

词汇阅读中情绪调节的神经机制

彭聃龄 胡治国 刘宏艳 刘聪慧 丁国盛

(北京师范大学认知神经科学与学习国家重点实验室, 北京 100875. E-mail: pd13507@bnu.edu.cn)

摘要 基于已有的阅读模型和近年来在该领域的研究, 初步提出了一个整合了情绪调节作用的词汇阅读模型。模型包含4个基本假设, 即优势激活区假设、情绪调节假设、注意水平假设和交互作用假设。模型的现有实验证据来自4个方面: () 阅读的认知神经机制研究(即关于阅读的神经网络的研究); () 情绪对词汇阅读影响的研究; () 注意的两种水平对词汇阅读影响的研究; () 不同注意水平下阅读的情绪调节作用。上述假设为今后的系统化研究指明了方向, 也是建立更加具体、精细的词汇阅读模型的重要基础。

关键词 词汇 阅读 情绪调节 注意 神经建模

阅读是指从课文中提取信息的过程。作为一种基本的认知活动, 阅读在大脑中如何实现, 人脑如何处理文字的形、音、义信息, 这些信息如何进行整合, 儿童如何发展自己的阅读能力等, 这些重大的科学问题引起了世界各国语言学家、心理学家、神经科学家和计算机专家的共同关注。近20年来, 随着脑成像技术的进步, 阅读的神经机制研究也得到了快速的发展。

在认知神经科学发展的同时, 情感神经科学也蓬勃发展起来。情绪作为认知、行动、社会交往和发展的重要激发物和组织者^[1], 对知觉、注意和记忆的影响开始受到研究者的关注, 出现了探讨情绪与认知关系的一些模型^[1,2]。但是, 长期以来, 阅读研究中并没有重视情绪因素的影响^[3], 这种“纯认知”的阅读研究导致了阅读理论和阅读建模的缺陷, 也带来了应用上的限制, 难以指导阅读教学和儿童阅读能力的发展。

为了搞清楚情绪在阅读中的作用, 应该首先了解情绪对词汇加工的影响。词汇是语言的基本组成单位, 词汇加工是句子建构和言语表征的基石。从1983年以来, 我们在国家自然科学基金和其他一些研究基金的支持下, 结合汉语的特点, 对词汇识别和词汇阅读进行了长达20多年的研究。这些研究涉及到词汇识别的基本单元、词和词素在词汇识别中的作用、词的读音和语音在词汇通达中的作用、词汇学习和儿童词汇的发展、词汇识别的计算机模拟、词汇阅读的脑机制研究等^[4]。近年来, 我们又特别关注情绪在词汇阅读中的调节作用, 并对其神经机制进行了初步探讨。结合对国内外相关文献以及我们自己的

研究成果的认真分析, 我们初步提出了一个整合了情绪调节作用的词汇阅读模型。

1 模型的基本假设

建立完善合理的词汇阅读模型一直是许多研究者追求的一个重要目标, 因为模型的建立不仅能对已有的研究成果进行系统的整理, 描述其内在机制, 而且可以预测新的实验结果, 指导进一步的研究, 还可以促进基础研究成果在实际生活中的应用。

根据已有的阅读模型和我们几年来的初步探索, 模型的基本假设如下:

() 优势激活区假设。词汇的形、音、义信息都可以激活与词汇识别相关的一个神经网络, 在不同任务中起优势作用的脑区不一样。

() 情绪调节假设。词汇阅读受到情绪的调节, 在不同情绪状态下, 参与词汇加工的神经回路可能有区别。

() 注意水平假设。词汇阅读存在注意水平和自动化加工水平, 在不同的注意水平上词汇加工的神经回路可能不同。

() 交互作用假设。情绪和注意对词汇阅读的影响存在交互作用, 在不同的注意水平上情绪的调节作用不同。

模型整合了已有的词汇阅读模型(描述形、音、义的关系)的一些特征, 增加了情绪调节机制, 它的作用显现在注意和非注意两种加工水平上。模型中既存在词汇水平形、音、义的交互作用, 又存在情绪与语言加工的交互作用以及注意水平与情绪的交互作用, 在这个意义上, 本模型也可以称为词汇阅读的

