

记忆编码之后的情绪对中性词语记忆巩固现象的影响^{*}

乔艳阳 张庆林

(西南大学 心理学院, 重庆 400715)

摘 要:在被试记忆中性词语之后加入情绪图片,人为地诱发被试的正中负三种情绪,旨在考察情绪通过影响记忆的巩固过程对记忆中性词语的影响。实验结果发现,再认时与正负情绪图片配对的词语再认率显著高于与中性情绪图片配对的词语,且正负两种条件下的再认率差异不显著;性别主效应和交互作用都不显著,即在所有被试中都发现了类似的情绪记忆优势效应。

关键词:记忆巩固;杏仁核;海马;情绪唤醒

中图分类号:B842.5

文献标识码:A

文章编号:1003—5184(2011)02—0133—05

1 前言

自从 Kleinsmith 和 Kaplan 在 1963 年首次报告了情绪在记忆中的优势地位后,情绪记忆一直得到心理学界的广泛关注,大量研究表明人们对情绪事件的记忆要明显好于对中性事件的记忆。这种优势地位主要体现在回忆事件时,人们往往能够回忆出更多关于情绪事件的细节,情绪事件相比中性事件而言可在大脑中储存的时间更久。普遍观点认为,这种记忆上的情绪效应主要因为情绪促进了人们对事件自身更细致的记忆编码^[1,2],并且唤起了个体更多的注意,导致编码时占用了更多的认知资源,因此获得了更好的记忆表征^[3,4]。除此之外,记忆编码结束后情绪还可通过促进杏仁核、海马及其他大脑内侧颞叶区域(MTL)共同活动不断巩固记忆线索,从而进一步影响情绪事件记忆的表征^[5-7]。因此可以认为,情绪通过影响记忆的编码和巩固过程使得情绪事件相对于中性事件而言具有更大的记忆优势。

鉴于情绪对记忆的以上作用,近些年来,越来越多的研究者们开始关注情绪对记忆中性事件的影响。典型的研究方法是,先诱导被试进入正性或负性情绪状态,然后再完成记忆任务。如 Smith, Dolan 和 Rugg 以 IAPS 图片为背景,在被试看到图片 3 s 之后在该图片中加入中性词汇呈现给被试。但其实验结果并未证明以情绪图片为背景的词汇记忆效果要好于以中性图片为背景的词汇,也就是说在他们的研究中情绪对于之后中性事件记忆的影响是不明显的^[8]。Maratos 和 Rugg 等人也得到了相似

的结论^[9,10]。而 Lavric, Rippon 和 Gray 在研究情绪对工作记忆的影响时先通过威胁诱导出被试的焦虑情绪,并检测了负面情绪对词语和空间工作记忆任务(n-back 任务)的影响,结果发现诱导的焦虑情绪仅仅损伤了空间 n-back 任务的表现,并未影响到词语任务,可见负性情绪只是选择性地影响了空间工作记忆。Lavric 等进一步认为这是因为负性情绪占用了大量的注意资源,而这种注意资源在空间工作记忆中发挥着重要的作用,因此空间工作记忆功能受损^[11]。Li 等人使用 ERP 技术为 Lavric 的结论提供了证据。他们在一个延迟样本匹配任务中,使用图片诱导被试的负性情绪,并对工作记忆保持阶段的 ERP 加以分析,结果发现头皮前部的晚期正成分只在空间任务中受到负性情绪的影响,平均波幅显著降低。而这种对空间工作记忆的影响从刺激消失后 200 ms 就已经出现。P200 成分被认为与早期注意资源分配有关,因此这个发现为 Lavric 等人的观点提供了神经生理上的证据^[12]。

