

• 研究前沿(Regular Articles) •

词汇歧义消解的脑机制

黄福荣 周冶金

(青少年网络心理与行为教育部重点实验室; 湖北省人的发展与心理健康重点实验室;
华中师范大学心理学院, 武汉 430079)

摘要 词汇歧义是语言歧义的一种, 词汇歧义消解受到相对意义频率和语境的影响。半视野研究发现大脑两半球都能在词汇歧义消解过程中根据语境信息选择性地激活歧义词的恰当意义、抑制不恰当意义, 其中左半球的语义选择功能更强; 脑损伤研究发现大脑左、右半球损伤都会导致词汇歧义消解中语义选择障碍, 词汇歧义消解需要大脑两半球的联合作用; 神经成像研究进一步发现额叶与颞叶共同支持词汇歧义消解, 歧义词的恰当意义的选择是由额下回执行的, 语义整合加工是由颞叶负责的。

关键词 词汇歧义消解; 语义选择; 语义整合; 脑机制

分类号 B842

1 引言

歧义是语言中客观存在的现象, 它的产生与语音、词汇、语法、语义、语用、修辞、逻辑等各方面都有密切的联系。词汇歧义是语言歧义的一种, 可以根据意义之间的关联性, 把歧义词分为同形同音(homonym)歧义词和近义(polysemy)歧义词, 同形同音歧义词的多种意义之间无关联, 近义歧义词的多种意义之间则存在较高的关联性。近义歧义词又分为隐喻(metaphor)歧义词和转喻(metonymy)歧义词, 隐喻歧义词的基本意义是字面意义, 次要意义是隐喻意义; 转喻歧义词的基本意义和次要意义都是字面意义。本文重点阐明同形同音歧义词的歧义消解的脑机制, 有关隐喻和转喻歧义词的研究工作没有放在本文的考虑之列。

词汇歧义消解过程一般被分为词汇通达和后词汇整合两个阶段。多重通达模型和选择通达模型都强调语境对歧义消解的影响, 其中多重通达模型(Swinney, 1979)认为符合语境的意义的选择过程只发生在后词汇整合阶段, 选择通达模型

(Simpson, 1981)认为只有与语境一致的意义才能得到通达, 强调语境在词汇通达阶段就起作用。顺序通达模型(Rayner & Frazier, 1989)、重排序通达模型(Duffy, Morris, & Rayner, 1988)和语境敏感模型(Paul, Kellas, Martin, & Clark, 1992)都承认相对意义频率与语境共同影响词汇歧义消解, 区别在于语境起作用的时间点, 歧义词的恰当意义的选择既可能发生在通达阶段, 也可能发生在后词汇整合阶段。上述理论都试图揭示词汇歧义消解过程中, 读者(或听者)如何选择歧义词的恰当意义, 从而与语境整合成一致的语义表征, 达到正确理解句子意义的目的。对于词汇歧义消解的脑机制的研究, 早期研究者只能利用视野分离技术和脑损伤研究方法, 探讨词汇歧义消解过程中语义选择的大脑半球机制, 随着认知神经科学的发展和脑成像技术的进步, 研究者已经能够揭示词汇歧义消解过程中语义选择的较精确脑功能定位。

2 词汇歧义消解的大脑半球机制

2.1 半视野研究

根据词汇歧义消解的认知理论可知, 词汇和语境信息都会影响词汇歧义消解。为了考察大脑两半球是否都能够利用相对意义频率和语境偏向

收稿日期: 2012-01-16

通讯作者: 周冶金, E-mail: zhouzhijin64@yahoo.com.cn

性来选择歧义词的恰当意义,研究者主要采用视野分离速示法,记录被试对于呈现在半视野内的探测词的反应,考察歧义词的多种意义在大脑两半球中激活的时间进程,从而推测大脑左、右半球的语义选择功能。

相对意义频率对歧义词的激活的影响表现在高频意义往往处于优势激活状态。为了考察大脑两半球能否利用相对意义频率来激活歧义词,Burgess 和 Simpson (1988)在实验中,先在中央视野呈现歧义词,间隔一段时间之后,再在左视野或右视野偏侧呈现与歧义词的主要意义或次要意义相关的探测词,要求被试完成词汇判断任务。实验发现在刺激的时间间隔(SOA, stimulus onset asynchrony)为 35ms 的条件下,歧义词的主要意义和次要意义在左半球均得到了激活,但是只有歧义词的主要意义在右半球得到激活。在 SOA 为 750ms 的条件下,歧义词的主要意义在左半球保持激活,而次要意义已受到抑制,但是,歧义词的主要意义和次要意义探测词在右半球均处于激活状态。这说明大脑左半球能迅速激活歧义词的多种意义,并且抑制相对频率较低的次要意义,但是,大脑右半球会激活歧义词的所有相关意义。实验结果符合语义加工的粗编码理论假设(Jung-Beeman, 2005),即大脑左半球进行精细语义编码,选择性激活相对频率较高的主要意义,大脑右半球进行粗糙语义编码,缺乏选择性。

