

心理词典中范畴化现象研究综述

向华东¹ 吕勇¹ 杨亦鸣² 翁旭初³

(1 天津师范大学心理与行为研究中心, 天津 300074; 2 徐州师范大学语言研究所, 徐州 221116;

3 中国科学院心理研究所, 北京 100101)

摘要 范畴化是心理词典研究中一个非常有趣的现象。该文综述了这一现象的主要理论模型和相关的认知神经科学研究。文章对该研究领域的各种争论及各种理论模型的优缺点进行了讨论, 并简要分析了范畴化现象的神经解剖学(脑结构基础及其功能)和神经生理学(事件相关电位的各种成分及其时间进程)的研究进展。

关键词 心理词典, 范畴化脑功能损伤, 脑功能成像, 事件相关电位。

分类号 B842

1 引言

1.1 心理词典

心理词典也称大脑词库, 它既是研究者主观虚拟出来的一个概念, 又是客观存在于人脑的一个系统^[1]。心理词典被定义为人脑中关于词汇信息的“内存”, 是关于词汇的存储与提取的信息集。这些信息包括了词的语音和正字法的表征以及词的意义和词的语法特点的表征, 其中词的意义表征在心理词典中占有重要的位置。Just 和 Carpenter 甚至认为, 心理词典就是词的意义在人的心理中的表征^[2]。

1.2 范畴化现象

范畴化是心理词典研究中一个非常有趣的现象。正常人脑具有将事物分门别类的基本功能, 即大脑会将某些有着共同特征的事物划分到同一类别。而当大脑某些部位受到损伤时, 会表现出对某一范畴的认知功能相对弱化。目前报道的表现出范畴化脑功能损伤的类别包括抽象/具体词类^[3,4]、数字^[5]、身体部位^[6]以及从语法角度划分的动词、名词^[7]等, 但发现最广泛、研究最深入的还是生命/非生命词类^[8]。

1966年, Goodglass 等人首先报道了范畴化脑功能损伤现象^[9]。1983年, Warrington 和 McCarthy 报道了一个名为 VER 的失语症病人的范畴化脑功能损伤病例^[10]。在图片与相应词的匹配任务中, VER 对

于花和动物类的操作正确率(96%、86%)明显高于人造物体类(63%)。1984年, Warrington 和 Shllice 又报道了两例生命类语义功能选择性受损的单纯性疱疹脑炎病人, 其非生命类语义功能基本正常^[11]。

2 有关范畴化现象的假说及研究进展

2.1 类别专一说

继 Warrington 之后, 在 20 世纪 80 年代中后期和 90 年代初, 研究者报道了大量生命类语义功能选择性损伤的病例, 发现专一类别的功能缺失往往与局部性的脑损伤相对应, 类别化现象似乎与某些脑结构有着密切的联系。据此, 1988 年 Pietrini 等明确提出, 不同类别的语义信息分别是在脑的不同区域存储和加工的^[12]。

此理论后来发展成为类别专一假说。该假说认为, 人脑在进化过程中形成了能对事物进行类别划分的神经结构和功能, 不同的类别是与构成概念系统的不同脑区相互对应的^[13]。

然而对于某些现象, 类别专一说难以做出合理的解释。例如, 在不同的病例中, 与生命类信息功能损伤对应的脑结构损伤区常常并不相同, 有时甚至差别很大; 对正常人的脑成像研究所发现的所谓类别专一性脑区也往往不一致^[8]。

2.2 感觉—功能说

当将身体部位作为材料时, 研究者发现与身体

收稿日期: 2003-2-19

作者简介: 向华东, 男, 天津师范大学心理与行为研究中心硕士研究生。

吕勇, 男, 天津师范大学心理与行为研究中心教授。

部位有关的语义功能损伤往往同非生命类语义功能损伤同时出现^[6,14,19],而与食物、乐器类有关的语义功能损伤则被发现与生命类事物的损伤同时出现^[19]。相应的脑成像实验也发现:动物类任务的激活伴随着皮层视觉区的激活,工具类任务的激活伴随着皮层运动区的激活^[17]。身体部位虽然是生命体的一部分,但它们在意义上常常与其功能相联系。由此,这些研究者们提出生命类信息的损伤实质是由大脑中表征视觉特征的区域损伤所引起,而非生命类信息的损伤实质反映了大脑内存储物体功能特征区域的损伤。这就是所谓的感觉—功能说。

更多脑损伤病例的发现使感觉—功能说受到了极大的挑战。生命类脑功能损伤的病人并没有经常被检测到出现伴随性的乐器类^[18]或食物类^[19]损伤,并且有些病人对感觉性和功能性的信息显示有相同程度的功能损伤^[13,20]。

