

The Relationship between Multiple Implicit Sequence Learning and Attention: Evidence from Eye Movements

Xiaojing Lv, Zhanglong Lu*

School of Education, Zhengzhou University, Zhengzhou Henan
Email: *psylzl@zzu.edu.cn

Received: Dec. 4th, 2017; accepted: Dec. 21st, 2017; published: Dec. 28th, 2017

Abstract

The relationship between implicit sequence learning and attention was one of the basic questions in the study of implicit learning. Forty healthy volunteers were randomly assigned to high attention load condition and low attention load condition. Our data showed that: 1) Saccadic reaction time in high attentional load condition was longer than low attentional load condition's; 2) primary sequence could be learned under both high and low attentional load condition; secondary sequence could be learned under both high and low attentional load condition; new sequence could not be learned under neither high nor low attentional load condition; 3) the sequence learning scores did not differ from primary sequence and secondary sequence. These findings suggested that there were not attentional limitations on the learning of multiple sequence learning.

Keywords

Multiple Sequence Learning, Implicit Learning, Attention, Eye Movements

多重内隐序列学习与注意的关系：来自眼动的证据

吕晓晶, 卢张龙*

郑州大学教育学院, 河南 郑州
Email: *psylzl@zzu.edu.cn

收稿日期: 2017年12月4日; 录用日期: 2017年12月21日; 发布日期: 2017年12月28日

*通讯作者。

摘要

采用单因素(注意负荷:高、低)被试间实验设计,通过分心刺激操纵注意负荷,利用眼动技术,探讨注意与多重序列学习的关系。结果发现:1)高注意负荷组的眼跳反应时长于低注意负荷组的;2)高、低注意负荷组对主、次序列都发生了内隐序列学习;3)主、次序列的内隐学习量差异不显著。研究结论:多重内隐序列学习不需要注意参与。

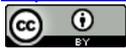
关键词

多重序列学习, 内隐学习, 注意, 眼动

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

内隐学习是在复杂的环境刺激中无意识地获得了隐含的复杂的知识规律,但是又没有意识到存在这种规律并且无法用语言清楚表达,但是实际上却习得了这种规则(Reber, 1967)。研究学者关于内隐学习展开了大量研究,其中内隐序列学习与注意的关系是内隐学习研究领域中的热点问题(付秋芳, 傅小兰, 2006; 郭秀艳, 2003)。内隐序列学习是否需要注意参与仍颇具争议,有的研究发现内隐序列学习需要注意参与,有的研究发现内隐序列学习不需要注意参与(Deroost, Coomans, & Soetens, 2009; Franklin, Smallwood, Zedelius, Broadway, & Schooler, 2016; Jiménez & Vázquez, 2005; Wierchoń, Gaillard, Asanowicz, & Cleeremans, 2012; Shanks, 2003; Shanks, Rowland, & Ranger, 2005; 卢张龙, 吕勇, 白学军, 2011; 卢张龙, 吕勇, 沈德立, 2011)。

上述研究大多考察的是单序列学习与注意的关系,多重序列学习与注意关系的研究很少。Rowland 和 Shanks (2006)向被试同时呈现上下两行序列,主序列和次序列,被试在学习阶段对主序列刺激进行反应,对次序列刺激不进行反应。在测验阶段对次序列和新序列刺激进行反应,结果表明对次序列产生了学习,对新序列没有产生学习。实验二中在主序列增加了分心刺激,结果表明主序列增加了分心刺激后,次序列和新序列都没有发生学习。结果表明多重内隐序列学习需要注意参与。不但成年人可以发生多重序列学习,Sloutsky 和 Robinson (2013)发现 14~22 个月大婴儿也可以发生多重序列学习。Sæviand 和 Norman (2016)首次将生产任务和序列反应时任务相结合,发现在多重任务中依旧存在内隐序列学。