在特定语境下的词汇歧义消解过程中的歧义词的激活受到相对意义频率与语境的共同影响。为了考察左、大脑右半球能否利用语境信息进行语义选择,实验中通常会先呈现一个包含歧义词的句子(句子语境),然后再呈现一个与歧义词的主要意义或次要意义相关的探测词,通过检测被试对探测词的反应来考察词汇歧义消解中的语义激活与选择。句子内容可能偏向歧义词的某种意义(偏向性语境),也可能不偏向歧义词的任何意义(非偏向性语境)。如果实验采用非偏向性语境,会得到与无语境实验类似的结果,即大脑左半球激活了歧义词的主要意义,大脑右半球同时激活了主要意义和次要意义(Peleg & Eviatar, 2008)。而偏向性语境会对歧义词的激活产生不同的影响,例如, Faust 等人在中央视野呈现包含歧义词的句子,控制 SOA 为 100ms 或 900ms,再在半视野内呈现与歧义词的主要意义或次要意义相关的探测

词,要求被试完成词汇判断任务。实验结果表明,在 SOA 为 100ms 的条件下,歧义词与语境不一致的意义在左、大脑右半球中均被激活了;把 SOA 延长到 900 或 1000ms 之后,大脑左半球中只有与语境意义一致的意义保持激活,与语境不一致的意义已经被抑制了,而大脑右半球中歧义词的主要意义和次要意义均处于激活状态,无论它们是否与语境一致(Faust & Chiarello, 1998; Faust & Gernsbacher, 1996),上述实验结果都说明只有大脑左半球具有语义选择功能。

然而,也有研究者采用与 Faust 相同的实验范式发现大脑右半球中歧义词的激活也受到语境的影响,具体表现为,在语境偏向主要意义时只激活歧义词的主要意义,在语境偏向次要意义时激活次要意义,或者同时激活主要意义和次要意义(Coney & Evans, 2000; Coulson, van Petten, Federmeier, & Kutas, 2005; Peleg & Eviatar, 2008, 2009; 周治金, 赵雷, 杨文娇, 陈永明, 2007)。这说明右半球也具有语义选择功能,只是此功能比较弱,所以在语义选择比较容易的偏向主要意义语境中,能够有效地抑制相对频率较低的次要意义,而在语义选择比较难的偏向次要意义语境中,不一定能够有效地抑制相对频率较高的主要意义。另一个导致实验结果差异的可能原因在于对语境强度的控制缺乏明确统一的标准。语境敏感模型提出相对意义频率和语境偏向性对词汇歧义消解的影响受到语境强度的制约,如果不同的研究中所使用的句子语境的强度存在差异,很可能会导致实验结果的差异,尤其是对于语义选择功能较弱的大脑右半球而言,语境较强时能够进行语义选择,语境较弱时不能进行语义选择。

对于大脑两半球在词汇歧义消解中的语义选择功能,通常都是根据被试对探测词的反应来推测的。值得注意的是,如果采用不同的实验技术和测量指标,也可能导致实验结果上出现差异。例如, Meyer 和 Federmeier (2007)在 ERP 研究中采用“启动词—歧义词—探测词”范式,启动词(词语境)与探测词都偏侧呈现,歧义词在中央视野呈现,要求被试判断探测词与歧义词的意义是否一致。实验发现,只有与语境意义一致的探测词才能在大脑两半球中诱发 N400 启动效应(波幅更低),对于那些与语境意义不一致的探测词都没有启动效应。Meyer 和 Federmeier (2008)在眼动研

究中, 采用了相同的实验材料和类似的实验范式, 只是同时呈现若干个“探测词”, 要求被试从中选择与歧义词意义一致的词, 同时记录被试在选择过程中的眼动轨迹, 结果表明在语境偏向主要意义条件下, 大脑两半球中都只激活了歧义词的主要意义, 而在语境偏向次要意义条件下, 大脑两半球中都激活了歧义词的主要意义和次要意义。两个研究的具体实验结果不尽相同, 但是依然可以得出大致相同的结论, 即大脑两半球都具有语义选择功能。

2.2 脑损伤研究

脑损伤研究是神经心理学的一种主要研究方法, 研究者通过比较脑损伤者与正常人行上的差异来推断相关行为的神经机制。例如, 法国医生 Broca 采用这种研究方法发现了言语中枢——布洛卡区。如果大脑左半球或右半球损伤导致脑损伤者表现出词汇歧义消解障碍, 说明是大脑的左半球或右半球负责词汇歧义消解任务。