多维交互作用模型。

2 模型提出的现有实验依据

2.1 阅读的认知神经机制研究

用脑成像技术研究阅读的神经机制开始于 20 世纪 80 年代末期。Petersen 等人^[5]用 PET 研究了词汇的理解,发现视觉的词汇加工开始于初级视觉皮层,在外侧纹状皮层进行词形识别,再到达额叶 47 区完成语义联想。之后,许多研究者相继用 PET 技术对比研究了词、假词、非词和似词刺激(word-like stimuli)的识别,以及不同任务中的词汇阅读^[6-9]。Fiez 等人^[10]综述了 9 篇关于词汇阅读的脑成像研究,Turkeltaub 等人^[11]综述了 11 篇关于词汇阅读的 PET 研究,进一步描述了与阅读相关的神经回路。结果显示,在朗读任务中,与词汇阅读相关的脑区有:左侧梭状回和舌状回(BA18, 37),左侧额盖(靠近 BA45, 44 和前脑岛),颞上回下部和前部,中央后回的背侧部分(BA4),基底节、脑岛和小脑附近区域;在大脑内侧面,还发现了辅助运动区、前扣带回(靠近 BA32)和小脑的激活。

Price^[12]总结提出了词汇理解的认知神经模型,该模型认为,负责语义加工的脑区主要包括左侧额下回(BA47 区)、左侧颞下回以及顶下皮层的后部;语音提取主要与左侧颞叶基部以及左侧额盖有关。Booth 等人^[13,14]采用 fMRI 技术分别考察了视、听通道呈现的词汇理解过程。结果表明,口语词汇输入激活了颞上回的听觉联结皮层,书面词汇输入则激活了梭状回的视觉联结皮层;而两种通道的语义整合均激活了额下回与颞中回。实验结果还表明,当任务需要跨通道转换时,缘上回、角回等区域得到了更显著的激活,说明这些区域和形-音转换的关系密切。

Pugh 等人^[15]和 Shaywitz 等人^[16]对阅读障碍的研究,也证明了不同神经回路在词汇加工中的不同作用。他们发现词汇阅读与脑的两个阅读系统有关,即前阅读系统和后阅读系统。前阅读系统位于左侧额下回(Broca 区, BA44 及 45),这些脑区负责内部和外部的语音编码。这些脑区也会对词的形-音映射关系敏感^[18,9]。后阅读系统分为腹侧和背侧两条通路。腹侧通路包括左侧颞枕区后部(梭状回, BA37 及 19),它负责分析视觉词汇和与词汇类似的刺激,因而也称

为词汇确认系统。背侧通路包括更广泛的脑区,如角回、缘上回、颞上回(Wernicke's area)和颞中回等。其中颞上回与语音分析有关,颞中回和颞上回与语义分析有关^[7,17,18]。

阅读的脑机制研究取得了重要的进展,为我们的优势激活区假设提供了一定的支持,但也存在两个重要问题:()大多数研究都局限于局部定位的观点,希望找到与词汇的形、音、义加工直接对应的脑区。而事实上,当人脑接受到一个词汇刺激时,被激活的不是一个个孤立的脑区,而是一个神经网络。()这些模型都是基于“纯认知”的阅读研究建立起来的。在这些模型中,参与阅读活动的神经回路都是和语言加工有关的一些脑区。这些模型没有考虑情绪因素的重要性,忽视了情绪在阅读中的调节作用,因而也就没有关心某些与情绪加工有关的脑区在阅读中的作用。正如 Fellous 等人^[3]所说,现代认知科学与脑科学都极大的忽视了情绪的作用。

从 1999 年以来,本研究室关于词汇学习的脑机制和情绪与阅读关系的研究为解决上述问题提供了重要的启示。研究发现,当一个被试第一次接触到一个外语词汇时,不仅与词形加工相关的脑区(如梭状回)得到了激活,而且与词音和词义加工相关的脑区也被激活了¹⁾。这些研究初步显示,与词汇形、音、义学习相对应的是一个互相区别的神经网络,而不是个别、孤立的脑区。同时,Luo 等人^[19]的研究也显示了情绪对阅读的调节作用。从这些研究中我们越来越感到,有必要建立一个考虑了情绪调节作用的词汇阅读的神经网络模型,来发展“纯认知”的阅读模型。

2.2 情绪对词汇阅读的影响

认知科学和认知神经科学的研究已经积累了大量的证据,表明不同的情绪背景可能对词汇阅读过程产生重要的影响^[20,21]。这些研究包括了两个方面。

()情绪词加工和表征的研究。词分为情绪词和中性词两种,情绪词是一类包含了概念意义和情绪意义的特殊词汇。情绪词作为情绪与认知的完美结合,为研究情绪信息对语言加工的影响提供了便利^[22]。

早期的研究^[1,23,24]发现,个体具有对词汇加工

1) 薛贵. 字词识别的认知和神经机制及经验的作用——来自人工语言训练的研究证据. 北京师范大学博士论文, 2004

的“消极偏向”(negative bias), 即对消极词汇有注意偏向, 表明情绪词的情绪信息能够对其加工产生影响. 研究者采用情感启动范式(即先诱发一定的情绪, 再完成某种任务), 发现情绪词的情绪意义的获得早于概念意义的获得^[25,26]. 这些研究表明, 情绪词可能存在不同于中性词的加工机制.

