

部分线索对记忆提取的影响： 认知抑制能力的作用*

刘湍丽¹ 白学军²

(¹ 信阳师范学院教育科学学院, 河南 信阳 464000)

(² 教育部人文社会科学重点研究基地天津师范大学心理与行为研究院, 天津 300074)

摘要 在回忆时, 以刚刚学过的部分项目作为提取线索, 被试的回忆成绩反而比没有任何线索时的回忆成绩差, 这一现象被称为部分线索效应。该效应通常被认为是抑制执行控制过程对非线索项目记忆表征强度抑制的结果。本研究以 Stroop 效应量(实验 1)和工作记忆容量(实验 2)为指标, 从个体差异角度考察了认知抑制能力对部分线索效应的影响。结果发现, Stroop 效应量与部分线索效应各指标呈显著负相关, Stroop 效应量越小, 部分线索效应各指标的值越大; 工作记忆容量与部分线索效应各指标呈显著正相关, 高工作记忆容量个体的部分线索效应各指标的值也更大。结果表明, 认知抑制能力越强, 部分线索对回忆的破坏作用越大, 研究结果支持部分线索效应的提取抑制假说。

关键词 部分线索效应; 工作记忆容量; Stroop 任务; 认知抑制能力; 个体差异

分类号 B842

1 引言

在尝试提取的过程中, 信息能否被成功提取受诸多因素的影响。其中是否有足够的提取线索是一个重要的因素(Baddeley, Eysenck, & Anderson, 2009)。然而, 提取线索并不总是促进回忆。一系列研究发现, 当提供刚刚学习过的项目中的一部分作为提取线索时, 人们对剩余项目的回忆效果反而比没有任何线索时差, 这一现象被命名为部分线索效应(part-list cueing effect) (Slamecka, 1968; Nickerson, 1984; Bäuml & Samenieh, 2012; Fritz & Morris, 2015; Barber, Harris, & Rajaram, 2015)。

对部分线索效应现象, 研究者提出相关理论加以解释(Nickerson, 1984; Bäuml & Aslan, 2006; Bäuml, 2008)。首先, 有研究者提出了策略破坏假说(Basden, Basden, & Galloway, 1977; Basden & Basden, 1995;

Reysen & Nairne, 2002)。该假说认为部分线索干扰了被试在编码阶段形成的记忆策略, 导致对目标项目回忆成绩的降低(Aslan & Bäuml, 2007; Basden, Basden, & Stephens, 2002)。策略破坏假说得到了部分研究的支持(Basden & Basden, 1995; Reysen & Nairne, 2002)。但有研究者(Serra & Oswald, 2006)指出该假说存在很多含糊的问题, 比如不能说明被试在提取时采用了什么组织线索; 也不能预测部分线索的破坏量, 虽然策略破坏假说的支持者们引入了一些指标来解决这一问题, 但结果仍不尽理想(刘希平, 石英, 唐卫海, 2011)。

随后, 有研究者提出了提取抑制假说(Bäuml, 2008; Crescentini, Shallice, Del Missier, & Macaluso, 2010), 该假说认为, 部分线索效应是部分线索呈现阶段认知抑制执行控制的一种后效(Aslan, Bäuml, & Grundgeiger, 2007), 即在回忆过程中线

收稿日期: 2016-09-27

* 天津市科技计划项目“天津市市民心理健康素质监测系统开发”(12ZCZDSF07100); 天津市高等学校心理健康与行为调控创新团队(39); 河南省哲学社会科学规划项目(2016CJY034); 河南省教育科学“十三五”规划课题([2016]-JKGHB-0254); 河南省教育厅人文社会科学研究项目(2015-QN-362)的资助。

通讯作者: 白学军, E-mail: bxuejun@126.com

索的提供使得个体对线索项目进行内隐提取, 内隐提取导致对相关项目的抑制(Aslan et al., 2007), 抑制直接影响项目的整体表征强度(Crescentini et al., 2010; Barber et al., 2015)。研究者从项目间关联程度(Bäuml & Aslan, 2006; Aslan & Bäuml, 2009)、编码条件(Peynircioğlu & Moro, 1995; Bäuml & Aslan, 2006)、线索类型(Watkins, 1975; Oswald, Serra, & Krishna, 2006)、抑制进程(白学军, 刘湍丽, 沈德立, 2014)、线索-测试时间间隔(Bäuml & Aslan, 2006; Aslan et al., 2007)及个体差异(Marsh, Dolan, Balota, & Roediger III, 2004; Andrés, 2009)等方面进行的研究均支持了抑制的观点。

执行控制(认知控制)使得人们能够灵活和新颖的指导和协调自我的思想和行为, 以达到既定目标, 即使在面临冲突刺激和不适宜优势反应时, 也能如此(Diamond, 2013)。执行控制的核心包括抑制(抑制控制, 包括反应抑制和认知抑制)、工作记忆和认知灵活性(Collins & Koechlin, 2012; Lunt et al., 2012)。其中, 认知抑制反映了主动抑制并限制与当前任务无关刺激的加工能力(Anderson & Levy, 2009); 工作记忆是一个容量有限的系统, 主要负责在各种复杂认知活动中, 对信息的暂时存储和处理(Jarrold, Tam, Baddeley, & Harvey, 2011)。工作记忆和认知抑制彼此相关且共存(Diamond, 2013; Wood, Vine, & Wilson, 2016), 工作记忆能预测认知抑制能力(Bodrova & Leong, 2007; Solesio-Jofre et al., 2012; Zanto & Gazzaley, 2009), 认知抑制有助于工作记忆效率(Rutman, Clapp, Chadick, & Gazzaley, 2010; Hölzel et al., 2011; Zeidan, Johnson, Diamond, David, & Goolkasian, 2010)。具体而言, 工作记忆中的目标保持, 有利于个体明确当前任务要求, 即明确该做什么和不能做什么, 这有助于对不适宜的刺激进行快速有效的抑制; 认知抑制是对想法或记忆的抑制, 通过对不适宜的分心刺激的抑制, 个体可以更好的将认知资源集中于感兴趣的工作记忆任务内容上。

前人研究表明, 执行控制能力存在较大的个体差异(Schlichting, Aslan, Holterman, & Bäuml, 2015)。从个体差异的视角, 研究者们通过选取不同的被试群体, 发现抑制能力较低个体的部分线索效应量显著低于抑制能力较高个体(Hultsch & Craig, 1976; Foos & Clark, 2000; Bäuml, Kissler, & Rak, 2002; Kissler & Bäuml, 2005; Christensen, Girard, Benjamin, & Vidailhet, 2006; 刘湍丽, 2010, 2014), 研究结果支持了提取抑制假说。但以上研究中抑制能力较低

的被试群体基本为临床患者(如遗忘症、精神分裂症)、儿童和老年人(通常以正常成年人为对照组), 这些被试群体虽然在抑制能力上与正常成年人存在差异, 但在年龄、学习经验、生活时代背景等方面也存在差异。而前人研究表明, 认知抑制能力的发展和老化具有异质性(彭苏浩, 汤倩, 宣宾, 2014), 并且抑制能力本身是一个随年龄不断发展变化的过程(Diamond, 2013), 因此采用不同年龄的儿童或老年人, 得出的研究结果可能是不同的。如果从同一年龄群体选取不同抑制能力个体, 最大可能的排除年龄、学习经验、生活时代背景等的不同对于实验结果的可能影响, 在此基础上对于提取抑制假说的检验, 更具有说服力。

在前人的研究中, 对于认知抑制的考察, 通常采用的实验范式有: Stroop 范式、Flanker 范式、返回抑制范式和负启动范式(Diamond, 2013)。对于工作记忆容量的考察, 通常采用工作记忆广度任务来实现(Conway et al., 2005)。因此, 本研究试图采用研究认知抑制的常用实验范式, 从个体差异的角度, 考察不同抑制能力个体部分线索效应的差异, 以便检验提取抑制假说。

前人研究表明, Stroop 任务是测定认知抑制的有效指标(Zabelina & Robinson, 2010; Morooka et al., 2012; Laurenson et al., 2015), 如果 Stroop 效应较小, 则表明个体的抑制控制能力较强, 因为个体只需付出较小的努力即可对干扰特征、过程或者是心理活动进行有效抑制, 相反的, 如果个体的 Stroop 效应较大, 则表明个体的抑制控制能力较弱, 因为个体在抑制无关信息的过程中需要付出较大的努力或较多的时间(Groborz & Nęcka, 2003; Yusoff, Grüning, & Browne, 2011)。有很多研究采用 Stroop 任务考察抑制机制, 在多个被认为有抑制参与的认知任务中, 均发现 Stroop 效应量能预测这些任务的成绩(Groborz & Nęcka, 2003; Zabelina & Robinson, 2010; Khng & Lee, 2014)。根据 Stroop 效应与认知抑制控制过程相关联的观点, 如果部分线索效应是基于线索项目对目标项目的抑制, 那么可以预期, Stroop 效应量越小的个体, 部分线索对其回忆的破坏作用越大。

