

选择性注意对听觉内隐学习的影响*

李秀君 石文典

(上海师范大学教育学院, 上海 200234)

摘要 内隐学习被认为是人类无意识、无目的获得复杂规则的自动化过程。已有研究表明,在人工语法学习范式下,视觉内隐学习的发生需要选择性注意。为了考察选择性注意对内隐学习的影响是否具有通道特异性,本研究以90名大学生为被试,以人工语法为学习任务,采用双耳分听技术,在听觉通道同时呈现具有不同规则的字母序列和数字序列,考查被试在听觉刺激下对注意序列和未注意序列构成规则的习得情况。结果发现:只有选择注意的序列规则被习得,未选择注意的序列规则未能被习得。研究表明:在人工语法学习范式下,只有选择注意的刺激维度能够发生内隐学习。选择性注意对内隐学习的影响具有跨通道的适用性,不仅适用于视觉刺激,也同样适用于听觉刺激。

关键词 选择性注意;人工语法;双耳分听

分类号 B842

1 引言

人类的生活环境中既有随机变化的事物,也有规律性变化的事物。人类经常能够从随机变化的环境中无意识地、无目的地习得其中的规律性,并能利用习得的规律指引未来的行为。因学习主体没有意识到学习过程的发生,也无法报告出所学习的内容,因此把这种现象称为内隐学习。内隐学习被认为是人类无意识、无目的获得复杂规则的自动化过程(Reber, 1989)。

有关内隐序列学习与注意的关系是内隐学习研究中的一个热点问题,目前还存在着很大的争议(付秋芳,傅小兰,2006)。Turk-Browne, Jungé 和 Scholl (2005)为了探讨视觉内隐学习的自动化问题,给被试呈现24个图形,其中一半图形的颜色为红色,另一半为绿色,每个颜色的图形又分成4组,每组构成一个包含3个图形的三联体(triplet),将两个颜色的三联体交替呈现给被试,每个三联体的最后一个图形重复出现,当重复的图形出现时,要求被试进行按键反应。为了控制被试的注意,要求被试只对某一个颜色的重复图形进行探测反应。结果

发现,被试仅习得进行探测反应的那个颜色的序列规则,而没有习得未进行探测反应的另一个颜色的序列规则。因此, Turk-Browne 等认为内隐学习的发生需要选择性注意。然而, Musz, Weber 和 Thompson-Schill (2015)采用相同的实验程序和相似的实验材料,却得出与之相反的结论。Musz 等给被试交替呈现两种颜色的图形序列,与 Turk-Browne 等人(2005)不同的是,探测目标不再是相继出现的相同的序列元素,而是一个随机呈现的图形,尽管探测目标出现在两个颜色的序列中,但只要要求被试对指定的颜色序列进行探测反应。结果发现,被试不仅习得了进行探测反应的序列结构规则,也习得了未进行探测反应的序列结构规则。Jiang 和 Leung (2005)在考察忽略的背景信息是否能够被内隐的习得时得出与 Musz 等(2015)一致的研究结果。Jiang 和 Leung (2005)要求被试在分心物中搜索目标刺激。第一个阶段,目标刺激为黑色 T,分心物为黑色 L 和白色 L。这样,黑色 L 构成了注意背景,白色 L 则构成了忽略的背景。第二个阶段,把第一阶段中的白色 L 变为黑色 L,黑色 L 变为白色,依然要求被试搜索目标刺激黑色 T。如果忽略的背景能够被习得,

收稿日期: 2014-12-29

* 国家自然科学基金项目(31160201)、上海师范大学研究生优秀成果(学位论文)培育项目(A-6001-14-001205)资助。

通讯作者: 石文典, E-mail: swd_nx@163.com

则当第一阶段中白色 L 背景在第二阶段中变成黑色的 L 背景时, 会显示出线索效应, 从而会提升搜索速度。如果第一阶段中忽略的背景未被习得, 则在第二个阶段中不会对目标的搜索有帮助作用。结果发现, 先前忽略的白色 L 背景变成注意的 L 背景时, 立刻显示出线索效应。因此研究者认为“内隐学习的发生不需要注意”(Guo et al., 2013; Jiang & Leung, 2005)。Huang, Zhang, Liu, Li 和 Wang (2014) 的研究也支持了这一观点, Huang 等给被试呈现 3 种类型的刺激材料, 一种是无背景的字母序列, 一种是有颜色背景的字母序列, 颜色背景又分为规则颜色背景和随机颜色背景, 要求被试仅对字母进行记忆, 结果发现, 随机颜色背景组的成绩显著低于另外两个组, 而规则颜色背景组和无颜色背景组没有显著差异, 表明背景信息影响了被试对字母的学习, 也就是说被试能够内隐的习得背景信息, 内隐学习的发生不需要注意。一些研究者甚至把它看作是“有目的、有选择的学习”相对照的另一种学习方式(eg. Hayes & Broadben, 1988)。

