

MDA-MB-231 细胞增殖及凋亡作用的对比研究[J]. 中华核医学杂志, 2006, 26(3): 141-144.

关系[C]. 成都: 第三届全国核素治疗研讨会——云克临床应用论文集, 1999: 215-218.

[7] 何景华, 窦淑兰, 牛瑞芳, 等.“云克”的给药途径与药理作用的

(收稿日期: 2008-03-23)

双语认知的功能性脑显像研究

孙达

【摘要】 双语和多语的大脑语言认知功能研究涉及语言神经表现, 是一个跨学科的课题, 需要神经解剖、神经功能、生物化学、精神和语言的不同水平的鉴别和区分。此外, 特异的因素, 如年龄、获得的方式和环境因素也影响神经表现。功能性脑显像, 如 PET、SPECT 和功能性 MRI 可以探查双语受试者的语言神经表现, 阐明大脑对双语认知的机制。功能性脑显像的研究显示, 虽然两种语言的脑认知机制分享共同的成分, 但与受试者母语比较, 与第二语言有关的脑活性的类型不尽相同, 表明两种不相关语言的词记忆处理既有共同的神经系统, 也有不同的皮层区介导。不同的活性类型不仅与所使用的语言不同相关, 也归因于获得的年龄或熟练水平, 而达到熟练程度比获得的年龄更重要。PET 研究显示, 手语和口语似乎定位在同样的脑区, 具有类似的局部脑血流类型; 但手语还取决于空间信息, 当健康正常的双语受试者用视觉方法感知手语时, 功能解剖与既含有听觉又含有视觉成分的语言处理重叠。

【关键词】 语言试验; 正电子发射断层显像术; 体层摄影术, 发射型计算机, 单光子; 磁共振显像

Study of functional brain imaging for bilingual language cognition

SUN Da

(Department of Nuclear Medicine, Secoud Affiliated Hospital, Medical College of Zhejiang University, Hangzhou 310009, China)

【Abstract】 Bilingual and multilingual brain studies of language recognition is an interdisciplinary subject which needs to identify different levels involved in the neural representation of languages, such as neuroanatomical, neurofunctional, biochemical, psychological and linguistic levels. Furthermore, specific factors such as age, manner of acquisition and environmental factors seem to affect the neural representation. Functional brain imaging, such as PET, SPECT and functional MRI can explore the neurolinguistics representation of bilingualism in the brain in subjects, and elucidate the neuronal mechanisms of bilingual language processing. Functional imaging methods show differences in the pattern of cerebral activation associated with a second language compared with the subject's native language. It shows that verbal memory processing in two unrelated languages is mediated by a common neural system with some distinct cortical areas. The different patterns of activation differ according to the language used. It also could be ascribed either to age of acquisition or to proficiency level. And attained proficiency is more important than age of acquisition as a determinant of the cortical representation of the second language. The study used PET and SPECT shows that sign and spoken language seem to be localized in the same brain areas, and elicit similar regional cerebral blood flow patterns. But for sign language perception, the functional anatomy overlaps that of language processing contain both auditory and visual components. And the sign language is dependent on spatial information too.

【Key words】 Language tests; Positron-emission tomography; Tomography, emission-computed, single-photon; Magnetic resonance imaging

除母语外又学习和掌握了一门外语(第二语

作者单位: 310009 杭州, 浙江大学医学院附属第二医院核医学科

言)的人被称为双语者。双语研究始于 20 世纪初, 其方法主要是对双语者进行自然观察和智力测试,

以了解双语者的言语行为。自20世纪50年代末,随着认知心理学的兴起,人们开始了对双语学习的试验研究,研究的热点是双语者两种语言通道的信息是共同存储的,还是独立存储的?第二语言的语义概念是如何通达的?这是一个跨学科的问题,需要涉及像神经解剖、神经功能、生物化学、精神和语言的不同水平语言神经表现的鉴别和区分。20世纪80年代后,随着SPECT、PET和功能性MRI的问世,双语研究和脑激活试验及脑功能区定位相结合,使双语研究更加深入并取得了丰硕成果。

1 双语认知试验

双语者大脑皮层两种语言功能区定位研究的主要目的是探索在相同的试验控制条件下,加工两种语言时的皮层活动具有哪些共性或差异。目前,研究比较多的有两种西方(字母拼写)语言的双语、日英双语、汉英双语、口语和手语等的双语认知研究。