目前, 很多研究发现抑制控制能力与工作记忆容量(working memory capacity, WMC)存在正相关, 工作记忆容量越高, 抑制能力越强(Redick, Heitz, & Engle, 2007; McCabe, Roediger III, McDaniel, Balota, & Hambrick, 2010; Schlichting et al., 2015)。在多个

被认为有抑制参与的认知任务中,例如, Stroop 任务(Kane & Engle, 2003)、反向眼跳任务(the antisaccade task) (Kane, Bleckley, Conway, & Engle, 2001; Arbiv & Meiran, 2015)、定向遗忘任务(the directed-forgetting task) (董杏妹, 徐展, 2009; Aslan, Zellner, & Bäuml, 2010)、提取诱发遗忘任务(retrieval induced forgetting task), (Aslan & Bäuml, 2011; Storm & Bui, 2016)、记忆抑制任务(Levy & Anderson, 2008; Schlichting et al., 2015)和睡眠对记忆巩固影响(Sleep-Dependent Memory Consolidation) (Fenn & Hambrick, 2012)等中均发现 WMC 能预测这些任务的表现。根据 WMC 与抑制控制加工过程的有效性相关的观点,如果部分线索效应是基于抑制的,那么可以预期, WMC 容量越大的个体,部分线索对其回忆的破坏作用越大。

本研究将通过测量大学生的部分线索效应任务表现及其与 Stroop 任务(Stroop, 1935)和操作广度任务(OSPAN) (Conway et al., 2005)之间的关系来对以上预期进行检验。经典 Stroop 任务中,要求对不一致的刺激做出正确的反应,即同一个刺激的两个维度或特征产生相互干扰,由此激活两种竞争性反应(Stroop, 1935)。如果部分线索效应反应的是受控制的资源需求的抑制过程,那么部分线索效应与 Stroop 效应呈负相关, Stroop 效应越小的个体,部分线索效应也应越大。OSPAN 任务被广泛应用于个体差异研究,它要求被试同时存储和加工信息,并能有效测量被试的 WMC (Conway et al., 2005)。如果部分线索效应反应的是受控制的资源需求的抑制过程,那么部分线索效应与 WMC 呈正相关, OSPAN 任务得分越高的个体,部分线索效应也应越大。

2 实验 1 Stroop 效应量与部分线索效应

2.1 被试

102 名大学生参加本实验(40 男 62 女)。被试年龄范围 18~24 岁,平均年龄 19.58 ± 1.31 岁。所有被试视力或矫正视力正常,均为右利手。实验后有礼品赠送。

2.2 部分线索任务

2.2.1 材料

从《现代汉语常用词词频词典(音序部分)》(刘源等, 1990)中选取名词 70 个,其中一半作为词表 1,另一半组成词表 2。对两个词表的词频($M_1 = 0.01$,

$SD_1 = 0.01$; $M_2 = 0.01$, $SD_2 = 0.01$; $t(68) = 0.01$, $p > 0.05$)、首字笔画($M_1 = 8.40$, $SD_1 = 2.97$; $M_2 = 7.83$, $SD_2 = 3.21$; $t(68) = 0.60$, $p > 0.05$)、尾字笔画($M_1 = 8.34$, $SD_1 = 3.23$; $M_2 = 8.31$, $SD_2 = 2.69$; $t(68) = 0.01$, $p > 0.05$)、首字部件($M_1 = 2.63$, $SD_1 = 0.91$; $M_2 = 2.37$, $SD_2 = 0.94$; $t(68) = 1.40$, $p > 0.05$)、尾字部件($M_1 = 2.74$, $SD_1 = 1.07$; $M_2 = 2.60$, $SD_2 = 0.97$; $t(68) = 0.34$, $p > 0.05$)进行控制,统计检验结果表明,均不存在显著差异。从词表 1、2 中均选取 14 个词作为线索项目,剩余 21 个词作为目标项目。对每个词表中作为线索项目和目标项目的词的词频、首字笔画、尾字笔画、首字部件和尾字部件均作了控制,采用与检验词表 1 和词表 2 类似的方法进行统计检验,结果表明均不存在显著差异。

2.2.2 设计

记忆任务采用单因素两水平的被试内设计,两个水平分别为:部分线索条件和无部分线索条件。因变量为被试对目标词的回忆结果。

2.2.3 程序

本实验程序采用 E-Prime 1.1 软件进行编程,刺激材料通过 21 英寸 CRT 显示器(分辨率 1024×768,刷新率 85 Hz)呈现。整个实验任务均由计算机控制计时。

部分线索效应的测量采用经典的学习-干扰-测试(自由回忆)范式。正式实验之前先进行练习,让被试熟悉实验程序。

正式实验包括 2 个区组,每个区组学习 1 个词表,均包括学习、干扰和回忆 3 个阶段。

学习阶段,计算机顺次呈现 35 个双字词,刺激间在屏幕中央呈现“+”字(既为注视点又为刺激间的时间间隔 ISI, $ISI = 1100 \pm 100$ ms),双字词的呈现时间为 2000 ms,要求被试采取最有效的记忆策略记住屏幕上呈现的双字词,学习系列的刺激相对于每个被试来说都采用相同的伪随机顺序呈现。

干扰阶段,学习完毕,进行两位数加减法运算分心任务 60 s (计算题呈现时间为 2500 ms, $ISI = 1000$ ms),要求被试在答题纸上写出答案。

回忆阶段,部分线索回忆组,呈现线索项目,要求被试按顺序认真阅读这些项目,并把这些项目作为回忆目标项目的线索,在答题纸上回忆出目标项目。自由回忆组,要求被试在答题纸上默写回忆刚才学习过的所有词。两组回忆时间均为 4 min。

每个区组大约用时 8 min,组间休息 2 min,要求被试尽量放松大脑准备下一组实验。对两种学习

方式的学习顺序、线索条件进行了平衡。

2.3 Stroop 任务

采用经典 Stroop 色-词范式。刺激材料是“红”、“绿”、“黄”、“蓝”四个汉字, 分别用红、绿、黄、蓝四种颜色书写。要求被试尽量忽略字的意义, 按照字的颜色进行反应。任务程序采用 E-prime 1.1 软件编写, 每一试次中刺激的呈现顺序为, 首先呈现注视点 250 ms, 然后呈现色词刺激, 被试做出按键反应后刺激消失, 四种颜色分别对应计算机键盘的 D、F、J、K 键, 如果 2000 ms 之内被试未做出反应, 则刺激消失, 进入到下一个试次。在实验过程中, 要求被试又快又好的做出反应。色词一致和不一致条件下试次数均为 48 个。正式实验之前先进行练习, 让被试熟悉任务要求。计算机自动记录从目标刺激呈现到被试做出反应的时间及反应的正误。

2.4 结果与简要讨论

2.4.1 回忆成绩和 Stroop 效应

对部分线索条件和无部分线索条件下的平均回忆成绩进行了统计, 同时借助信号检测论的方法, 参考 Welford (1986) 的做法, 计算两种条件下的辨别力 d' 和判断标准 β , 结果见表 1。

表 1 部分线索和无部分线索条件下的回忆结果($M \pm SD$)

因变量指标	无部分线索	部分线索
正确回忆量	6.05 \pm 2.41	4.98 \pm 2.52
错误回忆量	1.89 \pm 1.72	1.46 \pm 1.15
d'	1.05 \pm 0.53	0.74 \pm 0.57
β	4.40 \pm 2.89	2.78 \pm 1.80

对部分线索和无部分线索条件下的回忆结果进行配对样本 t 检验, 结果表明, 无部分线索和部分线索条件在正确回忆量、错误回忆量、 d' 和 β 上均存在显著差异, 无部分线索条件显著大于部分线索条件, $t_{\text{正确回忆量}}(101) = 4.21, p < 0.001, d = 0.43$; $t_{\text{错误回忆量}}(101) = 2.74, p < 0.01, d = 0.35$; $t_{d'}(101) = 4.98, p < 0.001, d = 0.50$; $t_{\beta}(101) = 5.04, p < 0.001, d = 0.50$ 。

对 Stroop 任务的反应时和正确率进行了统计, 色-词一致条件下反应时为 $M = 668$ ms, $SD = 87$ ms, 正确率为 $M = 0.97, SD = 0.03$; 不一致条件下反应时为 $M = 789$ ms, $SD = 114$ ms, 正确率为 $M = 0.94, SD = 0.05$ 。对一致和不一致条件下的反应时进行配对样本 t 检验, $t(101) = -19.25, p < 0.001, d = 1.19$, 一致条件下显著低于不一致条件下; 对一致和不一致条件下的正确率进行配对样本 t 检验, $t(101) =$

