的联结的脑机制。研究选取有英语学习经验的法国被试, 在为期一个月的学习阶段, 给被试呈现物体图片, 并提供相应的英语单词以及它的读音, 使被试学习能够用英语命名图片。在学习前后, 分别要求被试用英语和法语对图片进行命名。结果发现, 在英语条件下, 激活主要出现在右半球。同时, 发现英语训练前后相比, 负责注意加工的前扣带回激活出现增强。此外, Breitenstein^[10]等采用在线联结学习范式考察了词汇-语义学习引起的脑可塑性变化。研究中, 首先, 给被试听觉呈现英语(非母语)假词, 紧接着呈现图片, 被试的任务是凭直觉判断所听到的词

^{*} 基金项目: 香港中文大学 Direct Grant # 2020911 项目。
通讯作者: 张学新, E-mail: jxzhang@cuhk.edu.hk。

汇与所出现的图片是否匹配。实验根据语音与图片联结情况,确定学习条件和控制条件。学习条件设置某一语音经常与特定图片配对出现,即存在多次重复的联结;控制条件则设置语音与图片随机配对,不会重复。将学习条件中多次配对出现的语音与图片作为正确的联结。结果发现学习条件和控制条件下,都出现了经典的语言区域的激活,其中左半球处于优势地位。而右侧额下区域,及右侧布洛卡区的部分区域,则仅仅在学习条件下出现激活。

但是,Raboyea 的研究中,被试有一定的英语学习经验,在语音和语义的联结过程中,存在众多复杂的影响因素;学习过程中,视觉词汇的存在使得研究在语音和语义建立联结方面不够纯粹。Breitenstein 的研究,未能考察外显的学习过程对大脑激活的影响,同时,实验中没有一种固有的联结作为基线,难以考察新联结造成的脑激活是否与固有联结不同。

研究同样采用跨通道联结学习范式,选择德语作为刺激条件,所选被试均无德语学习的任何经验,同时,设置汉语学习作为对比,以此考察新颖词汇学习中大脑激活的不同,整个学习过程都是外显的。将感兴趣的区域(Region of Interest, ROI)主要集中在额叶和颞叶两个语言加工的主要区域。

2 实验方法

2.1 被试

西安第四军医大的健康本科大学生 16 名,年龄在 20~28 岁。所有被试母语均为汉语,从无德语学习的任何经验,听力经音叉测量后判定正常,视力或校正视力正常,均为右利手。所有被试在实验前都签署了知情同意书,实验后获得一定报酬。

2.2 实验材料

实验材料分为听觉材料和视觉材料。

听觉材料:汉语词汇 35 个,均为名词,选自《现代汉语词典》,平均词频为 11.81/百万,($SE = 2.95$)。由汉语母语者录制。与汉语词汇相同的德语词汇 35 个,由德语母语者录制,均为男性。所有听觉词汇经 cool-edit 音频编辑软件进行编辑,在保证词语不失真的情况下,所有词汇词长控制为 650ms。其中用作练习的德语、汉语词汇各 5 个。其他 30 个汉语词汇和 30 个德语词汇随机分为两组实验材料。每一组材料有 15 个汉语词汇,15 个德语词汇(德语和汉语词汇所表示的物体不同);其他

材料做为第二组。两组材料随机分配给每个被试,即其中 8 组被试用第一组材料,另外 8 组被试用第二组材料,这样做的目的是为了平衡材料之间的差异。

视觉材料:与上述听觉词汇匹配的实物图片 40 幅,其中 10 幅用作练习。另外 30 幅用作正式实验。在每一组材料中,15 幅匹配德语听觉词汇,另外 15 幅匹配汉语听觉词汇。所有图片为彩色图片,白色背景。分辨率为 287×191 。

2.3 实验程序

实验采取 block-design,实验任务的基本流程为:首先,屏幕上呈现注视点“+”800ms,紧接着通过耳机呈现听觉词汇 700ms,词汇呈现完毕后,屏幕上出现一幅图片,图片呈现时间为 1500ms,要求被试在这 1500ms 之内按键(错误按右键,正确按左键)判断所呈现的图片是否与所听到的词汇一致。被试按键后图片即刻消失,屏幕将呈现反馈,告知被试所作的判断是否正确。从图片出现到反馈结束,共 2000ms。

