

语言转换对非熟练双语者不同认知控制成分的即时影响*

刘 聪¹ 焦 鲁¹ 孙 逊¹ 王瑞明^{1,2}

(¹华南师范大学心理应用研究中心/心理学院; ²广东省心理健康与认知科学重点实验室, 广州 510631)

摘 要 语言转换情境是否影响非熟练双语者的认知控制存在争议。实验 1 和实验 2 分别采用不同的实验范式探讨语言转换对非熟练双语者的认知控制是否会有即时的影响, 以及对不同认知控制成分的影响是否会有不同。结果表明, 语言转换情境能够即时地促进反应抑制, 阻碍干扰抑制, 但对认知灵活性没有影响, 同时说明了反应抑制、干扰抑制和认知灵活性属于 3 种不同的认知成分, 其内在作用机制不同。此外, 研究结果还进一步说明了双语者的认知控制优势是双语者长期双语使用的结果, 为双语优势的内在机制提供了实验支持。

关键词 语言转换; 语境; 认知控制成分; 双语优势

分类号 B842

1 前言

人类的认知是精细复杂的系统, 多系统之间存在相互影响, 共同完成人类认知。其中, 认知控制系统是指人们根据某一特定要求对相关信息进行灵活性加工, 并对任务无关信息进行抑制, 它的执行需要注意、工作记忆等多种成分的共同参与, 对人的各种活动至关重要。对认知控制系统已经进行了比较多的研究, 较一致的观点认为认知控制包含 3 种成分: 反应抑制(Response inhibition)、干扰抑制(Interference suppression)和认知灵活性(Cognitive flexibility) (Bialystok, Craik, & Ryan, 2006)。反应抑制是指个体需要对优势反应进行抑制; 干扰抑制是指个体需要将注意集中在相关刺激上, 忽视竞争刺激; 认知灵活性是指在两种任务间的转换能力 (Costa, Hernández, & Sebastián-Gallés, 2008)。此外, 语言系统跟其它认知系统存在密切的关系, 语言中的双语学习可以对人的认知系统产生重要影响, 目前也积累了一定的研究证据, 但是关于二语学习对高级的认知控制系统的研究还比较少, 并且

存在争议。

目前很多研究已经发现, 双语者相对单语者存在认知控制优势, 并且这些优势表现在特定的认知控制成分上(Bialystok, Craik, & Luk, 2008; Carlson & Meltzoff, 2008)。一些考察单语儿童和双语儿童的认知控制成分的研究发现, 双语者只在要求干扰抑制的冲突任务中比单语者表现更好, 而在要求反应抑制的冲突任务中两者的表现没有差别(Carlson & Meltzoff, 2008; Esposito, Baker-Ward, & Mueller, 2013; Martin-Rhee & Bialystok, 2008)。Bialystok 和 Viswanathan (2009)利用面孔任务研究双语学习对儿童认知控制各成分的影响, 结果发现双语儿童在干扰抑制和认知灵活性上比单语儿童好, 而在反应抑制上与单语儿童没有差别。范小月、王瑞明、吴际和林哲婷(2012)利用同样的范式对成年中英双语者不同认知控制成分进行比较研究得到与儿童同样的结果, 且发现二语熟练度越高, 认知灵活性和干扰抑制就越强。研究者认为, 双语者的认知控制优势跟他们长期转换语言的经验相关, 这些经验加强了与任务转换相关的执行控制过程(Bialystok,

收稿日期: 2015-02-06

* 国家社会科学基金教育学项目(CBA130125)资助。

通讯作者: 王瑞明, E-mail: wruiming@163.com

2001, 2007; Green, 1998)。

然而, 对于长期语言经验导致双语优势的解释, 仍有很多研究者提出质疑。有研究者认为, 先前研究中发现的认知控制优势不是双语经验导致的, 而是由于语言的转换情境或者其他额外变量所引起的 (De Bruin, Treccani, & Della Sala, 2015; Duñabeitia et al., 2014; Hilchey & Klein, 2011; Paap, 2014; Paap & Greenberg, 2013; Wu & Thierry, 2013)。正如自适应控制假说(Adaptive control hypothesis)所认为的, 双语者会根据语言情境的不同调整他们的认知控制过程并优化他们的认知控制网络, 从而表现出双语优势(Green & Abutalebi, 2013)。在最近的一项研究中, Wu 和 Thierry (2013)让早期熟练威尔士语-英语双语者完成带有语境的 Flanker 任务, 即在 Flanker 任务的每个 trial 之前呈现不同语言的词汇(只呈现威尔士语单词、只呈现英语单词或者两类单词交替混合呈现), 同时收集被试的脑电数据。结果显示, 与单语语境(只呈现威尔士语单词或只呈现英语单词)相比, 被试在混合语境下(威尔士语单词和英语单词交替呈现)具有更高的反应正确率和更小的 P300 波幅, 而 P300 反映了抑制控制的加工, 该结果说明被试在混合语境下解决冲突的能力要显著优于单一语境。因此, 研究者认为双语者的执行控制优势受到语境的快速调节, 而不是双语者长期语言转换经验的结果。但是, 该研究采用的被试都是早期熟练双语者, 并且没有区分不同的认知控制成分。那么, 对于非熟练双语者来说, 不同的认知控制成分是否会受到语境不同的即时调节呢?

