

# 不同次级任务对序列学习的影响及年级差异<sup>\*</sup>

周铁民 林 雪

(沈阳师范大学教育科学学院, 沈阳 110034)

**摘 要** 以大学生为被试,在单任务、“数声”和“数形”次级任务三种序列学习条件下考察反应时变化进程及内隐学习量的差异性。结果发现,次级任务影响被试内隐序列学习进程,且“数形”任务较“数声”任务对被试产生了更大的干扰作用;但与单任务相比,双任务下的内隐学习量未发生显著消退。考察大学、高中、初中、小学生在以上问题的年级差异中发现,除“数形组”小学生内隐学习消退以外,其他年级组在三任务条件下均习得内隐规则。内隐学习量的任务效应与年级效应显著。

**关键词** 内隐学习, 序列学习, 次级任务, 年级差异。

**分类号** B842.3

## 1 引言

内隐学习是指无意识获得刺激环境复杂知识的过程(Reber, 1967)。序列学习范式(Nissen & Bullemer, 1987)是内隐学习研究中应用较广的范式之一。它要求被试在事先不了解序列特殊规则的情况下,对序列的某一属性做出反应,经过大量练习后,通过相对随机条件下的反应时和正确率变化来检验是否内隐习得了序列的潜在规则。序列学习范式自出现以来围绕内隐序列学习是否会占用注意资源的争论不断。Nissen 和 Bullemer 于 1987 年首次提出序列学习可内隐进行但仍需分配注意资源的观点。自此之后,双任务序列学习作为一种操作刺激任务以探究注意与序列学习关系的研究范式被学者广泛运用。所谓双任务序列学习就是在序列学习中加入次级任务。目前以反应时为指标的典型次级任务是音调计数任务。即在每个序列刺激呈现后会呈现一个元音,要求被试持续地对具有某个特征的元音进行计数(例如高频音或低频音)并在每个组段后报告计数数量。

由于内隐学习的前提是要保障学习过程在无意识状态下发生,因此,意识状态的判别就显得尤为重要。Nissen 和 Bullemer (1987)最早采用言语报告的方法来判别意识状态。Dienes, Altmann, Kwan 和 Goode (1995)进一步提出了主观测量标

准的两个衡量指标:一是被试成绩高于随机水平却认为自己是在猜测;二是被试正确率与信心之间不具有相关性。虽然判别标准得到了一定的完善和补充,但其主观测量的性质依然受到质疑。为此,Willingham, Nissen 和 Bullemer (1989)采用被试对序列学习材料中的序列位置进行连续预测(生成任务)的方式来检测意识水平的客观方法得到认可。

在意识状态判别得到完善和客观化的同时,无意识状态下的内隐学习是否需要注意资源的问题受到关注。Jiménez 与 Méndez (1999, 2001)通过符号计数任务研究得出了被试受双任务条件干扰不显著的结论,认为次级任务更多的是干扰到了外显学习而不是内隐学习。但更多的研究则证明内隐学习的过程和结果的提取是需要注意资源的。Nissen 与 Bullemer (1987)的研究结果就表明,在序列学习任务基础上加入占用注意资源的次级任务后,内隐学习发生消退,提供了内隐学习需要注意资源的肯定性证据。Curran 和 Keele (1993)通过将单任务与双任务进行分离的实验设计得出,被试在单任务测验中的成绩是双任务测验中的两倍。进一步说明双任务由于次级任务的出现而使成绩降低的事实。Stadler 和 Neely (1997)采用音调计数、阶段性字母回忆以及刺激间不同间隔等三种方式对序列学习进行干扰,发现音调计数与刺激间隔时间的改变都能显著地使内隐学习发生消退。Frensch, Wenke

收稿日期: 2016-12-21

<sup>\*</sup> 基金项目: 全国教育科学规划“十二五”课题(BBA120015)。

通讯作者: 周铁民, E-mail: zhoutm\_tj86@126.com。

和 R nger (1999) 重复验证了这一结论并提出抑制表达理论。

显然,不同的研究得出不一致的结果需要进一步验证。为此,本研究设计了两种不同的刺激任务,以期在检验已有结论的基础上,对不同次级任务是否有不同的干扰效果加以说明。此外,考虑年龄差异个体在注意资源占有和分配上的发展特点,通过相关结果在年龄差异上表现特点的分析,不失为另一较有说服力的研究视角。

## 2 实验一:不同次级任务对内隐序列学习的影响

此研究的目的在于探索不同次级任务对序列学习的影响。

### 2.1 研究假设

形状计数任务、声音计数任务对大学生序列学习会产生不一致的干扰作用。

### 2.2 方法

#### 2.2.1 被试

从沈阳某大学随机选择大一至大三 51 名学生自愿参加(男 22,平均年龄:19.78±0.99 岁),视力或矫正视力正常,身体健康状况良好,右利手,未参加过此类内隐学习实验。被试随机分配至三种实验条件下,每组 17 人。三组分别为序列反应时任务组,简称单任务组;声音计数序列反应时任务组,简称数声组;形状计数序列反应时任务组,简称数形组。

