

数学学优生与学困生两种抑制能力的比较研究

张丽华, 尚小铭

(辽宁师范大学 教育学院, 辽宁 大连 116029)

摘 要: 以小学五年级学生为被试, 选取数学学优生 30 名, 数学学困生 32 名, 通过设计不同条件的负启动实验, 对两组被试的分心抑制能力和记忆提取抑制能力进行了比较。结果表明: (1) 数学学困生在特性抑制和记忆提取抑制上显著差于学优生; (2) 与学困生相比, 数学学优生对存在于知觉水平的干扰物反应更快。

关键词: 学优生; 学困生; 分心抑制; 记忆提取抑制

中图分类号: B848 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1751(2011)01-0034-04

A Comparison of Two Kinds of Inhibition Abilities between Excellent Students and Students with Learning Disabilities in Mathematics

ZHANG Li-hua, SHANG Xiao-ming

(1. School of Education, Liaoning Normal University, Dalian 116029, China)

Abstract We chose 30 excellent students and 32 students with learning disabilities in mathematics from Grade 5 of primary school and used different kinds of negative priming experiments to test the ability of distractor inhibition and memory retrieval inhibition. The result showed: (1) the students with learning disabilities in mathematics are worse than the excellent students in mathematics in distractor inhibition and memory retrieval inhibition; (2) compared with students with learning disabilities in mathematics, the excellent students perform better while the distractors are in perception level.

Key words: excellent students; students with learning disabilities; distractor inhibition; memory retrieval inhibition

一、问题的提出

抑制机制作为一种注意的选择机制, 是个体通过抑制对干扰物的信息加工来促进对目标物的选择的。分心抑制, 又称分心物特性抑制, 就是个体选择性注意中抑制能力的一种体现, 它表现为个体在一项任务中, 会对目标以外的无关信息和物质特性进行主动的抑制, 从而更好地识别目标、完成任务。具有较强抑制能力的个体通常能更好地完成认知作业^[1], 在创造性思维^[2]、工作记忆测试^[3-4]等任务上有更好的表现。这表明, 抑制机制与个体广泛的认知因素相联系, 会影响人的学习。目前, 研究抑制机制的基本实验范式为负启动范式。

记忆提取抑制表现为一种选择性的记忆提取, 即对存在于记忆中影响当前任务的无关信息的提取

进行主动的抑制。Anderson 等人认为, 个体在提取记忆信息时, 与当前目标无关的记忆信息对目标的提取有干扰作用, 所以要想提取目标信息就必须压制这种干扰, 也就是所谓的记忆提取抑制^[5]。这与分心抑制作为知觉水平的选择性注意有所不同, 记忆提取的操作对象是记忆表征, 其输出的结果是意识能体验到的记忆, 而不是知觉形象^[6]。记忆提取与遗忘直接相关, 能否正确地提取记忆信息是衡量个体学习好坏的重要指标。关于记忆提取的研究多采用词表测试等方式, 但也有研究证实, 采用负启动范式研究记忆提取抑制同样可行^[9]。

学习困难作为教育心理学中的重要课题一直受到广泛关注。以往的研究者曾采用 stroop 颜色命名任务和正、负启动技术分别对学优生和学困生进行比较^[7-8]。

收稿日期: 2010-11-12

基金项目: 国家社会科学基金“十一五”规划重点项目(ABA060004); 全国教育科学规划课题(BBA080048)

作者简介: 张丽华(1964-), 女, 辽宁大连人, 教授、博士, 主要从事青少年学习与人格发展研究。

实验结果表明, 学困生在完成任务时抑制分心物干扰的能力差。还有大量研究证实, 学困生存在显著的工作记忆缺陷^[9-12]; 数学学困生在工作记忆广度和加工速度上都明显不如正常学生^[13-14]。这表明, 学困生在抑制能力上存在不足, 同时数学学习困难与工作记忆还存在密切关系。那么, 对于数学学困生而言, 这种抑制能力的不足仅仅是源于对知觉水平的干扰物的特性抑制困难, 还是与已存在于记忆中的无关信息的提取抑制困难有关呢? 关于这个问题目前并没有直接的研究对其进行解释。因此, 本研究采用负启动实验范式, 通过比较数学学困生与学优生在分心抑制和记忆提取抑制上的差异, 来探讨数学学困问题, 以期能够为了解数学学困生的认知特点, 提高学困生的学习能力提供一定的理论依据。

二、研究方法

1. 被试选取。我们选取大连市某小学五年级学生为实验被试。选取上学期期末统考和本学期区级以上统考(共5次)的数学成绩作为衡量数学学困的量化标准。因小学生成绩的评定分为A、B、C3个等级, 故选取5次考试全部为A的学生作为学优组, 选取5次考试全部为C的学生作为学困组。所有被试均无感官障碍, 其智力正常。最后, 共选取学优生30人, 学困生32人, 男女比例相当。

