

# 知识类别和特点对内隐序列学习的影响\*

付秋芳<sup>1,2</sup> 刘永芳<sup>3</sup> 傅小兰<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>中国科学院心理研究所, 北京 100101) (<sup>2</sup>中国科学院研究生院, 北京 100039)

(<sup>3</sup>华东师范大学心理学系, 上海 200062)

**摘要** 用序列学习中的反应时和错误个数间接测量被试的内隐知识,用再认成绩和预测成绩直接测量被试的外显知识,通过倒转不同的规则探讨了知识类别和特点对内隐序列学习的影响。结果表明:(1)内隐学习和外显学习可能分别依赖于两个独立的学习系统,且互不干扰;(2)当内隐序列学习既包含运动知识又包含概念知识时,知识类别和特点影响被试对序列知识的获得,被试较易获得运动知识;(3)在内隐序列学习中练习的数量也影响被试对序列知识的获得,序列学习是一个动态的过程。

**关键词** 内隐学习,序列学习,概念知识,运动知识,练习效应。

**分类号** B842.3

## 1 引言

序列学习是近年来内隐学习领域最为流行的一种研究范式,它大体上可被界定为这样一些情境,其共同特点是向被试呈现一个有一定速度限制的任务,在此期间:(1)刺激连续出现在微机屏幕的几个位置上,被试对刺激的位置做出反应;(2)刺激呈现的位置序列遵从一个规则,这一规则不告知被试<sup>[1]</sup>。与其他内隐学习范式相比,序列学习具有两个独特的优点:首先,它一般以反应时作为因变量,使对知识的测量变得易于操作且精确性高;其次,它可以对内隐知识进行较为直接的测量<sup>[2]</sup>。

目前,有关序列学习的研究已揭示出了多种多样的内隐学习效应,开始走向对内隐学习特点和机制的探索<sup>[3~5]</sup>。但是,由于内隐学习现象十分复杂,在序列学习获得何种知识表征的问题上存在着很多争议。Ziessler (2001)在一篇文章中指出,在这一问题上有四种相互矛盾的观点<sup>[6]</sup>。首先,有些研究者认为内隐序列学习主要获得刺激序列的结构,也就是获得 S-S(刺激-刺激)的关系,如 Howard、Mutter 和 Howard (1992)证明人们仅仅通过观察刺激序列就可以进行序列学习, Cohen 等人(1990)和

Stadler (1989)表明只有改变刺激序列的结构才会影响被试的序列反应时成绩<sup>[6]</sup>。其次,有些研究者认为内隐序列学习主要获得 R-R(反应-反应)的关系,如 Willingham (1999, 2000)的研究表明,在序列反应时任务中只有当反应序列保持不变而刺激序列改变时才会出现学习的迁移<sup>[7]</sup>。第三, Willingham、Nissen 和 Bullemer (1989)的研究说明,内隐序列学习主要获得 S-R(刺激-反应)的关系<sup>[8]</sup>。第四, Ziessler (1998)提出并验证了第四种假设,认为内隐序列学习主要获得 R-S(反应-刺激)的关系<sup>[9]</sup>。

虽然表面上看这些研究结果相互矛盾,但实质上它们反映了不同关系学习间的一些本质差别。首先,对这四种关系的学习分别需要不同的学习系统参与,如对 S-S 的学习主要需要感知觉系统来完成,对 R-R 的学习主要需要运动系统来完成,对 S-R 和 R-S 的学习则需要这两种系统协同来完成。由于每种学习系统对信息的加工深度不同,从而产生了不同的结果。其次,由于实验情境不同,不同关系的显著性也有所不同,这也会导致不同的结果。因此,尽管在内隐序列学习获得何种知识的问题上众说纷纭,但几乎所有研究者都认为在学习中被试根据具体的情境获得了对将来刺激或反应做出预测的知

收稿日期:2003-10-11

\* 本研究得到国家自然科学基金委员会面上项目(30270466)、中国科技部 973 项目(2002CB312103)和中国科学院心理研究所创新重点项目(0302037)经费支持。

通讯作者:付秋芳, Email: fuqf@psych.ac.cn, 电话: 010-64837210

识。只不过由于研究者使用的方法不同,有些研究者认为被试是通过刺激特点对将来的刺激或反应做出预测,有些研究者认为被试是通过反应特点对将来的刺激或反应做出预测。显然,对前者的学习主要属于知觉概念知识的学习,而对后者的学习则主要属于运动规则知识的学习。那么,当内隐序列学习材料既包含概念知识又包含运动知识时,被试会获得什么样的知识呢?知识类别和特点是否会影响到被试对序列知识的获得呢?

