

大脑枕叶语言功能的研究进展

方环海¹, 王梅²

[摘要] 视觉信息的加工是人脑的信息处理、学习记忆和语言加工等高级脑功能的重要途径, 枕叶作为主要的视觉区, 成为众多学者研究的重点。作者结合神经科学等领域的成果, 对语言功能和枕叶的工作机制研究进行介绍。

[关键词] 枕叶; 字形; 语义; 语音; 语言加工; 综述

Advance in Research of Language Functions in Occipital Region of Brain (review) FANG Huan-hai, WANG Mei. Jiangsu Province Key Laboratory of Language Sciences and Neuro-cognition Engineering, Xuzhou 221116, Jiangsu, China

Abstract: Visual processing was an important approach to study brain's higher functions such as information process, study, memory, linguistic process, etc. As a major visual area, occipital region became a research focus, and the authors would talk about the working mechanism of occipital region in brain according to the progresses of neuroscience.

Key words: occipital region; characters; meaning; phonology; linguistic process; review

[中图分类号] R338.6 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2008)08-0739-03

[本文著录格式] 方环海, 王梅. 大脑枕叶语言功能的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2008, 14(8): 739-741.

语言加工是大脑的一种高级活动, 但目前还不清楚语言的神经加工机制。该问题的探讨, 对于了解语言的神经机制、认识失语症的本质和阅读障碍的形成原因等, 都有重要意义。大脑的信息接收、加工和储存系统位于大脑皮质后部, 包括枕叶、顶叶和颞叶以及相应的皮质下组织, 其功能是接受来自内外环境的刺激, 并进行加工和保存。人类大约 80% 的信息都来自于视觉, 故视觉研究成为认识人脑语言加工等高级脑功能的重要途径^[1]。枕叶作为主要的视觉区, 则是众多学者研究语言信息加工的重点。作者结合目前的研究, 对枕叶的神经机制和语言功能的研究进展进行介绍。

1 视觉的字形加工

语言加工的信息来源一般只有视觉和听觉两种通道, 所以语言作为一种视觉信息首先进入人类大脑皮质的也是语言材料的外部形态, 这也是正字法表征的主要内容。正常的字词阅读涉及大脑皮质的广泛区域, 包括大脑左半球的枕叶和颞-顶联合区、左侧额下回、颞上回与颞中回、双侧小脑、运动区、运动辅助区中部和扣带回前部^[2,3], 神经解剖学、神经生物学研究也发现视觉皮质包括很多不同的区域, 负责加工某些特定方面的视觉信息, 其中枕叶外侧腹部主要负责形状加工^[4,5]。对于语言功能而言, 实质是字形加工。

Petersen 等采用正电子发射断层扫描 (positron emission computerized tomography, PET) 技术研究词汇判断任务中大脑皮质的活动情况。他们选用了 4 类实验材料, 包括真词 (如 “board”)、符合拼写规则的假词 (如 “tweal”)、不符合拼写规则的假词 (如 “nlpfz”) 和根本就不存在的词形, 结果发现枕叶的中央纹状区不仅在加工真词时有所激活, 而且在判断符合英语拼写规则的假词时也有大面积的激活, 只是激活的程度不同而已, 而对不符合拼写规则的字母串和根本不存在的字体加工时却未激活相应的区域, 提示枕叶外皮质区与整体的视觉加工密

切相关^[6]。其后, Pugh 等的研究也得出相似结论^[7], 但不能只把枕叶功能定位在初级视觉整合过程上, 而应更深入地研究枕叶在正字法表征中发挥的作用。

Law 等采用 PET 技术观察对两种不同类型日语加工时的脑区活动情况, 发现阅读日语假名时, 激活的脑区在左半球缘上回到角回的大部分区域, 而对日语汉字加工时, 比较密集的激活区在优势半球的颞下回后部、颞中回后部以及两侧的视觉联合区 (即 BA18、19 区)^[8]。由于日语汉字属于象形文字, 对其进行加工需要更多的视觉加工, 自然会显著激活视觉联合区; 而颞叶后部有丰富的纤维联合视觉区, 故在阅读时也同样被激活, 由此可见视觉联合区在字形的加工中发挥着重要的作用。

Idai 等采用 fMRI 技术仅就正字法表征问题对日语汉字 (Kanji) 加工时纹状外皮质区的活动情况进行了研究, 结果与 Petersen 等的研究^[5]基本一致, 但结论不同, 认为左侧枕叶下回和正字法表征的过程有很密切的关系^[9]。枕下回作为主要的视觉加工区, 理论上讲, 真字和假字材料的刺激都会有激活, 既然某个脑区在加工符合拼写规则的材料时比违反拼写规则的材料有更显著的激活, 那么该脑区就应该参与了正字法表征的过程。Idai 等由此认为, 语言优势半球枕下回参与了词汇加工的早期阶段 (包括正字法的表征过程), 对视觉呈现单词的早期判断加工就是在左侧枕下回的视觉联合区完成的^[7]。

