

内隐记忆和外显记忆的 ERP 分离与联系

孟迎芳 郭春彦*

(福建师范大学心理系, 福州 350007; 首都师范大学心理系, 北京 100037. * 联系人, E-mail: guocy@mail.cnu.edu.cn)

摘要 内隐记忆和外显记忆的ERP分离在记忆心理学领域已得到大量的证实, 但关于二者之间的联系却较少被研究. 它们是否包含有相同的加工过程呢? 为了探讨这个问题, 本研究采用“学习-测验”范式, 在编码阶段让被试进行深(愉快判断)或浅(颜色判断)的学习加工任务, 然后进行词汇决策(内隐测验)或再认判断(外显测验), 同时在学习或测验阶段添加了干扰变量, 探讨不同测验中获得的新旧效应在相同变量作用下的变化情况. 结果表明, 300~500 ms的内隐记忆和外显记忆效应有着类似的特征, 且在相同变量作用下发生类似的变化, 表明内隐记忆和外显记忆早期的ERP成分是共同的, 代表着相同的知觉表征系统的操作; 而 500~700 ms的内隐记忆和外显记忆效应在相同变量下产生了不同的变化, 它们在功能上是相互分离的, 可能分别反映了主动的和被动的回忆加工. 因此, 内隐记忆和外显记忆的加工过程并不是完全独立的, 它们既有分离的现象, 也存在着重叠的部分.

关键词 内隐记忆 外显记忆 ERP 新旧效应

人类记忆具有相当复杂的认知功能, 先前经验对记忆测验成绩的影响可以是有意识的, 也可以是无意识的, 表现为记忆的外显(explicit)或内隐(implicit)类型. 通常内隐记忆和外显记忆的划分主要是针对个体在信息提取时的心理经验而言, 从操作的角度来看, 一般把在不需要对过去特定的经验进行有意识回忆的直接测验中表现出来的记忆现象归为内隐记忆, 而把在需要有意识回忆的直接测验中表现出来的记忆现象归为外显记忆.

近 20 多年来, 研究者对两种记忆类型之间的关系进行了大量的研究, 并得出相对一致的结论, 即内隐记忆与外显记忆依赖不同的记忆系统, 而这些记忆系统与大脑的不同区域相联系^[1]. 这一结论的基础是内隐记忆和外显记忆的实验性分离. 早在 20 世纪 60 年代对遗忘症病人的研究中就发现二者的分离现象^[2,3], 即在回忆和再认先前学习过项目的直接记忆测验中, 与控制组相比, 遗忘症病人的测验成绩差, 表现出记忆缺陷. 但在模糊词辨认、词干补笔等间接测验中, 与控制组一样, 遗忘症病人也表现出对学习过项目的优势, 保存着完整的启动效应. 之后认知神经科学的发展以及无创性脑成像技术的进步, 为研究正常个体的脑机制分离现象提供了可能性, 发现在正常被试中, 一些实验控制, 如加工水平、注

意状态、干扰等对内隐记忆行为和外显记忆行为产生了不同的影响; 事件相关电位(ERP)研究揭示出内隐记忆和外显记忆有着不同时空分布的成分, 内隐记忆大多表现在 300~500 ms 的中央顶区, 而外显记忆表现在同一时间段的额区及 400~800 ms 的顶区位置^[4,5]; 而功能磁共振成像(fMRI)研究进一步定位了两类记忆之间的神经解剖差异, 如许多研究发现, 在内隐提取过程中较为一致观察到的是枕颞皮层的衰减活动^[6,7], 而在外显提取过程中则观察到一些脑区的增强活动, 如内侧颞叶、前额皮层以及内侧顶皮层^[8,9].

虽然行为和神经机制上的分离表明内隐记忆和外显记忆是相互独立的, 但对这个独立的范围并不清楚. 一种观点认为二者是完全独立的, 正如 Tulving 提出的, “完美的随机独立性意味着(信息, 阶段, 加工, 机制等)……完全没有重叠”^[10]. 但这一观点并未得到其他研究的充分证实. 例如, 在最早对内隐记忆和外显记忆进行的一个 PET 研究中^[11], 内隐提取条件要求被试用想起的第 1 个词完成 3 个字母的词干, 而外显提取条件要求被试以词干为线索, 努力回忆出先前学过的词. 结果发现, 内隐提取和外显提取过程中观察到的神经关联极为类似, 只是外显提取涉及更多的脑区. 使用 ERP 技术的一些研究也得到

2007-04-02 收稿, 2007-07-30 接受

国家自然科学基金(批准号: 30170322, 30570603)、高等学校博士学科点专项科研基金(批准号: 20040028001)、北京市重点《学习与认知》实验室及北京市属市管高校人才强教计划资助项目

