

认知老化中有意控制对自动抑制的调节作用*

刘盼¹ 谢宁¹ 吴艳红^{1,2}

(¹北京大学心理学系, 北京 100871) (²首都师范大学学习与认知实验室, 北京 100037)

摘要 结合比例控制范式与基于空间位置的返回抑制范式, 探讨了认知老化过程中自上而下的有意认知控制对自动抑制的调节作用。结果表明, 当线索有效率由 50% 提升至 80% 时, 两组被试的返回抑制量均下降, 老年组表现为返回抑制消失, 但年轻组出现返回抑制的反转, 表明有意认知控制对自动抑制的调节作用受认知老化的影响而发生衰减。同时文章还就认知老化机制的新兴理论——执行衰退假说进行了讨论。

关键词 有意控制; 自动抑制; 认知老化; 返回抑制; 执行衰退假说

分类号 B842

1 研究背景

认知能力随着年龄增长而逐渐衰减是人类不可避免的一种老化现象, 认知老化的深层机制一直是科学界所关注的热点。认知老化研究领域先后提出多种理论来探讨认知功能伴随年龄增长而出现衰退的原因。如, 加工速度理论(Processing Speed Theory)认为个体认知操作速度(包括感知觉速度与中枢加工速度等)随着年龄增长而降低, 是整体认知老化的主要原因(Salthouse, 1985, 1996); 抑制衰退理论(Decline in Inhibition Theory)认为老年人无法有效抑制无关信息、阻断无关反应, 降低了认知加工效率, 进而导致认知能力的下降(Hasher & Zacks, 1988); 工作记忆理论(Working Memory Theory)强调作为加工资源的工作记忆在认知加工过程中的枢纽作用, 并认为认知功能的衰减源于老年人工作记忆能力的下降(e.g. Swanson, 1999)。

近年来新兴的执行衰退假说(Executive Decline Hypothesis)则提出, 执行控制(Executive Function)能力更容易随着年龄增长发生衰减, 是认知能力老化的重要原因(陈天勇, 韩布新, 罗跃嘉, 李德明, 2004; Raz, 2000; West, 1996)。研究者认为, 个体在各种认知活动中的行为表现与其对相关认知操作

的控制能力有密切关系。而执行控制能力即为一种负责对认知操作进行协调和控制的能力, 本身包含对优势反应的抑制、监控注意系统(如, 注意转换)以及刷新工作记忆等多种具体认知过程。执行衰退假说认为, 执行控制能力随龄衰退是老年人多项认知功能下降的本质原因。来自神经心理学领域的研究表明, 大脑额叶皮层的损毁可造成执行控制功能紊乱。大量脑损伤和神经成像的研究则进一步表明, 额叶区是执行控制功能的重要物质基础(陈天勇, 李德明, 2003; 李德明, 陈天勇, 2006)。同时, 来自神经生物学领域的研究表明额叶受年龄增长的影响而发生的衰减较其它脑区更为明显。具体而言, 在认知老化过程中, 额叶区的皮层萎缩、神经元丧失、轴突髓鞘结构受损、神经递质浓度下降以及受体数量减少等现象较其他脑区明显更为严重(Raz, 2000), 由此为执行衰退假说提供了神经结构层次的研究证据。此外, 研究者亦指出, 传统认知老化理论中的注意、抑制与工作记忆等概念可能仅反映了执行功能的一个侧面, 而通过对执行控制能力进行考察的老化研究可对整体认知老化机制作出统一阐释(陈天勇, 李德明, 2003)。

另一方面, 大量研究采用基于空间位置的返回抑制范式(Spatial-based Inhibition of Return)探讨了

收稿日期: 2010-02-01

* 国家自然科学基金资助项目(30770711、31070982)、首都师范大学学习与认知实验室资助项目、教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(06JZD0039)、国家“973”计划项目(2009CB320901)资助。