Rowland 和 Shanks (2006)研究中要求被试在学习阶段对主序列刺激进行反应,忽略次序列。但是由于没有对被试的眼动进行时时监控,被试可能在学习阶段不仅观察了主序列刺激,还对次序列刺激进行了观察。为此我们采用眼动记录法,对实验过程中被试的眼动进一步控制,确保被试在学习阶段仅对主序列刺激进行反应,进一步考察多重内隐序列学习与注意的关系, Marcus, Karatekin, & Markiewicz (2006); Kinder, Rolfs, & Kliegl (2008); 卢张龙、吕勇和白学军(2011)已经证实眼动记录法是探究序列学习的有效方法。本研究操纵分心刺激的有无,实现注意负荷的高低。在低注意负荷条件下没有分心刺激,在高注意负荷条件下存在分心刺激,分心刺激和目标刺激存在一个共同特征(颜色相同或形状相同)。实验假设为高注意负荷条件下的眼跳反应时长于低注意负荷条件下的眼跳反应时;高、低注意负荷条件下存在多重

序列学习; 高、低注意负荷条件下的内隐学习量差异不显著。

2. 实验方法

2.1. 被试

高校在校生 40 人, 平均年龄 20.63 ± 1.59 岁, 9 名男性, 31 名女性。所有的被试自愿参加实验, 之前未参加过类似实验, 被试视力正常或矫正视力正常, 实验结束后得到 20 元被试费。

2.2. 实验材料

屏幕中央呈现上下两排黑色方框, 每行有四个, 背景为白色。规则序列组段中红色圆点以一定顺序出现在黑色方框中, 随机序列组段红色圆点随机出现在黑色方框中。绿色圆点和红色正方形为分心刺激。

正式实验共包括 19 个组段, 每个组段有 120 次试验。第 1~15 组段和第 19 组段对主序列做出反应, 第 17 组段对次序列进行反应, 第 18 组段对新序列进行反应。主序列规则: 4-1-3-2-1-2-4-3-1-4-2-3; 次序列规则: 2-3-2-1-4-3-1-2-4-1-3-4; 新序列规则: 3-4-1-2-4-3-1-4-2-1-3-2。1、2、3、4 分别对应着显示器屏幕从左至右排列着的四个黑色方框的位置。低注意负荷组没有分心刺激, 高注意负荷组加入分心刺激, 分心刺激出现在 1~15 组段的主序列中。高、低注意负荷组 16~19 组段都不出现分心刺激。

2.3. 实验设计

采用单因素(注意负荷: 高、低)被试间实验设计, 注意负荷有 2 个水平: 低注意负荷(没有分心刺激)、高注意负荷(有分心刺激)。因变量是眼跳反应时和意识性水平测验结果。

2.4. 实验仪器

采用 EyeLink 1000 plus 眼动仪记录眼动轨迹, 采样率为 1000 Hz。实验材料呈现在 19 英寸的惠普电脑上, 显示器分辨率为 1024×768 像素, 刷新率为 75 Hz。被试眼睛距离显示器中央之间的距离约 60 cm。被试双眼注视显示器, 但只记录右眼的眼动轨迹。实验程序采用 Experiment Builder 1.1 进行编制。

2.5. 实验程序

整个实验包括准备、正式实验和意识性水平测试三个阶段。

1) 准备阶段: 进入实验室的被试被随机分到高注意负荷组或低注意负荷组。简要向他们介绍眼动仪, 使被试对仪器和实验有个大致了解。接着, 让被试坐在眼动仪前, 双眼平视显示器屏幕, 将下巴放在下巴托上并要求被试在实验过程中尽量保持头部不动。

