

前额叶与来源记忆*

李娟 吴振云 林仲贤

中国科学院心理研究所(北京 100101)

摘要 记忆过去某个特定事件不仅包括记住它的内容(项目或内容记忆),而且包括记住事件所发生的背景(来源记忆),两者依赖于不同的脑区。前额叶是来源记忆的重要神经基础,对脑损伤患者、老年人和采用注意分离范式模拟前额叶损伤的行为研究和相应的电生理研究为此提供了实验证据。

关键词 前额叶, 来源记忆, 项目记忆(或内容记忆)

分类号 B845

1 引言

将情节记忆区分为项目记忆和来源记忆是当前记忆研究领域内新兴的一个热点。记忆过去某个特定的事件不仅包括记住它的内容(content)而且包括记住事件所发生的背景(context)。对事件内容和背景的记忆就分别称为项目记忆(item memory 或内容记忆)和来源记忆(source memory)。以前对情节记忆的研究大都集中于对事件内容的记忆,而忽略了对事件来源的记忆。

可以作为“来源”的信息有两类:一类被称为外部来源,即事件的外部特征,通常包括知觉信息(如声音、颜色、呈现的感觉通道等)、空间位置、时间序列等;另一类被称为内部来源,即编码和存贮期间个人内部所进行的认知操作,通常包括想象(imaging)、计划(planning)等。因此对来源记忆的测查相应地可以分为三类:区分外部来源或区分内部来源,以及在内部来源与外部来源之间进行判断。

来源记忆是不同于项目记忆的。每个人都有这种体验,即我们往往记住了某个事实,但不能回忆出是如何获取该事实的。实验研究表明,两者依赖于不同的脑区。与内容记忆不同,通常认为在学习记忆中起重要作用的内侧颞叶-间脑系统在来源记忆中不起重要作用,它更多地依赖于前额叶皮层。实验证据主要来自对脑损伤患者、老年人以及采用注意分离范式模拟前额叶损伤的行为研究,以及相应的电生理研究。

2 对前额叶损伤患者的研究

1911年,Claparede在一名酒精中毒的柯萨科夫综合症(alcoholic Korsakoff plains syndrome)患者身上发现了一种奇怪的现象:她有时能记住信息,但却不知道信息是如何

本文初稿于1999-01-04收到,修改稿于1999-02-09收到。

* 国家自然科学基金资助项目(批准号:39870279)。

获得的。如，给她读一篇故事之后，她有时可以回忆出其中一些细节，但无法回忆出是信息的来源，相反，声称这些信息仅仅是头脑中偶然闪过的念头。这种现象后来被称为来源遗忘 (source amnesia)，即能提取呈现过的信息，但无法记起信息是如何获取的。此后，MacCurdy(1928)，Zubin(1948)等一直到 Schacter 等 (1981) 都报告了类似现象的个案研究。80年代以来，神经心理学家采用更为严密、系统的实验分析方法，进一步证实这种来源遗忘是与前额叶损伤相联系的。他们发现由于前额叶损伤而导致遗忘的患者实际表现出来的来源记忆缺乏，比通过对项目记忆缺乏而预期到的更为严重^[1]。如 Janowsky, Shimamura 和 Squire(1989)^[2] 要求额叶损伤患者、年轻对照组和与之年龄匹配的年老对照组学习 20 个问题。6⁴/₈ 天后，对这 20 个学习过的项目和 10 个同样难度的新问题以及 10 个尽管没有学过但容易回答的新问题进行测验。如果被试能够正确回答项目内容，就再让其回忆该项目的来源(“在哪儿知道的这个答案?”;“最近一次听到这个消息是什么时候?”)。记录两种来源错误：一是被试能正确回答项目的内容，但错认为答案来源于实验之外；二是被试能正确回忆新项目，但错把它归于是实验过程中学到的。结果发现，尽管额叶损伤患者的项目记忆成绩与两个对照组之间不存在差异，但他们对来源的错误判断明显多于对照组。这种有选择性的记忆缺陷表明额叶对来源记忆起重要作用。

