

● 交叉学科研究

双语(多语)神经机制的多维度研究及发展趋势*

闫鹏飞

(北京外国语大学,北京 100089;北京理工大学,北京 100081)

摘要:本文详细介绍神经语言学所采用的语言学、心理学和神经科学等多个领域的实证分析方法,并在此基础上归纳、总结近几十年国内外双语(多语)神经机制研究的多维度发现及变化趋势。结果显示,双语(多语)神经机制存在重叠与关联,且受到习得年龄、习得方式、语言水平和语言加工任务等多重因素影响。此外,近几十年这一研究领域呈现纵深和关联的发展趋势。具体而言,所分析的语言任务精细度和复杂度不断提高,受试者数量和类别明显增多,研究过程趋于综合考量多种因素并尝试从多个角度进行交叉验证,数据收集从静态观察转变到动态追踪,所得结果及解释也逐渐从基于孤立个案过渡到依据批量数据探究其中基本原理和潜在机制。

关键词:神经语言学;双语(多语)神经机制;多维度研究;发展趋势

中图分类号:H319

文献标识码:A

文章编号:1000-0100(2020)02-0118-9

DOI 编码:10.16263/j.cnki.23-1071/h.2020.02.019

Multidimensional Research on Bi/Multilingual Neural Mechanisms and Its Developmental Tendencies

Yan Peng-fei

(Beijing Foreign Studies University, Beijing 100089, China; Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

This paper first elaborates various empirical methods in neurolinguistics adopted from such disciplines as linguistics, psychology and neuroscience, and then summarizes major findings and multi-dimensional advances in research on bi/multilingual neural mechanisms over the past decades. It is found that overlapping and interaction between bi/multilingual neural mechanisms have been identified, which are dependent on factors such as acquisition age, learning modality, language proficiency and complexity of processing tasks. Moreover, literature review reveals the developmental tendencies towards integration and correlation in this research field. Specifically, more-targeted language processing tasks have been designed with more subjects and bigger reference population. A multi-factorial approach tends to be utilized in conjunction with a dynamic record of test data in order to achieve cross-tabulation from different perspectives. Research results are more likely to be discussed and interpreted based on a batch of data rather than a few isolated cases to explore the underlying principles and neural mechanisms.

Key words: neurolinguistics; bi/multilingual neural mechanisms; multi-dimensional research; developmental tendencies

1 引言

神经语言学作为一门新兴学科,融合语言学、心理学和神经科学等多个领域的理论架构和研究方法,探究大脑与语言之间的关系,即“理解人类语言的理解和产生以及对抽象语言知识的处理的大脑机制”(刘润清 崔刚 2010:519)。神经语言

学研究最初主要关注大脑损伤所导致的失语症、失读症、失写症等语言能力丧失及其恢复过程,其次是语言能力发展和加工处理过程中的大脑表征(cerebral representation)及神经机制。随着经济社会的快速发展和国际交往的日趋频繁,外语教学在世界范围内广泛开展,双语(多语)者大量涌

* 作者电子邮箱:yanpengfei@bit.edu.cn

现。在此背景下,双语(多语)大脑神经机制逐渐成为神经语言学研究的又一热点和焦点。

双语(多语)者指在日常生活中能够使用两种(多种)语言或方言的人(Grosjean, Li 2012:5)。根据二语习得年龄,双语者可分为早期双语者(6岁之前)和晚期双语者(12岁之后)(Fabbro 2001:216)。根据二语习得年龄、习得方式及水平差异等多重因素,双语者又可分为复合型(compound bilingual)、并列型(coordinated bilingual)和从属型(subordinated bilingual)3类(Ahlsén 2006:122)。复合型双语者指6岁前同时习得两种语言的个体。这类个体通常成长于父母双方母语不同的家庭中。并列型双语者指青春期之前在家庭或其他环境中习得二语的个体,而从属型则指母语具有优先性,二语加工及使用依赖于母语思维和翻译(同上)。多语者的类型划分相对更为复杂、多样。

对于双语(多语)者而言,母语和外语不同的知识系统在大脑中是独立存储还是交叉重叠?在加工处理过程中,不同语言的神经机制是各行其道还是相互作用?探究上述问题对于深入了解外语学习过程、提高外语教学效率和提升人才交际能力具有重要意义。由此,本文首先详细介绍神经语言学所采用的语言学、心理学和神经科学等多个领域的实证分析方法,在此基础上归纳、总结近几十年国内外双语(多语)神经机制研究的多维度发现及变化趋势,最后在新技术、新方法驱动下尝试提出该领域的研究热点及其应用前景。

2 双语(多语)神经机制的研究方法

双语(多语)加工不仅涉及大脑与特定语言之间的纵向关联,还包含不同语言之间的横向转换,其神经机制和路径模式更为复杂、难测。因此,双语(多语)神经机制研究整合语言学、心理学和神经科学等多个领域的实证方法,基于双语(多语)失语症和大脑实验尝试推断、解释语言加工和转换过程中的神经基础及其运行机制。

在双语(多语)神经机制研究中,语言学方法主要应用于两方面,一是对失语症患者的言语表现进行语言学描述从而确定患者语言能力的保留和丧失;二是通过特定语言加工转换任务对正常受试者进行大脑实验以分析其中的大脑表征变化。对双语失语症的语言学研究发现,患者的语言障碍主要有完全失语、选择性失语、特异性失语、语言切换障碍和交替性拮抗障碍(丁国盛 2001:7)。通过描述不同的语言成分之间的分离