6.04, $p < 0.001, d = 0.51$, 一致条件下正确率显著高于不一致条件下。

2.4.2 部分线索效应与 Stroop 效应量的相关和回归分析

参考以往研究, 对 Stroop 效应量(Dulaney & Rogers, 1994; 刘海程, 翁旭初, 2007; Guerreiro, Murphy, & van Gerven, 2010)和部分线索效应量(唐卫海, 刘湍丽, 石英, 冯虹, 刘希平, 2014)的计算采用比例法, 目的是使基线标准化。表 2 呈现了 Stroop 效应量(反应时: [不一致条件下的反应时 - 一致条件下的反应时]/不一致条件下的反应时; 正确率: [一致条件下的正确率 - 不一致条件下的正确率]/一致条件下的正确率)与部分线索效应量([自由回忆条件下的回忆成绩 - 部分线索条件下的回忆成绩]/自由回忆条件下的回忆成绩)、辨别力 d' 差值(自由回忆条件 d' - 部分线索条件 d')和判断标准 β 差值(自由回忆条件 β - 部分线索条件 β)之间的相关系数。

表 2 Stroop 效应量与部分线索效应各指标的相关系数

因变量指标	Stroop 效应量(反应时)	Stroop 效应量(正确率)
部分线索效应量	-0.31**	0.07
d' 差值	-0.22*	0.08
β 差值	-0.21*	0.05

注: ***代表 $p < 0.001$, **代表 $p < 0.01$, *代表 $p < 0.05$, +代表边缘显著, 下同。

由表 2 可知, Stroop 效应量(反应时)与部分线索效应的 3 个指标均呈显著负相关。Stroop 效应量(正确率)与部分线索效应的 3 个指标均相关不显著。

参照前人研究(Westerhausen, Kompus, & Hugdahl, 2011; Laurenson et al., 2015), 以 Stroop 效应量(反应时)为自变量, 以部分线索效应量、辨别力 d' 差值和判断标准 β 差值为因变量, 进行分层回归分析, 见表 3。在回归模型中, 第一步将性别和年龄作为控制变量纳入方程, 男性编码为 1, 女性编码为 2; 第二步将 Stroop 效应量作为预测变量纳入方程。

由表 3 可知, 控制了性别和年龄的影响效应之后, Stroop 效应量仍然可以显著预测部分线索效应量、辨别力 d' 差值和判断标准 β 差值。

部分线索效应各指标关于 Stroop 效应量的散点图及最佳拟合线见图 1。部分线索效应量关于 Stroop 效应量的回归线的斜率为负, 并且绝对值显著大于 0, $t(101) = -3.15, b = -2.53, SE = 0.80, p < 0.01$; d' 差值关于 Stroop 效应量的回归线的斜率为

表 3 部分线索效应各指标关于 Stroop 效应量的分层回归分析

变量	部分线索效应量(β)		d' 差值(β)		β 差值(β)	
	第一步	第二步	第一步	第二步	第一步	第二步
第一步: 人口统计学变量						
性别	0.07	0.04	0.13	0.11	0.10	0.08
年龄	0.00	0.02	-0.02	-0.01	-0.09	-0.08
第二步: Stroop 效应量						
Stroop 效应量		-0.30**		-0.21*		-0.20*
F	0.24	3.48*	0.83	2.04	0.77	1.89
R^2	0.01	0.10	0.02	0.06	0.02	0.05
ΔF		9.90**		4.42*		3.97*
ΔR^2		0.09		0.04		0.04

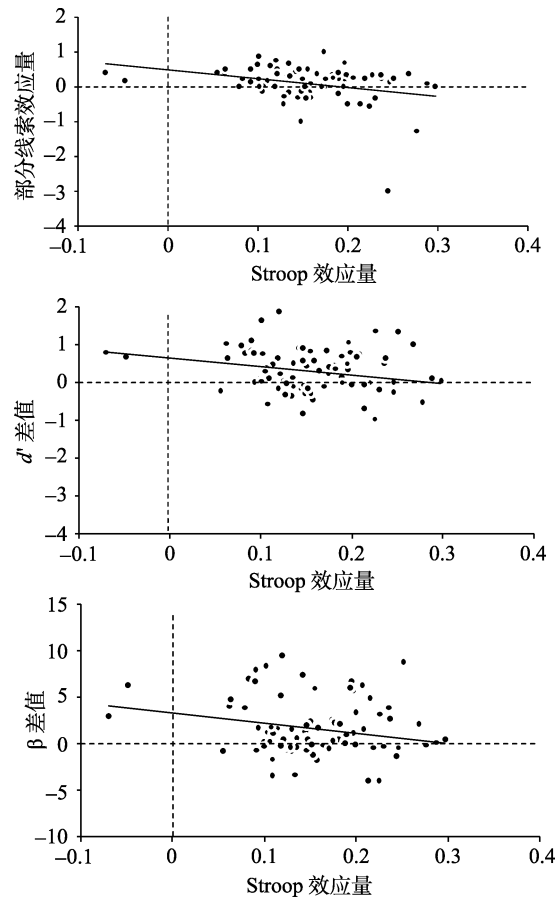


图 1 部分线索效应各指标关于 Stroop 效应量的函数

负, 并且显著大于 0, $t(101) = -2.10$, $b = -2.10$, $SE = 1.00$, $p < 0.05$; β 差值关于 Stroop 效应量的回归线的斜率为负, 并且显著大于 0, $t(101) = -1.99$, $b = -10.49$, $SE = 5.26$, $p < 0.05$ 。

2.4.3 不同 Stroop 效应量个体部分线索效应的差异

以 Stroop 效应量(反应时)为指标, 按效应量大小选取后 20 名和前 20 名被试, 作为高和低抑制能力组, 其部分线索效应量、 d' 差值和 β 差值如表 4 所示。

表 4 高低抑制能力组部分线索效应各指标情况($M \pm SD$)

因变量指标	高抑制能力	低抑制能力
部分线索效应量	0.33 ± 0.29	-0.25 ± 0.78
d' 差值	0.64 ± 0.59	0.07 ± 0.72
β 差值	3.40 ± 3.56	0.58 ± 3.67

对高、低抑制能力组各部分线索效应指标进行独立样本 t 检验, 结果表明, 两组在部分线索效应量、 d' 差值和 β 差值上均存在显著差异, 高抑制能力组显著大于低抑制能力组, $t_{\text{部分线索效应量}}(38) = 9.95$, $p < 0.01$, $d = 0.98$; $t_{d' \text{差值}}(38) = 7.56$, $p < 0.01$, $d = 0.87$; $t_{\beta \text{差值}}(38) = 6.09$, $p < 0.05$, $d = 0.78$ 。

实验 1 考察了部分线索效应量与 Stroop 效应的关系。结果表明, 在回忆成绩、辨别力 d' 和判断标准 β 上, 自由回忆方式下优于部分线索方式下, 表明部分线索对回忆产生了消极影响, 降低了回忆成绩, 这一结果与前人研究结果一致(Bäuml & Aslan, 2006; Aslan & Bäuml, 2009; Bäuml & Samenieh, 2012; 白学军等, 2014; 唐卫海等, 2014, 2015)。在部分线索效应与 Stroop 效应的关系上, 部分线索效应量、 d' 差值和 β 差值均随着 Stroop 效应量的降低而增加, 即 Stroop 效应越小, 部分线索效应越大, 表明抑制能力越高, 部分线索效应越大。

基于此, 我们在实验 2 中进一步采用工作记忆容量作为衡量抑制能力的指标, 考察抑制能力不同个体部分线索效应的差异。

3 实验 2 工作记忆容量与部分线索效应

3.1 被试

105 名大学生参加本实验(39 男 66 女)。被试年龄范围 18~25 岁, 平均年龄 19.53 ± 1.07 岁。所有被试视力或矫正视力正常, 均为右利手。实验后有

小礼品赠送。

3.2 部分线索任务

同实验 1。

3.3 工作记忆容量任务

参考前人研究, 以 OSPAN 任务(Conway et al., 2005)作为测量工作记忆容量的任务。该任务要求被试同时存储和处理信息, 因此测量的工作记忆容量具有较高的信效度。本研究中使用的是 OSPAN 的中文版本。该任务通过 E-Prime 1.1 呈现, 整个实验流程通过 E-Prime 软件自动控制。

OSPAN 任务包含 15 个试次, 每个试次包含特定数量的(3~7 个)相继呈现的数学等式-字母对, 例如, $(3 \times 7) - 3 = ? J$ 。

屏幕上首先会呈现一个数学等式, 要求被试计算出等式的答案, 被试计算出等式的答案后, 马上点击鼠标, 随后屏幕上会呈现一个数字, 要求被试判断该数字是否是等式的正确答案, 正确则用鼠标点击“正确”按钮, 错误则用鼠标点击“错误”按钮, 要求被试又快又好的作出判断。作出判断之后, 一个字母将呈现在屏幕上, 呈现时间为 800 ms, 要求被试记住这个字母。