Copland, Chenery 和 Murdoch (2002) 在实验中采用听觉方式连续呈现三个词汇“启动词—歧义词—探测词”, 词汇之间的时间间隔 (ISI, inter-stimulus interval) 为 100ms 或 1250ms, 要求被试判断探测词是否为真词, 结果表明大脑左半球损伤者都没有能够抑制住歧义词与启动词不一致的意义。Tompkins 等人在跨通道启动实验中要求被试判断听觉呈现的探测词与视觉呈现的包含歧义词的句子是否语义一致, 结果发现当句子与探测词之间的 ISI 为 175ms 时, 大脑右半球损伤者和正常被试都受到歧义词与语境不一致的意义的干扰, 当 ISI 延长到 1000ms 时, 与语境不一致的意义对正常被试的干扰消失, 对大脑右半球损伤患者的干扰依然存在, 这说明大脑右半球损伤者不能有效地抑制与语境不一致的意义 (Fassbinder & Tompkins, 2001; Tompkins, Lehman, & Baumgaertner, 2000)。Frattalia 等人 (2007) 也发现左侧前额叶、右侧前额叶损伤患者都不能有效抑制与语境不一致的意义。上述实验结果说明, 大脑左、右两半球对于词汇歧义消解中的语义选择都是必要的。

是否脑损伤者的词汇歧义消解障碍也会受到语境类型和强度的影响? Klepousniotou 和 Baum (2005a, 2005b) 分别考察了词语境和句子语境条件下, 大脑两半球损伤者的同形同音歧义词的歧义消解过程。实验发现, 在两类语境条件下, 无论语

境偏向性如何, 歧义词的多种意义都被激活了, 说明大脑左半球损伤者和大脑右半球损伤者都不能抑制歧义词的不恰当意义, 并且这种障碍不受语境类型的影响。而 Grindrod 和 Baum (2003, 2005) 在跨通道启动实验中, 分别采用了单句子、两句子和四句子等不同水平的句子语境, 发现无论语境偏向性如何, 大脑右半球损伤者都只激活了相对频率较高的主要意义, 表现出语义激活障碍。只是语境的类型或长度, 不一定能够代表语境的强度, 并且不同脑损伤者的损伤部位和程度也是不完全相同的, 或许强偏向性语境可以促进轻度损伤者进行语义选择。

总结上述脑损伤研究结果, 可以发现大脑两半球对于词汇歧义消解中恰当意义的选择都是必要的, 并且大脑左半球或大脑右半球都不能够独立完成词汇歧义消解, 词汇歧义消解需要大脑两半球的联合作用。虽然大脑左半球和右半球损伤患者的对侧大脑半球是正常的, 但是只要任何一侧大脑半球损伤都会表现出词汇歧义消解障碍。

3 词汇歧义消解的脑功能定位

半视野研究和脑损伤研究都只能在大脑半球水平上探讨词汇歧义消解的脑机制, 而借助空间分辨率较高的正电子发射断层扫描 (Positron Emission Tomography, PET)、脑磁图 (magnetoencephalography, MEG) 和功能磁共振 (functional magnetic resonance imaging, fMRI) 等脑成像技术, 可以比较精确地考察词汇歧义消解的脑功能定位。通过比较歧义句与非歧义句的理解过程中脑区激活的差异, 或者是比较高歧义句与低歧义句的理解过程中脑区激活的差异, 研究发现与词汇歧义消解有关的脑区包括左侧/右侧额下回、左侧/右侧颞上回、左侧/右侧颞叶中下回、左侧颞中回等。

根据词汇歧义消解的认知加工理论, 词汇歧义消解过程中需要选择性激活歧义词与语境一致的恰当意义、抑制歧义词与语境不一致的意义, 同时与语境整合成完整的语义表征。所以, 本文重点阐述词汇歧义消解中语义选择与语义整合的脑机制。

3.1 左侧/右侧额下回的语义选择功能

歧义词的恰当意义的选择是词汇歧义消解过程中的控制性语义加工, 心理语言学研究发现左侧额下回能够从长时记忆中提取相关语义信息,

在工作记忆中进行语义选择(Hirshorn & Thompson-Schill, 2006; Thompson-Schill, D'Esposito, Aguirre, & Farah, 1997), 由此可以推测词汇歧义消解过程中左侧/右侧额下回负责歧义词的多种意义的激活与选择。

考察歧义词的多种意义的激活与选择的最直接方式就是让被试生成歧义词, 或者是对歧义词进行命名或分类。Chan 等人(2004)要求被试对视觉呈现的歧义词或非歧义词进行联想, 而不需要做任何反应, 结果却发现对歧义词的联想显著激活了背外侧前额叶皮层, 而对非歧义词的联想显著激活了左侧额下回。其他研究者猜测可能的原因在于对实验材料的控制不够严格, 如果实验中选用的都是相对意义频率差异比较大的偏向型歧义词, 也许被试仅仅只是提取了它的主要意义, 没有进行复杂的控制性加工。Hargreaves, Pexman, Pittman 和 Goodyear (2011)在严格控制歧义词的意义数量和相对意义频率之后发现, 相对于非歧义词, 对歧义词的分类加工显著增加了左侧额下回的激活水平。