(dissociations)与双重分离(double dissociations),前人研究进一步确定双语失语症的特有症状,如病理性语码混用(pathological mixing)、病理性语码转换(pathological switching)和翻译障碍(translation disorders)。其中,翻译障碍又突出表现为(1)翻译失能(inability to translate),即患者不能进行语言之间的单向或双向翻译;(2)自发翻译(spontaneous translation),即患者强迫性地将所说或所听的话语进行翻译;(3)非理解性翻译(translation without comprehension),即患者不能理解翻译指令的具体要求,但却能将翻译指令本身译成另一种语言;(4)矛盾性翻译(paradoxical translation),即患者可以将一种语言译成目标语,但脱离翻译语境却不能单独使用目标语进行口头表达,也无法进行逆向翻译(Fabbro 2001:213)。与双语失语症研究有所不同,双语(多语)大脑实验所使用的语言加工任务除词汇产出(如单词复述、动词产出、补词任务)、词汇阅读、词汇翻译、词义判断、词义联想、图片命名等外,还包括语法加工、句法判断、句义判断、不出声产出句子、听力理解(如听短故事)等复杂任务,目的在于从词汇、短语、句子和篇章等多个层面剖析语言加工转换机制。

心理学方法也被广泛应用于双语(多语)神经机制研究中,其出发点和落脚点在于从语言行为推断语言机制。此类研究的实践路径大体包括:(1)基于语言学理论或模型提出研究假设;(2)确定自变量和因变量,设计实验过程;(3)控制额外变量的基础上操纵自变量,测量因变量;(4)分析、解释所得数据,并对相关语言学理论或模型进行验证或修订。其中,斯特鲁普效应 Stroop Effect)最具代表性。美国心理学家 John Riddly Stroop 研究发现,当命名用红墨水书写的有语义刺激(如“绿”)的词的顏色时,受试者的反应时间明显增长,即同一刺激的顏色信息(红色)和词义信息(绿色)之间发生干扰(陈俊等 2007:415)。斯特鲁普效应的经典范式经过发展、演变已被广泛应用到双语转换和认知领域。例如,La-Heij 等(1990)使用母语词汇对 14 名荷兰大学生从英语至母语的词汇翻译过程进行视觉干扰。结果发现,英语单词后紧跟与目标词汇正字法相关的母语干扰词,受试者的翻译时间显著缩短;而英语单词后紧跟与目标词汇语义不相关的母语干扰词,受试者的反应时间则明显增加。

随着人类对大脑组织结构认识的深入,双语(多语)神经机制研究越来越依赖于神经科学方

法,如电极刺激技术(electrical stimulation)和大脑成像技术(brain imaging)。电极刺激技术通常是在外科手术过程中对患者进行定位麻醉,在患者保持清醒的状态下使用微弱脉冲电流刺激其大脑皮层的不同部位,通过观察患者言语行为变化进而确定与之对应的大脑表征。大脑成像技术基于工作原理大体可分为两类:(1)基于大脑血氧水平检测的血流动力学成像技术,如正电子释放成像(positron emission tomography,简称PET)、功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging,简称fMRI)和功能性近红外光谱仪(functional near-infrared spectroscopy,简称fNIRS);(2)基于大脑电化学反应和生物电变化的电磁技术,如脑电图(electroencephalography,简称EEG)、脑磁图(magnetoencephalography,简称MEG)和事件相关电位(event-related potentials,简称ERP)。文献检索发现,近几十年来,双语(多语)神经机制研究较多采用PET、fMRI或ERP技术开展。不同语言加工任务生成的PET或fMRI图像经过对比可知,图像重叠部分代表不同任务共同激活的大脑表征,图像凸显或缺少部分则可视作不同任务之间存在显著差异的大脑表征。与血流动力学成像技术相比,ERP进一步反映语言加工和认知过程中大脑的神经电生理变化。已被发现的经典事件相关电位成分包括P300、N400和P600。P300指当一个刺激对受试者具有重要意义时,其大脑在潜伏期300毫秒左右会产生一个正相诱发电位。P300可用于监测、判断受试者的空间定向力、持续注意力、记忆力、情绪变化等(尚淑怡 尤春景 2008:134)。N400指受试者对以视觉形式逐字呈现的句子进行加工时,若句尾词与其他部分意义产生矛盾,受试者大脑在潜伏期400毫秒左右会出现一个负相诱发电位。因此,N400被认为是语义矛盾信息再加工过程的重要电生理标记(Kutas, Hillyard 1980:203)。P600通常出现在句法加工异常时,被认为是反映句法加工过程尤其是句法再分析过程(王瑞乐等 2010:546)。因此,在双语(多语)神经机制研究过程中,ERP技术被广泛应用于捕获其中的经典事件相关电位,并据此推断潜在的加工转换机制。

此外,随着脑科学和高新技术的发展,双语(多语)神经机制研究还将得益于更先进、更智能的工具和手段,逐步实现对神经元、神经网络、语言中枢系统等多个层面的物质、能量和信息交换活动的动态监测和功能模拟,从而推动语言加工和转换机制的纵深挖掘。

3 双语(多语)神经机制多维度研究

近几十年,国内外学者开展大量双语(多语)失语症和大脑实验研究,从多个维度探究不同语言系统的大脑表征形式、加工转换机制及潜在影响因素,也由此对双语(多语)神经机制提出多种假设和推论。