每个试次中, 最后一个等式-字母对呈现完毕后, 屏幕上会呈现 12 个备选字母, 要求被试按顺序用鼠标左键选出在这个试次中要求记住的字母, 忘记的字母可点击“空白键”代替。每个试次结束后, 会给予反馈, 告知被试正确回忆的字母个数及数学等式计算错误的个数, 反馈屏呈现时间为 2000 ms。每种数量(3~7 个)的试次均重复 3 次, 随机出现。因此 OSPAN 得分最大值为 $3 \times (3+4+5+6+7) = 75$ 。为了避免被试产生数学计算正确率和字母记忆成绩间的权衡, 要求被试的数学计算正确率达到 85%以上。

整个任务完成后, 程序自动报告五项得分: OSPAN 分数(完全正确回忆的试次中, 字母个数的总和)、T-OSPAN 分数(正确回忆出的总的字母个数)、数学题总错误个数、因速度而导致的数学题错误个数、因计算错误而导致的数学题错误个数。整个任务大约需要 20 min。

3.4 结果与简要讨论

3.4.1 回忆成绩和工作记忆容量

对部分线索条件和无部分线索条件下的平均回忆成绩进行了统计, 同时借助信号检测论的方法, 参考 Welford (1986)的做法, 计算两种条件下的辨别力 d' 和判断标准 β , 结果见表 5。

表 5 部分线索和无部分线索条件下的回忆结果($M \pm SD$)

因变量指标	无部分线索	部分线索
正确回忆量	6.18 ± 2.54	4.99 ± 2.33
错误回忆量	2.13 ± 2.01	1.62 ± 1.21
d'	1.01 ± 0.55	0.71 ± 0.53
β	4.15 ± 2.83	2.61 ± 1.66

对部分线索和无部分线索条件下的回忆结果进行配对样本 t 检验, 结果表明, 无部分线索和部分线索条件在正确回忆量、错误回忆量、 d' 和 β 上均存在显著差异, 无部分线索条件显著大于部分线索条件, $t_{\text{正确回忆量}}(104) = 5.54, p < 0.001, d = 0.54$; $t_{\text{错误回忆量}}(104) = 2.81, p < 0.01, d = 0.35$; $t_{d'}(104) = 5.47, p < 0.001, d = 0.29$; $t_{\beta}(104) = 5.13, p < 0.001, d = 0.50$ 。

对 OSPAN 任务得分进行了统计, OSPAN 分数的平均值为 44.18 ($SD = 14.35$, 分值范围为 0~69), T-OSPAN 分数的平均值为 59.30 ($SD = 9.77$, 分值范围为 30~75)。

3.4.2 部分线索效应与工作记忆容量的相关和回归分析

表 6 呈现了 OSPAN 分数和 T-OSPAN 分数与部分线索效应量、辨别力 d' 差值和判断标准 β 差值之间的相关系数。

表 6 OSPAN 分数和 T-OSPAN 分数与部分线索效应各指标的相关系数

因变量指标	OSPAN 分数	T-OSPAN 分数
部分线索效应量	0.38**	0.35**
d' 差值	0.21*	0.24*
β 差值	0.17+	0.19+

由表 6 可知, OSPAN 分数和 T-OSPAN 分数与部分线索效应量、辨别力 d' 差值均呈显著正相关, OSPAN 分数和 T-OSPAN 分数与判断标准 β 差值均呈边缘显著正相关。

参照前人研究(Cowan & Saults, 2013; Mall & Morey, 2013; Schlichting et al., 2015), 以 OSPAN 分数为自变量, 以部分线索效应量、辨别力 d' 差值和判断标准 β 差值为因变量, 进行分层回归分析, 见表 7。在回归模型中, 第一步将性别和年龄作为控制变量纳入方程, 男性编码为 1, 女性编码为 2; 第二步将 OSPAN 分数作为预测变量纳入方程。

由表 7 可知, 控制了性别和年龄的影响效应之后, OSPAN 分数仍然可以显著预测部分线索效应量、辨别力 d' 差值和判断标准 β 差值。

表 7 部分线索效应各指标关于 OSPAN 分数的分层回归分析

变量	部分线索效应量(β)		d' 差值(β)		β 差值(β)	
	第一步	第二步	第一步	第二步	第一步	第二步
第一步: 人口统计学变量						
性别	0.06	-0.03	0.10	0.05	0.11	0.07
年龄	0.06	0.03	-0.01	-0.03	-0.05	-0.07
第二步: OSPAN 分数						
OSpan 分数		0.36***		0.23*		0.18 ⁺
F	0.36	4.86**	0.54	2.22 ⁺	0.69	1.56
R ²	0.01	0.13	0.01	0.06	0.01	0.04
ΔF		13.79***		5.54*		3.27 ⁺
ΔR^2		0.12		0.05		0.03

部分线索效应各指标关于 OSPAN 分数的散点图及最佳拟合线见图 2。部分线索效应量关于 OSPAN 分数的回归线的斜率为正, 并且显著大于 0, $t(104) = 3.71, b = 0.01, SE = 0.00, p < 0.001$; d' 差值关于 OSPAN 分数的回归线的斜率为正, 并且显著大于 0, $t(104) = 2.35, b = 0.01, SE = 0.00, p < 0.05$; β 差值关于 OSPAN 分数的回归线的斜率为正, 并且显著大于 0, $t(104) = 1.81, b = 0.04, SE = 0.02, p = 0.07$ 。

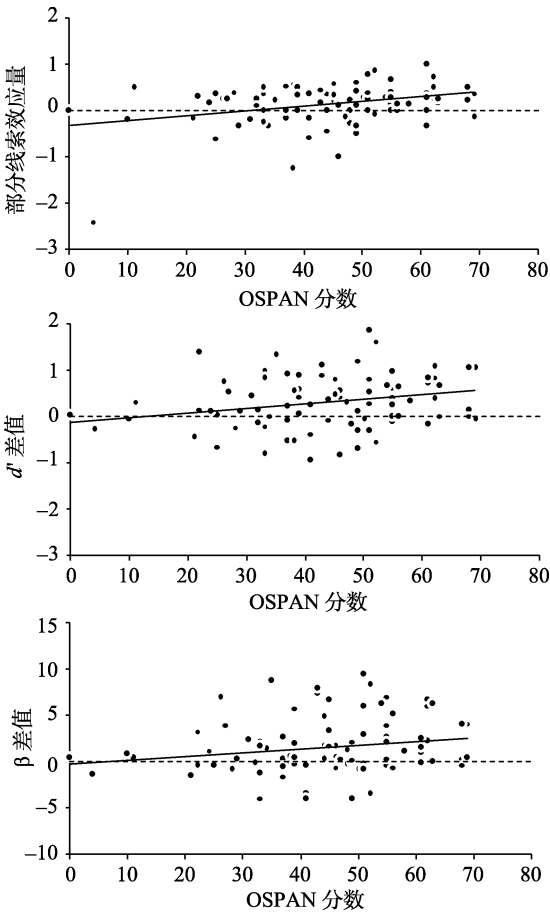


图 2 部分线索效应各指标关于 OSPAN 分数的函数

以 T-OSpan 分数为自变量, 以部分线索效应量、辨别力 d' 差值和判断标准 β 差值为因变量, 进行分层回归分析, 见表 8。在回归模型中, 第一步将性别和年龄作为控制变量纳入方程, 男性编码为 1, 女性编码为 2; 第二步将 T-OSpan 分数作为预测变量纳入方程。

由表 8 可知, 控制了性别和年龄的影响效应之后, T-OSpan 分数仍然可以显著预测部分线索效应量、辨别力 d' 差值和判断标准 β 差值。

部分线索效应各指标关于 T-OSpan 分数的散点图及最佳拟合线见图 3。部分线索效应量关于 T-OSpan 分数的回归线的斜率为正, 并且显著大于 0, $t(104) = 4.01, b = 0.02, SE = 0.01, p < 0.001$; d' 差值关于 T-OSpan 的回归线的斜率为正, 并且显著大于 0, $t(104) = 2.02, b = 0.01, SE = 0.01, p < 0.05$; β 差值关于 T-OSpan 的回归线的斜率为正, 并且大于 0, $t(104) = 1.62, b = 0.05, SE = 0.03, p = 0.09$ 。

3.4.3 不同工作记忆容量个体部分线索效应的差异

以工作记忆容量 OSPAN 分数为指标, 按效应量大小选取前 20 名和后 20 名被试, 作为高和低抑制能力组, 其部分线索效应量、 d' 差值和 β 差值如表 9 所示。

