

序列反应时任务中内隐和外显学习表征方式的实验研究^{*}

吕 勇 胡 伟 吴国来 沈德立^{**}

(天津师范大学心理与行为研究院, 天津, 300074)

摘 要 采用改进的序列反应时任务, 探讨内隐和外显学习的知识表征方式, 发现内隐组和外显组被试都习得了一定的序列规则。内隐组对标准字母的反应显著快于知觉偏差, 而后者则又显著快于对动觉偏差字母的反应; 外显组对标准字母的反应显著快于知觉偏差和动觉偏差, 而后两者之间则没有区别。以上结果表明外显和内隐学习中知觉表征和动觉表征都起作用, 不过在內隐学习中动觉表征起的作用更大。

关键词: 内隐学习 序列反应时任务 知识表征方式

1 问题提出

序列反应时任务 (Serial Reaction Time task, SRT) 是内隐学习研究中最常用的范式之一^[1-4]。在序列反应时任务中内隐地习得的知识是如何表征的? 与外显习得知识的表征方式是否不同? 现有的研究结论是矛盾的。目前关于序列反应时任务中内隐习得的知识表征方式的观点有三种, 分别认为是 S-R (刺激-反应) 表征、S-S (刺激-刺激) 表征和 R-R (反应-反应) 表征。Willingham 等人认为刺激与反应之间的联结 (S-R 表征) 对于序列知识的习得是必须的。在他们的研究中^[5], 要求被试对在屏幕上出现的不同颜色的色块作反应, 结果发现在不同颜色色块的出现规律以及按键反应序列皆不可预料的情况下, 即使色块出现的位置存在一定的规律, 被试的反应时并不能随着序列重复而降低。相反, 在不同颜色的色块出现具有一定规律以及按键反应序列可以预料的情况下, 虽然色块出现的位置是随机的, 被试的反应时仍能显著下降。接下来, 如果要求被试只对无颜色的方块的出现位置作反应, 而这些位置又遵循同样的规律, 此时不出现反应时的下降。因此, 他们认为对于刺激序列的学习需要依赖与刺激相对应的反应, 而与刺激的出现位置无关。然而, Howard 等^[6]发现如果只要求被试观察刺激序列, 此时习得的序列知识的学习量并不少于那些被要求对刺激序列作反应的被试。在 Mayr^[7]的研究中也发现对于空间位置序列的学习可以独立于对位置的反应, 即光凭观察即可习得序列知识。这些研究则支持了序列学习 S-S 表征。Nattkemper 和 Prinz^[8]的研究支持了序列学习的反应学习的观点 (R-R 表征)。在他们的研究中, 成对的刺激对应于

同一个反应, 在实验过程中, 以不同概率交替出现两个刺激, 这样只破坏了知觉序列, 但反应序列没有受到破坏。在这种情况下, 并没有出现由于偏差而带来的反应时增加。然而, 如果既破坏知觉序列又破坏反应序列^[9], 则导致反应时的显著增长。本研究的主要目的就是进一步探索对于序列学习的知识表征方式。实验设计借鉴了 Eimer 等^[10]在 1996 年的研究中采用的范式。该范式为系列反应时任务的变式, 它与传统系列反应时任务的不同之处在于标准序列的字母偶尔被知觉和动觉两种偏差字母所代替, 通过偏差字母对标准字母的影响来系统地研究序列学习的知识表征方式。针对既往研究存在的问题, 本实验拟从解决以往动觉偏差刺激不加区分地破坏知觉序列以及动觉序列的问题着手, 通过指导语使偏差刺激对两者分别加以破坏。此外, 为了使得知觉序列和动觉序列更具可比性, 在本研究中将两种序列的复杂程度设置为相同, 即知觉序列中任意两个连续出现的字母确定下一个出现哪个特定的字母; 同样, 在动觉序列中任意两个连续按键的手指确定下一个即将按键的特定手指。

2 方法

2.1 被试

52 名在校本科生作为被试参与了本实验, 他们被随机分配到告知组和不告知组。告知组有 25 名被试 (男 13 人、女 12 人, 年龄为 20~24 岁), 不告知组有 27 名被试 (男 13 人、女 14 人, 年龄为 20~24 岁)。所有被试都为右利手, 视力正常或矫正至正常。所有被试以前都没有过参与序列学习实验的经历。

2.2 实验材料和仪器

^{*} 天津市科技发展计划 05YFGDGX10200 项目、全国高等学校优秀博士论文作者专项资金 200708。天津市人才发展基金项目资助。

^{**} 通讯作者简介: 沈德立, 男, E-mail: ly6312@163.com

实验材料为由大写字母 D、L、N、R、T、V、X、Z 组成的序列。材料的呈现通过 NeuroScan 公司的 stim2 软件控制, 该软件同时记录被试的反应时和正确率。字母颜色为白色, 呈现于屏幕中央, 背景为黑色, 视角为 $0.58^{\circ} \times 0.28^{\circ}$ 。