3.1 双语(多语)神经机制的相对独立性

基于双语失语症症状和恢复模式研究,部分学者曾假设或推断不同的语言具有相对独立的大脑表征。例如,Paradis(1984:66)基于矛盾性和非理解性翻译障碍研究提出假设,大脑中存在诸多神经功能相对分离且独立的组成成分,分别负责语言A与语言B之间的互译。Ku等(1996:169)详细报道一名左脑颞叶因脑炎所侵而继发失语症的16岁右利手汉英双语者。该患者10岁时移居至美国,经过6年学习二语(英语)水平达到流利程度。患病入院1周时,二语口语、理解、读写、复述、命名等能力明显缺失。母语(汉语)大部分语言能力基本保留,但也存在不能书写及表述句法简化的问题。经过2个月的双语强化治疗,二语读写及命名功能才基本恢复。据此推断,双语具有独立的大脑表征。Moretti等(2001:807-811)对一名尾状核梗塞的克罗地亚语—意大利语双语失语症患者进行研究。患病初期,该患者二语(意大利语)能力基本完好。患病5个月时,患者母语水平已有很大幅度恢复,但二语水平却受损明显。fMRI显示脑局部缺血已扩展到大脑皮层。由此推论,双语神经机制存在分离。母语加工较多依赖于控制内隐记忆的大脑皮层下结构,而二语加工则倾向于依赖控制外显记忆系统的大脑皮层。

3.2 双语(多语)神经机制的重叠及关联

随着电极刺激技术和大脑成像技术的发展和运用,双语(多语)神经机制研究得以从多个维度纵深开展。大量实证研究表明,双语(多语)加工的大脑表征存在重叠及关联。笔者归纳文献时进一步发现,已有研究主要涉及双语(多语)口语和听力任务加工,所得出的共同大脑表征均包含左额下回和左颞上回区域。这两个脑区分别包含负责口语表达的布洛卡区(Broca's Area)和负责听力理解的韦尼克区(Wernicke's Area)。也就是说,与单语加工相同,双语(多语)听、说任务均激活布洛卡区和韦尼克区两个核心中枢,即不同语言之间的加工转换过程存在共核机制和紧密关联。

首先,诸多双语(多语)失语症研究推断,不同语言的大脑表征存在重叠及关联。例如,Oje-

mann 和 Whitaker(1978)使用电极刺激技术分析两例双语失语症患者在物体命名过程中的大脑表征。结果发现,刺激大脑皮层中的语言功能区对双语均产生影响,而刺激周边区域则对不同语言具有不同影响。由此推测,双语神经机制存在交叉重叠,而患者双语能力的不同临床表现主要源于双语大脑表征的差异区域。Rapport 等(1983)对汉语—英语双语失语症患者的研究进一步表明,两种语言共同存储于优势半球。Vingerhoets 等(2003)使用 fMRI 方法研究荷兰语—法语—英语多语患者大脑的语言表征,发现3种语言的皮层区域存在较大重叠,但外语所激活的皮层区域更为广泛。外科手术过程中双语(多语)失语症患者的电生理研究更进一步发现,患者大脑中的每一个语言区域都可进一步分为3个或者若干个小区域,其中较大的一个负责两种或者两种以上的语言,而其他较小的区域则各自负责某一种特定的语言。在这些较小的区域中,负责外语的区域要比负责本族语的大(崔刚 2015:6)。基于双语(多语)大脑表征的重叠及关联,部分学者还提出,对双语失语症患者进行单语治疗会激活双语共有的神经网络,从而自动迁移到未治疗的语言(Watamori, Sasanuma 1978:136; Kohnert 2009:184-185; Goral et al. 2012:548)。

其次,双语(多语)大脑实验研究也进一步指证不同语言大脑表征的相互重叠及关联。例如, Klein 等(1995)采用 PET 方法研究12例法语—英语双语者的大脑语言表征,发现双语神经机制均位于左额下回。Kim 等(1997)指出,对于在成年后学习外语的双语者而言,布洛卡区的不同区域负责处理不同的语言。但是,对于早期双语者而言,母语和外语则趋于标记在额叶和颞叶的同一区域。Dehaene 等(1997)使用 fMRI 方法对法语—英语双语者研究发现,母语功能区主要分布在左侧颞上回。而二语功能区则分布比较广泛,除与母语功能区有部分重叠外,在大脑右半球也存在激活区域。Chee 等(1999a)采用 fMRI 技术对汉语—英语双语者大脑中的语言功能区进行定位,发现两种语言都激活了额前区、颞叶、顶叶以及辅助运动区。Newman 等(2002:76)进一步推断,两种语言均精通的双语者主要依靠左脑调解母语和二语的加工处理。但是,随着语言熟练程度的下降及(或)习得年龄的增加,两种语言大脑表征的重叠和偏侧性会有所减少。其他研究更进一步指出,双语大脑中的词汇和形态句法表征存在重叠、交错(Kroll, Stewart 1994:168; Gollan et

al. 2005:1230; Golestani et al. 2006:1038)。

总之,诸多双语(多语)失语症和大脑实验研究均表明,双语(多语)神经机制存在重叠及关联,同时也表现出独特性、多样性和复杂性。

3.3 双语(多语)神经机制的多重影响因素

鉴于双语(多语)大脑表征的关联性和独特性,国内外学者进一步对其中复杂、多样的影响因素进行深入剖析。大量文献及研究表明,双语(多语)神经机制受到习得年龄(Neville et al. 1992; Weber-Fox, Neville 1996; Neville et al. 1997; Kim et al. 1997; Chee et al. 1999; Fabbro 2000, 2001)、习得方式(Aglioti, Fabbro 1993; Fabbro, Paradis 1995; Fabbro et al. 1997)、语言水平(Newman et al. 2002; Reiterer et al. 2009; 张强 2016)、语言特点及语言加工任务(Klein et al. 1995; Perani et al. 1996; Perani et al. 1998; Illes et al. 1999; Price et al. 1999; Hernandez et al. 2000; Chee et al. 2001)等多重因素影响。