上述研究均采用序列反应时任务(SRT), 且大部分的研究支持了“内隐学习的发生不需要选择性注意”这一观点。相对于 SRT 范式, 人工语法学习(AGL)范式下的探讨则少的多。由于序列反应时任务与人工语法学习的原理有很大区别, 由前者得出的结论不一定适用于后者。比如经典 SRT 范式表明, 尽管被试没有意识到序列规则的存在, 但其反应时还是会随着固定序列的重复而逐渐下降, 这说明被试在固定序列中做出选择反应的心理过程被易化, 对固定序列中的目标刺激做出反应相对容易, 从而使反应时得以缩短; 而对于随机序列的反应较难, 从而使反应时延长(胡彬, 冯成志, 2013)。相反, 经典的 AGL 范式在学习阶段要求被试记忆由特定语法规则生成的一系列字符串, 但并不告知被试这些字符串遵从一定规则, 测验开始前告诉被试, 在学习阶段呈现的字符串是由一定规则构成, 并要求被试对接下来呈现的字符串是否和学习阶段字符串具有相同规则进行判断, 结果表明被试的判断正确率高于几率水平, 而在意识性测验中被试又表现出了对规则习得的无意识性, 由此表明被试内隐地习得了语法规则(张润来, 刘电芝, 2014)。SRT 在预测的基础上能够进行错误矫正, 而 AGL 更倾向于是对刺激的一种自动化的组块加工(Tanaka, Kiyokawa, Yamada, Dienes, & Shigemasa, 2008)。由于 SRT 和 AGL 的学习机制不同, 因此选择性注意(selective

attention)在不同的实验范式中的作用表现形式也可能不同。基于此, 研究者在人工语法学习范式下, 对选择性注意在内隐学习中的作用展开了新一轮的探讨(Eitam, Schul, & Hassin, 2009; Eitam et al., 2013; Tanaka et al., 2008; Weiermann & Meier, 2012)。

Tanaka 等(2008)为了对选择性注意进行控制, 采用 GLOCAL 字母串作为学习材料。GLOCAL 字母串是一系列的合成字母(GLOCAL strings are chains of compound letters) (Navon, 1977)。每一个合成字母代表着一个更大的字母(global letter), 而每个大字母都是由一个小字母(local letters)的集合构成(Each compound letter represents one large letter “ a global letter” that is composed of a set of small letters “ local letters”)。GLOCAL 字母串可以使被试同时看到两个不同的序列, 例如, 被试可以同时看到 global 字母序列为 NVJTVJ, local 字母序列为 BYYFLB, 如图 1 所示。global 字母遵从一个语法, local 字母遵从另一个语法, 要求被试对某个水平的字母序列进行抄写, 以此对选择性注意进行控制。如果内隐学习的发生需要选择性注意, 则被试只能习得进行抄写的序列规则, 而不能习得未抄写的序列规则。结果表明, 被试仅习得了抄写的序列规则。由于 Tanaka 等(2008)的实验中, 序列分别呈现在 global 和 local 的位置, 这种不对等的位置信息或许会影响被试对序列规则的学习, 从而影响实验结论。Eitam 等(2009)在 Tanaka 等(2008)的基础上改进了实验设置, 给被试呈现具有颜色背景的字母序列, 颜色背景是一个方框, 字母则充满整个方框, 这样就避免了 GLOCAL 字母在位置及大小上处于悬殊的不对等状态的问题。字母构成的序列遵从一个语法规则, 背景颜色构成的序列遵从另一个语法规则。要求被试记忆字母序列或颜色序列, 发现被试同样仅能够习得选择注意的信息。由于 Eitam 等(2009)的实验材料具有不同的维度, 一个是字母序列, 一个是颜色序列, Eitam 等(2013)认为或许是实验材料的不同维度而不是选择性注意导致了这一结果。为了进一步验证 Eitam 等(2009)的实验结果, Eitam 等(2013)采用具有相同维度的刺激材料。他们选取了 10 个不同的颜色, 5 个颜色分配给同心圆的内圆, 5 个颜色分配给同心圆的外圆。内圆颜色构成的序列遵循一个语法规则, 外圆颜色构成的序列遵循另一个语法规则, 要求被试对内圆或外圆的颜色进行记忆, 结果发现, 只有被执行记忆任务的序列规则被习得。这些研究均表明选择性注