2.3 概念结构说

针对前两种理论存在的不足,Tyler等人提出概念结构联系说^[21]。该理论提出,概念信息在大脑中是随机分布的。表征一个概念的所有具体特征构成该概念的结构体系。范畴化脑功能损伤现象的出现是由于不同类别概念的结构体系不同所致。例如生命类概念具有较多的共同特征(如生命体一般都有眼、四肢等),在表征生命类概念时,它们同时激活的可能性比较大,因此这些共同特征之间有较强的相关;而生命类概念之间的相异特征(如有的有斑纹,有的脖子长等)却往往只为单个个体所具有,较少同时被激活,因此相互之间的联系较弱。工具类概念之间则往往很少有共同特征,但是其相异特征由于工具类概念特有的“形态—功能”模式而得到“保护”,因此相互之间联系较强。概念之间相互区分依赖的是相异特征,同时有着较强相互联系的特征具有较稳固的神经结构基础。因此Tyler等认为,具有较多的相异特征的类别和由具有较强相互联系的特征表征的类别不容易出现功能损伤。

概念结构联系说能较好的解释为什么生命类信息容易出现功能损伤^[11,19,22],为什么蔬菜和水果类的信息特别容易出现功能损伤(它们各自概念之间的相异特征非常不明显)^[23],以及为何在目前研究中难以对类别专一性脑区做出统一的界定。但概念结构说也并非尽善尽美,根据其理论,工具类概念的脑功能损伤只有在脑结构损伤特别严重的情况下才会出现,然而此种损伤也被观察到在轻微脑损

伤病人中出现^[14,22]。

3 范畴化现象的相关脑区、成分和时间进程研究

尽管最新的概念结构联系理论否认类别信息有相关的对应脑区,但实际观察到的脑结构损伤造成对应功能缺失的现象以及神经成像所发现的类别信息引发的脑激活区的存在(虽然它们并不很一致)使我们无法忽略某些脑区(如前额叶、颞叶等)在这些过程中的重要作用。

3.1 范畴化现象的相关脑区及功能

3.1.1 与语义任务相关的脑区

了解与语义任务相关的脑区的分布及其功能,是讨论与范畴化现象相关的脑区的分布及其功能的基础。Price总结的大脑语义系统分布在左下额叶(BA47)、左下颞叶和后下顶叶。不管是什么样的任务(关联判断、实际大小判断、生命/非生命判断或者抽象/具体判断),也不管这些任务以何种方式操作(写、看或听),这些区域在语义任务中总是出现激活^[24]。

Cabeza和Nyberg总结了从1988年到1998年275例PET(正电子发射断层扫描)和fMRI(功能性核磁共振成像)的认知研究结果,并从语义记忆角度综合了此期间有关脑的范畴化现象的研究成果^[25]。他们发现,语义任务往往引起左半球前额叶、颞叶、前扣带回和小脑的激活,表明了其相互之间密切的功能—结构联系。

在前额叶皮层,BA45、47区在分类任务和生成任务中(或其它多种实验模式下)均可观察到激活,显示与一般性的语义检索操作相联系;BA11区在分类任务中更多的出现激活,显示与分类中的某些操作(如判断)有关;后背侧区则在生成任务中更多的出现激活,后侧BA44、6区的激活发生在(或临近)Broca区(语言区),可能反映内隐或外显的发音过程;背侧BA9、46区常与言语的流利性相联系,可能实质上反映了工作记忆,此外,此区域在选择性任务中也可观察到激活。

颞叶的激活主要集中在左颞中回(BA21区)和双侧顶颞交界区(BA37区)。左颞中回的激活在以词、图片和面孔为材料的任务中均可观察到,表明其与较高级的语义水平过程相关;而BA37区的激活则常在以实物及面孔为材料时出现,因此可能与视觉特征有着较大的联系;前扣带回的激活常在生成任务中出现,并与背侧前额叶相似,表现出与选择有关;小

脑则被认为与记忆搜索有关, 因为其激活常在单词生成任务中出现, 而似乎与言语流利性无关。

3.1.2 类别专一性脑区分析

临床研究已发现的脑损伤病例中, 生命类信息的功能损伤常与双侧颞叶前中部和下部的结构损伤

相联系, 工具类信息的功能损伤常与左侧额—顶叶交界处的广大区域的结构损伤相联系^[26]。对于正常人的脑成像研究虽然界定了一些类别专一性脑区, 但各种研究结果并不很一致。表1展示了部分正常被试的脑成像研究结果。