在本研究中,我们采用了包括图形位置和图形顺序两个规则的较为复杂的实验材料。实验一通过倒转不同的规则揭示在既包含图形位置规则又包含图形顺序规则时被试获得何种知识,以此来探讨知识类别和特点对内隐序列学习的影响;实验二针对实验一发现的问题,在复杂重复关系明确条件下,通过对不同的倒转组段采用被试间设计揭示该种条件下被试会获得何种知识,以此来检验练习效应的作用。

## 2 实验一

### 2.1 实验方法

**2.1.1 被试** 88名大学本科生,平均年龄20.9岁,视力或矫正视力正常,非色盲,此前未参加过类似实验。

**2.1.2 实验设计** 本实验采用2×2两因素组间设计,自变量为重复规则(简单重复,复杂重复)和关系规则(关系明确,关系模糊),两个自变量均为间接测验和直接测验测量的共同因素。因变量是反应时、错误个数、再认成绩和预测成绩,其中,反应时和错误个数是间接测验的指标,再认成绩和预测成绩是直接测验的指标。

**2.1.3 实验仪器和材料** 实验材料在586微机上呈现。刺激材料包括红色方块、蓝色方块、红色的圆和蓝色的圆四种图形,每种图形先后出现在微机屏幕的四个固定位置上,这四个位置在屏幕中间排成一行由四条下划线标出,从左向右分别对应于D、F、J、K键。每一下划线长1厘米,每一图形的边长或直径也为1厘米,图形与下划线相距0.4厘米,相邻两下划线间隔2厘米,屏幕的颜色为淡黄色,被试与屏幕的距离约为50厘米。图形出现的位置规则遵循重复规则的模式,包括简单重复和复杂重复规则,简单重复规则指图形出现的位置序列由两个小的位置序列FJ KDJ FD K和J KDF KJ FD按ABBABAAB顺序构成,我们参照Stadler的研究,第二个位置序

列由第一个位置序列右移一个位置形成<sup>[10]</sup>;复杂重复规则和简单重复规则相似,只不过是由两个稍长的位置序列FJ KDJ FD KJ D和J KDF KJ FDJ D KJ构成。图形出现的顺序规则遵循关系规则的模式,包括关系明确和关系模糊规则,关系明确规则指上一图形的颜色和形状预示下一图形将要出现的具体位置,红色的圆、红色方块、蓝色方块、蓝色的圆分别预示下一图形将出现在与D、F、J、K键对应的位置;关系模糊规则指上一图形的颜色预示下一图形可能出现的两个位置(D、F或J、K),即红色和蓝色分别预示下一图形由左手和右手按键。

每一实验条件包含12个组段,每一组段呈现一个图形序列,其中,第1、2、7、12组段为随机序列,第3、4、5、8、9、10组段为规则序列,第6组段为倒转关系规则序列,第11组段为倒转重复规则序列。在随机序列里,除图形不能在同一位置连续出现外,图形出现的位置和顺序都是随机的;在规则序列里,图形出现的位置和顺序都是固定的。在简单重复条件下第一组段呈现70个图形,前6个图形仅供练习,被试对它们的反应不计入成绩,其余每一组段呈现64个图形;在复杂重复条件下第一组段呈现102个图形,同样,被试对前6个图形的反应不计入成绩,其余每一组段呈现96个图形。倒转重复规则指保持图形序列关系规则不变而倒转重复规则,如若原重复规则包含的两个位置序列为FJ KDJ FD K和J KDF KJ FD,那么倒转后所包含的位置序列为KDFJ DKJ F和DFJ KFD KJ。倒转关系规则指保持图形序列重复规则不变而倒转关系规则,如倒转关系模糊规则后,红色和蓝色分别预示下一图形将由右手和左手按键。

**2.1.4 实验程序** 实验分两个阶段,由被试单独在微机上操作完成,每次实验2至3人同时进行。

#### (1) 反应阶段

实验开始前告诉被试,将要进行的是一项关于反应速度的击键游戏,在屏幕上显示指导语。当被试看懂指导语,并分别把左手中指、食指、右手食指和中指放到键盘的D、F、J、K键上时实验者提醒被试,图形在某一下划线上出现后一定要既快又准地按与其位置相对应的键,做好准备按任意键开始实验。屏幕上先出现四条下划线,紧接着出现一个图形,由被试按键做出反应,反应刺激间隔为300毫秒。若被试反应错误,则屏幕上呈现出错误提示,直至被试做出正确反应下一图形才会出现。每一组段结束后计算机自动呈现该组段被试的平均反应时间和

错误个数,并要求被试把成绩填写在成绩表里以暂时缓解连续操作造成的疲劳。在简单重复条件下每三个组段后要求被试带上耳机至少欣赏一分钟动画,动画结束后被试按任意键进入下一组段;在复杂重复条件下每两个组段呈现一个动画,形式与简单重复条件相同。