2.3 实验程序

2.3.1 序列学习阶段

要求被试将左右手的中指和食指分别放于按键板的四个键上。左手食指放于按键板的左侧第一个键上, 左手食指放于左侧第二个键上, 右手食指放于右侧第一个键上, 右手食指放于右侧第二个键上。手指与字母的对应规则如下: 左手食指对应字母 D、T; 左手食指对应字母 L、V; 右手食指对应字母 R、Z; 右手食指对应字母 N、X。按键的手在被试间做了平衡。当字母在屏幕上出现时, 被试用对应的手指做出按键反应, 字母立刻消失, 500ms 后同一位置出现下一个字母。如果被试不作反应, 字母将保留在屏幕上, 直到被试反应为止。

序列学习阶段分为 19 个组段(block), 其中第 1、2、3、4、5、6、8、9、10、12、13、14、16、17、18 组段为标准字母组段, 字母序列按一定的顺序重复排列, 字母序列为: N—L—R—D—L—D—N—R—L—N—D—R。每个组段中字母序列重复 6 次。第 7、19 组段为知觉偏差组段, 字母序列为 X—V—Z—T—V—T—X—Z—V—X—T—Z。知觉偏差组段是将标准字母组段中的字母替换为另外四个字母, 但每个替换字母与原字母对应的按键手指为相同。该组段破坏了标准字母组段的知觉顺序, 但动觉顺序即按键的手的顺序没有被破坏。每个知觉偏差组段组段中字母序列重复 3 次。第 11、15 组段为动觉偏差组段, 该组段的字母序列与标准字母组段完全相同, 只是在该组段实验开始之前, 以指导语要求被试以另外一只手的对应手指对字母做反应。该组段破坏了标准字母组段的动觉顺序, 但知觉顺序即字母本身并没有被破坏。每个动觉偏差组段中字母序列重复 3 次。在每一组段中, 重复的字母序列的起始字母都是随机选取的, 并且不会出现两个相同字母连续出现的情况。在每个组段结束之后, 提示被试闭目休息 30 秒。

在做按键反应的同时, 要求被试对字母序列中的“L”做计数任务^[11]。在出现“请将‘L’出现的次数之和记录在纸上”的指导语的提示下, 将从开始按键到指导语出现为止字母“L”出现的总次数记录在纸上。该指导语随机出现在实验间歇。记录之后, 开始重新计数字母“L”, 直到该指导语再次出现, 再次记录下字母“L”出现的次数。设置字母序列中的“L”

做计数任务的目的是干扰外显学习成分, 从而控制被试使其尽量不能对字母序列规律的进行有意识的探索, 以使序列学习能够无意识的进行。

告知组的被试被告知字母序列存在规律, 努力发现其中的规律将有助于提高实验后的生成任务的成绩。不告知组只被告知该实验为简单的按键反应实验。两组被试都被要求又快又准的对字母做出反应, 同时将“L”出现的次数数清记好。

2.3.2 外显知识测试阶段

序列学习结束后, 通过生成任务对被试的外显序列知识进行评估^[12]。根据过程分离的方法将生成任务分成包含任务和排除任务。包含任务为给出标准字母序列中任意两个相邻字母, 然后要求被试填出下一个字母, 每填对 1 个记 1 分; 排除任务则要求填写两个相邻字母后面那个字母之外的标准字母序列中余下的那个字母, 如果被试填出两个相邻字母后面那个字母则记 1 分。两种任务各包含 12 个填空。

在进行序列学习前被试进行了按键练习。练习材料由正式实验采用的 8 个大写字母随机排列而成, 72 个字母为一组段。练习至被试一组段中错误数少于 6 个字母, 平均反应时低于 1500ms 时即开始正式实验。

3 结果与分析

3.1 各实验条件下内隐被试和外显被试的鉴别

根据被试的成绩在生成任务中的表现, 对告知和不告知两组被试的学习做内隐与外显的区分。在告知组, 被试在包含任务中填空正确的次数大于排除任务中填空正确的次数, 且大于填空总次数的 33.3% 为外显学习被试, 其余被试剔除。在不告知组, 被试在生成任务的包含任务中填空正确的次数小于或等于排除任务中填空正确的次数, 或小于填空总次数的 33.3% 为内隐学习的被试, 其余被试被剔除。共有 36 名被试被保留下来, 外显组和内隐组各 18 名。

