

# 返回抑制时程的三因素理论及其发展<sup>\*</sup>

刘幸娟<sup>1,2</sup> 张阳<sup>2</sup> 王慧媛<sup>3</sup> 张明<sup>\*\*2</sup>

(<sup>1</sup>吉林农业大学人文学院应用心理学系, 长春, 130118)

(<sup>2</sup>苏州大学心理学系, 苏州, 215123) (<sup>3</sup>东北师范大学心理学院, 长春, 130024)

**摘要** 综述了返回抑制(Inhibition of return, IOR)出现时程机制的三因素理论内容, 支持该理论的实验证据, 以及对理论的质疑和发展。该理论认为空间定向收益、出现检测缺失和空间选择收益三个因素共同决定了IOR出现的时程及机制。研究者通过操控任务加工水平或将实验范式相结合的方式对三因素理论提出了质疑。许多关键问题如三个因素存在的认知神经科学证据、出现检测缺失和空间选择收益发挥作用的方式等是未来研究的重点和方向。

**关键词** 返回抑制 时程 三因素理论

## 1 引言

返回抑制(Inhibition of return, IOR)是指被试对呈现在先前注意过的线索化位置上的靶子的反应时长于对非线索化位置上的靶子的反应时(Posner & Cohen, 1984)。自Posner和Cohen(1984)发现该效应以来, IOR得到了研究者的广泛关注(张阳, 彭春花, 孙洋, 张明, 2013; Klein, 2000)。研究者们利用各种实验技术对IOR展开了大量的研究涉及到了IOR的机制等各方面(Chica & Lupiáñez, 2009; Zhang, Zhou, & Zhang, 2012)。这其中, IOR的时程机制是研究者最为关注的问题之一。大量研究发现IOR的时程很大程度上受到任务类型的影响: 在检测任务中, 当SOA(Stimulus Onset Asynchrony)在300ms左右时出现返回抑制, 而在SOA为1500ms左右, IOR效应消失(Posner & Cohen, 1984)。在辨别任务中, IOR出现的时间晚于检测任务(Lupiáñez, Milan, Tornay, Madrid, & Tudela, 1997)。之后的研究发现辨别任务基于位置的IOR出现在更长的SOA上, 任务越难, IOR出现的时程就越晚(Lupiáñez, Milliken, Solano, Weaver, & Tipper, 2001)。

早期的注意重定向理论认为IOR的发生需要注意从线索化位置脱离, 并重新定向到中央注视点

(Klein, 2000; Posner & Cohen, 1984)。对辨别任务而言, 个体需要一种与检测任务不同的策略来加工线索和靶子, 由于辨别任务难于检测任务, 对靶子的加工需要更多的注意资源, 注意在线索化位置驻留的时间比较长, 从该位置脱离的较晚, 导致了辨别任务中的IOR出现较晚, 注意脱离的速度导致了辨别任务中IOR发生的时间更晚。

然而, 近期研究表明, 注意脱离并不是IOR产生的必要条件: 即使是在注意脱离很难发生的内源性注意定向位置上也可以观测到显著的IOR(Berger, Henik, & Rafal, 2005; Chica & Lupiáñez, 2009)。Berger, Henik和Rafal(2005)的研究通过在中央注视点呈现箭头, 将靶子即将出现的位置分为期望位置和非期望位置, 分别采用检测任务、辨别任务和眼动任务, 结果在没有发生注意脱离的期望位置也发现了IOR。这一结果同注意重定向理论的预期并不一致。

Lupiáñez等(2001, 2007, 2010)认为不能用传统的注意定向理论来解释IOR的产生, 为了更好地解释辨别任务IOR出现的时间晚于检测和定位任务IOR出现时间的机制, 他们以客体档案<sup>\*\*\*</sup>的概念和早期提出的线索靶子整合<sup>\*\*\*\*</sup>的观点为基础, 发展出

<sup>\*</sup> 本研究得到国家自然科学基金项目(31371025, 31300833)、教育部人文社会科学一般规划项目(12YJAZH211)和吉林省教育厅人文社科规划项目(201226)的资助。