另外, 虽然双语执行控制优势是否由于语言转换造成的这一问题一直争执不下, 但目前直接探讨执行控制及其各个成分与语言转换关系的研究非常少, 并且现有的研究大都只是关注执行控制的各个成分在语言转换中的重要作用(Linck, Schwieter, & Sunderman, 2012; Liu, Rossi, Zhou, & Chen, 2014; 刘欢欢, 范宁, 沈翔鹰, 纪江叶, 2013), 只有 Soveri, Rodriguez-Fornell 和 Laine (2011)运用多元回归分析的方法探讨高熟练芬兰语-瑞典语双语者语言转换的个体差异(利用 BSWQ 语言转换问卷测量)对认知控制成分的影响, 结果发现, 日常的语言转换越多, 其在转换任务中混合消耗量越少, 表明长期的语言转换经验会影响双语者的某些执行控制功能。此外, 目前双语认知控制优势方面的研究大部分都是选取两组被试(单语者和双语者, 或者非熟练双语者和熟练双语者), 通过比较两者在某些测查执

行功能的任务上的表现差异来说明双语者存在认知控制优势(Bialystok, 1999; Bialystok & Martin, 2004; Bialystok & Viswanathan, 2009; Carlson & Meltzoff, 2008; Costa et al., 2008; Soveri et al., 2011)。这类相关性的研究设计自身存在很大的局限性, 它们只能考察双语的认知控制优势与语言转换是否相关, 无法确定两者的因果关系。针对这一问题, Zhang, Kang, Wu, Ma 和 Guo (2015)在最近的一项研究中利用短期训练的方式考察语言转换对个体认知控制能力的影响, 结果发现, 短期的语言转换训练影响了个体的主动性控制成分, 对认知控制产生积极效应。借鉴 Zhang 等人(2015)的研究思路, 本研究将采用因果性研究的方式, 直接探讨语言转换情境对非熟练双语者的认知控制是否会有即时的影响, 以及对不同认知控制成分的影响是否会有不同, 同时为双语认知控制优势的内在机制提供实验支持。

本研究实验 1 将采用单因素前测后测设计, 首先让被试进行前测, 完成 Bialystok 等人(2006)提出的面孔任务, 该任务通过不同实验条件的创设和比较可以分别测量被试的反应抑制能力、干扰抑制能力和认知灵活性; 然后被试进行语言转换, 完成经典的数字命名转换任务; 最后让被试进行后测, 完成与前测相同的面孔任务。先前研究已经发现, 反应抑制、干扰抑制和认知灵活性具有不同的神经机制, 属于不同的认知控制成分(Brydges, Anderson, Reid, & Fox, 2013; Bunge, Dudukovic, Thomason, Vaidya, & Gabrieli, 2002; Luk, Anderson, Craik, Grady, & Bialystok, 2010; Sylvester et al., 2003; Ward, Roberts, & Phillips, 2001)。同时考虑到长期的语言转换经验对不同认知控制成分的影响模式不同(Bialystok & Viswanathan, 2009; 范小月等, 2012), 我们预期短期的语言转换情境对反应抑制、干扰抑制和认知灵活性的即时影响也会表现为不同的模式。实验 2 将在实验 1 的基础上进一步验证语言转换情境是否会对不同认知控制成分产生不同的即时影响, 同时探讨语言转换情境对反应抑制、干扰抑制和认知灵活性的即时影响表现为不同模式的原因。在实验 2 中, 一组被试只用母语命名, 另一组被试只用英语命名, 还有一组根据颜色选择不同语言命名, 即要不断的进行语言转换。然后接着进行认知控制测试, 完成面孔任务。我们预期实验 2 结果将与实验 1 一致。总之, 本研究将通过两个实验, 采用两种不同的实验范式探讨语言转换情境是否会对非熟练双语者的认知控制产生即时的影响,

以及对不同的认知控制成分的影响是否会存在差异。

2 实验 1

2.1 实验目的

探讨语言转换情境对非熟练双语者的认知控制是否会有即时的影响, 以及对不同认知控制成分的影响是否会有不同。

2.2 实验方法

2.2.1 被试

华南师范大学非英语专业本科生 30 人, 年龄为 18~23 岁, 母语为汉语, 英语为二语, 均参加过大学英语四级考试, 但未通过。所有被试均为右利手, 视力或矫正视力正常, 均无色盲, 能够准确辨别不同的颜色。

2.2.2 实验设计

本实验采用单因素前测后测设计, 所有被试首先完成认知控制前测, 然后进行语言转换, 最后, 被试进行后测, 完成与前测相同的任务。实验重点关注语言转换情境对不同认知控制成分的即时影响, 重点分析被试在不同认知控制任务中的正确率和反应时。

2.2.3 实验任务与程序

实验的前测和后测均采用 Bialystok 等人(2006)提出的面孔任务。该任务中使用的实验材料, 参照 Bialystok 和 Viswanathan (2009)的研究, 包括不同眼睛颜色和眼睛朝向的面孔图片简笔画, 以及矩形方块。实验开始时出现一张面部图片, 两侧各有一个矩形方块, 1000 ms 后, 面部图片中的眼睛变成绿色或红色, 持续 500 ms 之后面部图片消失, 只留下两个矩形方块, 持续 200 ms, 然后一个星号在其中一个矩形方块上闪现, 持续 150 ms。如果眼睛变成绿色, 被试需要按下与星号位置相同方向的反应键; 如果眼睛变成红色, 则按下相反方向的反应键。在眼睛直视任务中, 彩色眼睛均朝前看, 在眼睛转换任务中, 彩色眼睛朝某一侧的矩形方块看, 当眼睛朝星号将要出现的方向看时起促进作用, 朝相反方向看时起抑制作用(见图 1 和图 2)。实验包括单一颜色 Block 和红绿混合 Block, 共有 16 个 Block, 每个 Block 有 12 个 trial。在单一颜色 Block 条件中, 所有的实验都是红色或都是绿色; 在混合 Block 条件中, 红色实验和绿色实验的次数相等, 且随机呈现。眼睛直视任务和眼睛转换任务各包括 2 个 Block 仅绿色眼睛, 2 个 Block 仅红色眼睛, 4 个 Block 为混合颜色。眼睛直视任务和眼睛转换任务

中 8 个 Block 的呈现顺序在被试间平衡, 在每次任务(眼睛直视任务和眼睛转换任务)之前都有一个练习 Block, 包括 8 次实验, 如果需要, 被试可重复练习。