类似的结果,如Badgaiyan等人^[12]使用词干补笔任务,通过变化指导语即指导被试有意识回忆先前信息或用合适的词进行补笔来产生有意识或无意识提取条件,结果发现在两种条件中的ERP新旧效应在时间进程和脑区上都具有某些重叠性,而与启动有关的右后部神经活动的衰减也在内隐和外显提取中都观察到。Curran^[13]使用的是学习-测验范式,让被试分别执行再认任务或词汇决策任务,然后比较两个任务中的新旧ERP差异,没有发现ERP新旧效应在两个任务间的差异。Rugg等人^[14]使用再认和语义判断(动物/非动物)任务也发现在两个任务中的ERP新旧差异是极为类似的。而最近的两项fMRI研究中,虽然描述了内隐记忆和外显记忆的分离现象,但也发现内隐提取的神经反应与外显提取有着某些的重叠。例如, Schott等人^[15]使用词干补笔任务,要求被试首先用学习过的词来完成词干,如果不行,就用想到的第一个词来完成词干,补笔完成后判断该词是否来自学习阶段,根据被试的补笔情况及随后的判断情况进行分类。结果发现,对内隐提取(启动vs正确拒绝)观察到的血流动力衰减与外显提取(记住vs正确拒绝)观察到的衰减在好几个脑区上是重叠的,包括前额区、枕区以及下颞回。另一项研究采用相继记忆范式,先让被试对风景图片进行一个连续的“户内/户外”判断任务,其中部分图片重复出现,任务结束后进行一个之前未告知的再认测验,并根据再认结果对之前内隐判断任务中的项目进行记住和忘记的分类。结果发现,内隐记忆的神经关联受到相继记忆的调节,随后记住的图片比随后忘记的图片有着更大的行为启动和神经衰减。研究认为,内隐记忆和外显记忆易受相同编码因素的影响,它们依赖于类似的知觉加工和表征^[16]。上述这些研究似乎表明,内隐记忆和外显记忆的关系还存在着另一种可能性,即它们既有着独立的成分,也可能包含重叠的加工过程。

为了进一步探究两类记忆之间是否存在着重叠的加工过程,本实验采用事件相关电位方法和经典的“学习-再认”范式记录了被试在直接或间接测验中的ERP反应,同时引入加工水平及干扰两个变量,通过比较两类测验中获得的ERP新旧效应在相同变量影响下的相同或不同变化来探讨内隐记忆和外显记忆之间可能存在的关系。

采用ERP技术来分析内隐和外显记忆之间的关系有着较大的优势,因为它有着高时间分辨率,适用

于研究同认知处理相关脑活动的时间进程,有助于评价在不同时间进程中内隐记忆和外显记忆的关系。有关记忆提取的ERP研究一致发现,不论是直接测验还是间接测验,重复刺激诱发的ERPs都要比新刺激更为正走向,这种差异大约从刺激后300ms开始,一直持续到800ms左右^[14,17],在神经成像研究中经常把这个效应称为“ERP新旧效应”,研究已确定了这个ERP新旧效应与记忆提取加工的关系,因此我们主要通过比较两类测验中获得的ERP新旧效应的异同来了解其对应的内隐记忆和外显记忆之间的关系。

本研究间接测验采用词汇决策任务,即词/非词判断,直接测验采用新/旧再认判断。以往研究表明,词汇决策任务能较好地减少外显提取的可能性,因为它要求一个快速且无产生性的反应,被试可以不带外显提取地进行这个任务。即使被试觉察到在词汇决策任务中的一些词曾在学习中出现过,一个外显提取策略也不会有助于在快速词/非词决策中的行为^[18]。而采用新/旧再认测验是因为它与词汇决策任务有着较多的类似性,如两个测验任务都有着严格的指导语,行为目标明确,反应选择有限,因此被试在如何完成任务上没有太多的自由^[19],从而我们可以预测在两个测验任务中,被试的反应策略、动机状态以及其他因素都有着较高的一致性,不同的结果主要是源于不同的任务要求。

以往研究曾提出,如果两种记忆类型受到相同因素的类似影响,则它们之间应该存在着某种共同的关系,但该研究并未进行相应的实验控制加以证实^[16],因此我们引入了加工水平及干扰两个变量,如果两个任务中获得的ERP效应代表着相同的加工过程,那它们在相同变量的作用下发生的变化在两个任务之间应该是类似的,相反则表明在不同任务中的效应代表着不同的加工过程。

1 研究方法

() 被试。共16名大学生被试,年龄18~23岁之间,右利手,视力或矫正后视力正常,身体健康,无严重病史记录,实验结束后付给被试报酬。

() 材料。低频汉语双字词1080个,选自北京语言学院语言教学研究所编著的《现代汉语频率词典》(1986年出版),词频为 $(2.3\sim 9.9)/(1 \times 10^6)$,平均词频 $4.162/(1 \times 10^6)$,所有词的意义趋向于中性化。把双字词对等地分成18组,每组60个词,它们在词频、

笔划、读音、结构等方面基本取得平衡,其中 9 组用于内隐记忆实验,9 组用于外显记忆实验.两个实验的学习阶段完全相同,即每组中 40 个词学习阶段呈现,一半进行浅加工任务,判断呈现的词的颜色,红色和蓝色各一半;另一半词进行深加工任务,要求被试理解词的意义,并主观判断其引起的愉快程度,这一半词以黑色呈现,目的是避免颜色对愉快判断产生影响.每个学习任务组开始和结束都加入 2 个填充词,不计入分析.在测验阶段,60 个词都出现,40 个旧词,20 个新词,要求被试进行相应的内隐或外显判断,在内隐测验中每组另外再加入 30 个假词,要求被试进行快速的词/非词判断.假词是通过把所有选取的双字词前后两个字拆开随机组合产生,因此与双字词在音或笔划上的比例类似,然后去除音或义上可能存在的组合,选取其中 270 个,分成 9 组.测验阶段的词均以黑色出现.