<sup>\*\*</sup> 通讯作者: 张明。E-mail: psyzm@suda.edu.cn

<sup>\*\*\*</sup> 客体档案(object file)是指刺激出现后自动建立的情景表征。客体档案理论认为靶子刺激的出现会激活客体档案, 并对当前刺激刺激和客体档案中包含的信息进行时空连续性上的一致性(spatiotemporal correspondence)判断, 如果两者在时间和空间位置上匹配, 则进行整合加工(integration processing), 对已有客体档案中的信息进行更新; 如果发现当前信息和客体档案在时间(如相隔太久)和空间上(如相距太远)不匹配, 两个刺激将很难整合到一起, 则会建立一个关于当前刺激的客体档案, 将当前刺激和客体档案判定为两个不同的客体(Kahneman, Treisman, & Gibbs, 1992)。

<sup>\*\*\*\*</sup> 线索靶子整合的观点认为当前靶子的知觉信息与已建立的线索刺激的客体档案进行整合的过程决定了IOR出现的时间(Lupiáñez, Milliken, Solano, Weaver, & Tipper, 2001)。

了三因素理论 (Lupiáñez, 2010; Lupiáñez et al., 2001; Lupiáñez, Ruz, Funes, & Milliken, 2007)。三因素理论探讨任务类型对 IOR 时程的影响, 新近的一些行为和认知神经科学研究支持了该理论, 也有一些研究对理论模型提出了质疑。目前, 三因素理论还处于初期发展阶段, 还有很多亟待解决的关键问题。

## 2 理论模型和实验证据

### 2.1 理论模型

三因素理论 (图 1) 认为线索 - 靶子实验范式中, 线索的作用是易化还是抑制由三个因素决定: 第

一个因素是空间定向收益 (spatial orienting benefit), 指线索出现后会建立起一个客体档案, 引起注意定向到线索化位置, 对随后出现在该位置上刺激的反应起到易化的作用, 第二个因素是空间选择收益 (spatial selective benefit), 是指对于随后出现在线索化位置的刺激会优先进行加工而自动的整合到线索客体档案中, 即易化对该位置的客体的分析, 产生“空间选择收益” (如有利于对靶子的辨别); 第三个因素是出现检测缺失 (onset detection cost), 即不利于对于出现在线索化位置上靶子刺激的检测, 即发生“出现检测缺失” (Lupiáñez, 2010)。

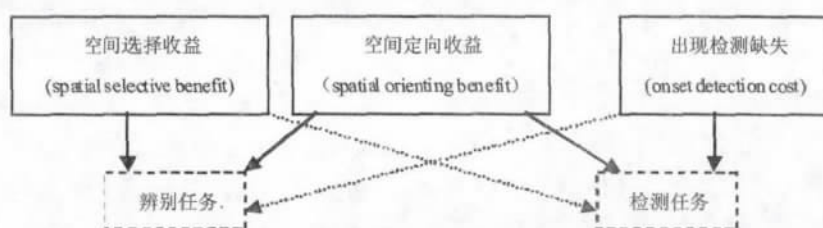


图 1 三因素理论模型

注: 对靶子的反应是易化还是抑制是三个因素共同作用的结果, 空间选择收益主要作用于辨别任务, 而出现检测缺失主要作用于检测任务。

三因素理论认为出现在线索化位置的刺激整合到旧的客体档案以及为出现在非线索化位置的刺激建立一个新的客体档案这两个加工过程的相对消长决定了 IOR 出现的时程 (张阳, 2011)。在检测任务和定位任务中, 将线索和靶子整合进同一个客体档案并不会为完成任务带来有益的作用, 个体倾向于检测靶子的出现, 并为之建构一个新的客体档案, 反应更多的依赖于出现检测缺失, 更早的出现 IOR。而在辨别任务中, 被试的主要任务是区别靶子刺激, 通过提前选择靶子位置的方式, 把线索和靶子整合为同一客体档案, 反应更多的依赖于空间选择收益, 导致辨别任务中更多的易化效应, IOR 则会出现的较晚 (Lupiáñez et al., 2007)。