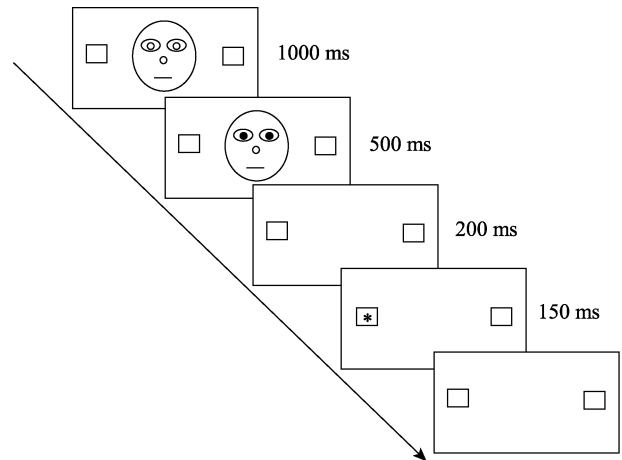


图 1 眼睛直视任务

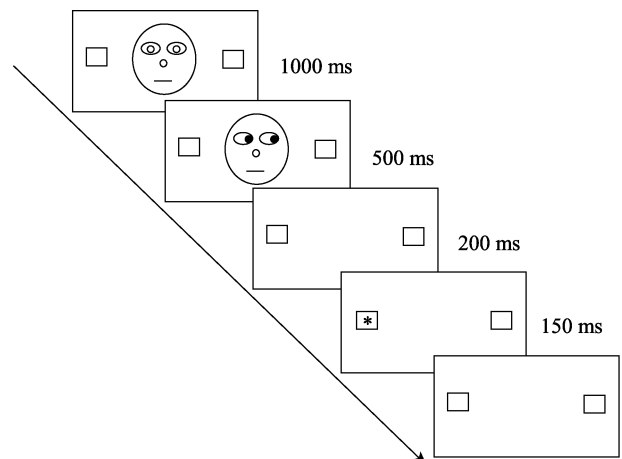


图 2 眼睛转换任务

语言转换采用数字转换命名任务。被试需要根据线索颜色块对阿拉伯数字(1~8)进行命名, 当线索色块为绿色时, 用汉语对数字进行命名, 当线索色块为红色时, 用英语对数字进行命名(见图 3)。每个被试完成 128 个 trial。所有实验任务都在计算机上

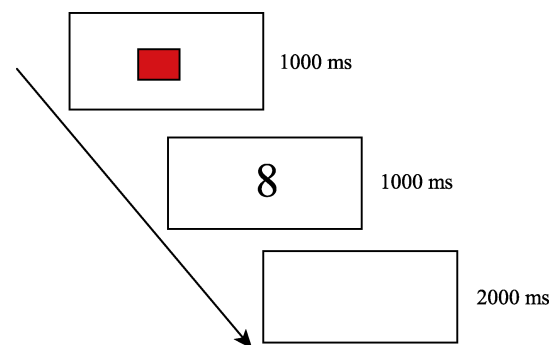


图 3 中英转换命名

进行, 实验程序采用 E-prime 软件编制。电脑自动记录被试的反应时, 并对被试的命名正误进行记录。

2.3 结果与分析

所有被试的正确率均大于 75%, 因此未删除任何被试。在 SPSS 20.0 中分析正确反应的数据, 首先删除反应时在 200 ms 以下和 2000 ms 以上的极端数据, 再删除反应时在 2.0 个标准差以外的极端数据。对正确率的分析结果发现, 被试在 3 种认知控制成分上后测与前测的正确率均无显著差异($F_s < 1$), 见表 1。

表 1 非熟练双语者在前测和后测中 3 种认知控制成分下的正确率差值($M \pm SD$)

测试阶段	反应抑制	干扰抑制	认知灵活性
前测	-0.005 ± 0.030	-0.017 ± 0.042	-0.042 ± 0.048
后测	0.005 ± 0.035	-0.015 ± 0.051	-0.043 ± 0.056

根据 Bialystok 和 Viswanathan (2009)的算法, 反应抑制由红色眼睛实验和绿色眼睛实验的反应时消耗量(消耗量 = 红色眼睛实验 RT - 绿色眼睛实验 RT)评定, 在红色眼睛的实验中, 要求被试按下与星号位置相反的键, 而抑制更容易产生的与星号位置相同的按键反应, 即优势反应; 在绿色眼睛的实验中, 要求被试按下与星号位置相同的键, 没有抑制优势反应的心理活动。两种心理活动相减, 即反映了被试的反应抑制能力; 干扰抑制由眼睛转换任务中眼睛朝向与星号方向相反时的反应时和方向一致时的反应时消耗量(消耗量 = 注视方向不一致 RT - 注视方向一致 RT)评定, 在眼睛朝向和星号方向不一致的实验中, 被试需要将注意力集中在星号位置上, 而忽略眼睛朝向; 在眼睛朝向和星号方向一致的实验中, 被试不需要此类心理活动。两者相减, 即反映了被试的干扰抑制能力; 认知灵活性由混合 Block 和单一 Block 的反应时消耗量(消耗量 = 混合 Block 的 RT - 单一 Block 的 RT)评定, 在混合 Block 的实验中, 既有红色眼睛的 trial, 又有绿色眼睛的 trial, 被试要在两种任务间进行转换; 在单一 Block 实验中, 只有绿色眼睛或红色眼睛的 trial, 不需要转换。两种心理活动相减, 即反映了被试的转换能力, 即认知灵活性。

对反应时数据进行 2(前后测)×3(不同认知控制成分)的重复测量方差分析(见表 2), 结果显示, 前后测的主效应不显著, $F(1,29) = 0.44, p = 0.513$; 认知控制成分的主效应显著, $F(2,58) = 15.36, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.346$; 两者的交互作用显著, $F(2,58) =$

14.71, $p < 0.001, \eta_p^2 = 0.337$, 进一步的简单效应分析发现, 在反应抑制上, 后测的反应要显著快于前测的反应, $F(1,29) = 19.94, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.407$; 在干扰抑制上, 后测的反应要显著慢于前测的反应, $F(1,29) = 10.28, p = 0.003, \eta_p^2 = 0.262$; 在认知灵活性上, 前测和后测没有显著差异, $F(1,29) = 0.11, p = 0.739$ 。

表 2 非熟练双语者在前测和后测中 3 种认知控制成分下的平均反应时消耗量($M \pm SD$)