#### 2.2.2 材料

任务材料由 E-prime2.0 编写,计算机显示器 17 寸,分辨率 1024×768,被试坐在距离电脑屏幕大约 40 厘米的位置。E-prime 软件自动记录被试反应时与正误率。

单任务组被试实验时显示屏中央水平方向呈现四个空心正方形,每个正方形边长 2cm,间距 4cm,距显示屏边缘水平距离 4.5cm、垂直距离 9cm,背景颜色为白色(RGB 255, 255, 255)。正方形从左至右位置记为 1、2、3、4,分别对应键盘上的“Z”、“X”、“N”、“M”键,正方形中出现图形○为目标刺激,刺激呈现规律为 314213234124,序列从头至尾循环 4 次为一个组段。

数声组被试需要接受 SRT 任务与声音计数为次级任务的 SRT 任务,简称数声 SRT 任务。序列规则为 241431242312;数声 SRT 任务为每个目标刺激后出现枪声或 1000Hz 纯音,其中需对枪声计数,

每组段枪声出现 16~20 次,实验提供头戴式耳机。



图1 SRT任务刺激显示界面

数形组被试需接受 SRT 任务与形状计数为次级任务的 SRT 任务,简称数形 SRT 任务。序列规则与数声组一致,将单任务组 SRT 任务中的目标刺激○改为△,且△在每组段出现时机、次数与数形组中的枪声完全对应。

#### 2.2.3 实验程序

实验在封闭教室中进行,一对一单独施测。实验由学习阶段、测试阶段和意识检测阶段构成。实验前被试被告知这是一个反应时实验,首要任务是对屏幕中出现的目标刺激予以又快又准的按键反应,第二任务是对枪声或△进行计数(单任务组无第二任务)。

学习与测试阶段:

(1) 单任务组被试首先进行 20 次练习后进入正式实验,正式实验由 11 组段组成,除第 10 组段为随机组段外其余组段为规则组段;为避免实验中被试的非内隐性,每一组段以规则内的随机位置为起点,实验共 528 个刺激;每个目标之间的间隔为 50ms,每组段之间被试可根据自身身体疲劳程度进行休息,休息时间不得超过 1 分钟。

(2) 数声组与单任务组程序相似。被试首先进行 20 次练习,其中后 10 次插入两种声音刺激,为数声 SRT 任务练习;1~8 组段学习阶段伴随声音计数任务,声音插入到被试对一序列刺激做出反应到下一刺激出现的前 50ms 处,声音刺激持续 200ms;每组段后被试要尽可能准确地报告枪声次数并由主试记录下来。测试阶段 9~11 组段不加入数声任务,其中第 10 段为随机组段。

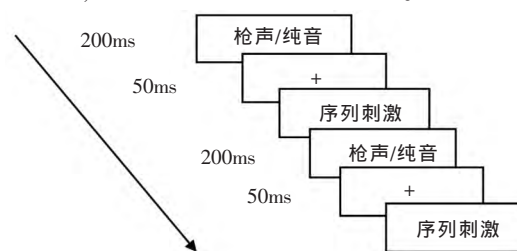


图2 数声SRT任务单个Trail呈现流程图

(3) 数形组被试首先进行 20 次与正式实验相同的练习;与数声组相同,学习阶段 1~8 组段存在形状计数第二任务,被试每组段完成后报告目标

刺激出现数量。测试阶段程序与数声组一致。

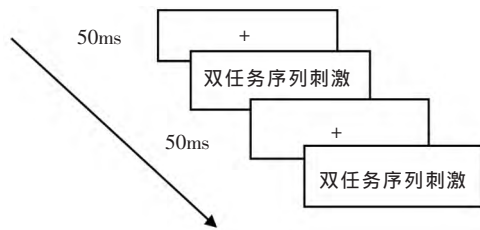


图 3 数形 SRT 任务单个 Trail 呈现流程图

意识检测阶段包括主观测试和客观预判测试两部分。

主观测试包括两个问题：1、对符号出现的位置，你有没有什么特殊的感受？①有；②没有。2、你是否注意到符号出现的位置有什么规律？①根本没注意；②没有什么规律；③似乎有些规律，但是说不出来；④很明显有规律。若被试在第二题选择④则要求其写出自己发现的规律。

预判任务与主观测验相结合，对所有被试进行筛查以保证排除外显被试。主观测试后告知被试实验中刺激位置具有规律，在类似正式实验的情景下呈现单个序列刺激，要求被试依据自身直觉感受或认为的规律判别下一个刺激最有可能出现的正确位置，判断后反馈给被试正确答案，然后进行下一个位置的判断。如此重复，每名被试要连续对一整个

序列规则的刺激进行预估，共 12 次。为使被试预判具有一定基础，最初的 4 个刺激只需观察而不必判断。若被试在预判任务中连续正确预估超过 3 次即判定该被试为外显被试 (Willingham et al., 1989)。