### 2.2 应用及证据

陈琪 (2006) 用线索靶子整合的观点来解释检测任务和辨别任务 IOR 神经机制的不同, 在检测任务中, 被试会尽量将注意保持在中央注视点位置, 均衡的强调提示和非提示位置, 线索化位置和非线索化位置的脑机制没有差异。然而, 在复杂的辨别任务中, 被试更依赖于先前提示位置, 线索化位置更显著的激活双侧顶上叶 (superior parietal lobe, SPL), 右侧额叶眼区 (frontal eye field, FEF) 和右侧颞中回

(medial temporal gyrus, MTG)。基于客体档案的三因素理论也被用来解释基于空间和基于频率的听觉 IOR (Chen, Zhang, & Zhou, 2007) 和基于颜色的 IOR 与基于位置 IOR 在辨别任务中的交互作用 (Zhou & Chen, 2008)。Hu 和 Samuel 等 (2010, 2011) 用三因素理论解释基于视觉特征的 IOR。在他们的研究中发现颜色和形状的 IOR 仅仅发生在线索和靶子呈现在同一位置上时, 这种结果模式与客体档案基于位置的观点一致。将线索和靶子整合到同一个客体档案的倾向影响对后面刺激的检测 (Hu & Samuel, 2011; Hu, Samuel, & Chan, 2011)。

研究者探讨了影响出现检测缺失和空间选择收益两因素发挥作用的实验条件。Perez - Dueñas, Acosta 和 Lupiáñez (2009) 研究发现高焦虑被试对消极情感词汇的靶子没有显著的 IOR, 但是中性和积极情感词汇的靶子有显著的 IOR, 不管是否处于焦虑状态, 被试对恐怖脸孔没有 IOR, 但是中性和积极面孔有 IOR。这些研究支持高相关的靶子会发生更少的抑制, 更不容易出现检测缺失 (Lupiáñez, 2010)。Lupiáñez (2010) 认为随着靶子和线索相似性的增加, 整合的程度就会增加, 靶子和线索越相似, 就越可能出现检测缺失。Luo, Lupiáñez, Fu 和

Weng(2010)认为与消失的线索相比,呈现和呈现-消失的线索会促进线索靶子整合,也会促进靶子加工的空间选择收益而产生更大的线索效应。如果靶子需要更深层次的加工,外周线索的作用是积极或消极则依赖于空间选择收益,表现为易化(Lupiáñez,2010)。线索靶子的暂时性的重叠(Collie,2000)或中央线索化(Prime,Visser,&Ward,2006)等因素影响注意维持和脱离,Lupiáñez(2010)认为这些因素也调整空间选择收益,帮助或阻碍对线索靶子的整合加工。

研究者也探讨了三因素理论的神经机制。Lupiáñez(2010)认为与三因素理论对应,空间选择收益可能更多的依赖于背侧视觉通路,而出现检测缺失则可能更多的依赖于腹侧视觉通路\*。Corbetta,Patel和Shulman(2008)的研究认为,背侧通路负责空间注意定向和注意的维持,腹侧通路负责检测和重新定向新事件。一旦捕获线索后需要注意维持时则要激活背侧通路。当实验任务是检测任务时,靶子呈现在非线索位置时会更有效的重新捕获注意,这种腹侧通路的模式便是“检测缺失”的模式(Lupiáñez,2010)。张阳(2011)探讨了三因素理论的认知神经科学机制,研究发现包括前额叶眼区和支持性眼区等与注意和眼动相关的区域在线索化条件下有更大的激活,而包括眶额叶皮层和海马在内的同情景记忆和编码新信息相关的区域则在非线索化条件下有更大的激活。也就是说非线索化条件下更强的激活负责建立新客体档案的区域;而线索化条件下则更强的激活负责整合当前信息新旧客体档案的功能区域。这一结果为三因素理论提供了认知神经科学的证据。

### 3 小结与展望

三因素理论立足于任务类型如何影响IOR的时程,讨论IOR出现时程的机制,该理论认为在检测和定位任务中,反应更多的依赖出现检测缺失,更早的出现IOR,而辨别任务中反应则更多的依赖空间选择收益,IOR则会出现的较晚。空间选择收益和出现检测缺失是并行的加工,两个加工涉及不同的脑区。三因素理论能更灵活的应对不同任务间IOR量和时程的差别,扩大了模型的解释力度。

