

# 返回抑制实验范式的衍变及其理论贡献\*

秦月<sup>1</sup>, 李杰<sup>2,3</sup>, 张禹<sup>1</sup>, 刘艳艳<sup>1</sup>, 李国刊<sup>4</sup>

(1. 北京体育大学心理学院, 北京 100084; 2. 杭州师范大学临床医学院认知与脑疾病研究中心, 杭州 311121;  
3. 杭州师范大学心理科学研究院, 杭州 311121; 4. 北京理工大学徐特立学院, 北京 102401)

**摘要:** 返回抑制是指对原先注意过的客体或位置进行反应时所表现出的滞后现象, 其基础实验范式是由 Posner 和 Cohen 在研究视觉空间注意的实验中发现的, 后续该范式及理论被广泛运用并在近年来被研究者们不断延伸探索和推进。范式及理论的推进具体表现在以下几个方面: (1) 返回抑制基础实验范式新进展: 在线索-靶子范式中形成感觉运动任务、在线索或靶子中引入图片材料、视听靶子同时出现的双通道注意研究; (2) 返回抑制范式与其他范式的结合: 包括与 Stroop 任务、Go/No-go 任务、Simon 任务、隧道任务等结合; (3) 返回抑制范式与具体情景的结合: 如社会情景、体育运动情景; (4) 返回抑制范式与其他新技术的结合: 与三维虚拟现实、眼动、事件相关电位、功能性磁共振成像和经颅磁技术等结合。综上所述, 近年来关于返回抑制范式的研究已经取得了诸多成果, 相关理论成果也在不断地推进, 未来可以从返回抑制范式生态学效度的提高、返回抑制范式与认知训练的结合以及返回抑制范式与多种新技术的结合等多个方面予以拓展。

**关键词:** 返回抑制; 实验范式; 注意

**中图分类号:** B842.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-5184(2023)06-0499-10

## 1 引言

在日常生活中, 人们对身边的场景进行搜索时, 对原先注意过的客体或位置进行反应时所表现出的滞后现象, 这种现象叫做返回抑制 (Inhibition of return, IOR) 现象。最初, 返回抑制现象是在 Posner 和 Cohen 的研究中发现的。研究先在屏幕上呈现三个水平的正方形占位符, 两侧的占位符随机呈现线索化刺激 (边框变粗再变细), 在两侧的方框中随机呈现靶刺激 (实心小方块), 发现线索与目标之间呈现的时间间隔 (Stimulus onset asynchrony, SOA) 小于 300ms 时, 靶刺激出现在线索位置时反应增快, SOA 大于 300ms 时, 靶刺激出现在线索位置时反应变慢 (Posner & Cohen, 1985), 这就是基础的返回抑制实验范式。后来在大量研究的基础上形成了线索-靶子范式和靶子-靶子范式。线索-靶子范式 (cue-target paradigm, CT) 将三个水平排列的方框作为目标潜在位置, 线索化的方式是两个外周位置的方框其中一个变亮, 之后三个方框任意一个出现目标, 两次刺激呈现完成 (Posner & Cohen, 1985); 靶子-靶子范式 (target-target, TT) 要求被试对每个刺激都

要做出相应的反应, 以抵消抑制性反应的影响 (张明, 刘宁, 2007)。

IOR 范式的发展主要表现在以下四个方面: (1) IOR 的基础实验范式不断的发展和改进。研究者在基础范式中设置了感觉运动任务以研究 IOR 的感觉机制和运动机制的叠加效果 (Wang & Pomplun, 2012)。在 IOR 范式中引入了图片材料以提高生态学效度以及增加实验的真实性 (Klein & MacInnes, 1999; 关荐等, 2018)。在跨通道领域的研究中研究者的关注点由视听觉靶子先后出现转向视听靶子同时出现 (唐晓雨等, 2020; Stoep et al., 2017)。(2) 将 IOR 范式与其他范式结合。如与 Stroop 任务 (吕婷婷, 牛盾, 2015)、Go/No-go 任务 (刘幸娟, 2012; 唐晓雨等, 2020)、Simon 任务 (Hilchey et al., 2011; 罗琴, 2018)、隧道任务 (范海楠, 许百华, 2014) 等结合。(3) IOR 范式在不同场景中的应用。如社会情景中的社会 IOR 现象研究 (Welsh et al., 2005; Atkinson et al., 2018)、体育运动情景的 IOR 现象研究等 (王新宇等, 2015)。(4) 将 IOR 范式与计算机以外的新技术相结合。如有

