

内隐序列学习远迁移的促进与限制因素*

戴 惠¹, 疏德明², 刘电芝²

(1. 南京师范大学马克思主义学院, 南京工业大学, 南京 210000; 2. 苏州大学教育学院, 苏州 215123)

摘 要:内隐序列学习的近迁移已得到证实, 但内隐序列学习的远迁移能否发生及影响因素尚不明确。采用内隐序列学习经典范式, 通过一阶规则、刺激呈现方式以及按键反应的同时改变设置远迁移条件, 同时关注测量指标敏感性和反应刺激间隔(RSI)等影响因素, 以考察内隐序列学习远迁移的促进与限制因素。研究发现: (1) 只有在 750 ms 和 1000 ms 较长的 RSI 时, 才能产生更好的内隐学习和远迁移效果。(2) 远迁移的产生得益于有效的内隐学习, 但有效的内隐学习并不一定能产生远迁移; 新异组段对内隐学习的远迁移有促进作用, 但存在一定的条件限制。(3) 对早期研究提出的内隐学习内在机制的强限定性提出挑战, 为证实内隐学习具有超限定性提供了可能。

关键词:内隐序列学习; 远迁移; 反应刺激间隔(RSI); 边缘意识

中图分类号:B842.5

文献标志码:A

文章编号:1003–5184(2024)03–0201–08

1 引言

内隐学习自提出以来最大争论的焦点之一在于被试在内隐学习中获得的知识究竟是什么, 习得的知识是否具有抽象性? 早期一些研究认为被试仅仅习得的是一些样例或组块, 而后一些研究者则认为被试习得的是抽象规则, 并尝试采用迁移这一手段来论证这种观点(Dienes et al., 2012; Tanaka & Watanabe, 2018)。序列反应时任务(Serial Reaction Time, SRT)是研究内隐学习的常用范式, 亦可用于研究内隐知识的迁移, 在序列反应时任务的迁移研究中, 改变刺激特征、呈现方式或具体规则, 结果发现被试对规则序列的反应时仍显著低于对随机序列反应时, 则可证实内隐习得知识的抽象性(Dienes et al., 2012; Tal et al., 2021)。

以往研究多聚焦考察部分改变序列规则但不改变刺激呈现情境(Context)的迁移。这类研究发现即使部分改变序列规则, 如垂直镜像序列(Dienes et al., 2012; Tanaka & Watanabe, 2015)、旋转象限序列(Pavlidou & Williams, 2010; 戴惠等, 2018), 迁移仍能有效发生。Dienes 和 Longuet-Higgins(2004)指出被试可能存在两种表征规则的方式: “值—值”表征和“变量—变量”表征。“值—值”表征指被试可能习得是某种刺激和反应间的对应关系; “变量—变量”表征是指被试习得了变量间的深层结构规则

而非表层对应关系。上述研究由于刺激呈现情景没有变化, 导致刺激的相似程度较高, 内隐知识的习得呈现“值—值”表征关系, 而非“变量—变量”表征。而远迁移(Far Transfer)是将习得经验迁移到不太相似的情境中, 是对规则深层结构的迁移, 可以更好地考察知识应用的广度、灵活度和有效性(Kuhn & Dienes, 2008; 沈成威等, 2021)。在内隐学习领域中, 远迁移任务难度相对更大、抽象程度更高, 需要被试具备更高的认知灵活性, 可用以检测被试是否习得了“变量—变量”表征关系。

远迁移研究多集中于刺激呈现情境改变条件下, 但这类研究往往表明只要刺激呈现情境变化, 就会破坏已有内隐知识的提取, 导致迁移无法发生, 从而证实被试不可习得“变量—变量”表征关系, 得出内隐学习具有强限定性的内在机制。如 Dienes 等人(2012)采用音乐的水平映射规则, 在学习阶段, 被试听符合规则的音字符串, 在测验阶段进行音字符串的分类判断任务。结果发现只有具备音乐背景的被试才能习得该规则。Schumacher 等人(2018)在序列反应时任务中, 保持刺激不变, 但从单手任务反应转变为双手任务反应, 即改变了“刺激—反应”之间的联结, 发现内隐学习受到干扰。这类研究结果说明内隐知识与刺激呈现情境是紧密绑定的, 情境改变则迁移不会发生。但是, Sanchez 等人(2015)提

* 基金项目: 国家自然科学基金(31271084), 南京工业大学哲学社会科学“研究阐释党的二十大精神”专项(22ZXB018), 2022 年南京工业大学党建与思想政治教育研究课题(SZ20220205)。

通信作者: 疏德明, E-mail: shudm@suda.edu.cn; 刘电芝, E-mail: liudzh@suda.edu.cn。

出上述研究未能检测到迁移的另一个关键因素,即测量的敏感度。以往研究得出的结论往往是“是或否”(All-or-None),但如果测量指标足够敏感,则可能测出不同程度的迁移。他们将规则序列与随机序列正确率的差值作为学习和迁移的定量指标,并将迁移量和学习量的比值作为迁移程度的指标,然后在序列学习复杂变式——串行拦截序列学习任务(Serial Interception Sequence Learning Task,简称SISL)中分别改变线索呈现的时间和方式,结果发现两组条件下都发生了迁移。Sanchez等人(2015)进一步指出,刺激表征与规则的绑定差异会导致迁移效果的差异,改变绑定效应强的刺激表征会妨碍迁移发生,但是改变绑定效应弱的刺激表征仍能发生部分迁移。同时越来越多的研究表明,超规则结构可以通过内隐学习获得,并提出内隐学习具有超限定性(Supra-finite State)(Ling et al., 2016; Rohrmeier et al., 2013)。