以后, 一些研究对比了情绪词与中性词加工的脑机制, 发现相对于中性词, 对情绪词的加工会激活一些负责情绪处理的脑区. 例如, 在Isenberg等人^[27]进行的一项PET研究中, 要求被试判断威胁词和中性词的书写颜色, 结果表明, 威胁词比中性词显著地激活了双侧杏仁核. Tabert等人^[28]的研究也表明, 杏仁核参与了对令人不愉快的词汇的评价. 此外, Hamann等人^[29]的研究发现, 积极词比中性词显著地激活了左侧杏仁核. 除了杏仁核外, 前额叶及其附近的边缘系统等区域在词汇情感意义的加工中也有重要的作用^[30,31]. Maratos等人^[32]采用ERP技术进行的研究也发现, 在再认任务中, 消极词汇与中性词汇诱发

的ERP波的差异主要表现在左侧顶叶与右侧额叶等区域.

近年来, 我们采用重复启动的实验范式, 在阈下刺激条件下, 对比研究了积极词、消极词与中性词的大脑激活^[19]. 结果发现, 积极词和消极词都有显著的重复启动效应, 即脑的激活水平随着刺激的重复出现而显著下降; 而且积极词的效应大于消极词的效应, 这种效应主要出现在大脑左侧的梭状回(图 1), 说明词汇的情绪价(emotional valence, 指从积极到消极的各种不同水平的情绪意义)能调节梭状回的活动. 由于梭状回是执行视觉词汇识别的脑区, 因此, 我们的研究也说明, 情绪对视觉词汇识别有显著影响.

上述研究表明, 情绪词的不同情绪价对脑的活动具有不同的调节作用, 换句话说, 某些与词汇阅读相关的脑区可能受到情绪的调节和影响.

() 情绪状态对词汇阅读的影响. 研究情绪状态对词汇阅读的影响, 是探讨词汇阅读中情绪调节机制的另一条途径. 这里情绪状态是指由情绪语境、

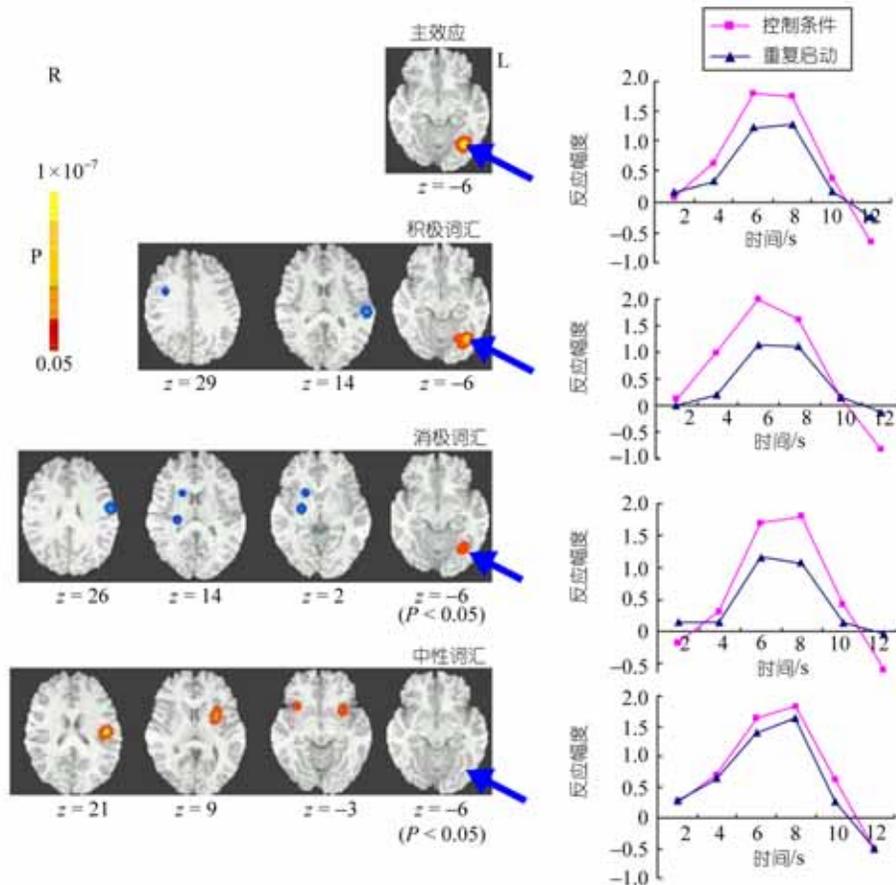


图 1 不同情绪词的阈下重复启动效应的比较^[19]

