

• 论 著 •

# 阿尔兹海默病患者语义记忆障碍特征性研究

腊琼 毛善平 董慧敏 郭晓洁 王舜

**【摘要】 目的** 探讨阿尔兹海默病(Alzheimer's disease, AD)患者语义记忆障碍的特点,揭示语义知识在大脑中组织的性质。**方法** 对 43 例 AD 患者及 28 例正常对照者进行一般认知功能测评和语义记忆评估。语义记忆评估选用常见的有生命类及无生命类物体,进行口头图片命名、口头声音命名、图片关联匹配、词语关联匹配测试。统计每一例被试对物体名称和物体语义关联匹配的正确比例,对数据进行群组分析和个体分析。**结果** 与正常对照组相比,AD 组对有生命物体和无生命物体的名称及语义关联匹配均有损伤。10 例患者在有生命物体的语义任务上的成绩显著差于在无生命物体的语义任务上的成绩,而另外 6 例患者在无生命物体的语义任务上的成绩显著差于在有生命物体的语义任务上的成绩。**结论** AD 患者存在语义记忆障碍,部分 AD 患者可出现语义范畴特异性损伤,且可出现语义障碍的范畴双分离现象。这表明有生命物体和无生命物体范畴在大脑内相对独立表征,与大脑中语义知识的分布式表征理论一致。

**【关键词】** 阿尔兹海默病 语义记忆 双分离 语义表征

**【中图分类号】** R749.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1007-0478(2016)01-0001-05

**【DOI】** 10.3969/j.issn.1007-0478.2016.01.001

**Semantic memory on patients with Alzheimer's disease** La Qiong, Mao Shanping, Dong Huimin, et al.  
Department of Neurology, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060

**【Abstract】 Objective** To explore the features of semantic memory in patients with Alzheimer's disease (AD), and reveal the representation types of semantic knowledge in the brain. **Methods** General cognitive ability assessment and semantic memory assessment were performed in 43 AD and 28 normal controls. Semantic memory assessment included the oral picture naming, oral sound naming, picture associated matching and word associated matching which both have living things and nonliving things. The accuracy of naming and semantic associated matching tasks for the two category things were calculated. Group analysis and case analysis were taken to investigate the correlation and dissociation between these two category things. **Results** Compared with the normal controls, the AD patients were impaired in naming and semantic associated matching tasks both for living things and nonliving things. Ten patients performed worse for living things than nonliving things, another six patients performed worse for nonliving things. **Conclusion** There is semantic memory deficit in AD patients. Some AD patients show "category specific semantic deficit" for living things and nonliving things, there is double dissociation of semantic categories in AD. Living things and nonliving things are represented independently in the brain, which is consistent with the distributed semantic memory theory.

**【Key words】** Alzheimer's disease Semantic memory Double dissociation Semantic representation

阿尔兹海默病又称老年痴呆,是一种缓慢进展的神经退行性病变。越来越多的研究表明,AD 患者不仅有情景记忆障碍,也存在语义记忆障碍<sup>[1]</sup>。语义记忆是对词汇、规律、概念等各种知识的记忆,不依赖特定的时间和地点,语义记忆是语言中很重要的一部分。AD 患者的语义记忆障碍主要表现

为:找词困难、命名不能或命名错误等。语义记忆障碍甚至可出现在 AD 的轻度认知障碍阶段(mild cognitive impairment, MCI)<sup>[2]</sup>。另外,与其他认知障碍(如执行功能、定向力、视空间功能、情景记忆等)比较,语义记忆障碍具有较高的特异性。因此语义记忆障碍可用于 AD 的早期诊断及鉴别诊断。部分 AD 患者不仅存在语义记忆障碍,还存在范畴特异性语义记忆损伤<sup>[3]</sup>。所谓范畴特异性语义记忆损伤是指脑损伤患者对某一范畴(如有生命物体)的语

义记忆选择性损伤,或相对于其他范畴(如无生命物体)而言损伤更为严重<sup>[4]</sup>。正确评估 AD 患者的语义记忆水平,了解患者语义记忆障碍的特点,对 AD 患者的语言康复有很好的指导作用,并可进一步揭示语义知识在大脑中组织的性质。

