

语义范畴特异性损伤的理论研究进展

韩在柱¹ 柏晓利² 舒 华¹

北京师范大学心理学系(北京 100875) 北京友谊医院神经内科(北京 100050)

摘 要 在对人类认知机制的研究中,以患者为研究对象是最近兴起的一种重要的认知神经科学手段。期间,人们发现有些脑损伤患者具有语义范畴特异性损伤现象,即表现出对个别语义范畴的认知能力相对较弱。这一奇特现象的发现,为研究人类的语义记忆系统的结构和功能开辟了一个全新的领域。该文着重介绍了这一现象及其引发的 4 种新的语义记忆理论,从而对人类的语义记忆作出重新审视。

关键词 语义范畴特异性损伤, 语义记忆, 认知能力。

分类号 B842.5

1 引言

人类的语义系统中知识的表征与加工及其神经组织学基础一直是人们关注的热点问题之一。20 世纪 70 年代以来,已提出大量关于语义记忆的模型,试图解释语义知识结构和加工方式,但它们多数局限于在信息加工层次上的解释。脑损伤病人存在语义范畴特异性损伤现象的发现,为探索语义记忆系统及其脑机制这一亘古之迷开辟了一个全新的视角。虽该方面的研究尚处于起步阶段,有些理论还不很成熟,但据其提出的新观点、新理论,很值得我们去了解、鉴别、深入探讨。为此,本文就这一现象及其引发的一些重要的语义理论做一简介。

2 语义范畴特异性损伤的表现形式

Warrington 和 Shallice^[1]首先报道了患有单纯性疱疹脑炎(Herpes simplex encephalites)的两例患者,他们表现出对特殊语义类别选择性命名困难。例如,在进行图形命名时,他们对有生命类事物(如,动物、植物)命名正确率较低(8%和 0%),而对无生命类事物(如,家具、交通工具)命名正确率较高(79%和 52%)。之后,在不同的病种(如,老年性痴呆),以及在不同的测试任务(如,图-词匹配(picture - word mating)、范畴流畅性(category fluency)、图形命名(picture naming))中,也有不少语义范畴特异性损伤的报道。虽然许多病例报道了生命类^[2-7],或无生命类^[8]知识的损伤,但也有研究报道,损伤不仅仅局限于大范畴内(有生命类,无生命类),还发现了更小范畴(如,动物、人体器官、水果、家具)的损伤。如有研究发现,病人仅在动物知识上受损,而在动物以外的其他有生命物体知识上未受损害^[9]。诸如上述,患者因脑部异常,而在语义作业上(如,范畴流畅性、图形命名)对某一或某些特定的范畴上(如,有生命类、动物)成绩较差,而在其它范畴上成绩相对较好,表现出对个别语义范畴损伤较为严重的现象即为语义范畴特异性损伤。

收稿日期:2001-05-28

也有部分学者^[10]认为,当人类的语义系统受到损害时,不同范畴间损伤的程度应是一样的,不存在差异现象。他们认为患者之所以在不同范畴间作业成绩有差异,可能是源于测试材料中没有控制得当的人为因素(如,熟悉性、频率、视觉复杂性),并非特定范畴的语义知识招致的严重受损。但是,Lambon-Ralph 等^[11]证明在精心控制了材料的各种因素后,上述现象仍继续存留于患者身上,从而确信患者语义知识的特异性受损是这种现象的本因,这也是当前人们普遍认同的观点。在此基础上,许多研究者开始深入探讨语义范畴特异性损伤现象,并相继提出了多种语义记忆结构理论假设,现仅对其中一些主要理论综述如下。

3 语义范畴特异性损伤的语义理论

3.1 感知/功能理论(the sensory/functional theory,简称 SFT)

Warrington 和 Shallice^[1]不仅发现了生物范畴的特异性受损现象,而且也提出了 SFT 理论对这种现象加以解释。此后,SFT 理论不断被扩充和完善^[12,13]。该理论基本假设,在人脑中,知识是以概念(concept)的形式存储,而这些概念是以特征来表征(representation)。例如,马这一概念是由有鬃毛,能拉车,是食草动物等一系列特征共同表征的。但这些特征分属于不同的子系统,其中,感知性子和功能性子是两个主要的子系统,而且,各子系统分布在不同的脑区。在感知性子系统中,存储着有关事物的感知性特征(如,有鬃毛,四条腿);而在功能性子系统中,存储着有关事物的功用特征(如,能拉车,能耕地)及一些其它特征(如,是食草动物)。对于有生命类概念(如,狗、杨树)来说,更多地依赖于感知性特征来表征,而功能性特征在其中的表征作用相对较小。而表征无生命类概念(如,汽车、水杯)的情形与此截然相反。在这种情形下,如果患者的脑损伤波及到感知性子系统,而功能性子系统保存相对完好的情况下,在患者的语义知识结构中,有生命类概念的损伤将严重于无生命类概念。这样,在对这类患者进行施测时,他们将会表现出对有生命类概念的测试成绩较差的现象,从而呈现出对有生命类范畴的特异性受损效应。但是,如果脑损伤模式与此相反,即功能性子系统损伤严重于感知性子系统,则特异性受损的范畴应表现为无生命类。