习得年龄是影响双语(多语)大脑表征的重要因素之一。Kim 等(1997:171)曾指出,早期双语者其母语和外语倾向于标记在额叶和颞叶的同一区域,而成年后才开始学习外语的双语者其母语和外语大脑表征在额叶呈现明显分离,而在颞叶则几乎没有差异。前人研究进一步发现,习得年龄对词汇、语法、句子等不同语言加工任务的神经机制具有不同影响。对于词汇加工, Fabbro (2001:211)在回顾双语大脑表征相关理论假设和实验研究的基础上指出,神经生理和大脑成像研究发现早期和晚期双语脑中母语和二语的词汇具有相似的神经机制。在根据线索产出词汇(Chee et al. 1999b:3050)、词义判断(Chee et al. 2001:S516)、词汇命名(Hernandez et al. 2000:421)、名词产出(Briellmann et al. 2004:531)等双语词汇(单个词)加工任务中,母语与二语所激活的大脑区域均有重叠,不受二语习得年龄影响。对于语法加工,如果在7岁之后才学习二语,双语的语法表征则会呈现差异,二语的自动处理和准确性就会低于母语(刘润清 崔刚 2010:567)。对于句子而言,双语加工的神经机制受习得年龄影响也呈现显著差异。对句子语法进行判断时,与母语相比,早期高水平双语者二语加工的 fMRI 成像没有表现出明显差异,但晚期双语者不论二语水平高低均较多激活布洛卡区、皮质下结构等区域的神经机体。对句子语义进行判断过程中,与母语相比,早期高水平双语者二语加工的大脑表征没有呈现显著差异,但高水平和低水平晚期双

语者均较多激活了额下回区域(Wartenburger et al. 2003:160-162)。这表明,早期双语者的句子语法和语义加工各自呈现相似的神经机制,而晚期双语者则均存在显著差异,并且句子语法加工比语义加工表现得更为复杂,激活更广泛的大脑区域和神经机体。

习得方式是影响双语(多语)神经机制的另一重要因素。二语若是通过学校教育等较为正式的方式习得且主要在学校情境中使用,则倾向于比母语具有更广泛的大脑皮层表征;若是以非正式的方式习得,则倾向于激活大脑皮层下区域(基底神经节和小脑)(Fabbro 2001:214)。这一推论得到诸多双语失语症研究的佐证。例如,Aglioti和Fabbro(1993)报道一名左侧基底神经节受损的双语失语症患者。该患者的母语表达能力彻底丧失,而以正式方式习得的二语产出能力却表现良好,从侧面说明,非正式习得的母语与正式习得的二语具有不同的大脑表征。

语言水平是影响双语(多语)神经机制的又一重要因素。诸多文献表明,对于特定的语言任务,随着二语水平的提高,二语加工在大脑右半球中激活的区域会减小,而在大脑左半球中激活的区域会增大,并且与母语的大脑表征重叠程度增加。例如,Perani等(1996)和Dehaene等(1997)研究发现,二语水平较低的双语者在大脑右半球尤其是额叶区域所激活的神经机体明显增加。但是,二语水平较高的双语者所激活的大脑左半球区域则与母语存在较大重叠(Perani et al. 1998:1845)。熟练双语者母语和二语加工虽具有相似的神经机制且主要体现在大脑左半球,但这一重叠程度和偏侧化程度会随着语言水平的下降及(或)习得年龄的推迟而降低;语言学习经历如语言输入的时机和类型一定程度上会使大脑发生结构调整和功能重组(Newman et al. 2002:79; Mechelli et al. 2004:757)。Indefrey(2006:294)发现,二语学习6个月后,二语句法加工显著激活后额叶脑区,其中就包括负责母语句法加工的布洛卡区和左颞内侧回。也就是说,随着二语水平的提高,双语大脑表征会逐渐呈现重叠。Abutalebi和Green(2007)则研究发现,二语水平较低的双语者所激活的大脑区域更为广泛,不仅涉及母语加工的部分区域,还包括前额叶、前扣带回、顶叶下回等神经控制系统区域。由此解释,双语者在二语加工过程中需要过滤无关信息、抑制不当反应,因而激活更多大脑机体。Reiterer等(2009)研究母语为德语、二语(英语)水平不同的

晚期(9岁开始学习二语)双语者在理解听力语篇过程中的大脑表征。结果显示,双语加工过程中,高水平受试者大脑右半球的激活程度只有微弱差别,而低水平受试者二语加工则显著激活大脑右半球。这进一步表明,对于外语学习者尤其是初学者而言,大脑右半球广泛介入二语习得过程,在处理与语用、认知等相关的信息方面起着关键作用(Joanette, Anslado 1999:529; Tompkins 2012:S61)。

不同的语言加工任务所具有的神经机制也存在明显差异。例如,Klein等(1999)使用PET对晚期汉英双语者产出动词时的大脑表征进行研究,结果发现,双语加工均激活左侧额叶下部、背外侧额叶、颞顶叶皮层、右小脑等相似脑区。Price等(1999)利用PET技术研究母语为德语的英语学习者在双语词汇翻译和词汇阅读过程中的大脑激活程度。结果显示,词汇翻译任务显著激活受试者的前扣带回、双侧壳核和尾状核头、辅助运动区以及小脑区域,而双语词汇阅读转换任务则进一步激活左后额下皮质和双侧缘上回区域。这表明,双语词汇翻译和词汇阅读任务所涉及的大脑表征和神经机制并不相同。