测试阶段	反应抑制	干扰抑制	认知灵活性
前测	62.16 ± 33.96	14.82 ± 28.03	28.10 ± 33.94
后测	42.26 ± 23.23	30.16 ± 25.12	26.22 ± 30.72

Bialystok 和 Viswanathan (2009)采用同一范式发现双语者的干扰抑制和认知灵活性好于单语者, 而在反应抑制上两者没有显著差异; 范小月等人(2012)采用该范式发现熟练双语者的干扰抑制和认知灵活性好于单语者, 而在反应抑制上两者没有显著差异。先前这些研究均认为双语者存在双语优势, 这种优势主要体现在干扰抑制和认知灵活性上, 并且认为这种优势是长期使用双语的结果。而本研究实验 1 的结果显示, 即时的语言转换情境促进了非熟练双语者的反应抑制, 阻碍了其干扰抑制, 而对认知灵活性没有影响。这除了证明即时的语言转换情境能影响认知控制外, 还进一步说明了即时的语言转换情境和长期的双语使用对不同认知控制成分的影响是不同的。为什么会有不同, 一种可能的解释是, 在即时的语言转换情境中, 由于个体不熟悉语言转换过程, 他们使用更多的认知资源持续关注任务要求和线索提示, 这一过程有效锻炼了反应抑制成分, 但由于个体的认知资源是有限的, 他们分配了更多的资源在反应抑制上, 因此在干扰抑制上的表现就变差了。而先前研究发现的长期的双语转换经验提升干扰抑制和认知灵活性, 对反应抑制没有影响, 是因为随着语言转换经验的积累, 个体熟悉了转换任务和线索含义, 反应抑制过程就不需要占用过多的认知资源, 这时个体主要通过抑制非目标语言的干扰来实现两种语言之间的顺利转换, 因而锻炼了干扰抑制效率和认知灵活性效率(Bialystok & Viswanathan, 2009; 范小月等, 2012)。这也说明了双语者的认知控制成分有可能会随着语言转换的时间长短而表现为一种动态变化趋势。另一方面, 短期的语言转换情境和长期的语言转换经验对认知控制成分表现出不同的影响模式, 也有

可能是因为两者属于不同的交互环境,它们对不同的认知控制成分的认知需求各不相同,而这些认知需求的差异需要双语者对各个认知控制成分进行相应的适应调整,从而使两者表现出不同的影响模式(Green & Abutalebi, 2013)。

先前研究发现长期的双语使用,对不同的认知控制成分有不同的影响,本实验发现即时的语言转换情境,对不同的认知控制成分也有不同的影响,这些结果说明了反应抑制、干扰抑制和认知灵活性属于不同的认知控制成分,其作用机制不同。但是,在实验 1 中,由于采用的是单因素前测后测设计,被试在语言转换前后重复接受了同一个实验任务,虽然对 3 种不同的认知控制成分来说,中间进行的语言转换是一样的,但前后测引起的练习效应是很难排除的。另外,实验 1 也不能很好的说明语言转换情境为什么会促进反应抑制,阻碍干扰抑制,而对认知灵活性没有影响。基于上述问题,实验 2 将采用单因素被试间设计,一组被试只用母语命名,另一组被试只用英语命名,还有一组根据颜色选择不同语言命名,即要不断的进行语言转换,然后接着进行认知控制测试,完成面孔任务,进一步验证语言转换情境是否会对非熟练双语者的不同的认知控制成分产生即时的影响,同时进一步探讨这一即时影响结果的成因,即是什么导致了语言转换情境对不同的认知控制成分的影响表现为这种模式。

3 实验 2

3.1 实验目的

进一步验证语言转换情境对非熟练双语者不同认知控制成分的即时影响,并探讨这一即时影响的原因。

3.2 实验方法

3.2.1 被试

华南师范大学非英语专业本科生 93 人,年龄为 18~23 岁,母语为汉语,英语为二语,均参加过大学英语四级考试,但未通过。所有被试均为右利手,视力或矫正视力正常,均无色盲,能够准确辨别不同的颜色。被试被随机分派到 3 个实验组,即汉语命名组、英语命名组和中英转换命名组,每组 31 人。所有被试均没有参加前面的实验。

3.2.2 实验设计

本实验采用单因素被试间设计,自变量为命名条件,包括汉语命名、英语命名和中英转换命名 3 个水平,因变量为被试在面孔任务中的正确率和反

应时。

3.2.3 实验任务与程序

实验分为两个阶段。3 组被试首先分别接受不同的命名任务,然后完成面孔任务。

在第一阶段,被试完成数字命名任务,该任务在实验 1 中英转换命名条件的基础上增加了单语命名条件,包括汉语命名和英语命名。正式实验时,被试随机分成 3 组,每组 31 人。第一组只运用汉语进行命名,第二组只运用英语进行命名,第三组利用汉语和英语进行转换命名。对于汉语命名组和英语命名组来说,实验开始时,在空白屏幕上出现“+”注视点,持续时间为 1000 ms,随后屏幕中出现阿拉伯数字(1~8),持续时间是 1000 ms,然后数字消失留下 2000 ms 时间的白屏。在这段时间内被试需要根据指导语选择语言对阿拉伯数字进行命名(见图 4);对于中英转换命名组,被试需要根据线索颜色块对数字进行命名,当线索色块为绿色时,用汉语对数字进行命名来说,当线索色块为红色时,用英语对数字进行命名(同实验 1,见图 3)。每个被试每个条件完成 128 个 trial。

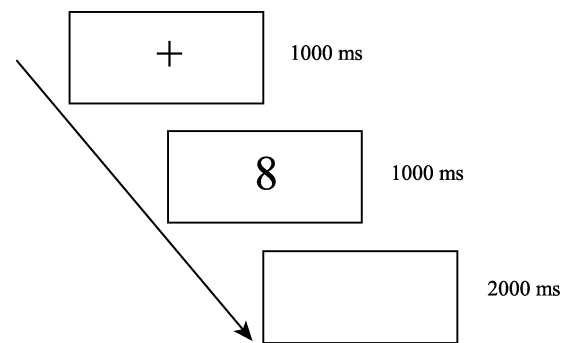


图 4 单语命名(汉语命名 & 英语命名)