可见,SFT 理论的核心是在正常人类的语义系统中,一个概念主要由两类特征系统共同表征的。但是,这两种特征在功能上,表征有生命类与无生命类概念时,作用各有侧重,存在交互现象;在结构上,它们均具有各自相对独立的脑组织结构。这样,当局部脑损伤影响到不同类型特征系统时,就会相应地表现出不同范畴的特异性受损效应。这种理论比较圆满地解释了生命类与无生命类范畴间的语义特异性损伤现象。而且,它已经被模拟成功^[13]。此外,一些生物类范畴特异性损伤的病例也表现对感知性知识的贫乏^[12],这又从患者身上找到了理论依据。

尽管 SFT 理论成功地解释了有生命类与无生命类范畴间的语义特异性受损现象,但是,它却难以对下述现象作出说明:按照 SFT 理论,患者应该主要具有生命类和无生命类两大范畴受损病症,不应该有更小范畴的特异性受损出现。可是,人们发现确有患者存在更小范畴内的语义损伤,这与该理论相悖。已有的诸多报告表明,有生命类特异性损伤的病人,其该语义范畴的感知性知识与功能知识受损程度相当,并未呈现出知觉性系统破坏相对严重的特点^[4,6,7],这也与 SFT 理论不符。Caramazz 和 Shelton^[9]的研究表明,在正常人的语义系统中,无论有、无生命类,表征概念的感知性与功能性特征间分布倾向相差无几,这

一结果直接与 SFT 理论的主要理论支点相冲突。以上种种迹象表明把语义系统分割为不同特征子系统的理论具有一定的局限性,为此,有人提出了语义独体建构假说(The organized unitary content hypothesis,简称 OUCH),认为人类的语义系统是一个统一的整体系统,不存在更小的性质不同的子系统。该假说中,一个代表性的语义记忆理论是相关结构理论(Correlational structure theory)。

3.2 相关结构理论

相关结构理论秉承了心理学中的 OUCH 及联结主义(connectionism)的思想,它主张在语义系统中,概念也是由特征表征的。但是,所有的特征均分布在一个统一的整体系统中,并不分属于不同的子系统。而且,在表征不同范畴的概念时,感知性特征和功能性特征间差异并不明显。可是,在这一系统中,两两特征间却具有一定的相关联系,而且不同特征间这种相关联系的程度有所不同,如果两个特征在语义系统中,同时激活的频率越高,则它们相关程度也越大,而且承载它们的脑组织分布距离也越近,反之亦然。例如,对于有眼睛和有嘴巴这两特征来说,在自然界中,有眼睛的事物(概念)一般也会有嘴巴,二者同时出现的几率较高,这样,在语义系统中,它们同时激活的可能性越大,所以它们相关程度也较大。但是,对于有眼睛和有抽屉这两特征来说,在自然界中,有眼睛、有抽屉两特征同时出现在同一事物(概念)的几率相对较低,因而它们在语义系统中相关程度也较小。而那些在同一范畴内的概念间往往享有的相关特征较多,出现在相邻脑组织的可能性较大,因此它们表征的概念也往往聚集在一起,形成一个“团块”,而不同的范畴(动物,无生命类)各有属于自己相对独立的“团块”。这样,在脑组织中,这些形状不等的“团块”,将代表大小不同的语义范畴。当脑损伤侵害到不同的“团块”时,就会殃及相应的不同范畴,呈现出该范畴受损的特异性效应。

可见,相关结构理论的核心是认为在一个统一的语义系统中,由于不同特征间相关程度上的差异,造成了它们表征的概念呈现出“团块状”空间分布,这每一“团块”将对应于一个语义范畴。当局部脑损伤侵害到不同的“团块”时,就会表现出该范畴的特异性损伤现象。该理论不仅对有生命类与无生命类两大范畴的特异性受损效应作出了圆满解释,而且,对其它范畴(如,动物、人体器官)的特异性受损也同样适用。可见,它拓展了 SFT 理论的适用范围。

但是,根据相关结构理论,除了“大团块”(大范畴)(如,有生命类)外,“更小团块”(更小范畴)(如,鱼类)也应出现在语义结构中。那么,这些“更小团块”的特异性受损也应该在患者身上观察到。但是,目前报道的受损范畴基本集中于大型范畴,尚未发现有更小范畴受损的报道。此外,对目前在患者身上表现出的语义范畴界限,该理论也难以作出比较合理地说明。