基于上述习得年龄、习得方式、语言水平和语言任务等因素,近些年来研究从不同角度对双语(多语)词汇、句子和语篇加工以及语义、语法任务的神经机制进行多因素分析。词汇加工层面,Klein等(1995)使用PET技术研究熟练的英语—法语双语者在产出母语和二语单词时的大脑表征。结果发现,双语单词复述均激活左前额叶的部分区域,同义词产出和翻译任务的大脑表征尤其是在布洛卡区域存在较大重叠。由此推论,早期和晚期熟练双语者在完成不同词汇加工任务时具有相似的神经机制。Chee等(1999)使用fMRI方法研究汉英双语者完成补词任务时大脑皮层的激活程度。研究发现,早期和晚期汉英双语者所激活的大脑皮层区域基本相同。据此推断,两种语言的词汇在双语大脑中具有大致相同的皮层表征,与二语习得年龄无关。此外,双语词汇加工所呈现的大脑不对称性也无差异,且与单语者的大脑不对称性相比也无差异。Illes等(1999)使用fMRI方法研究8位晚期习得西班牙语的英语本族语者在词汇语义加工过程中的大脑表征。结果显示,两种语言所激活的大脑区域(左侧下颞叶回)大体相似。由此推测,双语大脑中存在共同的神经系统对两种语言的词汇语义进行加工。二语学习并不会增加新的语义加工系

统,也不会重塑新的大脑皮层功能区。由上可知,不论是单词复述、同义词产出、同义词翻译、补词任务还是词汇语义任务,双语加工的神经机制很大程度上不受习得年龄、习得方式和语言水平影响。

句子加工层面,Chee等(1999a)使用fMRI方法分析早期流利汉英双语者句子加工的神经机制。在实验中,受试者需要判断所看到句子的正误。结果表明,两种语言所激活的大脑区域没有明显差别,均包括前额叶皮层、中部前额叶皮层、左颞区、左侧角回、前辅助运动区和顶上枕区。由此推论,早期流利汉英双语者在加工句法较为复杂的句子时激活共同的大脑皮层,也从侧面证实早期流利双语者大脑中两种语言具有同一存储模型。但是,晚期以及语言水平较低的双语者大脑中是否存在着不同的存储模型则有待进一步研究。语篇加工层面,Perani等(1996)使用PET技术分析二语为英语且水平中等的意大利语本族语者在倾听故事过程中的大脑神经机制。研究发现,母语加工激活的脑区主要是外侧裂语言区(包括下额回、颞上回和颞中回、颞极和角回)和右小脑,明显大于二语加工所激活的颞上回和颞中回以及双侧海马区。由此推断,双语听力语篇加工的神经机制存在明显差异。此外,双语大脑在处理语义、语法信息时均表现出不同的神经机制。对于关键期后开始学习二语的双语者,两种语言的语法信息加工机制存在明显差异(Kotz 2009:71-73),但语义加工似乎并不受习得年龄影响。尤其是当双语者具有较高二语能力时,双语语义加工表现出一致的激活方式,所激活的大脑功能区差异很小,甚至被认为是利用了同一语义脑网络(Abutalebi et al. 2001:187)。

基于前人实证分析,张强(2016)对多名蒙古族多语者的神经机制进行更为深入的功能磁共振成像研究,所得结果及解释也相对更为确切、精准。实验对象均为我国蒙古族成年人,右利手,母语为蒙语,二语和三语分别是汉语、英语,均通过中国高等汉语水平考试八级考试和大学英语四、六级考试。依据汉语习得年龄,受试者又分为早期汉语者(3岁前开始学习)和晚期汉语者(6岁后开始学习)。该研究中,早期汉语蒙古族和晚期汉语蒙古族分别完成蒙、汉、英三语单词语义联想任务。早期汉语蒙古族三语任务研究发现,3种语言激活的大脑区域既有重叠,也存在差异。三语各自单独激活的脑区对比可知,二语、三语较多激活额上回区域。由此推测,这一区域或许与

翻译过程有关。而三语转换过程在不同程度上激活左侧角回,表明该区域与语言转换机制有关。此外,3种语言均表现出大脑优势半球为左侧半球,但是英语的偏侧化程度最小,说明英语处理过程中更多需要右侧大脑的参与。晚期汉语蒙古族三语任务研究发现,3种语言所激活的大脑区域同样既有重叠,也有差异。三语各自单独激活的脑区对比显示,二语、三语较多激活额上回区域,说明这一区域可能与语言翻译过程有关。三语转换时也不同程度激活左侧角回,由此推测该区域与语言转换机制有关。3种语言同样表现出大脑左半球的偏侧化,但英语的偏侧化程度最小,说明英语任务更多需要大脑右半球的参与。简而言之,早期汉语和晚期汉语蒙古族在完成蒙、汉、英单词语义联想任务时,被激活的大脑表征既存在一定重叠,也呈现一定差异。额上回与语言翻译过程紧密相关,而左侧角回则对应语言转换机制。

3.4 双语(多语)神经机制的可塑性

双语(多语)失语症症状及恢复模式研究(Ojemann, Whitaker 1978; Paradis 1984; Ku et al. 1996; Moretti et al. 2001; Mariën et al. 2005:397; Meinzer et al. 2007)表明,双语(多语)神经机制具有一定的可塑性。也就是说,一定程度和区域的大脑损伤可能会短暂抑制某些特定的语言加工处理能力,但随着大脑损伤的康复或变化,被抑制的语言功能会逐渐恢复或发生转变。