2) 正式实验阶段: 首先, 进行五点校准。校准成功后开始实验。低注意负荷组呈现指导语: “您好, 欢迎参加心理学实验。请您仔细阅读并理解下面内容。当您在屏幕中央看到一个 ‘+’ 号, 请注视该注视点, 一段时间后 ‘+’ 号自动消失。您将在电脑屏幕上看到八个方框, 上面一行四个, 下面一行四个。两行方框中均会有一个方框内出现 ‘●’。若屏幕中央无 ‘↑’ 提示, 请注视下方框中出现的 ‘●’ 直至其消失, 若有 ‘↑’ 提示, 请注视上方框中出现的 ‘●’ 直至其消失。请您集中注意, 既快又准做出判断。按空格键开始实验”。高注意负荷组呈现指导语: “您好, 欢迎参加心理学实验。请您仔细阅读并理解下面内容。当您在屏幕中央看到一个 ‘+’ 号, 请注视该注视点, 一段时间后 ‘+’ 号自动消失。您将在电脑屏幕上看到八个方框, 上面一行四个, 下面一行四个。两行方框中均会有一个方框内出现 ‘●’, 并且下面一行中可能会出现 ‘●’ 和 ‘■’。若屏幕中央无 ‘↑’ 提示, 请注视下方框中出现的 ‘●’ 直至其消失, 若有 ‘↑’ 提示, 请注视上方框中出现的 ‘●’ 直至其消失。请您集中注意, 既快又准

做出判断。按空格键开始实验”。正式实验前被试先进行练习, 练习中随机呈现圆点的位置, 直到被试理解指导语后才开始正式实验。为了避免被试外显, 每个组段的起始位置随机出现。中间被试短暂休息。

意识性水平测试阶段: 根据过程分离程序, 意识性水平测试包括包含任务和排除任务, 通过被试在两个任务中的得分可以评估他们进行了内隐学习还是外显学习。其中, 包含条件下给被试呈现规则序列中圆点的两个相邻位置, 要求被试尽量根据记住的序列规则填写出下一个位置, 填对 1 个位置得 1 分; 排除条件下则要求被试尽量避免根据他们所记住的顺序填写, 若被试仍然根据圆点位置的实际顺序规则填写, 那么每填对 1 个位置得 1 分。

3. 实验结果

由于 3 名被试未能完成全部实验, 数据被剔除。根据被试在意识性水平测验的得分, 筛选出内隐被试。其中, 包含条件的得分小于 3 分, 或者包含条件得分小于或等于排除条件得分的被试为内隐被试, 不满足以上条件的被试为外显被试(卢张龙, 吕勇, 白学军, 2011)。最终高注意负荷组 20 名有效被试, 低注意负荷组 17 名有效被试。使用 SPSS 21.0 对被试的眼跳反应时数据进行分析, 高、低注意负荷条件下的眼跳反应时如图 1 所示。

对 1~16 组段的眼跳反应时进行 2 (注意负荷: 高、低) × 16 (组段: 1~16) 方差分析, 结果表明: 组段主效应显著, $F(15, 525) = 9.01$, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.21$, 随着组段增加, 眼跳反应时显著减小。其它主效应和交互作用均不显著, $p > 0.05$ 。

对高注意负荷和低注意负荷条件下主序列内隐学习量进行 F 检验。结果表明高注意负荷组和低注意负荷组的主序列内隐学习成绩量差异不显著, $p > 0.05$ 。高注意负荷组主序列内隐学习量 48.40 ms (标准差 42.80), 低注意负荷组主序列内隐学习量 46.17 ms (标准差 17.09)。对高注意负荷和低注意负荷条件下次序列内隐学习量进行 F 检验。结果表明高注意负荷组和低注意负荷组次序列学习内隐成绩量差异不显著, $p > 0.05$ 。高注意负荷组次序列内隐学习量 27.54 ms (标准差 6.37), 低注意负荷组次序列内隐学习量 28.67 ms (标准差 16.39)。