近年来,人们在研究情绪对记忆影响的同时将目光更多地投到记忆巩固的相关内容上来。而大量的研究中被试记忆编码时都伴随有情绪的存在,没有将情绪在记忆编码阶段和随后记忆巩固阶段上的影响区分开,因此有必要选择一个更好的实验范式,来更准确地探索情绪对记忆巩固产生的影响。而学习后处理范式(post-learning paradigms)的出现解决了这个问题。Nielson 在被试学习相关记忆任务后向其施加情绪唤醒刺激或注射情绪诱发的相关激

^{*} 基金项目:西南大学国家重点学科“基础心理学”项目资助(NSKD08002)。

通讯作者:张庆林, E-mail: zhangql@swu.edu.cn。

素,由于情绪唤醒及相关激素出现在被试记忆编码后且记忆任务与情绪唤醒内容不存在语义上的联系,这样就可以排除情绪在记忆编码阶段的影响。如果在间隔一段时间后的测验中与情绪唤醒配对或注射了相关激素的实验组记忆成绩明显好于与中性条件配对或未注射相关激素的控制组,那么可以认为这种结果上的差异是由情绪及相关激素影响记忆巩固所致^[13,14]。国内心理学界虽然较早地引入了记忆巩固这一概念,但是对于采用学习后处理范式研究情绪对记忆巩固的影响尚未展开,鉴于以上研究在司法取证,课堂教学及心理咨询中的重要作用,文章实验在国外研究基础之上适当改进,对此问题进行了初步探讨,为后续的进一步研究发展提供参考和借鉴。

另外,前人的研究已发现不同性别的被试在情绪性事件记忆的神经过程上存在差异,并且当对情绪记忆相关神经机制干扰时同样存在性别差异^[15,16]。如在 Cahill, Haier 和 Alkire 的研究中发现,男性在情绪记忆编码时激活了右侧杏仁核,女性则激活了左侧杏仁核^[17]。而 Cahill 和 Van Stegeren 的另一项研究表明,当给被试注射 β -肾上腺素阻断剂时,男性对于含有情绪色彩故事的大意回忆情况明显受损,但对于故事的细节回忆则不受影响;与此相比,女性对于含有情绪色彩故事的细节回忆受损,但是对于故事的主线记忆却仍然清楚。这些结果说明由注射 β -肾上腺素阻断剂引起的情绪信息的损毁同样存在性别差异^[18]。

那么情绪对记忆巩固的影响是否有性别差异呢?如果有的话,这种现象的生理机制又是什么呢?由于之前大量的研究更多关注于情绪性事件的记忆,没有把情绪在记忆编码和随后记忆巩固阶段的影响区分开,因此并未得出准确结论。研究将在前人研究基础之上对这一问题进行深入探讨。如果在结果中发现性别主效应显著,那么这种差异可能是因为不同性别的被试在情绪事件的感受性上存在差异所致。

综上,研究假设之后配以情绪图片的中性词语记忆要明显好于与中性情绪图片配对的词语记忆,这种相应的记忆优势效应可认为是由情绪影响记忆巩固过程所致,且女性记忆成绩要明显好于男性。

2 实验方法

2.1 被试

30 名被试均来自国内某重点大学,男女各半,年

龄在 18~24 岁(平均年龄为 21.2 岁),所有的被试均为右利手,没有生理和精神上的疾病,视力正常或矫正视力正常。实验结束后付给被试一定的报酬。

2.2 刺激材料

从《现代汉语双字感情信息评定表》^[19] 中选取 360 个中性词汇,其中唤醒度平均数为 4.48(9 分量表),内部标准差为 0.52,唤醒度选值在 3.01~5.33 之间。从其中任取 180 个词作为学习阶段的识记材料,另外一半则用于再认阶段,每个词语图片的大小为 135 cm×77 cm 且两组词语在唤醒度上无显著差异($t=0.656, p=0.513>0.05$);