此外,以上研究结果的不一致可能有一个重要原因就是忽略了反应刺激间隔RSI(Response-Stimulus Interval)对序列学习迁移的重要作用。内隐序列学习的过程是一个渐进过程,其中RSI在内隐序列学习和迁移中都是一个关键的影响因素(Norman et al., 2006; Maria et al., 2018; Zhang & Liu, 2021)。张剑心等人(2014)使用复杂概率性内隐序列学习范式(主序列概率为0.88,非主序列概率为0.12),在不同RSI条件下设置再认任务,考察高、低情感开放性者内隐序列学习的差异,要求被试对目标位置既快又准地按键,并对三元素片段的熟悉程度进行评价,结果发现在该研究条件中,仅在RSI=750 ms时,高情感开放性者再认任务成绩显著高于低情感开放者,表明RSI影响内隐知识习得过程。此外,很多研究已证实,在其它条件相同情况下,内隐习得知识的表征质量随着RSI的增加而不断提高,意识成分亦随之增加(Dienes & Fu, 2018; Seibold et al., 2019; 戴惠等, 2018; 黄建平等, 2015)。

综合前人近、远迁移研究任务的设置,采用经典内隐序列反应时范式,学习阶段采用常规实验设计及材料,但在迁移阶段采用相较近迁移而言难度更大、抽象程度更高的远迁移任务,即一阶规则、刺激呈现方式和按键反应的同时改变,与此同时重点关注测量指标敏感性和RSI等影响因素,以考察内隐序列学习对远迁移的促进作用与条件制约性,如果

被试能发生远迁移,则为内隐学习可习得抽象性知识的和其内在机制的超限定性提供有力证据。

2 研究方法

2.1 被试

使用G*Power 3.1对研究所需样本量进行估计,参考已有内隐序列学习研究(戴惠等, 2018),不同组块间配对样本 t 检查的效应量 $d=0.65$ 。本实验设置效应量 $d=0.65$,在 $\alpha=0.05$, $1-\beta=0.80$ 的前提下,各被试间变量水平所需被试为21人。在大学生中招募被试149人,平均年龄 23.25 ± 2.75 岁,被试均为右利手,视力或矫正视力正常,实验结束后给予一定报酬。随机分配到5个实验组和2个控制组中,剔除错误率超过10%的被试6人,共获得143个有效数据,被试分布如表1所示。

表1 不同RSI条件下实验被试分布情况

	0 ms	250 ms	500 ms	750 ms	1000 ms	共计
实验组 (人)	20	21	21	20	21	103
控制组 (人)				20	20	40

2.2 实验设计

采用经典内隐序列反应时范式,5个实验组以RSI(0 ms、250 ms、500 ms、750 ms、1000 ms)为被试间变量,进行被试间单因素实验设计。被试需在键盘上对黑色实心圆呈现在电脑屏幕中的位置进行既快又准确的按键反应,实验过程分为学习阶段和迁移阶段。每个实验组的实验程序均由10个组段构成的学习阶段(见图4)和6个组段构成的迁移阶段(见图5)组成,为进一步证实产生的远迁移来自学习阶段习得知识的迁移,对产生了远迁移的实验组设置相应的控制组,控制组不进行学习阶段的学习,只完成与实验相同的6个组段的“迁移阶段”实验任务。

在学习阶段,刺激按照序列规则出现在屏幕中,出现的位置顺序采用经典的SOC(Second Order Conditional)规则(Reed & Johnson, 1994),即遵从前两个刺激位置决定第三个刺激位置的高阶规则SOC1: 342312143241 (Destrebecqz & Cleeremans, 2001)。刺激呈现在屏幕的四个象限其中之一,对应按键即为键盘中相应位置,如图1所示。

迁移阶段,通过一阶规则设立和刺激呈现方式的同时变化设置远迁移条件,刺激出现在水平的四个位置之一,出现的位置顺序符合SOC2: 341243142132,它与SOC1一阶规则不同,但都是遵

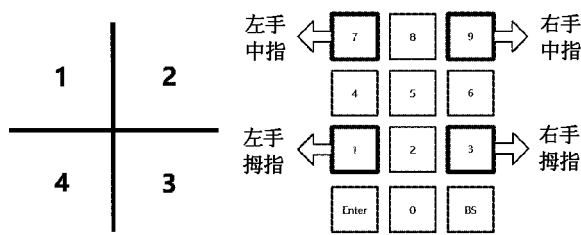


图1 学习阶段刺激位置及按键

从相同的高阶规则,即前两个刺激位置决定第三个刺激位置(Reed & Johnson, 1994)。两者具有一阶规则的不相似性,但在深层结构上又与 SOC1 遵循同样的预测法则,具有高阶的相似性。同时改变刺激呈现方式,将四个象限位置变为四个水平位置,用左手中指、左手食指、右手食指、右手中指分别对应键盘上的“D”“F”“J”“K”键,如图2所示。这样,学习阶段和迁移阶段的序列规则、刺激呈现方式,按键反应均不同,增加了迁移的难度,但在解决问题的高阶规则上是一致的,从而构成了远迁移的条件。