正式实验共为 6 个 run,均在扫描仪中进行,每一段实验任务包括 3 个德语任务 block,和 3 个汉语任务 block,每个 block 有 15 个 trial,每段实验共 90 个 trial,每个 trial 为 3.5s。每个 block 之间间隔 10s,德语任务和汉语任务之间间隔 15s。一个 run 的持续时间为 6'20"。在每个 run 开始前,会有 10s 的准备提示,以使机器的信号趋于稳定,有利于采集到优质的图象,这 10s 钟提示被试闭眼休息,准备进行实验。在被试进入扫描仪进行正式实验之前,会在扫描仪外进行两段练习实验,目的是让被试完全了解实验的任务,以及注意事项。练习所用的实验材料不会出现在正式实验中。

2.4 数据采集

使用 3T GE MRI 扫描仪和标准线圈,用于数据的采集。声音刺激由被试所带的磁共振环境下专用的耳机呈现。在双耳两侧和颈后用填充物固定头部。视觉刺激由专用的投影仪呈现,投影仪摆放在扫描仪的后方,在被试头部固定线圈上方有一个倒视镜,被试通过倒视镜可以看到呈现的视觉刺激。实验前被试可将镜子调整至合适的角度,并要向被试强调在扫描过程中要保持头部不动,在被试完全了解实验任务后开始进行。功能成像数据的采集是通过 $T2^*$ 梯度回波平面成像($T2^*$ -weighted gradi-

ent—echo planar imaging, EPI)完成的。扫描参数如下:TR = 2000 ms, TE = 30 ms, flip angle = 90;功能扫描为:acquisition matrix = 64 x 64,采集视野 FOV = 256 x 256mm, slice thickness = 6 mm, no skip;由 T1—weighted spin echo pulse sequence (TR = 204ms, TE = 14 ms)。

2.5 fMRI 数据处理与分析

所有的 MRI 数据都采用 SPM2 软件([http://www.fil.ion.ucl.ac.uk.apm/](http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/apm/))进行处理。首先,利用 SPM 中的 DICOM 工具将图像格式转化为 Analyze 图像格式。预处理第一步将每个被试的每卷功能像与扫描的第一卷图像配准(realign),完成头动矫正。然后,将每个被试 EPI 成像的平均图像与软件自带的 MNI 单被试模板进行标准化,再进一步完成平滑处理。完成数据预处理后,为每个被试建立统计模型,即一般线性模型(General Linear Model ,GLM), 并采用 AR (1) 方法进行时间自相关拟合。统计模型就是构建一个多重回归设计矩阵,实验中包括 2 个实验条件:汉语学习条件和德语学习条件。两种学习过程的主效应分别用各自的实验条件减去静息,考察汉语学习过程大于基线水平和德语学习过程大于基线水平的脑激活情况,同时考察两种条件的脑激活差异。最后,采用单样本 *t* 检验对全体被试在每个比较条件下的结果实施组分

析。研究采用了 $p<0.001$ 的阈值,只有激活体积不少于 10 个体元的簇(cluster)才被认为是有效激活。

3 实验结果

3.1 行为数据

如表 1 所示,六段学习任务后,16 名被试德语任务平均准确率由第一段的 58%上升至第六段的 88%,通过 T 检验,两者有非常显著的统计学差异($p<0.001$)。认为,经过六段学习,被试已经能够掌握大部分德语语音及其语义的正确联结。而汉语任务的准确率在六段学习中并无显著的差异,这一结果是合理的,汉语做为母语,汉语语音及其语义之间的联结是稳固的,被试无须进行学习,准确率自然保持在一个相对一致的水平。德语任务的反应时在六段任务中并无明显的差异,相反,汉语任务的反应时由第一段到第六段存在一定的下降趋势,通过 T 检验,两者存在比较显著的差异($p<0.05$)。分析其原因,由于汉语是被试的母语,当被试逐渐熟悉实验环境后,面对同样的任务,自然会越来越熟练,反应也会越来越快。而德语任务是被试比较陌生的,在六段学习中,为了保证判断的准确,被试始终要对这些词语进行学习和记忆,因此,被试的反应时不会出现明显的差异。