通讯作者: 吴艳红, E-mail: wuyh@pku.edu.cn

认知老化机制, 并发现返回抑制量(IOR量, 即对线索化位置上目标的反应时减去对非线索化位置上目标的反应时的差值)并不随认知老化而减小(Faust & Balota, 1997; Hartley & Kieley, 1995; McCrae & Abrams, 2001; Nigg, 2000; Pratt & Chasteen, 2007), 甚至老年人会出现比年轻人更显著的返回抑制(Poliakoff, Coward, Lowe, & O'Boyle, 2007), 表明基于空间位置的返回抑制属于自动抑制, 是一种无需个体意志努力的参与即可自动发生的前意识加工过程。但近年有研究者指出, 返回抑制任务中外周线索对注意的捕获可受到有意认知控制的影响, 进而导致返回抑制受到自上而下的有意认知控制的调节(Tipper & Kingstone, 2005)。在注意研究领域, Yantis 与 Jonides (1990) 的研究发现, 内源性线索(endogenous cue)的预测准确度对外源性干扰刺激能否有效捕获注意具有显著影响; Ruz 与 Lupiáñez(2002)在总结一系列实证研究后指出, 注意分配过程可受到任务需求的调节; 国内学者张明以及焦江丽等人的返回抑制研究则发现, 任务需求是基于颜色的返回抑制效应出现的关键因素(张明, 陈骐, 2002a; 焦江丽, 王勇慧, 边国栋, 2008)。此外, 还有研究者发现, 个体在完成注意提示任务时可形成关于空间位置的注意定势, 进而对返回抑制的产生或时程造成影响(Lupiáñez & Milliken, 1999; Lupiáñez, Milliken, César, Weaver, & Tipper, 2001)。事实上, 这里的注意定势也是有意认知控制的一种形式。而在探讨注意定势对认知过程影响的实验中, 研究者通常采用比例控制范式, 即通过改变不同实验材料或操作在整个实验过程中出现的比例来促使被试形成不同的注意定势(e.g. Milliken, Lupiáñez, Debner, & Abello, 1999)。张明和陈骐(2002b, 2004)在返回抑制研究中引入这一范式, 将线索对目标出现位置的提示有效率设置成不同水平, 进而直接控制被试的注意定势。结果发现, 当线索有效率为 20%时, 出现了比基线水平(50%)条件下更明显的返回抑制(更大的 IOR 量); 当线索有效率提升至 80%时, 则出现返回抑制的反转, 即个体对线索化位置上目标的反应反而快于对非线索化位置上目标的反应。由此更直接地表明, 自上而下的有意认知控制对自动化返回抑制具有调节作用。

不难发现, 在张明和陈骐(2002b, 2004)的研究中, 当提示线索有效率分别 20%或 80%时, 被试可事先形成“目标更不可能或更可能出现线索化位

置”的预期, 并有意识地调整注意偏向, 反映出一种对注意进行有意调节的执行控制能力。根据执行衰退假说, 执行控制能力在认知老化过程中发生衰减, 那么作为执行控制能力之一的有意认知控制对自动化返回抑制的调节作用在认知老化过程中又是怎样的呢? 本研究将重点考察老年人群中有意认知控制对自动抑制的调节作用, 以期更好地了解与揭示认知老化现象背后的深层机制。研究采用基于空间位置的返回抑制经典范式, 并结合比例控制范式, 通过设置不同的提示线索有效率促使被试形成相应的注意定势以操纵其有意认知控制的水平, 同时通过比较年轻组与老年组的行为表现, 进而考察认知老化如何影响有意认知控制对自动化返回抑制的调节作用。研究预期: (1) 基于空间位置的返回抑制作为一种自动抑制在认知老化过程中不会出现衰减, 表现为在线索有效率为 50%的基线条件中, 老年人相较于年轻人在 IOR 量上无显著衰减; (2) 自上而下的有意认知控制对自动化返回抑制具有调节作用, 但这一调节作用受到认知老化的影响而产生衰减, 表现为当线索有效率上升至 80%时, 老年人在 IOR 量的变化幅度上比年轻人的显著要小。

2 方法

2.1 被试

32 名被试, 其中 16 名为从某社区招募的老年居民(年龄为 57~71 岁, $M = 64.4$ 岁), 16 名为某高校学生(年龄为 19~25 岁, $M = 22.4$ 岁)。在教育水平上, 老年组被试中 1 名为小学学历, 8 名为初中学历, 7 名为高中或中专学历, 2 名为大专学历; 年轻组被试中 14 名为在读本科生, 2 名为在读硕士研究生。每组被试中男女各半, 均为右利手, 视力或矫正视力正常。被试在完成实验后可获得少量报酬。