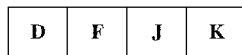


图2 迁移阶段刺激示意图及对应按键位置

本实验采用联想 21.5 英寸显示器呈现刺激,屏幕分辨率为 1920 × 1080,刷新频率为 60 Hz,实验程序用 E-prime2.0 编制。

2.3 实验程序

实验中,要求被试对出现在屏幕上的直径 1.5 cm 的黑色实心圆(屏幕背景白色)进行既快又准确按键反应。目标刺激一直呈现在屏幕上,直到被试按键反应为止,不管按键是否正确,新刺激立即出现(RSI=0)或是等待相应 RSI 时间后出现,如图3所示。

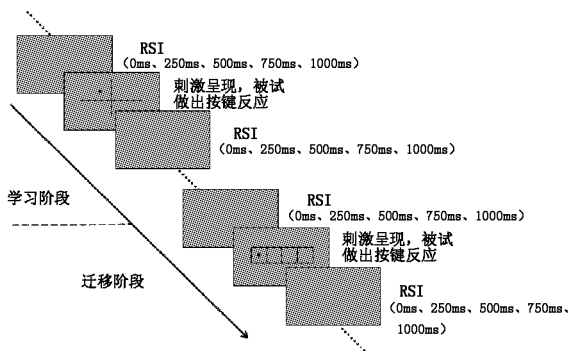


图3 实验流程示意图

进行 24 个试次的随机位置按键练习后进入学习阶段。学习阶段共 10 个组段(见图4),每个组段包含 96 个试次,共 960 个试次。组段间至少有 15 s

的休息时间。规则序列中,刺激呈现顺序遵从 SOC1 序列,12 个条目的序列循环 7 次,中间插入 12 个随机试次,即被试在每个组段中对规则学习 7 次,规则呈现概率为 0.88,非规则序列呈现概率 0.12,此设计参考 Norman (2007) 对序列反应时任务的改进。组段 1~7 是规则组段,组段 8 为随机序列(随机呈现但不出现连续相同位置刺激)组成的探测组段,组段 9、10 为规则序列组成的回归组段。实验过程中记录反应时和反应正误。

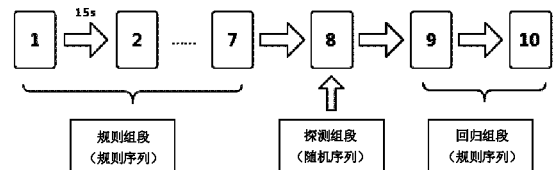


图4 学习阶段组段示意图

迁移阶段共 6 个组段(见图5),共 576 个试次,组段间至少有 15 s 的休息时间,刺激呈现顺序遵从 SOC2 序列,组段 11~14 是规则组段,组段 15 为随机序列组成的探测组段,组段 16 为回归组段(规则组段)。实验过程中记录反应时和反应正误。被试完成所有按键反应后需进行口头报告是否感知到刺激呈现规则,可否描述刺激呈现规则。控制组的实验程序为产生迁移的实验组对应的迁移阶段。

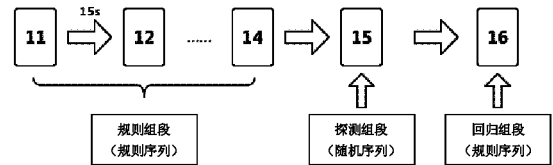


图5 迁移阶段组段示意图

2.4 数据分析

在以往的经典序列反应时任务中多以探测组段前后组段平均反应时之差作为内隐学习量(D' Angelo et al., 2013; Fu, Dienes, & Fu, 2010),但探测组段区别于其他组段,其序列是非规则呈现的,对于被试的内隐学习过程是一个新异的刺激出现。已有研究表明,新异刺激会促进内隐学习,从而使得意识程度出现变化(Rünger, 2010, 2012; 黄建平 等, 2015; 张剑心 等, 2014)。因此在研究中考考虑此因素并设立相关的学习和迁移指标。

研究中内隐学习量指标有两个:(1)纯粹学习量,RT8-RT7(注:组段8的平均反应时减去组段7的平均反应时,下同),是指在进行了7个组段的规则学习后产生的纯粹的内隐学习量,如产生内隐学习,则组段8的反应时将显著高于组段7;(2)受新

异组段影响的学习量, RT8 - RT9, 该指标包含新异组段作用后产生的内隐学习量, 如产生受新异组段影响的内隐学习, 组段 8 的反应时将显著高于组段 9。迁移量的考察同样有两个指标: (1) 纯粹迁移量: RT15 - RT14; (2) 受新异组段影响的迁移量: RT15 - RT16。