#### 3.1 理论的局限和发展

针对任务难度如何影响辨别任务IOR的时程,

三因素理论认为对于较容易的辨别任务(如M和O),靶子刺激需要更少的辨别加工资源,凸现“出现检测缺失”,IOR出现的较早,而对于较难的辨别任务(如M和N),靶子刺激则需要较多的资源,增加了“空间选择收益”,表现出易化效应,IOR也出现在较长的SOA上(Lupiáñez et al.,2007)。根据这个逻辑,操控实验任务中对靶子的加工,可影响“出现检测缺失”和“空间选择收益”,进而影响IOR出现的时间。Gabay,Chica,Charras,Funes和Henik(2012)通过控制线索和靶子的加工水平对三因素理论进行了检验。在实验1中,要求被试对线索和靶子都进行反应,检测任务和辨别任务IOR出现的时间都早于定位任务,在定位任务中,线索和靶子的特性相同(对线索和靶子的位置进行反应),实验条件下的结果与三因素理论所预测的不符,结果表明对线索和靶子的深加工使得IOR出现的时间提前。刘幸娟(2012)探讨了知觉负载水平和flanker干扰对IOR的影响。采用go-nogo范式时,IOR仅出现在低知觉负载下靶子和干扰一致时的短SOA上(400ms),与检测任务IOR出现的时间相似。采用辨别任务时,随着知觉负载水平的加入,干扰和靶子的关系为中性时,长SOA下(900ms和1400ms)出现了IOR。靶子加工阶段任务需求的变化对IOR时程的影响与三因素理论所预测的不符。这些无疑都是三因素理论所需要面对和解决的问题。

另外,在解释IOR的时程机制上,虽然三因素理论对注意定势、任务需求等自上而下因素在其中的作用进行了阐述,但对于这些因素如何具体的影响三因素,不同的自上而下加工过程是如何影响三因素各自的权重(图2)等问题也都还有待进一步的实验研究来探讨。

#### 3.2 未来研究的方向

目前,三因素理论还处于初期阶段,模型中仍有许多没有解决的关键内容,如还没有直接证实三个因素存在的认知神经科学证据:三因素理论的提出者Lupiáñez等人(2007,2010)强调客体档案的关键作用。尽管张阳(2011)的研究证明了客体档案的存在,但客体档案的建立过程受哪些因素的影响以及如何建立还没有相关的研究?尽管研究者认为在检测和辨别任务存在不同的客体档案整合模式,然而,如何测量客体档案发挥作用的时间点和程度?另外,在不同的任务中,“出现检测缺失”产生的损失

\* Lupiáñez,Ruz,Funes和Milliken(2007)曾提出“出现检测缺失”可能更多的依赖于背侧视觉通路。

怎么进行的?“空间选择收益”又是如何促进对靶子进行加工的?如何度量“出现检测缺失”和“空间

选择收益”发挥的作用?