图片或音乐等外部因素诱发的情绪背景。

Maratos 等人^[31]对情绪语境下词汇信息的提取进行了研究。实验将中性词置于不同情绪价(积极、消极、中性)的句子语境中,要求被试判断随后呈现的词汇是否学习过。fMRI 研究的结果表明,消极语境与中性语境相比,词汇再认显著激活了右背外侧前额皮层、左侧杏仁核、海马、右侧舌回及扣带回后部;积极语境与中性语境相比,词汇再认显著激活了双侧前额叶、眶额和左前颞叶。这些结果表明,在词汇信息提取过程中,不同的情绪语境能够激活不同的神经网络。将情绪词作为语境,采用情感启动范式进行的行为实验也表明,情绪状态能够对词汇加工产生影响,但研究结果不尽一致,有的得到了情绪一致性效应^[25,26],有的则没有得到^[33,34]。这种不一致可能是由于研究者没有考虑注意因素的影响,因为在不同注意状态下,情绪对词汇加工的影响是不一样的。

采用图片为背景的实验同样为词汇阅读中的情绪调节机制提供了证据。Erk 等人^[35]采用 fMRI 技术考察了这种影响的认知神经机制。结果表明,积极图片背景比中性背景,词汇提取显著激活了右侧海马旁回前部以及外侧纹状体等视觉区域;而在消极图片背景下,词汇提取则显著激活了杏仁核,表明词汇的外显编码能受到情绪背景的影响和调节,不同情绪通过影响不同的脑区活动来实现这种调节作用。

除了采用情绪语境、情绪图片之外,研究者还采用音乐等手段来诱发情绪状态,这些研究也为不同情绪状态对词汇阅读的影响提供了证据。Olafson 等人^[36]采用音乐诱导方式进行了考察,结果表明,悲伤情绪中的被试对消极词汇的反应更快,而快乐情绪中的被试对积极词汇的反应更快。这与 Halberstadt 等人^[37]进行的同音词选择任务的实验结果是一致的。Niedenthal 和 Setterlund^[38]指出,情绪将易化与情绪状态相协调的词汇加工,个体探测、确认和分辨情绪协调词的速度将显著快于其他词汇。

总之,由不同情景诱发的情绪因素能对词汇阅读产生重要的影响,不同情绪状态下词汇加工的神经回路可能不同,这些研究支持了我们的第二个假设。只是这种影响的神经机制如何,目前还不清楚,有待进一步深入探讨。综合现有的研究^[39-41],我们认为,情绪对词汇阅读的影响,可能出现在以下几条神经回路上:一条回路表现为情绪信息对视觉皮层的直接调节作用;另一条回路是通过杏仁核的参与增

强视觉皮层(如,枕中回及梭状回)的激活,从而对当前的认知任务产生促进作用;还有一条是杏仁核通过对前额皮层的调节从而实现词汇阅读的影响。但是,这些设想还需要更直接的实验证据。

2.3 注意的两种水平对词汇阅读的影响

在研究词汇阅读中情绪的调节机制时,我们还遇到了一个重要的问题,即注意水平在这种调节机制中的作用。根据认知科学的研究,阅读作为一种信息加工活动,可以区分为自动化加工和有控制的注意加工两个水平。已有的研究发现,在这两种水平上,词汇加工可能激活不同的神经网络。

现有的研究主要探讨了在注意与有意识条件下的词汇阅读,只有少量实验探讨了非注意条件下的词汇阅读。研究表明,在注意条件下,英文词汇的语音加工与颞上回、顶叶下部以及额叶下部等脑区有关,语义加工可能与颞下回、颞中回以及左前额叶的部分脑区有关^[18];而在非注意与无意识条件下,英文词汇的加工则主要激活了中部梭状回^[42]。Dehaene 等人^[42]也发现,与有意识的词汇相比,有掩蔽的词汇加工显著激活了左外侧纹状体、梭状回以及前中央区域;而在有意识条件下的词汇加工则显著激活了前额叶以及顶叶的一些区域。