口头报告分析结果显示, 所有被试均不能描述刺激呈现规则。对实验所得数据进行筛选, 剔除错误率高于 10% 的被试数据、剔除反应时低于 100 ms、高于 1000 ms 的被试数据 (Weiermann, 2010), 符合要求的数据采用 SPSS 16.0 进行统计分析。

3 结果

3.1 RSI = 0 ms、250 ms、500 ms 条件下的内隐学习和迁移

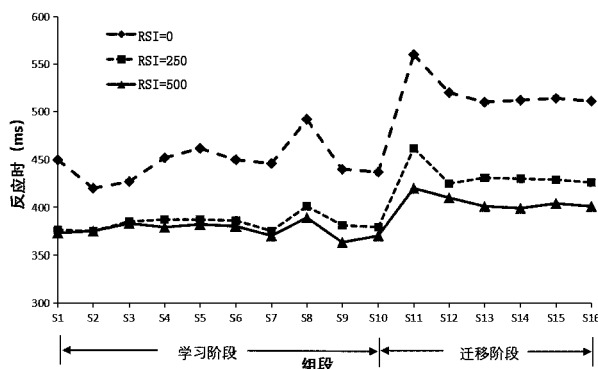


图6 RSI = 0ms、250ms、500ms 各组段反应时变化曲线图

RSI = 0 ms、250 ms、500 ms 三种条件下的纯粹学习量分析: 组段 7 和组段 8 的平均反应时进行配对样本 t 检验, 发现组段 8 反应时均显著高于组段 7, $t_0(19) = 5.17, p < 0.001, Cohen's d = 0.83$; $t_{250}(20) = 5.67, p < 0.001, Cohen's d = 0.79$; $t_{500}(20) = 4.86, p < 0.001, Cohen's d = 0.72$ 。

RSI = 0 ms、250 ms、500 ms 三种条件下受新异组段影响的学习量分析: 组段 8 和组段 9 的平均反应时进行配对样本 t 检验, 组段 8 反应时均显著高于组段 9, $t_0(19) = 5.07, p < 0.001, Cohen's d = 0.81$; $t_{250}(20) = 5.16, p < 0.001, Cohen's d = 0.82$; $t_{500}(20) = 4.33, p < 0.001, Cohen's d = 0.74$ 。同时对比发现, 三种 RSI 条件下的组段 7 与组段 9 的平均反应时均无显著差异 ($p > 0.05$)。

如图 6 所示, 由于远迁移的设置, 一阶规则设立与刺激呈现方式的同时改变, 被试的平均反应时陡然上升, 之后趋于平缓。为检验被试在学习阶段所内隐习得的规则是否迁移至后面学习中, 分别对三

种 RSI 条件下的组段 15 与组段 14、组段 16 进行配对样本 t 检验, 结果均无显著差异 ($p > 0.05$)。

3.2 RSI = 750 ms、1000 ms 条件下的内隐学习和迁移

RSI = 750 ms、1000 ms 条件下的纯粹学习量分析: 对组段 7 和组段 8 的平均反应时进行配对样本 t 检验, 组段 8 反应时均显著高于组段 7, $t_{750}(19) = 4.83, p < 0.001, Cohen's d = 0.79$; $t_{1000}(20) = 3.94, p < 0.01, Cohen's d = 0.68$ 。

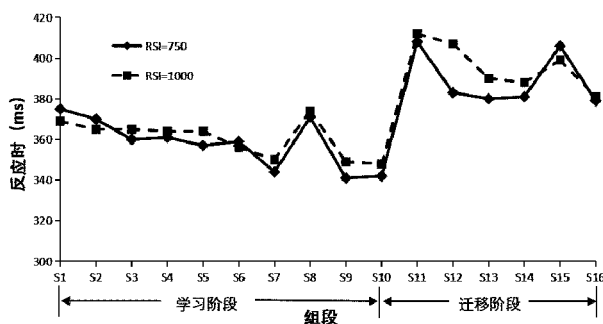


图7 RSI = 750 ms、1000 ms 各组段反应时变化曲线图

RSI = 750 ms、1000 ms 条件下的受新异组段影响的学习量分析 (分析测量指标的敏感性): 组段 8 和组段 9 的平均反应时进行配对样本 t 检验, 组段 8 反应时均显著高于组段 9, $t_{750}(19) = 5.17, p < 0.001, Cohen's d = 0.82$; $t_{1000}(20) = 4.82, p < 0.01, Cohen's d = 0.79$ 。与此同时, 发现两种 RSI 条件下的组段 7 与组段 9 的平均反应时均无显著差异 ($p > 0.05$)。

对纯粹迁移量、受新异组段影响的迁移量做配对样本 t 检验, 结果显示 RSI = 750 ms 的实验组, 组段 15 (随机序列) 的反应时显著高于组段 14 [$t_{750}(19) = 3.71, p < 0.01, Cohen's d = 0.68$], 同时也显著高于组段 16 [$t_{750}(19) = 3.99, p < 0.001, Cohen's d = 0.72$], 组段 14 与组段 16 差异不显著 [$t_{750}(19) = 0.82, p > 0.05, Cohen's d = 0.16$]。RSI = 1000 ms 的实验组, 迁移阶段组段 15 (随机序列) 与组段 14 反应时差异呈现边缘显著 [$t_{1000}(19) = 2.27, p = 0.06, Cohen's d = 0.46$], 组段 15 与组段 16 反应时差异显著 [$t_{1000}(19) = 3.34, p < 0.05, Cohen's d = 0.65$], 组段 14 与组段 16 差异不显著 [$t_{1000}(19) = 1.54, p > 0.05, Cohen's d = 0.27$]。RSI = 750 ms、1000 ms 各组段反应时变化曲线见图 7。