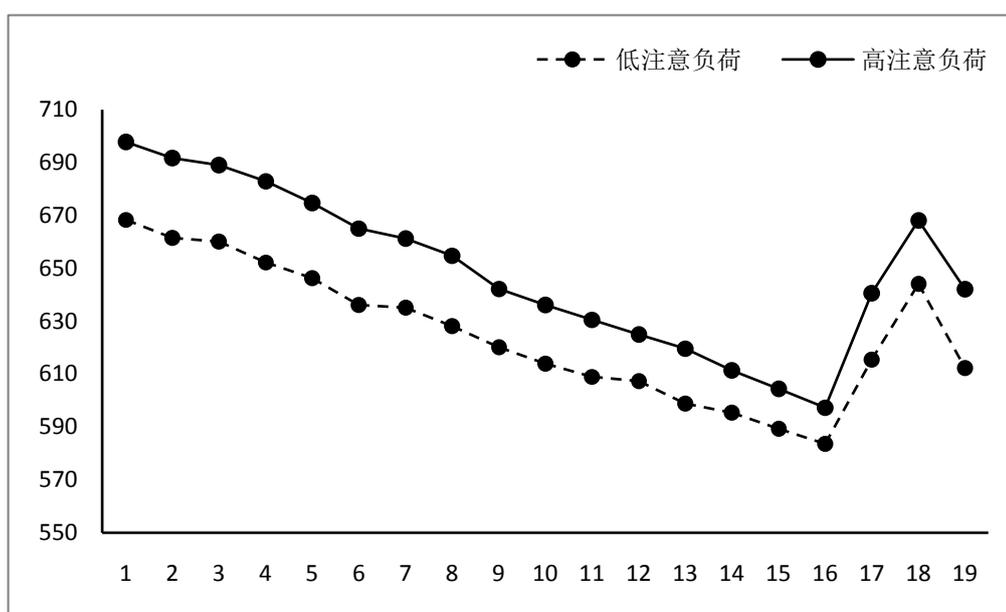


Figure 1. Saccadic RT in high and low attentional load

图 1. 高、低注意负荷条件下的眼跳反应时

4. 讨论

国内关于多重内隐序列学习的探讨较少。本研究采用了 Rowland 和 Shanks (2006) 实验范式, 在屏幕中央同时呈现上下两排刺激, 共有三种序列类型: 主序列、次序列和新序列, 该范式可以很好考察多重序列学习。由于现实社会中学习材料往往比较复杂, 多重序列学习研究具有较高的生态学效度。考虑到被试按键反应的个体差异性, 本研究采取了眼动记录法, 实验过程中不需要被试做出按键反应。Kinder、Rolf 和 Kliegl (2008) 曾通过眼动法记录内隐学习量, 结果显示, 眼跳的反应时随着反应时任务的进展, 逐渐降低, 而如果序列突然转换为新序列, 眼跳反应时会突然增加。结论和传统的按键反应所呈现的规律相似, 因此眼跳反应时也是衡量内隐序列学习的指标。本研究进一步验证了眼动可以作为记录内隐序列学习的有效指标。

本研究发现高、低注意负荷下都发生了内隐序列学习, 高注意负荷条件下的反应时高于低注意负荷条件下的, 证实了 Lavie (2005) 的观点: 注意同时具有资源和选择加工的作用, 当前任务简单时, 多余的注意资源就会分散到其它任务上; 当前任务复杂时, 注意资源就会集中于当前任务。高注意负荷条件下由于对主序列投入的注意资源多, 较少的注意资源投入到次序列学习中, 而低注意负荷条件下对主序列的所需的注意资源相对较少, 较多的注意资源投入到次序列学习中, 因此低注意负荷条件下次序列的眼跳反应时快于高注意负荷条件下的。本研究发现多重内隐序列学习不需要注意参与, 与 Rowland 和 Shanks (2006) 的研究结论相反, 可能是由于 Rowland 和 Shanks (2006) 使用的序列为或然序列, 而本研究使用的序列为确然序列。被试长时间的学习两个确然序列, 可能会把主、次两个序列知觉为一个“大”序列, 某种程度上降低了任务难度, 而或然序列则不存在这种可能。未来研究中可以采取或然序列, 以进一步考察或然序列条件下多重内隐序列学习与注意关系的眼动特征。