3.2 外显组和内隐组被试的反应时分析

将各个组段中的错误反应的、重复反应的数据剔除, 每个组段中正负三个标准差之外的数据也被剔除(剔除的数量低于 5%)。全部余下的 36 名被试在对“L”的计数任务中, 没有人偏离正确“L”数的 5%。外显组和内隐组在各个组段正确反应的反应时情况见图 1。

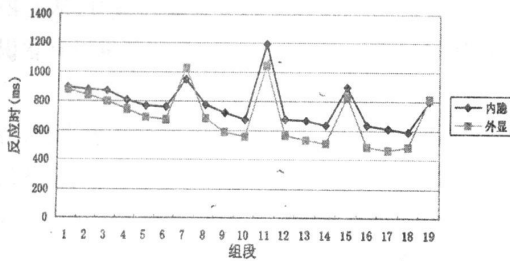


图1 外显组和内隐组在各个组段正确反应的反应时

分别对内隐组和外显组的第1组段和第6组段的反应时数据进行的配对样本 t 检验, 皆出现显著性差异(内隐组: $t(17) = 3.584, p < 0.01$; 外显组: $t(17) = 5.124, p < 0.01$), 表明两组都在第六组(即偏差组插入之前)出现了学习效应。同时发现, 从第一组段至第六组段内隐组与外显组的学习效应(反应时减少的量)并没有显著差别(内隐组 131 ms , 外显组 201 ms , $t(34) = 1.309, p > 0.05$)。

使用两因素重复测量方差分析来检验不同学习类型下不同偏差字母对于习得的序列规则的不同影响, 以及这种影响在外显组和内隐组是否存在不同。因素 A 为序列类型(三个水平: 标准序列, 知觉偏差序列, 动觉偏差序列), 因素 B 为学习类型(两个水平: 内隐学习组, 外显学习组), 其中标准序列的反应时由第6个组段后的标准组段平均获得, 发现序列类型主效应显著 ($F(2, 68) = 62.409, p < 0.01$), 学习类型主效应不显著 ($F(1, 68) = 0.898, p > 0.05$), 序列类型与学习类型的交互作用显著 ($F(2, 68) = 3.426, p < 0.05$)。同时, 在对内隐组和外显组习得规律后(第6组段后至学习结束)对标准序列的反应时进行差异性检验时发现外显组显著的快于内隐组 ($t(34) = 2.19, p < 0.05$)。从第6组段开始到学习结束, 内隐组对标准序列的反应显著快于对知觉偏差序列(标准序列 $676\text{ ms} \pm 201\text{ ms}$, 知觉偏差序列 $876\text{ ms} \pm 200\text{ ms}$, ($p < 0.01$), 也显著地快于对动觉偏差序列(标准序列 $676\text{ ms} \pm 201\text{ ms}$, 动觉偏差序列 $1047\text{ ms} \pm 330\text{ ms}$, $p < 0.01$), 后两者 ($p < 0.05$) 的反应时同样显著差异; 在外显组中, 对标准序列的反应时显著地快于知觉偏差序列(标准序列 $555\text{ ms} \pm 118\text{ ms}$, 知觉偏差序列 $922\text{ ms} \pm 203\text{ ms}$, ($p < 0.01$), 也显著地快于对动觉偏差(标准序列 $555\text{ ms} \pm 118\text{ ms}$, 动觉偏差序列 $941\text{ ms} \pm 249\text{ ms}$, ($p < 0.01$), 后两者的反应时不存在显著差异 ($p > 0.05$)。见图2。

4 讨论

传统方法在研究序列知识表征时, 一般在被试习得标准字母序列规律的情况下, 用小概率出现的偏差字母替换标准字母, 通过被试的反应时的变化

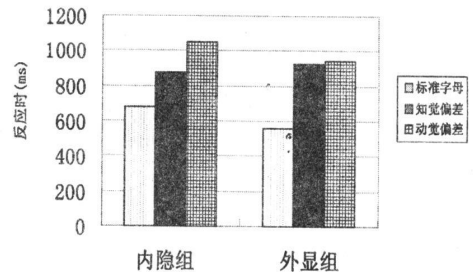


图2 外显组和内隐组被试对于标准字母、知觉偏差字母以及动觉偏差字母在规律习得后各个组段正确反应的平均反应时

来探索序列学习的知识表征方式^[13]。为改变知觉序列同时保留反应序列的完整, 必须有两个字母对应于同一个反应, 一个作为标准字母, 另一个作为偏差字母。在动觉偏差序列中, 通常的做法是将标准字母换成了需要用另一只手反应的字母, 这样实际上既改变了知觉序列, 又改变了反应序列。在这种情况下, 解释知觉偏差和动觉偏差两者反应时差异时便遇到了问题。因为动觉偏差并不是单纯地破坏了动作序列。本实验在学习阶段运用指导语提示被试换手, 而序列本身并没有改变, 并不需要更换字母, 从而使本来的标准字母变成了动觉偏差字母, 这样便得到了较为纯净的动觉偏差效果。