2.2 材料与仪器

刺激呈现背景为中灰色(R120; G120; B120), 以一个“+”作为中央注视点, 以两个方框代表目标可能出现的空间位置。注视点、方框和实验中呈现的刺激均为白色。实验过程使用了固定头部的下巴支架, 以防止被试头部运动, 同时也保证被试双眼平视屏幕正中央, 与屏幕距离为 60cm。每个方框距中央注视点 6° 视角, 方框的水平, 垂直视角均为 1° 。

所有刺激均通过 17 寸纯平 CRT 显示器呈现, 显示器分辨率为 1024×768 pixels, 刷新频率为

85Hz。刺激呈现程序采用 Presentation 软件编制。

2.3 实验设计

采用 2(年龄组:老年组/年轻组)×2(提示线索有效率:50%/80%)×2(目标/线索位置一致性:一致/不一致)的混合实验设计。自变量为年龄、提示线索有效率与目标/线索位置一致性,其中年龄为组间变量,后两者为组内变量。根据提示线索有效率将实验分成“50%有效”与“80%有效”两部分,每名被试先后完成这两部分实验,其完成顺序在被试间平衡;因变量为探测任务的反应时。

2.4 实验程序

实验采用外周和中央提示两种线索,即在外周位置和中央位置突然闪烁的方框,以将被试的注意力吸引至某个外周位置或使其移回至中央注视点。目标刺激则是呈现在其中一个外周方框中的一个圆点。告知被试只要目标出现即用右手食指按下空格键,要求在保证准确的基础上尽可能快速作出反应。实验前告知被试目标出现在先前闪烁过的方框中的概率(提示线索有效率)。

每个试次中的刺激呈现顺序如图 1 所示:首先呈现初始刺激图片(一个中央的“+”号和两个外周方框组成),时间为 750~800ms;之后其中一个外周方框闪烁(作为外周提示线索),持续 200ms 后消失;间隔 200ms 后,中央注视点周围出现一个闪烁的白色边框(作为中央注视线索)并停留 200ms;间隔 50~550ms 后,在其中一个外周方框中呈现目标刺激(白色圆点),目标刺激在被试反应后消失或停留 1100ms 后消失;间隔 800ms 后进入下一个试次。

实验分成“50%有效”与“80%有效”两个部分。在每个部分,每名被试共需完成 280 个试次:前 40

个试次为练习阶段,而正式实验部分则又分成两个区组。每个区组各含 120 个试次:其中 20 个探测试次中,只呈现外周线索和中央线索而不呈现目标,被试不应按键反应,否则视为虚报;而在 100 个实验试次中均有目标出现,需要被试作出反应。在提示线索有效率为 50%的实验条件下,100 个实验试次中包含 50 个有效试次(目标出现在线索提示过的位置)和 50 个无效试次(目标出现在非线索提示位置);在提示线索有效率为 80%的实验条件下,则分别有 80 个有效试次和 20 个无效试次。

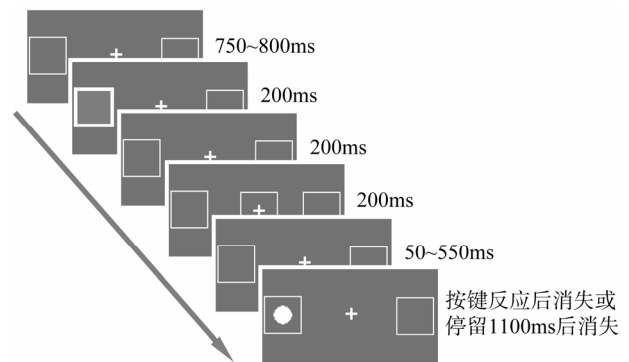


图 1 基于空间位置的返回抑制范式实验流程图

实验中,有效试次、无效试次和探测试次随机呈现。正式实验部分两两之间有一定的休息时间。

2.5 结果与分析

剔除总正确率小于 80%或者虚报率大于 20%的被试数据以及 3 个标准差以外的反应时极端值。两个年龄组的被试在目标分别出现在提示线索位置和非提示线索位置条件下的正确反应时均值及其标准差见表 1。

表 1 提示线索的有效率分别为 50%和 80%条件下的反应时和标准差(ms)

年龄组	提示线索有效率	目标与线索出现位置一致 (线索提示有效)	目标与线索出现位置不一致 (线索提示无效)	IOR 量
老年组	50%	455±17	435±16	21±6
	80%	464±17	461±18	3±7
年轻组	50%	363±17	346±16	16±6
	80%	348±18	379±18	-32±7