在第二阶段,采用 Bialystok 等人(2006)提出的面孔任务。实验程序与实验 1 相同。

3.3 结果与分析

一名被试的数据因为正确率小于 75%被剔除(王穗苹,迟毓凯,王瑞明,吴岩,2005)。在 SPSS 20.0 中分析正确反应的数据,首先删除反应时在 200 ms 以下和 2000 ms 以上的极端数据,再删除反应时在 2.0 个标准差以外的极端数据。对正确率的分析结果表明,3 组被试在每种条件下的正确率都没有显著差异($F_s < 1$),见表 3。

对反应时进行单因素方差分析(见表 4),结果表明,被试在反应抑制上的组间差异显著, $F(2,89) = 3.69, p = 0.029, \eta_p^2 = 0.077$ 。Tukey-HSD 事后比较

表 3 被试在 3 种认知控制成分下的正确率差值($M \pm SD$)

命名条件	反应抑制	干扰抑制	认知灵活性
汉语命名组	0.006 ± 0.028	-0.006 ± 0.051	-0.036 ± 0.033
英语命名组	0.011 ± 0.033	-0.007 ± 0.040	-0.040 ± 0.041
中英转换命名组	0.005 ± 0.030	-0.015 ± 0.047	-0.041 ± 0.039

表 4 被试在 3 种认知控制成分下的平均反应时消耗量($M \pm SD$)

命名条件	反应抑制	干扰抑制	认知灵活性
汉语命名组	48.93 ± 19.26	9.44 ± 16.44	18.78 ± 18.80
英语命名组	44.21 ± 21.20	17.24 ± 22.55	22.14 ± 26.84
中英转换命名组	35.67 ± 17.38	27.70 ± 20.05	21.99 ± 26.24

发现, 汉语命名组和英语命名组的反应时差异不显著($p = 0.608$), 中英转换命名组的反应时消耗量要显著小于汉语命名组($p = 0.024$), 中英转换命名组的反应时消耗量与英语命名组的反应时消耗量差异不显著($p = 0.197$)。我们重点关注单语命名组(汉语命名组和英语命名组)与中英转换命名组的差异, 结果显示, 与单语命名组(汉语命名组和英语命名组)相比, 中英转换命名组需要更小的反应时消耗量, $t(89) = 2.55, p = 0.012, d = 0.541$ 。

干扰抑制成分的 F 检验结果表明, 被试在干扰抑制上的组间差异显著, $F(2, 89) = 6.49, p = 0.002, \eta_p^2 = 0.127$ 。Tukey-HSD 事后比较发现, 汉语命名组和英语命名组的反应时消耗量差异不显著($p = 0.280$), 英语命名组和中英转换命名组的反应时消耗量差异不显著($p = 0.102$), 中英转换命名组的消耗量要显著大于汉语命名组($p = 0.002$)。同样, 对于干扰抑制成分进行计划比较, 结果显示, 中英转换命名组的反应时消耗量显著大于单语命名组(汉语命名组和英语命名组), $t(89) = 3.28, p = 0.002, d = 0.694$ 。

认知灵活性成分的 F 检验结果表明, 被试在认知灵活性的组间差异不显著, $F(2, 89) = 0.19, p = 0.831$ 。进一步的比较显示, 中英转换命名组和单语命名组的差异不显著, $t(89) = 0.29, p = 0.776$ 。

实验 2 的结果表明, 即时的语言转换情境能够促进反应抑制, 阻碍干扰抑制, 而对认知灵活性没有影响, 进一步验证了实验 1 的结果, 表明 3 种认知控制成分的作用机制不同。同时, 通过分析 3 组被试(汉语、英语、转换)在 3 种认知控制成分上的结果, 发现汉语命名组和英语命名组在 3 种认知控制成分上都没有显著差异, 而转换组和单语组在 3 种认知控制成分上有差异, 说明语言转换对不同认

知控制成分的即时影响, 不是简单的语言情境的作用, 而是语言转换起了作用。另外, 对于非熟练双语者来说, 由于英语属于非优势语言, 在语言转换时, 他们更倾向于用英语进行命名, 被试需要对母语反应进行即时的抑制, 从而使反应抑制得到锻炼, 使得其反应抑制能力得到提升。但这种即时的反应抑制同时阻碍了干扰抑制, 使得语言转换组的干扰抑制能力下降。而对于认知灵活性(转换能力)来说, 由于它与反应抑制和干扰抑制(抑制能力)的作用机制不同, 即时的语言转换情境不足以对认知灵活性产生影响。因此, 语言转换情境能够促进反应抑制, 阻碍干扰抑制, 而对认知灵活性没有影响。

此外, 在实验 2 中, 虽然英语命名组与中英转换命名组、汉语命名组和英语命名组在反应抑制和干扰抑制上差异不显著, 但是从文中表 4 被试在 3 种认知控制成分上的平均反应时消耗量数据可以发现, 它们之间都存在一定的显著趋势, 即在反应抑制上, 汉语命名组 > 英语命名组 > 中英转换命名组, 在干扰抑制上, 汉语命名组 < 英语命名组 < 中英转换命名组。相对于汉语命名组来说, 英语命名组被试在命名时倾向于使用汉语反应, 需要付出更多的资源抑制汉语影响, 这使得他们之间存在一定的显著趋势; 同样的, 相对于中英转换命名组来说, 英语命名组需要付出的资源要少, 他们之间也会表现出一定的显著趋势。两者之所以没有达到显著, 而只呈现出一种趋势, 应该是效应量不足所导致的。此外, 本研究重点关注的是中英转换命名组和单语组(汉语命名组和英语命名组)在认知控制成分上的差异, 至于汉语命名组和英语命名组、以及英语命名组和中英转换命名组不显著的具体原因在以后的研究中有待进一步探讨。