表1 部分正常被试的脑成像研究界定的类别专一性脑区

生命类别对应脑区	非生命类别对应脑区	参考文献
左中顶叶 (BA18)	左颞中回后部 (BA21)	Damasio 等, 1996 ^[27]
左颞下回 (BA20)		
左距状沟	左额下回 (BA4/6) 左颞中回 (BA21) 右缘上回	Warrington 等, 1984 ^[11]
左舌回 (BA18)	左扣带回前部 (BA32)	Perani 等, 1995 ^[12]
左梭状回 (BA37)	左下颞叶 (BA45)	
双侧颞叶前部 (BA21/38)	左侧颞叶后部 (BA37、19)	Moore 等, 1999 ^[28]
右侧颞叶中后部 (BA37/21)	左纹外区中部 (BA18)	

研究者们所界定的类别专一性脑区的不一致现象提醒我们需要更进一步的深入探讨相关脑区在此类实验中的具体作用。

临床上, 范畴化脑功能损伤常常与额叶和颞叶某部位结构损伤相联系, 相关的脑成像实验结果也揭示出此2个脑区与范畴化现象之间的密切联系。

很多研究发现, 前额叶的损伤并不引起显著的语义功能缺失^[24,29]。Thompson-Schill 等研究了前下额叶在语义选择任务中的功能, 发现其对选择任务的难易度敏感。Gabrieli 等也认为左前下额叶的激活与语义知识占用工作记忆的容量、持续时间和需要做出的选择有关^[30]。Hagoort 曾发现前额叶损伤对患者大脑的自动语义启动过程没有影响, 但却使其策略性语义启动功能受损^[31]。Fiez 因此提出左前下额叶在语义任务中的作用是执行, 即对从后颞区来的语义信息的检索和选择进行控制^[32]。

背侧颞叶的激活出现在多种类别任务中 (如面孔、动物和建筑物等等), 但如此多的类别相关区域集中在颞叶, 如果每一类别都有其特定的一个分区, 似乎颞叶是容纳不下的。事实上, 近几年有许多研究都发现某一类别信息所引起的背侧颞叶的神经活动并不仅仅局限在与之相对应的脑激活最强的区域, 那些激活稍弱的次激活区的反应模式也有着可复制的类别专一性^[33]。由此看来, 大脑背侧颞叶可能是表征物体特征的功能结构基础, 并且表现同类事物特征的脑结构趋向于聚集在一起。对于命名任务来说, 大量临床经验显示最严重的普通命名

错误往往发生在 Wernicke 区及其相邻的旁 Sylvian 区损伤之后, Wernicke 区之外的与范畴化功能有关的脑区的参与似乎只是必要条件, 而不是充分条件, 这些区域可能只是对有待进一步转换的前词阶段的或内隐的特征进行表征^[34]。

3.2 范畴化效应的时间进程及其成分分析

相对于前面提到过的神经心理学方法和脑成像技术, 事件相关电位 (ERP) 技术具有高时间分辨率的优势。但由于研究者们往往更多关注的是范畴化现象的功能定位, 当前此领域内的 ERP 研究数量很少。笔者认为, 加强对范畴化效应的 ERP 研究可能正是解决神经心理学和脑成像研究中的定位不一致问题的突破口。因为 ERP 除了也能够对类别专一脑区进行溯源和定位^[5,25]之外, 还具有另外两个独特的优势:

(1) 可用来分析范畴化效应的心理组成成分

Kiefer 的研究发现, 在刺激呈现之后 160~200 毫秒 (N1), 类别差异仅出现在以图示呈现的刺激材料上, 并且生命类刺激材料的 N1 强于非生命类。而在刺激呈现之后 300~500 毫秒 (N400), 以图示呈现和以文字呈现的刺激材料均使被试的 ERP 成分出现范畴化效应^[35]。一般认为 N1 反映知觉过程^[37], N400 反映语义过程^[38]。因此 Kiefer 推论范畴化效应至少包含前期的知觉和后期的语义两种成分。

(2) 可用于检测范畴化效应的时间进程

VanRullen 等的研究发现, 范畴化效应在刺激呈现后 75~80 毫秒已经开始, 但这种反应是无意识

的,与同时采得的行为数据并不相关,可认为属于早期的知觉水平^[39]。Schendan等的研究也发现,90毫秒时,视觉呈现的词与其它类刺激的ERP成分开始出现差别,而在始于125毫秒的P150成分上,词和面孔变得相似。源于后梭状回的P150可能表征已被牢固记忆的视觉模式范畴化效应。因此,作者推断基于长期经验的视知觉范畴化过程始于125毫秒^[40]。此外,Mouchtant-Rostaing等对生命/非生命类范畴的早期ERP成分的研究发现,早至45~85毫秒时的ERP成分已能区分人类面孔的性别,还能区分差异较大的非生命类几何形状^[41]。