采用 SPSS 18.0 统计软件包进行数据分析。考虑到性别差异可能会对结果造成影响,先将性别因素纳入分析,以性别和年龄(老年组/年轻组)为组间自变量,以目标/线索位置一致性与提示线索有效率(50%/80%)作为组内自变量,对被试反应时进行 2×2×2 方差分析(ANOVA)。结果表明,被试性别的主效应不显著($F < 1, p > 0.5$),且性别与其它变

量间的交互作用亦不显著($p > 0.5$)。

可见,本实验研究结果未受到性别的影响,故仅以年龄作为组间变量、以目标/线索位置一致性与提示线索有效率作为组内自变量对被试反应时重新进行 2×2×2 方差分析。

结果表明,年龄的主效应显著, $F(1, 30) = 16.30, p < 0.001$,老年组的反应(454±17ms)显著慢

于年轻组的反应(359±17ms), $MD = 95\text{ms}$; 年龄与目标/线索位置一致性的交互作用显著, $F(1, 30) = 6.82, p < 0.05$; 提示线索有效率与目标/线索位置一致性的交互作用显著, $F(1, 30) = 37.00, p < 0.001$; 年龄、提示线索有效率与目标/线索位置一致性的三重交互作用显著, $F(1, 30) = 7.98, p < 0.001$ 。

对此, 进一步以目标/线索位置一致性与提示线索有效率作为组内自变量, 分别对老年组与年轻组被试的反应时结果进行 2×2 方差分析, 结果发现:

对于老年组被试, 目标/线索位置一致性的主效应显著, $F(1, 15) = 5.20, p < 0.05$, 目标/线索位置一致条件下的反应(459±19ms)显著慢于目标/线索位置不一致条件下的反应(448±18ms), $MD = 12\text{ms}$; 提示线索有效率的主效应显著, $F(1, 15) = 8.64, p = 0.01$, 提示线索有效率为 50%条件下的反应时(445±18ms)显著短于线索有效率为 80%时的反应时(462±19ms), $MD = -17\text{ms}$; 目标/线索位置一致性与提示线索有效率的交互作用达到显著水平, $F(1, 15) = 7.40, p < 0.05$ 。进一步简单效应检验发现, 当线索有效率为 50%时, 目标/线索位置一致条件下的反应(455±19ms)显著慢于目标/线索位置不一致条件下的反应(435±18ms), $F(1, 15) = 8.23, p < 0.05, MD = 21\text{ms}$, 表现为典型的返回抑制效应; 而当线索有效率为 80%时, 目标/线索位置一致条件下的反应时(464±19ms)与目标/线索位置不一致条件下的反应时(461±20ms)没有显著差异, $F < 1, p > 0.1$, 表现为返回抑制效应的消失;

对于年轻组被试, 目标/线索位置一致性与提示线索有效率各自的主效应均不显著($p > 0.1$), 但两者的交互作用达到显著水平, $F(1, 15) = 33.48, p < 0.001$ 。进一步简单效应检验发现, 当线索有效率为 50%时, 目标/线索位置一致条件下的反应(363±16ms)显著慢于目标/线索位置不一致条件下的反应(346±13ms), $F(1, 15) = 10.44, p < 0.01, MD = 16\text{ms}$, 表现为典型的返回抑制效应; 而当线索有效率为 80%时, 目标/线索位置一致条件下的反应(348±15ms)显著快于目标/线索位置不一致条件下的反应(379±16ms), $F(1, 15) = 14.83, p < 0.01, MD = -32\text{ms}$, 表现为返回抑制效应的反转。

为了更清晰地说明提示线索有效率对两组被试在返回抑制上的不同影响, 进一步以 IOR 量(目标/线索位置一致与不一致条件下的反应时差值)作为因变量, 以年龄为组间自变量, 以提示线索有效率(50%/80%)为组内自变量进行 2×2 方差分析, 结

果发现:

年龄的主效应显著, $F(1, 30) = 6.84, p < 0.05$, 总体上, 老年组被试的 IOR 量(12±5ms)显著高于年轻组被试的 IOR 量(-8±5ms); 提示线索有效率的主效应显著, $F(1, 30) = 38.91, p < 0.001$, 提示线索有效率为 50%条件下的 IOR 量(18±4ms)显著大于线索有效率为 80%时的 IOR 量(-14±5ms)。