由于西方语言和汉语的差别,研究我国 AD 患者的语义记忆尤为重要,但目前国内对 AD 的语义记忆障碍研究甚少,且对 AD 语义记忆障碍的类型的研究结果也不一致,部分报道了有生命范畴的特异性损伤,少部分报道了相反的模式,即无生命范畴的损伤,而也有一部分研究发现无范畴特异性损伤<sup>[5-6]</sup>。本研究对于我院就诊的 43 例 AD 患者进行语义记忆测试,以同龄的健康老年人作为对照,来回答以下问题:(1)AD 患者在进行物体识别时是表现出范畴特异性损伤还是范畴整体性损伤?(2)若存在范畴特异性损伤,AD 患者的范畴特异性损伤类型是否是固定的?是否存在范畴双分离现象?对这些问题的回答将有益于揭示 AD 患者语义记忆损伤的特征及神经机制,对 AD 患者的诊断、治疗和康复提供有利的指导。

1 对象与方法

1.1 研究对象

1.1.1 正常对照组 选取 28 例没有神经或精神疾病的健康人作为正常对照组,其中男 12 例,女 16 例;年龄 55~81 岁,平均年龄(68.4±6.5)岁;受教育年限 3~16 年,平均教育年限(11.86±2.84)年。所有被试均为右利手;视力、听力正常,能完成简单的认知任务,能理解简单的指导语。用中文版简易智能精神状态检查量表(The Chinese version of the Mini-Mental State Examination, MMSE)来评估健康被试的认知状态,MMSE 得分 25~30 分,平均(27.92±1.21)分。

1.1.2 AD 组 选取 2014.11~2015.9 在武汉大学人民医院门诊和住院部就诊的 43 例 AD 患者作为 AD 组。其中男 20 例,女 23 例;年龄 55~82 岁,平均年龄(71.3±8.0)岁;受教育年限 3~16 年,平均教育年限(11.04±4.38)年。纳入标准:(1)符合 NINCDS-ADRDA 中很可能诊断为 AD 的标准;(2)视力、听力正常,能完成简单的认知任务,能理解简单的指导语;(3)右利手者。排除标准:(1)有严重神经疾病(如脑卒中、脑积水)或精神疾病(抑郁、精神分裂);(2)患有干预认知功能的系统性疾病,如甲状

腺功能减退、维生素 B12 缺乏、慢性酒精中毒等;(3)正在服用干预认知功能的药物。AD 患者的 MMSE 得分为 5~24 分,平均(17.0±5.7)分;临床痴呆分级量表(Clinical Dementia Rating Scale, CDR)得分:1~3 分,平均(1.68±0.68)分。AD 组和对照组在年龄和受教育程度上无差异( $P>0.05$ ),两组的人口学和临床特征见表 1。

表 1 AD 组和正常对照组的人口学和临床特征

指标	AD 组 (n=43)	对照组 (n=28)	t	P
年龄(年)	71.3±8.0	68.4±6.5	-1.62	0.11
男性[n(%)]	20(46)	12(43)	-	-
教育年限(年)	11.04±4.38	11.86±2.84	0.87	0.39
MMSE 得分	17.00±5.70	27.92±1.21	9.97	<0.001
范畴流畅性(个/min)				
动物	6.56±2.08	14.33±3.13	12.54	<0.001
工具	6.41±1.99	14.36±3.09	13.17	<0.001

1.2 功能测验

1.2.1 一般认知功能测试 评估 AD 组被试的一般认知功能,采用的量表包括 MMSE、蒙特利尔认知评估量表(Montreal Cognitive Assessment Scale, MoCA)、日常生活能力量表(Activities of Daily Living Scale, ADL)、临床痴呆分级量表(Clinical Dementia Rating Scale, CDR)和范畴流畅性测试。

1.2.2 语义记忆测试 语义测试量表主要来自北京师范大学脑与认知研究院<sup>[7-10]</sup>。测试前让 28 名正常对照者采用 7 点量表分别评估测试图片的熟悉度、视觉复杂度。7 表示对图片非常熟悉(或非常简单),1 表示非常不熟悉(或非常复杂)。判断有、无生命物体两种范畴在熟悉度、视觉复杂方面是否匹配。结果显示有生命物体图片和无生命物体图片熟悉性差异不显著( $t=1.25, P>0.05$ );有生命物体图片和无生命物体图片视觉复杂度差异不显著( $t=0.72, P>0.05$ )。同时对图片所对应的词汇进行了词频匹配,结果显示有生命物体词汇和无生命物体词汇的词频差异不显著( $t=0.41, P>0.05$ )(表 2)。

表 2 语义测试任务中图片和词汇的内在属性

指标	有生命物体	无生命物体	t	P
熟悉度	3.3±0.9	3.5±1.1	1.25	0.23
词频	8.00±10.59	7.08±11.12	0.41	0.69
视觉复杂度	3.1±0.8	2.9±0.7	0.72	0.58