近年来,我们也探讨了注意和非注意条件下的词汇加工。为了研究阅读中自动激活的脑机制,并且能有效地控制策略因素的作用,我们采用“后掩蔽”加“注意调节”技术,分别得到了高频汉字和低频汉字引起的激活^[43]。结果显示,在呈现时间为 51 ms 时,实验材料引起了与语言相关的一个分布式神经网络的激活,包括额叶、颞叶、枕叶、顶叶和小脑,这种激活主要出现在高频字中;当呈现时间延长到 151 ms 时,高频字与低频字激活的脑区没有显著区别(图 2)。用同样的方法和技术,我们的另一项研究表明,在非注意条件下,语音得到了自动激活^[44]。

我们还研究了在注意条件下的词汇加工。一项研究发现,语音任务和语义任务激活了大脑不同的神经回路^[45]。语义任务减语音任务激活的脑区有左侧额下回(BA47)、左侧海马(BA36)和右侧海马旁回(BA36);而语音任务减语义任务没有发现脑区的激活。这说明,在语义任务中存在语音的自动激活;而在语音任务中没有语义的自动激活。在我们和 Zhang 等人^[46]的一项合作研究中,采用汉语逆序词(如领带-

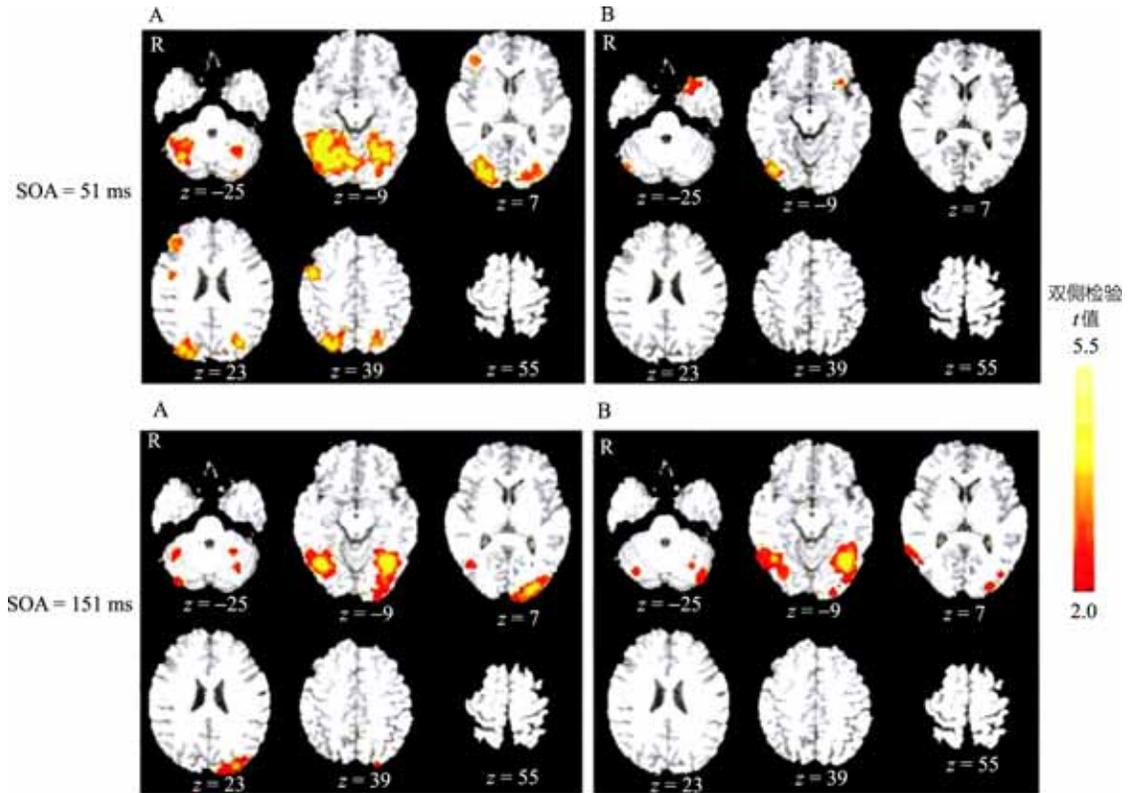


图2 不同SOA条件下高频字(A)和低频字(B)激活的脑区^[43]

带领)为材料研究了与语义加工相关的脑区,结果发现,当注意水平由于特定任务而得到加强时,左侧前额下回(BA47)在语义提取的控制加工中得到了更显著的激活.该研究进一步证实了前额叶在词汇控制加工中的作用.