同时, 提示线索有效率与年龄的交互作用显著, $F(1, 30) = 8.40, p < 0.01$ 。进一步简单效应分析发现, 在提示线索有效率为 50%的实验条件下, 老年组与年轻组在 IOR 量上无显著差异(老年组: 21±6ms vs. 年轻组: 16±6ms); 当提示线索有效率为 80%时, 两个年龄组之间的 IOR 量(老年组: 3±7ms vs. 年轻组: -32±7ms)出现显著差异, $F(1, 30) = 13.32, p = 0.001$ (见图 2)。

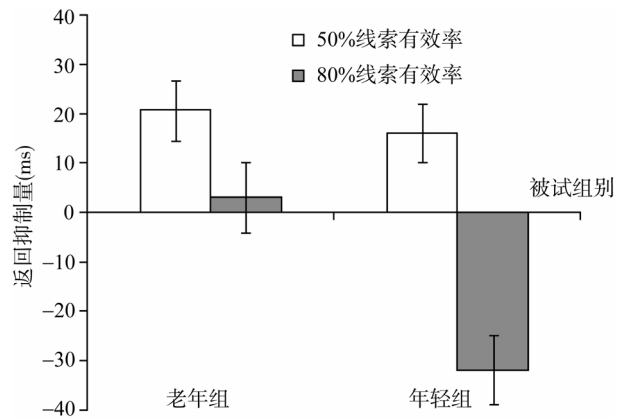


图 2 两个年龄组被试在两种提示线索有效率条件下的返回抑制量

4 讨论

本研究通过结合比例控制范式与基于空间位置的返回抑制范式, 对老年人与年轻人两组被试在提示线索有效比例为 50%和 80%两种条件下的返回抑制进行比较分析, 探讨了有意认知控制对自动抑制的调节作用是否受到认知老化的影响。

实验发现, 当提示线索有效率为 50%(即基线水平)时, 老年组与年轻组被试在 IOR 量上无显著差异。在此条件下, 被试不需要也不能够根据提示线索对目标的出现位置进行有效预测。因此实验结果反映了一种标准的基于空间位置的返回抑制。前人研究中, 很多实验结果发现, 老年人在经典返回抑制任务中表现出与年轻人一致的 IOR 量(Faust & Balota, 1997; Hartley & Kieley, 1995; McCrae & Abrams, 2001; Nigg, 2000; Pratt & Chasteen, 2007),

同时也有研究发现老年人的 IOR 量甚至显著大于年轻人的 IOR 量(如, Poliakoff et al., 2007)。对此, 研究者指出, 这可能是由于不同研究采用的 SOA 不尽相同。不同年龄组的被试在返回抑制出现的时程上存在差别(IOR 的峰值出现的时间不同), 因而采用不同的 SOA 得到的结论并不相同(Poliakoff et al., 2007)。本研究采用了从 650ms 到 1200ms 的随机 SOA, 避开了 SOA 可能造成的影响, 结果发现, 老年人与年轻人的 IOR 量在提示线索有效率为 50% 的标准条件下差异不显著。由此表明, 老年人在“避免注意回到先前提示线索位置”这样一种抑制能力上与年轻人相比至少未减弱, 进一步证实基于空间位置的返回抑制属于自动抑制, 未受认知老化的影响而衰退; 而当提示线索有效率提升至 80% 时, 由于事先得知线索提示的有效性, 被试即可形成一种自上而下的注意定势, 即“目标更可能出现在线索提示位置”, 从而策略性地提高了对线索化位置的注意偏向, 故当目标出现在线索提示位置时, 反应时大大缩短(张明, 陈骥, 2002b, 2004)。从“80% 线索有效率”条件下的结果分析可以看到, 老年组与年轻组均出现了 IOR 量的下降, 表明自上而下的有意认知控制对自动化返回抑制具有调节作用。但两组被试在 IOR 量的下降幅度上有显著不同: 年轻组出现返回抑制的反转, 老年组则仅表现出返回抑制的消失, 下降幅度明显较小, 表明提示线索有效率的改变对老年组返回抑制被试的影响更小, 反映出有意认知控制对自动化返回抑制的调节作用受到认知老化的影响而发生衰退。进一步来看, 当外周线索出现时, 被试的注意被吸引到线索所在位置。之后中央线索呈现, 被试的注意将被吸引回中央注视点处。但由于事先知道提示线索有效率为 80%, 即线索在大多数情况下有效指示目标位置, 被试可调整反应策略, 使注意继续停留在线索指示位置或者在注意回到中央注视点后更倾向于向线索出现过的位置转移(与经典条件下的返回抑制倾向相反)。由此可见, 这一过程反映出一种自上而下对注意倾向进行调控的认知能力。线索有效率为 80% 条件下的实验结果表明, 在这一过程中, 年轻人可以更有效地对反应策略进行相应调整, 表现为出现返回抑制的反转。相比之下, 老年人不能像年轻人那样很好地利用线索信息、对原本的注意倾向(倾向于避开已注意过的地方)进行调整, 这一认知调控能力的下降最终导致其返回抑制变化幅度的减小, 即仅表现为返回抑制的消失。根据执行衰退