显而易见, 偏向性语境能约束歧义词的激活, 更有利于考察词汇歧义消解中的控制性语义加工的脑机制。简单的实验可以采用词语境, 例如, Gennaria, MacDonald, Postle 和 Seidenberg (2007)在 fMRI 研究中利用启动词来引导歧义词的激活, 通过比较歧义词与非歧义词的加工的脑区激活水平, 发现左侧额下回有显著激活, 说明左侧额下回与歧义词的多种意义的激活与选择相关。而 Ihara, Hayakawa, Wei, Munetsuna 和 Fujimaki (2007)采用相同的实验范式, 利用 MEG 技术发现, 与非歧义词相比, 歧义词呈现之后约 200ms 时, 左侧额下回前部有显著激活; 歧义词呈现之后 400ms 左右时, 左侧额下回后部有显著激活, 研究者据此推测左侧额下回前部负责歧义词的多种意义的激活, 左侧额下回后部负责选择与语境一致的意义。一方面是因为, 之前已有研究提出左侧额下回前部负责相关语义信息的提取、左侧额下回后部参与语义信息的选择的观点(Badre, Poldrack, Paré-Blagoev, Insler, & Wagner, 2005; Gold et al., 2006); 另一方面, 基于词汇歧义消解的多重通达模型, 认为歧义词的多种意义都会得到激活, 恰当意义的选择只发生在多重通达之后。

与词语境相比, 句子语境对歧义词的多种意义的激活与选择的约束性更强, 因为理解包含歧义词的句子必须选择恰当的意义才能整合成一致的语义表征, 所以理解歧义句比理解非歧义句的过程中, 或者是理解高歧义句比理解低歧义句的过程中, 都显著激活了负责歧义词的多种意义的提取和选择的左侧额下回(Rodd, Davis, & Johnsrude, 2005; Rodd, Longe, Randall, & Tylerb, 2010)。

总体上讲, 上述实验结果都说明左侧额下回负责歧义词的多种意义的激活与选择。然而, 词汇歧义消解过程中的语义激活与选择是比较复杂的, 仅仅通过歧义条件与非歧义条件, 或者是高歧义条件与低歧义条件的简单比较并不能清楚揭示词汇歧义消解过程中控制性语义加工的脑机制。其理由有三: 第一, 歧义词恰当意义的选择往往是从多种已经被激活且处于竞争状态的意义当中进行选择, 如何确定实验中所激活的脑区是与语义选择相关, 还是与语义竞争相关? 第二, 词汇歧义消解过程可能需要激活歧义词的某种未被激活或被抑制的意义, 这种控制性语义提取是否也是由左侧额下回负责? 第三, 词汇歧义消解中选择性激活恰当意义的同时也需要抑制其不恰当的意义, 那么语义激活与语义抑制是否都是由相同的脑区负责? 上述实验都不能回答这些问题。

3.1.1 语义竞争调节语义选择难度

词汇歧义消解过程中的语义选择往往是从处于竞争状态的多种意义中进行, 歧义词的多种意义之间的竞争强度直接影响恰当意义选择的难度。那么左侧额下回的激活究竟是语义竞争所诱发的, 还是从竞争的意义当中进行选择所引起的?

Grindrod, Bilenko, Myers 和 Blumstein (2008)的实验或许能够帮助回答这个问题。该实验中采用了三词对(启动词—歧义词—探测词)启动范式, 启动词可能与歧义词的主要意义或次要意义相关, 探测词都与歧义词的次要意义相关, 于是形成一致和不一致条件, 而无关条件中的启动词和探测词都与歧义词无关。在一致条件下, 次要意义启动词会激活歧义词的次要意义, 由于相对意义频率的作用, 歧义词的主要意义也会得到激活。在此种实验条件下, 与次要意义相关的探测词能够

促进次要意义的选择。在不一致条件下, 主要意义启动词会启动歧义词的主要意义, 从而与次要意义相关的探测词之间发生语义冲突, 无法完成语义选择。结果显示, 左侧额下回在一致条件下的激活水平更高, 说明左侧额下回在词汇歧义消解中负责从竞争的意义中进行选择, 而不是监测语义冲突。

但是, 该实验中考察的语义冲突并不等同于词汇歧义消解中的语义竞争。于是, Bilenko, Grindrod, Myers 和 Blumstein (2009)改进了实验设计, 采用词对启动范式, 其中歧义词作为启动词, 探测词与歧义词的主要意义或次要意义相关, 要求被试对探测词进行真假词判断。受到相对意义频率的影响, 歧义词作为启动词时, 其主要意义的激活强度高, 次要意义的激活强度较低。如果探测词与歧义词的主要意义相关, 探测词会促进歧义词的主要意义的选择; 如果探测词与歧义词的次要意义相关, 那么探测词在促进歧义词的次要意义的选择同时, 也会加剧次要意义与主要意义之间的竞争强度。实验结果显示, 歧义启动与非歧义启动相比, 有明显的双侧额下回激活, 并且次要意义相关探测词与主要意义相关探测词相比, 显著激活了左侧额下回和左侧扣带回。由此可见词汇歧义消解过程激活的左侧额下回负责从竞争的语义当中进行选择, 而语义竞争会调节语义选择的难度, 增强左侧额下回的激活水平。