Halsband等^[1-2]研究了两种不相关语言的词记忆处理是由共同的神经系统还是不同的皮层区介导的基本问题:10例右手利男性法语-英语成年人晚期双语者,在10岁后获得第二语言,对他们用母语(法语)或外语(英语)进行词匹配的编码或检索,同时行脑PET扫描,受试者必须在每一种语言中编码或检索4套12个视觉呈现的配对的没有语义学关系的词联想,其中2套含有可高度想象的词(如猴子-桌子, koira-lasi),另2套为抽象的词(如自由-品行, uhka-suure),假词的呈现作为参照情况。结果显示,编码与前额和海马的活性有关;在记忆检索期间,楔前叶在两种语言及可高度想象和抽象的词中均一致地被激活;虽然两种语言的脑机制分享共同的成分,但根据所使用的语言不同,在Broca区和小脑及角和缘上回被发现有不同的活性。Klein等^[3]用H₂¹⁵O PET法测定局部脑血流(regional cerebral blood flow, rCBF),研究双语认知的脑激活类型:10例右手利、母语说英语、在5岁后学习并熟练掌握第二语言法语的受试者,结果:用第二语言重复词与用第一语言重复词的rCBF变化类型是类似交叉的;rCBF在临近左岛叶皮层、腹侧前运动区和纹状体部位有一些明显的不同,第二语言使前运动区腹侧和小脑

活性增加,表明说第二语言时需要这些脑区的额外参与;同时还观察到使用第一和第二语言时,随着音节数量的增加和言语复杂性的增加,其rCBF也增加。Klein等^[4]在一项PET研究中让5岁后学习第二语言的正常双语受试者用第二语言重复词,并与用第一语言重复词的变化比较,发现仅有的不同是说第二语言时左侧壳核的rCBF增加。他们认为,壳核在第二语言发音中起着特殊作用,这是因为说第二语言时因言语强化而需要增加对讲话的复杂运动的控制。壳核在发音中的作用得到外语重音综合征的支持,该综合征可以发生在壳核损伤后。

对双语者因脑损伤而致语言认知障碍所进行的研究从另一个层面证实了双语者的两种语言认知在解剖和功能上的共性和差异。Filley等^[5]报道,1例76岁右手利英汉双语者在70岁时出现失命名,继而进展为失语,功能性脑显像揭示其左侧颞顶低代谢,英语和汉语的神经语言试验结果显示两种语言的失语是可比较的,虽然英语相对略好一些,表明原发的进展性失语以类似的方式破坏了两种语言。Mariën等^[6]报道,1例早期双语男孩在后丘脑出血后出现同等严重的第一语言和第二语言经皮层感觉性失语,并随出血复发而恶化;在症状减轻后,脑灌注SPECT显示左侧额叶和左侧尾状核灌注改善,证实一个亚皮层-额叶回路在两种语言的转换和混杂中起着决定性的作用。以上病例报告客观表明,双语者两种语言的神经解剖密切相关。

2 手语和唇读

双语研究中还包括同一语种中口语和手语两种不同语言形式之间的比较。Söderfeldt等^[7]用PET在一组健康双语受试者中调查了手语和口语感知,他们向受试者展示四种录像带:①手语,②口语,③嘴被掩盖的口语,④有口语声音但面部无活动,结果显示,手语和口语似乎定位在同样的脑区,呈现类似的rCBF类型;口语(情况④)明显激活双侧大脑侧裂(22和43区);手语激活视相关区(37和19区),但未激活顶区;在视觉语言感知区的激活水平与听觉感知区的激活水平之间观察到相反的关系。他们认为,当健康双语受试者用视觉方法感知手语时,功能解剖与既含有听觉

又含有视觉成分的语言处理重叠。Rönnerberg 等^[8]对 8 例早期双语者进行了瑞士手语工作记忆与视听瑞士语讲话工作记忆比较的 PET 研究, 结果显示: 瑞士手语工作记忆的神经结构依赖于双颞、双顶和前运动活性的网络, 而在两种语言模式中右小脑也被发现有不同的活性; 另外, 在所有的作业中, Broca 区以及语义检索时前左下额叶也发现类似的交叉语言模式。手语时双顶活性类型类似于非语言的视觉空间作业期间的神经活性, 这种顶叶的活性类型是否反映实际上的空间排列的产生尚有争论, 而且不能用与感知、信号的产生或编码, 或作业的难度相关的因素加以解释。McGuire 等^[9]用 PET 证实了有深度耳聋而用手语正常交流的受试者在句子的“内在手势”期间激活的脑区, 虽然“内在手势”表现为累及手和手臂空间运动的内在表现, 但它激活的是左下额皮质而不是视觉空间区, 激活的脑区与在有听力的受试者默默造句期间参与的脑区是一致的。这一结果支持“内在手势”通过与内在讲话类似的脑区被介导, 并且与暗示的手语在左半球产生的神经精神学数据是一致的。