2. 实验材料。选取的实验材料为0~9十个数字, 以奇偶分类。两类数字随机分配到每个处理条件中, 并且对提示线索的颜色、目标项目的颜色和位置进行平衡。

3. 实验设计。采用 $2 \times 2 \times 2$ 混合实验设计, 其中被试间因素为被试的数学学习情况(分为学优组和学困组), 被试内因素有两个: (1)干扰项与目标项的关系(探测显示中的干扰项与启动显示中的目标项相同或无关, 分别称为启动条件和控制条件); (2)探测显示中提示线索的位置(目标出现前或目标出现后, 分别测量分心抑制和记忆提取抑制)。

4. 实验程序。实验采用E-prime软件进行编程和测试, 屏幕背景为黑色。

分心抑制的一次完整试验为: 先呈现注视点800ms, 然后呈现启动显示。启动显示由两部分组成: 首先呈现提示线索(红色或绿色方块), 时间为1000ms; 然后呈现启动刺激(由红色和绿色两个数字组成)。要求被试在呈现启动刺激后, 迅速对与提

示线索颜色相同的数字类别做出按键反应, 奇数按“D”键, 偶数按“K”键。之后呈现注视点800ms, 然后呈现探测显示。探测显示由两个白色数字组成, 其中一个带有下划线, 要求被试迅速判断该数字的类别。被试做出按键反应后进入下一次试验。

记忆提取抑制的一次完整试验为: 先呈现启动刺激(红色和绿色两个数字)1000ms, 然后再呈现提示线索(红色或绿色方块)。要求被试在出现提示线索后, 对先前呈现的启动刺激中与提示线索颜色相同的数字类别做出按键反应。之后呈现注视点800ms, 然后呈现探测显示。探测显示同样由两个白色数字组成, 其中一个带有下划线, 要求被试迅速判断该数字的类别。被试做出按键反应后进入下一次试验。

正式实验前, 先确认被试明确数字的奇偶分类, 之后进行10次练习实验, 被试完全了解实验程序后进行正式实验。每种处理(分心抑制和记忆提取抑制)的正式实验包括60次试验, 其中启动条件和控制条件下的试验各占一半, 被试每完成30次休息一分钟。两组被试交替接受两种实验处理。

5. 数据统计。实验记录被试的反应时和错误率, 其中错误率为参考变量。将被试在启动条件下探测显示的反应时记为 RT_1 , 控制条件下探测显示的反应时记为 RT_2 , $RT_1 - RT_2$ 的值为被试的负启动量。实验所获得的数据由E-prime软件进行收集, 使用SPSS15.0统计软件进行统计分析。

三、实验结果

实验只保留在启动显示和探测显示中均做出正确按键反应的反应时数据, 参加实验的62名被试平均错误率为2.4%。同时, 剔除反应时在平均值 ± 3 个标准差以外的数据, 剔除的数据低于5%。

1. 数学学优生与学困生在分心抑制上的比较。为了解数学学困生和学优生在分心抑制上的差异, 对两组被试在实验条件和控制条件下的探测显示反应时做配对样本 t 检验, 结果见表1。

表1 两组被试特性负启动效应的差异检验结果

组别	实验条件 RT_1	控制条件 RT_2	t
	($M \pm SD$)	($M \pm SD$)	
学优组	1 370.83 $\pm$ 489.76	1 264.99 $\pm$ 366.98	2.498 *
学困组	1 730.70 $\pm$ 480.80	1 691.36 $\pm$ 390.53	0.531

* $p < 0.05$

由表1可知, 学优组和学困组在实验条件下的

探测显示反应时都要多于控制条件下的探测显示反应时,但学优组的差异显著,而学困组的差异并不显著。这说明,学优组的被试出现了显著的特性负启动效应,而学困组的特性负启动效应并不明显。也就是说,数学学优生在分心物特性抑制上表现出较强的抑制能力,而学困生并没有表现出这种能力。

2. 数学学优生与学困生在记忆提取抑制上的比较。为了解数学学优生和学困生在记忆提取抑制上的差异,对两组被试在记忆提取抑制两种实验处理条件下的探测显示反应时做配对样本 t 检验,结果见表 2。

表 2 两组被试记忆提取负启动效应的差异检验结果

组别	实验条件 RT_1 ($M \pm SD$)	控制条件 RT_2 ($M \pm SD$)	t
学优组	1 631.03±535.78	1 517.68±457.86	2.723 *
学困组	1 814.77±372.02	1 803.36±475.98	0.228