4 讨论

目前, 对于双语者认知控制优势方面的研究来说, 研究者主要关注了双语者长期的语言使用经验对认知控制及其各个成分的影响, 而很少有研究考察即时的语言转换情境对认知控制各个成分的影响, 只有 Wu 和 Thierry (2013)发现双语者的认知控制优势受到语言情境的调节。基于上述研究, 本研究旨在进一步探讨双语者认知控制的各个成分是否受到语言转换情境的即时影响。

本研究中的两个实验结果都表明, 对于非熟练双语者来说, 语言转换情境能够促进反应抑制, 阻碍干扰抑制, 而对认知灵活性没有影响。同时, 反

应抑制、干扰抑制和认知灵活性属于 3 种不同的认知控制成分,它们的作用机制各不相同。此外,实验 2 结果表明,语言转换情境对认知控制 3 种成分的影响是因为非熟练双语者在语言转换时倾向于利用非优势语言,启动了更多的英语反应,被试对母语反应进行了即时抑制,从而反应抑制能力提升,干扰抑制能力下降,而认知灵活性没有变化。

我们的实验结果与 Wu 和 Thierry (2013)的研究具有一致性。Wu 和 Thierry (2013)的研究发现,双语者的认知控制的能力受到语境的调节,转换语境下双语者解决冲突的能力显著优于单一语境。而本研究利用面孔任务将认知控制分为反应抑制、干扰抑制和认知灵活性 3 种成分,考察了语言转换情境对非熟练双语者的认知控制各个成分的即时影响,结果发现,语言转换情境能够促进反应抑制,阻碍干扰抑制,对认知灵活性没有影响。表明了双语者的不同认知控制成分会受到转换语境的调节,并且这种调节是一种即时的任务效应。同时,语言转换情境对 3 种认知控制成分的影响模式不同,再一次证明了反应抑制、干扰抑制以及认知灵活性是相互独立的,它们的作用机制各不相同。这与前人研究结果不谋而合,Byrdges 等人(2012)和 Bunge 等人(2002)分别利用 ERP 和 fMRI 技术发现,反应抑制和干扰抑制是认知控制的两个不同的成分,它们分别激活不同的脑区;同样的,行为和脑成像数据表明,认知灵活性和干扰抑制相互独立(Sylvester et al., 2003; Ward et al., 2001)。在本研究中,由于 3 种认知控制成分的内在机制不同,才使得它们会在不同的情境下产生不同的变化。

前人研究已经表明,由于双语者在使用一种语言时,两种语言都会被激活(Kroll & Dijkstra, 2002)。双语者在日常生活中需要将注意集中在与当前情境相一致的语言表达系统上,同时避免另一种语言的干扰,并且同时需要不断的在两种语言之间进行转换。这种长期语言使用经验使双语者的干扰抑制能力和认知灵活性得到锻炼,最终导致双语者在干扰抑制和认知灵活性上好于单语者。而对于反应抑制来说,由于双语者的语言使用不需要他们对习惯反应进行抑制,所以他们的反应抑制能力和单语者没有差异(Bialystok & Viswanathan, 2009; 范小月等, 2012)。而在本研究中,我们发现,语言转换的实验情境能够促进反应抑制,阻碍干扰抑制,而对认知灵活性没有影响。因此,我们推测,先前研究中发现的双语者有更强的干扰抑制能力和认

知灵活性不是任务的即时影响,而是长期的语言使用的结果,为双语认知控制优势的内在机制提供了研究支持。长期的语言使用经验和即时的语言转换情境都会影响双语者的认知控制成分,它们表现为不同的影响模式。

上述实验结果验证了自适应控制假说(Green & Abutalebi, 2013)。自适应控制假说认为,人们会根据语言情境的不同调整他们的认知控制过程并优化他们的认知控制网络。在本研究中,双语者的 3 种认知控制成分在语言转换情境下和单一语境下存在差异,正是由于他们适应调整的结果。具体来说,相对于单一语境,语言转换情境需要非熟练双语者不断的抑制优势反应,从而使其反应抑制能力得到锻炼提升;同时,语言转换情境需要双语者两种相冲突的心理表征始终处于激活状态,个体需要不断进行选择注意,只关注有关信息,这一过程消耗了他们过多的认知资源,从而导致其干扰抑制能力下降;而对于双语者的认知灵活性为什么在单一语境下和语言转换情境下未表现出差异这一结果,我们认为,由于转换能力(认知灵活性)和抑制能力(反应抑制和干扰抑制)的内在机制不同,即时的语言转换情境不足以影响非熟练双语者转换能力,而只对抑制能力产生影响。同样的,本研究中短期语言转换任务对双语者认知控制成分即时影响与先前研究中长期的语言使用经验对认知控制成分的影响显著不同,也是由于长期的语言学习与短期的语言转换情境不同,双语者对不同的认知控制成分适应调整所导致的。本研究结果强调了语境作为一个独立的因素对双语认知控制能力的发展尤为重要。在以后的研究中,我们应该进一步探讨语境如何影响双语者其他的执行功能(如:工作记忆、推理、问题解决等),同时又是如何塑造双语者的执行功能网络。

另外,认知控制成分受到语言转换情境即时影响这一实验结果还说明了人类认知功能的可塑性。目前有很多研究发现,长期从事某种活动,比如开出租车(Maguire et al., 2000)、玩游戏(Kühn, Gleich, Lorenz, Lindenberger, & Gallinat, 2014)、演奏乐器(Fauvel et al., 2014)以及学习多种语言(Luk, Bialystok, Craik, & Grady, 2011)都可以改变人的脑结构,并提高人的某些执行功能。同时,在这些研究中,研究者都是利用被试间比较的方法说明这些长期经验对执行功能的影响,而这种影响是由众多变量(包括实验情境)共同引起的。因此,这些研究

无法独立探讨某一操作变量对执行功能的影响。在本研究中, 我们通过操纵语言转换情境这一变量说明语言转换情境同样能够塑造人的执行功能, 而不仅仅局限于长期的语言使用经验。