假说, 老年人的执行控制能力出现明显衰减, 并且是造成认知能力老龄化的主要原因(Raz, 2000; West, 1996)。其中, 执行控制能力是一种负责对认知操作进行协调和控制的能力, 包含注意转换、对优势反应的抑制、对记忆内容的监控等多种具体认知过程(陈天勇, 李德明, 2003)。而在本研究提示线索有效率为 80% 的返回抑制任务中, 被试由于事先得知提示线索有效率而可对自身注意转移倾向进行有意认知调控的能力事实上也是一种执行控制能力, 而正是这一执行控制能力随认知老化发生的衰减导致了其对自动化返回抑制调节幅度的下降, 支持执行衰退假说。

此外, 在注意老年化研究领域, 有研究者提出, 老年人视觉注意的变化是因为老年化影响了眼动性质(Kaneko, Kuba, Sakata, & Kuchinomachi, 2004)。对于返回抑制出现的原因, 也有研究者认为是眼动的抑制造成的(Machado & Rafal, 2004)。因此, 我们可以从眼动角度进一步解释有意认知控制对自动化返回抑制的影响机制。Sweeney, Rosano, Berman 和 Luna (2001) 的研究发现当要求老年组被试的眼动不要朝向指定位置时, 他们这种有意控制眼动的能力出现减弱, 并且老年人在反向眼动任务中的速度和准确率上均比年轻人更差, 表明抑制优势反应的执行控制能力随着老年化出现了衰退(Olk & Kingstone, 2009)。本研究中, 在提示线索有效率为 50% 的基线条件下, 被试可能是通过抑制眼动而避免注意回到先前提示过的位置, 这种基于空间位置的返回抑制属于自动抑制(Nigg, 2000), 故老年人在 IOR 量上与年轻人无显著差异; 而当提示线索有效率提升至 80% 后, 老年组返回抑制所受影响较年轻组返回抑制的改变明显要小, 表明有意认知控制对自动化返回抑制的调节作用出现老化, 这可能是因为老年人无法像年轻组被试一样有效地将眼动转回先前提示过的位置, 反映出这种有意控制眼动的执行控制能力出现老化衰退, 从眼动层次上进一步支持执行衰退假说。当然, 其作用机制是否确实由对有意控制眼动能力的衰退而造成, 则有待今后研究的进一步探讨。

由于研究的局限, 本文未对老年组与年轻组被试在教育水平上进行严格的匹配, 年轻组被试均为在校大学生, 其教育水平总体上要高于老年组被试, 因此在一定程度上可能会影响对研究结果的解释。但由于研究采用的是简单的探测任务, 其本身受教育水平影响较小, 我们认为两组被试的老化程度差

异应是实验结果的最主要因素,即两组被试的比较结果体现的是认知老化所带来的影响。当然,在今后的研究中,我们将尽可能在实验设置上进行更为严格的控制,从而排除潜在的混淆因素,对结果做出更具信服力的解释。

5 结论

基于空间位置的返回抑制作为一种自动抑制,未受认知老化影响,表现为在提示线索有效率为50%的基线条件下,老年组与年轻组被试出现同等效量的返回抑制;自上而下的有意认知控制能力对这一自动抑制具有调节作用。但相较于年轻人,老年人的这种调节作用显著减小,表现为在提示线索有效率上升至80%后,老年组的返回抑制消失,而年轻组则出现返回抑制的反转,表明有意认知控制能力对自动抑制能力的调节作用在认知老化过程中出现衰减,支持执行衰退假说。