2.2 方法

2.2.1 被试

随机选取在校本科生 60 名(男女各半), 所有被试听力正常, 年龄在 20~24 之间, 以前均未参加过类似实验。

2.2.2 实验材料与仪器

实验仪器为电脑, 配备耳机。采用 E-prime 进行编程。学习阶段采用两个不同的人工语法 (AG) (Tanaka et al., 2008) (如图 2)。语法一包括 5 个字母 (N,C,D,V,K), 语法二包括 5 个数字 (2, 4, 6, 7, 9), 每个语法产生出 18 个合法序列, 这些序列包含 3~6 个元素。测验阶段包括由 20 个新合法序列(每个语

法各产生 10 个)和 20 个非语法序列, 每个序列包含 5~6 个字母。非语法序列均由合法的第一个元素开始, 合法的最后一个元素结束, 中间违反语法两次。

2.2.3 实验设计与程序

采用 2(序列类型: 字母序列或数字序列)×2(注意指向: 选择注意或忽略)组间设计。

学习阶段, 采用双耳分听和追随耳程序。将不同语法但长度相同的序列随机组对通过耳机同时呈现, 字母序列在一只耳呈现, 数字序列在另一只耳呈现(如图 3), 平衡字母或数字序列在左右耳的呈现顺序。要求被试仅注意一只耳的信息, 一组被试被要求注意并记忆字母序列(字母序列组), 另一