表 1 德语任务和汉语任务平均准确率/平均反应时及标准差

序列	平均准确率		平均反应时(ms)	
	德语	汉语	德语	汉语
1	58% (0.07)	96% (0.04)	678 (181)	530 (98)
2	73% (0.04)	97% (0.04)	703 (116)	491 (60)
3	77% (0.1)	98% (0.02)	694 (132)	477 (55)
4	83% (0.09)	98% (0.02)	682 (99)	474 (49)
5	85% (0.07)	99% (0.01)	667 (88)	476 (41)
6	88% (0.07)	99% (0.01)	674 (86)	478 (55)

3.2 成像数据

3.2.1 两种学习任务与休息状态比较得到的激活

如图 1 所示,为六个序列实验结果整合之后,两种任务与休息状态相减得到的结果。其中黑色区域代表正激活的区域,亮度越高,说明激活越强。灰色代表负激活区域,研究只关注正激活的区域。与休息状态相比,汉语学习和德语学习都唤起了相当数量脑区的激活。包括双侧额上回、右侧额

中回、左侧顶叶(BA7)、中央前回(BA6)以及右侧枕中回。汉语任务还主要激活了内侧前额叶皮质。德语任务则激活了双侧额下回(BA47)、右侧额上回、左侧额中回以及左颞梭状回(BA47)。但是两种条件下,激活的范围和强度有所不同。两种任务与基线相减得到的具体激活区域见表 2。

3.2.2 两种学习任务相比较得到的激活

如图 2 所示,为六个序列实验结果整合之后,两种任务

相减得到的结果。其中黑色区域代表正激活的区域,亮度越高,说明激活越强,灰色代表负激活区域,研究只关注正激活的区域。根据减法法则,用德语任务减去汉语任务发现较多区域出现显著的激活,包括双侧额中回(BA9/46)、双侧额上回(BA8)、双侧额中回(BA21)、右侧枕中回(BA18/19)以及右侧舌回。汉语任务减去德语任务,则出现左侧顶叶(BA7/31)、右侧顶下叶、右脑内侧前额叶皮质、左侧枕叶(BA19)等

区域的明显激活。
实验结果中值得关注的是两种任务中额叶区域的激活差异。从表 3 可以看出,德语任务与汉语相比,在额叶区域产生的激活差异非常显著。德语任务减去汉语任务,双侧额中下回(BA9/46),以及双侧额上回(BA8)都出现了显著的激活。尤其是额中回的激活非常明显,而汉语任务减去德语任务,仅仅在右脑额内侧区域产生激活。

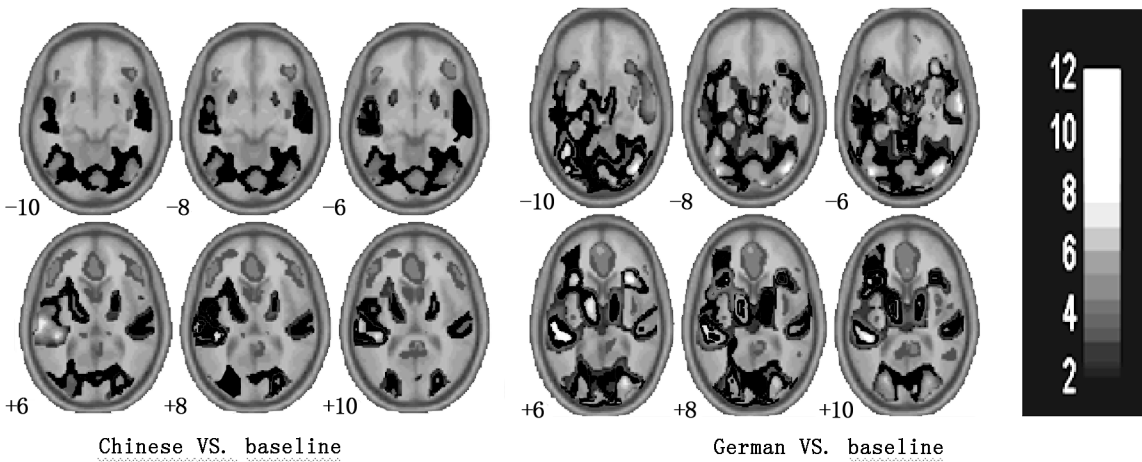


图 1 两种学习任务减去休息状态的脑激活轴状 t 值图(六个序列整合结果)