() 实验程序. 被试坐在隔音电磁屏蔽室内的沙发里,要求注意计算机屏幕中央的注视点.显示器背景为黑色,中间呈现一个 10.58×7.06 cm 的白色方框,汉字位于方框中央,距离被试 80 cm,视角为 $6.72^\circ \times 3.40^\circ$. 实验分成两部分:内隐记忆实验和外显记忆实验.被试首先进行内隐记忆实验,此时未告知被试任何有关外显记忆实验的内容,内隐记忆实验全部结束后休息 15 min,然后告知外显记忆实验及相应的任务,之后进行外显记忆实验.两部分实验程序安排相同,每部分包括 9 个学习-测验组,每组包括 3 个阶段:(1) 学习阶段.包括浅加工组和深加工组.对浅加工组的词进行颜色判断,红色按左键,蓝色按右键;对深加工组的词进行愉快判断,愉快按左键,不愉快按右键,左右按键在被试间平衡.两个学习组的顺序在被试内平衡,在被试间保持一致,每组内刺激随机呈现,每个词呈现 500 ms,刺激间隔(ISI)为 (1600 ± 200) ms.(2) 分心作业阶段.屏幕中间呈现一个 3 位数数字,被试做 1 min 倒减 3 运算,要求大声报告出来.(3) 词汇决策阶段或再认判断阶段.词汇决策任务中,假词、旧词和新词混合视觉呈现,要求被试快速判断呈现的是词还是非词,词按左键,非词按右键.再认判断任务中,旧词和新词混合视觉呈现,要求被试快速判断呈现的词是旧词还是新词,旧词按左键,新词按右键.每个词呈现 500 ms,ISI 为 (1800 ± 200) ms,左右按键在被试间平衡.

两个实验中,9 个学习-测验组分在 3 种条件下进

行,即无干扰条件、编码干扰条件和提取干扰条件,每种条件 3 个学习-测验组.对于有干扰条件,包括编码干扰和提取干扰,相应干扰阶段的词在出现的同时伴随着一个“+”,位于词的四个角之一,“+”的颜色与词的颜色相同.同时,相应阶段的实验流程稍有变化,即指导语出现完毕后,接着出现一个“+”指示语 500 ms,指明要统计的目标“+”的位置.被试在进行相应判断任务的同时要注意伴随出现的“+”的方位,并统计在一组词列(10 个词)中出现在规定方位上的“+”有几个,被试对此不需要即时反应,而是在一组词列呈现完毕后出现眨眼提示时大声说出这一组词列的答案,随后再次出现“+”位置的指导语,重新开始计算另一组词列中另一个规定位置上的“+”的个数,具体实验流程见图 1. 每组词列中目标方位的“+”为 2~4 个,剩余“+”的方位在其他 3 个非目标方位中随机分配.要求被试两个任务都要尽量准确地进行,对被试的答案逐个进行记录.在正式实验之前让被试练习,熟悉程序,练习的项目不进入正式实验.在每部分实验中,被试都连续进行上述 3 种条件 9 个学习-测验组,即每个被试都先进行无干扰条件组,然后是两个干扰条件组,两个干扰条件组的顺序在被试间平衡.整个实验要求被试按键既快又准确.实验程序使用 Presentation 0.71 软件编制,实验中使用的电脑为 DELL Dimension 8200,其显示器是 15 寸 CRT,分辨率为 800×600 ,刷新频率为 75 Hz.

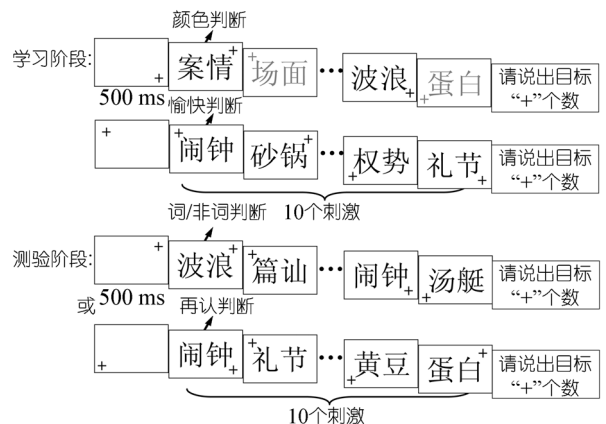


图1 干扰条件下的学习-测验流程图

其中颜色判断任务中一半词红色呈现(以较深颜色表示),一半词蓝色呈现(以较浅颜色表示),其他任务中词均以黑色呈现

() ERPs 的记录与获得. 采用 Neuroscan 公司生产的 ESI-64 导脑电记录分析系统和 Ag/AgCl 电极帽,连续记录再认阶段 62 个单极导联的脑电(EEG).

电极位置采用10~20扩展电极系统,所有的电极位置坐标都用三维数字化仪进行精确测量和记录.另外有4个电极记录眼电:左眼眶上、下侧2个电极记录垂直眼电,两眼外侧的2个电极记录水平眼电.参考电极置于左-右乳突,接地点在Fpz和Fz连线的中点.滤波带通为0.05~100 Hz, A/D采样率为500 Hz.电极与头皮接触电阻均小于5 kΩ.