另从 IAPS 情绪图片库中选取 180 张情绪图片(其中正中负三个效价上各取 60 张),每个情绪图片的大小为 433 cm×315 cm。

最后使用 Windows XP 附件绘图程序制作 100 张 Flanker 任务图片。Flanker 任务是认知控制领域中常见的研究范式,每一个 Flanker 任务包括几个相同或近似相同的字母或数字,并要求被试对完全相似的刺激做出反应;在实验中,每个 Flanker 任务均包含五个字母,但各有差异;其中 Flanker 任务图片大小为 278 cm×96 cm,其中任意随机 10 张图片可以编为一组。

2.3 实验程序

被试坐在隔音电磁屏蔽室内的椅子上,要求注意计算机屏幕中央的注视点,显示器背景为黑色。图片呈现在屏幕中央,距离被试 80 cm,视角为 $7.93^{\circ}\times 8.65^{\circ}$ 。

实验分为学习和再认两个阶段,其中两阶段之间间隔一天。1)学习阶段:实验流程见图 1;首先在屏幕中央呈现注视点,持续时间为 1000 ms;之后出现一个呈现时间为 2000 ms 的汉语中性词语,要求被试记住出现的词语;词语呈现之后会出现 4000 ms 的黑屏以确保之后出现的情绪图片能够影响之前呈现的词语记忆巩固过程^[5];之后会再次出现 1000 ms 的注视点,紧接着出现一张呈现时间为 2000 ms 的情绪图片,要求被试认真观看图片,并对出现的情绪图片做出相应的评分(7 分量表,其中 1=不激动,7=非常激动);最后出现 10 个 1 s 的 Flanker 任务,要求被试对每个 Flanker 任务都认真做出反应,以消褪被试由图片所诱发的情绪。全部呈现后自动跳入下一个 trial,依此类推呈现全部学习阶段任务。2)一天之后进行词语再认测验:其中学习过和未学过的词语以 1:1 的比例随机混合并一

一呈现给被试,并要求做出反应,同时记录被试的反应时和正确率。

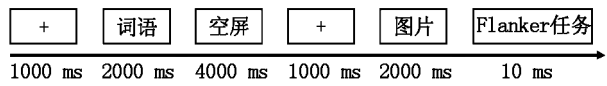


图 1 学习阶段刺激呈现流程图

2.4 数据处理

全部数据收集完毕后用 SPSS 16.0 for windows 统计软件包进行分析。

3 实验结果

3.1 被试主观情绪唤醒度检验

为检验情绪图片是否成功地诱发了被试的情绪,让 30 名被试对所有图片的效价和唤醒度评分(表 1)并对结果进行多因素方差分析,结果显示不同情绪图片的主观效价和唤醒度得分有显著差异,而情绪与性别的交互作用不显著且性别主效应不显著。

进一步对 3 个情绪组主观效价和唤醒度进行事后多重比较发现,正、中、负性效价三者间主观评分都达到显著性水平($p=0.000<0.001$),而中性唤醒度主观评分与正负情绪唤醒度之间差异也达到了显著性水平($p=0.000<0.001$),但正负两种情绪唤醒度间无显著差异($p=0.170$)。

表 1 情绪图片主观评定结果($n=30$)

| | 性别 | M | SD |
|-----|----|------|------|
| 正性 | 男 | 6.72 | 0.53 |
| 效价 | 女 | 6.68 | 0.54 |
| 正性 | 男 | 5.38 | 0.68 |
| 唤醒度 | 女 | 5.61 | 0.72 |
| 负性 | 男 | 2.72 | 0.70 |
| 效价 | 女 | 2.74 | 0.68 |
| 正性 | 男 | 5.66 | 0.90 |
| 唤醒度 | 女 | 5.77 | 1.02 |
| 中性 | 男 | 5.72 | 0.84 |
| 效价 | 女 | 5.77 | 0.84 |
| 中性 | 男 | 3.79 | 0.77 |
| 唤醒度 | 女 | 3.84 | 0.73 |