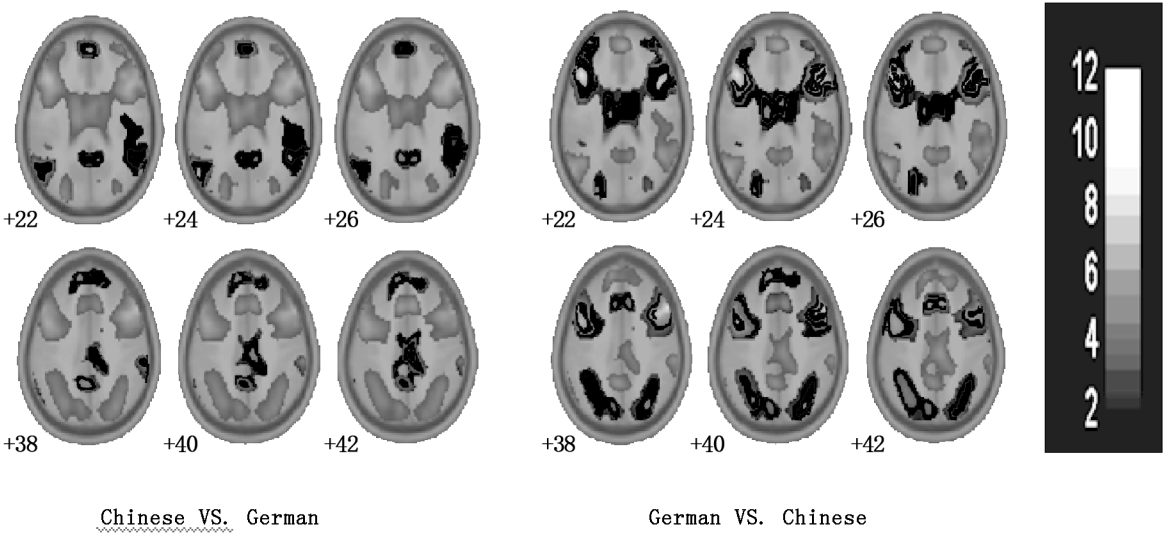


图 2 两种学习任务相减的脑激活轴状 t 值图(六个序列整合结果)

其中, $p < 0.001$, 最少 10 个相邻体素, 这些 t 激活图像都覆盖在标准的 SPM 脑解剖模板上; Z 值标明在 Talairach 空间中每个扫描层面的 Z 坐标。

实验得到的所有激活脑区如表 2 所示。其中, baseline 代表基线、Chinese 代表汉语学习条件、German 代表德语学习条件。

表 2 不同学习任务与基线状态相比得到的脑激活区
Regions that showed effects of compared with different learning tasks with rest

Contrast	anatomical structure	Clusters size		Talairach coordinate		
		(number of voxels)	T values	x	y	z
Chinese—baseline	Temprol_Sup_L(BA22)	1192	8.45	−66	−27	3
	Temprol_Sup_L		7.3	−54	−21	3
	Temprol_Sup_L		7.28	−42	−36	9
	Temprol_Sup_R	597	4.78	66	−12	0
	Temprol_Mid_R		5.33	51	−15	3
	Frontal_Med_R	434	5.48	−6	0	54
	Precentral_L(BA6)	293	4.62	−45	−6	57
	Precentral_L(BA6)		4.14	−42	−3	42
	Precentral_L(BA6)		3.66	−30	−9	51
	Precentral_L(BA6)	88	4.29	48	−3	42
	Parietal_Sup_L	290	4.72	−30	−60	54
	Occipital_Inf_R(BA18)		6.25	42	−81	9
German—baseline	Frontal_L	8063	11.05	−45	24	18
	Frontal_Mid_L(BA6)		10.66	−48	3	42
	Frontal_Mid_R(BA9)		8.21	57	18	36
	Frontal_Sup_R(BA6)	537	9.17	3	12	57
	Frontal_Sup_L		5.96	−6	21	48
	Frontal_Inf_R	1043	8.57	45	6	33
	Precentral_R		7.33	45	−3	45
	Sup_Moter_Area_L	330	8.69	0	9	54
	Sup_Moter_Area_L		8.21	−9	−6	69
	Sup_Moter_Area_R	173	9.17	3	12	57
	Temporal_Sup_L		10.53	−45	−36	6
	Temprol_Sup_R	343	9.2	63	−12	−3
	Temporal_Mid_R	447	8.18	66	−21	6
	Temporal_Mid_R		8.42	66	−21	3
	Occipital_Mid_L(BA18)	1781	6.32	−39	−81	−9
	Parietal_Sup_L		7.72	−33	−51	42