以上研究显示,不同注意水平下的阅读过程所对应的内部加工机制可能不同,支持了我们的第三个假设.这种差异反映在相应的神经网络水平上,表现为在不同注意水平下,阅读过程所对应的神经网络可能不同:在非注意与无意识水平下,阅读加工一般激活皮层后部区域,如梭状回等;而在注意与有意识水平下,阅读加工一般激活皮层的前部区域,如前额叶、前扣带回等.

2.4 不同注意水平对阅读的情绪调节作用的影响

认知神经科学的研究还发现,在不同的注意水平上,词汇阅读的情绪调节机制也可能不同.

Houwer等人^[47]以情绪词为材料进行了一项情感启动实验,当指导语要求被试有意识的注意启动刺

激时,出现了明显的情感启动效应;而当指导语要求被试忽视启动刺激时,情感启动效应消失了. Charash等人^[24]对正常人进行的情绪启动后的Stroop任务发现,被试均表现出对厌恶词汇的注意偏向. Harris等人^[48]开展的注意竞争实验也为此提供了支持.这种现象在情绪障碍患者的研究中尤为明显,他们在完成情绪Stroop任务时,均表现出对消极词汇或者与其自身缺陷有关的情绪词汇的注意偏向^[23,49].采用ERP技术进行的实验也为此提供了证据.例如,Carretie等人^[50]的研究发现,相对于积极词汇,消极词汇诱发的反映注意加工的P200的波幅更大、潜伏期更短,进一步的分析表明,P200的波幅与刺激的情绪义之间存在着显著的相关. Hermans等人^[25]、Houwer等人^[26]和Hanson¹⁾采用情绪词的情感启动任务也发现,在短SOA条件下(少于150 ms),出现了情感启动效应,而在长SOA条件下(300 ms以上),这种效应就消失了.这说明情感启动效应受到了注意水平的调节,词汇情绪意义的加工可能是自动化的.

1) Hanson K A. Affective Primacy in the Lexical Domain. Stanford University PhD Dissertation, 1996

上述研究表明, 注意在词汇情感意义的加工中起到了不可忽视的作用. 脑成像的研究也表明, 带有情绪意义的词汇比中性词汇, 诱发了与注意控制有关的脑区的更强烈活动. 例如, Maddock 等人^[23]和 Shin 等人^[52]的研究发现, 情绪词比中性词更显著的激活了前扣带回, 在情绪与注意水平之间存在复杂的交互作用, 情绪对词汇阅读的调节作用可能受到注意水平的影响, 为我们的第 4 个假设提供了支持. 但这种影响的脑机制是怎样的, 也是值得研究的一个重要问题. 我们希望通过进一步的实验研究, 系统考察注意与非注意条件下情绪对词汇阅读过程的影响.

3 验证模型的进一步研究设想

从已有的研究可以看出, 情绪词具有不同于中性词的加工机制. 因此, 有必要在阅读模型中补充情绪词的加工机制. 鉴于已有的情绪词研究都没有针对阅读过程, 因此还需要进一步的探讨. 对比情绪词与中性词的加工差异, 还将为我们研究情绪因素在词汇阅读中的调节作用提供非常重要的依据. 通过分析现有的文献和自己的研究结果, 我们认为, 情绪和注意水平在词汇阅读中可能起着重要的作用, 它们之间可能还存在某种交互关系. 而这些问题都需要通过系统的实验研究来解决.

为了检验我们的假设, 我们拟采用认知神经科学的方法, 重点探讨不同注意水平下, 情绪对词汇阅读的调节机制, 最终建立一个整合了情绪因素和注意水平的词汇阅读的新的认知神经模型. 我们下一步的研究将从以下两个方面展开: () 对比情绪词和中性词加工的特点, 考察词汇的不同情绪价(积极和消极)对词汇加工的调节作用; () 研究在不同情绪背景(积极和消极)下词汇加工的特点, 进一步揭示情绪对词汇阅读的调节作用. 我们将在这些实验数据的基础上提出具体的模型, 并不断修改和完善它. 建模是一件很艰巨的科研工作, 需要旷日持久的努力, 我们希望能获得成功.

致谢 本工作作为国家攀登计划(批准号: 95-专-09)和国家自然科学基金(批准号: 30270462)资助项目.