对脑电记录的迭加平均处理脱机进行,分析窗口为-100~900 ms,用-100~0 ms作为基线进行矫正.伴有眨眼、眼动、肌电等伪迹的数据均被排除,排除标准为±75 μV.对每种条件中正确判断的词诱发的ERPs进行分类叠加,错误的反应因叠加数不够,在分析中不予以考虑.

2 研究结果

2.1 行为结果

以往研究已表明,编码中加工水平及干扰的控制对内隐记忆较少或没有影响,但外显记忆对它们是极为敏感的.为了确定本实验两种测验中获得的记忆效应是否分别代表了内隐记忆和外显记忆效应,我们对两种测验任务中获得的新旧反应时差异分别进行加工水平(2:深和浅)×干扰(3:无干扰、编码干扰和提取干扰)的重复测量方差分析.因本实验主要关注两种测验中的结果在加工水平或干扰下的变化,以确定它与以往结果的一致性,因此在统计中没有进行交互作用的分析.结果表明,在词汇决策任务中,加工水平的主效应不显著,只发现干扰的主效应($F(1,15) = 4.24, P = 0.029$);多重比较表明,提取干扰的新旧效应要略低于无干扰($P = 0.075$),但编码干扰与无干扰之间不存在差异($P = 0.646$).在再判断任务中,新旧反应时差异及再认率上都发现显著的加工水平效应(反应时 $F(1,15) = 7.67, P = 0.014$;再认率 $F(1,15) = 30.31, P < 0.001$),虽然在反应时上干扰效应不明显,但在再认率上发现了显著的干扰效应($F(2,30) = 6.19, P = 0.008$)(表1);进一步的多重比较表明,编码干扰下的再认准确率要显著低于无干扰($P =$

0.004),但提取干扰与无干扰之间不存在差异($P > 0.05$).上述结果表明,编码时加工水平及干扰的设置对内隐测验中的行为都没有产生影响,但显著影响了外显测验的行为,这与以往的研究结果是完全一致的.

2.2 ERPs 结果

() 基本特征. 总体观察(图2),在测验阶段,各种条件中叠加的3条曲线在走向上基本一致,在顶枕位置(PO7和PO8)都可以观察到一般的视诱发反应P1(平均潜伏期为115 ms),N1(164 ms)和P2(209 ms).在P2后有明显的N400,在头皮前部脑区更为明显,随后是一个大的晚正成分(LPC),在头皮后部脑区更为明显.3条曲线的差异大约从刺激后300 ms开始,一直到700 ms左右,两类旧词诱发的ERP都要比新词更为正走向,表现出明显的“ERP新旧效应”,而深加工词诱发的ERP又要比浅加工更为正走向.

以往研究较多以内隐测验中获得的ERP新旧效应作为内隐记忆的表现,而外显测验中获得的效应作为外显记忆的表现,因此我们分别计算了两类测验每种条件下深加工旧项目与新项目的平均ERP差异波,以及浅加工旧项目与新项目的平均ERP差异波来代表相应的记忆效应,本研究的统计分析主要针对差异波进行.在时间段的选择上,以往研究表明,ERP新旧效应可能是多个ERP成分调节的结果,根据不同ERP成分的变化,可记录到一个峰潜伏期约400 ms的N400效应和潜伏期在600 ms左右,最大峰值位于顶部(Pz)的P600效应^[20].细观我们的实验结果,不论在词汇决策任务还是再认任务,都可观察到这两个成分.而同样使用这两个任务,Curran^[13]在直接和间接测验中也发现了这两个成分.那么,不同测验中的这两个成分是否代表着同样的加工呢,它们在相同变量的作用下会发生何种变化?为此,我们选择了300~500 ms及500~700 ms两个时间段的平均差异波进行分析,它们分别对应于以往研究中涉及到的N400和P600新旧效应.而在电极的选择上,根据以往研究^[14,21],内隐记忆和外显记忆效应主要集

表1 两种测验任务的行为结果^{a)}

		词汇决策任务			再判断任务		
		无干扰	编码干扰	提取干扰	无干扰	编码干扰	提取干扰
新旧反应时差异/ms	浅加工	34(5.57)	27(8.82)	20(9.10)	50(20.80)	25(27.20)	62(19.34)
	深加工	49(7.14)	37(6.72)	15(6.43)	104(21.59)	74(24.19)	71(18.94)
再认准确率(%)	浅加工				0.76(0.04)	0.65(0.05)	0.76(0.04)
	深加工				0.95(0.01)	0.90(0.02)	0.91(0.02)