语义测试采用相同的刺激材料但不同输入(图片、声音、词汇)或输出形态来进行。对于每一个任

务,项目呈现的顺序是随机的,并且在每个被试上是相同的。给予标准的指导语,待被试理解后开始测试。测试全程录音,以便后续分析。最长的反应时间是 1 min,以被试的第一反应计分,所有测试均在一个安静的房间进行,测试时间不超过 2 h,当被试要求休息时也会停止测试。

1.2.2.1 口头图片命名 一共有 100 张图片,其中有生命的物体 40 张(动物 20 张,水果和蔬菜 20 张),无生命的物体 60 张(工具 20 张,可操作的物体 20 张,不可操作的物体 20 张)。每个项目在触摸屏上给被试者呈现 1 张图片,要求说出图片的名称。主试现场记录被试的反应,正确命名记 1 分,错误命名或不能命名记 0 分。

1.2.2.2 口头声音命名 一共有 20 个项目,其中 10 种动物声音,10 种常见人工制品的声音。被试通过耳机听到靶声音,然后要求说出听到的声音的名称。主试现场记录被试者的反应,正确命名记 1 分,错误命名或不能命名记 0 分。

1.2.2.3 图片语义关联匹配 每个项目在屏幕上给被试呈现 3 张图片,这 3 张图片属于同一范畴,上面为目标图片,被试要从下面两张图片中选取与上面目标图片语义最相近的那张,并用手点击屏幕上相应的图片。主试记录反应是否正确。正确选择记 1 分,错误选择或超时没有选择记 0 分。一共有 50 张目标图片,其中有生命物体 20 张(动物 10 张,水果和蔬菜 10 张),无生命物体 30 张(工具 10 张,可操作的物体 10 张,不可操作的物体 10 张)。

1.2.2.4 词汇语义关联匹配 共有 50 个项目,是图片语义关联匹配的文字版。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 16.0 软件,所有数据用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,计量资料进行  $t$  检验,以  $P < 0.05$  为有差异有统计学意义。为了控制两个范畴的任务难度,根据正常对照组在这两个范畴上正确率的平均数和标准差,计算 AD 患者在这两个范畴上正确率的 Z 分数,将所得 Z 分数进行群组分析和个体分析。

群组分析:对患者在两个范畴上正确率的 Z 分数进行 Pearson 相关分析。个体分析:采用 Crawford 和 Garthwaite 2007 年开发的分离软件,判断 AD 患者在两个范畴上是否存在经典分离或强分离<sup>[11]</sup>。经典分离是指被试在某个范畴上的成绩正常,在另一个范畴上的成绩显著低于正常人;强分离是指被试两个范畴上的成绩都低于正常人,同时某个范畴上的成绩显著

低于另一个范畴的成绩。

AD 患者一共进行 4 个语义记忆任务,定义至少在 3 个任务上出现有生命物体和无生命物体的范畴分离才可定义该患者有语义记忆的范畴特异性损伤。

2 结果

2.1 群组水平分析

AD 组在动物和工具的范畴流畅性测试上成绩均显著差于正常对照组( $P < 0.001$ )(表 1)。范畴流畅性测试可部分反映语义记忆能力,本研究中 AD 患者的范畴流畅性较正常组差。AD 组和正常对照组对有生命物体和无生命物体两种范畴在四项语义测试中的总体情况见表 3。AD 组和对照组的语义记忆成绩在四项语义测验中进行比较,在四项测验中 AD 组在两种范畴上语义记忆成绩均显著低于对照组( $P < 0.01$ )。AD 患者四项语义测试中有生命物体范畴和无生命物体范畴二者的正确率差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。在群组水平口头图片命名、图片语义关联匹配、口头声音命名、词汇语义关联匹配四项测试中患者在两个范畴上的成绩均呈正相关( $r$  分别为 0.86、0.79、0.83 和 0.82,  $P$  均  $< 0.05$ )。