4 结语

目前对于范畴化功能损伤的脑结构基础及其反应机理的研究,已不再苦苦纠缠于类别专一性脑区的存在与否的问题,而是趋向于从更全面的控制因素、更丰富的实验材料以及更巧妙的实验设计去探索各相关脑区在类别性任务中特定的具体功能及其相互联系。

范畴化脑功能损伤研究的进一步突破也有赖于相关物理技术的发展和研究设备的改进。目前对于大脑类别专一性的研究主要通过两种途径:一是检测脑疾病患者脑结构损伤与功能缺失之间的对应关系,被试包括中风病人、痴呆病人、单纯性疱疹脑炎病人、脑损伤病人和脑萎缩病人等;二是通过功能成像技术观察正常人在与类别信息相关的特定实验任务中的脑活动情况,实验任务包括对图片或实物命名、图片或实物与词匹配、词的联想等等。此外,在脑外科治疗过程中,电刺激相关脑区所引起的反应也可提供对研究有用的信息。我们认为,多种研究手段(行为、ERP、fMRI)的综合运用,特别是加强对ERP技术的应用,可能是一条比较好的途径。

参考文献

- 1 杨亦鸣,曹明,沈兴安. 国外大脑词库研究概观. 当代语言学, 2001, 3: 90~108
- 2 Just M A, Carpenter P A. The Psychology of Reading and Language Comprehension. Boston: Allyn & Bacon press, 1987
- 3 Breedin S D, Saffran E M, Coslett H B. Reversal of the concreteness effect in a patient with semantic dementia. Cognitive Neuropsychology, 1994, 11: 617~660
- 4 Warrington E K. Concrete word dyslexia. British Journal of Psychology, 1981, 72: 175~196
- 5 Dehaene S. Electrophysiological evidence for category-specific word processing in the normal human brain. Neuroreport, 1995, 6 (16): 2153~2157
- 6 Barbarotto R, Capitani E, Laiacona M. Living musical instruments and inanimate body parts? Neuropsychologia, 2001, 39 (4): 406~414
- 7 Caramazza A, Hillis A E. Lexical organization of nouns and verbs in the brain. Nature, 1991, 349: 788~790
- 8 Tyler L K, Moss H E. Towards a distributed account of conceptual knowledge. Trends in Cognitive Sciences, 2001, 5 (6): 244~252
- 9 Goodglass H, Klein B, Carey P, Jones K. Specific semantic word categories in aphasia. Cortex, 1966, 2: 74~89
- 10 Warrington E K, McCarthy R. Category specific access dysphasia. Brain, 1983, 106: 859~878
- 11 Warrington E K, Shallice T. Categories specific semantic impairments. Brain, 1984, 107: 829~853
- 12 Pietrini V, Nertempi P, Vaglia A, et al. Recovery from herpes simplex encephalitis: Selective impairment of specific semantic categories with neuroradiological correlation. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 1988, 51: 1284~1293
- 13 Caramazza A, Shelton J R. Domain-specific knowledge systems in the brain: the animate-inanimate distinction. Journal of Cognitive Neuroscience, 1998, 10: 1~35
- 14 Sacchett C, Humphreys G W. Calling a squirrel a squirrel but a canoe a wigwam: A category specific deficit for artifactual objects and body parts. Cognitive Neuropsychology, 1992, 9: 73~86
- 15 Silvery M C, Gainotti G. Interaction between vision and language in category specific semantic impairment. Cognitive Neuropsychology, 1988, 5: 677~709
- 16 Satori G, Job R. The oyster with four legs: a neuropsychological study on the interaction of visual and semantic information. Cognitive Neuropsychology, 1988, 5: 105~132
- 17 Martin A, Wiggs C L, Ungerleider L G, et al. Neural correlates of category-specific knowledge. Nature, 1996, 379: 649~652
- 18 De R E, Lucchelli F. Are semantic systems separately represented in the brain? The case of living category impairment. Cortex, 1994, 30: 3~25
- 19 Hart J, Gordon B. Neural subsystems for knowledge. Nature, 1992, 359: 60~64
- 20 Lambon-Ralph M A, Howard D, Nightingale G, et al. Are living and non-living category-specific deficits causally linked to impaired perceptual or associative knowledge? Evidence from a category-specific double dissociation. Neurocase, 1998, 4: 311~338