\* 基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (32071087)。

通讯作者: 李杰, E-mail: lijie\_psy@hznu.edu.cn; 张禹, E-mail: zhangyu@bsu.edu.cn。

研究将 IOR 范式应用到三维虚拟现实中可以有效地解决“深度”问题(沈模卫等,2007;王爱君等,2017),与眼动技术的结合有助于考察视觉搜索过程中眼动神经系统的变化(Klein,1988;Wang & Pomplun,2012),与 ERP、fMRI 和经颅磁技术的结合有助于探究个体在完成 IOR 任务时的脑部神经活动特点及机制(王爱君,2016;Martín - Arévalo et al.,2019)。鉴于近年来 IOR 范式的研究及其在多个领域的应用得到了快速的发展,本文就上述新进展进行系统综述,并在生态学效度提高、范式结合以及多种新技术结合等方面做出展望。

## 2 返回抑制基础实验范式的新进展及其理论贡献

### 2.1 感觉运动任务(SM)的出现

有观点认为 IOR 效应源自于感觉机制和运动机制(Satel et al.,2012;Wang & Pomplun,2012)。感觉机制认为,一定的时间间隔内重复出现的外周视觉刺激导致上丘脑神经元接收的视觉输入信号减少,当靶刺激与线索刺激在视网膜上的同一位置上时,神经细胞的潜伏期长于非线索位置,出现感觉不应期。这一机制下的 IOR 效应通常由外源线索诱发,感觉机制的范式与 Posner 等人提出的传统范式一致,称为 S 任务(Sensory)(Hübers et al.,2008)。运动机制认为内源线索(中央箭头)引起的眼球扫视动作会导致上丘脑细胞的不对称激活,若扫视动作沿同一方向进行,则同侧已被激活的构建神经元动作电位难以完全恢复时,再次被激活时所需要的刺激强度会下降,再次激活的速度更快,而当扫视动作沿相反方向进行时,驱动扫视动作的对侧构建神经元激活需要的刺激强度大,激活时间较长,从而形成新的映射过程,产生 IOR 效应(Wang & Pomplun,2012),该任务范式将传统范式的的外源线索刺激改为内源线索刺激,在中央占位符呈现一个有指向性的箭头,要求受试者从中央占位符看向线索化位置(箭头指向位置),然后返回中央占位符,此为 M 任务(Motor)(Klein & MacInnes,1999)。

Wang 等(2012)将上述两个任务相结合,形成了一种新的 IOR 任务——SM 任务,即在传统范式基础上先呈现 S 任务,再呈现 M 任务。结果表明受试者在完成 SM 任务时的 IOR 量接近于分别完成 S 任务和 M 任务时的 IOR 量之和。随后,为了探讨运动机制下的 IOR 是否取决于眼动反应,Satel 等人(2012)对 Wang 等人的研究进行改编,在 M 任务中

加入听觉线索返回信号作为新的运动任务——M' 任务(即受试者先对箭头所指方向作反应,而后出现一个听觉线索,与此同时要求受试者的目光再次回到中央占位符并将此反应作为对听觉线索的回应),研究结果验证了运动机制 IOR 会受眼动系统的限制。SM 任务的出现为 IOR 效应背后的感觉机制和运动机制提供了实证依据和新的研究方法。