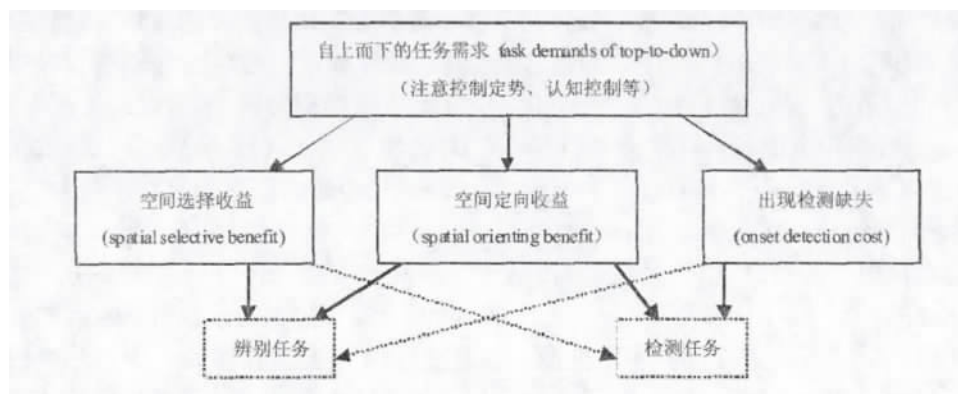


图2 四因素学说

尽管 Lupiáñez 等人 (2007) 提出任务需求等影响出现检测缺失和空间选择收益,然而,研究者们也发现任务加工深度和难度等因素对出现检测缺失和空间选择收益的影响并不完全按照三因素理论所预期的模式进行(如,刘幸娟,2012; Gabay, Chica, Charras, Funes, & Henik, 2012);出现检测缺失和空间选择收益同不同脑功能分区之间的不同交互作用模式只是处于推测阶段,还缺少所对应脑区的认知神经科学的直接证据。这些问题的解决帮助我们进一步理解 IOR 的机制。

未来研究可以从以下几方面进行:(1) 考虑如认知负载等影响空间定向收益、出现检测缺失和空间选择收益发挥作用的因素,发展三因素理论的结构,深入探讨各个因素之间的相互作用,并对发展或修订的理论模型进行验证;(2) 找到更多支持三个因素存在的认知神经科学的实验证据,探讨因素“出现检测缺失”和“空间选择收益”的产生和进行的机制,以及两者之间的关系,进一步探讨 IOR 产生的机制,系统地考察“出现检测缺失”和“空间选择收益”与不同脑功能分区之间的不同交互作用模式,以明确他们在整个 IOR 产生过程中的作用机制。将这些相关的问题结合起来进行研究,进而揭示三因素理论的实质。(3) 利用 ERP (Event-related potentials, ERP) 具有高时间分辨率的特点,对 IOR 的时程机制进行考察,并就三因素各自的贡献权重进行定性(如,找到各因素对应的 ERP 成分)和定量(如找到各因素的影响在某些成分上幅度的差异)的分析。

#### 参考文献

- 陈骥. (2006). 任务定势与位置和颜色返回抑制: 两个 fMRI 实验. 北京大学博士学位论文.
- 刘幸娟. (2012). 返回抑制时程机制的研究——对三因素理论的发展. 东北师范大学博士学位论文.

张阳. (2011). 视觉返回抑制的认知神经机制研究. 东北师范大学博士学位论文.

张阳, 彭春花, 孙洋, 张明. (2013). 视觉返回抑制的认知机制. 心理科学进展, 21, 1913 - 1926.

Berger, A., Henik, A., & Rafal, R. (2005). Competition between endogenous and exogenous orienting of visual attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134, 207 - 221.

Chen Q., Zhang, M., & Zhou, X. L. (2007). Interaction between location- and frequency-based inhibition of return in human auditory system. *Experimental Brain Research*, 176(4), 630 - 640.

Chica, A. B., & Lupiáñez, J. (2009). Effects of endogenous and exogenous attention on visual processing: An Inhibition of return study. *Brain Research*, 1278 (30), 75 - 85.

Corbetta, M., Patel, G., & Shulman, G. L. (2008). The reorienting system of the human brain: From environment to theory of mind. *Neuron*, 58(3), 306 - 324.

Gabay S., Chica, A. B., Charras, P., Funes, M. J., & Henik, A. (2012). Cue and target processing modulate the onset of inhibition of return. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(1), 42 - 52.

Hu, F. K., & Samuel, A. G. (2011). Facilitation versus inhibition in non-spatial attribute discrimination tasks. *Attention Perception and Psychophysics*, 73, 784 - 796.

Hu, F. K., Samuel, A. G., & Chan, A. S. (2011). Eliminating inhibition of return by changing salient nonspatial attributes in a complex environment. *Journal of Experimental Psychology: General*, 140(1), 35 - 50.

Kahneman, D., Treisman, A., & Gibbs, B. J. (1992). The reviewing of object files: Object-specific integration of information. *Cognitive Psychology*, 24(2), 175 - 219.

Klein, R. M. (2000). Inhibition of return. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(4), 138 - 147.

Lupiáñez, J. (2010). Inhibition of return. In: Nobre K., Coull J. (Eds). *Attention and time*. New York: Oxford University Press.

Lupiáñez, J., Milan, E. G., Tomay, F. J., & Tudela, P. (1997). Does IOR occur in discrimination tasks? Yes, it does, but later. *Perception and Psychophysics*, 59, 1241 - 1254.