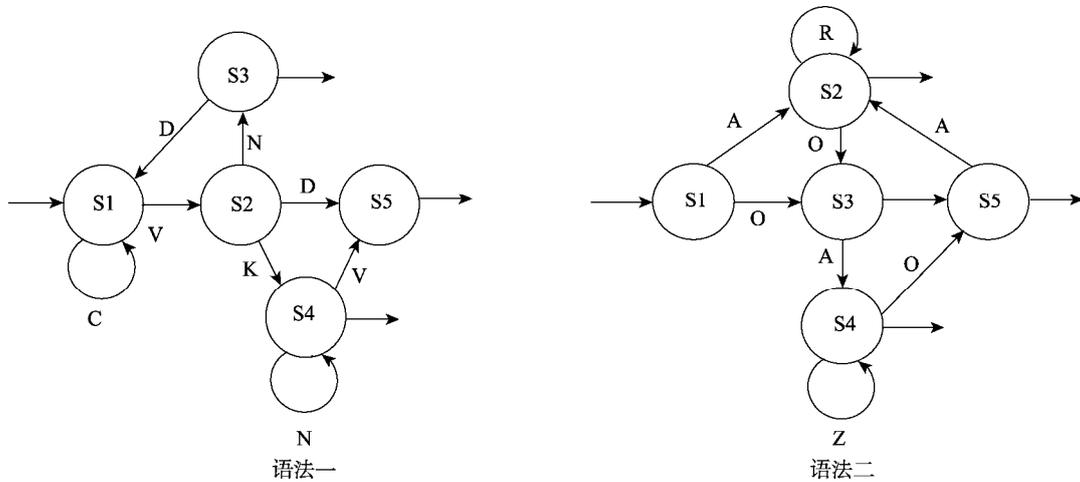


图 2 人工语法图

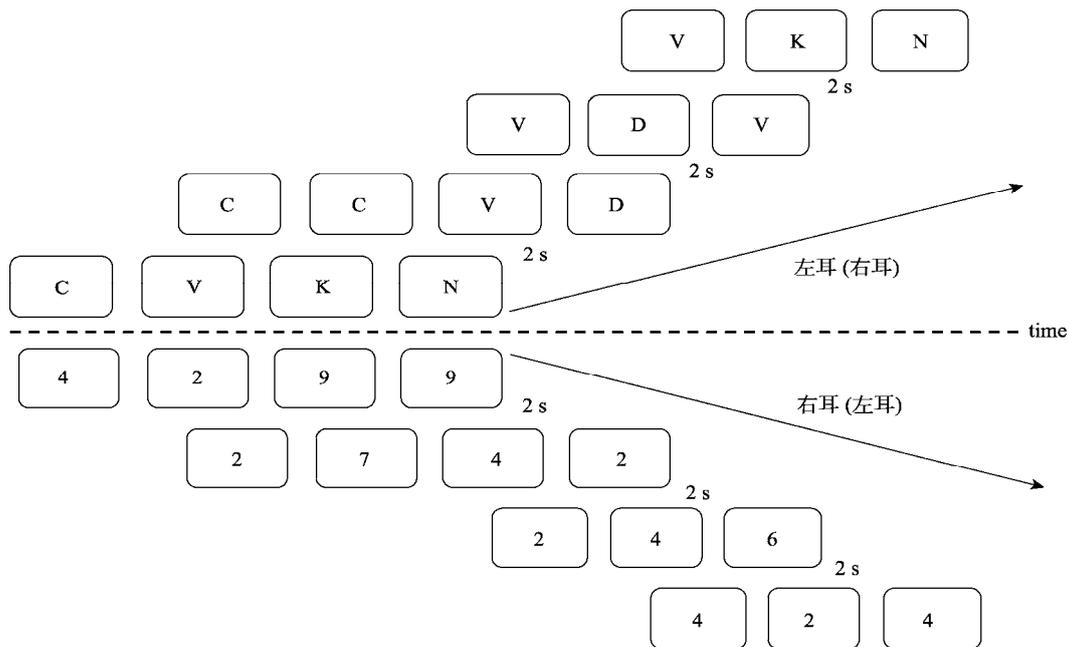


图 3 字母序列和数字序列同时呈现

组被试被要求注意并记忆数字序列(数字序列组)。为了使被试尽可能地只注意一只耳朵(追随耳)的信息,让被试复述事先规定的那只耳朵听到的元素(字母或数字)。每个元素呈现 1 s,前后呈现的元素之间没有时间间隔,序列与序列之间的间隔是 2 s。每个序列呈现 3 次,一共是 $2 \times 18 \times 3 = 108$ 个 trial (Eitam et al., 2009)。

测验阶段,在测验开始之前,根据被试学习的序列类型,告诉被试:刚才听到的字母序列或数字序列是按照一定的复杂规则构成的,现在呈现给你们的是新的序列,其中部分是按照同一个规则产生的,而其他部分不是,这些序列是随机呈现的,你们需要完成的任务是对这些序列进行分类,如果新的序列是由学习阶段的规则产生的,则按 yes; 若不是,则按 no。被试按键反应后,呈现下一个序列。测验阶段只呈现字母序列或数字序列。测验阶段的序列呈现时间与学习阶段相同。

2.3 结果

由于 2 名被试未看懂实验程序,有效被试共 58 人。字母序列组的有效被试为 30 人,其中选择注意组 15 人,忽略组 15 人;数字序列组的有效被试为 28 人,其中选择注意组 14 人,忽略组 14 人。描述统计结果显示(见表 1),无论字母序列还是数字序列,选择注意时的测验成绩均好于忽略。2(序列类型:字母序列 vs. 数字序列) \times 2(注意指向:选择注意 vs. 忽略)方差分析的结果表明,注意指向主效应显著, $F(1, 54) = 34.52, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.39$; 序列类型主效应不显著, $F(1, 54) = 1.18, p = 0.28$; 注意指向主效应与测验类型交互作用不显著, $F(1, 54) = 1.90, p = 0.17$ 。结果表明,选择性注意对内隐学习具有明显的调节作用,序列类型对测验成绩没有太大影响。

表 1 单维度序列学习的测验正确率($M \pm SD$) (%)

序列类型	注意指向	
	选择注意	忽略
字母序列	64.65 \pm 8.95	45.65 \pm 10.00
数字序列	58.2 \pm 12.35	46.45 \pm 8.20

由于选择性注意是本研究关注的核心问题,为了更为清晰地展现选择注意序列与忽略序列的差异,我们对每种序列类型的选择注意序列与忽略序列学习成绩分别进行独立样本 t 检验。结果发现,两种序列类型的选择注意与忽略序列的学习成绩差异均显著。序列类型为字母序列时, $t(28) = 5.49, p <$

$0.001, d = 1.47$; 序列类型为数字序列时, $t(26) = 2.98, p = 0.006, d = 1.38$ 。这表明,被试对选择注意序列规则的学习好于忽略的序列规则,这一结论与假设一致。

为了检验每种实验条件下内隐学习是否发生,我们将每个单元格的测验正确率与几率水平相比较。如果被试的测验成绩高于几率水平,则表明被试习得了序列规则,即发生了内隐学习;如果被试的测验成绩与几率水平相当,则表明被试未习得序列规则,即没有发生内隐学习。根据文献(Conway & Christiansen, 2006),在所有的实验条件下,几率水平被定义为 50%。对选择注意的字母序列、数字序列学习成绩分别进行单样本 t 检验(与几率水平相比较),发现选择注意时两种序列类型的学习成绩均显著高于几率水平,序列类型为字母序列时, $t(14) = 6.34, p < 0.001, d = 1.64$; 测验类型为数字序列时, $t(13) = 2.49, p = 0.03, d = 0.66$ 。对忽略的字母序列、数字序列学习成绩分别进行单样本 t 检验(与几率水平相比较),发现两种序列类型的学习成绩均与几率水平无显著差异,序列类型为字母序列时, $t(14) = -1.68, p = 0.12$; 序列类型为数字序列时, $t(13) = -1.63, p = 0.13$ 。上述结果表明,选择注意时发生了内隐学习;忽略时未发生内隐学习。