## (2) 测验阶段

被试完成最后一组段的反应任务,按任意键进入测验一,即再认测验。指导语在屏幕上显示,若被试仍有疑问,则实验者对其做进一步说明,指出在第3组段中图形出现的位置是由两个小的位置序列反复重复构成,而且第3、4、5、8、9、10组段完全相同,测验一的目的是检查被试是否意识到了这些重复位置序列。被试听懂指导语后按任意键开始测验。被试先像反应阶段那样对图形做出反应,每四个图形后呈现一个答卷,由被试用鼠标点击相应选项做出判断。判断只有正确错误之分,其中“觉得像”、“可能是”、“肯定是”均被看作是肯定判断,“觉得不像”、“可能不是”、“肯定不是”则都被看作是否定判断,计算机自动记录被试的成绩。在简单重复条件下再认测验由8个这样的图形序列构成,分别是位置序列A的前半部分、位置序列B的后半部分和2个随机序列及这4个序列的重复,它们按随机顺序出现。在复杂重复条件下再认测验和简单重复条件相似,只不过是12个小的图形序列构成,分别为位置序列A的前一部分、位置序列B的中间部分、位置序列A的后一部分和3个随机序列及这6个序列的重复。

被试完成测验一后直接进入测验二,即预测测验。同样,指导语也在屏幕上呈现,实验者对其做进一步说明,指出第3、4、5、8、9、10组段中图形的出现还受一定的关系规则支配,测验二的目的是检查被试是否意识到了这些关系。被试完全听懂指导语后按任意键开始测验。被试先像反应阶段那样对图形出现的位置做出反应,图形消失后被试根据图形的特点按相应键预测在第3到5组段和第8到10组段中该图形出现后下一图形的位置。该测验共呈现8个图形,每种图形出现两次,图形出现的位置随机。

## 2.2 结果分析

被试的反应时成绩只包括正确反应的时间,根据Thompson规则如果被试有一个组段的成绩超过这一组段平均成绩的两个标准差,就将该被试的成绩作为异常数据去掉<sup>[11]</sup>。另外,如果被试的出错率超过10%,那么他的成绩也作为异常数据除去<sup>[7]</sup>。

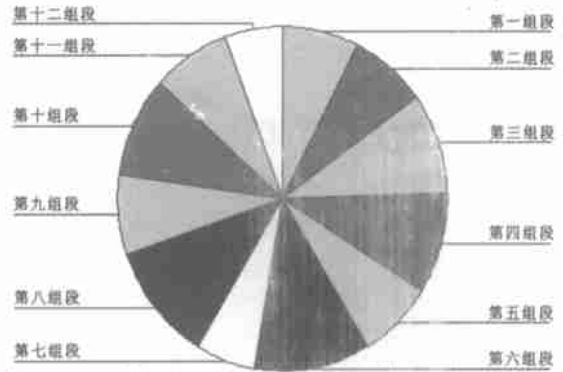


图1 实验一异常数据在各组段的分布

结果各组剩余的被试分别是:在简单重复条件下关系明确组和关系模糊组分别为19人和21人,在复杂重复条件下关系明确组和关系模糊组均为19人。我们对异常数据在各组段的分布进行了重复测量的单因素方差分析,结果表明各组段异常数据的数量差异不显著, $F(11, 110) = 0.57, p = 0.85$ ,说明异常数据是由随机因素造成。

### 2.2.1 反应时

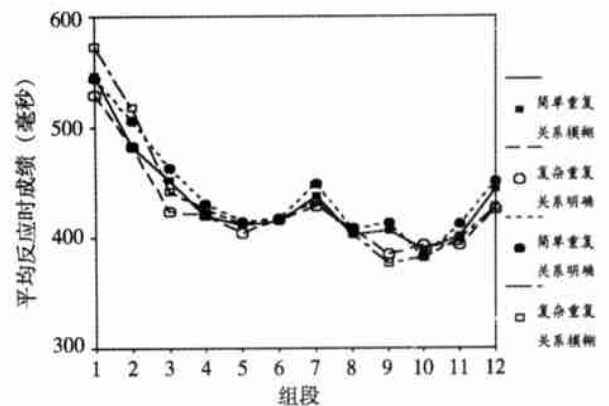


图2 实验一各组被试的平均反应时成绩

1) 规则效应 2(重复规则:简单重复、复杂重复) × 2(关系规则:关系明确、关系模糊) × 6(组段:规则组段3、4、5、8、9、10)混合方差分析表明,组段的主效应显著, $F(5, 370) = 75.30, p < 0.001$ ,在多重比较中只有规则组段5和规则组段8间差异不显著;组段与重复规则的交互作用显著, $F(5, 370) = 7.95, p < 0.001$ ,简单效应分析表明在规则组段3中简单重复组被试与复杂重复组被试间差异显著, $F(1, 76) = 7.11, p < 0.01$ ,在规则组段9中简单重复组被试与复杂重复组被试间差异显著, $F(1, 76) = 16.14, p < 0.001$ ;组段、重复规则

与关系规则三者的交互作用显著,  $F(5, 370) = 2.85$ ,  $p < 0.05$ , 简单简单效应分析表明, 在关系模糊条件下重复规则在规则组段 3 的效应显著,  $F(1, 75) = 11.71$ ,  $p < 0.05$ , 在关系明确条件下重复规则在规则组段 3、5、8、9 的效应均显著 ( $p$  值都小于 0.05); 其他主效应和交互作用均不显著。