3.1.2 恰当意义的激活与不恰当意义的抑制

根据词汇歧义消解的认知加工理论可知, 词汇歧义消解可能是从多种已经被激活的意义当中进行选择, 也可能需要重新激活已经被抑制的意义, Zempleni, Renken, Hoeks, Hoogduin 和 Stowe (2007)在实验中发现控制性语义提取过程同样激活了双侧额下回。在该实验中, 歧义词被放置在句首, 决定句子语境偏向性的词被放置在句尾。在进行歧义消解之前, 已经优势激活了歧义词的主要意义, 如果语境偏向歧义词的主要意义, 语义的选择就比较简单; 如果语境偏向歧义词的次要意义, 语义的选择就比较困难, 它不仅需要重新激活被抑制的次要意义, 还需要抑制已经处于优势激活状态的主要意义。实验发现, 相对于偏主要意义语境而言, 偏次要意义语境中的歧义消解显著激活了双侧额下回, 这进一步说明词汇歧义消解过程中的控制性语义加工是由额

下回负责的。

然而, 无论是从多种已经激活的意义当中进行选择, 还是重新激活歧义词的某种意义, 都需要同时抑制不恰当的意义。那么语义激活与抑制都是由左侧额下回负责的, 还是有其他脑区单独负责语义抑制? Mason 和 Just (2007)的实验或许能提供一些线索。他们在实验中同时采用了偏向型歧义词和平衡型歧义词。这两类歧义词都具有多种不相关的意义, 平衡型歧义词的多种意义的相对频率差异不大, 对不恰当意义的抑制难度较小; 偏向性歧义词的多种意义之间的相对频率相差比较大, 如果需要抑制的是相对频率较高的主要意义, 则难度较大。实验结果显示, 包含平衡型歧义词的句子与非歧义句的理解过程相比, 左侧额下回显著激活, 包含偏向性歧义词且语境偏向次要意义的句子与包含平衡型歧义词的句子的理解过程相比, 双侧额下回和岛叶显著激活。说明歧义词的恰当意义的激活和不恰当意义的抑制都是由额下回负责的。

左侧额下回损伤的研究也能够给我们提供一些启示, Bedny, Hulbert 和 Thompson-Schill (2007)在多重启动(启动词—歧义词—探测词)实验中发现, 左侧额下回损伤者对与启动词的意义一致的探测词的反应时短于无关探测词, 而对与语境意义不一致的探测词和对与语境一致的探测词的反应时并没有显著差异。这说明左侧额下回损伤者能够激活恰当的意义, 不能有效地抑制不恰当的意义。在另一项句子语境的研究中, Vuong 和 Martin (2011)要求被试理解包含歧义词的句子之后再完成对目标词的命名任务, 结果发现左侧额下回损伤被试在理解包含平衡型歧义词的句子时表现出与正常被试相同的加工速度, 但在理解包含偏向型歧义词的句子时比正常被试花费了更多的时间, 这说明左侧额下回损伤患者的抑制能力虽然没有完全丧失, 也表现出了一定程度的障碍。

但是, Hoenig 和 Scheef (2009)在实验中发现, 对不恰当意义的抑制程度与背外侧前额叶皮层的激活水平相关, 并且认为其他词汇歧义消解研究中所发现的左侧额下回是负责语义选择, 而不是语义抑制。该实验把歧义词放置在句尾, 句子语境都偏向歧义词的次要意义, 句子呈现之后再呈现一个探测词, 要求被试判断探测词是否与歧义

句的语义一致。如果探测词与歧义词的主要意义相关,那么在一致性判断过程中需要努力抑制歧义词的主要意义的干扰,语义干扰越强,被试的反应时间就会越长。实验发现背外侧前额叶皮层的激活水平与反应时显著相关,说明不恰当意义的抑制是由背外侧前额叶皮层负责的。不过该实验中所考察的并不是词汇歧义消解过程中对不恰当意义的抑制,而是完成一致性判断任务过程中的语义抑制。虽然也有其他研究者提出语义抑制是由背外侧前额叶皮层负责的观点(Anderson et al., 2004; Badre & Wagner, 2004),但是背外侧前额叶皮层与左侧额下回的脑区有部分重叠,不能简单地认为语义激活与语义抑制的神经机制不同。究竟词汇歧义消解中的语义激活与抑制的神经机制是否相同?还需要更多的实验证据。然而,词汇歧义消解中的恰当意义的激活与不恰当意义的抑制往往是同时进行的,这给相关的研究带来了很大的困难。

3.2 额叶的语义整合功能

词汇歧义消解过程中除了额下回的激活之外,还有一些其他脑区也被激活了,如左侧/右侧额上回、左侧/右侧额叶中下回、左侧额中回等,这些脑区往往被认为与词汇歧义消解过程中的语义整合加工相关。作为心理语言学中研究语义整合的三大经典范式之一,对于词汇歧义消解中的语义整合的神经机制的考察能够为语义整合的认知神经机制的争议提供参考依据。