5. 结论

本研究得出如下结论: 多重内隐序列学习不需要注意参与。

参考文献 (References)

- 付秋芳, 傅小兰(2006). 内隐序列学习与注意的关系. *心理科学进展*, 14(6), 817-821.
- 郭秀艳(2003). *内隐学习*. 上海: 华东师范大学出版社.
- 卢张龙, 吕勇, 白学军(2011). 内隐序列学习不受注意负荷的影响: 来自眼动的证据. *心理与行为研究*, 9, 214-218.
- 卢张龙, 吕勇, 沈德立(2011). 内隐序列学习与注意负荷关系的实验研究. *心理发展与教育*, 27, 561-568.
- Deroost, N., Coomans, D., & Soetens, E. (2009). Perceptual Load Improves the Expression but Not Learning of Relevant Sequence Information. *Experimental Psychology*, 56, 84-91. <https://doi.org/10.1027/1618-3169.56.2.84>
- Franklin, M. S., Smallwood, J., Zedelius, C. M., Broadway, J. M., & Schooler, J. W. (2016). Unaware Yet Reliant on Attention: Experience Sampling Reveals That Mind-Wandering Impedes Implicit Learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 23, 223-229. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0885-5>
- Jiménez, L., & Vázquez, G. A. (2005). Sequence Learning under Dual-Task Conditions: Alternatives to a Resource-Based Account. *Psychological Research*, 69, 352-368. <https://doi.org/10.1007/s00426-004-0210-9>
- Kinder, A., Rolf, M., & Kliegl, R. (2008). Sequence Learning at Optimal Stimulus-Response Mapping: Evidence from a Serial Reaction Time Task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61, 203-209. <https://doi.org/10.1080/17470210701557555>
- Lavie, N. (2005). Distracted and Confused? Selective Attention under Load. *Trends in Cognitive Science*, 9, 236-259. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.12.004>
- Marcus, D. J., Karatekin, C., & Markiewicz, S. (2006). Oculomotor Evidence of Sequence Learning on the Serial Reaction Time Task. *Memory and Cognition*, 34, 420-432. <https://doi.org/10.3758/BF03193419>
- Reber, A. S. (1967). Implicit Learning of Artificial Grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 855-863.

[https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(67\)80149-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(67)80149-X)

- Rowland, L. A., & Shanks, D. R. (2006). Attention Modulates the Learning of Multiple Contingencies. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 643-648. <https://doi.org/10.3758/BF03193975>
- Sævland, W., & Norman, E. (2016). Studying Different Tasks of Implicit Learning across Multiple Test Sessions Conducted on the Web. *Frontiers in Psychology*, 7, 808. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00808>
- Shanks, D. R. (2003). Attention and Awareness in Implicit Sequence Learning. In L. Jiménez (Ed.), *Attention and Implicit Learning* (pp. 11-42). Amsterdam: Benjamins. <https://doi.org/10.1075/aicr.48.05sha>
- Shanks, D. R., Rowland, L. A., & Ranger, M. S. (2005). Attentional Load and Implicit Sequence Learning. *Psychological Research*, 69, 369-382. <https://doi.org/10.1007/s00426-004-0211-8>
- Sloutsky, V. M., & Robinson, C. W. (2013). Redundancy Matters: Flexible Learning of Multiple Contingencies in Infants. *Cognition*, 126, 156-164. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.09.016>
- Wierchoń, M., Gaillard, V., Asanowicz, D., & Cleeremans, A. (2012). Manipulating Attentional Load in Sequence Learning through Random Number Generation. *Advances in Cognitive Psychology*, 8, 179-195. <https://doi.org/10.5709/acp-0114-0>

Hans 汉斯

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7273, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ap@hanspub.org