面对面对话的语言感知涉及讲话声音的处理(听觉)以及来自讲话者的与讲话相关的嘴和唇的运动(视觉)。Kang 等^[10]用没有扫描噪音的 PET 调查了 17 例过去没有唇读训练的正常听力受试者执行一个电影片传递的讲话句子语义真实性判断的作业时, 累及讲话信号处理的脑区: 在所有情况中多模式在感觉水平上被确认。一种感觉模式的特异感觉讲话信号[例如听觉讲话(情况 A)或嘴运动(情况 V)]与一个其他模式的对照刺激一起被传递, 这里两种感觉模式(情况 AV)的讲话信号在双模式情况期间被传递; 与对照情况比较, 在情况 A 期间观察到双侧上颞区被广泛激活, 但是在情况 AV 期间这些活性的程度减少, 而且左侧明显; 在情况 A 和更多的情况 AV 期间, 累及视听讲话相互作用整合的交叉模式的左侧后上颞沟这样的多模式区被发现是激活的, 但在情况 V 期间未见; 在情况 V 期间, Broca 区(BA44)、中颞(BA8)和前腹侧前额(BA47)左侧观察到活性, 而唇读执行是很少成功的。结果揭示, 与讲话相关的唇读(信号)在右侧听颞区被抑制; 在双模式讲话情况期间, 右后中央区观察到的相加作用

(AV>A+V)与单模式讲话情况的总和相关, 也与情况 V 期间的活性减少有关。这些结果提示, 视觉讲话信号可能对右半球大脑活性在听觉讲话感知的交叉模式相互作用期间产生一个抑制模式的效果。下额回的 Broca 区是运动性语言中枢, 它包括 B44 和 45 两个解剖分区。Horwitz 等^[11]用 PET 研究发现, 英语和美国手语双语流利的早期儿童受试者在语言叙述产生期间, 当复杂的运动和声音的产生被关注时, 讲话和手语两者激活的是 45 区而不是 44 区。而口、喉或肢体肌肉系统的复杂言语运动的产生激活的是 44 区而不是 45 区, 这与在一个单语受试者组讲英语时所发现的激活类型是相同的。Tierney 等^[12]报道了 1 例 37 岁男性右手利双语(英语和美国手语)者的 PET 研究, 该男子有左额叶损伤, 但没有语言和一般的智力障碍的迹象。脑功能性 MRI 证实左前额叶背外侧、眶和盖皮层萎缩, 损伤从额极延伸到中央前回, 包括前扣带皮层部分, 这可能是由于其在婴儿时的脑炎所致; $H_2^{18}O$ PET 扫描发现, 与正常受试者比较, 在英语和美国手语叙述自发产生期间右半球活性增加, 除视觉空间功能外, 他的神经精神学数据均在正常限度内。结果表明, 由于神经的可塑性, 该男子包括手语在内的语言功能的适应已经在右半球发生。

3 影响双语认知的因素

总的来说, 双语研究已经取得一定的共识, 即两种语言的脑激活区既有重叠(共性), 又有分离(差异), 但重叠和分离的具体部位和范围则不尽相同。其原因(影响因素)很多, 其中受试者的组成、语种的不同、开始学习第二语言时的年龄及第二语言的熟练程度是影响研究结果的主要因素; 此外, 一些特异的因素, 像年龄、获得的方式和环境因素也影响神经表现。例如, 以日语为母语、英语为第二语言的受试者与以英语为母语、日语为第二语言的受试者在阅读同一篇英语或日语文章时, 其脑激活区是不可能完全相同的。受试者母语的语种不同主要体现在语言形态上, 李宝荣等^[13]采用事件相关电位技术对汉英双语表征的研究结果表明, 双语者两种语言的形态是分别表征的, 而语义是共同表征的; 又因为第二语言的学习在很大程度上受其母语的影响, 因此母语的语

种不同还会影响其第二语言的表达。对于中国的非熟练的英语学习者来说,他们的第二语言只能借助其汉语对译词的词汇表征通达其语义概念的特征^[14]。伍建林等^[15]用功能性MRI进行汉字和英文字形辨认的脑功能研究结果也显示,除枕叶外,英文在额、颞及顶叶引起的激活体积均大于汉字。表明母语为汉语者,其英文脑处理过程需更多的脑活动来参与完成。