2.4 讨论

实验 1 同时呈现的字母序列和数字序列均在注意范围(in the focus of attention)内,被试听到了两个序列,应该能够同时习得两个序列的语法规则。但事实上,只有选择注意(selective attention)的序列规则被习得。这一现象可以被解释为,内隐学习的发生需要选择性注意。当然,这个解释还可能会面临两种质疑。第一,可能是由于语法规则比较复杂,被试对选择注意序列的学习耗费了内隐学习所需要的所有能量,致使被试只习得了选择注意序列的语法规则,忽略的序列规则未被习得(Eitam et al., 2009)。换句话说,忽略的序列规则未被习得,是由于被试不能同时习得听觉呈现的两个不同的语法规则,而不论两种序列是否被选择注意。第二,也可能是被试事实上习得了忽略序列的语法规则,只是不能在测验阶段进行应用(Jiang & Leung, 2005),导致忽略的序列规则的学习成绩处于几率水平。

针对上述两种质疑,我们设计了实验 2 做进一步的考证。在学习阶段要求被试同时记忆两个维度的序列,以考察被试是否能够同时习得两个不同维度的序列规则。

3 实验 2

3.1 实验目的

在左耳和右耳同时呈现具有不同语法规则的两种刺激——字母序列和声音序列, 要求被试学习并记忆两个维度的序列, 测量被试对两个维度序列规则的习得情况。

3.2 方法

3.2.1 被试

随机选取 30 名大学生, 选取标准同实验 1。

3.2.2 实验材料与仪器

同实验 1。

3.2.3 实验设计与程序

采用组间设计, 将被试随机分为两组, 要求被试同时记忆字母序列和数字序列。测验阶段, 一组被试测验字母序列, 另一组被试测验数字序列。其他与实验 1 同。

3.3 结果

由于 1 名被试中途退出, 有效被试共 29 人, 其中字母序列组被试为 15 人, 数字序列组被试为 14 人。描述统计结果显示, 字母序列组的学习成绩($M = 62.34, SD = 8.85$)好于数字序列组($M = 56.79, SD = 11.55$)。为了检验双任务学习时序列类型是否影响被试对序列规则的学习, 我们对两种序列类型的学习成绩进行独立样本 t 检验。结果发现二者差异并不显著, $t(27) = -1.46, p = 0.16$, 这表明测验类型并不影响听觉通道的内隐学习。尽管两耳呈现的序列表面特征有差异, 一个是字母序列, 一个是数字序列, 但对序列的深层结构——规则的习得并无差异。为了进一步检验双任务学习时被试是否能够习得两种序列规则, 对字母序列、数字序列的学习成绩分别进行单样本 t 检验(与几率水平相比较)。结果发现, 两种测验类型的学习成绩均显著高于几率水平。测验类型为字母序列时, $t(14) = 5.41, p < 0.001, d = 1.40$; 测验类型为数字序列时, $t(13) = 2.20, p < 0.05, d = 0.59$ 。这表明尽管语法规则很复杂, 被试依然能够成功地习得两种序列规则。

实验 1 要求被试要么记忆字母序列, 要么记忆数字序列, 即只有一个刺激被选择注意, 而实验 2 要求被试同时记忆字母序列和数字序列, 即两个刺激均被选择注意。对单任务和双任务的字母序列学习成绩进行独立样本 t 检验, $t(28) = 0.72, p = 0.48$, 二者差异不显著; 对单任务和双任务的数字序列学习成绩进行独立样本 t 检验, $t(26) = 0.32, p = 0.75$,

二者差异也不显著。上述结果表明, 单任务和双任务学习成绩近乎一样好。

3.4 讨论

实验 2 的结果表明, 被试能够同时习得两个不同的序列规则, 这就排除了实验 1 中“被试不能够同时习得两个不同语法规则”的推测。被试不仅习得了两个序列规则, 而且能够在合法与不合法序列的区分任务中进行应用。所以, 同时也推翻了“被试仅习得了两个不同的语法, 但是不能全部应用”的推测。实验 2 的这些发现有力地佐证了实验 1 的结果, 被试未能习得第二个语法是由于未选择注意所导致。