#### 2.2.4 数据处理

筛选内隐被试及有效数据：对实验数据进行预处理，对被试主观测试进行分析，被试均为内隐被试。排除预判任务中连续判断正确超过三个的被试，单任务组 4 人、数声组 3 人、数形组 3 人，排除反应错误率与无效反应率之和超过 20% 的被试后剩余有效被试单任务组 12 人、数声组 14 人、数形组 13 人。在此基础上筛除超过每组段  $M \pm 2.5SD$  的极值以平衡个体差异。

#### 2.3 实验结果

三组内隐被试在预判任务中正确估计数与随机水平进行比较，单任务组正确预判数显著高于随机水平， $t(11) = 4.168, p < 0.005$ ；而数形组与数声组与随机水平无差异， $t(12) = 1.443, p = 0.175$ ， $t(13) = 0.806, p = 0.435$ 。这表明无论是数声还是数形次级任务都一定程度上干扰了被试对序列规则的意识水平，而单任务组的内隐被试对序列规则的外显意识水平较高。

对三组被试 11 组段平均反应时进行统计，结果如表 1 所示。

表 1 三组被试各组段平均反应时 (ms)

组别		组段										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
单任务组	<i>M</i>	439.07	409.59	411.36	420.68	419.08	423.71	432.81	446.54	440.30	458.40	430.82
	<i>SD</i>	46.59	31.47	35.33	51.32	47.84	49.82	62.55	58.57	55.39	53.32	50.17
数声组	<i>M</i>	523.60	497.31	503.07	493.37	509.44	509.04	510.27	491.28	433.98	447.43	432.34
	<i>SD</i>	113.20	104.73	76.66	70.22	75.76	71.66	67.09	66.67	55.62	56.65	59.78
数形组	<i>M</i>	600.21	607.04	623.32	617.00	612.97	609.03	600.50	610.53	475.48	488.16	477.24
	<i>SD</i>	68.29	66.54	76.49	75.05	77.74	74.15	73.32	86.10	55.44	59.28	60.40

学习阶段：考察三组被试 1-8 组段的学习进程，以平均反应时为因变量进行 3 (任务条件)  $\times$  8 (1-8 组段) 的重复测量方差分析。结果发现，组段间反应时未呈现显著变化趋势， $F(7,252) = 0.731, p = 0.574$ 。任务条件主效应显著， $F(2,36) = 26.861, p < 0.001, \eta^2 = 0.599$ ，组段与任务条件交互作用不显著， $F(14,252) = 1.561, p = 0.140$ 。对任务条件进行 LSD 事后检验，单任务组 ( $M = 425.36, SD = 18.28$ ) 平均反应时显著高于数声组 ( $M = 504.67, SD = 16.93$ ) ( $p < 0.01$ )，亦显著高于数形组 ( $M = 610.08, SD =$

17.56) ( $p < 0.001$ )，数声组与数形组平均反应时差异显著 ( $p < 0.001$ )。结果表明声音计数与形状计数次级任务对大学生被试的序列学习进程中的反应速度皆产生了干扰，占用了一定的注意资源，且数形 SRT 任务的干扰作用大于数声 SRT。

测试阶段：被试内隐学习量 ( $\Delta RT$ ) 以随机规则组段平均反应时与相邻两规则组段反应时的均值之差表示，即  $\Delta RT = \text{第 10 组段平均反应时} - (\text{第 9 组段平均反应时} + \text{第 10 组段平均反应时}) / 2$ 。以反应时为因变量进行 3 (任务条件)  $\times$  2 (第 10 组



段平均反应时、第9、11组段反应时平均数)重复测量方差分析,发现学习量主效应显著,  $F(1,36)=239.717, p<0.001, \eta^2=0.869$ ;任务条件主效应不显著,  $F(2,36)=2.161, p=0.130, \eta^2=0.107$ ;而任务条件与学习量交互效应显著,  $F(2,36)=9.126, p<0.01, \eta^2=0.336$ 。因此,进行简单效应分析,将三组学习量与0水平之间做差异性检验,单任务组( $t(11)=10.453, p<0.001$ )、数声组( $t(13)=8.016, p<0.001$ )、数形组( $t(12)=7.986, p<0.001$ )与0水平之间均差异显著,说明三实验条件下被试均实现了内隐序列学习。