* $p < 0.05$

由表 2 可知,学优组在实验条件下的探测显示反应时比控制条件下的探测显示反应时长,这种差异达到了显著性水平,而学困组并不存在显著差异。这表明,数学学优生在记忆提取抑制的实验条件下出现了显著的负启动效应,而学困组并没有出现负启动效应。

也就是说,与学困生相比,数学学优生在记忆提取过程中表现出了对存在于记忆中的无关信息的抑制,而学困生并没有表现出这种抑制倾向。

3. 数学学优生与学困生在两种实验条件下探测显示反应时的比较。由表 1 和表 2 中数据可以看出,不论是分心抑制还是记忆提取抑制,学优组的探测显示反应时都要少于学困组的探测显示反应时,对其进行独立样本 t 检验,结果见表 3。

表 3 两组被试探测显示反应时的差异检验结果

实验条件	学优组 ($M \pm SD$)	学困组 ($M \pm SD$)	t
分心抑制	1 370.83±489.76	1 730.70±480.80	-2.908 **
记忆提取抑制	1 631.03±535.78	1 814.77±372.02	-1.589

* * $p < 0.01$

表 3 结果显示:在特性抑制实验条件下,学优生与学困生的探测显示反应时差异显著,学优生的反应时显著少于学困生的反应时;但在记忆提取抑制实验条件下,学优生与学困生的反应时差异并不显著。这说明,当存在知觉水平的干扰物时数学学优生对实验材料的判断要快于数学学困生,而当存在记忆信息中的干扰物时这种差异并不显著。

四、讨论

1. 数学学优生与学困生在抑制能力上的差别。负启动实验范式的使用依赖于负启动效应的产生,即当上次显示(启动显示)中被忽略的干扰项成为下次显示(探测显示)中的目标时,被试对该目标的反应时会变长,这种反应上的延迟说明被试在实验中存在主动的抑制过程。也就是说,负启动效应是个体抑制能力的重要体现。分心抑制实验条件下,启动显示中的干扰物为被试当前认知加工中的知觉形象;记忆提取抑制实验条件下,启动显示中的干扰物则为记忆信息,是已进入头脑中的记忆表征^[6]。由实验结果可知,数学学优生与学困生在特性抑制和记忆提取抑制上都存在显著差别(只有学优生表现出显著的负启动效应)。这就说明,无论干扰物是知觉形象还是记忆表征,数学学优生都表现出了较强的抑制能力。

分析其原因我们得出以下结论:首先,这可能与其生理基础有关。Wright 等人对儿童负启动效应的研究证实,在控制条件下,大脑皮层和皮层下的感觉运动区域被激活;而在负启动条件下,前额内侧皮层、前额下皮层、眶额皮层等区域被选择性地激活^[15]。也就是说,在需要对实验中存在的干扰进行抑制时,儿童的前额活动增强。而额叶与更广泛的认知活动相联系,学业优秀者其认知活动相对频繁,额叶神经元之间的联系更紧密,故与额叶相联系的抑制机制表现更强,更容易排除无关信息的干扰。其次,这可能与其工作记忆能力有关。大量研究结果都证实了数学学习困难儿童存在工作记忆缺陷^[13-14, 16],同时这种缺陷主要涉及工作记忆的高级方面,特别是中央执行系统的加工、算法知识、描述性的记忆策略等^[17]。还有研究证实,在一系列要求抑制不相关信息的工作记忆任务中,解决数学问题有困难的儿童得到的分数更低,所犯的干扰错误更多。这表明,问题解决成绩与抑制不相关信息的能力有关。也就是说,数学学困生在工作记忆方面的缺陷致使其对进入头脑中的信息不能很好地区别加工。因此,无论是处于知觉水平的形象还是已储存于记忆中的表征,学困生都很难表现出对干扰物的抑制。