大脑外科手术及术后康复过程则为大脑神经机制的可塑性提供直接、有力的证据。王伟民等(2008)对1例广东籍汉语普通话—英语多语者的大脑功能区胶质瘤进行手术治疗。该患者母语为粤语,7岁上学后学习普通话,20岁开始接受英语教育。3种语言(方言)的听力理解和口语表达能力基本平行。术前通过汉英语义、语音和图文等试验并经磁共振定位汉语、英语皮质区。术中对患者实施唤醒,采用直接皮质电刺激(60 Hz, 4 mA)再次分别确定汉语、英语语言区和运动区,并采用汉、英双语计数、命名、阅读、听力理解等语言任务进行语言区定位和监护。在保留母语功能的前提下,最大限度地切除英语功能区中的病变。术后64小时,该患者汉语、英语呈现运动性失语,英语表达明显不足且存在英汉翻译及找词障碍。术后1周,其语言功能基本恢复。术后1个月,该患者恢复工作。术后3个月,fMRI显示术前病灶附近的汉语、英语功能激活区消失,但同时形成新的功能激活区,即双语神经机制得以重塑。经检测,该患者双语语言、认知功能均无明显障碍。该

案例表明,双语(多语)神经机制具有一定的可塑性,但前提条件是母语功能区得到最大程度保留。前文文献梳理已知,单语和双语加工均显著激活布洛卡区和韦尼克区两个核心中枢。也就是说,大脑神经机制可塑性的前提条件或许就是这两个语言核心中枢未遭受功能性破坏。

综上所述,基于双语(多语)失语症和大脑实验,前人对双语(多语)加工神经机制的研究呈现纵深和关联趋势。具体而言,所分析的语言任务精细度和复杂度不断提高,受试者数量和类别明显增多,研究过程趋于综合考量多种因素并从多个角度进行交叉验证,数据收集从静态观察转变到动态追踪,所得结果及解释也逐渐从基于孤立个案过渡到依据批量数据探究其中的基本原理和潜在规律。

4 双语(多语)神经机制研究的趋势及启示

双语(多语)神经机制研究需要综合考量受试样本、习得年龄、习得方式、语言水平、语言类型及语言加工任务、技术手段及分析方法、实验过程等多种因素,刻意忽略或含糊界定部分因素势必会导致无法精准地捕获、解释潜在的神经机制异同,也不利于深入开展相关研究之间的对比分析和交叉验证。双语(多语)神经机制研究将逐渐呈现大样本、多因素、重交叉、复杂、动态、关联的综合特征。高新技术的发展和研究方法的进步将会极大地推动神经语言学研究在时间、空间上向纵深、协同的方向拓展。在一定时期内,基于脑成像技术、大数据分析及计算科学的发展,双语(多语)神经机制研究将得以从大量碎片化的个案研究和孤立数据中提取、挖掘潜在的现象和规律,并在此基础上进一步完善现有的认知机制和神经模型。在不久的将来,随着神经元(群)的基本构成、工作原理及传导路径的解码和揭秘,人类将得以构建与神经元通信的媒介与渠道,一定程度上实现对大脑认知和加工过程的刺激与干预,从而可以充分地挖掘、激发人脑潜在的、巨大学习力和创造力。此外,随着神经语言学和脑认知研究的逐步深入,人机互动的接口与界面或许将得以构建,通过脑电信号和脑电波传递语义指令进而控制机器在某些特定层面上将得以实现,从而迈出人机一体化、自动化的重要一步。总之,随着高新技术的发展和研究路径的拓展,双语(多语)神经机制研究领域将得以深度解码、动态建构大脑与双语(多语)之间以及不同形式的语言之间的内在关联和运行模式。

参考文献

- 陈俊 刘海燕 张积家. Stroop 效应研究的新进展——理论、范式及影响因素[J]. 心理科学, 2007(2). || Chen, J., Liu, H. -Y., Zhang, J. -J. The Latest Advances of the Stroop Effect: Its Theory, Paradigms, Affecting Factors[J]. *Psychological Science*, 2007(2).
- 崔刚. 神经语言学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2015. || Cui, G. *Neurolinguistics* [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2015.
- 丁国盛. 中英双语者词汇表征与加工的脑机制研究[D]. 北京师范大学博士学位论文, 2001. || Ding, G. -S. The Brain Mechanism Underlying Lexical Representation and Processing in Chinese-English Bilinguals[D]. Beijing Normal University, 2001.
- 刘润清 崔刚. 现代语言学名著选读(下册)[C]. 北京: 外语教学与研究出版社, 2010. || Liu, R. -Q., Cui, G. *Readings in Linguistics: Ninety Years since Saussure (Volume Two)* [M]. Beijing: Foreign Language Teaching and Research Press, 2010.
- 尚淑怡 尤春景. 认知电位 P300 的应用及研究进展[J]. 中国康复, 2008(2). || Shang, S. -Y., You, C. -J. Application and Research Progress of Cognitive Potential P300[J]. *Chinese Journal of Rehabilitation*, 2008(2).
- 王瑞乐 李妮 陈宝国. 句子加工中的语义 P600 效应[J]. 心理科学进展, 2010(4). || Wang, R. -L., Li, N., Chen, B. -G. The Semantic P600 Effect During Sentence Processing[J]. *Advances in Psychological Science*, 2010(4).
- 王伟民 白红民 何黎民 李天栋 施冲 李小建 陈卓铭. 汉—英双语言脑功能区外科手术定位的探讨[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2008(1). || Wang, W. -M., Bai, H. -M., He, L. -M., Li, T. -D., Shi, C., Li, X. -J., Chen, Z. -M. Research of Brain Mapping and Surgical Location of Chinese-English Bilingual Eloquent Areas[J]. *Chinese Journal of Minimally Invasive Neurosurgery*, 2008(1).
- 张强. 内蒙古蒙古族多语任务激活区的功能磁共振成像研究[D]. 南方医科大学博士学位论文, 2016. || Zhang, Q. Functional Magnetic Resonance Imaging Study Area of Inner Mongolia Mongolian Multilingual Task Activation [D]. Southern Medical University, 2016.
- Abutalebi, J., Cappa, S. F., Perani, D. The Bilingual Brain as Revealed by Functional Neuroimaging[J]. *Bilingualism: Language and Cognition*, 2001(2).