a) 括号内为标准误差

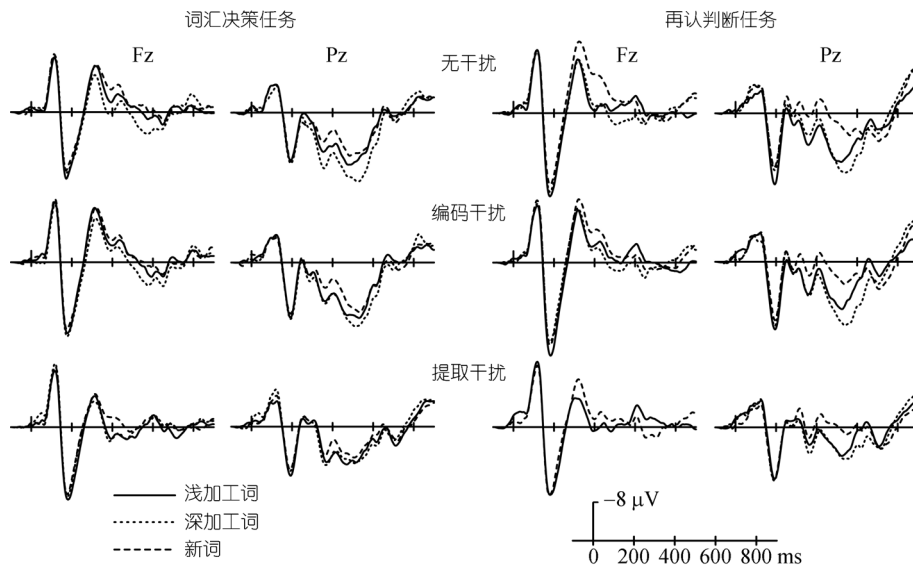


图2 提取阶段各类条件中的 ERPs 比较

中在额区和顶区, 因此我们主要选取了额区(F3, Fz, F4)和顶区(P3, Pz, P4) 6 个电极. 对两个时间段的 ERP 差异波分别进行五因素重复测量方差分析, 分析因素包括测验类型(2: 直接和间接)、加工水平(2: 深和浅)、干扰(3: 无干扰、编码干扰和提取干扰)、前后位置(额区和顶区)和电极(F3/P3, Fz/Pz, F4/P4). 上述的数据分析均使用 SPSS10.0 软件包, 进行显著性水平 $\alpha = 0.05$ 的双尾检验, 并在必要的时候进一步分析配对比较或简单效应比较. 对事后的多重比较均使用 Greenhouse-Geisser 校正法. 因本文不关注单侧化效应, 且在内存/外显记忆的以往研究中该效应并不明显, 因此本文不报告电极位置的主效应.

() 300~500 ms 的新旧效应比较. 首先我们对 300~500 ms (N400) 的新旧效应进行五因素的重复测量方差分析, 结果发现了测验类型($F(1,15) = 8.81, P = 0.010$)以及干扰($F(2,30) = 3.94, P = 0.033$)的主效应, 但没有发现加工水平的任何效应, 也没有发现测验类型与干扰或加工水平之间的交互作用. 对干扰主效应进一步的多重分析表明, 只有无干扰与提取干扰之间存在着显著差异($P = 0.027$), 提取干扰下的新旧差异要显著小于无干扰条件. 因此在这一时间段中, 虽然直接测验中的 ERP 新旧效应要比间接测验更大一些, 但它们在相同变量(加工水平或干扰)的影响下其变化是一致的, 即这一时间段的新旧效应(不论是直接还是间接测验)对加工水平都不敏感, 同时它们也不受编码阶段干扰的影响, 虽然提取阶段的

干扰会显著减弱这一时间段的新旧效应.

() 500~700 ms 的新旧效应比较. 与上述分析类似, 我们对 500~700 ms (P600) 的 ERP 新旧效应差异波也进行了测验类型 \times 加工水平 \times 干扰 \times 前后 \times 电极的重复测量方差分析, 结果表明, 加工水平主效应显著($F(1,15) = 17.75, P = 0.001$), 没有发现测验类型($F < 1$)及干扰($F(2,30) = 1.16, P = 0.322$)的主效应, 但测验类型 \times 加工水平($F(1,15) = 6.57, P = 0.022$), 测验类型 \times 加工水平 \times 干扰 \times 前后($F(2,30) = 6.91, P = 0.006$)的交互作用显著. 由于测验类型与加工水平及干扰之间都存在着交互作用, 因此我们进一步分析了它们之间的简单效应. 首先, 在加工水平对测验类型的影响上, 我们发现, 虽然两类测验的新旧效应都表现出明显的加工水平效应(间接测验: $F(1,15) = 8.01, P = 0.013$; 直接测验: $F(1,15) = 20.54, P < 0.001$), 但在不同加工水平上, 两类测验的新旧效应有着不同的表现, 在浅加工水平上, 新旧效应没有表现出明显的测验类型差异($F(1,15) = 2.82, P = 0.113$), 但在深加工水平上, 新旧效应的测验类型差异是显著的($F(1,15) = 10.11, P = 0.006$), 直接测验中的新旧效应明显大于间接测验. 其次, 在干扰对测验类型的影响上, 我们首先发现, 在无干扰条件下, 这一时间段的新旧效应没有表现出测验类型上的差异($F < 1$), 即在无干扰条件下两个任务的新旧效应表现出相同的特征. 但在编码或提取干扰的作用下, 新旧效应都表现出显著的测验类型差异, 且这种差异主要表现在顶

区(编码干扰: $F(1,15) = 4.99, P = 0.041$; 提取干扰: $F(1,15) = 6.11, P = 0.026$), 说明在干扰的作用下, 不同测验中的新旧效应发生了不同的变化, 从而产生了分离现象. 从图3和图4可看出, 干扰作用下不同测验中新旧效应的变化表现为: 编码干扰导致 P600 新旧效应在前后脑区上存在着不同的测验类型差异, 在头皮前部脑区中, 间接测验的新旧效应要大于外显测验, 而在头皮后部脑区中, 直接测验的新旧效应要大于间接测验; 在提取干扰条件下, 直接测验顶区的新旧效应要明显大于间接测验.