2) 倒转效应 2(重复规则: 简单重复、复杂重复)  $\times$  2(关系规则: 关系明确、关系模糊)  $\times$  4(组段: 规则组段 5、倒转关系规则组段 6、规则组段 10、倒转重复规则组段 11) 混合方差分析表明, 组段的主效应显著,  $F(3, 222) = 34.15$ ,  $p < 0.001$ , 在多重比较中只有规则组段 5 和倒转关系组段 6 间差异在 0.057 水平 ( $F(1, 74) = 3.72$ ) 上显著, 其余差异均在 0.001 水平上显著; 组段、重复规则与关系规则三者的交互作用显著,  $F(3, 222) = 2.89$ ,  $p < 0.05$ , 简单简单效应分析表明只有在关系明确条件下重复规则在规则组段 6 的效应显著,  $F(1, 75) = 4.75$ ,  $p < 0.05$ ; 其他主效应和交互作用均不显著。

3) 学习效应 如果被试在对规则组段进行反应时没有获得一定的规则知识, 那么当规则组段变为随机组段时被试的反应时不会增高; 反之亦然。因此, 由规则组段到随机组段被试反应时的差异反映了被试对规则的学习情况。我们把这一差异作为被试对规则的学习成绩, 以此来探讨学习方式和规则特点对被试学习的影响。2(重复规则: 简单重复、复杂重复)  $\times$  2(关系规则: 关系模糊、关系明确)  $\times$  2(学习成绩: 关系规则、重复规则) 混合方差分析表明, 学习成绩的主效应显著,  $F(1, 74) = 4.80$ ,  $p < 0.05$ ; 学习成绩与重复规则的交互作用显著,  $F(1, 74) = 4.79$ ,  $p < 0.05$ , 简单效应分析表明在对重复规则的学习中, 被试对简单重复规则的学习好于对复杂重复规则的学习,  $F(1, 76) = 4.51$ ,  $p < 0.05$ ; 学习成绩、重复规则与关系规则三者的交互作用显著,  $F(1, 74) = 6.42$ ,  $p < 0.05$ , 简单简单效应分析表明只有在简单重复关系明确条件下, 被试对重复规则的学习明显好于对关系规则的学习,  $F(1, 74) = 10.58$ ,  $p < 0.01$ ; 其它主效应和交互作用不显著。

2.2.2 出错率 倒转规则组段及其前后规则组段和随机组段的错误率如表 1 所示。2(重复规则: 简单重复、复杂重复)  $\times$  2(关系规则: 关系明确、关系模糊)  $\times$  3(组段: 规则组段 5、倒转关系规则组段 6、随机组段 7) 混合方差分析表明, 学习组段的主效应十

分显著,  $F(2, 148) = 8.55$ ,  $p < 0.001$ , 多重比较表明只有规则组段 5 和倒转关系规则组段 6 的差异显著,  $F(1, 74) = 11.94$ ,  $p < 0.001$ , 其他主效应和交互作用均不显著。2(重复规则: 简单重复、复杂重复)  $\times$  2(关系规则: 关系明确、关系模糊)  $\times$  3(组段: 规则组段 10、倒转重复规则组段 11、随机组段 12) 混合方差分析表明, 组段的主效应十分显著,  $F(2, 148) = 7.05$ ,  $p < 0.001$ , 多重比较表明只有倒转重复规则组段 11 和随机组段 12 的差异显著,  $F(1, 74) = 5.82$ ,  $p < 0.05$ , 其他主效应和交互作用均不显著。

表 1 实验一各组被试在第 5、6、7、10、11、12 组段中的错误率

组段	关系模糊		关系明确	
	简单重复	复杂重复	简单重复	复杂重复
规则组段 5	2.53 %	1.75 %	2.25 %	2.80 %
倒转组段 6	3.20 %	3.24 %	3.34 %	3.70 %
随机组段 7	3.35 %	3.95 %	3.52 %	4.03 %
规则组段 10	3.80 %	2.80 %	3.51 %	3.04 %
倒转组段 11	4.61 %	3.07 %	3.40 %	3.87 %
随机组段 12	5.88 %	3.78 %	3.73 %	4.52 %

2.2.3 再认成绩 被试对规则组段的反应越来越快, 当规则组段变为倒转组段时被试的反应则明显变慢, 这表明被试对规则组段进行反应时获得了一定的规则知识。那么, 被试是否意识到了这些规则呢? 再认测验就是用来考察被试是否意识到了重复规则, 我们参照 Stadler 的研究把被试在再认测验中做出正确反应的百分数分布与理论上被试随机做出正确反应的百分数分布 (见表 2) 进行  $\chi^2$  检验<sup>[10]</sup>。结果各组的再认成绩与随机猜测的成绩差异均不显著, 其中, 简单重复关系模糊组  $\chi^2 = 10.13$ ,  $df = 8$ ,  $p > 0.05$ , 简单重复关系明确组  $\chi^2 = 6.94$ ,  $df = 8$ ,  $p > 0.05$ , 复杂重复关系模糊组  $\chi^2 = 5.89$ ,  $df = 12$ ,  $p > 0.05$ , 复杂重复关系明确组  $\chi^2 = 2.14$ ,  $df = 12$ ,  $p > 0.05$ , 表明各组被试均未意识到重复规则的存在。