汉字虽是最古老的表意文字, 但国际学术界的关注不多。近年来, 国内才有学者开始研究汉字字形加工的脑机制。Tan 等采用 fMRI 技术研究阅读汉字时大脑皮质的活动情况, 发现两侧半球的枕叶都有激活, 而且右半球枕叶的激活程度明显比左半球高, 同时两侧的顶上小叶和顶下小叶也都被激活, 枕叶到顶叶的投射正好构成背侧通路, 在阅读汉字时的空间定位中发挥着重要作用, 通过背侧通路, 由纹状区加工得到的视觉信息传到顶叶皮质, 可见汉字的加工过程中需要更多的空间加工过程^[10]。唐一源等对默读汉字词时大脑皮质的活动进行了研究, 也发现了右枕叶的激活^[11], 表明右枕叶参与了汉字的字形结构加工, 这与国外对其他文字语言加工的研究结果互相印证。

有学者对比研究了大脑加工汉字与拼音的差别。Shimin

基金项目: 1. 江苏省青蓝工程; 2. 333 工程; 3. 江苏省教育科学规划项目

作者单位: 1. 江苏省语言科学与神经认知工程重点实验室, 江苏徐州市 221116; 2. 九州大学, 江苏徐州市 221000。作者简介: 方环海 (1968-), 男, 江苏沐阳县人, 教授, 博士, 主要研究方向: 认知语言学。

等发现,汉字与拼音加工有所不同,激活区主要在枕叶,包括纹状区和纹状外的视觉区以及顶上小叶。左侧中央颞后回、两侧颞下回以及两侧额上回等^[12],与 Law 等研究日语假名和汉字的结果有类似之处^[8]。周雅玲等通过对 5 名汉语纯失读症患者的研究发现,枕叶作为视觉皮质区确实可以细分为很多区域,左侧枕叶与文字阅读联系密切,右侧枕叶则主要参与视觉空间的加工^[13],与国外的一些研究^[14,15]基本吻合,同时也反映了大脑左右半球功能的差异,表明大脑的神经机制在不同语言的整合加工过程中存在着共性。

伍建林等研究发现,汉字加工与英文加工相比,汉字真字刺激显著激活枕叶、左额叶及中央前回,左顶叶、中央后回、右额下回及双侧颞叶少量激活;英文真字刺激时显著激活左额中回、中央前回及左额下回,左颞梭状回、右枕回及左顶叶也有激活^[16]。无论是左半球还是右半球,枕叶在汉语真字加工中激活的体积和激活的程度均大于加工英文真字,这与两种字形的差异有关,反应了汉字重形的特点^[17]。

2 听觉的语音加工

语音来自听觉通道,与枕叶的关系并不是枕叶语言功能研究的重点,基于与字形研究的比较,我们仍然可以通过一些文献探讨枕叶和语音的关系。

Kuriki 等采用日语汉字、日语假名和符号 3 种视觉刺激材料研究加工过程中大脑视觉区的活动情况,结果发现枕叶的纹状外皮质区不仅在符号的形态加工中有所激活,而且在元音判断任务的早期阶段也有一定程度的活动^[18],而这一时期从理论上讲正是对元音的形式进行语音编码的阶段,可能实验中纹状外皮质的激活其实是由于对视觉信息进行整合分析而引起的,尚无法将实验结果直接解释为枕外侧区参与了语音加工的过程。Proverbio 和 Zani 采用事件相关电位(event-related potential, ERP)技术仔细研究了语音、音位加工时大脑的活动情况以及时间进程^[19],结果与 Kuroki 等的研究^[15]几乎完全一致,枕外侧区和后颞叶区都有大面积的激活,而这种激活正是在刺激呈现后 185 ms 左右,在综合以往研究的基础上认为在刺激材料呈现后 185 ms 时脑区的活动情况可以作为和语音加工有关的一个重要指标。实验中,185 ms 时枕外侧区的大面积被激活表明了枕叶也参与了语音加工整合的过程,枕叶的纹状外皮质区和语音的编码加工有很重要的联系。