- Abutalebi, J., Green, D. Bilingual Language Production: The Neurocognition of Language Representation and Control[J]. *Journal of Neurolinguistics*, 2007(3).
- Aglioti, S., Fabbro, F. Paradoxical Selective Recovery in a Bilingual Aphasic Following Subcortical Lesions [J]. *NeuroReport*, 1993(4).
- Ahlsén, E. *Introduction to Neurolinguistics* [M]. Philadelphia: John Benjamins, 2006.
- Berthier, M. L., Starkstein, S. E., Lylyk, P., Leiguarda, R. Differential Recovery of Languages in a Bilingual Patient: A Case Study Using Selective Amytal Test [J]. *Brain and Language*, 1990(38).
- Briellmann, R. S., Saling, M. M., Connell, A. B., Waites, A. B., Abbott, D. F., Jackson, G. D. A High-field Functional MRI Study of Quadri-lingual Subjects [J]. *Brain and Language*, 2004(3).
- Chee, M., Hon, N., Lee, H. L., Soon, C. S. Relative Language Proficiency Modulates BOLD Signal Change When Bilinguals Perform Semantic Judgments [J]. *NeuroImage*, 2001(13).
- Chee, M. W. L., Caplan, D., Soon, C. S., Sriram, N., Tan, E. W. L., Thiel, T., Weekes, B. Processing of Visually Presented Sentences in Mandarin and English Studies with fMRI [J]. *Neuron*, 1999a(23).
- Chee, M. W. L., Tan, E. W. L., Thiel, T. Mandarin and English Single Word Processing Studied with Functional Magnetic Resonance Imaging [J]. *The Journal of Neuroscience*, 1999b(8).
- Dehaene, S., Dupoux, E., Mehler, J., Cohen, L., Paulesu, E., Perani, D., Van de Moortele, P., Lehericy, S., Le Bihan, D. Anatomical Variability in the Cortical Representation of First and Second Language [J]. *Neuroreport*, 1997(17).
- Fabbro, F. Introduction to Language and Cerebellum [J]. *Journal of Neurolinguistics*, 2000(13).
- Fabbro, F. The Bilingual Brain: Cerebral Representation of Languages [J]. *Brain and Language*, 2001(2).
- Fabbro, F., Paradis, M. Differential Impairments in Four Multilingual Patients with Subcortical Lesions [A]. In: Paradis, M. (Ed.), *Aspects of Bilingual Aphasia* [C]. Oxford: Pergamon Press, 1995.
- Fabbro, F., Peru, A., Skrap, M. Language Disorders in Bilingual Patients after Thalamic Lesions [J]. *Journal of Neurolinguistics*, 1997(10).
- Golestani, N., Alario, F., Meriaux, S., Le Bihan, D., Dehaene, S., Pallier, C. Syntax Production in Bilinguals [J]. *Neuropsychologia*, 2006(44).
- Gollan, T. H., Montoya, R. I., Fennema-Notestine, C., Morris, S. K. Bilingualism Affects Picture Naming But Not Picture Classification [J]. *Memory & Cognition*, 2005(7).
- Goral, M., Rosas, J., Conner, P. S., Maul, K. K., Obler, L. K. Effects of Language Proficiency and Language of the Environment on Aphasia Therapy in a Multilingual [J]. *Journal of Neurolinguistics*, 2012(6).
- Grosjean, F., Li, P. *The Psycholinguistics of Bilingualism* [M]. New York: John Wiley and Sons, 2012.
- Hernandez, A. E., Martinez, A., Kohnert, K. In Search of the Language Switch: An fMRI Study of Picture Naming in Spanish-English Bilinguals [J]. *Brain and Language*, 2000(73).
- Illes, J., Francis, W. S., Desmond, J. E., Gabrieli, J. D., Glover, G. H., Poldrack, R., Lee, C. J., Wagner, A. D. Convergent Cortical Representation of Semantic Processing in Bilinguals [J]. *Brain and Language*, 1999(70).
- Indefrey, P. A Meta-analysis of Hemodynamic Studies on First and Second Language Processing: Which Suggested Differences Can We Trust and What Do They Mean? [J]. *Language Learning*, 2006(S1).
- Joanette, Y., Anslado, A. I. Clinical Note: Acquired Pragmatic Impairments and Aphasia [J]. *Brain and Language*, 1999(68).
- Kim, K. H. S., Relkin, N. R., Lee, K. M., Hirsch, J. Distinct Cortical Areas Associated with Native and Second Languages [J]. *Nature*, 1997(388).
- Klein, D., Milner, B., Zatorre, R. J., Zhao, V., Nikelski, J. Cerebral Organization in Bilinguals: A PET Study of Chinese-English Verb Generation [J]. *Neuroreport*, 1999(13).
- Klein, D., Zatorre, R. J., Milner, B., Meyer, E., Evans, A. C. The Neural Substrates of Bilingual Language Processing: Evidence from Positron Emission Tomography [A]. In: Paradis, M. (Ed.), *Aspects of Bilingual Aphasia* [C]. Oxford: Pergamon Press, 1995.
- Kohnert, K. Cross-language Generalization Following Treatment in Bilingual Speakers with Aphasia: A Review [J]. *Seminars in Speech and Language*, 2009(3).
- Kotz, S. A. A Critical Review of ERP and fMRI Evidence on L2 Syntactic Processing [J]. *Brain & Language*, 2009(109).
- Kroll, J. F., Stewart, E. Category Interference in Translation