选择假设模型(Thompson-Schill et al., 1997)认为,语义整合和控制性加工是不同的功能,控制性加工就是语义选择,即从多种可能的意义当中选择恰当的意义、抑制不恰当的意义;语义整合是指将多个语义信息结合在一起来获取连贯的语义表征。而 MUC (Memory Unification Control) 模型(Hagoort & van Berkum, 2007)认为,语义整合包括了语义选择和控制性提取加工,在将不同的语义信息整合成一致、连贯的语义表征过程中,往往需要从多种语义信息中选择恰当的、抑制不恰当的。从认知加工过程上看,两个模型并没有什么本质上差异,只是 MUC 模型中的语义整合的概念更广,它包括了选择假设模型中的语义整合和控制性语义加工。但是,在脑功能定位上出现了比较大的分歧,选择假设模型认为语义整合是由额叶负责的,语义选择等控制性加工是由额

叶负责的; MUC 理论则认为是左侧额下回负责语义整合。

已有的词汇歧义消解研究结果更有利于选择假设模型,即左侧额下回是与歧义消解过程中的语义选择相关的,而额上回或额中回脑区负责把歧义词的恰当意义整合到语境中形成完整的句意表征(Hoenig & Scheef, 2009; Rodd et al., 2010; Ihara et al., 2007; Zempleni et al., 2007)。值得注意的是,不同研究中对于语义整合的脑功能定位并不完全相同,可是研究者的兴趣都集中在词汇歧义消解中的控制性加工上,对于语义整合的脑机制的讨论不够充分。

4 研究总结与展望

首先,半视野研究发现大脑两半球在词汇歧义消解中都具有语义选择功能,只是右半球的语义选择功能相对较弱,在强语境或者是歧义消解比较容易的条件下才会表现出语义选择功能。脑成像研究中都发现了左侧额下回的激活,也有研究通过操纵实验条件提高控制性语义加工要求,发现了右侧额下回的激活(Bilenko et al., 2009; Hoenig & Scheef, 2009; Mason & Just, 2007; Zempleni et al., 2007),这可能意味着右半球在词汇歧义消解中起到对左半球的辅助作用,只有当左半球的语义选择负荷过高时,右半球才会启动语义选择机制。那么,究竟大脑右半球在什么情况下才会参与词汇歧义消解?这有待于同时操控语境的强度以及歧义消解的难度进行验证,同时为两半球之间的协同活动方式提供新的证据。

其次,Thompson-Schill 等(1997)根据分类和匹配等选择任务的研究结果提出左侧额下回是语义选择的神经机制,而词汇歧义消解研究采用词汇判断、语义一致性判断和句子理解等任务同样发现了左侧额下回的激活,说明内隐的选择也是由左侧额下回执行的。然而,词汇歧义消解中的语义选择比分类和匹配任务更加复杂,它从多个意义当中选择恰当意义的同时,也需要对不恰当的意义进行抑制,有时候还需要进行控制性语义提取,是否所有的控制性加工都是由左侧额下回负责的?目前还没有十分肯定的答案,词汇歧义消解中不恰当意义的抑制的脑机制可能是将来研究的重点和难点。

第三,根据已有的研究可知,同形同音歧义

词的歧义消解过程中的语义选择和语义整合可能分别是由额下回和颞叶负责,至于近义歧义词的歧义消解是否与同形同音歧义词的歧义消解拥有相同的神经基础,有待于进一步检验。因为近义歧义词在心理词典中可能只有一个表征,高度相关的意义处于协同活动状态,即使在偏向性语境中也难以抑制不恰当意义(Klepousniotou, 2002; Klepousniotou & Baum, 2007; Klepousniotou, Titone, & Romero, 2008)。另外,虽然大家都认同词汇歧义消解过程中包括语义选择和语义整合加工,但是两种加工并不一定是序列发生的,或许尝试考察两种加工的脑机制的联合作用模式更有意义,就像 Rodd 等(2010)曾提出的“额叶——颞叶网络模型”概念,对于具体的联结模式可以进行深入的复杂网络分析。