汉字是一种表象文字,和拼音文字有本质区别,汉字中一半以上的都是形声字,但这些形声字中只有不到 30% 的声旁和整个汉字的读音相同,其余的形声字的读音和声旁并不完全一致。Tan 等曾对汉字的形、音加工过程中大脑皮质的活动情况进行了比较研究(这样能更容易地发现字形对读音的影响),结果发现两侧枕叶在加工不规则字时均有显著激活,但在加工规则字时则无显著激活,故认为在加工不规则字时会首先对声旁成分进行语音编码,但要通达整个汉字的正确读音,必然要对这个汉字的正字法表征重新整合分析,而枕叶的激活提示枕叶参与了这样一个再分析整合过程^[20]。由此可见,枕叶参与了汉字生成和音、义加工的分析和整合过程。Shimin 等发现,拼音加工与汉字字形加工有所不同,拼音加工的枕区主要为两侧梭状回、舌回和枕中回,此外还有两侧顶上小叶、左侧顶下小叶、两侧颞下回、左侧颞中回和左侧颞上回^[12]。

为了研究汉字音、义加工时的脑区活动,彭聃龄等对汉语

单字词的音、义进行了单独研究,发现语音任务激活两侧枕叶^[21],与国外的研究结果一致^[18,19]。枕叶这种在汉字语音加工中也有大面积激活的现象表明,汉字加工中语音与字形有很重要的联系。

3 枕叶相关的语义加工

语义、语音和字形是语言符号的 3 个构成要素,其中语义在语言加工过程中最具综合性质,语言中词类的语义和视觉通道相关,所以语义的加工也与颞-枕区有关^[22]。Petersen 等较早采用 PET 技术研究了不同任务时大脑皮质的活动,结果显示视觉呈现的单词主要激活左半球枕叶的纹状区,视觉联合区参与了对视觉信息的加工整合过程^[23]。后来,Petersen 等在研究枕叶和语义加工的关系时发现,在加工有意义和无意义的单词时视觉联合区都有所激活,只是在加工有意义的单词时比加工无意义的单词有更大的激活^[6,24]。该实验结果至少表明视觉联合区在语义加工的初级阶段中发挥着重要的作用^[25]。

Martin 等采用 PET 技术研究大脑皮质在加工语音、语义时的活动情况,发现命名任务不仅激活两侧颞叶、左侧顶叶和 Broca 区,而且左半球枕叶的中央区有更大的激活^[26]。为进一步考察视觉联合区在语义加工中的作用,将阅读分成发声阅读和不发声阅读两种,以此来观察在进行有意义的句子和无意义的句子加工时各脑区的不同活动,结果发现视觉联合区在加工有意义的常用句时比加工无意义的句子时有更大的激活,与 Petersen 等的研究结果^[6]相互印证,可见语义的初级分析过程在视觉联合区就已开始。

Calvert 等采用 fMRI 技术研究被试在理解唇读时的脑区活动,发现主要激活区在双侧枕叶的纹状外皮质、颞下后叶、右侧顶叶的角回以及双侧听觉皮质^[27],可见枕叶的纹状外皮质与连贯的视觉运动加工有关。Söderfeldt 则选取懂得手势语和有声言语的瑞士双语者,采用 PET 技术研究被试在理解这两种类型语言时的脑区活动,发现有声言语主要激活左右半球的大脑裂侧皮质,而手势语则激活两侧颞叶后部和两侧的枕叶皮质^[28]。该结果与 Calvert 等的研究^[27]基本吻合,也表明枕叶和视觉信息的加工有密切联系,视觉的初级信息在此进行分析与整合。Price 从解剖上系统阐述了大脑皮质在单词理解和生成时的活动,认为视觉加工和形态加工共同产生语音和语义信息,语音和语义的生成确实会激活枕叶的视觉联合区^[3]。

4 结语

枕叶包括视觉皮质和一级视觉区,枕叶纹状区是初级视觉皮质中枢,传递来自视网膜的信息,副纹状区是二级视觉中枢,与视觉信息的加工与综合有关,枕叶纹状区与两半球的其他区域有广泛的联系,在将视觉信息与由听觉及其他感觉系统汇集来的信息的整合过程中起重要作用,同时也将视觉信息与言语和其他执行功能的大脑加工系统联系起来。因此,枕叶受损患者可产生不能认词的阅读障碍,而且阅读和书写都会出现障碍,可见视觉信息加工是一个复杂的过程,在大脑内部语言的认知加工过程中起着重要作用。

从目前的研究看,大脑在加工语言时并非是一种简单的上行或者下行过程,而是一个感觉、运动等反复作用并且反馈的循环通路,各通路之间既相对独立,又密切联系,是一种非常复杂而高效的。所以,脑功能区的定位都是相对的,任何大脑皮质区都不具有完成完整程序的作用,对枕叶在语言加工中

的作用和功能,也要在整体机能理解的基础上才有可能作出科学的解释。

本研究得到江苏省青蓝工程、333 工程和江苏省教育科学规划项目基金的资助,特此致谢。

[参考文献]