3 对来源记忆老化的研究

死后尸检及近期采用神经成像技术进行的研究表明，前额叶对老化过程更为敏感。与其它脑区相比，前额叶神经元数量减少和皮层萎缩更快^[3]。如果该脑区是来源记忆的神经基础，那么老年人来源记忆能力会比青年人差。大量研究证实来源记忆中的确存在显著的年龄差异。但是多种认知能力(包括内容记忆)都随增龄而下降，如何证实来源记忆能力下降确是由于前额叶老化造成的呢？只有证实来源记忆受老化影响更大，才能为前额叶是来源记忆的神经基础提供有力的证据。

解决该问题最直接的逻辑是：证实当内容记忆中不存在年龄差异时，老年人的来源记忆能力仍然比青年人差。如 Schacter 等人^[4] 让被试学习关于著名人物的虚假事实(内容)，这些信息由男性或女性声音读出(来源)。研究发现，当内容与来源之间的联系是有组织的而不是随机的时候，对内容的线索回忆不存在年龄差异，但老年人区分声音的成绩较差。

有些研究则采用统计分析的方法证实了来源记忆受老化影响更大。如 Erngrund 等人^[5] 要求被试听 20 个动宾词组，同时对于其中 10 个词组要求被试作出相应的动作，另外 10 个阅读。测验阶段给出动词，要求回忆相应的名词(内容记忆)，并判断是做过动作还是阅读过的词组(来源记忆)。结果发现两种记忆测验都存在显著的年龄差异。首先，他们采用分层回归的分析方法(hierarchical regression analysis)，以来源记忆作为因变量，以年龄作为第一个预测变量首先进入分析，或者以内容记忆成绩以及一些个体差异变量(如年龄、性别等)作为一组预测变量首先进入分析。结果表明后一种分析方法尽管首先除去了内容

记忆中存在的差异, 但与前一种分析方法相比, 并没有减少年龄对来源记忆的解释力。这说明来源记忆中的年龄差异并不是由于老年人的一般记忆(内容记忆)能力下降造成的, 从而证实了来源记忆中存在有选择性的年龄差异; 其次, 他们还在控制了内容记忆等变量之后, 计算了年龄与来源记忆之间的偏相关, 两者之间存在的显著偏相关再次证实了上述结论; 此外, 他们还以 ω^2 作为统计力指标直接比较了内容记忆与来源记忆中年龄效应的大小, 结果也为来源记忆中存在更大的年龄差异提供了佐证。

如果对来源记忆和内容记忆采用相同的测验形式, 比如同是再认或同是回忆, 那么可以以记忆任务(包括来源记忆和内容记忆两个水平)作为一个变量, 通过考察该变量与年龄之间是否存在交互作用来说明来源记忆是否对老化更为敏感^[6]。

4 采用注意分离范式的研究

采用注意分离(divided attention, DA)研究范式可以模拟前额叶功能失调。这种范式是在被试进行主任务(primary task)的同时, 要求其再完成一项具有干扰性的辅任务(secondary task)。这种干扰作用造成的注意分离类似于前额叶功能失调的影响, 对那些依赖于前额叶功能的主任务影响更大^[7]。

如果来源记忆更多地依赖于前额叶功能的话, 那么在 DA 条件下, 来源记忆受损程度应比内容记忆更大。Troyer 等人^[8]以大学生为被试, 采用了三种注意任务: 充分注意, 使用手指-敲击任务分散注意, 或使用视觉反应时任务分散注意。在每种注意条件下, 呈现一系列词表, 让被试同时记忆词和相应的呈现声音(男声或女声)。测验时以第三者的声音(女)呈现词表, 要求被试对项目进行“新”、“旧”再认, 对声音进行“男”或“女”迫选再认(forced-choice recognition)。在分离注意条件下, 学习和测验时都要进行辅任务, 告诉被试主辅任务同等重要。研究发现注意分离的确对来源记忆的干扰更大, 但是反之, 以内容记忆或是以来源记忆为主任务时, 对辅任务的影响不存在差异。可见, 来源记忆与内容记忆之间的差异是不稳定的, 这可能是由于声音与词是紧密联系的, 可以同时加工。为此, 他们又以项目空间位置为来源信息进行了实验。所有词都由女性声音读出, 只是有的词通过左耳机呈现, 有的通过右耳机呈现。结果不仅再次证实了前一个实验中得到的结论, 而且进一步发现与来源记忆任务同时进行的辅任务比与内容记忆任务同时进行的辅任务反应时更长。Troyer 和 Craik(1997)得到的结果与此类似^[9]。