表 3 AD 组和正常对照组在语义记忆测试任务中有生命范畴和无生命范畴的正确率				
指标	AD 组	对照组	$t$	$P$
口头图片命名				
有生命物体	0.55 ± 0.21	0.86 ± 0.40	7.67	<0.001
无生命物体	0.54 ± 0.22	0.90 ± 0.38	8.92	<0.001
图片语义关联匹配				
有生命物体	0.68 ± 0.11	0.85 ± 0.06	7.62	<0.001
无生命物体	0.75 ± 0.06	0.87 ± 0.05	8.98	<0.001
口头声音命名				
有生命物体	0.47 ± 0.15	0.73 ± 0.11	7.65	<0.001
无生命物体	0.58 ± 0.19	0.71 ± 0.12	3.29	<0.01
词汇语义关联匹配				
有生命物体	0.69 ± 0.10	0.86 ± 0.06	7.65	<0.001
无生命物体	0.76 ± 0.06	0.86 ± 0.05	7.32	<0.001

AD 患者在口头图片命名时所犯的错误举例见表 4。AD 患者命名时可出现同一级别上的错误,如将“狮子”说成“老虎”,也可出现上一级别的错误,如将“蜘蛛”说成“一种会爬的动物”。部分患者在命名时可详细描述物体的功能或特征,但却不能说出物体的名字,如将“温度计”说成“发烧用的东西”。

2.2 个体水平分析

在个体水平,Crawford 和 Garthwaite 分离软件分析发现,43 例 AD 患者中在至少 3 个任务上表现

表 4 AD 患者口头图片命名中的错误举例

有生命物体	无生命物体
老鼠→猫	锅→勺子
蜘蛛→一种会爬的动物	站牌→指路的牌子
花菜→很好吃的一种蔬菜	遥控器→手机
骆驼→动物,在沙漠里	温度计→发烧时用的东西
狮子→老虎	锤子→钳子
土豆→炒着吃,要把皮剥	皮带→系裤子用的
掉	剪刀→剪东西用的东西
樱桃→小苹果	蜡烛→点亮的用的
南瓜→吃的一种瓜	刷子→家里的一种小工具
猫头鹰→猫	滑梯→小孩玩的,滑下来
企鹅→小鸟	

出有无生命范畴双分离的有 16 例。其中 7 例患者(ZXD, ZZG, LZQ, HZD, LJB, YZG, WRH)在无生命范畴的语义任务上成绩与正常对照组没有显著性差异,而在有生命范畴的语义任务上显著差于正常对照组。4 例患者(XYY, LZC, LXE, YSD)在有生命范畴的语义任务上成绩与正常对照组没有显著性差异,无生命范畴语义任务上显著差于正常对照组。2 组行为模式表现出经典的双分离。此外,5 例患者在有生命范畴语义任务和无生命范畴语义任务上都显著差于正常对照组,但是其中 3 例患者(LSX, ZZY, WWX)有生命范畴显著差于无生命范畴,2 例患者(CXM, HYZ)无生命范畴显著差于有生命范畴,表现出强双分离。

3 讨 论

AD 已成为继癌症、心血管疾病、脑血管疾病之后威胁老年人健康的第四大杀手,而且随着年龄的增长,AD 的发病率逐渐增高。随着我国老龄化社会的到来,2050 年我国 80 岁以上的老人占老年人群中的 1/5。人口老龄化可使老年痴呆为我国带来非常突出的社会、医疗和经济问题。因此 AD 的早期诊断和治疗(包括认知康复锻炼)已成为迫在眉睫的问题。语义记忆障碍可在 AD 的早期出现,并贯穿于整个病程之中,随着疾病严重程度的增加而逐渐加重。语义记忆障碍可用于 AD 早期诊断及鉴别诊断,加强语义功能锻炼有助于提高 AD 患者的生活质量。因此,明确 AD 语义记忆障碍的类型及语义知识在大脑中的组织方式对 AD 的诊断、治疗及康复均提供了有利的指导。