SFT 理论和相关结构理论均致力于探讨局部脑损伤(如,额叶、颞叶)造成的范畴特异性受损效应。但研究人员发现,大面积脑损伤的患者中同样存在这种效应^[14],这基本上超出了它们的解释范围。为此,研究者们^[12, 29]在前人的基础上,相继提出了计算理论(Computational theory)用以解释大面积脑损伤导致的语义范畴的特异性受损。

3.3 计算理论

计算理论分享了联结主义和 OUCH 的思想,也假设在一个统一的语义系统中,语义概念是由特征表征的,特征间也具有程度不等的相关联系。但是,在该语义网络系统中,特征被分为两类:个性特征(distinctive property)和共性特征(correlative property)。个性特征是指一概念的独有而其它概念不具有的特征,如概念“人类”的“会说话”特征。个性特征是识别一个概念的主要特征。共性特征是指有两个或两个以上概念共同享用的特征,如概念“人类”的“有耳朵”特征,共性特征是识别一个概念的辅助特征。而且,在语义系统中,任何一个特征的激活将会激活与其相关的特征,而那些被经常激活的特征在语义系统中的表征力度较大,因而抵制外界破坏的能力也较强。对于有生命类的概念来说,它们的共性特征间相关程度高,抵制外界破坏的能力强,而个性特征间相关程度较低,抵制外界破坏的能力弱。但是,无生命类概念的情况与此相反。这样,当大脑广泛受损,波及整个语义系统时,个性特征和共性特征就会同时受到侵害。这种侵害,可分为两种情况:当损伤发展到严重(severe)程度时,对于与其它特征相关程度低的特征来说,由于它们抵制外界破坏的能力弱,因而受损的程度大。而相关高的特征则与此相反。据此推知,有生命类的个性特征的受损程度将严重于共性特征。而无生命类的情形与此相反。此外,由于个性特征是识别一个概念的主要特征。所以,生物类语义系统受到破坏的程度要大于非生物类,患者表现为对生物类范畴的特异性损伤。当损伤非常严重(most severe)时,语义系统中的个性特征遭到严重破坏,基本上只保留了共性特征。又因为,有生命类的共性特征又是与其它特征相关程度高的特征,遭到破坏的程度较小。而无生命类的共性特征却是与其它特征相关程度低的特征,遭到破坏的程度较大。所以,这类患者将表现为对有生命类的语义知识破坏程度小于无生物类,对无生物类范畴的特异性损伤。

可见,计算理论的特点是在一个统一的语义网络中,一个概念是由两种不同类型的特征表征的。但是,这两种特征对于有生命类与无生命类范畴的表征作用及相关程度有所差异。在患者病情发展的不同阶段,尽管整个语义系统中的两种特征同时遭到侵害,但是由于两种特征在概念的加工过程中相关联系的方式不同,患者将表现出从有生命类范畴到无生命类范畴的顺次特异性受损效应。这一理论不仅在患者身上得到验证,而且也被模拟成功^[4, 15]。但是, Perry^[16]最近对它提出异议。

总体看来,上述几种语义记忆理论在对语义范畴特异性损伤进行分析探讨时,都是把人脑看作是一个统一执行各项功能的整体系统,这便是传统的认知观点。但在近年,心理学中发展了一种多功能系统的观点,它主张人脑是诸多功能模块(modules)的集合体,各模块有自己的相对独立功能与结构。最近, Caramazza 和 Shelton^[9]基于多功能系统的观点,提出了种区知识假说(Domain-specific knowledge hypothesis)对语义范畴特异性受损效应作了探析。

3.4 种区知识假说

种区知识假说把人脑中的每一语义范畴看作一个功能模块,当特定的模块遭到损伤时,相应的语义范畴就会受到损害。它认为人类在长期的进化过程中,人脑中的语义知识根据它们对人类生存和繁衍的意义,分化出一些重要的知识领域(范畴),而且这些领域(范畴)

拥有各自相对独立的神经组织结构,表现为对特定知识的范畴性适应。据此可推,当脑损伤波及这些特异性的神经组织时,就会使得与其对应的语义知识也随之而伤害,从而呈现出该范畴的特异性损伤效应。

该假说的特点是运用多功能系统的观点,从生物进化的角度,对语义范畴特异性损伤作出了全新的解释。它突出的优点在于能够解释其它理论难以解释的两现象:第一、患者显现出的受损范畴多数为动物、植物、人工制品,病征较为一致。种区知识假说认为这些范畴是进化过程中对人类较重要的领域,故而,它们具有相对独立的神经结构,所以它们易于遭到范畴性受损。第二、绝大多数的损伤发现在动物、生物的范畴内,这是因为这些范畴与人类的生活密切相关,用于表征和加工这些概念的脑组织高度区域化,从而使得它们更易于遭到损害。