#### 2.4 分析

实验结果表明,次级任务虽然能够抑制被试在序列学习中外显知识的习得并影响被试反应速度,但单、双任务下的内隐学习量并不存在显著差异。形状计数任务能比声音计数任务对大学生序列学习产生了更大的干扰作用。实验将学习阶段与测试阶段分离,统一在单任务条件下进行测量,控制了次级任务对已习得内隐规则表达的抑制;同时随机声音干扰与随机形状干扰的出现次数与频率相同,因此两种次级任务对序列结构完整性的保存一致;虽无法对两干扰条件下被试外显学习成分进行比较,但由于随机干扰使序列学习的复杂性增加,加之主客观测验对内隐被试的筛查,使得两组被试的外显学习成分被控制在较低水平。综合以上分析,说明两种次级任务的主要差异在于占用注意资源量的不同。而两组大学生被试的内隐学习成绩无显著差异这一结果与Jiménez与Méndez(1999, 2001)的研究及我国葛操,白学军和沈德立(2007)的研究结果一致,即内隐学习不受注意负荷影响。但从实验材料与被试角度分析,差异的不显著性也可能是由其他原因造成:首先,Frensch与Miner(1994)在研究双任务序列学习时认为声调计数任务会占用有限的短时记忆,次级任务不仅削弱了相邻序列结构的联结,同时使规则信息在短时记忆中的激活时间缩小,这一推论被称为“短时记忆容量说”。数声组材料中枪声或纯音出现在目标刺激后并持续200ms,在时间上相对于形状干扰应占用了更多短时记忆容量,该因素可能平衡了“数形任务”占用更大注意负荷对内隐学习带来的干扰。其次,大学生处于认知发展的顶峰,注意资源较丰沛。因此两种双任务序列学习的注意负荷差异或未达到影响大学生被试内隐学习上的差异阈限;而根据注意的年龄发展规律,同样的学习在较低年级组未必得到相同结果。

为此,与必要对其他年龄的表现加以考察。

### 3 实验二:不同次级任务对序列学习影响的年级差异

此研究的目的在于通过不同次级任务对序列学习影响的年级差异性表现,探索次级任务在不同注意资源分配上的年级差异性。

#### 3.1 研究假设

任务条件对跨年级被试序列学习的干扰程度不同,即存在任务条件效应和年级效应。

#### 3.2 实验方法

##### 3.2.1 被试

小学五年级50人(男23,平均年龄 $10.72\pm 0.45$ 岁)、初中一年级50人(男25,平均年龄 $13.60\pm 0.50$ 岁),高中一年级49人(男24,平均年龄 $16.63\pm 0.49$ 岁),视力或矫正视力正常,右利手,未参加过类似内隐学习实验,各年级组被试随机分配至单任务组、数声组与数形组中。

##### 3.2.2 材料

与实验一相同。

##### 3.2.3 实验程序

除小学生每部分实验指导语由主试讲解外,其余与实验一相同。

#### 3.3 实验结果

##### 3.3.1 预判任务的描述性统计

按照与实验一相同标准对所有被试主观测试进行分析,剔除外显被试、错误率过高被试与极值。高中、初中、小学组剩余被试在预判任务中的正确预判数与随机水平比较均不存在显著差异。被试分析情况如表2。

##### 3.3.2 三个年级组被试反应时的描述统计

对高中、初中、小学年级组被试在三种任务条件下11个组段平均反应时进行统计,结果如表3所示。

##### 3.3.3 四个年级组被试学习阶段反应时分析

考察三种任务条件下的四个年级组被试1-8组段学习进程,以平均反应时为因变量进行3(任务条件) $\times$ 4(年级) $\times$ 8(1-8组段)重复测方差分析。结果显示组段主效应显著,  $F(7,1050)=4.420, p<0.01, \eta^2=0.029$ ,组段与年级交互效应不显著,  $F(21,1050)=1.518, p=0.116$ ,但组段与任务条件交互作用显著( $F(14,1050)=3.232, p<0.005, \eta^2=0.041$ )。观察各年级组被试学习阶段的平均反应时变化趋势,单任务与两种次级任务下的序列学习皆存在较明显的疲劳效应,除高中与小学

表 2 各任务条件下内隐被试情况 ( $M \pm SD$ )

年级组	任务组	内隐被试人数	正确预判数 (个)	与随机水平差异 ( $t$ )	$p$
高中组	单任务组	14 (3+0)	3.43±1.28	1.249	0.234
	数声组	13 (2+2)	3.46±1.39	1.196	0.255
	数形组	14 (0+1)	3.21±1.19	0.675	0.512
初中组	单任务组	13 (3+3)	3.38±1.39	1.000	0.337
	数声组	14 (2+0)	2.71±1.14	0.939	0.365
	数形组	13 (0+2)	2.62±1.33	1.046	0.316
小学组	单任务组	15 (1+1)	3.53±1.19	1.740	0.104
	数声组	13 (2+1)	3.15±1.28	0.433	0.673
	数形组	14 (3+0)	3.07±0.10	0.268	0.793

注：“内隐被试人数”列中括号内数字代表连续正确预判数超过 3 个的被试数+反应错误率与无效反应率之和超过 20%的被试数。括号外为最后确定的内隐被试人数。其他各列数值由内隐被试得出。

表 3 三任务条件下高中、初中、小学被试各组段平均反应时 ( $ms$ )