3.2 三种情绪条件下再认率的检验

表 2 三种情绪条件下再认率结果($n=30$)

| | 性别 | M | SD |
|---|----|------|-------|
| 正 | 女 | 0.66 | 0.078 |
| 性 | 男 | 0.66 | 0.072 |
| 负 | 女 | 0.68 | 0.074 |
| 性 | 男 | 0.67 | 0.064 |
| 中 | 女 | 0.61 | 0.061 |
| 性 | 男 | 0.60 | 0.063 |

对表 2 数据进行方差分析显示,情绪主效应显著($p=0.000$)而性别主效应不显著($p=0.837$),且性别与情绪之间也不存在交互作用,因此不对性别因素进一步分析。

对情绪水平做进一步事后多重比较发现,正性、负性条件下的再认率显著高于中性条件下的再认率($p=0.000$),而正负两种条件之间差异不显著($p=0.151$)。

3.3 不同条件下的词语再认反应时检验

记录被试在词语再认判断任务中的反应时(表 4),并对其进行方差分析,结果显示反应时的情绪和性别主效应都不显著,且交互作用同样不显著($p=0.079$)。

表 3 不同情绪条件下词语再认反应时结果($n=30$)

| | 效价 | M | SD |
|----|----|--------|--------|
| 男性 | 正 | 977.14 | 197.02 |
| | 负 | 921.83 | 149.37 |
| | 中 | 944.12 | 164.98 |
| 女性 | 正 | 914.11 | 131.51 |
| | 负 | 984.12 | 190.13 |
| | 中 | 943.02 | 106.16 |

4 讨论

4.1 性别差异

之前在对情绪事件的记忆研究中发现,女性对情绪事件的记忆要好于男性且二者在神经机制上也有不同^[15-17]。这种记忆上的性别差异可能因为不同性别的被试在情绪事件的感受性上存在差异所致,也可能因为女性的记忆巩固过程受到了情绪更大的调整作用。由表 1 可知,性别在唤醒度、效价上的主效应不显著,且与情绪水平的交互作用同样不显著,说明在实验中不同性别的被试在情绪事件的感受性上没有差异。而与此对应的是性别在再认率上的主效应和交互作用都不显著(表 2),但同时情绪主效应显著,上述结果说明男女被试在相同情绪条件下记忆水平无明显差异,但在所有被试中都发现了情绪的记忆优势效应,即配对于正负情绪图片的词语再认率要显著高于配对于中性图片的词语再认率。因此,研究者推断受情绪影响的记忆巩固过程不随着性别的变化而改变。

4.2 情绪对词语记忆巩固有显著影响

由行为结果可看出,配对于中性图片的词语再认率明显低于配对于情绪图片的词语再认率,但正负两种情绪条件下的词语再认率差异不显著,正中负三种条件下再认的反应时差异同样不显著。以上结论符合实验假设,可以认为正负情绪条件下的词语产生了更为明显的记忆巩固作用。实验通过使用学习后处理范式(post-learning paradigms),将观看情绪图片任务放到记忆词语之后,且由于图片与词语内容不存在语义上的联系,因此排除了情绪在编码阶段的影响。之前 Andersons 等人使用了相同的实验手段,发现在间隔一周后的再认测验中与情绪图片配对的“人脸”、“房屋”再认率要显著高于与中性图片配对的再认率,但这个结果在情绪效价上并未分离(与文章实验结果一致),这也可以看出受记忆巩固影响的再认成绩只与唤醒度有关与效价无关^[5]。但 Andersons 的研究使用人脸为实验材料,会影响实验的外部效度;另外,众所周知,图片与词语相比会引起内侧颞叶系统(MTL)更强的激活,而 MTL 区域在记忆巩固中起着至关重要

要的作用^[20],因此 Anderson 在选取图片为材料时可能会引起自变量的混淆。因此,实验全部选取中性词语为材料,并通过评定排除了无关变量(情绪及材料在记忆编码阶段的影响)的干扰。所以最终行为结果上(表 2)的差异可以认为是由情绪影响记忆巩固所致。