对高、低抑制能力组各部分线索效应指标进行独立样本 t 检验, 结果表明, 两组在部分线索效应量、 d' 差值上均存在显著差异, 高抑制能力组显著大于低抑制能力组, $t_{\text{部分线索效应量}}(38) = 5.07, p < 0.05, d = 0.71$; $t_{d' \text{差值}}(38) = 8.15, p < 0.01, d = 0.89$; 两组在 β 差值上差异边缘显著, 高抑制能力组大于低抑制能力组 $t_{\beta \text{差值}}(38) = 3.43, p = 0.07, d = 0.59$ 。

以工作记忆容量 T-OSpan 分数为指标, 按效应量大小选取前 20 名和后 20 名被试, 作为高和低抑制能力组, 其部分线索效应量、 d' 差值和 β 差值如表 10 所示。

表 8 部分线索效应各指标关于 T-OSPAN 分数的分层回归分析

变量	部分线索效应量(β)		d' 差值(β)		β 差值(β)	
	第一步	第二步	第一步	第二步	第一步	第二步
第一步：人口统计学变量						
性别	0.06	-0.02	0.10	0.07	0.11	0.08
年龄	0.06	0.05	-0.01	-0.02	-0.05	-0.06
第二步：T-OSPAN 分数						
T-OSPAN 分数		0.38**		0.20*		0.16 ⁺
F	0.36	5.64**	0.54	1.73	0.69	1.33
R^2	0.01	0.14	0.01	0.05	0.01	0.04
ΔF		16.11***		4.06*		2.63 ⁺
ΔR^2		0.14		0.04		0.03

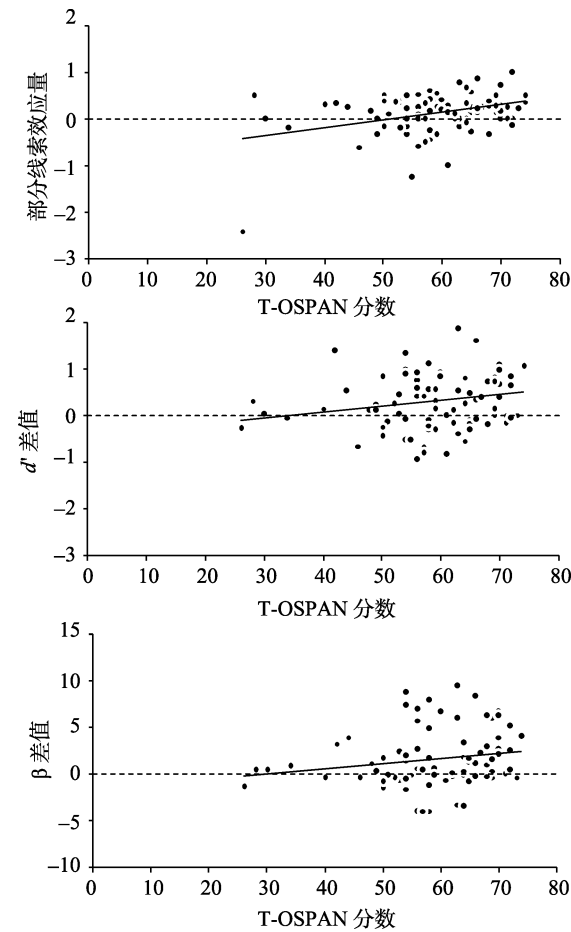


图 3 部分线索效应各指标关于 T-OSPAN 分数的函数

表 10 高低抑制能力组部分线索效应各指标情况($M \pm SD$)

因变量指标	高抑制能力	低抑制能力
部分线索效应量	0.36 ± 0.34	-0.03 ± 0.76
d' 差值	0.56 ± 0.42	0.23 ± 0.45
β 差值	2.56 ± 2.28	0.49 ± 1.60

力组显著大于低抑制能力组, $t_{\text{部分线索效应量}}(38) = 4.41$, $p < 0.05$, $d = 0.66$; $t_{d'\text{差值}}(38) = 9.76$, $p < 0.01$, $d = 0.76$; $t_{\beta\text{差值}}(38) = 11.06$, $p < 0.01$, $d = 1.05$ 。

实验 2 考察了部分线索效应量与工作记忆容量的关系。结果表明, 部分线索效应量、 d' 差值和 β 差值均随着工作记忆容量的增加而增加, 即工作记忆容量越大, 部分线索效应越大, 表明抑制能力越高, 部分线索效应越大, 与实验 1 的结果一致。

4 讨论

4.1 认知抑制能力与部分线索效应

部分线索效应常被认为由于部分线索项目对目标项目的抑制所导致(Bäuml, 2008; Crescentini et al., 2010)。前人关于抑制理论的检验, 较多采用单一的任务范式考察认知抑制能力, 而实际上, 执行控制本身包含复杂成分, 并且执行控制中的认知抑制和工作记忆紧密相关。

本研究以 Stroop 任务和工作记忆容量作为衡量个体抑制能力的指标, 考察了抑制能力与部分线索效应的关系。研究结果发现, 实验 1 中 Stroop 效应量与部分线索效应量、辨别力 d' 差值和判断标准 β 差值呈显著负相关, Stroop 效应量越低的个体, 部分线索对其回忆的破坏作用更大; 实验 2 中工作记忆容量与部分线索效应量、辨别力 d' 差值和判断标准 β 差值呈显著正相关, 即相较于低工作记忆容量个体, 高工作记忆容量的个体在回忆过程中受部分线索的影响作用更大, 实验结果与实验 1 一致, 表

表 9 高低抑制能力组部分线索效应各指标情况($M \pm SD$)

因变量指标	高抑制能力	低抑制能力
部分线索效应量	0.36 ± 0.36	-0.06 ± 0.75
d' 差值	0.52 ± 0.43	0.13 ± 0.45
β 差值	2.17 ± 2.19	0.89 ± 2.17

对高、低抑制能力组各部分线索效应指标进行独立样本 t 检验, 结果表明, 两组在部分线索效应量、 d' 差值和 β 差值上均存在显著差异, 高抑制能

明 Stroop 效应和工作记忆容量均可以解释部分线索效应中的个体差异。

本研究中部分线索效应的 3 个指标中, 部分线索效应量反映的是被试的回忆成绩之间的差异, 辨别力 d' 反映了被试的客观辨别力(Guzel & Higham, 2013), 即主观上信号和噪音分离程度大小, 判断标准 β 反映了被试的决策过程是宽松还是严格(Br bion, Lar i, & van der Linden, 2010), 两个实验的结果均表明, 个体抑制能力越高, 其在部分线索和无部分线索条件下回忆成绩的差异越大, 辨别信号和噪音的敏感性程度差异也越大, 决策过程的宽松程度差异也越大。随后对高低抑制能力被试比较的结果也说明, 抑制能力不同的个体, 其在回忆成绩、辨别力和判断标准上均存在差异。

工作记忆容量与认知抑制效率密切相关, 工作记忆容量高的个体, 其应对干扰和抑制任务无关信息的能力比工作记忆容量低的个体强(Redick et al., 2007)。工作记忆的注意控制观认为工作记忆反映了个体保持任务目标、抑制冲突和避免分心的能力(Engle, 2002), 因此, 高工作记忆容量个体通常能更好的保持自上而下的注意控制并保持专注(Engle & Kane, 2003), 而低工作记忆容量个体由于不能有效的抑制冲突或干扰, 因而在目标保持上常常失败(De Jong, Berendsen, & Cools, 1999)。已有研究采用实验室研究从个体差异的角度对这一观点进行了验证, 在这类实验中通常要求被试保持与优势反应倾向相反的任务目标(Barrett, Tugade, & Engle, 2004)。Kane 等人(2007)认为, 工作记忆容量的个体差异反映了总体认知控制能力和经历认知失败的易感性。

在前人研究中也常用 Stroop 任务(MacLeod, 1991)来考察个体对冲突刺激的抑制能力, 该任务要求被试忽略单词本身所表示的颜色意义而对单词的印刷颜色进行命名。当单词的意义和颜色一致时(色词“红”用红色墨水印刷), 任务是相对容易的。而当颜色和意义不一致时(色词“红色”用蓝色墨水印刷), 任务就变得比较难。并且, 不一致条件下的优势反应(阅读色词)与任务目标是冲突的, 被试反应时会变长且错误率会增加。并且, Kane 和 Engle (2003)的研究发现这种效应对于低工作记忆容量个体来说更显著。并且在反眼跳任务中, 也发现了相同的结果(Kane et al., 2001), 低工作记忆容量个体发生更多的眼动错误、启动反眼跳时速度更慢。采用 Stroop 和反眼跳任务的结果表明, 工作记忆容量