- Lupiáñez, J. , Milliken, B. , Solano, C. , 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* , 54 A( 3) , 753 – 773.
- Lupiáñez, J. , Ruz, M. , Funes, M. , & Milliken, B. ( 2007) . The manifestation of attentional capture: Facilitation or independence on task demands. *Psychology Research* , 71( 1) , 77 – 91.
- Luo, C. M. , Lupiáñez, J. , Fu, X. L. , & Weng, X. C. ( 2010) . Spatial Stroop and spatial orienting: The role of onset versus offset cues. *Psychological Research* , 74 , 277 – 290.
- Perez – Dueñas, C. , Acosta, A. , & Lupiáñez, J. ( 2009) . Attention capture and trait anxiety: Evidence from inhibition of return. *Journal of Anxiety Disorders* , 23 , 782 – 790.
- Posner, M. I. , & Cohen, Y. ( 1984) . Components of visual orienting. In H Bouma, D Bouwhuis ( Eds. ) , *Attention and performance X*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Prime, D. L. , Visser, T. A. W. , & Ward, L. M. ( 2006) . Reorienting attention and inhibition of return. *Perception and Psychophysics* , 68 , 1310 – 1323.
- Zhang, Y. , Zhou, X. L. , & Zhang, M. ( 2012) . Temporary inhibitory tagging at previously attended locations: Evidence from event – related potentials. *Psychophysiology* , 49 , 1191 – 1199.
- Zhou, X. L. , & Chen, Q. ( 2008) . Neural correlates of spatial and non – spatial inhibition of return ( IOR ) in attentional orienting. *Neuropsychologia* , 46 , 2766 – 2775.

## Three Factors Theory of the Time Course of Inhibition of Return and Its Development

Liu Xingjuan<sup>1</sup> , Zhang Yang<sup>2</sup> , Wang huiyuan<sup>3</sup> , Zhang Ming<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Department of Applied Psychology, Jilin Agriculture University, Changchun, 130118)

(<sup>2</sup> Department of Psychology, Soochow University, Suzhou, 215123)

(<sup>3</sup> School of Psychology, Northeast Normal University, Changchun, 130024)

**Abstract** Inhibition of return ( IOR ) refers to a slower response to targets appearing at a previously attended location. Although numerous studies investigated factors determining the time course of IOR, why IOR expresses huge different time courses in detection and discrimination tasks remains intensely debated topic.

One of the popular theories ( Re – orienting hypothesis theory ) suggests that attention is captured by a peripheral cue and thus produces facilitation. However, following the disengagement of attention from the cued location, attention is inhibited from returning. The later emergence of IOR in discrimination tasks, therefore, could be due to the delayed withdrawal of attention from the cued location in detection tasks. However, a similar time course of IOR is observed for targets appearing at the expected locations from which attention has no reason to be disengaged, suggesting that the disengagement of attention is not sufficient cause for IOR.

An alternative hypothesis is the three factors theory, which suggests that the time course of IOR is determined by three parallel processes: spatial orienting benefit, onset detection cost and spatial selection benefit. Peripheral cues trigger a short – lived exogenous spatial orienting of attention, that process is called “spatial orienting benefit”, which is usually considered for explaining cuing effects. However, a peripheral cue can lead to other effects on the processing of subsequent stimuli appearing at the same location. The cue – target integration process would facilitate processing by helping to select the target location in advance, an effect that is represented as the “spatial selection benefit”. However, the integration of the target within the cue representation would produce a cost in detecting the onset of the target, which is “onset detection cost”. The facilitation or inhibition of the responses to the peripherally cued targets would result from the sum of the detection cost, spatial benefit, and spatial orienting benefit. Spatial selective benefits would be more pronounced in discrimination tasks whereas the detection costs would be more pronounced in detection tasks.

Although the three factors theory has great advantages to explain the mechanism of the time course of IOR compared to other theories, how these three factors combined to determine the time course of IOR is still far from trivial. A possible approach is to utilize the modern cognitive techniques such as Event – related Potentials and fMRI to uncover the specific mechanism underlying the time course of IOR.

**Key words** inhibition of return, time course, three factors theory