4.3 记忆巩固的脑机制讨论

情绪为什么会之前出现的词语有影响呢?大量研究为这个现象提供了来自生理学方面的证据:前人发现位于内侧颞叶的两个记忆系统,杏仁核和海马在情绪性记忆中发挥重要作用。其中杏仁核被认为是情绪记忆最重要的脑结构,是整个情绪记忆神经网络的核心。较为普遍的观点认为杏仁核对情绪记忆的编码和编码后阶段的巩固过程都发挥着重要的作用^[21]。但是记忆的编码后加工,即记忆巩固,主要是在海马中完成的^[22]。当情绪与记忆发生相互作用时,两个系统进行了精细且重要的交互作用。情绪唤醒诱发了应激激素的释放,应激激素激活了杏仁核的肾上腺素受体,而这些受体的活动操控了激素对海马巩固效应的影响。

另外,对大量动物以及少量人类的研究中发现葡萄糖、肾上腺素、去甲肾上腺素,还有一些糖皮质激素如氢化可的松等,在压力或情绪唤醒的情况下会释放到血液之中,对记忆的调整起作用。如许多动物的研究发现这些物质能够随着时间的变化影响记忆,并且药物的使用量与记忆的成绩之间呈倒 U 型曲线关系^[23-25]。这些物质通过间接地影响杏仁核的活动,从而又进一步调整了海马的记忆巩固过程。例如,Cahill 和 Alkire 在人类被试中发现肾上腺素能够促进记忆的巩固^[26]。Buchanan 和 Lovall 则在记忆编码前口服氢化可的松(一种糖皮质激素),同样也证明了糖皮质激素也能促进记忆的巩固^[27]。由以上研究可以看出,人体在情绪状态下释放激素调整了杏仁核的活动,从而可以促进海马对之前事件的记忆巩固,使人们更好地回忆与正负情绪配对的中性词语。

5 结论

文章排除了情绪在记忆编码阶段的干扰,最终得出结论:在学习阶段,情绪通过影响大脑对之前信息的记忆巩固过程,最终导致了与正负情绪图片配对的中性词语回忆情况明显好于与中性配对的词语回忆情况,且这种情绪的记忆优势不因性别的差异而发生改变。

参考文献

- 1 Kensinger E A, Corkin S. Memory enhancement for emotional words: Are emotional words more vividly remembered than neural words? *Memory & Cognition*, 2003, 31: 1169—1180.
- 2 Kensinger E A, Garoff-Eaton R J, Schacter D L. Memory for specific visual details can be enhanced by negative arousing content. *Journal of Memory and Language*, 2005, 54: 99—112.
- 3 Guy S C, Cahill C. The role of overt rehearsal in enhanced

conscious memory for emotional events. *Conscious and Cognition*, 1999, 8: 114—122.

- 4 Hamann S. Cognitive and neural mechanisms of emotional memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 2001, 5: 394—400.
- 5 Anderson A K, Wais P E, Gabrieli J D E. Emotion enhances remembrance of neutral events past. *Proceeding of National Academy of Sciences of the USA*, 2005, 103: 1599—1604.
- 6 Nielson K A, Powless M. Positive and negative sources of emotional arousal enhance long-term word-list retention when induced as long as 30 min after learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2007, 88: 40—47.
- 7 Tronson N C, Taylor J R. Molecular mechanisms of memory reconsolidation. *Nature Review Neuroscience*, 2007, 8: 262—275.
- 8 Smith A P R, Dolan R J, Rugg M D. Event-related potential correlates of the retrieval of emotional and non-emotional context. *Journal of Neuroscience*, 2004, 16: 760—775.
- 9 Smith A P R, Henson R N A, Dolan R J, et al. fMRI correlates of the retrieval of emotional contexts. *Neuroimage*, 2004, 22: 868—878.
- 10 Maratos E J, Rugg M D. Electrophysiological correlates of the retrieval of emotional and non-emotional context. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2001, 13: 877—891.
- 11 Lavric A, Rippon G, Gray J R. Threat-evoked anxiety disrupts spatial working memory performance: An attentional account. *Cognitive Therapy and Research*, 2003, 27: 498—504.
- 12 Li X B, Li X Y, Luo Y J. Selective effect of negative emotion on spatial and verbal working memory: An ERP study. *Proceedings of ICNN'05, IEEE Press*, 2005: 1284—1289.
- 13 Nielson K A, Jensen R A. Beta-adrenergic receptor antagonist antihypertensive medications impair arousal-induced modulation of working memory in elderly humans. *Behavioral and Neural Biology*, 1994, 62: 190—200.
- 14 Nielson K A, Radtke R C, Jensen R A. Arousal-induced modulation of memory storage processes in humans. *Neurobiology of Learning and Memory*, 1996, 66: 133—142.
- 15 Cahill L, Haier R J, White N S, et al. Sex-related difference in amygdala activity during emotionally influenced memory storage. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2001, 75: 1—9.

