

中-英双语者词汇语义通达的大脑功能偏侧化与合作效应^{*}

蔡厚德^{**}

(南京师范大学教科院脑与认知实验室, 南京, 210097)

摘 要 采用半视野速示术对 48 名英语专业硕士研究生进行词汇判别的语义启动实验, 检查中-英双语者词汇语义通达可能存在的大脑功能偏侧化与合作效应。结果提示: (1) 相对熟练的中-英双语者 L1 (中文) 和 L2 (英文) 均可直接通达一个共同的词汇语义概念表征系统, 但 L1 可以通过两半球, 而 L2 可能主要依赖于大脑右半球; (2) 跨语言条件出现了半球间语义通达的合作优势效应。

关键词: 中-英双语者 启动效应 词汇语义通达 大脑功能偏侧化 合作

1 引言

有关双语者在使用两种语言时是否存在大脑两半球的功能偏侧化差异, 虽然研究者提出过一些可能的模式^[1], 但由于不同研究采用的方法技术或认知任务的不同, 以及双语者 L2 获得的年龄与方式、熟练程度等诸多变量也存在差异, 目前还难以做出结论性评价^[2]。但近期的研究证据^[3-4]提示, 双语者两种语言的语义加工可能共享同一个概念表征系统。研究^[5-6]还显示, 人脑的语义网络是广泛分布在大脑两半球的。一方面, 左右半球的语义网络在组织方式和加工时程等方面存在差异; 另一方面, 两半球的语义系统之间还可以共享与整合信息^[7]。那么, 双语者两种语言的语义通达是否存在左右半球的功能偏侧化? 两种语言间的语义通达是否可以在半球间共享与合作?

根据 Kroll 等^[8]提出的双语者语义通达的修正层级 (不对称) 模型, 已有研究^[9-11]采用启动实验范式评价了双语者两种语言间的语义启动效应。如果能够得到语言间的启动效应, 则提示词汇加工能够直接通达同一个语义概念表征系统。如郭桃梅和彭聃龄^[11]对非熟练中-英双语者的启动实验发现, L2 (英语) 似乎只能借助于 L1 (中文) 来通达语义概念表征。这一结果部分验证了 Kroll 的模型^[8], 也提示 L2 的熟练程度可能会影响双语者的语义通达机制。本研究将进一步选择已通过专业英语八级的研究生进行词汇语义的启动实验。根据 Kroll 的模型可以预计, 熟练中-英双语者的 L2 应该与 L1 一样, 可以直接通达语义概念表征。如果它们共享同一个语义表征系统, 就应该出现明显的语言间词汇语义启动效应。如果这两种语言都能直接通达分布于两半球的语义网络, 也就可以据此来评价语言内 (L1-L1 或

L2-L2) 和语言间 (L1-L2 或 L2-L1) 在半球内 (左半球或右半球) 的语义通达是否存在功能偏侧化, 也可以评价语言内和语言间在半球间 (左-右半球或右-左半球) 的语义通达是否存在信息的共享与合作。本研究采用了半视野速示条件下的启动范式^[7]。实验时启动刺激先短时偏侧呈现于左视野 (右半球) 或右视野 (左半球), 随后的目标刺激短时呈现在与启动刺激相同的视野 (半球内条件) 或在启动刺激的对侧视野 (半球间条件); 启动刺激与目标刺激可能都是中文或英文词 (语言内条件), 它们也可能是不同的语言 (语言间条件)。启动刺激与目标刺激可能存在语义联想相关, 也可能无关。这样, 便可以通过评价不同语言类型在不同视野呈现条件下的词汇语义启动效应, 来系统考查相对熟练的中-英双语者在词汇语义通达加工中可能存在的大脑功能偏侧化与合作效应。

2 实验方法

2.1 被试 已通过英语专业八级的硕士研究生, 男女各 24 名, 年龄 21-32 岁。开始学习英语的年龄 7-14 岁, 都是通过正式的学校学习方式获得的。经利手十项标准^[12]检查, 所有被试均为强右利手, 且近亲中无左利手。