2.2.4 预测成绩 同样, 为了考察被试是否意识到了关系规则, 我们把被试在预测测验中做出正确反应的百分数分布与理论上被试随机做出正确反应的百分数分布 (见表 3) 进行  $\chi^2$  检验。结果只有关系明确组被试的预测成绩与随机猜测的成绩差异显著, 其中, 简单重复关系明确组  $\chi^2 = 14.92$ ,  $df = 7$ ,  $p < 0.05$ , 复杂重复关系明确组  $\chi^2 = 25.94$ ,  $df = 7$ ,  $p < 0.005$ 。那么, 有意识和无意识学习被试

的反应时成绩是否有显著差异呢?为了检验意识的作用,我们参照 Stadler 的研究把被试分为两组<sup>[10]</sup>,在预测测验中做出 5 个或 5 个以上(根据随机反应的百分数分布得出)正确反应的被试为有意识被试(有 3 人),其余为无意识被试。2(意识水平:有意识、无意识) × 2(重复规则:简单重复、复杂重复) × 4

(组段:规则组段 5、倒转关系组段 6、规则组段 10、倒转重复组段 11)混合方差分析表明,意识的主效应不显著, $F(1, 34) = 1.04, p = 0.31$ ,意识和其它因素的交互作用也不显著(所有的显著水平都大于 0.25),表明被试的反应时成绩并不依赖于被试是否意识到关系规则。

表 2 实验一各组被试与随机猜测组在再认测验中正确反应的百分数

正确反应个数	简单重复			复杂重复		
	关系模糊组	关系明确组	随机猜测组	关系模糊组	关系明确组	随机猜测组
0	0	0	0.39	0	0	0.02
1	4.76	0	3.12	0	0	0.29
2	23.81	15.79	10.94	0	0	1.61
3	28.57	15.79	21.88	5.26	5.26	5.37
4	0	47.37	27.34	5.26	15.79	12.09
5	23.81	21.05	21.88	21.05	26.32	19.34
6	14.29	0	10.94	42.11	15.79	22.56
7	4.76	0	3.12	15.79	15.79	19.34
8	0	0	0.39	10.53	15.79	12.09
9				0	5.26	5.37
10				0	0	1.61
11				0	0	0.29
12				0	0	0.02

表 3 实验一各组被试与随机猜测组在预测测验中正确反应的百分数

正确反应个数	关系模糊			关系明确		
	简单重复组	复杂重复组	随机猜测组	简单重复组	复杂重复组	随机猜测组
0	0	0	0.39	0	10.53	10.01
1	0	0	3.12	5.26	10.53	26.70
2	4.76	0	10.94	42.11	21.05	31.15
3	23.81	21.05	21.88	21.05	21.05	20.76
4	28.57	26.32	27.34	21.05	31.58	8.65
5	23.81	47.37	21.88	10.53	0	2.31
6	19.05	5.26	10.94	0	5.26	0.38
7	0	0	3.12	0	0	0.04
8	0	0	0.39			

以上结果表明,在图形位置序列内隐学习中当序列知识包含图形出现的位置规则和顺序规则时,被试较易获得有关位置规则的序列知识,而且,知识的特点还会影响被试对序列知识的获得。由于图形出现的位置规则表示的是序列学习中上一反应与下一反应的关系,被试主要通过运动系统来对其进行学习,学习成绩反映了他们对运动知识的掌握程度;而图形出现的顺序规则表示的是序列学习中上一刺激与下一刺激位置(或反应)的关系,被试主要是通过感知觉系统来对其进行学习,学习成绩反映了他

们对概念知识的掌握程度。所以,该实验结果可解释为在既有运动知识又有概念知识时被试较易获得运动知识,而且,知识的特点会影响被试的学习。

在实验一中我们还观察到一个有趣的现象,在关系明确条件下简单重复组和复杂重复组都有被试意识到关系规则的存在,而统计分析表明被试的反应时成绩并不依赖于被试是否意识到关系规则。这说明内隐学习和外显学习可能分属于两个独立的系统,支持两种学习类型假说<sup>[12]</sup>。然而,由于在本实验中倒转关系规则组段始终在倒转重复规则组段之

前,这隐含着一个假设,即在倒转关系规则后不再存在对重复规则的练习效应,但是,如果实验中出现了它对它的练习效应,那么,这就有利于得出重复规则在序列学习中起重要作用的结论。鉴于这一不足,我们设计了实验二来对此做进一步的验证。