单任务和双任务的内隐学习差异不显著, 体现了内隐学习具有心理资源节约性、无意识性、自动概括性等特点。该结果与石文典等(2013)的研究结果一致, 石文典等在视听通道同时呈现两个信息流, 发现被试能够同时习得两个信息流的规则, 且与只呈现一个信息流时无显著差异, 由此认为内隐学习并行存在多重学习系统, 而本研究的实验 2 则为内隐学习并行存在多重学习系统提供了进一步的证据。

尽管单、双任务的内隐学习成绩差异不显著, 但从描述统计的结果看, 实验 2 的内隐学习成绩不如实验 1 好, 也就是双任务的内隐学习成绩不及单任务的好。这表明, 在一定程度上内隐学习是需要耗费一定认知资源的(Dienes, Broadbent, & Berry, 1991; Eitam et al., 2009)。被试在实验 2 需要同时学习两个信息流, 而在实验 1 只需要学习一个信息流, 实验 2 的认知载荷高于实验 1, 被试在实验 2 执行双任务时对每个任务的资源分配要少于在实验 1 执行相应的单任务, 于是导致双任务的内隐学习成绩略差于单任务的内隐学习成绩。

Eitam 等(2009)发现, 在相同的实验条件下, 同时呈现在视觉通道的不同刺激材料, 其内隐学习效果不同, 被试对字母序列的学习成绩好于颜色序列。我们对听觉通道考察的结果发现, 当刺激为声音材料时, 实验 1 与实验 2 中字母序列的成绩略好于数字序列, 但被试对字母序列的学习和对数字序列的学习并没有显著差异。因此, 在听觉通道并未发现因材料类型不同而导致的学习差异这一现象, 这表明内隐学习确实具有通道特异性。

4 总讨论

实验 1 呈现两个信息流, 要求被试仅对一个信息流进行记忆, 忽略另一个, 测量被试对每个信息

流的习得情况, 结果发现被试对记忆的信息流的学习好于对忽略信息流的学习, 并且记忆的信息流的学习成绩显著高于几率水平, 而忽略的信息流的学习成绩与几率水平无显著差异。该结果的一种可能的解释是: 只有选择注意的序列能够发生内隐学习, 而忽略的序列不能发生内隐学习。然而, 这一解释可能面临新的质疑: 由于语法规则比较复杂, 被试不能同时习得两个语法, 即使能够同时习得两个语法却不能同时将两个语法进行应用, 于是表现为一个信息流的学习成绩高于几率水平, 另一个信息流的学习成绩与几率水平没有显著差异。到底被试能不能同时习得两个语法规则呢? 我们在实验 2 中要求被试同时学习两个信息流, 测验任务与实验 1 相同, 这样两个信息流都被选择注意。结果发现被试不仅能够同时习得两个信息流的规则, 并且能够在区分任务中进行应用。这就推翻了“不能习得或应用两个语法”的质疑, 同时进一步证实了实验 1 的结果, 选择注意的序列能够发生内隐学习, 而不论选择注意一个序列还是两个序列。

忽略的刺激是否能够发生内隐学习, 在一定程度上依赖于选择注意的刺激的复杂程度。复杂的刺激认知负荷高, 简单的刺激认知负荷低, 当目标刺激——选择注意的刺激的认知负荷足够高时, 忽略的刺激尽管也在注意范围内(in the focus of attention), 但依然不能很好地被加工(Lavie, 2005)。与此相一致, Rowland 和 Shanks (2006) 也发现, 在序列反应时任务中, 目标任务认知负荷低时, 分心序列发生了内隐学习, 目标任务认知负荷高时, 分心序列则不能发生内隐学习。因此, 目标刺激的低认知负荷有助于非目标刺激内隐学习的发生。由此推论, 在简单的环境中, 无论选择注意还是忽略的刺激都更倾向于能够发生内隐学习; 而在复杂的环境中, 单个刺激获得的认知加工少于简单环境中的单个刺激获得的认知加工, 因此必须对其进行选择注意以获得较多的加工才能发生内隐学习(Mayr, 1996)。本研究采用复杂的人工语法作为刺激材料, 具有很高的认知负荷, 被试必须对其进行选择注意和加工才能够获取结构规则。因此, 只有选择注意的序列发生了内隐学习, 而未选择注意的序列则没有发生内隐学习。当然, Mayr (1996) 的这一观点是否同样适用于简单的语法学习还有待进一步的检验。