2. 数学学优生与学困生在两种实验条件下反应时上的差别。从实验的数据结果中可以看出,无论是知觉水平的干扰物还是储存于记忆中的干扰物,数

学学优生在对实验材料作出判断时, 其反应时都要小于数学学困生。但这种差异只在分心抑制条件下达到显著, 而在记忆提取抑制条件下并没有达到显著性水平。

究其原因, 这可能与被试的年龄有关。小学阶段是儿童各种思维品质和认知能力逐渐发展的阶段, 儿童从具体形象思维过渡到抽象逻辑思维, 从以自下而上的注意为主过渡到以自上而下的注意为主。到了小学高年级, 这些认知品质得到了较好的发展, 但发展起来的各项品质并不是稳定的, 仍然存在一定的波动性。国内有研究显示, 小学生在 8~9 岁表现出选择性注意的波动性, 而国外研究的结果则表明这种波动性发生在 9~11 岁^[18]。本实验的被试年龄平均在 9.8 岁, 正处于选择性注意发展的波动期, 而记忆提取抑制实验较知觉水平的分心抑制实验来说, 任务难度偏大, 被试在对进入记忆的实验材料进行识别时资源占用量大, 这会影响到注意的稳定性, 从而影响任务的完成。表现在反应时上就出现了记忆提取抑制实验的探测显示反应时学优生与学困生并没有表现出显著的差异; 而分心物特性抑制实验的目标和干扰物都呈现在知觉水平上, 占用资源少, 分类判断相对容易, 学优生就表现出了与学困生的差异。这也从另一个角度说明数学学优生注意品质的发展要比学困生好。当然, 这种解释源于选择性注意发展的年龄特点, 关于抑制能力的发展问题和数学学优生与学困生在记忆提取抑制上是否存在差异还需要在其他年龄段中进行进一步的研究来证实。

五、结论

第一, 数学学优生比学困生有更好的分心抑制能力和记忆提取抑制能力。

第二, 与学困生相比, 数学学优生对存在于知觉水平的干扰物有更好的抑制作用, 其反应更快。

参考文献:

- [1] 金志成, 陈彩琦. 选择性注意的分心物加工机制对工作记忆的影响[J]. 心理学报, 2001(6): 495-499.
- [2] 张丽华, 胡领红, 白学军. 创造性思维与分心抑制能力关系的汉

字启动效应实验研究[J]. 心理科学, 2008(3): 638-641.

- [3] Chiappe P, Hasher L, Siegel L. Working Memory, Inhibitory Control, and Reading Disability [J]. Memory and Cognition, 2000(1): 8-17.
- [4] 王敬欣, 沈德立, 张阔. 抑制能力与工作记忆能量的相关研究[J]. 心理科学, 2003(6): 967-970.
- [5] Anderson M C, Spellman B A. On the Status of Inhibitory Mechanisms in Cognition: Memory Retrieval as a Model Case [J]. Psychological Review, 1995(102): 68-100.
- [6] 金志成, 张豹. 探测记忆提取抑制范式的研究[J]. 心理科学, 2008(2): 427-430.
- [7] 金志成, 张禹, 盖笑松. 在抑制分心物干扰效应上学困生和学优生的比较[J]. 心理学报, 2002(3): 229-234.
- [8] 金志成, 陈彩琦, 刘晓明. 选择性注意加工机制上学困生和学优生的比较研究[J]. 心理科学, 2003(6): 1008-1010.
- [9] Alloway T P, Susan E, Gathercole S E, et al. A Structural Analysis of Working Memory and Related Cognitive Skills in Young Children [J]. Journal of Experimental Child Psychology, 2004(87): 85-106.
- [10] Sluis S, Leij A, Peter F. Working Memory in Dutch Children with Reading and Arithmetic-related [J]. Journal of Learning Disabilities, 2005(3): 207-221.
- [11] 王恩国, 赵国祥, 刘昌, 等. 不同类型学习困难青少年存在不同类型的工作记忆缺陷[J]. 科学通报, 2008(14): 1673-1679.
- [12] Swanson H L, Rollanda O C. The Role of Working Memory and Fluency Practice on the Reading Comprehension of Students Who Are Dysfluent Readers [J]. Journal of Learning Disabilities, 2009(6): 548-576.
- [13] 宛燕, 陶德清, 廖声立. 小学数学学习困难儿童的工作记忆广度研究[J]. 中国特殊教育, 2007(7): 46-51.
- [14] 王恩国, 刘昌, 赵国祥. 数学学习困难儿童的加工速度与工作记忆[J]. 心理科学, 2008(4): 856-860.
- [15] Wright C I, McMullin K, Keuthen N J, et al. Brain Correlates of Negative Visuospatial Priming in Healthy Children [J]. Psychiatry Research, 2005, 139: 1-52.
- [16] Geary D C. Strategy Choices in Simple and Complex Addition: Contributions of Working Memory and Counting Knowledge for Children with Mathematical Disability [J]. Journal of Experimental Child Psychology, 2004(88): 121-151.
- [17] Keeler M L, Swason H L. Does Strategy Knowledge Influence Working Memory in Children with Mathematical Disabilities? [J]. Journal of Learning Disabilities, 2001(5): 418-434.
- [18] 张学民, 申继亮, 林崇德, 等. 小学生选择性注意能力发展的研究[J]. 心理发展与教育, 2008(1): 19-24.

〔责任编辑: 张秀红〕