参 考 文 献

- Chen, T., Han, B., Luo, Y., & Li, D. (2004). Cognitive aging and executive decline hypothesis. *Advances in Psychological Science*, 12(5), 729–736.
[陈天勇, 韩布新, 罗跃嘉, 李德明. (2004). 认知年老化与执行衰退假说. *心理科学进展*, 12(5), 729–736.]
- Chen, T., & Li, D. (2003). Progress on research of executive function and cognitive aging. *Chinese Journal of Gerontology*, 23(10), 710–712.
[陈天勇, 李德明. (2003). 执行功能与认知年老化研究的新进展. *中国老年学杂志*, 23(10), 710–712.]
- Faust, M. E., & Balota, D. A. (1997). Inhibition of return and visuospatial attention in healthy older adults and individuals with dementia of the Alzheimer type. *Neuropsychology*, 11(1), 13–29.
- Hartley, A. A., & Kieley, J. M. (1995). Adult age differences in inhibition of return of visual attention. *Psychology and Aging*, 10(4), 670–683.
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. In G. H. Bower (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (p. 193–225). San Diego, CA: Academic Press.
- Jiao, J., Wang Y., & Bian, G. (2009). The effect of cognitive control on location and color-based inhibition of return. *Studies of Psychology and Behavior*, 7(1), 44–49.
[焦江丽, 王勇慧, 边国栋. (2009). 认知控制对基于位置和颜色返回抑制的影响. *心理与行为研究*, 7(1), 44–49.]
- Kaneko, R., Kuba, Y., Sakata, Y., & Kuchinomachi, Y. (2004). Aging and shifts of visual attention in saccadic eye movements. *Experimental Aging Research*, 30(2), 149–162.
- Li, D., & Chen, T. (2006). Cognitive aging and mental health in the elderly. *Advances in Psychological Science*, 14(4), 560–564.
[李德明, 陈天勇. (2006). 认知年老化 and 老年心理健康. *心理科学进展*, 14(4), 102–109.]
- Lupiáñez, J., & Milliken, B. (1999). Inhibition of return and the attentional set for integrating versus differentiating information. *The Journal of General Psychology*, 126(4), 392–418.
- Lupiáñez, J., Milliken, B., César, S., Weaver, B., & Tipper, S. P. (2001). On the strategic modulation of the time course of facilitation and inhibition of return. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 54A(3), 753–773.
- Machado, L., & Rafal, R. D. (2004). Inhibition of return generated by voluntary saccades is independent of attentional momentum. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57A(5), 789–796.
- McCrae, C. S., & Abrams, R. A. (2001). Age-related differences in object- and location-based inhibition of return of attention. *Psychology and Aging*, 16(3), 437–449.
- Milliken, B., Lupiáñez, J., Debner, J., & Abello, B. (1999). Automatic and controlled processing in Stroop negative priming: The role of attentional set. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25(6), 1384–1402.
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126(2), 220–246.
- Olk, B., & Kingstone, A. (2009). A new look at aging and performance in the antisaccade task: The impact of response selection. *The European Journal of Cognitive Psychology*, 21(2/3), 406–427.
- Poliakoff, E., Coward, R. S., Lowe, C., & O'Boyle, D. J. (2007). The effect of age on inhibition of return is independent of non-ocular response inhibition. *Neuropsychologia*, 45, 387–396.
- Pratt, J., & Chasteen, A. L. (2007). Examining inhibition of return with multiple sequential cues in younger and older adults. *Psychology and Aging*, 22(2), 404–409.
- Raz, N. (2000). Aging of the brain and its impact on cognitive performance: Integration of structural and functional findings. In Craik F I M, Salthouse T A (Eds.). *The Handbook of Aging and Cognition* (2nd ed., p. 1–90). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ruz, M., & Lupiáñez, J. (2002). A review of attentional capture: On its automaticity and sensitivity to endogenous control. *Psicológica*, 23, 283–309.
- Salthouse, T. A. (1985). *A theory of cognitive aging*. Amsterdam: North-Holland.
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, 103(3), 403–428.
- Swanson, H. L. (1999). What develops in working memory? A life span perspective. *Developmental Psychology*, 35(4), 986–1000.
- Sweeney, J. A., Rosano, C., Berman, R. A., & Luna, B. (2001). Inhibitory control of attention declines more than working memory during normal aging. *Neurobiology of Aging*, 22(1), 39–47.
- Tipper, C., & Kingstone, A. (2005). Is inhibition of return a reflexive effect? *Cognition*, 97, B55–B62.
- West, R. L. (1996). An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin*, 120(2), 272–292.
- Yantis, S., & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: Voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(1), 121–134.