语义记忆在大脑内的组织方式是目前神经心理学研究的重点。脑损伤患者语义范畴特异性的研究及功能磁共振的广泛应用,均为语义记忆理论的进

一步发展做出了巨大的贡献。目前的研究主要支持语义分离表征理论,即语义记忆系统存在不同的子系统<sup>[12-13]</sup>。但对于这些子系统的划分却出现了理论分歧。一种是由 Caramazza 等<sup>[14]</sup>提出的语义知识按照分类学意义上的范畴来组织,可以按大范畴(有无生命)来组织,也可以按更加精细的范畴(动物、水果/蔬菜、工具)来组织。这些范畴拥有各自相对独立的脑区。因此,当局部的脑损伤波及这些神经组织时可以引起范畴特异性语义记忆损伤;另一种是由 Warrington 及其同事提出的语义知识按照不同的感觉/功能通道来组织<sup>[15]</sup>。该理论认为物体概念依赖于至少一种与该概念相关的感觉特征(颜色、形状或声音等)或功能特征(用途、运动特征等),这些特征表征在各自的通道内,不同特征的信息储存在不同的脑区内。例如物体的形状和颜色在腹侧颞叶的视觉相关皮层表征;动作特征在运动皮层表征;声音特征在声音相关皮层表征。某种特定的特征对于不同范畴的物体概念的权重不同,因此,当某种特定的特征选择性地受损或保留时可以导致范畴特异性损伤。例如与可操作性物体比较,有生命的物体更依赖于视觉/知觉特征。因此,当视觉/知觉相关皮层病变时,可出现对有生命的物体的范畴特异性损伤。近几年发展的语义知识的理论模型有将范畴和特征两种组织维度相结合的趋势<sup>[16]</sup>。

AD 病变多为累及双侧大脑皮层的弥漫性萎缩性改变,脑区弥漫性损伤这一特点可让研究者考查语义特征随机损伤所引发的语义记忆障碍的特点及机制。目前关于 AD 患者的语义记忆是否存在范畴特异性损伤仍存在争议,部分研究表明 AD 存在有生命范畴的特异性损伤,部分研究表明 AD 存在无生命范畴的特异性损伤,而另一部分研究表明 AD 患者不存在范畴特异性损伤<sup>[5-6]</sup>。研究表明有两种因素可以影响 AD 的语义记忆损伤类型<sup>[17]</sup>。一种是基于上述的语义记忆在大脑内的分离式组织方式的理论,损伤的脑区不一致可导致不同的语义记忆损伤类型。另一种是语义任务所采用刺激材料中有无生命物体两种范畴的熟悉度、视觉复杂度、词频等因素不匹配时,也可以导致范畴特异性语义记忆障碍<sup>[18]</sup>。本研究所采用的刺激材料中两种范畴的词频、视觉复杂度和熟悉度均无统计学差异,因此排除了这些混杂因素对研究结果的影响。由于对刺激材料中词频、视觉复杂度和熟悉度的控制,范畴特异性损伤很可能不是由于任务刺激控制不当引起的。双

分离现象经常用于研究两个认知过程在大脑中相对独立表征关系,如果两个认知过程在被试间出现双分离现象,说明这两个认知过程在大脑中是相对独立表征的。本研究中,出现了 AD 语义记忆障碍的范畴双分离现象,即部分 AD 患者对有生命物体特异性损伤,部分 AD 患者对无生命物体特异性损伤,这表明本研究中不同的 AD 患者损伤的脑区可能不完全一致,因而导致了不同类型的范畴损伤。这进一步证明了有无生命这两种范畴表达在不同的脑区。这一结果与以往的功能磁共振研究和脑损伤研究结果一致。PET 及功能磁共振研究发现,当被试进行有生命范畴任务时,双侧大脑半球的梭状回后部外侧和颞叶前部内侧区有更强的激活<sup>[3,19-20]</sup>。脑损伤中受损功能与脑区关系的研究表明,双侧大脑半球颞叶前部内侧和下部损伤可导致有生命物体范畴的特异性损伤<sup>[21-22]</sup>。而 PET 及功能磁共振研究发现,进行无生命范畴任务时,可更强地激活颞中回后部、顶内沟和运动前区腹侧<sup>[3,23]</sup>。脑损伤的临床研究发现,左侧半球背侧脑区及顶叶损伤可导致无生命范畴的特异性损伤<sup>[24]</sup>。

在临床实践中,我们对 AD 患者进行详细的语义记忆测试,全面了解患者的语义记忆情况,进而针对性地进行语义功能的训练。例如,若患者的理解能力相对完好,口语产出能力受损,则可重点进行口语产出的任务训练;若图片识别能力相对保留,词汇识别能力受损,则可加强词汇识别的训练;若识别无生命范畴物体的能力相对完好,有生命范畴物体的能力受到损伤,则可加强对有生命范畴物体识别的康复训练。