3.3 RSI = 750 ms、1000 ms 的实验组和控制组的比较

在五个实验组中, 在 RSI = 750 ms、1000 ms 时检测到了远迁移的发生, 其它 RSI 条件下则没有发

生远迁移。对发生远迁移现象的一种可能解释是：即使没有对学习阶段规则的迁移，被试只学习 6 组段(包括随机序列)的 SOC2 就能发生有效的内隐学习。因此前面检测到的远迁移可能只是对规则序列

SOC2 本身的内隐学习而已。因此,有必要进一步通过设立只接受迁移阶段训练的控制组来进行对比,以排除这一混淆因素。实验组和控制组的关键组段平均反应时对比(配对样本 t 检验)结果见表 2。

表 2 RSI = 750 ms 控制组和实验组数据比较

组别	组段	t		df		p		$Cohen's d$	
		750 ms	1000 ms	750 ms	1000 ms	750 ms	1000 ms	750 ms	1000 ms
控制组	B5 - B4	0.05	0.06	19	20	0.86	0.93	0.03	0.04
	B5 - B6	0.58	0.62	19	20	0.61	0.59	0.16	0.20
实验组	B15 - B14	3.71	2.27	19	19	0.02	0.06	0.68	0.46
	B15 - B16	3.99	3.34	19	19	0.00	0.03	0.72	0.65

3.4 不同 RSI 实验组学习量和迁移量的差异比较

为排除四个因变量可能是协变的,进一步对原数据进行多元方差分析,计算不同 RSI 条件下内隐学习和迁移的量化指标。图 8 表明不同 RSI 实验组在各学习和迁移指标上存在量的差异,相应的描述性统计见表 3。

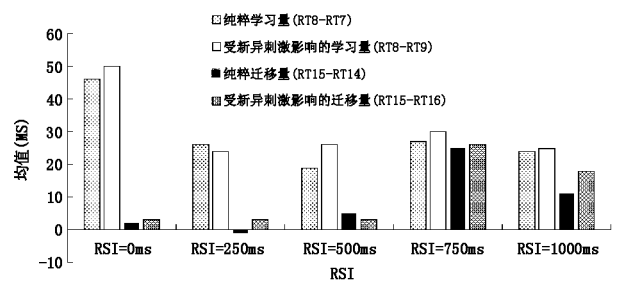


图 8 不同 RSI 条件下内隐知识的学习量和迁移量条形图

表 3 不同 RSI 实验组内隐学习量和迁移量的比较

RSI	0 ms $M(SD)$	250 ms $M(SD)$	500 ms $M(SD)$	750 ms $M(SD)$	1000 ms $M(SD)$
纯粹学习量 ($RT_8 - RT_7$)	45.32(6.36)	25.53(5.52)	19.65(4.87)	23.66(5.26)	24.13(5.93)
受新异组段刺激 影响的学习量 ($RT_8 - RT_9$)	49.67(5.15)	24.55(3.76)	26.15(5.44)	29.91(5.78)	25.20(4.34)
纯粹迁移量 ($RT_{15} - RT_{14}$)	1.93(7.86)	-1.27(7.86)	4.72(9.54)	25.19(8.52)	11.34(10.51)
受新异组段 影响的迁移量 ($RT_{15} - RT_{16}$)	2.84(7.89)	3.28(8.07)	2.91(10.22)	27.04(9.08)	18.41(9.15)

对数据进行多元方差分析,构建四个因变量的多变量模型,结果发现,协方差矩阵等同性的 Box 检

验(a), $p = 0.13$, 大于 0.05, 说明方差是齐性的, 可以进行方差分析, 结果见表 4。

表 4 学习量和迁移量的方差分析表

变异源	因变量	df	F	p	η_p^2
RSI	纯粹学习量($RT_8 - RT_7$)	4	1.52	0.22	0.07
	受新异组段影响的学习量($RT_8 - RT_9$)	4	2.03	0.11	0.10
	纯粹迁移量($RT_{15} - RT_{14}$)	4	3.33	0.02	0.18
	受新异组段影响的迁移量($RT_{15} - RT_{16}$)	4	3.11	0.03	0.14

由表 4 结果可见, RSI 对纯粹学习量($RT_8 - RT_7$)和受新异组段影响的学习量($RT_8 - RT_9$)主效应不显著。RSI 对纯粹迁移量($RT_{15} - RT_{14}$)和对受新异组段影响的迁移量($RT_{15} - RT_{16}$)主效应显著。对该主效应进一步进行 Bonferroni 校正的事后比较,发现 RSI = 750 ms、1000 ms 两组条件下纯粹迁移量和受新异组段影响的迁移量显著大于其他分组

($p < 0.05$), 而其他 RSI 组之间差异并不显著, RSI = 750 ms、RSI = 1000 ms 两组间差异并不显著($p > 0.05$)。