### 3 实验二

#### 3.1 实验方法

**3.1.1 被试** 88名大学本科生,平均年龄22.0岁,视力或矫正视力正常,非色盲,此前未参加过类似实验。

**3.1.2 实验设计** 本实验采用单因素组间设计,自变量为规则特点,共有四个水平,分别为规则不变、倒转关系、倒转重复、规则都变,因变量与实验一相同。

**3.1.3 实验材料与实验程序** 实验材料与实验一复杂重复关系明确条件的前7个组段相同,只不过在不同的实验条件下第6组段分别为规则不变序列、倒转关系序列、倒转重复序列、规则都变序列。倒转规则序列与实验一相同,只是在规则都变序列中两种规则都进行了倒转。在各实验条件下除被试在反应阶段要完成7个组段的任务外,实验程序与实验一复杂重复关系明确条件完全相同。

#### 3.2 结果分析

根据与实验一相同的标准将异常数据除去,结果规则不变组、倒转关系组、倒转重复组和规则都变组剩余的被试分别为21人、20人、20人和21人。由于在本实验中除去异常数据的标准与实验一相同,所以我们不再介绍对异常数据和错误个数进行的分析。

##### 3.2.1 反应时

1) 规则效应和随机效应 4(规则特点:规则不变、倒转重复、倒转关系、规则都变) × 4(组段:规则组段3、4、5、随机组段7) 混合方差分析表明,只有组段的主效应显著,  $F(3, 234) = 28.65, p < 0.001$ ,在多重比较中除规则组段3和4之间差异不显著外,其他组段间差异均显著。

2) 学习效应 同样,我们把由规则组段到倒转组段被试反应时的差异作为被试对规则知识的学习成绩,以此来探讨规则特点对被试学习的影响。独立单因素方差分析表明,规则特点的效应十分显著,  $F(3, 81) = 8.24, p < 0.001$ ,多重比较结果表4所示,表明被试主要获得了重复规则。

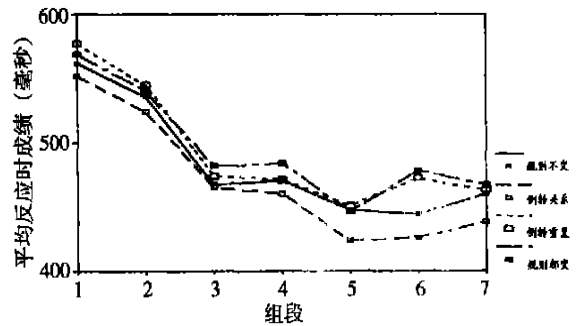


图3 实验三各组被试的平均反应时成绩

表4 实验二各组被试学习成绩的比较

	规则不变	倒转关系	倒转重复	规则都变
	(-3.48)	(2.40)	(21.13)	(31.38)
倒转关系	5.88			
倒转重复	24.61 *	18.73		
规则都变	34.86 *	28.98 *	10.25	

注: \*离差平均数的显著水平是0.05。

**3.2.2 再认成绩和预测成绩** 为了考察被试是否意识到了重复规则和关系规则,同样,我们把被试在再认测验和预测测验中做出正确反应的百分数分布与理论上被试随机做出正确反应的百分数分布(见表5和表6)进行<sup>2</sup>检验。结果在再认测验中所有被试的成绩都与随机猜测的成绩差异不显著,表明他们均未意识到重复规则的存在;在预测测验中倒转关系组和倒转重复组被试的成绩与随机猜测的成绩差异显著,其中倒转关系组  $\chi^2 = 28.48, df = 7, p < 0.005$ ,倒转重复组  $\chi^2 = 25.29, df = 7, p < 0.005$ ,表明这两组中有被试意识到了关系规则的存在。有趣的是,虽然倒转关系组和倒转重复组有被试意识到关系规则的存在,但是倒转关系规则并没有影响被试的反应时成绩,而且倒转重复规则显著影响了被试的反应时成绩,这再次表明被试的反应时成绩并不依赖于被试是否意识到关系规则,揭示了内隐和外显学习的分离。

因此,实验二的结果表明在经过3个组段的练习后,在复杂重复关系明确条件下被试主要获得重复规则知识,这说明在实验一中倒转重复规则始终在倒转关系规则之后,并未影响得出重复规则在序列学习中起重要作用的结论。有趣的是,在实验一中当倒转该条件下的重复规则时被试的反应时并未显著提高,表明这时被试获得的关系明确规则知识已经开始起重要作用。这一结果和 Ziessler 的假设部分相似,即对反应序列的学习是内隐学习的第一

步以后对反应刺激关系的学习便开始活跃起来<sup>[9]</sup>, 所不同的是这里的关系学习是指对上一刺激与下一

反应关系的学习,而且,值得指出的是这里的关系学习仅限于对关系明确规则的学习。

表 5 实验二各组被试与随机猜测组在再认测验中正确反应的百分数

正确反应	规则不变组	倒转关系组	倒转重复组	规则都变组	随机猜测组
0	0	0	0	0	0.02
1	0	0	0	0	0.29
2	0	0	0	0	1.61
3	0	10	0	4.76	5.37
4	4.76	20	5	19.05	12.09
5	14.29	5	30	9.52	19.34
6	52.38	35	25	28.57	22.56
7	9.52	20	35	19.05	19.34
8	14.29	10	5	14.29	12.09
9	0	0	0	4.76	5.37
10	4.76	0	0	0	1.61
11	0	0	0	0	0.29
12	0	0	0	0	0.02