按照我们的预想, 如果对知觉偏差序列的反应时显著长于动觉偏差组和标准字母组, 那么实验结果支持 S—S 表征; 如果动觉偏差序列反应时显著长于其他两者, 那么支持 R—R 表征; 如果动觉和知觉偏差组都显著长于标准字母组的反应时, 那么支持 S—R 表征。实验结果显示, 外显组被试标准字母序列的反应时显著短于知觉偏差序列, 而知觉偏差序列与动觉偏差序列没有差别; 内隐组被试标准字母序列的反应时显著短于知觉偏差序列和动觉偏差序列, 而知觉偏差序列又显著短于动觉偏差序列, 这一结果支持了内隐序列学习的 S—R 表征的观点。统计检验表明, 内隐组与外显组之间在偏差组加入统计的情况下并不存在差别, 然而在单纯的标准序列作为统计对象时, 外显组则在学习量上显著优于内隐学习组, 这说明在不受干扰的情况下外显学习比内隐学习效率更高。

5 结论

研究表明, 在序列反应时任务中, 外显学习的学习量显著的高于内隐学习; 另外, 外显学习和内隐学习都涉及知觉学习和动觉学习这两种机制, 但内隐学习的知识表征方式中动觉较知觉起着更大的作用。

6 参考文献

- 1 Cleeremans, A., Destrebecqz, A., & Boyer, M. Implicit learning: News from the front. *Trends in Cognitive Science*, 1998, 2: 406—416
- 2 Destrebecqz, A., & Cleeremans, A. Temporal effects in sequence learning. In Jimenez, L. (ED.), *Attention and Implicit Learning*, John Benjamins, 2003: 181—213
- 3 Clegg, B. A., DiGirolamo, G. J., & Keele, S. W. Sequence Learning. *Trends in Cognitive Science*, 1998, 2: 275—2281
- 4 Destrebecqz A, Peigneux P, Laureys S, Degueldre C, Fiore GD, Aerts J, Luxen A, Linden M V, Cleeremans A, Maquet P. The neural correlates of implicit and explicit sequence learning: Interacting networks revealed by the process dissociation procedure. *Learning and Memory*, 2005, 12: 480—490
- 5 Willingham, D. B., Nissen, M. J., & Bullemer, P. On the development of procedural knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1989, 15 (6): 1047—1060
- 6 Howard, Jr., J. H., Mutter, S. A., & Howard, D. V. Serial pattern learning by event observation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1992, 18 (5): 1029—1039
- 7 Mayr, U. Spatial attention and implicit sequence learning: evidence for independent learning of spatial and nonspatial sequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 1996, 22 (2): 350—364
- 8 Nattkemper, D., & Prinz, W. Stimulus and response anticipation in a serial reaction task. *Psychological Research: Sequence learning (special issue)*. *Phenomena and Models*, 1997: 98—112
- 9 Differences in incidental and intentional learning of sensorimotor sequences as revealed by event—related brain potentials. *Cognitive Brain Research*, 2003, 15: 116—126
- 10 M. Eimer, T. Goschke, F. Schlaghecken, B. Sturmer. Explicit and implicit learning of event sequences: evidence from event—related brain potentials. *J. Exp. Psychol. Learn. Mem. Cogn*, 1996, 22 (4): 970—987
- 11 Jiménez L, Vázquez I G A. Sequence learning under dual—task conditions: Alternatives to a resource—based account. *Psychological Research*, 2005, 69(5—6): 352—368
- 12 Willingham D B, Nissen M J, Bullemer P. On the development of procedural knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1989, 15: 1047—1060
- 13 Implicit and explicit learning of event sequences: evidence for distinct coding of perceptual and motor representations. *Acta Psychologica*, 2000, 104: 45—67

An Experimental Study on Implicit and Explicit Learning Representations in a Serial Reaction Time Task

Ly Yong, Hu Wei, Wu Guolai, Shen Deli

(Psychological and Behavior Research Institute, Tianjin Normal University, Tianjin, 300074)

Abstract The present study investigated implicit and explicit learning representations in a modified serial reaction time task. The result suggested that implicit and explicit subjects' reaction time decreased significantly, both groups learned the underlying sequential regularity. In implicit group, responses to standard letters were reliably faster than perceptual deviants and the latter one was reliably faster than motor deviants; while in explicit group, responses to standard letters were reliably faster than perceptual deviants, but perceptual deviants and motor deviants had no reliably difference. This revealed that both perceptual and motor representations played a role in the implicit and explicit learning process, but in implicit learning motor representation was more important.

Key words: implicit learning, serial reaction time task, representation