- 21 Tyler L K, Moss H E, Durrant-Peatfield M R, et al. Conceptual structure and the structure of concepts: a distributed account of category-specific deficits. *Brain and Language*, 2000, 75 (2) : 195-231
- 22 Hillis A E, Caramazza A. Category-specific naming and comprehension impairment: a double dissociation. *Brain and Language*, 1991, 114: 2081-2094
- 23 Laiacona M, Capitani E, Barbarotto R. Semantic category dissociations: a longitudinal study of two cases. *Cortex*, 1997, 33: 441-461
- 24 Price C J. The functional anatomy of word comprehension and production. *Trends in Cognitive Sciences*, 1998, 2 (8) : 281-287
- 25 Cabeza R, Nyberg L. Imaging cognition II: an empirical review of 275 PET and fMRI studies. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2000, 12 (1) : 1-47
- 26 Gainotti G. What the locus of brain lesion tells us about the nature of the cognitive defect underlying category-specific disorders: a review. *Cortex*, 2000, 36 (4) : 539-559
- 27 Damasio H, Grabowski T J, Tranel D, Hichwa R D, Damasio A R. A neural basis for lexical retrieval. *Nature*, 1996, 380: 499-505
- 28 Moore C J, Price C J. A functional neuroimaging study of the variables that generate category-specific object processing differences. *Brain*, 1999, 122: 943-962
- 29 Thompson-Schill S L, D'Esposito M, Aguirre G K, et al. Role of left inferior prefrontal cortex in retrieval of semantic knowledge: A reevaluation. *Neurobiology*, 1997, 94: 14792-14797
- 30 Gabrieli J D E, Poldrack R A, Desmond J E. The role of left prefrontal cortex in language and memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 1998, 95: 906-913
- 31 Hagoort P. Semantic priming in Broca's aphasia at a short SOA: no support for an automatic access deficit. *Brain and Language*, 1997, 56: 287-300
- 32 Fiez A. Phonology, semantics and the role of the left inferior prefrontal cortex. *Human Brain Mapping*, 1997, 5: 79-83
- 33 Ishai A, Ungerleider L G, Martin, A, et al. Distributed representation of objects in the human ventral visual pathway. *Neurobiology*, 1999, 96 (16) : 9379-9384
- 34 Mesulam M M. From sensation to cognition. *Brain*, 1998, 121 (Pt6) : 1013-1052
- 35 Rossion B, Joyce C A, Cottrell G W, et al. Early lateralization and orientation tuning for face, word, and object processing in the visual cortex. *Neuroimage*, 2003, 20 (3) : 1609-1624
- 36 Kiefer M. Perceptual and semantic sources of category-specific effects: event-related potentials during picture and word categorization. *Memory & Cognition*, 2001, 29 (1) : 100-116
- 37 Mangun G R, Hillyard S A. Modulation of sensory-evoked brain potentials provide evidence for changes in perceptual processing during visual-spatial priming. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 1991, 17: 1057-1074
- 38 Kutas M, Hillyard, S A. Reading senseless sentences Brain potentials reflect semantic incongruity. *Science*, 1980, 207: 203-205
- 39 VanRullen R, Thorpe S J. The time course of visual processing: from early perception to decision-making. *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2001, 13 (4) : 454-461
- 40 Schendan H E, Ganis C, Kutas M. Neurophysiological evidence for visual perceptual categorization of words and faces within 150 ms. *Psychophysiology*, 1998, 35 (3) : 240-251
- 41 Mouchetant-Rostaing Y, Giard M H, Delpuech C, et al. Early signs of visual categorization for biological and non-biological stimuli in humans. *Neuroreport*, 2000, 11 (11) : 2521-2525

REVIEW OF RESEARCH ON CATEGORIZATION IN MENTAL LEXICON

Xiang Huadong¹, Lv Yong¹, Yang Yiming², Weng Xuchu³

(1 Research Center of Psychology and Behavior in Tianjin Normal University, Tianjin 300074; 2 Institute of Linguistics, Xuzhou Normal University, Xuzhou 221116; 3 Institute of Psychology, Chinese Academy of Science, Beijing 100101)

Abstract

Categorization in mental lexicon is an intriguing phenomenon. The current work reviews major theoretical models and cognitive neuroscience studies for this phenomenon. Controversy and discrepancy in this field, and advantages and limitations of the theoretical models are discussed. The author also briefly describes the evidence for neuroanatomy (brain regions and their functions) and neurophysiology (components of event-related potentials and time course of their activation) of categorization.

Key words mental lexicon, category-specific disorder, functional brain imaging, event-related potentials (ERP).