是衡量个体任务目标保持能力(Barrett et al., 2004; Engle, 2002)和抑制冲突能力(Kane et al., 2001)的指标。

部分线索效应的提取抑制假说认为部分线索效应是线索项目对目标项目抑制控制的结果(B uml, 2008; Crescentini et al., 2010), 因此, 由线索项目引发的干扰对于不同工作记忆容量个体产生的影响是不同的。由于高工作记忆容量个体更善于保持任务目标, 因此部分线索呈现后, 高工作记忆容量个体对于线索项目的内隐提取水平更强, 并且前人指出(Aslan et al., 2007), 部分线索效应的存在实际上是部分线索呈现阶段执行控制加工过程的后效, 因此这就导致在提取阶段, 对于高工作记忆容量个体来说, 线索项目对目标项目的抑制程度更强, 因而相较于无线索条件, 出现了显著的遗忘效应。而低工作记忆容量个体由于其较差的目标保持能力和认知抑制能力, 因而受线索项目抑制的作用较小。

本研究结果与前人以儿童、老年人或临床患者等抑制能力较低个体为被试的研究结果是一致的。这些研究中所选取的研究对象有老年人(Foos & Clark, 2000), 精神分裂症患者(Kissler & B uml, 2005; Christensen et al., 2006), 遗忘症患者(B uml et al., 2002), 儿童(刘湍丽, 2010)等, 研究结果发现这些人群部分线索效应的降低。由于这些临床人群通常存在着抑制能力的缺陷(Lee & Park, 2005; Clark & Maguire, 2016; Chen & Wyble, 2016; Mayer et al., 2016), 这些群体表现出的部分线索效应降低现象, 与本研究在排除了年龄、记忆能力等方面差异的基础上得到的结果一致, 表明了抑制能力在部分线索效应中起着重要作用。但也有少部分研究以老年人作为被试(Andr s, 2009)发现老年人与青年人存在同等的部分线索效应, 但在 Andr s (2009)的研究中, 学习阶段采用对电影明星名字进行词干补笔的不限时任务, 但老年人对目标项目(测验阶段设定的)的词干补笔正确数量显著低于青年人, 表明其实验材料的难度对于老年人和青年人来说不对等, 另外在测验阶段提供的线索词为学习阶段位于奇数位置的项目, 这样的线索呈现方式降低了部分线索效应, 使得在此基础上对老年人和青年人的部分线索效应差异的比较不具有代表性。

4.2 部分线索效应的抑制机制

前人研究表明部分线索效应与提取诱发遗忘具有相同的抑制机制(Zellner & B uml, 2005; Aslan & B uml, 2009), 根据提取抑制假说, 被试在阅读

实验者提供的部分线索时,实际上是对线索项目的内隐提取,这一内隐提取过程与提取诱发遗忘中选择性提取的外显提取机制是一样的。在部分线索呈现阶段,其他非线索项目(目标项目)对线索项目的内隐提取产生竞争,为克服非线索项目的干扰以完成对线索项目的内隐提取,启动抑制机制对非线索项目的记忆表征进行抑制,使得在随后的记忆测试中,非线索项目的回忆受到损害。本研究结果发现抑制能力越强,部分线索效应量越大。与前人采用提取诱发遗忘范式进行的个体差异的研究结果是一致的(Aslan & Bäuml, 2011),也与部分线索效应的提取抑制假说一致。

部分线索效应量与工作记忆容量和 Stroop 效应的相关关系也表明,如果个体在执行任务的过程中,注意资源被占用或被分配到其他任务上,则部分线索效应量应减小,并且在认知神经水平上,应伴随大脑额叶区的活动(Curtis & D'Esposito, 2003; Kane & Engle, 2002)。间接的证据来自于 Román, Soriano, Gómez-Ariza 和 Bajo (2009)的采用提取诱发遗忘范式进行的研究,该研究发现当提取练习阶段有次级任务存在时,提取诱发遗忘效应减弱。Crescentini 等人(2010)采用 fMRI 技术考察了部分线索效应的大脑活动特点,发现在部分线索条件下左额极皮层(left frontopolar)和右背外侧前额皮层(right dorsolateral prefrontal)被激活,研究结果支持提取抑制的观点。

当前研究结果也对策略破坏假说提出了质疑。策略破坏假说(Basden & Basden, 1995; Basden et al., 1977; Reysen & Nairne, 2002)认为对于学习材料的提取依赖于人们在提取时使用同编码过程相同或相似的组织结构,部分线索的呈现,使得提取和编码的组织框架不一致,导致了提取失败。本研究结果对策略破坏假说的质疑主要表现在两个方面,首先,策略破坏假说认为,项目间关联程度越高,被试形成的编码策略就越紧密,部分线索的提供对于被试策略的破坏作用就越大。本研究以随机词表作为实验材料,在项目间关联程度很低的情况下,仍然在高抑制能力个体中发现了显著的部分线索效应,这与策略破坏假说的观点不一致(Aslan & Bäuml, 2009)。其次,本研究的两个实验均发现高抑制能力个体受部分线索的影响更大,低抑制能力个体的回忆较少受部分线索的影响,表明了抑制能力在其中发挥作用,而按照策略破坏假说的观点,只要被试使用了不同于自己原有提取策略的回忆策

略,遗忘就会发生。部分线索的提供是导致策略破坏的方式之一,为何抑制能力较低个体并没有发生显著的遗忘?策略破坏假说很难去解释这一结果。

执行控制中个体差异的研究是近年来的热点问题(于斌,乐国安,刘惠军,2014),本研究从部分线索效应的提取抑制假说着手,以 Stroop (考察认知抑制)和工作记忆容量(考察工作记忆)两个具有紧密关系的任务作为衡量抑制能力的指标,同时以执行控制能力已发展成熟的大学生为被试,尽可能的排除了以往研究中以不同发展或老化进程中的儿童或老年人为被试带来的其他因素的影响。这样的设计,实现了对抑制机制多层面的检验,也更具说服力。实验结果表明工作记忆容量与部分线索效应存在正相关关系,而 Stroop 效应与部分线索效应存在负相关关系,这一研究结果与前人个体差异的研究结果是一致的,进一步验证了认知抑制能力在部分线索效应中的作用。

5 结论

本研究结果发现,Stroop 效应与部分线索效应各指标呈负相关关系,工作记忆容量与部分线索效应各指标呈正相关关系。结果表明,抑制能力越强,部分线索效应越大。研究结果支持提取抑制假说。

参 考 文 献

- Andrés, P. (2009). Equivalent part set cueing effects in younger and older adults. *The European Journal of Cognitive Psychology*, 21, 176–191.
- Anderson, M. C., & Levy, B. J. (2009). Suppressing unwanted memories. *Current Directions in Psychological Science*, 18, 189–194.
- Arbiv, D. C., & Meiran, N. (2015). Performance on the antisaccade task predicts dropout from cognitive training. *Intelligence*, 49, 25–31.
- Aslan, A., & Bäuml, K. H. (2007). Part-list cuing with and without item-specific probes: The role of encoding. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 489–494.
- Aslan, A., & Bäuml, K. H. (2009). The role of item similarity in part-list cuing impairment. *Memory*, 17, 697–707.
- Aslan, A., & Bäuml, K. H. (2011). Individual differences in working memory capacity predict retrieval-induced forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37, 264–269.
- Aslan, A., Bäuml, K. H., & Grundgeiger, T. (2007). The role of inhibitory processes in part-list cuing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 33, 335–341.
- Aslan, A., Zellner, M., & Bäuml, K. H. (2010). Working memory capacity predicts listwise directed forgetting in adults and children. *Memory*, 18, 442–450.
- Baddeley, A., Eysenck, M. W., & Anderson, M. C. (2009). *Memory*. New York, NY: Psychology Press.
- Bai, X. J., Liu, T. L., & Shen, D. L. (2014). The inhibitory