- Zhang, M., & Chen, Q. (2002a). The effect of task demands on spatial-based IOR and color-based repetition disadvantage effect. *Acta Psychologica Sinica*, 34(5), 462–469.
- [张明, 陈骐. (2002a). 任务需求对基于位置的返回抑制和基于颜色的重复劣势效应的影响. *心理学报*, 34(5), 462–469.]
- Zhang, M., & Chen, Q. (2002b). The effects of attention set and time uncertainty of inhibition of return. *Chinese*

- Journal of Applied Psychology*, 8(3), 15–21.
- [张明, 陈骐. (2002b). 注意定势及时间不确定性对基于空间的返回抑制的影响. *应用心理学*, 8(3), 15–21.]
- Zhang, M., & Chen, Q. (2004). The effects of attention set on special-based IOR. *Psychological Science*, 27(2), 287–290.
- [张明, 陈骐. (2004). 注意定势对基于空间位置的返回抑制的影响. *心理科学*, 27(2), 287–290.]

The Modulation of Intentional Control on Automatic Inhibition in Cognitive Aging

LIU Pan¹; XIE Ning¹; WU Yan-Hong^{1,2}

(¹ Department of Psychology, Peking University, Beijing 100871, China)

(² Learning and Cognition Lab, Capital Normal University, Beijing 100871, China)

Abstract

Cognitive aging is an unavoidable phenomenon for human beings. Various theories have been proposed to clarify the mechanism underlying cognitive aging, such as Processing Speed Theory (Salthouse, 1985, 1996), Decline in Inhibition Theory (Hasher & Zacks, 1988) and Working Memory Theory (Swanson, 1999), which attribute the age-related decline of cognitive ability to descended processing speed, reduced efficiency of inhibitory control and decreased working memory capacity, respectively. Additionally, Executive Decline Hypothesis, which was proposed recently (Li & Chen, 2006), argues that the age-related decline of executive functioning is the main reason of cognitive aging. Meanwhile, previous research with young adults as participants has demonstrated that, although location-based inhibition of return (IOR) remains unaffected in cognitive aging and is regarded as a type of automatic inhibitory ability, it can be modulated by top-down intentional cognitive control. Nevertheless, whether this modulation is affected in cognitive aging remains an open question. Therefore, the present research aims to investigate this question by combining the proportion control method and the location-based IOR paradigm with both young and old adults as participants.

A detection task was adopted for this purpose. In this task, a target (a white spot) appeared in either the left or the right white square on a gray background on a computer screen and participants were asked to detect the stimulus as quickly as possible by pressing the space bar. Each time before the target was shown, one of the two squares flashed up, which was defined as a cue indicating the location of the coming target. The whole experiment was divided into two sessions, in which the validity proportion of the location cue was 50% and 80% respectively. Participants were informed of the validity proportion before each session. Sixteen old adults (mean age = 64.4 years old) and sixteen college students (mean age = 22.4 years old) were recruited for the experiment.

Analysis of variance on reaction time showed that when the validity proportion was set at 50%, both young and older adults showed typical location-based IOR effects and no significant difference in the effect size was found between the two groups (older adults: IOR = 20.7ms vs. young adults: IOR = 16.2ms); however, when the proportion of valid cue was increased to 80%, IOR effects declined by different extents in the two groups. A reversed IOR effect (IOR = -31.8ms) was found in young adults while the IOR effect disappeared in old adults (IOR = 3.1ms, $p > 0.1$).

When the proportion of valid cue was set to a baseline level (50%), participants were unable to predict the target location effectively. Thus, the identical effect size of IOR in the two groups implies that the location-based IOR as an automatic inhibition remains unaffected in cognitive aging. However, when the proportion of valid cue was increased to 80%, participants were more likely to attend to the cued location, suggesting a top-down cognitive control on attention. Thus, the declined IOR effect demonstrates that the automatic inhibition of return is modulated by intentional control. This finding is also consistent with that of previous research (e.g. Zhang & Chen, 2002b, 2004). More importantly, the amount of modulation in the old adults is significantly smaller than that of the young adults, indicating that the modulation of intentional control on automatic inhibition diminished during cognitive aging, which supports the Executive Decline Hypothesis (Raz, 2000; West, 1996).

Key words intentional control; automatic inhibition; cognitive aging; inhibition of return; executive decline hypothesis