3 讨论与结论

通过直接比较在两类测验中获得的新旧效应, 以及它们在相同变量作用下的变化, 我们可以了解

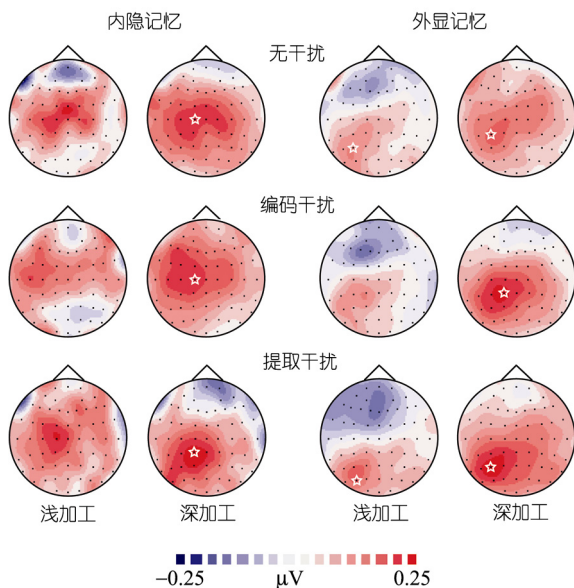


图3 500~700 ms 的新旧效应地形图在不同条件之间的比较

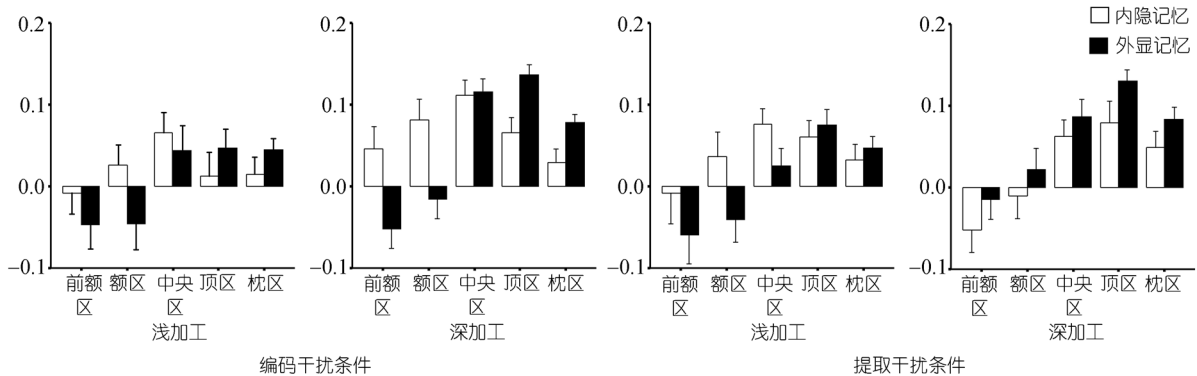


图4 500~700 ms 的新旧效应在不同任务之间的比较

两种记忆类型的神经机制之间的关系. 结果发现, 两类测验中的 N400 (300~500 ms) 新旧效应对加工水平和干扰的反应是一致的, 即它们都对编码阶段的加工水平和干扰不敏感, 而提取阶段的干扰会大大减弱这一时间段的新旧效应. 而两类测验中的 P600 (500~700 ms) 新旧效应在加工水平和干扰的作用下所发生的变化是不同的, 加工水平对直接测验的影响要明显大于间接测验, 而编码或提取阶段的干扰都使这一时间段的新旧效应在不同测验间产生了分离现象. 因此在当前实验中, 我们既观察到两类测验中的 ERP 新旧效应存在着分离的现象, 也发现它们有着某些共同的方面.

实验结果显示, 两类测验中的 N400 新旧效应在相同变量的作用下有着共同的反应. 如前所述, 如果两种记忆类型受到相同因素的类似影响, 则它们之间应该存在着某些共同的方面. 可见, 内隐记忆和外显记忆早期的 ERP 新旧效应存在着重叠的关系, 它们可能对应着某种相同的记忆加工过程. 类似的结果在以往研究中已有发现, 如 Badgaiyan 等人 [12] 曾使用词干补笔任务, 通过内隐或外显指导语控制被试的提取意识, 发现早期的 (64~200 ms) 新旧差异 (或启动效应) 在内隐和外显条件之间是类似的, 并提出无意提取是有意提取的一个内在成分. 而同样采用词汇决策任务和再认任务, Curran [13] 也未发现 N400 (300~500 ms) 新旧效应在测验任务之间的差异. 对于这个内隐记忆和外显记忆的重叠部分, 我们认为它可能反映了内隐记忆和外显记忆共同享有的知觉表征系统的操作. 多重记忆系统理论曾提出, 内隐记忆反映的是一个知觉表征系统的操作, 它由 3 个领域特定的子系统组成 (视觉词形式系统、听觉词形式系统、