- and Picture Naming: Evidence for Asymmetric Connections Between Bilingual Memory Representations [J]. *Journal of Memory and Language*, 1994(33).
- Ku, A., Lachmann, E. A., Nagler, W. Selective Language Aphasia from Herpes Simplex Encephalitis [J]. *Pediatric Neurology*, 1996(2).
- Kutas, M., Hillyard, S. A. Reading Senseless Sentences: Brain Potentials Reflect Semantic Incongruity [J]. *Science*, 1980(207).
- LaHeij, W., de Bruyn, E., Elens, E., Hartsuiker, R., Helaha, D., van Schelven, L. Orthographic Facilitation and Categorical Interference in a Word-translation Variant of the Stroop Task [J]. *Canadian Journal of Psychology*, 1990(1).
- Mariën, P., Abutalebi, J., Engelborghs, S., De Deyn, P. P. Pathophysiology of Language Switching and Mixing in an Early Bilingual Child with Subcortical Aphasia [J]. *Neurocase*, 2005(6).
- Mechelli, A., Crinion, J. T., Noppeney, U., O'Doherty, J., Ashburner, J., Frackowiak, R. S., Price, C. J. Structural Plasticity in the Bilingual Brain: Proficiency in a Second Language and Age at Acquisition Affect Grey-matter Density [J]. *Nature*, 2004(431).
- Meinzer, M., Obleser, J. T., Eulitz, C., Rockstroh, B. Recovery from Aphasia as a Function of Language Therapy in an Early Bilingual Patient Demonstrated by fMRI [J]. *Neuropsychologia*, 2007(6).
- Moretti, R., Bava, A., Torre, P., Antonello, R. M., Zorzon, M., Zivadinov, R., Cazzato, G. Bilingual Aphasia and Subcortical-cortical Lesions [J]. *Perceptual and Motor Skills*, 2001(3).
- Neville, H. J., Coffey, S. A., Lawson, D. S., Fischer, A., Emmorey, K., Bellugi, U. Neural Systems Mediating American Sign Language: Effects of Sensory Experience and Age of Acquisition [J]. *Brain and Language*, 1997(3).
- Neville, H. J., Mills, D. L., Lawson, D. S. Fractionating Language: Different Neural Subsystems with Different Sensitive Periods [J]. *Cerebral Cortex*, 1992(3).
- Newman, A. J., Bavelier, D., Corina, D., Jezzard, P., Neville, H. J. A Critical Period for Right Hemisphere Recruitment in American Sign Language Processing [J]. *Nature Neuroscience*, 2002(1).
- Ojemann, G. A., Whitaker, H. A. The Bilingual Brain [J]. *Arch Neurol*, 1978(7).
- Paradis, M. Aphasia et Traduction [J]. *Meta Translators' Journal*, 1984(24).
- Perani, D., Dehaene, S., Grassi, F., Cohen, L., Cappa, S. F., Dupoux, E., Fazio, F., Mehler, J. Brain Processing of Native and Foreign Languages [J]. *NeuroReport*, 1996(7).
- Perani, D., Paulesu, E., Galles, N. S., Dupoux, E., Dehaene, S., Bettinardi, V., Cappa, S. F., Fazio, F., Mehler, J. The Bilingual Brain: Proficiency and Age of Acquisition of the Second Language [J]. *Brain*, 1998(121).
- Price, C. J., Green, D. W., von Studnitz, R. A Functional Imaging Study of Translation and Language Switching [J]. *Brain*, 1999(122).
- Rapport, R. L., Tan, C. T., Whitaker, H. A. Language Function and Dysfunction among Chinese- and English-Speaking Polyglots: Cortical Stimulation, Wada Testing, and Clinical Studies [J]. *Brain and Language*, 1983(18).
- Reiterer, S., Pereda, E., Bhattacharya, J. Measuring Second Language Proficiency with EEG Synchronization: How Functional Cortical Networks and Hemispheric Involvement Differ as a Function of Proficiency Level in Second Language Speakers [J]. *Second Language Research*, 2009(1).
- Tompkins, C. A. Rehabilitation for Cognitive-communication Disorders in Right Hemisphere Brain Damage [J]. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2012(1).
- Vingerhoets, G., Van Borsel, J., Tesink, C., van den Noort, M., Deblaere, K., Seurinck, R., Vandemaele, P., Achten, E. Multilingualism: An fMRI Study [J]. *NeuroImage*, 2003(4).
- Wartenburger, I., Heekeren, H. R., Abutalebi, J., Cappa, S. F., Villringer, A., Perani, D. Early Setting of Grammatical Processing in the Bilingual Brain [J]. *Neuron*, 2003(1).
- Watanabe, T. S., Sasanuma, S. The Recovery Processes of Two English-Japanese Bilingual Aphasics [J]. *Brain and Language*, 1978(6).
- Weber-Fox, C. M., Neville, H. J. Maturation Constraints on Functional Specializations for Language Processing: ERP and Behavioral Evidence in Bilingual Speakers [J]. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1996(3).

定稿日期:2020-01-10

【责任编辑 陈庆斌】