表 6 实验二各组被试与随机猜测组在预测测验中正确反应的百分数

正确反应	规则不变组	倒转关系组	倒转重复组	规则都变组	随机猜测组
0	4.76	15	5	4.76	10.01
1	19.05	0	10	19.05	26.0
2	19.05	25	15	28.57	31.15
3	33.33	25	30	28.57	20.76
4	23.81	30	25	14.29	8.65
5	0	0	15	4.76	2.31
6	0	5	0	0	0.38
7	0	0	0	0	0.04

## 4 讨论

在本研究中,我们用再认测验和预测测验测量被试的外显知识,用反应时和错误个数测量被试的内隐知识,结果发现所有被试对运动知识的再认测验成绩都在随机水平,但是有些被试对关系明确的概念知识的预测成绩超过了随机水平。当比较关系明确条件下有意识和无意识被试的内隐学习成绩时,我们发现被试的内隐学习成绩不受外显知识的影响。这进一步揭示了内隐学习和外显学习的分离现象,表明内隐和外显学习可能分别依赖于两个独立的学习系统,且互不干扰。

正如 Shanks 和 St. John 指出的那样,内隐和外显知识的奇妙差异不在于它们各自是否进入了意识,而在于它们具有不同的信息加工特点<sup>[13]</sup>。我们的实验结果表明,当内隐序列学习材料既包含运动知识又包含概念知识时,被试较易获得运动知识,同

时也会获得一定的概念知识。我们发现,在关系明确条件下部分被试意识到了关系规则的存在,但在简单重复和复杂重复条件下都没有被试意识到重复规则的存在,说明人们较易内隐地学到运动知识。这一结果和 Goschke 早先的发现是一致的<sup>[14]</sup>。然而,正如 Goschke 指出的那样,强调动作反应在序列学习中的重要作用,并不意味着序列学习中被试只学到了低级的动作反应,也不意味着只有动作反应序列才能被学到,因为序列知识既可以包含关于具体运动效应的表征,也可以包含有关动作组织的抽象表征。Keele 等人在他们的研究中也指出,在内隐序列学习中至少部分知识是由比简单动作反应更为复杂的形式编码,这一编码可用于不同的效应器系统<sup>[14]</sup>。

本研究中我们还发现,在不同的重复规则条件下,被试对重复规则和关系规则的学习成绩不同,在不同的重复规则和关系规则条件下被试对重复规则

和关系规则的学习成绩也不同。这一现象表明,当内隐序列学习包含两种不同性质的知识时,知识类别和特点影响被试对序列知识的获得。那么,为什么会出现这样的现象呢?我们认为这可能是由于不同的学习系统对信息的处理方式和加工水平不同而造成的,如在序列学习中人们对运动知识的学习主要由运动系统参与,对概念知识的学习主要由感知觉系统参与,而运动系统对信息的加工水平较深,由它参与的学习过程更易于获得序列知识。所以,当存在两种知识时,被试较易获得其中的一种知识。另外,由于知识的显著性和复杂性等特点可以影响学习系统对信息的加工,因此,知识的特点也会影响被试对序列知识的获得。

值得指出的是,内隐序列学习是一个十分复杂的过程,多种因素都可能影响被试对序列知识的学习。本研究中我们发现,除了知识的类别和特点外,练习的数量也会影响被试对序列知识的获得。此外,Mayr的研究发现刺激或反应的空间分布特点影响被试的序列学习<sup>[15]</sup>,Cleeremans等人发现刺激或反应出现的概率也影响被试的序列学习<sup>[1]</sup>。因此,序列学习是一个动态的过程,关于影响序列学习的因素尚有待于更多的研究来揭示。