结构描述系统), 这些系统分别对应于词和物体的形式、结构有关的信息的加工和表征。虽然多数研究表明, 这个系统与支持外显记忆行为的情节记忆系统是功能分离的, 但也有研究曾提出, 来自一个产生启动和衰减的知觉表征系统的输出将作为对情节记忆的输入。例如, 不可能物体在知觉表征系统中没有预存表征, 因此不会产生启动, 而研究发现, 与可能物体相比, 对不可能物体的再认也是受损的。另外, 双加工模型提出再认存在着两个成分, 意识性提取和基于自动提取的熟悉性, 相应的ERP研究表明, 熟悉性与内隐记忆的ERP效应极为类似, 如它们都表现在刺激后 300~500 ms引起的新旧效应上, 对加工水平不敏感, 反映的是一种自动加工模式等^[14]。种种迹象表明, 这一时间段的新旧效应可能是内隐记忆和外显记忆共有的一个加工过程, 它们可能都反映了知觉表征系统的操作, 它不受提取意图的影响, 反映了由旧词所带来的自动的内隐提取加工或启动效应^[22,23], 因此只要该项目之前曾经加工过, 它的再次出现必然会引起这个ERP效应, 无论被试是有意识还是无意识地提取先前信息来完成当前测验, 因为“当学习过的项目在记忆测验中呈现时, 回忆和启动都倾向于发生”, “ERP对于记忆行为的内隐或外显方面都是敏感的”^[24]。

另外, “内隐测验可能受到有意回忆的污染”这一观点似乎对两类测验中ERP新旧效应存在的重叠现象提供了另一种解释, 换句话说, 两种测验可能都是测量被试的外显记忆水平。但我们对行为结果及 P600 新旧效应的分析很快反驳了这种解释。因为我们发现, 在行为结果方面, 编码时加工水平及干扰的设置对内隐测验中的行为都没有产生影响, 但显著影响了外显测验的行为; 而 P600 新旧效应在加工水平或干扰这两个变量的相同作用下也产生了明显的测验任务差异, 即两类测验这一时间段的新旧效应出现了分离现象。如果两类测验得到的是完全相同的记忆加工, 那么加工水平或干扰对它们的影响应该是类似的, 如在编码或提取干扰条件下, 两个测验任务中的 P600 新旧差异也应该是类似的。但在这一时间段的内隐记忆和外显记忆 ERP 效应在相同变量的作用下产生了不同的变化。可以推论, 它们反映的应该是不同的加工过程。因此我们认为, 通过两类测验我们分别获得了内隐记忆和外显记忆的 ERP 效应, 它们在不同时间段上有着不同的关系, 两类记忆早期

的 ERP 效应是重叠的, 代表着相同的知觉表征系统的操作; 而 500~700 ms 的 ERP 效应在功能上是相互分离的, 反映了不同的加工过程。

在本实验中, 直接测验的P600 新旧效应在时空特征上类似于以往研究中获得的“左顶P600 新/旧效应”^[25,26], 即在 500~700 ms旧项目诱发的ERPs比新项目更为正走向, 这种趋势在头皮后部脑区最为明显, 并且该效应对加工水平极为敏感, 具有明显的左侧化倾向(图 3), 根据以往研究, 这一效应是与回忆相联系的, 主要反映着一种有意识的提取加工。而间接测验的P600 新旧效应虽然也表现出加工水平效应, 但更多位于中央区, 由于它与间接测验N400 新旧效应有着明显不同的特征, 因此这两个新旧效应反映的应该是不同的加工过程。曾有学者提出, 回忆有自觉的和非自觉的表现, 换句话说, 人们可能在努力回忆的时候提取信息(有意的或自觉的回忆), 但也可能当他们没有试图回忆时自动地提取了某些信息(无意识的, 或被动的回忆)。已有研究证实了与回忆有关的ERP效应不一定需要提取意识^[13,27], 在他们的实验中没有要求被试进行有意提取时, 这一时间段的新旧效应也是明显的, 并且敏感于学习时的加工水平设置。因此, 我们认为间接测验中的P600 新旧效应可能反映了一种被动的回忆加工现象。

虽然同样采用词汇决策任务和再认任务, Curran^[13]没有发现P600 (400~800 ms)新旧效应在两类测验任务之间的差异, 但我们的结果与之并不矛盾。在Curran的实验中, P600 新旧效应与测验任务之间没有存在交互作用, 但表现出与词性的交互作用, 即对词的P600 效应要大于非词。在我们的结果中发现, 无干扰条件下两个任务的P600 新旧效应表现出相同的特征, 并且都表现出显著的加工水平效应。这与Curran的结果有着相似性。但我们通过干扰变量进一步发现, 在编码或提取干扰的作用下, 新旧效应都表现出显著的测验类型差异。这说明两个测验中的新旧效应虽然表现出相同的特征, 但并不意味着它们就代表相同的加工过程, 而是要看这种相同特征本身功能的复杂性, 以及它在不同机制作用下的变化。如同Swick和Knight提出的, ERP重复(或新旧)效应是一个合成效应, 包含了来自不同神经源的贡献, 这些神经源参与了词重复的内隐和外显方面^[28], 而我们通过干扰变量的设置, 进一步把这些合成成分给区分出来, 因此可以说, 我们的结果是对Curran结果