注:BA 表示 Bradman area;L、R 分别表示左、右半球;激活体积单位为 voxel;xyz 为 Talairach&Tournoux(1988)脑图谱坐标;设置的阈限水平为 $p<0.001$ (uncorrected),cluster ≥ 10 。

表 3 汉语任务及德语任务产生的额叶区域激活差异

		Clusters size	Talairach			
				coordinate		
Contrast	anatomical structure	(number of voxels)	T values	x	y	z
German—Chinese	Frontal_Mid_R		8.25	48	15	33
	Frontal_Mid_R(BA9)		8.21	57	18	36
	Frontal_Mid_L(BA9)		7.62	−42	18	30
	Frontal_Mid_L(BA46)		7.4	−45	45	6
	Frontal_Mid_R	42	4.07	36	51	21
	Frontal_Sup_R(BA8)	542	6.17	3	21	51
	Frontal_Sup_L		5.96	−6	21	48
Chinese—German	Frontal_Med_R	654	6.14	3	51	24

注:BA 表示 Bradman area;L、R 分别表示左、右半球;激活体积单位为 voxel;xyz 为 Talairach&Tournoux(1988)脑图谱坐标;设置的阈限水平为 $p<0.001$ (uncorrected),cluster ≥ 10 。

4 讨论

4.1 两种学习任务共同激活的脑区

德语词汇学习过程与母语条件都激活了语言加工的几个主要区域,这与早前研究结果相一致。Price^[11,12]等人通过大量的脑损伤病人研究、功能成像研究,在言语加工的脑皮层定位问题上已经得到了比较一致的结论。这些研究确定了左脑外侧裂皮层内的经典语言区对语言加工的重要作用,这些脑区包括布洛卡区、威尔尼克区、角回等;除该区域外,与语言活动相关的激活也发生在颞中回、颞下回、颞极、舌回、梭状回、前额中部区域(背外侧前额叶)。除了额叶及颞叶区域激活,两种任务在左侧顶叶和右侧枕中回区域也出现了较为明显的激活。顶叶被认为在语义提取中有着一定的作用^[13]。Spitzer^[14]在研究不同语义范畴图片命名的实验中,发现颞顶联合区有明显激活。在研究中,汉语任务下左侧顶叶的激活更为明显,一部分原因可能是由于汉语词汇本身特殊的语义加工方式所造成^[15]。而德语任务中右侧枕中回的激活强于汉语任务,这一结果可能是由于被试完成德语判断任务时,需要分配更多的视觉注意在呈现图片上,以此来确定图片所包含的语义与听到的语音词汇是否匹配。

4.2 德语学习与汉语学习脑激活区域比较

结果显示,两种任务中双侧颞上回、双侧颞下回及左侧颞中回都出现了显著的激活。但是,在汉语学习任务中,颞中回仅在左侧出现激活,德语学习任务中,颞上回、颞中回以及颞下回均出现了双侧的激活。颞中回在语音加工中被认为对单词这一水平的

加工起着重要的作用,liu^[16]等人关于汉语语调与韵母的研究支持这一结果。而 Dronkers^[17]及 Luo^[18]等人的研究认为颞中回在音与义之间形成联结中起作用。研究任务正是要求被试在语音和语义之间形成联结,在两种任务中,左侧颞中回都出现了显著的激活,更为重要的是,德语任务下,双侧颞中回均出现了激活。Damasi^[19,20]等通过研究发现,在执行大多数语言任务时,右脑相对应区域也发生激活,这些脑区通常有具体分工,专门负责加工语言中的特异性成分,如词汇的语义加工等。研究一定程度上验证了这一结果,说明在德语学习过程中,被试要形成这一新的联结需要更多计算要求,所以在特定区域有更强或更大范围的功能激活^[21]。

Gabriel^[22]曾提出这样的假设,认为在一个语义任务中,如果存在多种可能的答案,那么左侧前额叶的激活反应了在完成这一任务时大脑提取知识的程度。这个过程包括了对信息做出合适的选择过程,这一对知识进行的搜索同时还会激活右侧小脑。在研究中,被试对德语听觉词汇所表达的正确语义信息有很大的不确定性,就需要通过前面的学习对信息进行搜索与选择,因此需要语义加工相关脑区更多的参与,从而导致左侧前额叶,尤其是额中下回的显著激活,而且在德语任务中,人们也额外的发现了右侧小脑的激活,一定程度上印证了他的假设。