- 16 Canli T, Desmond J E, Zhao Z, et al. . Sex differences in the neural basis of emotional memories. *Proceedings of the National Academy of Science*, 2002, 99: 10789 — 10794.
- 17 Cahill L, Haier R J, White N S, et al. . Sex — related difference in amygdala activity during emotionally influenced memory storage. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2001, 75: 1 — 9.
- 18 Cahill L, Van stegeeren. Sex — related impairment of memory for emotional events with β —adrenergic blockade. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2002, 79: 81 — 88.
- 19 王一牛, 周立明, 罗跃嘉. 汉语情感词系统的初步编制及评定. *中国心理卫生杂志*, 2008, 22(8): 608 — 612.
- 20 郝晶, 李坤成. 人类记忆脑机制的功能成像研究. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2004, 3: 54 — 58.
- 21 李雪冰, 罗跃嘉. 情绪和记忆的相互作用. *心理科学进展*, 2007, 15: 3 — 7.
- 22 吴润果, 罗跃嘉. 情绪记忆的神经基础. *心理科学进展*, 2008, 16: 458 — 463.
- 23 Abercrombie H C, Kalin N H, Thurow M E, et al. . Cortisol variation in humans affects memory for emotionally laden and neutral information. *Behavior Neuroscience*, 2004, 117: 505 — 516.
- 24 Irwin W, Anderle M J, Abercrombie H C, et al. . Amygdalar interhemispheric functional connectivity differs between the non — depressed and depressed human brain. *Neuroimage*, 2003, 21: 674 — 686.
- 25 McGaugh J L, Roozendaal B. Role of adrenal stress hormones in the forming of lasting memories in the brain. *Current Opinion of Neurobiology*, 2002, 12: 205 — 210.
- 26 Cahill L, Alkire M T. Epinephrine enhancement of human memory consolidation: Interaction with arousal at encoding. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2003, 79: 194 — 198.
- 27 Buchanan T W, Lovallo W R. Enhanced memory for emotional material following stresslevel cortisol treatment in humans. *Psychoneuroendocrinology*, 2001, 26: 307 — 317.

The Impact of Emotion followed by Encoding on Memory Consolidation

Qiao Yanyang Zhang Qinling

(School of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715)

Abstract: The present experiment asked subjects to remember some neutral words and then to see some emotional pictures selected from IAPS in order to induce three kinds of emotions. The purpose of this experiment was to investigate the impact of emotion on memory consolidation so as to affect memorizing neutral words. Our results revealed that the rate of recognizing the neutral words matched with the emotion pictures is much better than those with the neutral pictures. Besides, there is no difference for the recognition rate between the words in positive conditions and negative conditions; otherwise, the gender difference is not significant in the present study. That is to say, our results suggested the emotion advantage effect.

Key words: memory consolidation; amygdala; hippocampal; emotion arousing