年级组		单任务组			数声组			数形组		
		高中	初中	小学	高中	初中	小学	高中	初中	小学
组段 1	$M$	455.98	480.75	583.39	535.32	547.47	741.88	530.75	601.65	744.41
	$SD$	29.88	85.92	72.24	116.12	103.97	156.57	110.94	126.60	152.49
组段 2	$M$	425.79	481.62	559.16	514.39	560.30	730.67	533.27	609.78	733.74
	$SD$	39.92	103.63	78.40	133.19	105.25	143.96	110.24	123.93	141.67
组段 3	$M$	440.13	483.11	577.93	539.99	603.81	790.31	525.38	650.76	763.51
	$SD$	44.34	103.42	83.80	131.07	128.50	166.39	101.28	139.19	135.85
组段 4	$M$	448.53	511.79	580.17	530.21	576.58	743.02	523.89	651.64	765.61
	$SD$	47.65	118.84	86.56	127.28	96.29	152.01	105.40	147.24	110.19
组段 5	$M$	450.92	506.77	579.16	537.95	609.20	731.41	540.53	657.30	821.07
	$SD$	42.64	114.89	102.02	134.33	112.51	123.62	125.82	152.07	126.77
组段 6	$M$	456.18	522.41	599.05	525.47	627.47	726.24	537.19	626.50	748.99
	$SD$	47.34	138.97	97.71	108.43	124.32	155.34	116.15	145.99	113.25
组段 7	$M$	480.45	538.80	577.32	518.47	603.67	719.66	532.89	625.63	792.98
	$SD$	90.22	151.53	90.06	99.58	98.31	143.12	105.91	132.25	111.10
组段 8	$M$	458.30	533.30	607.26	498.14	608.42	692.45	532.04	599.09	758.96
	$SD$	101.18	132.30	96.22	102.56	92.10	158.16	126.02	106.06	128.92
组段 9	$M$	438.69	520.31	585.42	429.21	455.25	547.89	474.88	466.97	583.61
	$SD$	52.23	127.73	77.80	70.66	49.54	98.64	80.00	65.39	85.68
组段 10	$M$	457.46	542.71	583.81	448.14	466.14	560.96	486.59	482.36	592.55
	$SD$	49.23	117.05	64.33	67.13	49.82	84.59	73.82	68.91	106.30
组段 11	$M$	434.82	524.22	556.23	435.55	450.28	556.94	474.91	479.67	598.27
	$SD$	49.39	112.87	69.72	62.23	53.62	74.38	68.01	74.80	103.27

数声组外其他组均未出现统一的反应时波动下降趋势，因被试的疲劳进程不是本次研究重点，因此不再进行组段主效应的事后检验及组段与任务条件交互作用的简单效应分析。

此外，年级主效应显著， $F(3,150) = 34.738$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.410$ ，事后检验得到除高中组与大学组

之间无显著差异，其他各组之间均存在显著差异，小学至高中被试学习阶段反应时呈现显著递减趋势，侧面反映出了内隐序列学习的年级差异，具体见表 4。

任务条件主效应显著 ( $F(2,150) = 30.869$ ， $p < 0.001$ ， $\eta^2 = 0.292$ )；事后检验表明数形组 ( $M = 634.56$ ， $SD = 12.81$ ) 平均反应时显著高于数声组

( $M=587.55$ ,  $SD=11.82$ ) ( $p<0.05$ ), 而数声组平均反应时显著高于单任务组 ( $M=495.77$ ,  $SD=14.18$ ) ( $p<0.001$ )。而年级与任务条件交互效应不显著 ( $F(6,150)=1.436$ ,  $p=0.204$ ), 说明单任务、“数声”任务与“数形”任务随任务复杂程度提升对各年级被试反应速度影响均逐渐增加。

表4 各年级组学习阶段平均反应时多重比较 (LSD)

年级组	小学组	初中组	高中组	大学组
$M$	690.91	576.15	502.47	515.40
$SD$	11.78	18.79	6.82	4.60
小学组				
初中组	114.76***			
高中组	188.44***	73.68**		
大学组	175.51***	60.75*	-12.93	

注：表中数值为对应两均值的差值；\* $p<0.05$ ，\*\* $p<0.01$ ，\*\*\* $p<0.001$ ，以下同。

表5 12组内隐学习量 (ms) 与0水平差异比较 ( $M\pm SD$ )

年级组	任务组	内隐学习量	$df$	与0水平差异 ( $t$ )	$p$
大学组	单任务组	22.49 $\pm$ 7.45	11	10.452	0.000
	数声组	14.27 $\pm$ 6.66	13	8.105	0.000
	数形组	11.80 $\pm$ 5.33	12	7.986	0.000
高中组	单任务组	20.71 $\pm$ 4.60	13	16.840	0.000
	数声组	15.75 $\pm$ 4.49	12	12.660	0.000
	数形组	11.70 $\pm$ 3.52	13	12.429	0.000
初中组	单任务组	20.45 $\pm$ 14.28	12	5.164	0.000
	数声组	13.37 $\pm$ 6.66	13	7.510	0.000
	数形组	7.84 $\pm$ 6.11	12	4.631	0.001
小学组	单任务组	12.99 $\pm$ 20.62	14	2.440	0.029
	数声组	8.55 $\pm$ 7.06	12	4.364	0.001
	数形组	1.60 $\pm$ 38.93	13	0.154	0.880