许多研究者也发现,双语加工所激活的皮层区的分布和重叠程度与外语学习起始年龄、学习外语时间长短及第二语言的熟练程度有关^[14]。Perani等^[16]在对双语的PET调查中显示,听母语(意大利语)故事颞叶和颞顶皮层比听第二语言(英语)时更广泛地参与,由于受试者学第二语言较晚,程度中等,对该语言的掌握还不是很优秀(低度熟练,较晚获得双语者),因此,所产生的不同的脑活动类型归因于获得的年龄或熟练水平。他们用类似的估价了在高度熟练的双语者中早期或较晚获得第二语言的影响:一组在10岁后获得第二语言的意大利语-英语双语者(高度熟练,较晚获得双语)和一组在4岁前获得第二语言的意大利语-加泰罗尼亚语双语者(高度熟练,早期获得双语者),当低度熟练者听第一和第二语言故事时,观察到在高度熟练双语者听第一和第二语言故事时均未发现的不同的皮层反应,一些脑区,类似于低度熟练双语者第一语言所观察到的那些,被第二语言激活。结果表明:作为第二语言皮层表现的决定因素,第一和第二语言的配对(这种配对是十分密切的)达到的熟练程度比获得的年龄更重要。Li等^[17]的研究也表明,与语言相关的神经激活类型明显受到教育水平的影响,教育增加了在语言作业中认知处理的效率。

参 考 文 献

- [1] Halsband U, Krause BJ, Sipilä H, et al. PET studies on the memory processing of word pairs in bilingual Finnish-English subjects[J]. *Behav Brain Res*, 2002, 132(1): 47-57.
- [2] Halsband U. Bilingual and multilingual language processing[J]. *J Physiol Paris*, 2006, 99 (4-6): 355-369.
- [3] Klein D, Watkins KE, Zatorre RJ, et al. Word and nonword repetition in bilingual subjects: a PET study[J]. *Hum Brain Mapp*, 2006, 27(2): 153-161.
- [4] Klein D, Zatorre RJ, Milner B, et al. Left putaminal activation when speaking a second language: evidence from PET [J]. *Neuroreport*, 1994, 5(17): 2295-2297.
- [5] Filley CM, Ramsberger G, Menn L, et al. Primary progressive aphasia in a bilingual woman[J]. *Neurocase*, 2006, 12(5): 296-299.
- [6] Mariën P, Abutalebi J, Engelborghs S, et al. Pathophysiology of language switching and mixing in an early bilingual child with subcortical aphasia[J]. *Neurocase*, 2005, 11(6): 385-398.
- [7] Söderfeldt B, Ingvar M, Rönnerberg J, et al. Signed and spoken language perception studied by positron emission tomography[J]. *Neurology*, 1997, 49(1): 82-87.
- [8] Rönnerberg J, Rudner M, Ingvar M. Neural correlates of working memory for sign language [J]. *Brain Res Cogn Brain Res*, 2004, 20 (2): 165-182.
- [9] McGuire PK, Robertson D, Thacker A, et al. Neural Correlates of thinking in sign language[J]. *Neuroreport*, 1997, 8 (3): 695-698.
- [10] Kang E, Lee DS, Kang H, et al. The neural correlates of cross-modal interaction in speech perception during a semantic decision task on sentences: a PET study[J]. *Neuroimage*, 2006, 32 (1): 423-431.
- [11] Horwitz B, Amunts K, Bhattacharyya R, et al. Activation of Broca's area during the production of spoken and signed language: a combined cytoarchitectonic mapping and PET analysis [J]. *Neuropsychologia*, 2003, 41(14): 1868-1876.
- [12] Tierney MC, Varga M, Hosey L, et al. PET evaluation of bilingual language compensation following early childhood brain damage[J]. *Neuropsychologia*, 2001, 39(2): 114-121.
- [13] 李宝荣,彭聃龄,郭桃梅.汉英语义通达过程的事件相关电位研究[J]. *心理学报*, 2003, 35(3): 309-316.
- [14] 张惠娟,李恋敬,周晓林.汉语语义表征的脑功能成像研究[J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2003, 39(5): 742-747.
- [15] 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.
- [16] Perani D, Paulesu E, Galles NS, et al. The bilingual brain. Proficiency and age of acquisition of the second language[J]. *Brain*, 1998, 121 (Pt 10): 1841-1852.
- [17] Li G, Cheung RT, Gao JH, et al. Cognitive processing in Chinese literate and illiterate subjects: an fMRI study[J]. *Hum Brain Mapp*, 2006, 27(2): 144-152.

(收稿日期:2008-06-23)