可见,种区知识假说对一些语义现象作出了比较圆满地回答,但它接近真正人脑的程度,还亟待探讨。

4 结束语

尽管学者们根据语义范畴特异性损伤现象,提出了多种新的语义记忆理论,试图说明正常人语义知识的存储、加工方式及其脑机制,但每一理论各有侧重,很难对各种现实现象作出较圆满阐释,所以还有待于深入探讨。期间,关键在于弄清范畴特异性受损效应的特定的表现形式及其影响因素,这可为定性和定量分析语义结构提供可靠保证。另外,也应结合一些其它心理过程(如注意、思维)进行相关研究,这有利于增强分析信息,拓宽研究思路。此外,也可采用一些其它方法(如个体差异分析法、脑成像技术)进行多维探讨,这有利于转换分析角度,获取全新结果。

参考文献

- [1] Warrington E K, Shallice T. Category-specific semantic impairments. *Brain*, 1984, 107: 829-853
- [2] Forde E M E, Francis D, Ridloch M J et al. On the links between visual knowledge and naming: a single case study of a patient with a category-specific impairment for living things. *Cognitive Neuropsychology*, 1997, 14(3): 403-458
- [3] Gainotti G. Cognitive and anomical of lesion in a patient with a category-specific semantic impairment for living beings. *Cognitive Neuropsychology*, 1996, 13(3): 357-390
- [4] Moss H E, Tyler L K, Durrant-Peatfield M et al. 'Two eyes of a see-through': impaired and intact semantic knowledge in a case of selective deficit for living things. *Neurocase*, 1998, 4:291-310
- [5] Kurbat M A, Farah M J. Is the category-specific deficit for living things spurious? *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1998, 10(3): 355-361
- [6] Ralph M A L, 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(4): 311-338
- [7] Samson D, Pillon A, Wilde V. Impaired knowledge of visual and non-visual attributes in a patient with a semantic impairment for living entities: a case of a true category-specific deficit. *Neurocase*, 1998, 4(4): 273-290
- [8] Cappa S F, Frugoni M, Pasquali P et al. Category-specific naming impairment for artifacts: a new case. *Neurocase*, 1998, 4(4): 391-397
- [9] Caramazza A, Shelton J R. Domain-specific knowledge systems in the brain: The animate-inanimate distinction. *Journal of Cognitive*

- Neuroscience, 1998, 10(1): 1 - 34
- [10] Stewart F, Parkin A J, Hunkin N M. Naming impairments following recovery from herpes simplex encephalitis: Category-specific? Quarterly journal of Experimental Psychology, 1992, 44A: 261-284
- [11] Lambon-Ralph M A, Howard D, Nightingale G, Ellis A. Are living and nonliving category-specific deficits causally linked to impaired perceptual or associative knowledge? Evidence from a category-specific double dissociation. Neurocase, 1998, 4: 311-338
- [12] Silveri M C, Gainotti G. Interaction between vision and language in category-specific impairment. Cognitive Neuropsychology, 1988, 5: 677-509
- [13] Farah M J, McClelland. A computational model of semantic memory impairment: Modality-specific and emergent category-specificity. Journal of Experimental Psychology (General), 1991, 120: 339-357
- [14] Garrard P, Patterson K, Watson P C et al. Category-specific semantic loss in dementia of Alzheimer's type. Functional-anatomical correlations from cross-sectional analyses. Brain, 1998, 121(4):633-646
- [15] Davlin J T, Gonnerman L M, Andersen E S, Seidenberg M S. Category-specific semantic deficits in focal and widespread brain damage: a computational account. Journal of Cognitive Neuroscience, 1998, 10: 77-94
- [16] Perry C. Testing a computational account of category-specific deficits. Journal of Cognitive Neuroscience, 1999, 11(3): 312-312

THEORETICAL DEVELOPMENT IN SEMANTIC CATEGORY-SPECIFIC DEFICIT

Han Zaizhu¹, Bai Xiaoli², Shu Hua¹

(1. Department of Psychology, Beijing Normal University, Beijing 100875)

(2. Neurological Department, Beijing Friendship Hospital, Beijing 100050)

Abstract: In the study on human cognitive mechanism, the way of collecting data from patients begins to become an important technique in cognitive neuroscience recently. In the past few years, authors have found some brain-damaged patients with semantic category-specific deficit who show a relatively lower cognitive ability in some specific semantic categories than in other ones. By means of the wonderful finding, a new study area is developed for exploring the structure and function of semantic memory system. In the present paper, we focus on introducing the finding and four new semantic memory theories based on it, and survey the human semantic memory.

Key words: semantic category-specific deficit, semantic memory, cognitive ability.