众多研究者采用押韵判断的范式研究视觉语音的加工,发现了左侧额下回的激活。认为这是因为押韵任务需要被试记住前面相继呈现的刺激,以便与目标刺激进行比较,会引起被试在脑中进行“语音

复述”。因此,额下回的激活反映了语音信息的短时存储^[23]。在研究中,被试在初学德语时,需尽量将它的语音信息以及与语义的匹配关系完整保存在短时记忆中,并且通过不断的复述进入长时记忆系统。因此在德语任务中,左侧额中下回的激活特别明显。值得一提的是,德语学习任务在前额叶区域出现了双侧的激活。说明在德语任务中,右脑也参与并发挥了一定的作用,Wang^[25]认为学习任务有可能影响大脑皮层的活动方式。被试完成德语判断实际就是学习的过程,研究初步认为,德语学习过程可能引起右侧额叶区域的激活。

研究还发现汉语任务下在右侧额内叶区域出现了激活。彭聃龄^[15]等人的研究指出,右侧额内叶区域尤其是右侧前扣带回在汉语语义选择过程中有着重要的作用。说明这一激活很有可能是由汉语词汇特有的音义加工方式所引起。

5 结论

5.1 实验采用跨通道联结学习范式,以汉语为控制条件,考察了新颖词汇学习中大脑的激活模式,结果发现两种任务下都激活了额叶和颞叶部分语言加工的重要区域,只是两种任务下激活的范围和强度有所不同。

5.2 德语词汇学习过程中产生的颞叶激活强度比汉语条件更为显著,同时德语词汇学习过程比汉语条件产生了更显著的前额叶区域的激活。

参考文献

- 刘润清,胡壮麟. 认知语言学概论—语言的神经认知基础. 外语教学与研究出版社. 19—20.
- Geschwind N. The organization of language and the brain. *Science*, 1970, 170: 940—944.
- Petersen S E, Fox P T, Posner M I, et al. . Positron emission tomographic studies of the conical anatomy of single—word processing. *Nature*, 1988, 331: 585—589.
- Wagner A D, Koutstaal W, Maril A, et al. . Task—specific repetition priming in left inferior prefrontal cortex. *Cereb. Cortex*, 2000, 10: 1176—1184.
- Wagner A, Paré—Blagoev E, Clark J, et al. . Recovering Meaning Left Prefrontal cortex Guides Controlled Semantic Retrieval. *Neuron*, 2001, 31: 329—338.
- Heim S, Friederici A D. Phonological processing in language production: time course of brainactivity. *Neuroreport*, 2003, 14(16): 2031—2033.
- Belin P, Zatorre R J. Spectral and Temporal Processing in Human Auditory Cortex. *Cerebral Cortex*, 2001, 11(10): 946—953.
- Binder J R, Frost J A, Hammeke T A, et al. . Human Temporal Lobe Activation by speech and nonspeech sounds. *Cerebral Cortex*, 2000, 10: 513—528.
- Raboyeau G, Marie N, Baldyck S. Lexical learning of the English language: a PET study in healthy French subjects. *NeuroImage*, 2004, 22: 1808—1818.
- Breitenstein C, Jansen A, Deppe M. Hippocampus activity differentiates good from poor learners of a novel lexicon. *NeuroImage*, 2005, 25: 958—968.
- Price C J. The functional anatomy of word comprehension and production. *Trends Cognitive Science*, 1998, 2: 281—288.
- Price C J. The anatomy of language: contributions from functional neuroimaging. *Journal of Anatomy*, 2000, 197(3): 335—359.
- Zhuangwei Xiao, John X, Zhang. Differential Activity in Left Inferior Frontal Gyrus for Pseudowords and Real Words: An event—related fMRI study on auditory lexical decision. *Human Brain Mapping*, 2005, 25: 212—221.
- Spitzer M, Kischka U, Guckel F, et al. . Functional magnetic resonance imaging of category—specific cortical activation: evidence for semantic maps. *Cognitive Brain Research*, 1998: 309—319.
- 彭聃龄,徐世勇,丁国盛. 汉语单字词音、义加工的脑激活模式. *中国神经科学杂志*, 2003.
- Li Liu, Danling Peng, Guosheng Ding, et al. . Dissociation in the neural basis underlying Chinese tone and vowel production. *NeuroImage*, 2006, 29: 515—523.
- Dronkers N. A new brain region for coordinating speech articulation. *Nature*, 1996, 384(14): 159—161.
- Luo J, Niki. Does hippocampus associate discontinuous events? Evidence from even—related fMRI. *Hippocampus in Press*, 2004.
- Damasio H, Grabowski T J, Tranel D, et al. . A neural basis for lexical retrieval. *Nature*, 1996, 380: 499—505.
- Thompson—Schill S L, Swick D, Farah M J, et al. . Verb generation in patients with focal frontal lesions: a neuropsychological test of neuroimaging findings. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 1998, 95: 15855—15860.
- Daniela P, Jubin A. The neural basis of first and second language processing. *Current Opinion in Neurobiology*, 2005, 15: 202—206.
- Gabrieli J D E, Poldrack R A, Desmond J E. The role of left prefrontal cortex in language and memory. *PNAS*, 1998, 95: 906—913.
- 邓园,丁国盛,彭聃龄. 左侧前额叶语言加工功能研究综述. *心理科学*, 2003, (26)4: 687—689.