参考文献

- 周冶金, 赵雷, 杨文娇, 陈永明. (2007). 汉语同形歧义词歧义消解的两半球差异. *心理科学*, 30(1), 48–51.
- Anderson, M. C., Ochsner, K. N., Kuhl, B., Cooper, J., Robertson, E., Gabrieli, S. W., et al. (2004). Neural systems underlying the suppression of unwanted memories. *Science*, 303(5655), 232–235.
- Badre, D., Poldrack, R. A., Paré-Blagoev, E. J., Insler, R. Z., & Wagner, A. D. (2005). Dissociable controlled retrieval and generalized selection mechanisms in ventrolateral prefrontal cortex. *Cortex*, 47(6), 907–918.
- Badre, D., & Wagner, A. D. (2004). Selection, integration, and conflict monitoring: Assessing the nature and generality of prefrontal cognitive control mechanisms. *Neuron*, 41(3), 473–487.
- Bedny, M., Hulbert, J. C., & Thompson-Schill, S. L. (2007). Understanding words in context: The role of Broca's area in word comprehension. *Brain Research*, 1146, 101–114.
- Bilenko, N. Y., Grindrod, C. M., Myers, E. B., & Blumstein, S. E. (2009). Neural correlates of semantic competition during processing of ambiguous words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(5), 960–975.
- Burgess, C., & Simpson, G. B. (1988). Cerebral hemispheric mechanisms in the retrieval of ambiguous word meanings. *Brain and Language*, 33(1), 86–103.
- Chan, A. H. D., Liu, H. L., Yip, V., Fox, P. T., Gao, J. H., & Tan, L. H. (2004). Neural systems for word meaning modulated by semantic ambiguity. *NeuroImage*, 22(3), 1128–1133.
- Coney, J., & Evans, K. D. (2000). Hemispheric asymmetries in the resolution of lexical ambiguity. *Neuropsychologia*, 38(3), 272–282.
- Copland, D. A., Chenery, H. J., & Murdoch, B. E. (2002). Hemispheric contributions to lexical ambiguity resolution: Evidence from individuals with complex language impairment following left-hemisphere lesions. *Brain and Language*, 81(1–3), 131–143.
- Coulson, S., van Petten, C., Federmeier, K. D., & Kutas, M. (2005). Right hemisphere sensitivity to word- and sentence-level context: Evidence from event-related brain potentials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(1), 129–147.
- Duffy, S. A., Morris, R. K., & Rayner, K. (1988). Lexical ambiguity and fixation times in reading. *Journal of Memory and Language*, 27, 429–446.
- Fassbinder, W., & Tompkins, C. A. (2001). Slowed lexical-semantic activation in individuals with right hemisphere brain damage? *Aphasiology*, 15(10–11), 1079–1090.
- Faust, M., & Chiarello, C. (1998). Sentence context and lexical ambiguity resolution by the two hemispheres. *Neuropsychologia*, 36(9), 827–835.
- Faust, M. E., & Gernsbacher, M. A. (1996). Cerebral mechanisms for suppression of inappropriate information during sentence comprehension. *Brain and Language*, 53(2), 234–259.
- Frattalia, C., Hanna, R., McGinty, A. S., Gerber, L., Wesley, R., Grafman, J., et al. (2007). Effect of prefrontal cortex damage on resolving lexical ambiguity in text. *Brain and Language*, 102(1), 99–113.
- Gennari, S. P., MacDonald, M. C., Postle, B. R., & Seidenberg, M. S. (2007). Context-dependent interpretation of words: Evidence for interactive neural processes. *NeuroImage*, 35(3), 1278–1286.
- Gold, B. T., Balota, D. A., Jones, S. J., Powell, D. K., Smith, C. D., & Andersen, A. H. (2006). Dissociation of automatic and strategic lexical-semantics: Functional magnetic resonance imaging evidence for differing roles of multiple frontotemporal regions. *The Journal of Neuroscience*, 26(24), 6523–6532.
- Grindrod, C. M., Bilenko, N. Y., Myers, E. B., & Blumstein, S. E. (2008). The role of the left inferior frontal gyrus in implicit semantic competition and selection: An event-related fMRI study. *Brain Research*, 1229, 167–178.
- Grindrod, C. M., & Baum, S. R. (2003). Sensitivity to local sentence context information in lexical ambiguity resolution: Evidence from left- and right-hemisphere-damaged individuals. *Brain and Language*, 85(3), 503–523.
- Grindrod, C. M., & Baum, S. R. (2005). Hemispheric contributions to lexical ambiguity resolution in a discourse