4 讨论

4.1 内隐序列学习远迁移的促进因素

采用经典序列反应时研究范式,通过将一阶规则(刺激呈现的具体规则)和刺激呈现方式同时改

变来设置远迁移条件,探讨内隐序列学习的远迁移效应,研究发现,无论 RSI 长短,各实验组都产生了显著的内隐学习(包括纯粹学习量和受新异组段影响的学习量),与假设一致。同时,研究还发现在部分实验条件下(RSI = 750 ms、1000 ms)产生了远迁移效应,证实达到一定条件下的内隐序列学习能促进远迁移。

4.1.1 内隐知识可以发生远迁移,且 RSI 是重要影响因素

RSI 对远迁移有重要作用。随着 RSI 增加,内隐学习远迁移从无到有,表明在内隐序列反应时任务中,RSI 是影响远迁移发生与否的决定因素之一。当 RSI 较短时,内隐知识可以习得,但未发现远迁移,当 RSI = 750 ms、1000 ms 时,发生了显著的远迁移。为了排除迁移是否仅是对 SOC2 本身的内隐学习,在 RSI = 750 ms、1000 ms 两种情况下,设置了控制组,结果发现无论使用纯粹学习量还是受新异组段影响的学习量,控制组均未发生显著的内隐学习,说明被试仅仅接受 6 个组段的训练量不足以产生有效的内隐学习,因而判断 RSI = 750 ms、1000 ms 两种条件下产生的对新序列 SOC2 的学习,是被试将 SOC1 习得的知识有效迁移到对 SOC2 的学习中,而不是被试对 SOC2 本身的学习。研究结果为内隐习得抽象性知识的问题提供了新的有力证据,同时也证实了在适当的 RSI 条件下,被试可以习得规则并在规则、呈现方式均不相同的条件中进行灵活的迁移(远迁移)。这种任务更难、抽象程度更高的迁移得以成功,对早期研究提出内隐学习的内在机制强限定性提出挑战,并一定程度上支持了 Rohrmeier (2013) 和 Ling (2016) 等人提出的内隐学习具有超限定性的假设。

4.1.2 与内隐知识远迁移密切相关的边缘意识的发现

研究中 RSI = 750 ms、1000 ms 组的实验结果一定程度上支持了边缘意识(Fringe Consciousness)的存在。经典的意识连续特征体理论认为意识是一个连续变化体,刺激特性和注意的变化可能影响信息表征的激活水平,而表征的激活水平达到一定程度就能产生意识。基于此,学者们提出了边缘意识的概念,指出是一种介于完全无意识和完全意识的中间状态,并采用改进的序列反应时任务证实了边缘意识的存在,在边缘意识状态下习得的知识具有主观不可知性,但同时又具有与意识层面习得知识相似的认知灵活性、抽象性等特征,被试表现出对习

得序列片段的熟悉感和预期性,但是无法口语报告其内隐知识(Norman et al., 2007; 戴惠等, 2018; 杨海波等, 2019)。实验中 RSI = 750 ms、1000 ms 时产生了显著的远迁移,表明被试习得的内隐知识表征已经具备了产生迁移的灵活性、可用性与抽象性,符合边缘意识定义,因此可以认为本实验的 RSI = 750 ms、1000 ms 是一种边缘意识状态。

4.2 内隐序列学习远迁移的限制因素

研究发现远迁移效应并未发生在所有的组别中,仅在部分实验条件下(RSI = 750 ms、1000 ms)产生,说明有效的内隐学习是产生远迁移的必要非充分条件,内隐序列学习远迁移存在限制因素。

4.2.1 只有较长的 RSI 才能产生较好的远迁移效应

当 RSI 较长时(RSI = 750 ms、1000 ms)产生了内隐学习远迁移,达到了更佳的学习效果。其原因可能与意识学习和无意识学习的交互作用可以产生最佳的学习效果有关(Mathews, 1989; 杨海波等, 2019; 卢张龙等, 2022)。因为前人研究中任务难度、反应刺激的不同,关于意识和无意识的 RSI 分界点尚没有形成统一的结论,但大多集中在 250 ms ~ 600 ms 区间内(Cleeremans et al., 2019; 陈寒等, 2009; 戴惠等, 2018)。值得注意的是,研究考察了一种抽象程度更高的迁移,发现当 RSI = 750 ms、1000 ms 时才能发生有效远迁移,很有可能是由于实验设置同时改变一阶规则和刺激呈现方式的远迁移任务,与前人设置的迁移任务相比,难度更大,因此需要更长的 RSI,被试才能达到产生远迁移的意识水平。在 RSI 较短时,内隐知识的表征质量较差,习得知识的抽象性程度较低,提取较为困难,远迁移难以产生,随着 RSI 的不断增加,内隐序列学习的表征质量和学习过程中的意识程度都在逐步提升,当 RSI 增加到 750 ms、1000 ms 时,内隐知识的表征质量明显提高,被试的意识程度也在提高,在无意识和意识成分组合中此时存在更高比例的意识成分,促进远迁移产生的意识成分和无意识成分达到最优组合状态时,才可能出现远迁移效应。但尚不能揭示产生远迁移条件下的边缘意识中无意识和意识成分的组合模式和协同工作模式,该问题有待进一步的行为和脑功能研究协同探索。