参 考 文 献

1 LeDoux J E. The Emotional Brain: The Mysterious Underpinning of Emotional Life. New York: Simon & Schuster, 1996
 2 Power M J, Dalgleish T. Cognition and Emotion: From Order to

Disorder. Hove: Psychology Press, 1997
 3 Fellous J M, Armony J L, LeDoux J E. Emotional circuits and computational neuroscience. In: Arbib M A, ed. The Handbook of Brain Theory And Neural Networks. 2nd ed. Cambridge, MA: The MIT Press, 2002
 4 彭聃龄. 汉语信息加工及其认知神经机制的研究——20 年研究工作的回顾. 当代语言学, 2004, 6(4): 302~320
 5 Petersen S E, Fox P T, Posner M I, et al. Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. Nature, 1988, 31(6157): 585~589[DOI]
 6 Howard D, Patterson K, Wise R, et al. The cortical localization of the lexicons: Positron emission tomography evidence. Brain, 1992, 115: 1769~1782
 7 Bookheimer S Y, Zeffiro T A, Blaxton T, et al. Regional cerebral blood flow during object naming and word reading. Hum Brain Map, 1995, 3: 93~106[DOI]
 8 Rumsey J M, Horwitz B, Donohue B C, et al. Phonological and orthographic components of word recognition: A PET- rCBF study. Brain, 1997, 120 (5): 739~759[DOI]
 9 Fiez J A, Balota D A, Raichle M E, et al. Effects of lexicality, frequency, and spelling-to-sound consistency on the functional anatomy of reading. Neuron, 1999, 24: 205~218[DOI]
 10 Fiez J A, Petersen S E. Neuroimaging studies of word reading. Proc Natl Acad Sci USA, 1998, 95: 914~921[DOI]
 11 Turkeltaub P E, Eden G F, Jones K M, et al. Meta-analysis of the functional neuro-anatomy of single-word reading: Method and validation. NeuroImage, 2002, 16: 765~780[DOI]
 12 Price C J. The functional anatomy of word comprehension and production. Trends Cogn Sci, 1998, 2 (8): 281~288[DOI]
 13 Booth J R, Burman D D, Meyer J R, et al. Modality independence of word comprehension. Hum Brain Map, 2002, 16(4): 251~261[DOI]
 14 Booth J R, Burman D D, Meyer J R, et al. Functional anatomy of intra- and cross-modal lexical tasks. NeuroImage, 2002, 16 (1): 7~22[DOI]
 15 Pugh K R, Mencl W E, Jenner A R, et al. Neurobiological studies of reading and reading disability. J Commun Disord, 2001, 34: 479~492[DOI]
 16 Shaywitz B A, Shaywitz S E, Pugh K R, et al. Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia. Biol Psychiatry, 2002, 52: 101~110[DOI]
 17 Demonet J F, Chollet F, Ramsay S, et al. The anatomy of phonological and semantic processing in normal subjects. Brain, 1992, 115: 1753~1768
 18 Pugh K R, Shaywitz B A, Shaywitz S E, et al. Cerebral organization of component processes in reading. Brain, 1996, 119: 1221~1238
 19 Luo Q, Peng D L, Jin Z, et al. Emotional valence of words modulates the subliminal repetition priming effect in the left fusiform: An event-related fMRI study. NeuroImage, 2004, 21: 414~421[DOI]
 20 Blood A J, Zatorre R J. Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. Proc Natl Acad Sci USA, 2001, 98: 11818~11823[DOI]
 21 Critchley H D, Elliott R, Mathias C J, et al. Neural activity relat-