此外，被试年级主效应显著， $F(3,150)=24.751$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.331$ ；LSD事后检验表明小学组 ( $M=7.82$ ,  $SD=25.76$ ) 与初中组 ( $M=13.88$ ,  $SD=10.76$ )、高中组 ( $M=16.06$ ,  $SD=5.59$ )、大学组 ( $M=15.98$ ,  $SD=7.79$ ) 内隐学习量差异均显著 (三组比较均  $p<0.001$ )，初中组与高中组 ( $p<0.05$ )、大学组 ( $p<0.05$ ) 内隐学习量差异显著，而高中组与大学组内隐学习量差异不显著，四个年级组被试的内隐学习量随年级降低呈递减的趋势。

任务类型主效应显著， $F(2,150)=3.306$ ,  $p<0.05$ ,  $\eta^2=0.042$ 。LSD事后检验得到单任务组 ( $M=18.90$ ,  $SD=13.64$ ) 内隐学习成绩显著高于数声组 ( $M=13.02$ ,  $SD=6.63$ ) ( $p<0.05$ )，数声组成绩亦显著

### 3.3.4 四个年级组被试测试阶段反应时分析

与实验一相同，测试阶段的内隐学习量以被试序列反应时任务中的规则组段：第9组段和第11组段的反应时平均数，与随机组段第10组段的平均反应时之差表示，即 $\Delta RT$ =第10组段平均反应时- (第9组段平均反应时+第11组段平均反应时)/2；进行3 (任务条件)  $\times$  4 (年级)  $\times$  2 (随机、规则) 重复测量方差分析。结果显示，内隐学习主效应显著， $F(1,150)=137.427$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.478$ ；内隐学习与年级交互作用显著， $F(3,150)=3.057$ ,  $p<0.05$ ,  $\eta^2=0.058$ ；内隐学习与任务类型交互效应显著， $F(2,150)=7.575$ ,  $p<0.01$ ,  $\eta^2=0.092$ 。因此，简单效应分析进一步检验四个年级组被试在三种条件下的内隐学习量与0水平之间的差异，除小学组在数形任务条件下未发生内隐学习，其他11组均发生内隐学习。具体结果见表5。

高于数形组 ( $M=8.18$ ,  $SD=20.00$ ) ( $p<0.05$ )。年级与任务类型主效应交互作用不显著， $F(6,150)=1.192$ ,  $p=0.314$ 。

### 3.4 分析

实验结果表明，各年级被试在三种任务条件下均实现内隐学习。数据表明，即使经过多次学习，小学儿童在“数形任务”条件下的内隐学习仍完全消退，而其他组别被试均习得内隐序列规则。说明与其他两种条件相比，较低年级被试在次级任务占用注意资源更多的情况下内隐学习发生困难，这也与 Rausei, Makovski 和 Jiang (2007) 的研究结果一致。三种任务条件下，跨年级被试内隐学习的干扰程度差异显著且数形任务比数声任务对内隐学习

具有更大干扰效果。这一结论与实验一及大多数以往研究结果不同。不同年级被试内隐学习成绩具有显著差异。其中,大学与高中被试内隐学习差异量不甚显著。这一结果与 Howard 和 Howard (1989)、Feeney, Howard 和 Howard (2002) 结果一致,大学生与高中青少年因拥有较丰富的注意资源,故能够在内隐习得规则时兼顾“数声”及情境更加复杂的“数形”两种次级任务。

## 4 讨论

虽然内隐学习与外显学习在学习过程、学习特点、加工机制与神经生理学基础等方面皆表现出较大的区别,但在现实中两者之间很难分离。Fischler 与 Turner (1993) 在研究中发现,内隐学习与外显学习在反应模式上具有一定重叠;樊琪 (2001) 发现两种学习曲线都经历了渐进、高原、突变的发展过程。内隐-外显权衡观认为,大多数学习任务都在内隐与外显学习机制的混杂作用下完成且位于意识-无意识连续体中的一点;即使从进化论角度而言,学习作为一种机体适应性的机能也应在一定程度上保持从无意识到意识的发展一致性,因此在内隐学习研究中同样应重视个体对中枢能量的支配与利用,这为内隐学习个体差异的合理性提供了依据,年级效应作为个体差异的重要部分也应受到关注。

### 4.1 内隐学习的年级效应及其与注意资源的关系

Kahenman (1973) 认为,有限的各感觉通道能量构成了中枢能量。实验中两种次级任务的主要区别在于“数声任务”为视觉-听觉的同时性干扰而“数形任务”为视觉-视觉继时性干扰。“数形任务”中被试对形状干扰项的记忆及对序列规则的学习均依赖于视觉通道能量,而“数声任务”中记忆与序列学习分别占用两种通道能量,因此形状计数对内隐学习的影响应大于声音计数。这一理论能够较好的解释本研究实验二跨年级组被试间三种任务条件下的内隐学习具有显著差异的结果;同时参照四个年级组被试在学习阶段的平均反应时情况,数声组的反应速度均低于数形组;这两个结果表明双任务序列学习范式中的次级任务占用了注意资源,且形状计数任务占用的注意资源多于声音计数任务。