4.2.2 新异组段促进内隐学习的条件制约性

因考虑新异组段对内隐学习和迁移的影响,研究检测两种学习量(纯粹学习量和受新异组段影响的学习量)和两种迁移量(纯粹迁移量和受新异组段影响的迁移量)来更敏感更细致地测量被试内隐

学习和迁移的程度。研究发现 RSI = 1000 ms 实验组在迁移阶段中,纯粹迁移量上产生了边缘显著的远迁移,在新异组段迁移量上产生了显著的远迁移。证实了有效的内隐学习是产生远迁移的必要非充分条件,即有效的内隐学习是成功进行远迁移的基础,但有效的内隐学习不一定能产生远迁移,而随机组段作为一种新异组段,对内隐学习的远迁移有一定的促进作用。结果符合“意外事件假设”(Unexpected-Event Hypothesis),即可以通过控制“意外事件”(实验中即新异组段)的发生来获得规则知识(Fu et al., 2018; Maria et al., 2013)。研究还发现,在 RSI = 1000 ms 的学习阶段或其他 RSI 条件下的学习和迁移阶段,均未发现新异组段的促进作用,证实新异刺激要发挥“意外事件”作用促进迁移的产生不是在任何条件下均可发生的,需要新异刺激本身达到足够的表征质量,具有一定条件制约性(黄建平等, 2015)。

5 结论

研究通过同时改变一阶规则、刺激呈现方式和按键反应方式,设置远迁移任务,探究不同 RSI 条件下内隐学习的远迁移现象。得到以下结论:

较长 RSI 能促进内隐序列学习及其远迁移。内隐知识可以在任务更难、抽象程度更高的条件下产生远迁移,RSI 是影响内隐序列学习远迁移能否发生的重要因素,较长的 RSI 才能使意识成分达到远迁移需要的程度,产生更好的内隐学习和迁移效果。

内隐序列学习远迁移存在限制因素。远迁移效应仅在部分实验条件下(RSI = 750 ms、1000 ms)出现,远迁移的产生得益于有效的内隐学习,但有效的内隐学习并不一定能产生远迁移。新异组段能促进内隐知识的远迁移产生,但存在条件制约性,刺激本身需要达到足够的表征质量,才对内隐学习的远迁移有促进作用。

本实验条件下部分被试产生了远迁移,实验结果对早期研究提出的内隐学习内在机制的强限定性提出挑战,为证实内隐学习具有超限定性提供了可能。

参考文献

陈寒,杨治良,韩玉昌,曾玉君.(2009). 内隐学习的意识性研究述评. *心理科学*, 32(4), 891 - 893.

戴惠,朱传林,刘电芝.(2018). 内隐知识具有抽象性吗? 来自内隐序列学习迁移的证据. *心理学报*, 50(9), 965 - 974.

黄建平,张剑心,刘电芝.(2015). 内隐序列学习中转移组块的数量和位置效应. *心理科学*, 38(6), 1326 - 1333.

卢张龙,刘梦娜,刘玉洁,马盼盼,张瑞平.(2022). 内隐序列学习表征机制探究:眼动证据. *心理学报*, 54(7), 779 - 788.

沈成威,骆艳,姜琦,龙吉,邵秀娟,刘树青,王亿兰.(2021). 汉语发展性阅读障碍儿童工作记忆训练的迁移效应评价. *中国健康心理学杂志*, 29(7), 1072 - 1076.

杨海波,郭成,刘电芝.(2019). 内隐序列学习中的渐进意识:来自习得知识的发展与遗忘的证据. *心理科学*, 42(2), 287 - 292.

张剑心,武燕,陈心韵,刘电芝.(2014). 高低情感开放性者概率内隐序列学习进程差异. *心理学报*, 46(12), 1793 - 1804.

Cleeremans, A., Allakhverdov, V., & Kuvaldina, M. (Eds.). (2019). *Implicit learning: 50 years on* (1st ed.). Routledge.

D'Angelo, M. C., Milliken, B., Jiménez, L., & Lupiáñez, J. (2013). Implementing flexibility in automaticity: Evidence from context-specific implicit sequence learning. *Consciousness and Cognition*, 22(1), 64 - 81.

Destrebecqz, A., & Cleeremans, A. (2001). Can sequence learning be implicit? New evidence with the process dissociation procedure. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8(2), 343 - 350.

Dienes, Z., & Longuet-Higgins, C. (2004). Can musical transformations be implicitly learned? *Cognitive Science*, 28(4), 531 - 558.

Dienes, Z., Kuhn, G., Guo, X., & Jones, C. (2012). Communicating structure, affect, and movement. In P. Rebuschat, M. Rohrmeier, J. A. Hawkins, & I. Cross (Eds.), *Language and music as cognitive systems* (pp. 156 - 168). Oxford University Press.

Fu, Q. F., Sun, H., Dienes, Zoltán, & Fu, X. L. (2018). Implicit sequence learning of chunking and abstract structures. *Consciousness & Cognition*, 62, 42 - 56.