### 参 考 文 献

- [1] Catricalà E, Della RP, Plebani V, et al. Semantic feature degradation and naming performance. Evidence from neurodegenerative disorders[J]. *Brain Lang*, 2015, 147: 58-65.
- [2] Adlam A-, Bozeat S, Arnold R, et al. Semantic knowledge in mild cognitive impairment and mild Alzheimer's disease[J]. *Cortex*, 2006, 42(5): 675-684.
- [3] Grossman M, Peelle JE, Smith EE, et al. Category-specific semantic memory: Converging evidence from bold fMRI and Alzheimer's disease[J]. *Neuroimage*, 2013, 68: 263-274.
- [4] Capitani E, Laiacina M, Mahon B, et al. What are the facts of semantic category-specific deficits? A critical review of the clinical evidence[J]. *Cogn Neuropsychol*, 2003, 20(3): 213-261.
- [5] Moreno-Martínez F J, Laws K R. An attenuation of the normal category effect in patients with Alzheimer's disease: A review and bootstrap analysis[J]. *Brain and Cognition*, 1994, 63(2): 51-52.
- [6] Chertkow H, Whatmough C, Saumier D, et al. Cognitive neuroscience studies of semantic memory in Alzheimer's disease[J]. *Prog Brain Res*, 2008, 169: 393-407.
- [7] 冯晖艳, 宋鲁平, 韩在柱, 等. 汉语语义能力测验的编制及临床价值[J]. *中国康复理论与实践*, 2014, 20(3): 255-258.
- [8] Han Z, Ma Y, Gong G, et al. White matter structural connectivity underlying semantic processing: evidence from brain damaged patients[J]. *Brain*, 2013, 136(Pt 10): 2952-2965.
- [9] Wei T, Liang X, He Y, et al. Predicting conceptual processing capacity from spontaneous neuronal activity of the left middle temporal gyrus[J]. *J Neurosci*, 2012, 32(2): 481-489.
- [10] Fang Y, Han Z, Zhong S, et al. The semantic anatomical network: Evidence from healthy and brain-damaged patient populations[J]. *Hum Brain Mapp*, 2015, 36(9): 3499-3515.
- [11] Crawford JR, Garthwaite PH. Comparison of a single case to a control or normative sample in neuropsychology: Development of a Bayesian approach[J]. *Cogn Neuropsychol*, 2007, 24(4): 343-372.
- [12] Tyler LK, Stamatakis EA, Dick E, et al. Objects and their actions: evidence for a neurally distributed semantic system[J]. *Neuroimage*, 2003, 18(2): 542-557.
- [13] Brambati SM, Myers D, Wilson A, et al. The anatomy of category-specific object naming in neurodegenerative diseases[J]. *J Cogn Neurosci*, 2006, 18(10): 1644-1653.
- [14] Caramazza A, Mahon BZ. The organization of conceptual knowledge: the evidence from category-specific semantic deficits[J]. *Trends Cogn Sci*, 2003, 7(8): 354-361.
- [15] Warrington EK, McCarthy RA. Categories of knowledge. Further fractionations and an attempted integration[J]. *Brain*, 1987, 110(Pt 5): 1273-1296.
- [16] Mahon B Z, Caramazza A. Concepts and categories: A cognitive neuropsychological perspective[J]. *Annual Review of Psychology*, 2009, 60: 27-51.
- [17] Zannino GD, Perri R, Carlesimo GA, et al. Category-specific impairment in patients with Alzheimer's disease as a function of disease severity: a cross-sectional investigation[J]. *Neuropsychologia*, 2002, 40(13): 2268-2279.
- [18] Tippet L J, Grossman M, Farah MJ. The semantic memory impairment of Alzheimer's disease: category-specific? [J]. *Cortex*, 1996, 32(1): 143-153.
- [19] Devlin JT, Rushworth MF, Matthews PM. Category-related activation for written words in the posterior fusiform is task specific[J]. *Neuropsychologia*, 2005, 43(1): 69-74.
- [20] Mahon BZ, Milleville SC, Negri GA, et al. Action-related properties shape object representations in the ventral stream[J]. *Neuron*, 2007, 55(3): 507-520.
- [21] Brambati SM, Myers D, Wilson A, et al. The anatomy of category-specific object naming in neurodegenerative diseases[J]. *J Cogn Neurosci*, 2006, 18(10): 1644-1653.
- [22] Crutch SJ, Warrington EK. The selective impairment of fruit and vegetable knowledge: multiple processing channels account of fine-grain category specificity[J]. *Cogn Neuropsychol*, 2003, 20(3): 355-372.
- [23] Devlin JT, Moore CJ, Mummery CJ, et al. Anatomic constraints on cognitive theories of category specificity[J]. *Neuroimage*, 2002, 15(3): 675-685.
- [24] Tranel D, Kemmerer D, Adolphs R, et al. Neural correlates of conceptual knowledge for actions [J]. *Cogn Neuropsychol*, 2003, 20(3): 409-432.