本研究同时支持了 Treisman (1964) 的注意衰减理论。我们知道有一种现象, 当我们和朋友在一个鸡尾酒会或某个喧闹场所谈话时, 尽管周边的噪音

很大, 我们还是可以听到朋友说的内容。同时, 在远处突然有人叫自己的名字时, 我们会马上注意到。又比如, 在周围交谈的语言都不是我们的母语时, 我们可以注意到较远处以母语说出的话语。这个现象就是鸡尾酒会效应(Cocktail Party Effect, CPE)。该效应揭示了人类听觉系统中令人惊奇的能力, 使我们可以有选择的注意某一个声音刺激。这也是听觉注意神经信息处理机制发挥重要作用的体现, 它可帮助人类从复杂的背景噪音环境中快速精确地提取出感兴趣或重要的声音内容, 并据此做出进一步的反应。实验 1 即为鸡尾酒会效应的体现, 即当我们把注意集中到某个刺激时, 其他的信息会被过滤掉, 因此选择注意的信息被习得, 未选择注意的信息不能被习得。有研究者在模拟人类听觉认知神经信息处理机制时也发现, 在自然环境下, 人类的听觉系统能够有效增强注意信息的显著性, 降低和抑制非注意背景混叠音的干扰(刘扬, 张苗辉, 郑逢斌, 2013)。实验 2 的结果表明当选择注意两个信息流时, 被试能习得两个信息流的统计规则, 这或许可以看作是鸡尾酒会效应的拓展, 即只要是选择注意的信息均能够被习得, 而不论是选择一个还是两个信息。Treisman (1964) 的注意衰减理论认为, 人的信息加工总能力是有限的, 信息加工过程中存在一个过滤器, 但过滤器不是按“有或无”的方式工作, 而是按照衰减的方式工作。当外界输入的信息通过过滤装置时, 被注意或被追随的信息能完全通过, 不被注意或非追随的信息也能通过, 但在强度上出现衰减。我们的研究表明选择注意的信息通过了过滤器得到了加工, 没有被选择的信息则在强度上出现衰减, 相对于选择注意的信息其学习成绩低下。当选择注意的信息是两个时, 则两个信息流均通过了过滤器并得到了很好的加工。

5 结论

在人工语法学习范式中, 当刺激维度被选择注意时内隐学习才能够发生。选择注意对人工语法学习的影响具有跨通道的适用性, 不仅适用于视觉刺激, 也同样适用于听觉刺激。

参 考 文 献

- Conway, C. M., & Christiansen, M. H. (2006). Statistical learning within and between modalities: Pitting abstract against stimulus-specific representations. *Psychological Science, 17*, 905-912.
- Conway, C. M., & Christiansen, M. H. (2009). Seeing and hearing in space and time: Effects of modality and