总体上, 本研究探讨了语言转换情境对非熟练双语者认知控制各个成分的即时影响, 进一步明确了语言转换和认知控制的关系, 并为双语认知控制优势的研究提供了实验支持, 具有一定的理论意义。但是, 本研究也存在一些不足和可以进一步探讨的地方。虽然本研究发现语言转换情境对认知控制成分具有即时的影响, 但二语的习得年龄会不会对这种影响模式产生作用? 随着双语者年龄的增长, 这种影响会不会发生变化? 其内在的神经机制如何? 此外, 语言转换情境对认知控制成分的这种即时影响能够持续多久? 语言转换情境为什么与双语使用对认知控制成分有着不同的影响机制? 这些问题在以后的研究中都有待进一步的探讨。

5 结论

本研究利用因果性研究的方式考察语言转换情境对非熟练双语者认知控制成分的即时影响, 结果表明, 语言转换情境能够促进反应抑制, 阻碍干扰抑制, 对认知灵活性没有影响, 表明反应抑制、干扰抑制和认知灵活性属于不同的认知控制成分。同时, 本研究进一步说明了双语者的认知控制优势是双语者长期语言使用的结果, 为双语优势的内在机制提供了实验支持。

参 考 文 献

- Bialystok, E. (1999). Cognitive complexity and attentional control in the bilingual mind. *Child Development, 70*(3), 636–644.
- Bialystok, E. (2001). *Bilingualism in development: Language, literacy, and cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bialystok, E. (2007). Cognitive effects of bilingualism: How linguistic experience leads to cognitive change. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism, 10*(3), 210–223.
- Bialystok, E., Craik, F., & Luk, G. (2008). Cognitive control and lexical access in younger and older bilinguals. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 34*(4), 859–873.
- Bialystok, E., Craik, F. I. M., & Ryan, J. (2006). Executive control in a modified antisaccade task: Effects of aging and bilingualism. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 32*(6), 1341–1354.
- Bialystok, E., & Martin, M. M. (2004). Attention and inhibition in bilingual children: Evidence from the dimensional change card sort task. *Developmental Science, 7*(3), 325–339.
- Bialystok, E., & Viswanathan, M. (2009). Components of executive control with advantages for bilingual children in two cultures. *Cognition, 112*(3), 494–500.
- Brydges, C. R., Anderson, M., Reid, C. L., & Fox, A. M. (2013). Maturation of cognitive control: Delineating response inhibition and interference suppression. *PLoS One, 8*(7), e69826.
- Brydges, C. R., Clunies-Ross, K., Clohessy, M., Lo, Z. L., Nguyen, A., Rousset, C., ... Fox, A. M. (2012). Dissociable components of cognitive control: An event-related potential (ERP) study of response inhibition and interference suppression. *PLoS One, 7*(3), e34482.
- Bunge, S. A., Dudukovic, N. M., Thomason, M. E., Vaidya, C. J., & Gabrieli, J. D. E. (2002). Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: Evidence from fMRI. *Neuron, 33*(2), 301–311.
- Carlson, S. M., & Meltzoff, A. N. (2008). Bilingual experience and executive functioning in young children. *Developmental Science, 11*(2), 282–298.
- Costa, A., Hernández, M., & Sebastián-Gallés, N. (2008). Bilingualism aids conflict resolution: Evidence from the ANT task. *Cognition, 106*(1), 59–86.
- De Bruin, A., Treccani, B., & Della Sala, S. (2015). Cognitive advantage in bilingualism: An example of publication bias? *Psychological Science, 26*(1), 99–107.
- Duñabeitia, J. A., Hernández, J. A., Antón, E., Macizo, P., Estévez, A., Fuentes, L. J., & Carreiras, M. (2014). The inhibitory advantage in bilingual children revisited: Myth or reality? *Experimental Psychology, 61*(3), 234–251.
- Espósito, A. G., Baker-Ward, L., & Mueller, S. T. (2013). Interference suppression vs. response inhibition: An explanation for the absence of a bilingual advantage in preschoolers' Stroop task performance. *Cognitive Development, 28*(4), 354–363.
- Fan, X. Y., Wang, R. M., Wu, J., & Lin, Z. T. (2012). A comparison of different cognitive control components between non-proficient and proficient Chinese-English bilinguals. *Psychological Science, 35*(6), 1304–1308.
- [范小月, 王瑞明, 吴际, 林哲婷. (2012). 熟练和非熟练中英双语者不同认知控制成分的比较. *心理科学, 35*(6), 1304–1308.]
- Fauvel, B., Groussard, M., Chételat, G., Fouquet, M., Landeau, B., Eustache, F., ... Platel, H. (2014). Morphological brain plasticity induced by musical expertise is accompanied by modulation of functional connectivity at rest. *NeuroImage, 90*, 179–188.
- Green, D. W. (1998). Mental control of the bilingual lexico-semantic system. *Bilingualism: Language and Cognition, 1*(2), 67–81.
- Green, D. W., & Abutalebi, J. (2013). Language control in bilinguals: The adaptive control hypothesis. *Journal of Cognitive Psychology, 25*(5), 515–530.
- Hilchey, M. D., & Klein, R. M. (2011). Are there bilingual advantages on nonlinguistic interference tasks? Implications for the plasticity of executive control processes. *Psychonomic Bulletin & Review, 18*(4), 625–658.
- Kroll, J. F., & Dijkstra, A. F. (2002). The bilingual lexicon. *The Oxford handbook of applied linguistics*. USA: Oxford University Press.
- Kühn, S., Gleich, T., Lorenz, R. C., Lindenberger, U., & Gallinat, J. (2014). Playing Super Mario induces structural brain plasticity: Gray matter changes resulting from training with a commercial video game. *Molecular Psychiatry, 19*(2), 265–271.
- Linck, J. A., Schwieter, J. W., & Sunderman, G. (2012). Inhibitory control predicts language switching performance in trilingual speech production. *Bilingualism: Language*