虽然,实验一中三组大学生内隐学习成绩并无显著差异,但从实验二的跨年级组被试中可以看出数形组、数声组与单任务组的内隐学习成绩呈递减趋势,且内隐学习成绩随年级降低同样递减,其中

小学在“数形”双任务序列学习中内隐学习完全消退。两实验结果看似相悖,前者似乎证明内隐学习不受注意负荷影响,这一结论与 Jiménez 与 Méndez (1999, 2001)、Shanks 与 Rowland (2006)、张卫,莫雷,许尚侠和王穗苹 (2002)、葛操等人 (2007)、付秋芳与傅小兰 (2010) 及众多反对注意资源假设的研究结果相一致;而后者结果又说明注意作为一种具有年级效应的加工机制参与了内隐序列学习的进程。综合两种结果可以推测,内隐学习对于注意资源的能量需求或存在远低于外显学习的多个阈限水平,小学生相对于初高中青少年及成年人拥有的认知资源更少,在单任务序列学习中其注意资源足够,故内隐学习发生;而当较为复杂的数形次级任务占用了部分注意资源,分配到序列学习任务中的注意资源便降至内隐学习的最低水平之下,故没有检测到内隐学习的发生;数声次级任务或干扰了部分内隐学习,但未达使其完全消退水平。其他较高年级组本身拥有的资源总量较多,序列学习所需注意水平被实现,故内隐学习不受影响。这一机制可能是本研究中年级差异会对内隐学习产生影响的主要原因。

### 4.2 双任务序列学习中次级任务的干扰作用

关于双任务序列学习中的次级任务是否能使内隐学习发生消退以及这种消退是否是由次级任务本身造成的,相关学者提出了诸多理论与假说,本研究对其中的某些假说进行了验证。

首先,本实验结果对 Frensch (1999) 等人提出的抑制表达假设提供了反面证据。该假说通过对比单、双任务条件下进行序列学习的两组被试在单任务下的学习迁移效果得出内隐学习是一个自动加工过程,第二任务并不会阻碍被试对内隐序列规则的学习,却会抑制其将学到的知识表达出来。本研究为避免次级任务对内隐知识表达的抑制将序列学习与测试阶段分离,“数声”与“数形”次级任务均只出现在学习阶段,但实验二中任务条件主效应仍然显著,说明内隐学习成绩受到次级任务干扰并非因为表达受到抑制。这一结果与 Curran 和 Keele (1993) 的结论一致。

其次,Stadler 和 Neely (1997) 提出固定的组织结构是序列学习关键的组织假设理论。认为,随机“数声”任务使 trail 之间的联接出现变化从而导致序列学习受到破坏。本研究中声音计数任务与形状计数任务经过人工随机处理后出现的时机与次数完全相同,对序列结构的破坏程度应属同质;而



实验结果表明形状计数对内隐学习的干扰较大, 提供了与组织假设相反的证据。

再次, Cleeremans 和 Jiménez (1998) 提出的干扰外显学习成分假设认为, 双任务序列学习的成绩是由内隐学习与外显学习共同构成的, 而第二任务只会对意识知识产生影响导致内隐成绩降低。本研究并未对这一假设进行正面验证但也提供了一些讨论空间, 依内隐-外显权衡观而言, 大多数学习都应掺杂着内隐与外显两种学习机制, 序列学习中被试既获得无意识知识也获得了部分意识知识已得到领域内认可。而对其中外显与内隐所占成分的分离范式仍然缺乏。研究虽未对单、双任务序列学习中的外显学习成分进行测量, 但次级任务的加入使得序列结构复杂化从而降低了被试外显学习的可能性; 如前讨论, “数声”与“数形”的主要差异在于注意负荷, 但差异量水平较低应未达到使外显学习产生差异的水平, 而实验二中数声组与数形组的内隐学习成绩差异显著, 这也可以侧面证明外显学习成分并非是次级任务中学习效果减退的原因。

## 5 结论

本研究条件得出如下结论: (1) 在以大学生为被试的研究中发现, 次级任务影响被试内隐序列学习, 且“数形”任务较“数声”任务产生更大的干扰作用; 与单任务相比, 双任务下的内隐学习量未发生显著消退。(2) 在不同年级被试的研究中, 除“数形组”小学生内隐学习消退以外, 其他年级组均习得内隐规则且内隐学习量的任务效应与年级效应显著。