5 事件相关电位(ERPs)研究

来自额叶损伤患者、老年人, 以及 DA 范式的研究都支持了前额叶皮层是来源记忆的重要神经基础。除了这些行为学研究证据之外, 来自 ERPs 的研究也为此提供了支持性证据。

Senkfor 等人^[10]以大学生为被试, 先让他们完成项目记忆任务, 再完成来源记忆任务。在第一个任务中, 只告诉被试关注呈现的词, 测验时对词进行“新”、“旧”判断。在第二个任务中, 告知被试要同时注意词和词呈现的声音(男或女), 测验时的判断有三种选

择: 旧词- 学测同声、旧词- 学测异声和新词。结果发现两个任务的测验阶段都存在典型的“新- 旧效应”: 击中的旧词比正确否定的新词诱发出更大的正向波(400- 800ms)。两者不同之处在于, 来源- 再认任务中正确识别的旧词比新词诱发了更大的位于前额叶的正向波(800- 1200 ms), 它在刺激呈现后 1000 ms 时达到峰值, 比其他电极记录点达到峰值晚得多, 而项目- 再认任务中则不出现该波。进一步研究发现, 该波与来源(声音)信息是否成功提取无关, 只要去搜索声音就会出现(声音搜索效应, voice search effects)。而随后能够成功提取的声音比没能成功提取的声音在颅骨分布更靠后部诱发了更大的正向的波(声音提取效应, voice retrieval effects)。Wilding 等人^[11]研究了记忆词及其呈现通道(视觉或听觉)时的 ERPs。尽管他们的研究本意是区分有意识提取与知觉流畅性, 但也可以被看作是一项来源记忆研究。他们得到的结果与 Senkfor 等(1998)一致, 也发现项目- 再认任务与来源- 再认任务在刺激呈现后 400- 800ms 范围内记录到的 ERPs 是类似的, 只是后者在刺激呈现后 800- 1300ms 诱发了更大正向波。

Trott 等人^[12]考察了与来源记忆中的年龄差异相联系的 ERPs。令 16 名青年和 16 名老年女性学习时间序列(来源)不同的两列句子(内容)。结果发现, 与青年人相比, 老年人来源记忆能力比内容记忆能力下降更为严重。ERPs 结果显示, 尽管老年人具有和青年人相当的早期出现的“新- 旧效应”, 但只有青年人产生了与来源搜索相联系集中于前额皮层的出现更晚的“新- 旧效应”。这也为来源记忆能力对老化更为敏感从电生理角度提供了解释。Senkfor 等人^[13]的有关研究, 得到的结果与此一致。

6 问题与展望

尽管行为研究和电生理研究的结果均支持前额叶是来源记忆的重要神经基础, 但也尚存在与此不一致的研究。比如 Erngrund 等人^[14]同时采用了来源记忆测验和词汇流畅性测验、Wisconsin 卡片分类测验等对前额叶功能敏感的测验, 发现两类测验之间并不存在显著相关。对此, 该结论的支持者提出这些测验任务可能依赖于额叶的不同区域。而目前尽管 ERPs 研究中观察到的与来源搜索相联系的晚正成份的颅骨分布与在前额叶损伤患者中观察到的记忆缺损是一致的, 但是尚不能由此得出精确的解剖定位。功能性神经成像技术(如 PET、fMRI)具有精确的空间分辨率。遗憾的是尽管已有几项这方面的研究证实前额叶与提取努力密切相关, 但至今还没有采用这种技术来直接比较来源记忆任务与内容记忆任务^[10]。因此, 将具有精确空间分辨率的脑代谢功能成像与能够精确时间定位的生理功能成像相结合, 对研究来源记忆与前额叶的关系将会是富有成果的。