- ing to generation and representation of galvanic skin conductance responses: A functional magnetic resonance imaging study. *J Neurosci*, 2000, 20: 3033~3040
- 22 Kitayama S. Interaction between affect and cognition in word perception. *J Per Soc Psych*, 1990, 58 (2): 209~217[DOI]
- 23 Maddock R J, Buonocore M H. Activation of left posterior cingulate gyrus by the auditory presentation of threat-related words: An fMRI study. *Psychiatry Res: Neuroimaging Section*, 1997, 75: 1~14
- 24 Charash M, Mckay D. Attention bias for disgust. *J Anxiety Disord*, 2002, 16 (5): 529~541[DOI]
- 25 Hermans D, Houwer J D, Eelen P. A time course analysis of the affective priming effect. *Cognition and Emotion*, 2001, 15 (2): 143~165[DOI]
- 26 Houwer J D, Hermans D, Eelen P. Affective and identity priming with episodically associated stimuli. *Cognition and Emotion*, 1998, 12 (2): 145~169[DOI]
- 27 Isenberg N, Silbersweig D, Engelien A, et al. Linguistic threat activates the human amygdala. *Neurobiology*, 1999, 96 (18): 10456~10459
- 28 Tabert M H, Borod J C, Tang C Y, et al. Differential amygdala activation during emotional decision and recognition memory tasks using unpleasant words: An fMRI study. *Neuropsychologia*, 2001, 39: 556~573[DOI]
- 29 Hamann S, Mao H. Positive and negative emotional verbal stimuli elicit activity in the left amygdala. *NeuroReport*, 2002, 13: 15~19[DOI]
- 30 Crosson B, Radonovich K, Sadek J R, et al. Left-hemisphere processing of emotional connotation during word generation. *NeuroReport*, 1999, 10: 2449~2455
- 31 Maratos E J, Dolan R J, Morris J S, et al. Neural activity associated with episodic memory for emotional context. *Neuropsychologia*, 2001, 39: 910~920[DOI]
- 32 Maratos E J, Allan K, Rugg M D. Recognition memory for emotionally negative and neutral words: an ERP study. *Neuropsychologia*, 2000, 38: 1452~1465[DOI]
- 33 Klauer K C, Musch J. Does sunshine prime loyal? Affective priming in the naming task. *Q J Exp Psychol A*, 2001, 54 (3): 727~751[DOI]
- 34 Glaser J, Banaji M R. When fair is foul and foul is fair: Reverse priming in automatic evaluation. *J Pers Soc Psychol*, 1999, 77: 669~687
- 35 Erk S, Kiefer M, Grothe J, et al. Emotional context modulates subsequent memory effect. *NeuroImage*, 2003, 18: 439~447[DOI]
- 36 Olafson K M, Ferraro F R. Effects of emotional state on lexical decision performance. *Brain and Cognition*, 2001, 45: 15~20[DOI]
- 37 Halberstadt J B, Niedenthal P M, Kushner J. Resolution of lexical ambiguity by emotional state. *Psychol Sci*, 1995, 6 (5): 278~282
- 38 Niedenthal P M, Setterlund M B. Emotion congruence in perception. *Pers Soc Psych Bull*, 1994, 20: 401~411
- 39 Taylor S F, Liberzon I, Fig L M, et al. The effect of emotional content on visual recognition memory: A PET activation study. *NeuroImage*, 1998, 8 (2): 188~197[DOI]
- 40 Morris J S, Friston K J, Büchel C, et al. A neuromodulatory role for the human amygdala in processing emotional facial expressions. *Brain*, 1998, 121: 47~57[DOI]
- 41 Pessoa L, Kastner S, Ungerleider L G. Attentional control of the processing of neutral and emotional stimuli. *Cogn Brain Res*, 2002, 15: 31~45[DOI]
- 42 Dehaene S, Naccache L, Cohen L, et al. Cerebral mechanisms of word masking and unconscious repetition priming. *Neurosci*, 2001, 4: 752~758
- 43 Peng D L, Xu D, Jin Z, et al. Neural basis of the non-attentional processing of briefly presented words. *Human Brain Mapping*, 2003, 18: 215~221[DOI]
- 44 Peng D L, Ding G S, Perry C, et al. fMRI evidence for the automatic phonological activation of briefly presented words. *Cogn Brain Res*, 2004, 20 (2): 156~164[DOI]
- 45 彭聘龄, 徐世勇, 丁国盛, 等. 汉语单字词音、义加工的脑激活模式. *中国神经科学杂志*, 2003, 19 (5): 287~291
- 46 Zhang J X, Zhuang J, Ma L F, et al. Semantic processing of Chinese in left inferior prefrontal cortex studied with reversible words. *NeuroImage*, 2004, 23: 975~982[DOI]
- 47 Houwer J D, Randell T. Attention to primes modulates affective priming of pronunciation responses. *Exp Psychol*, 2002, 49 (3): 163~170[DOI]
- 48 Harris C R, Pashler H E. Attention and the processing of emotional words and names. *Psychol Sci*, 2004, 15: 171~178
- 49 Williams J M G, Mathews A, MacLeod C. The emotional Stroop task and psychopathology. *Psychol Bull*, 1996, 120 (1): 3~24[DOI]
- 50 Carretie L, Martin-Loeches M, Hinojosa J A, et al. Emotion and attention interaction studied through event-related potentials. *J Cogn Neurosci*, 2001, 13 (8): 1109~1128[DOI]
- 51 Shin L M, Whalen P J, Pitman R K, et al. An fMRI study of anterior cingulate function in posttraumatic stress disorder. *Biol Psychiatry*, 2001, 50(12): 932~942[DOI]

(2005-07-21 收稿, 2005-12-21 接受)