2.2 实验材料 中文词选自《现代汉语频率词典》^[13]中的高频双字词, 英文词是常用的 3-5 个字母的单词。启动-目标的真词刺激共 80 对, 它们的语言关系包括“中-中、英-中、英-英和中-英”四种类型。其中, 语义相关词和语义无关词各 10 对。另外, 这 80 个启动词与 80 个假词作为目标词构成了 80 个包含相同语言关系的启动-目标刺激对。

2.3 实验步骤 实验在一安静半暗的实验室中进行。采用半视野速示的启动范式, 将启动和目标刺

^{*} “基础心理学”江苏省重点学科科研项目资助。

^{**} 通讯作者: 蔡厚德. E-mail: caihoude@163.com

激先后呈现在左视野(左视野-左视野)或右视野(右视野-右视野),或将启动刺激先呈现在左视野、目标刺激后呈现在右视野(左视野-右视野),或启动刺激先呈现在右视野、目标刺激后呈现在左视野(右视野-左视野)。中文和英文词的中心偏离中心注视点“十” 4.5° 视角。其中,中文词宽 3° ,字高 1.5° ,字宽 1.25° ,字间距 0.5° ;英文词高与中文词相同,5字母词与中文词宽也相同,3和4字母词宽分别为 1.8° 和 2.4° 。采用E-prime实验软件编写的程序控制刺激呈现模式与反应时和错误百分数的数据采集。

实验时被试端坐于屏幕前50厘米处,下颚置于托架上。实验前告知被试刺激呈现方式与反应要求。每次测试时屏幕中心先出现一“十”字500毫秒,要求被试凝视这一“十”字。随即启动刺激呈现500毫秒,之后出现跨越左右视野的人字形掩蔽屏250毫秒,接着目标刺激呈现500毫秒,即SOA为300毫秒。要求被试在目标刺激呈现后以手动按键方式尽快对目标刺激做出是否是词的判别。被试中有一半用食指按压“是”键,中指按压“否”键,另一半用相反的方式按键。本实验由两部分组成:一部分的目标刺激是中文词(中-中和英-中),另一部分的目标刺激是英文词(英-英和中-英)。每一部分中的两种类型测试刺激对,以及语义相关与无关刺激对均随机出现。320对刺激分成两组,每组160对。被试完成每组测试约需15分钟,休息5分钟。完成全部4个组的测试约需80分钟。两个部分的测验顺序以及用左右手反应在男女被试间作平衡处理。被试先完成16组练习,以熟悉刺激呈现与反应方式。

3 结果

对48名被试在四种视野呈现条件下完成不同语言类型词汇判别任务的平均正确反应时和错误百分数进行2语义相关性(相关与无关) \times 4视野呈现条件(左-左视野、右-右视野、左-右视野和右-左视野)的多因素重复测量的方差分析(ANOVAs)。结果显示:正确反应时的语义相关性主效应显著[$F(1,47)=116.41, p=0.000$];视野呈现条件主效应显著[$F(3,45)=116.41, p=0.000$];语义相关性 \times 视野呈现条件交互作用显著[$F(3,45)=4.90, p=0.006$]。错误百分数的语义相关性主效应显著[$F(1,47)=45.12, p=0.000$];视野呈现条件主效应显著[$F(3,45)=24.63, p=0.000$];语义相关性 \times 视野呈现条件交互作用接近显著[$F(3,45)=2.24, p=0.097$]。

既然正确反应时的语义相关性主效应显著,错误百分数也出现了类似的效应,这提示反应速度存在有意义的语义启动效应。正确反应时的语义相关性 \times 视野呈现条件的交互作用显著,提示这种启动效应应在不同视野呈现条件下可能有不同的表现。因此,有必要进一步考查不同视野呈现条件下四种语言类型的语义启动效应(启动量)的具体表现。启动量为每种条件下语义不相关词对中目标词的平均正确反应时减去语义相关词对中目标词的平均正确反应时。