此外, 虽然大量研究发现来源记忆与内容记忆之间出现了分离, 但有些研究表明两者之间并不存在分离。Spencer 和 Raz^[15]对 46 项有关来源记忆老化的研究进行元分析发现, 这可能与来源信息的类型有关。有些来源信息(如颜色、大小、形状等)与项目结合非常紧密, 能与项目的内容同时编码, 而有些来源信息(如空间位置、时间序列)不是项目的固

有属性, 是独立于项目内容进行编码的。这两类来源信息分别称为联系性来源 (associative source) 和组织性来源 (organizational source)。联系性来源记忆的年龄差异往往与内容记忆的相当, 而组织性来源记忆会存在更大的年龄差异。鉴于老化人群中存在突出的额叶功能下降, 推测组织性来源记忆对前额叶的依赖程度更大。进一步探讨各种类型的来源记忆与内容记忆之间的关系, 不仅关系到来源记忆内部是否可以分离, 对记忆的多功能系统理论有重要意义, 而且有助于更准确地揭示来源记忆与前额叶之间的联系。

综上所述, 利用脑功能成像技术结合事件相关电位研究来考察来源记忆在前额叶的精确定位, 和采用巧妙的行为实验探讨各种性质不同的来源记忆与内容记忆之间的分离, 将成为深入揭示前额叶与来源记忆之间联系的两个未来研究方向。

参考文献

- [1] Shimamura A P, Squire L R. The relationship between fact and source memory: findings from amnesic patients and normal subjects. *Psychobiology*, 1991, 19: 1- 10.
- [2] Janowsky J S, Shimamura A P, Squire L R. Source memory impairment in patients with frontal lobe lesions. *Neuropsychologia*, 1989, 27: 1043- 1056.
- [3] Kemper T L. Neuroanatomical and neuropathological changes during aging and in dementia. In: M L Albert, E J E. Knopfel eds. *Clinical neurology of aging* (2nd). New York: Oxford University Press, 1994. 3- 67.
- [4] Schacter D L, Kaszniak A W, Kihlstrom J F et al. The relation between source memory and aging. *Psychology and Aging*, 1991, 6 (4): 559- 568.
- [5] Emgrund K, Mantyla T, Ronnlund M. Acting or listening: adult age differences in source recall of enacted and nonenacted statements. *J. of Adult Development*, 1996, 3(4): 217- 232.
- [6] Denney N W, Miller B V, Dew J R et al. An adult developmental study of contextual memory. *J of Gerontology: Psychological Sciences*, 1991, 46(2): 44- 50.
- [7] Troyer A K, Moscovitch M, Winocur G. Clustering and switching as two components of verbal fluency: Evidence from younger and older healthy adults. *Neuropsychology*, 1997, 11(1): 138- 146.
- [8] Troyer A K, Winocur G, Craik F I M et al. Source memory and divided attention: reciprocal costs to primary and secondary tasks. *Neuropsychology*, 1999, 13(4): 467- 474.
- [9] Troyer A K, Craik F I M. The effect of divided attention on memory for item versus context [abstract]. *J of International Neuropsychological Society*, 1997, 3: 10.
- [10] Senfor A J, Petten C V. Who said what? An event-related potential investigation of source and item memory. *J of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1998, 24(4): 1005- 1025.
- [11] Wilding E L, Doyle M C, Rugg M D. Recognition memory with and without retrieval of context: an event-related potential study. *Neuropsychologia*, 1995, 33(6): 743- 767.
- [12] Trott C T, Friedman D, Ritter W et al. Item and source memory: Differential age effects revealed by event-related potentials. *Neuroreport*, 1997, 8(15): 3373- 3378.
- [13] Senfor A J, Petten C V. ERP measures of source and item memory in young and elderly subjects [abstract]. *Psychophysiology*, 1996, 33: S77.
- [14] Emgrund K, Mantyla T, Nilsson L G. Adult age differences in source recall: a population-based study. *J of Gerontology: Psychological Sciences*, 1996, 51B(6): 335- 345.
- [15] Spencer W D, Raz N. Differential effects of aging on memory for content and context: a meta-analysis. *Psychology and Aging*, 1995, 10(4): 527- 539.