- process of part-list cuing effect: Evidence from emotional Stroop task. *Acta Psychologica Sinica*, 46, 143–155.
- [白学军, 刘湍丽, 沈德立. (2014). 部分线索效应的认知抑制过程: 情绪 Stroop 任务证据. *心理学报*, 46, 143–155.]
- Barber, S. J., Harris, C. B., & Rajaram, S. (2015). Why two heads apart are better than two heads together: Multiple mechanisms underlie the collaborative inhibition effect in memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 41, 559–566.
- Barrett, L. F., Tugade, M. M., & Engle, R. W. (2004). Individual differences in working memory capacity and dual-process theories of the mind. *Psychological Bulletin*, 130, 553–573.
- Basden, B. H., Basden, D. R., & Stephens, J. P. (2002). Part-set cuing of order information in recall tests. *Journal of Memory and Language*, 47, 517–529.
- Basden, D. R., & Basden, B. H. (1995). Some tests of the strategy disruption interpretation of part-list cuing inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 1656–1669.
- Basden, D. R., Basden, B. H., & Galloway, B. C. (1977). Inhibition with part-list cuing: Some tests of the item strength hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 3, 100–108.
- Bäuml, K. H. (2008). Inhibitory processes. In H. L. Roediger III (Ed.), *Cognitive psychology of memory: Vol. 2. Learning and memory: A comprehensive reference* (pp. 195–220). Oxford: Elsevier.
- Bäuml, K. H., & Aslan, A. (2006). Part-list cuing can be transient and lasting: The role of encoding. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 33–43.
- Bäuml, K. H., Kissler, J., & Rak, A. (2002). Part-list cuing in amnesic patients: Evidence for a retrieval deficit. *Memory & Cognition*, 30, 862–870.
- Bäuml, K. H., & Kuhbandner, C. (2003). Retrieval-induced forgetting and part-list cuing in associatively structured lists. *Memory & Cognition*, 31, 1188–1197.
- Bäuml, K. H., & Samenieh, A. (2012). Influences of part-list cuing on different forms of episodic forgetting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38, 366–375.
- Bodrova, E., & Leong, D. J. (2007). *Tools of the mind: The vygotskian approach to early childhood education* (2nd ed.). Columbus, OH: Merrill/Prentice Hall.
- Brébion, G., Larøi, F., & van der Linden, M. (2010). Associations of hallucination proneness with free-recall intrusions and response bias in a nonclinical sample. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32, 847–854.
- Chen, H., & Wyble, B. (2016). Attribute amnesia reflects a lack of memory consolidation for attended information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 42, 225–234.
- Christensen, B. K., Girard, T. A., Benjamin, A. S., & Vidailhet, P. (2006). Evidence for impaired mnemonic strategy use among patients with schizophrenia using the part-list cuing paradigm. *Schizophrenia Research*, 85, 1–11.
- Clark, I. A., & Maguire, E. A. (2016). Remembering preservation in hippocampal amnesia. *Annual Review of Psychology*, 67, 51–82.
- Collins, A., & Koechlin, E. (2012). Reasoning, learning, and creativity: Frontal lobe function and human decision-making. *PLoS Biology*, 10, e1001293.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, Z. D., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 769–786.
- Cowan, N., & Sauls, J. S. (2013). When does a good working memory counteract proactive interference? Surprising evidence from a probe recognition task. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142, 12–17.
- Crescentini, C., Shallice, T., Del Missier, F., & Macaluso, E. (2010). Neural correlates of episodic retrieval: An fMRI study of the part-list cuing effect. *NeuroImage*, 50, 678–692.
- Curtis, C. E., & D'Esposito, M. (2003). Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 415–423.
- De Jong, R., Berendsen, E., & Cools, R. (1999). Goal neglect and inhibitory limitations: Dissociable causes of interference effects in conflict situations. *Acta Psychologica*, 101, 379–394.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.
- Dong, X. M., & Xu, Z. (2009). The variation of working memory capacity on directed forgetting. *Science of Social Psychology*, 24(6), 24–28.
- [董杏妹, 徐展. (2009). 有意遗忘中工作记忆容量所起的作用. *社会心理科学*, 24(6), 24–28.]
- Dulaney, C. L., & Rogers, W. A. (1994). Mechanisms underlying reduction in stroop interference with practice for young and old adults. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20, 470–484.
- Engle, R. W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 19–23.
- Engle, R. W., & Kane, M. J. (2003). Executive attention, working memory capacity, and a two-factor theory of cognitive control. *Psychology of Learning and Motivation*, 44, 145–199.
- Fenn, K. M., & Hambrick, D. Z. (2012). Individual differences in working memory capacity predict sleep-dependent memory consolidation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141, 404–410.
- Foos, P. W., & Clark, M. C. (2000). Old age, inhibition, and the part-set cuing effect. *Educational Gerontology*, 26, 155–160.
- Fritz, C. O., & Morris, P. E. (2015). Part-set cuing of texts, scenes, and matrices. *British Journal of Psychology*, 106, 1–21.
- Groborz, M., & Nęcka, E. (2003). Creativity and cognitive control: Explorations of generation and evaluation skills. *Creativity Research Journal*, 15, 183–197.
- Guerreiro, M. J. S., Murphy, D. R., & van Gerven, P. W. M. (2010). The role of sensory modality in age-related distraction: A critical review and a renewed view. *Psychological Bulletin*, 136, 975–1022.
- Guzel, M. A., & Higham, P. A. (2013). Dissociating early- and late-selection processes in recall: The mixed blessing of categorized study lists. *Memory & Cognition*, 41, 683–697.
- Hölzel, B. K., Lazar, S. W., Gard, T., Schuman-Olivier, Z., Vago, D. R., & Ott, U. (2011). How does mindfulness meditation work? proposing mechanisms of action from a conceptual and neural perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 6, 537–559.
- Hultsch, D. F., & Craig, E. R. (1976). Adult age differences in the inhibition of recall as a function of retrieval cues. *Developmental Psychology*, 12, 83–84.
- Jarrold, C., Tam, H., Baddeley, A. D., & Harvey, C. E. (2011). How does processing affect storage in working memory tasks? Evidence for both domain-general and domain-specific

- effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37, 688–705.
- Kane, M. J., Bleckley, M. K., Conway, A. R. A., & Engle, R. W. (2001). A controlled-attention view of working-memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 169–183.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2002). The role of prefrontal cortex in working-memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: an individual-differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 637–671.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: The contributions of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132, 47–70.
- Kane, M. J., Brown, L. H., McVay, J. C., Silvia, P. J., Myin-Germeys, I., & Kwapil, T. R. (2007). For whom the mind wanders, and when: An experience-sampling study of working memory and executive control in daily life. *Psychological Science*, 18, 614–621.
- Khng, K. H., & Lee, K. (2014). The relationship between stroop and stop-signal measures of inhibition in adolescents: Influences from variations in context and measure estimation. *PLoS One*, 9, e101356.
- Kissler, J., & Bäuml, K. H. (2005). Memory retrieval in schizophrenia: Evidence from part-list cuing. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11, 273–280.
- Laurenson, C., Gorwood, P., Orsat, M., Lhuillier, J. P., Gall, D. L., & Richard-Devantoy, S. (2015). Cognitive control and schizophrenia: The greatest reliability of the Stroop task. *Psychiatry Research*, 227, 10–16.
- Lee, J., & Park, S. (2005). Working memory impairments in schizophrenia: A meta-analysis. *Journal of Abnormal Psychology*, 114, 599–611.
- Levy, B. J., & Anderson, M. C. (2008). Anderson Individual differences in the suppression of unwanted memories: The executive deficit hypothesis. *Acta Psychologica*, 127, 623–635.
- Liu, H. C., & Weng, X. C. (2007). Differences of Stroop interference: Characters, Pinyin and English. *Psychological Science*, 30, 365–368.
- [刘海程, 翁旭初. (2007). 汉字、拼音、英文 Stroop 干扰效应的比较研究. *心理科学*, 30, 365–368.]
- Liu, T. L. (2010). *The mechanism and development characteristics of the part-list cuing effect* (Unpublished master's thesis). Tianjin Normal University.
- [刘端丽. (2010). 部分线索效应的产生机制与发展特点(硕士学位论文). 天津师范大学.]
- Liu, T. L. (2014). *Part-list cuing effect in recognition and free recall tasks: Mechanism and influencing factors* (Unpublished doctoral dissertation). Tianjin Normal University.
- [刘端丽. (2014). 再认与自由回忆任务中的部分线索效应: 机制和影响因素(博士学位论文). 天津师范大学.]
- Liu, X. P., Shi, Y., & Tang, W. H. (2011). The mechanism of part-list cuing effect. *Psychological Science*, 34, 82–87.
- [刘希平, 石英, 唐卫海. (2011). 部分线索效应的作用机制. *心理科学*, 34, 82–87.]
- Liu, Y., Liang, N. Y., Wang, D. J., Zhang, S. Y., Yang, T. Y., Jie, C. Y., & Sun, W. (1990). *Dictionary of usage frequency of modern Chinese words*. Beijing, China: Yuhang Press.
- [刘源, 梁南元, 王德进, 张社英, 杨铁鹰, 揭春雨, 孙伟. (1990). 现代汉语常用词词频词典-音序部分. 北京: 宇航出版社.]
- Lunt, L., Bramham, J., Morris, R. G., Bullock, P. R., Selway, R. P., Xenitidis, K., & A. S. David. (2012). Prefrontal cortex dysfunction and 'jumping to conclusions': Bias or deficit? *Journal of Neuropsychology*, 6, 65–78.
- Macleod, C. M. (1991). Half a century of research on the stroop effect: an integrative review. *Psychological Bulletin*, 109, 163–203.
- Mall, J. T., & Morey, C. C. (2013). High working memory capacity predicts less retrieval induced forgetting. *PLoS One*, 8, e52806.
- Marsh, E. J., Dolan, P. O., Balota, D. A., & Roediger III, H. L. (2004). Part-set cuing effects in younger and older adults. *Psychology and Aging*, 19, 134–144.
- Mayer, A. R., Hanlon, F. M., Dodd, A. B., Yeo, R. A., Haaland, K. Y., Ling, J. M., & Ryman, S. G. (2016). Proactive response inhibition abnormalities in the sensorimotor cortex of patients with schizophrenia. *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 41, 312–321.
- McCabe, D. P., Roediger III, H. L., McDaniel, M. A., Balota, D. A., & Hambrick, D. Z. (2010). The relationship between working memory capacity and executive functioning: Evidence for a common executive attention construct. *Neuropsychology*, 24, 222–243.
- Morooka, T., Ogino, T., Takeuchi, A., Hanafusa, K., Oka, M., & Ohtsuka, Y. (2012). Relationships between the color-word matching Stroop task and the Go/NoGo task: Toward multifaceted assessment of attention and inhibition abilities of children. *Acta Medica Okayama*, 66, 377–386.
- Nickerson, R. S. (1984). Retrieval inhibition from part-set cuing: A persisting enigma in memory research. *Memory & Cognition*, 12, 531–552.
- Oswald, K. M., Serra, M., & Krishna, A. (2006). Part-list cuing in speeded recognition and free recall. *Memory & Cognition*, 34, 518–526.
- Peng, S. H., Tang, Q., & Xuan, B. (2014). A unified framework of the Genes-Brain-Behavior for inhibitory control with aging. *Advances in Psychological Science*, 22, 1236–1245.
- [彭苏浩, 汤倩, 宣宾. (2014). 基因-大脑-行为框架下的抑制控制与老化. *心理科学进展*, 22, 1236–1245.]
- Peynircioglu, Z. F., & Moro, C. (1995). Part-set cuing in incidental and implicit memory. *The American Journal of Psychology*, 108, 1–11.
- Redick, T. S., Heitz, R. P., & Engle, R. W. (2007). Working memory capacity and inhibition: Cognitive and social consequences. In D. S. Gorfein & C. M. MacLeod (Eds.), *Inhibition in cognition* (pp. 125–142). Washington, DC: American Psychological Association.
- Reysen, M. B., & Nairne, J. S. (2002). Part-list cuing of false memories. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 389–393.
- Román, P., Soriano, M. F., Gómez-Ariza, C. J., & Bajo, M. T. (2009). Retrieval-induced forgetting and executive control. *Psychological Science*, 20, 1053–1058.
- Rutman, A. M., Clapp, W. C., Chadick, J. Z., & Gazzaley, A. (2010). Early top-down control of visual processing predicts working memory performance. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 1224–1234.
- Schlichting, A., Aslan, A., Holterman, C., & Bäuml, K. H. T. (2015). Working memory capacity predicts the beneficial effect of selective memory retrieval. *Memory*, 23, 786–794.
- Serra, M., & Oswald, K. M. (2006). Part-list cuing of associative chains: Tests of strategy disruption. *The Journal of General Psychology*, 133, 301–317.
- Slamecka, N. J. (1968). An examination of trace storage in free recall. *Journal of Experimental Psychology*, 76, 504–513.
- Solesio-Jofre, E., Lorenzo-López, L., Gutiérrez, R., López-Frutos, J. M., Ruiz-Vargas, J. M., & Maestú, F. (2012). Age-related effects in working memory recognition