## 参 考 文 献

- 樊琪. (2001). 自然科学概念形成过程中外显与内隐学习的比较. *心理科学*, 24 (6), 676-765.
- 付秋芳, 傅小兰. (2010). 第二任务对内隐序列学习的影响. *心理科学*, 33 (4), 861-864.
- 葛操, 白学军, 沈德立. (2007). 注意负荷对内隐序列学习的影响研究. *心理科学*, 30 (5), 1029-1032.
- 张卫, 莫雷, 许尚侠, 王穗苹. (2002). 不同负载条件对序列位置内隐学习的影响. *心理学报*, 34 (5), 480-486.
- Cleeremans, A., & Jiménez, L. (1998). Implicit sequence learning: The truth in the details. In: M. A. Stadler, & P. A. Frensch (Eds.), *Handbook of implicit learning* (pp.323-364). Thousand Oaks.
- Curran, T., & Keele, S. W. (1993). Attentional and nonattentional forms of sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19, 189-202.
- Feeney, J. J., Howard, J. H. Jr., & Howard, D. V. (2002). Implicit learning of higher order sequences in middle age. *Psychology and Aging*, 17 (2), 351-355.
- Fischler, I. S., & Turner, C. W. (1993). Speeded tests of implicit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19 (5), 1165-1177.
- Frensch, P. A., & Miner, C. S. (1994). Effects of presentation rate and individual differences in short-term memory capacity on an indirect measure of serial learning. *Memory & Cognition*, 22 (1), 95-110.
- Frensch, P. A., Wenke, D., & Rüniger, D. A. (1999). Secondary tone-counting task suppresses expression of knowledge in the serial reaction task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25 (1), 260-274.
- Howard, J. H., Jr., & Howard, D. V. (1989). Age differences in implicit learning of higher-order dependencies in serial patterns. *Psychology and Aging*, 4 (3), 357-363.
- Jiménez, L., & Méndez, C. (1999). Which attention is needed for implicit sequence learning? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 236-259.
- Jiménez, L., & Méndez, C. (2001). Implicit sequence learning with competing explicit cues. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54 (2), 345-369.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1973). On the psychology of prediction. *Psychological Review*, 80 (4), 237-251.
- Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19, 1-32.
- Rausei, V., Makovski, T., Jiang, Y. V. (2007). Attention dependency in implicit learning of repeated search context. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60 (10), 1321-1328.
- Reber, A. S. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 77, 317-327.
- Shanks, D. R., & Rowland, L. A. (2006). Sequence learning and selection difficulty. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32 (2), 287-299.
- Stadler, M. A., & Neely, C. B. (1997). Effects of sequence length and structure on implicit serial learning. *Psychological Research*, 60 (1-2), 14-24.
- Willingham, D. B., Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1989). On the development of procedural knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 1047-1060.

(下转第 488 页)



## Activities of Prefrontal-temporal Regions and its Correlation with the Big Five Personality during Conceptual Expansion

Yin Desheng<sup>1</sup>, Ma Junpeng<sup>1</sup>, Yang Nan<sup>1</sup>, Jin Hua<sup>1</sup>, Zhu Chaozhe<sup>2</sup>, Lin Chongde<sup>2</sup>

(1 Key Research Base of Humanities and Social Sciences of the Ministry of Education, Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin 300074; 2 National Key Laboratory of Cognitive Neuroscience and Learning, Beijing Normal University, Beijing 100875)

### Abstract

The study of the neural mechanism of Conceptual expansion has become a hotspot from a research perspective of creative cognitive “process” approach. However, previous studies have failed to exclude the influence of evaluate effort on experiments. And no studies investigated whether brain activity during performing creative task is also relevant to personality. Here, participants were asked to view a use and to think out the reasonable connection, the reasonable operational way that can make paper implement the use, between the use and paper. According to material pre-experiment, the uses were separated into high-unusual and low-usual ones in advance. The prefrontal and temporal activities were recorded by functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) during the experiment. To explore the correlations between neural activity related to conceptual expansion and personality, participants were asked to complete the Big Five Inventory. Results found decreased activity in dorsolateral prefrontal cortex (BA9, involved in default mode network) and frontopolar area (BA10) and increased activity in temporal regions (BA21, BA22) in the high as compared to the low expansion condition. In addition, personal meta-trait plasticity (including openness and extraversion) of Big Five Inventory was positively associated with activity in frontopolar areas and right orbitofrontal areas. Taken together, the findings indicate that temporal regions and prefrontal brain is involved in conceptual expansion and personal factors are related to frontal areas during performing creative expansion task.

**Key words** creative processing, conceptual expansion, prefrontal, deactivation, meta-trait.

(上接第 469 页)

## The Effect of Grade on Tone or Shape Counting Dual-task Sequence Learning

Zhou Tiemin, Lin Xue

(Education Science College of Shenyang Normal University, Shenyang 110034)

### Abstract

A secondary task of tone counting and shape counting were used for college students to increase attentional load on implicit sequence learning to investigate the reaction time change process and the differences of implicit learning quantity. The results show that secondary tasks affect subjects implicit sequence learning process and the secondary shape counting task (dual shape) has a greater interference effect than the secondary tone counting task (dual tone), but there was no significant fade of implicit learning happened in dual-task conditions. Both secondary tasks were administered to investigate whether low and high interference tasks create grade effect between grade effect of elementary school, junior high school, senior high school and college students. Results indicate all groups acquired implicit rules except elementary school students in dual shape condition. Significant difference of implicit learning was found in four grade groups and three conditions.

**Key words** sequence learning, tone counting, shape counting, secondary task, grade effect.