- context: Evidence from individuals with unilateral left and right hemisphere lesions. *Brain and Cognition*, 57(1), 70–83.
- Hagoort, P., & van Berkum, J. (2007). Beyond the sentence given. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1481), 801–811.
- Hargreaves, I. S., Pexman, P. M., Pittman, D. J., & Goodyear, B. G. (2011). Tolerating ambiguity: Ambiguous words recruit the left inferior frontal gyrus in absence of a behavioral effect. *Experimental Psychology*, 58(1), 19–30.
- Hirshorn, E. A., & Thompson-Schill, S. L. (2006). Role of the left inferior frontal gyrus in covert word retrieval: Neural correlates of switching during verbal fluency. *Neuropsychologia*, 44(12), 2547–2557.
- Hoenig, K., & Scheef, L. (2009). Neural correlates of semantic ambiguity processing during context verification. *NeuroImage*, 45(3), 1009–1019.
- Ihara, A., Hayakawa, T., Wei, Q., Munetsuna, S., & Fujimaki, N. (2007). Lexical access and selection of contextually appropriate meaning for ambiguous words. *NeuroImage*, 38(3), 576–588.
- Jung-Beeman, M. (2005). Bilateral brain processes for comprehending natural language. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(11), 512–518.
- Klepousniotou, E. (2002). The processing of lexical ambiguity: Homonymy and polysemy in the mental lexicon. *Brain and Language*, 81(1–3), 205–223.
- Klepousniotou, E., & Baum, S. R. (2005a). Unilateral brain damage effects on processing homonymous and polysemous words. *Brain and Language*, 93(3), 308–326.
- Klepousniotou, E., & Baum, S. R. (2005b). Processing homonymy and polysemy: Effects of sentential context and time-course following unilateral brain damage. *Brain and Language*, 95(3), 365–382.
- Klepousniotou, E., & Baum, S. R. (2007). Disambiguating the ambiguity advantage effect in word recognition: An advantage for polysemous but not homonymous words. *Journal of Neurolinguistics*, 20(1), 1–24.
- Klepousniotou, E., Titone, D., & Romero, C. (2008). Making sense of word senses: The comprehension of polysemy depends on sense overlap. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34(6), 1534–1543.
- Mason, R. A., & Just, M. A. (2007). Lexical ambiguity in sentence comprehension. *Brain Research*, 1146, 115–127.
- Meyer, A. M., & Federmeier, K. D. (2007). The divided visual world paradigm: Eye tracking reveals hemispheric asymmetries in lexical ambiguity resolution. *Brain Research*, 1222, 166–183.
- Meyer, A. M., & Federmeier, K. D. (2008). The effects of context, meaning frequency, and associative strength on semantic selection: Distinct contributions from each cerebral hemisphere. *Brain Research*, 1183, 91–108.
- Paul, S. T., Kellas, G., Martin, M., & Clark, M. B. (1992). Influence of contextual features on the activation of ambiguous word meaning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18, 703–717.
- Peleg, O., & Eviatar, Z. (2008). Hemispheric sensitivities to lexical and contextual information: Evidence from lexical ambiguity resolution. *Brain and Language*, 105(2), 71–82.
- Peleg, O., & Eviatar, Z. (2009). Semantic asymmetries are modulated by phonological asymmetries: Evidence from the disambiguation of homophonic versus heterophonic homographs. *Brain and Cognition*, 70(1), 154–162.
- Rayner, K., & Frazier, L. (1989). Selection mechanisms in reading lexically ambiguous words. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 779–790.
- Rodd, J. M., Davis, M. H., & Johnsrude, I. S. (2005). The neural mechanisms of speech comprehension: fMRI studies of semantic ambiguity. *Cerebral Cortex*, 15(8), 1261–1269.
- Rodd, J. M., Longe, O. A., Randall, B., & Tyler, L. K. (2010). The functional organisation of the fronto-temporal language system: Evidence from syntactic and semantic ambiguity. *Neuropsychologia*, 48(5), 1324–1335.
- Simpson, G. B. (1981). Meaning dominance and semantic context in the processing of lexical ambiguity. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 120–136.
- Swinney, D. A. (1979). Lexical access during sentence comprehension: (Re) consideration of context effects. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 645–659.
- Thompson-Schill, S. L., D'Esposito, M., Aguirre, G. K., & Farah, M. J. (1997). Role of left inferior prefrontal cortex in retrieval of semantic knowledge: A reevaluation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 94(26), 14792–14797.
- Tompkins, C. A., Lehman, M. T., & Baumgaertner, A. (2000). Suppression and inference revision in right brain-damaged and non-brain-damaged adults. *Aphasiology*, 13(9–11), 725–742.
- Vuong, L. C., & Martin, R. C. (2011). LIFG-based attentional control and the resolution of lexical ambiguities in sentence context. *Brain and Language*, 116(1), 22–32.
- Zempleni, M. Z., Renken, R., Hoeks, J. C. J., Hoogduin, J. M., & Stowe, L. A. (2007). Semantic ambiguity processing in sentence context: Evidence from event-related fMRI. *NeuroImage*, 34(3), 1270–1279.

Neural Mechanism of Resolving Lexical Ambiguity

HUANG Fu-Rong; ZHOU Zhi-Jin

(Key Laboratory of Adolescent Cyberpsychology and Behavior (CCNU), Ministry of Education;

Key Laboratory of Human Development and Mental Health of Hubei Province;

School of Psychology, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: One important issue on language is how the brain processes and represents lexical semantics. Previous studies with various paradigms reveal that sentential information can be used to suppress contextually inappropriate meanings in the LH but not in the RH. However, recent studies find RH not only activate a broader semantic field, but also use contextual information to resolute lexical ambiguity. Neuroimaging studies indicate that lexical ambiguous words are mediated by strong brain activations in the left-dominant network of fronto-temporal brain regions. The IFG plays an important role in selecting an appropriate meaning and inhibiting inappropriate meaning from multiple alternatives.

Key words: lexical ambiguity resolution; semantic selection; semantic integration