- and Cognition*, 15(3), 651–662.
- Liu, H. H., Fan, N., Shen, X. Y., & Ji, J. Y. (2013). Effect of cognitive flexibility on language switching in non-proficient bilinguals: An ERPs study. *Acta Psychologica Sinica*, 45(6), 636–648.
- [刘欢欢, 范宁, 沈翔鹰, 纪江叶. (2013). 认知灵活性对非熟练双语者语言转换的影响——一项 ERPs 研究. *心理学报*, 45(6), 636–648.]
- Liu, H. H., Rossi, S., Zhou, H. X., & Chen, B. G. (2014). Electrophysiological evidence for domain-general inhibitory control during bilingual language switching. *PLoS One*, 9(10), e110887.
- Luk, G., Anderson, J. A. E., Craik, F. I. M., Grady, C., & Bialystok, E. (2010). Distinct neural correlates for two types of inhibition in bilinguals: Response inhibition versus interference suppression. *Brain and Cognition*, 74(3), 347–357.
- Luk, G., Bialystok, E., Craik, F. I. M., & Grady, C. L. (2011). Lifelong bilingualism maintains white matter integrity in older adults. *The Journal of Neuroscience*, 31(46), 16808–16813.
- Maguire, E. A., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R. S. J., & Frith, C. D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(8), 4398–4403.
- Martin-Rhee, M. M., & Bialystok, E. (2008). The development of two types of inhibitory control in monolingual and bilingual children. *Bilingualism: Language and Cognition*, 11(1), 81–93.
- Paap, K. R. (2014). The role of componential analysis, categorical hypothesising, replicability and confirmation bias in testing for bilingual advantages in executive functioning. *Journal of Cognitive Psychology*, 26(3), 242–255.
- Paap, K. R., & Greenberg, Z. I. (2013). There is no coherent evidence for a bilingual advantage in executive processing. *Cognitive Psychology*, 66(2), 232–258.
- Soveri, A., Rodriguez-Fornells, A., & Laine, M. (2011). Is there a relationship between language switching and executive functions in bilingualism? Introducing a within group analysis approach. *Frontiers in Psychology*, 2, 183.
- Sylvester, C.-Y. C., Wager, T. D., Lacey, S. C., Hernandez, L., Nichols, T. E., Smith, E. E., & Jonides, J. (2003). Switching attention and resolving interference: fMRI measures of executive functions. *Neuropsychologia*, 41(3), 357–370.
- Wang, S. P., Chi, Y. K., Wang, R. M., & Wu, Y. (2005). The activation and suppression of different anaphoric referents during discourse comprehension. *Psychological Science*, 28(2), 342–346.
- [王穗苹, 迟毓凯, 王瑞明, 吴岩. (2005). 不同性质语篇背景信息的激活与抑制. *心理科学*, 28(2), 342–346.]
- Ward, G., Roberts, M. J., & Phillips, L. H. (2001). Task-switching costs, Stroop-costs, and executive control: A correlational study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 54(2), 491–511.
- Wu, Y. J., & Thierry, G. (2013). Fast modulation of executive function by language context in bilinguals. *The Journal of Neuroscience*, 33(33), 13533–13537.
- Zhang, H. Y., Kang, C. Y., Wu, Y. J., Ma, F. Y., & Guo, T. M. (2015). Improving proactive control with training on language switching in bilinguals. *NeuroReport*, 26(6), 354–359.

Immediate effect of language switch on non-proficient bilinguals' cognitive control components

LIU Cong¹; JIAO Lu¹; SUN Xun¹; WANG Ruiming^{1,2}

¹ Center for Studies of Psychological Application/School of Psychology, South China Normal University;

² Guangdong Provincial Key Laboratory of Mental Health and Cognitive Science, Guangzhou 510631, China)

Abstract

Previous studies have found that lifelong bilingual language experience led to bilingual cognitive control advantage. However, a recent study proposes a new viewpoint that bilingual cognitive control depends on fast language context rather than long-term language experience. Thus, whether the cognitive control components are influenced by language switching context is still an open question. In the current study, two experiments were conducted to investigate the immediate influence of language switch on cognitive control's different components.

Experiment 1 examined whether language switching context had immediate influence on cognitive control and whether the influences are existed on various components of cognitive control. Thirty participants joined in the Experiment 1 that contains three parts: pre-test part, language switching part and post-test part. In the pre-test part, all participants were asked to complete a “faces task”, which was used to test three components of cognitive control capacity (i.e., response inhibition, interference suppression and cognitive flexibility). Then, they performed a language switch task, in which they were required to name some Arabic numbers from 1 to 8 in Chinese or English according to the cues. When the cue was a green square (or red), participants named the Arabic numbers in Chinese (or English) when the cue was a red square. Finally, participants took part in the “faces task” again in the post-test part. Results showed that language switching context could influence bilinguals' different components of cognitive control. Specifically, it can facilitate response inhibition and

disturb interference suppression, while cannot affect cognitive flexibility. Therefore, response inhibition, interference suppression, and cognitive flexibility were distinct cognitive control components, which had different neural basis.

Experiment 2 was conducted to test two questions. First, we intended to replicate the immediate effect that was observed in Experiment 1. Second, we aimed to explore the causes of the immediate effect. A between-subject design was used in Experiment 2. Ninety-three participants were divided into three groups. Each group performed different language naming tasks. One group named the Arabic numbers in Chinese, while the second group in English. The third group performed language switching task that is the same as Experiment 1. Then, all groups joined in the “faces task.” The results were consistent with Experiment 1, which may suggest that our results are robust. In addition, the results showed that non-proficient Chinese-English bilinguals need more response inhibition because they preferred to use English in language switching. Thus their response inhibition capacity improved by exercises. However, this effect may hinder bilinguals’ interference suppression, while we did not find such effect on cognitive flexibility.

Taken together, results from these two experiments suggested that language switching context had immediate influences on non-proficient bilinguals’ cognitive control ability. Specifically, it could facilitate response inhibition and disturb interference suppression, while no such effect was found on cognitive flexibility. Besides, the results showed that response inhibition, interference suppression, and cognitive flexibility had independent mechanisms. Furthermore, the current study illustrated that the bilingual cognitive control advantages were the results of long-term bilingual language use, which revealed the internal mechanisms of the bilingual advantage.

Key words language switch; language context; components of cognitive control; bilingual advantage