Ling, X., Li, F., Qiao, F., Guo, X., & Dienes, Z. (2016). Fluency expresses implicit knowledge of tonal symmetry. *Frontiers in Psychology*, 7, 57.

Maria, A., Laetitia, S., Nicolas, S., & Ludovic, F. (2018). Further investigation of distinct components of Stroop interference and of their reduction by short response-stimulus intervals. *Acta Psychologica*, 189, 54 - 62.

Mathews, R. C., Buss, R. R., Stanley, W. B., & Blanchard-Fields, F. (1989). Role of implicit and explicit processes in learning from examples: A synergistic effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(6), 1083 - 1100.

Norman, E., Price, M. C., & Duff, S. C. (2006). Fringe consciousness in sequence learning: The influence of individual

- differences. *Consciousness and Cognition*, 15(4), 723 – 760.
- Norman, E. , Price, M. C. , Duff, S. C. , & Mentzoni, R. A. (2007). Gradations of awareness in a modified sequence learning task. *Consciousness and Cognition*, 16(4), 809 – 837.
- Pavlidou, E. V. , & Williams, J. M. (2010). Developmental dyslexia and implicit learning: Evidence from an AGL transfer study. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 3289 – 3296.
- Reed, J. , & Johnson, P. (1994). Assessing implicit learning with indirect tests: Determining what is learned about sequence structure. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(3), 585 – 594.
- Rohrmeier, M. , Dienes, Z. , Guo, X. , & Fu, Q. (2013). Implicit learning and recursion. *Language and Recursion*, 28, 67 – 85.
- Rünger, D. , & Frensch, P. A. (2010). Defining consciousness in the context of incidental sequence learning: Theoretical considerations and empirical implications. *Psychological Research PRPF*, 74(2), 121 – 137.
- Rünger, D. (2012). How sequence learning creates explicit knowledge: The role of response – stimulus interval. *Psychological Research*, 76, 579 – 590.
- Sanchez, D. J. , Yarnik, E. N. , & Reber, P. J. (2015). Quantifying transfer after perceptual – motor sequence learning: How inflexible is implicit learning? *Psychological Research*, 79, 327 – 343.
- Schumacher, E. H. , Cookson, S. L. , Smith, D. M. , Nguyen, T. V. N. , Sultan, Z. , Reuben, K. E. , & Hazeltine, E. (2018). Dual – task processing with identical stimulus and response sets: Assessing the importance of task representation in dual – task interference. *Frontiers in Psychology*, 9, 1031.
- Seibold, J. C. , Koch, I. , Nolden, S. , Proctor, R. W. , Vu, K. L. , & Schuch, S. (2019). Response repetitions in auditory task switching: The influence of spatial response distance and of the response – stimulus interval. *Acta Psychologica*, 199, 102875.
- Tal, A. , Bloch, A. , Cohen – Dallal, H. , Aviv, O. , Ashkenazi, S. S. , Bar, M. , & Vakil, E. (2021). Oculomotor anticipation reveals a multitude of learning processes underlying the serial reaction time task. *Scientific Reports*, 11, 6190.
- Tanaka, K. , & Watanabe, K. (2018). Effects of model types in observational learning on implicit sequential learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 71(7), 1596 – 1606.
- Tanaka, K. , & Watanabe, K. (2015). Effects of learning duration on implicit transfer. *Experimental Brain Research*, 233(10), 2767 – 2776.
- Weiermann, B. , Cock, J. , & Meier, B. (2010). What matters in implicit task sequence learning: Perceptual stimulus features, task sets, or correlated streams of information? *Learning, Memory*, 36(6), 1492 – 1509.
- Zhang, J. , & Liu, D. (2021). The gradual subjective consciousness fluctuation in implicit sequence learning and its relevant brain activity. *Neuropsychologia*, 160, 107948.

Promoting and Constraining Factors of Far Transfer in Implicit Sequence Learning

Dai Hui¹, Shu Deming², Liu Dianzhi²

(1. School of Marxism, Nanjing Normal University, Nanjing Tech University, Nanjing 210000;

2. School of Education, Soochow University, Suzhou 215123)

Abstract: The near transfer of implicit sequence learning has been confirmed, but the occurrence and influencing factors of far transfer are still unclear. This study adopted the classical paradigm of implicit sequence learning to investigate the facilitation and conditions for far transfer by manipulating various aspects such as first – order rules, stimulus presentation, and key press response settings. The study also paid attention to influencing factors such as the sensitivity of measurement indicators and the response – stimulus interval (RSI) to investigate the promoting effect and conditional constraints of implicit sequence learning on far transfer. The findings are as follows: (1) Enhanced implicit learning and far transfer effects can only be achieved when the RSI is set at 750ms and 1000ms. (2) The emergence of far transfer across different domains is attributed to effective implicit learning, yet the latter does not necessarily guarantee far transfer. Novel stimuli facilitate far transfer of implicit learning across various domains, but certain conditions must be met for this to occur. (3) This research challenges the highly restrictive nature of the internal mechanisms of implicit learning proposed by earlier studies, providing the possibility to confirm the supra – finite state of implicit learning.

Key words: implicit sequence learning; far transfer; RSI; fringe consciousness