对启动量进行4种语言类型(中-中,英-中,英-英和中-英) \times 4种视野呈现条件(左-左视野,右-右视野,左-右视野和右-左视野)的多因素重复测量的方差分析(ANOVAs)。结果显示:语言类型启动量主效应显著[$F(3,45)=4.17, p=0.013$]。具体表现为:中-中($M=39.28$)启动量显著大于英-英($M=26.17$) [$F(1,47)=4.46, p=0.041$];中-英启动量($M=53.78$)显著大于英-英 [$F(1,47)=7.81, p=0.008$],也接近显著大于英-中($M=38.49$) [$F(1,47)=3.57, p=0.067$];英-中启动量显著大于英-英 [$F(1,47)=4.11, p<0.049$]。视野呈现条件的启动量主效应也显著[$F(3,45)=4.90, p<0.006$]。进一步分析显示:左-右视野和右-左视野都分别显著大于右-右视野[$F(1,47)=7.95, p=0.008$; $F(1,47)=18.49, p=0.000$]。语言条件 \times 视野呈现条件交互作用接近显著[$F(9,39)=1.87, p=0.085$]。

四种语言类型在不同视野呈现条件下的启动量分析表明:中-中语言和英-英语言类型的视野条件主效应不显著。英-中语言类型的视野条件主效应显著[$F(3,45)=3.08, p=0.038$],表现为左-右视野的启动量显著大于右-右视野[$F(1,47)=5.07, p=0.029$];中-英语言类型的视野条件主效应也显著[$F(3,47)=6.41, p<0.001$],表现为右-左视野显著大于左-左视野[$F(1,47)=13.72, p=0.000$]、右-右视野[$F(1,47)=19.62, p=0.000$]和左-右视野[$F(1,47)=4.89, p=0.042$]。

四种视野呈现条件下不同语言类型启动量的分析表明:左-左视野和左-右视野条件下语言类型主效应不显著。右-右视野条件下语言类型主效应显著[$F(3,45)=3.34, p=0.029$],表现为中-中启动量显著大于英-英[$F(1,47)=8.93, p=0.005$],英-中启动量也显著大于英-英[$F(1,47)=5.43, p=0.024$];右-左视野条件下语言类型主效应也显著[$F(3,45)=4.13, p=0.012$],表现为中-英启动量显著大于中-中[$F(1,47)=7.44, p=0.009$]、英

一中 $[F(1, 47)=4.92, p=0.046]$ 和英-英 $[F(1, 47)=8.45, p=0.006]$ 。

进一步对不同视野呈现条件下四种语言类型的相关词对与不相关词对中目标词词汇判别的正确反应时进行两两比较的 F 检验。结果表明:除了英-英语言类型在右-右视野呈现条件下差异不显著之外,其余所有条件下对相关词对中目标词的反应均显著快于对不相关词对中目标词的反应。

4 讨论

本研究结果显示,中-中语言类型在左-左视野和右-右视野条件下均出现了有意义的启动效应,提示 $L1$ (中文) 的词汇通过大脑两半球均可有效通达语义加工系统,这支持词汇语义可能在两半球分布式加工的观点^[5, 6]。但是,英-英语言类型仅在左-左视野条件下出现了显著的启动效应,提示 $L2$ (英文) 词汇的语义通达加工可能主要依赖右半球,这倾向于支持双语者 $L2$ 的加工更多利用大脑右半球的观点^[3, 14-17]。