- [1] Anderson SJ, Holliday IE, Singh KD, et al. Localization and functional analysis of human cortical area V5 using magnetoencephalography[J]. Proc R Soc London B, 1996, 263: 423—431.
- [2] Fiez JA, Petersen S. Neuroimaging studies of word reading[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1998, 95: 914—921.
- [3] Price CJ. The functional anatomy of word comprehension and production[J]. Trends Cogn Sci, 1997, 2: 281—288.
- [4] Kourtzi Z, Kanwisher N. Cortical regions involved in perceiving object shape[J]. J Neurosci, 2000, 20: 3310—3318.
- [5] Kourtzi Z, Kanwisher N. Representation of perceived object shape by the human lateral occipital complex[J]. Science, 2001, 293: 1506—1509.
- [6] Petersen SE, Fox PT, Snyder AZ, et al. Activation of extrastriate and frontal cortical areas by visual words and word-like stimuli[J]. Science, 1990, 249: 1041—1044.
- [7] Pugh KR, Shaywitz BA, Shaywitz S, et al. Cerebral organization of component processes in reading[J]. Brain, 1996, 119: 1221—1238.
- [8] Law I, Kanno I, Fujita H. Functional anatomical correlates during reading of morphograms and syllabograms in the Japanese language[J]. Biomed Res, 1992, 13(suppl 1): 51—52.
- [9] Uchida I, Kikyo H, Nakajima K, et al. Activation of lateral extrastriate areas during orthographic processing of Japanese characters studied with fMRI[J]. Neuroimage, 1999, 9: 208—215.
- [10] Tan LH, Liu HL, Perfetti CA, et al. The neural system underlying Chinese logograph reading[J]. Neuroimage, 2001, 13: 836—846.
- [11] 唐一源, 张武田, 马林, 等. 默读汉字的脑功能偏侧化成像研究[J]. 心理学报, 2002, 34(4): 333—337.
- [12] Shimin, Fu YP, Chen S, et al. Effects of word form on brain processing of written Chinese[J]. Neuroimage, 2002, 17: 1538—1548.
- [13] 周雅玲, 曹玉珍, 孟琼, 等. 纯失读症与大脑半球枕叶病变的关系[J]. 临床神经病杂志, 2002, 15(5): 280—282.
- [14] Clark VP, Keil K, Maisog JM, et al. Functional magnetic resonance imaging of human visual cortex during face matching: A comparison with positron emission tomography[J]. Neuroimage, 1996, 4: 1—15.
- [15] Shen L, Hu X, Yacoub E, et al. Neural correlates of visual form and visual spatial processing[J]. Hum. Brain Mapp, 1999, 8: 60—71.
- [16] 伍建林, 何立岩, 张清, 等. 汉字与英文字形辨认的脑功能磁共振成像初步研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2004, 15(4): 181—184.
- [17] 刘丽虹, 张积家, 谭立海. 汉语加工脑神经机制研究的新进展[J]. 心理科学, 2004, 27(5): 1165—1167.
- [18] Kuriki S, Takeuchi F, Hirata Y. Neural processing of words in the human extrastriate visual cortex[J]. Cogn Brain Res, 1998, 6: 193—203.
- [19] Proverbio AM, Zani A. Time course of brain activation during graphic/phonologic processing in reading: An ERP study[J]. Brain Lang, 2003, 87: 412—420.
- [20] Tan LH, Feng CM, Fox PT, et al. An fMRI study with written Chinese[J]. Neuroreport, 2001, 12: 83—88.
- [21] 彭聃龄, 徐世勇, 丁国盛, 等. 汉语单字词音、义加工的脑激活模式[J]. 中国神经科学杂志, 2003, 19(5): 287—296.
- [22] 董宗旺, 董国珍, 于薇, 等. 汉语单词加工方式对脑功能偏侧化的影响[J]. 中国医学影像技术, 2005, 21(9): 1321—1323.
- [23] Petersen SE, Fox PT, Posner MI, et al. Position emission tomographic studies of cortical anatomy of single word processing[J]. Nature, 1988, 331: 583—589.
- [24] Petersen SE, Fox PT, Posner MI, et al. Position emission tomographic studies of the processing of single words[J]. J Cog Neurosci, 1989, 1: 153—170.
- [25] Price CJ. The functional anatomy of word comprehension and production[J]. Trends Cogn Sci, 1998, 8: 281—288.
- [26] Matin A, Wiggs CL, Ungerleider LG, et al. Neural correlates of category specific knowledge[J]. Nature, 1996, 379: 649—652.
- [27] Calvert GA, Bullmore ET, Brammer MJ, et al. Activation of auditory cortex during silent lipreading[J]. Science, 1997, 276: 593—596.
- [28] Söderfeldt B, Ingvar M, Ronnberg J, et al. Signal and spoken language perception studied by positron emission tomography[J]. Neurology, 1997, 49: 82—87.