### 参 考 文 献

- Cleeremans A, Jiménez L. Implicit sequence learning. In: Stadler M A, Frensch P A. Handbook of implicit learning. Thousand Oaks, CA: Sage, 1998. 323 ~ 364
- Hoyer W J, Lincourt A E. Aging and the development of learning. In: Stadler M A, Frensch P A. Handbook of implicit learning. Thousand Oaks, CA: Sage, 1998. 445 ~ 470
- Cleeremans A, McClelland J L. Learning the structure of event sequence. Journal of experimental psychology: general, 1991, 120 (3): 235 ~ 253
- Stadler M A. Statistical structure and implicit serial learning. Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition, 1992, 18(2): 318 ~ 327
- Heuer H, Schmidtke V. Secondary-task effects on sequence learning. Psychological research, 1996, 59: 119 ~ 133
- Ziessler M, Nellkemper D. Learning of event sequences is based on response-effect learning: further evidence from a serial reaction task. Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition, 2001, 27(3): 595 ~ 613
- Willingham D B, Wells L A, Farrell J M. Implicit motor sequence learning is represented in response locations. Memory & cognition, 2000, 28(3): 366 ~ 375
- 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
- Ziessler M. Response-effect learning as a major component of implicit serial learning. Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition, 1998, 24(4): 962 ~ 978
- Stadler M A. Implicit serial learning: questions inspired by Hebb (1961). Memory & cognition, 1993, 21(6): 819 ~ 827
- Hoffman J, Sebold A, Storker C. Irrelevant response effects improve serial learning in serial reaction time tasks. Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition, 2001, 27(2): 470 ~ 482
- Eimer M, Göschke T, Schlaghecken F et al. Explicit and implicit learning of event sequence: evidence from event-related brain potentials. Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition, 1996, 22(4): 970 ~ 987
- Shanks D R, St. John M F. Characteristics of dissociable human learning systems. Behavioral and brain sciences, 1994, 17: 367 ~ 447
- Göschke T. Implicit learning of perceptual and motor sequences. In: Stadler M A, Frensch P A. Handbook of implicit learning. Thousand Oaks, CA: Sage, 1998. 401 ~ 444
- 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

## THE EFFECTS OF TYPE AND FEATURE OF KNOWLEDGE ON IMPLICIT SEQUENCE LEARNING

Fu Qiufang<sup>1,2</sup>, Liu Yongfang<sup>3</sup>, Fu Xiaolan<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

<sup>(2)</sup> Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

<sup>(3)</sup> Department of Psychology, East China Normal University, Shanghai 200062, China

### Abstract

This study used the number of errors and reaction times as the indicator of implicit knowledge and recognition and generation performance as the indicator of explicit knowledge to test the effects of type and feature of knowledge on implicit sequence learning. The findings indicated that: (1) implicit learning and explicit learning respectively depended on



different learning systems which didn't interfere with each other; (2) when stimuli in implicit sequence learning involved both motor and perceptual knowledge, the type and feature of knowledge influenced the acquirement of sequence knowledge, and motor knowledge was more readily acquired than perceptual knowledge; and (3) the amount of training with a sequence also contributed to the degree of sequence learning, and sequence learning was a dynamic process.

**Key words** implicit learning, sequence learning, perceptual knowledge, motor knowledge, effects of exercising.

## 第一届全国心理学博士点建设工作会议纪要

第一届全国心理学博士点建设工作会议于 2004 年 5 月 18 日~22 日在湖南师范大学召开。这次会议是为了落实国务院学位委员会办公室的有关文件精神,受国务院学位办的委托,由国务院学位委员会心理学学科评议组主办,湖南师范大学承办的。国务院学位委员会心理学学科评议组成员主持了这次会议。国务院学位委员会心理学学科评议组召集人沈德立教授、黄希庭教授分别致开幕词和闭幕词。在开幕式上,湖南省教育厅副厅长申纪云教授和湖南师范大学校长刘湘溶教授到会致辞,表示热烈祝贺。全国心理学各一级学科和二级学科博士点学术带头人以及部分博士生导师共 57 人出席了会议。中山大学心理学系等 5 个单位的代表列席了会议。

会议期间,首先由沈德立教授受国务院学位办委托传达了今后一个时期有关学位与研究生教育工作的思路,与会代表对此进行了认真的讨论。随后,中国科学院心理研究所、北京大学、北京师范大学、华东师范大学、浙江大学、西南师范大学、华南师范大学和天津师范大学等 8 个单位的心理学一级学科博士点和南京师范大学、首都师范大学、辽宁师范大学等 3 个单位的心理学二级学科博士点的代表分别介绍了各自学位点建设及研究生培养的经验;华中师范大学、东北师范大学、陕西师范大学、上海师范大学、山东师范大学、湖南师范大学、江西师范大学、中南大学湘雅医学院、第四军医大学等 9 个单位的心理学二级学科新增博士点的代表也汇报了各自今后的工作设想。与会代表还围绕博士生导师队伍的建设、博士点科研条件的改善、博士生科研能力的提高以及如何把好博士生招生和培养质量关等问题进行了广泛而深入的交流和讨论。

与会代表一致认为,完善博士生导师遴选与博士生招生机制,是心理学博士点建设的重要环节。在博士生培养方面,要重视思想品德教育和创新意识的培养,同时,还应根据心理学科的特点,加强对研究生研究方法与实验技术的训练,提高他们从事高水平研究的专业技能。部分培养单位的代表还就博士生培养的年限,以及通过中期考核、开题报告、论文答辩等环节严把博士生培养质量关等问题,提出了各自的设想和思路,得到了与会代表的热烈响应。

与会代表认为,本次会议求真务实,不仅总结了过去培养博士研究生的经验,而且对今后如何培养高质量的博士研究生进行了卓有成效的探索。会议决定,第二届全国心理学博士点建设工作会议将在明年适当时候在江西师范大学召开,会议的主题是加强博士生导师队伍建设和保证高质量的博士学位论文。

国务院学位委员会心理学学科评议组  
2004 年 5 月 25 日