然而,也有一些研究证据^[18-20]显示双语者加工两种语言激活了类似的左半球语言区,即两种语言均表现出一致的左半球优势。Fabbro^[21]在评价类似研究时曾指出,研究双语者的大脑功能偏侧化,有必要区分语言(甚至是词汇)的不同加工成分,如词形、语音、词法和语义等。本研究中的词汇启动效应主要反映了语义的自动加工,结果提示 $L2$ (英语) 的语义启动偏侧于右半球,而 $L1$ (中文) 的语义通达似乎可以通过两半球。但是,进一步对两类目标词(中文和英文)在两种目标视野(左视野和右视野)呈现条件下的正确反应时和错误反应百分数进行 F 检验,结果表明中文目标词的反应在右视野显著快于左视野($p=0.046$);英文目标词反应在右视野的错误百分数显著低于左视野($p=0.043$),提示 $L1$ 和 $L2$ 的词汇判别加工都有一定程度的左半球优势。本研究中真假词判别任务可能主要反映了词汇形态(词形或语音)水平的通达加工^[22],由于加工词汇形式的语言网络可能偏侧分布于大脑左半球^[5],双语者的两种语言可能会倾向于出现一致的左半球优势;既然词汇语义加工网络分布在两半球,因此双语者 $L1$ 的语义自动激活加工呈现出两半球的均势效应。不过,由于双语者 $L2$ 学习的时间早晚、学习方式和熟练程度不同,其词汇语义加工可能会出现不同于 $L1$ 的大脑功能偏侧化。但是,如果 $L2$ 词汇语义任务的完成必须依赖于外显的执行加工,如语音输出、概念范畴判断或词汇产生(名词产生动词),则也可能出现与词汇形态加工任务一致的左半球优势效

应^[18-19]。

本研究结果还显示,中-英和英-中语言类型在左-左和右-右视野呈现条件下均出现了明显的语义相关性启动效应,提示不仅中-英双语者的两种语言可以通达同一个语义概念表征系统,而且大脑两半球在跨语言条件下似乎也可以完成这种加工。对非熟练中-英双语者的启动实验并没有发现明显的语义联想启动效应^[11],但本研究的被试是 $L2$ 相对熟练的中-英双语者。根据修正层级模型^[8],随着 $L2$ 熟练程度的提高,它也可以直接通达与 $L1$ 共同的语义概念加工系统。可以推测,尽管 $L2$ (英语)在左半球缺乏明显的启动效应,由于 $L1$ (中文)在左半球较强的启动效应,它也许可以激活与 $L2$ (英文)共享的语义系统,从而导致跨语言条件下左半球也出现了明显的语义相关性启动效应。

本研究结果分析表明,中-中语言类型的视野主效应不显著,两种视野间呈现条件(左-右视野或右-左视野)与视野内条件(左-左视野或右-右视野)一样均出现了明显的启动效应。英-英语言类型的视野主效应也不显著,两种视野间呈现条件也均有明显的启动效应。在跨语言类型的加工中,英-中中和中-英的视野呈现条件主效应均显著。英-中语言类型在四种视野呈现条件下均有明显的启动效应,且左-右视野的启动量要显著大于右-右视野;中-英语言类型在四种视野呈现条件下也均有明显的启动效应,且右-左视野的启动量要显著大于左-左视野、右-右视野和左-右视野。可见,跨语言类型在视野间条件下的启动量倾向于大于视野内呈现,这在中-英语言类型最为明显,提示半球间的合作可以有效提高跨语言的语义加工激活水平。

5 结论

本研究采用半视野速示条件下的语义启动实验,考查了 $L2$ (英文) 比较熟练的中-英双语者在词汇语义通达加工中可能存在的大脑功能偏侧化与合作效应。结果提示: $L1$ 和 $L2$ 的词汇加工均可直接通达共同的语义概念表征系统,但 $L1$ 可以通过大脑两半球,而 $L2$ 可能主要依赖于大脑右半球;跨语言条件下存在更加明显的大脑两半球间的合作优势效应。

致谢:曾维芳参与了资料数据的收集与分析工作,特此感谢。

6 参考文献

- 1 Paradis M. The neurolinguistics of bilingualism in the next decades. *Brain and Language*, 2000, 71:178-180