7

Jacoby L L. A process dissociation framework:Separating automatic from intentional uses of memory. *Journal of Memory and Language*,1991,30:513—541.

8

JonesG V. Independence and exclusivity among psychological processes:Implications for the structure of recall. *Psychological Review*,1987,94:229—235.

9

Tulving E. Memory and consciousness. *Canadian Psychologist*,1985,26:1—12.

10

Yonelinas A P, Jacoby L L. The relation between Remembering and Knowing abases for recognition: Effects of size congruency. *Journal of Memory and Language*, 1995,34:622 - 643.

11

莫雷,冷英. 目标焦点监控下目标信息的建构与整合. *心理学报*,2005,37:41—50.

12

王瑞明,莫雷,吴俊等. 文本阅读中背景信息的加工过程:激活与整合. *心理学报*,2007,39:589—601.

Consciousness of Text Representation in Text Reading

Zou Yanrong Wang Ruiming

(Center for Studies of Psychological Application,South China Normal University, Guangzhou 510631)

Abstract:The consciousness of text representation, on the basis of the dual—processing model of recognition, is a new and hot issue in the field of text Reading. Its research paradigm mainly includes the paradigm of Remember—Know (RK), of Independence—Remember—Know (IRK) and of Process—Dissociation—Procedure (PDP). These three paradigms, with their respective characteristics, are usually combined and employed in many researches. The present researchers study the consciousness of text representation in text reading by means of the latest paradigm, and have drawn initial and important conclusions. However, there still exist some problems in current research which need further attention from the researchers in the future.

Key words:text reading; text representation; recollection; familiarity

(上接第 47 页)

24

Burton M W,Small S L,Blumstein S E,et al. . The role of segmentation in phonological processing;an fMRI investigation. *Journal of Cognitive Neuroscience*,2000.

25

Wang Y,Sereno J, Jongman. A fMRI evidence for cortical modification during learning of mandarin lexical tone. *Journal of Cognitive Neuroscience*,2003.

Brain Activations in Novel Word Learning

Fang Zhuo¹, Wang Wei², Xiong Xiaoshuang², Xiao Zhuangwei¹, Zhang Xuexin³

(1. Guangdong Key Laboratory of Medical Molecular Imaging, Shantou 515063 ;

2. Department of Radiology, Tangdu Hospital, Fourth Military Medical University, Xi'an 710038;

3. The Chinese University of Hong Kong, Department of Psychology, Hong Kong 999077)

Abstract:This study used fMRI to examine the brain regions involved in phonological and semantic processing during a novel lexical learning task. Chinese participants who did not know German learned to match spoken German words with pictures. Following presentation of an auditory word, participants would see a picture displayed on the screen and were asked to judge whether or not the picture matched the word and then indicate their response with a button press. A task involving mapping between Chinese words and pictures that does not involve learning was used as a control. Compared to the resting baseline, the Chinese and the German tasks activated a comparable network of brain regions, Learning German words elicited greater activation than the Chinese task in bilateral middle frontal gyrus (BA9/46), bilateral superior frontal gyrus (BA8), bilateral middle temporal gyrus (BA21), right middle occipital gyrus (BA18/19) and right lingual gyrus, indicating their involvement in novel lexical learning.

Key words:novel lexical learning; phonology; semantics; brain activations; fMRI