- modulated by retroactive interference. *The Journals of Gerontology: Series A*, 67A, 565–572.
- Storm, B. C., & Bui, D. C. (2016). Retrieval-practice task affects relationship between working memory capacity and retrieval-induced forgetting. *Memory*, 24, 1407–1418.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 18, 643–662.
- Tang, W. H., Liu, T. L., Shi, Y., Feng, H., & Liu, X. P. (2014). The development of allocation of study time on part-list cuing effect of pictures. *Acta Psychologica Sinica*, 46, 621–638.
- [唐卫海, 刘湍丽, 石英, 冯虹, 刘希平. (2014). 图片部分线索效应的学习时间分配的发展. *心理学报*, 46, 621–638.]
- Tang, W. H., Liu, T. L., Shi, Y., Wei, H. Y., Feng, H., & Liu, X. P. (2015). The memory monitoring and control on the part-list cuing Effect. *Journal of Psychological Science*, 38, 564–568.
- [唐卫海, 刘湍丽, 石英, 魏昊昱, 冯虹, 刘希平. (2015). 部分线索效应中的记忆监控. *心理科学*, 38, 564–568.]
- Watkins, M. J. (1975). Inhibition in recall with extralist “cues”. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 294–303.
- Welford, A. T. (1986). Two comparisons of recognition and recall by signal detection measures. *British Journal of Psychology*, 77, 237–242.
- Westerhausen, R., Kompus, K., & Hugdahl, K. (2011). Impaired cognitive inhibition in schizophrenia: A meta-analysis of the Stroop interference effect. *Schizophrenia Research*, 133, 172–181.
- Wood, G., Vine, S. J., & Wilson, M. R. (2016). Working memory capacity, controlled attention and aiming performance under pressure. *Psychological Research*, 80, 510–517.
- Yu, B., Yue, G. A., & Liu, H. J. (2014). Working memory capacity and self-regulation. *Advances in Psychological Science*, 22, 772–781.
- [于斌, 乐国安, 刘惠军. (2014). 工作记忆能力与自我调控. *心理科学进展*, 22, 772–781.]
- Yusoff, N., Grüning, A., & Browne, A. (2011). Modelling the Stroop effect: Dynamics in inhibition of automatic stimuli processing. In: R. Wang & F. Gu (Eds.), *Advances in cognitive neurodynamics (II)* (pp. 641–645). Dordrecht: Springer.
- Zabelina, D. L., & Robinson, M. D. (2010). Child’s play: Facilitating the originality of creative output by a priming manipulation. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 4, 57–65.
- Zanto, T. P., & Gazzaley, A. (2009). Neural suppression of irrelevant information underlies optimal working memory performance. *Journal of Neuroscience*, 29, 3059–3066.
- Zeidan, F., Johnson, S. K., Diamond, B. J., David, Z., & Goolkasian, P. (2010). Mindfulness meditation improves cognition: Evidence of brief mental training. *Consciousness and Cognition*, 19, 597–605.
- Zellner, M., & Bäuml, K. H. (2005). Intact retrieval inhibition in children’s episodic recall. *Memory & Cognition*, 33, 396–404.

The effect of part-list cues on memory retrieval: The role of inhibition ability

LIU Tuanli¹; BAI Xuejun²

(¹ School of Education Science, Xinyang Normal University, Xinyang 464000, China) (² Key Research Base of Humanities and Social Sciences of Ministry of Education, Academy of Psychology and Behavior, Tianjin Normal University, Tianjin 300074, China)

Abstract

When people are asked to recall items from a previously studied list and are given a subset of the items on that list as retrieval cues, they often do more poorly at recalling the remaining items on the list than do people asked to recall the items in the absence of such retrieval cues. Such part-list cueing effect has often been attributed to inhibitory executive-control processes that supposedly suppress the non-cue items’ memory representation. According to this account, part-list cueing effect arises as an ‘aftereffect’ of executive-control processes during the presentation of part-list cues. The presence of part-list cues at testing leads to an early covert retrieval of the cue items, and this covert retrieval is assumed to trigger inhibitory processes on the non-cue items, affecting the representation of the non-cues itself and thus lowering their recovery chances. The core functions of executive-control processes include inhibition, working memory, and cognitive flexibility.

The aim of current study was to further investigate the relationship between individual’s inhibitory executive-control ability and the part-list cueing effect. In this study, undergraduate students with different cognitive inhibitory ability were asked to finish a part-list recall task, and participants’ age, learning experience, and living background etc. were well balanced. In Experiment 1, a color-word Stroop task was carried out to test participants’ inhibitory ability, which can be reflected by the accuracy difference between the incongruent and congruent conditions of the Stroop task. In Experiment 2, participants’ working memory capacity, which is typically reflected by the OSPAN and T-OSPAN scores, was tested by an operation span task.

We found typical part-list cueing effect in both experiments, that participants’ memory performance, discrimination, and response bias for target items were worse in the part-list cue condition than in the non-cue

condition. The regression analysis showed a negative relationship ($b = -2.525$) between the amount of part-list cue effect and participants' cognitive inhibitory ability, with the increasing Stroop effect, the part-list effect reduced. However, a positive correlation was shown between the amount of part-list cue effect and individual's working memory capacity, indicated by the OSPAN score and T-OSPAN score. Higher the OSPAN and T-OSPAN score is, larger part-list cue effect was observed.

The above results indicated that low-Stroop-effect individuals showing stronger part-list cueing effect than high-Stroop-effect individuals, and high-WMC individuals showing more part-list cueing effect than low-WMC individuals. Our findings are consistent with previous studies looking into individual-differences, suggesting a close link between working memory capacity, cognitive inhibitory ability and inhibitory efficiency. In addition, the current results also support the inhibitory executive-control account of part-list cueing effect.

Key words part-list cueing effect; working memory capacity; Stroop task; inhibition; individual difference