- 2 Ding G S, Perry C, Peng D L, et al. Neural mechanisms underlying semantic and orthographic processing in Chinese-English bilinguals. *Brain Imaging*, 2003, 12; 1557-1562
- 3 French R M, Jacquet M. Understanding bilingual memory: models and data. *Trends in Cognitive Sciences*, 2004, 8; 87-93
- 4 李荣宝, 彭聃龄, 郭桃梅. 汉英语义通达过程的事件相关电位研究. *心理学报*, 2003, 36(3); 309-316
- 5 Pulvermüller F. Brain reflection of word and their meaning. *Trends in Cognitive Sciences*, 2001, (5)12; 517-524
- 6 Damasio H, Tranel D, Grabowski T, et al. Neural systems behind word and concept retrieval. *Cognition*, 2004, 92; 170-229
- 7 Hutchinson A, Whitman R D, Abeare C, et al. The unification of mind: integration of hemispheric semantic processing. *Brain and language*, 2003, 87; 361-368
- 8 Kroll J F, Stewart E. Category interference in translation and picture naming: evidence for asymmetric connections between bilingual memory representations. *Journal of Memory and Language*, 1994, 33; 149-174
- 9 Fox E. Cross-language priming from ignored words: evidence for a common representational system in bilinguals. *Journal of Memory and Language*, 1996, 35; 353-370
- 10 Gollan T H, Forster K I, Frost R. Translation priming with different scripts: masked priming with cognates and noncognates in Hebrew-English bilinguals. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1997, 23 (5); 1122-1139
- 11 郭桃梅, 彭聃龄. 非熟练中-英双语者的第二语言的语义通达机制. *心理学报*, 2002, 35(3); 23-28
- 12 李心天. 中国人的左右利手分布. *心理学报*, 1983, (3); 268-275
- 13 北京语言学院语言教研室. 现代汉语频率词典. 北京: 北京语言学院出版社, 1986
- 14 Wulfein D, Richardson B, Lynch J. Right hemisphere involvement in processing later-learned languages in multilinguals. *Brain and Language*, 1994, 46; 620-636
- 15 Evans J, Workman L, Mayer P, et al. Differential bilingual laterality: mythical monster found in Wales. *Brain and Language*, 2002, 83; 291-299
- 16 Mohr E, Costa L. Ear asymmetries in dichotic listening tasks which increase in difficulty. *Brain and Language*, 1985, 24 (2); 233-245
- 17 Dehaene S, Dupoux E, Mehler J, et al. Anatomical variability in the cortical representation of First and second language. *Neuroreport*, 1997, 8; 3809-3815
- 18 Pu Y, Liu H L, Spinks J A, et al. Cerebral hemodynamic response in Chinese (first) and English (second) language processing revealed by event-related functional MRI. *Magnetic Resonance Imaging*, 2001, 19; 643-647
- 19 Hernandez A E, Dapretto M, Mazziotta J, et al. Language switching and language representation in Spanish-English bilinguals: an fMRI study. *Neuroimage*, 2001, 14; 510-520
- 20 Kim K H, Relkin N R, Lee K M, et al. Distinct cortical areas associated with native and second languages. *Nature*, 1997, 388; 171-174
- 21 Fabbro F. The bilingual brain: cerebral representation of languages. *Brain and Language*, 2001, 79; 211-222
- 22 陈宝国. 双语语义表征的理论及其研究方法. *民族教育研究*, 2001, 12; 83-89

Effects of the Cerebral Functional Lateralization and Cooperation of Lexical Semantic Accessing in Chinese-English Bilinguals

Cai Houde

(Lab of Brain and Cognition, Nanjing Normal University, Nanjing, 210097)

Abstract Forty-eight Chinese-English bilinguals, all graduate students majoring in English, performed the within and cross-language lexical decision tasks in the visual half-field presented prime-target words in order to examine the effects of cerebral functional lateralization and cooperation in lexical semantic accessing. The results indicated that (1) both L1(Chinese) and L2(English) could access directly a common lexical conceptual system for these more proficient Chinese-English bilinguals, but through the two hemispheres for L1 and the right hemisphere for L2 only; (2) there was a dominant effect of semantic cooperation of the cross-language for interhemispheric interaction.

Key words: Chinese-English bilinguals, priming effects, lexical semantic access, cerebral functional lateralization, cooperation