的进一步延伸和扩展。

综上所述,内隐记忆和外显记忆的加工过程并不是完全独立的,它们既有分离的现象,也存在着重叠的部分。

参 考 文 献

- 1 孟迎芳,郭春彦.内隐记忆和外显记忆的脑机制分离:面孔再认的ERP研究.心理学报,2006,38:15—21
- 2 Warrington E K, Weiskrantz L. The effect of prior learning on subsequent retention in amnesic patients. *Neuropsychology*, 1974, 12: 419—428
- 3 Graf P, Squire L R, Mandler G. The information that amnesic patients do not forget. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 1984, 10: 164—178[DOI]
- 4 Nessler D, Mecklinger A, Penney T B. Perceptual fluency, semantic familiarity and recognition-related familiarity: An electrophysiological exploration. *Cogn Brain Res*, 2005, 22: 265—288[DOI]
- 5 Boehm S G, Sommer W, Lueschow A. Correlates of implicit memory for words and faces in event-related brain potentials. *Int J Psychophysiol*, 2005, 55: 95—112[DOI]
- 6 Buckner R L, Koutstaal W, Schacter A L, et al. Functional MRI evidence for a role of frontal and inferior temporal cortex in amodal components of priming. *Brain*, 2000, 123: 620—640[DOI]
- 7 Badgaiyan R D, Schacter D L, Alpert N M. Priming within and across modalities: Exploring the nature of rCBF increases and decreases. *NeuroImage*, 2001, 13: 272—282[DOI]
- 8 Meltzer J A, Constable R T. Activation of human hippocampal formation reflects success in both encoding and cued recall of paired associates. *NeuroImage*, 2005, 24(2): 384—397[DOI]
- 9 Daselaar S M, Veltman D J, Rombouts S A R B, et al. Deep processing activates the medial temporal lobe in young but not in old adults. *Neurobiol Aging*, 2003, 24: 1005—1011[DOI]
- 10 Tulving E. How many memory systems are there? *Am Psychol*, 1985, 40: 385—398[DOI]
- 11 Squire L R, Ojemann J G, Miezin F M, et al. Activation of the hippocampus in normal humans: A functional anatomical study of memory. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1992, 89: 1837—1841[DOI]
- 12 Badgaiyan R D, Posner M I. Time course of cortical activations in implicit and explicit recall. *J Neurosci*, 1997, 17(12): 4904—4913
- 13 Curran T. The electrophysiology of incidental and intentional retrieval: ERP old/new effects in lexical decision and recognition memory. *Neuropsychology*, 1999, 37: 771—785[DOI]
- 14 Rugg M D, Mark R E, Walla P, et al. Dissociation of the neural correlates of implicit and explicit memory. *Nature*, 1998, 392: 595—598[DOI]
- 15 Schott B H, Henson R N, Richardson-Klavehn A, et al. Redefining implicit and explicit memory: the functional neuroanatomy of priming, remembering, and control of retrieval. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2005, 102(4): 1257—1262[DOI]
- 16 Turk-Browne N B, Yi D J, Chun M M. Linking implicit and explicit memory: Common encoding factors and shared representations. *Neuron*, 2006, 49: 917—927[DOI]
- 17 Penney T B, Mecklinger A, Nessler D. Repetition related ERP effects in a visual object target detection task. *Cogn Brain Res*, 2001, 10: 239—250[DOI]
- 18 Fleck D E, Berch D B, Shera R K, et al. Directed forgetting in explicit and implicit memory: The role of encoding and retrieval mechanisms. *Psychol Record*, 2001, 51: 207—221
- 19 Buchner A, Wippich W. On the reliability of implicit and explicit memory measures. *Cogn Psychol*, 2000, 40: 227—259[DOI]
- 20 罗跃嘉,魏景汉,翁旭初,等.汉字视听再认的ERP效应与记忆提取脑机制.心理学报,2001,33:489—494
- 21 Penney T B, Mecklinger A, Nessler D. Repetition related ERP effects in a visual object target detection task. *Cogn Brain Res*, 2001, 10(3): 239—250[DOI]
- 22 Fay S, Isingrini M, Ragot R, et al. The effect of encoding manipulation on word-stem cued recall: An event-related potential study. *Cogn Brain Res*, 2005, 24: 615—626[DOI]
- 23 Paller K A, Kutas M. Brain potentials during memory retrieval provide neurophysiological support for the distinction between conscious recollection and priming. *J Cogn Neurosci*, 1992, 4: 375—391
- 24 Paller K A. Neurocognitive foundations of human memory. In: Medin D L, ed. *The Psychology of Learning and Motivation*, Vol 40. San Diego, CA: Academic Press, 2000. 1—17
- 25 Herron J E, Quayle A H, Rugg M D. Probability effects on event related potential correlates of recognition memory. *Cogn Brain Res*, 2003, 16: 66—73[DOI]
- 26 Itiera R J, Taylor M J. Effects of repetition learning on upright, inverted and contrast-reversed face processing using ERPs. *NeuroImage*, 2004, 21: 1518—1532[DOI]
- 27 Paller K A, Kutas M, McIsaac H K. Monitoring conscious recollection via the electrical activity of the brain. *Psychol Sci*, 1995, 6: 107—111[DOI]
- 28 Swick D, Knight R T. Event-related potentials differentiate the effects of aging on word and nonword repetition in explicit and implicit memory tasks. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn*, 1997, 23: 123—142[DOI]