- presentation rate on implicit statistical learning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 21, 561–580.
- Dienes, Z., Broadbent, D., & Berry, D. C. (1991). Implicit and explicit knowledge bases in artificial grammar learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17(5), 875–887.
- Eitam, B., Glicksohn, A., Shoval, R., Cohen, A., Schul, Y., & Hassin, R. R. (2013). Relevance-based selectivity: the case of implicit learning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(6), 1508–1515.
- Eitam, B., Schul, Y., & Hassin, R. R. (2009). Goal relevance and artificial grammar learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 228–238.
- Fu, Q. F., & Fu, X. L. (2006). Relationship between representation and consciousness in implicit learning. *Advances in Psychological Science*, 14(1), 18–22.
- [付秋芳, 傅小兰. (2006). 内隐学习中表征与意识的关系. *心理科学进展*, 14(1), 18–22.]
- Guo, X. Y., Jiang, S., Wang, H. Y., Zhu, L., Tang, J. H., Dienes, Z., & Yang, Z. L. (2013). Unconsciously learning task-irrelevant perceptual sequences. *Consciousness and Cognition*, 22, 203–211.
- Hayes, N. A., & Broadbent, D. E. (1988). Two modes of learning for interactive tasks. *Cognition*, 28, 249–276.
- Hu, B., & Feng, C. Z. (2013). The different effects of PM types, motivation, and task sequence on prospective memory. *Acta Psychologica Sinica*, 45(9), 944–960.
- [胡彬, 冯成志. (2013). 前瞻记忆类型差异及动机与任务序列对前瞻记忆的影响. *心理学报*, 45(9), 944–960.]
- Huang, H. X., Zhang, J. X., Liu, D. Z., Li, Y. L., & Wang, P. (2014). Implicit sequence learning of background and goal information under double dimensions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 2989–2993.
- Jiang, Y. H., & Chun, M. M. (2001). Selective attention modulates implicit learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54, 1105–1124.
- Jiang, Y. H., & Leung, A. W. (2005). Implicit learning of ignored visual context. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 100–106.
- Jiménez, L., & Méndez, C. (1999). Which attention is needed for implicit sequence learning? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 236–259.
- Johnston, W. A., & Heinz, S. P. (1978). Flexibility and capacity demands of attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 107(4), 420–435.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort* (p. 246). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused? Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(2), 75–82.
- Liu, Y., Zhang, M. H., & Zheng F. B. (2013). Cognitive neural mechanisms and saliency computational model of auditory selective attention. *Computer Science*, 40(6), 283–287.
- [刘扬, 张苗辉, 郑逢斌. (2013). 听觉选择性注意的认知神经机制与显著性计算模型. *计算机科学*, 40(6), 283–287.]
- Luo, Y. J., & Wei, J. H. (1997). The method of event-related potentials researches on selective attention. *Psychological Science*, 20(6), 553–554.
- [罗跃嘉, 魏景汉. (1997). 选择性注意的ERP研究方法. *心理科学*, 20(6), 553–554.]
- Mayr, U. (1996). Spatial attention and implicit sequence learning: Evidence for independent learning of spatial and nonspatial sequences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 22(2), 350–364.
- Musz, E., Weber, M. J., & Thompson-Schill, S. L. (2015). Visual statistical learning is not reliably modulated by selective attention to isolated events. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77(1), 78–96.
- Navon, D. (1977). Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353–383.
- Reber, A. S. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118(3), 219–235.
- Rowland, L. A., & Shanks, D. R. (2006). Attention modulates the learning of multiple contingencies. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(4), 643–648.
- Shi, W. D., Li, X. J., Wang, W., & Yan, W. H. (2013). Comparison of implicit learning effect between multisensory and unisensory. *Acta Psychologica Sinica*, 45(12), 1313–1323.
- [石文典, 李秀君, 王维, 严文华. (2013). 多通道与单通道的内隐学习效应比较. *心理学报*, 45(12), 1313–1323.]
- Tanaka, D., Kiyokawa, S., Yamada, A., Dienes, Z., & Shigemasa, K. (2008). Role of selective attention in artificial grammar learning. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15(6), 1154–1159.
- Treisman, A. M. (1964). Selective attention in man. *British Medical Bulletin*, 20(1), 12–16.
- Turk-Browne, N. B., Jungé, J. A., & Scholl, B. J. (2005). The automaticity of visual statistical learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(4), 552–564.
- Weiermann, B., & Meier, B. (2012). Implicit task sequence learning with auditory stimuli. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(4), 468–475.
- Zhang, R. L., & Liu, D. Z. (2014). The development of graded consciousness in artificial grammar learning. *Acta Psychologica Sinica*, 46(11), 1649–1660.
- [张润来, 刘电芝. (2014). 人工语法学习中意识加工的渐进发展. *心理学报*, 46(11), 1649–1660.]

Influence of selective attention on implicit learning with auditory stimuli

LI Xiujun; SHI Wendian

(Education School of Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China)

Abstract

Implicit learning refers to people's tendency to acquire complex regularities or patterns without intention or awareness (Reber, 1989). Given regularities are acquired without intention, and largely unconsciousness, implicit learning is often considered to occur without attention. The processes responsible for such learning were once contrasted with a selective intentional "system" (Guo et al., 2013; Jiang & Leung, 2005). However, more recent researches show that actually implicit learning processes are highly selective (Eitam, schul, & Hassin,

2009; Eitam et al., 2013; Tanaka, Kiyokawa, Yamada, Dienes, & Shigemasa, 2008; Weiermann & Meier, 2012). Therefore it is necessary to do more exploration about the roles of attention in implicit learning. So far, all previous Artificial Grammar Learning (AGL) studies used visual stimuli. Thus, it remains unclear whether AGL may be due to the presence of a visual regularity. To investigate the generality of effect of selective attention on AGL, we extend the experimental materials to auditory stimuli.

90 college students were recruited in two experiments. Sequences of letters and sequences of digits with different grammar rules were presented simultaneously through Dichotic listening technology. In Experiment 1, one group of participants were instructed to memorize the sequences of *letters*; another, the sequences of *digits*. In Experiment 2, all participants were instructed to memorize the above two types of sequences.

Results showed that: (1) when only one of the two stimulus dimensions was selected to attend (Experiment 1), participants learned the structure underlying the selected, but not that one of the ignored dimension; (2) when both stimulus dimensions were selected to attend, both structures were learned by participants (Experiment 2). These findings revealed that participants learned only the grammar for the dimensions to which they are attended.

The results of two studies strongly suggest that AGL occurs with auditory stimuli and visual perceptual learning is not necessary. The effect of selective attention on AGL is applicable across modalities, it is not only suitable for visual stimulus, but also applies to the auditory stimulus.

Key words selective attention; artificial grammar learning; dichotic listening