### 2.2 刺激材料的丰富

随着 IOR 现象研究的不断深入,有研究开始从简单的方框或箭头的人工材料拓展为更丰富的材料,如跆拳道人物图片(王新宇等,2015)、应急图片和风景图片(Cao et al.,2017)。尤其是为了探讨注意与情绪的关系,将带有情绪面孔图片引入 IOR 实验范式(关荐等,2018;杨婷,2021;张明等,2022;Klein & MacInnes,1999;Stoep et al.,2017),并通过改变情绪面孔图片出现的位置来探讨 IOR 的不同效应。例如,当情绪面孔图片只出现在线索位置时,负性面孔刺激下的 IOR 反应时和 IOR 量均显著小于正性面孔刺激(Zhang et al.,2019)。当情绪面孔图片只出现在靶子位置时,受试者在情绪判别过程中 IOR 与对情绪信息的反应发生分离,表现出情绪加工的优先性(王敬欣等,2013);内隐记忆也会影响 IOR 效应(吴晓刚等,2017);不同情绪面孔识别的 IOR 存在差异(Baijal,2011)。当线索和靶子位置均出现情绪面孔图片时,IOR 效应出现且情绪信息的加工表现出了自动化倾向(关荐等,2018)。图片的引入使刺激材料更具真实性,也提高了 IOR 实验中情景还原力与生态学效度,同时方便了 IOR 范式与其他范式、技术的结合使用。

### 2.3 双通道的结合

最初 IOR 是在视觉(Lupiáñez et al.,1997)领域被研究者发现,后来拓展到听觉(Spence & Driver 1998)、触觉(Mcdonald & Ward,1999)和跨通道领域(Reuter - Lorenz & Rosenquist,1996)。近期研究者的关注点由视听觉靶子先后出现转向对视听靶子同时出现(Klein et al.,2020),并在线索-靶子范式实验中将作为靶子的听觉、视觉或视听觉靶子按照一定的比例呈现在内外源线索化位置和非线索化位置,以探讨多感觉整合和多模态空间注意对感知觉事件反应的影响(唐晓雨等,2020;张明等,2021;祖光耀等,2023;Stoep et al.,2017;Tang et al.,2019;Tang,et al.,2021)。Tang 等(2019)在外源性

线索-靶子范式基础上增加了中央重新定向事件,实验分为两种条件:一种是在视觉通道选择性注意条件下(忽略听觉靶子),一种是在双通道分配性注意条件下(同时注意视觉和听觉靶子),结果发现视听觉 IOR 效应显著小于视觉 IOR 效应。之后他们使用内源性线索-靶子范式,探究在不同空间线索有效性条件下的内源性空间注意对视听觉整合的影响时,发现双通道分配性注意减弱了视听觉 IOR 效应。IOR 在双通道注意研究中的不断深入和拓展为多感觉整合和多模态空间注意对感知觉事件反应的影响提供了实证和依据。

### 3 返回抑制实验范式与其他范式结合及其理论贡献

#### 3.1 返回抑制实验范式与 Stroop 范式的结合

IOR 任务与 Stroop 冲突任务结合可以探讨定向网络和执行功能的交互作用。以往 IOR 线索-靶子范式与 Stroop 范式结合研究中使用了简单的色词冲突(付佳,张明,2009)并发现 IOR 效应的出现使得 Stroop 效应减小。近期研究将 Stroop 任务的冲突划分为语义冲突条件和双冲突条件(语义冲突+反应冲突)(张阳,2011;Chen et al.,2006),语义冲突条件即字的含义和字的颜色属于一对;双冲突条件即字的含义和字的颜色不属于一对,结果发现 IOR 效应只能使语义冲突条件下的 Stroop 效应减小。除此之外,研究者还在 IOR 靶子-靶子范式中加入了 Stroop 冲突色词并将其作为外源性线索和靶子(吕婷婷,牛盾,2015),结果发现在 TT 范式中认知冲突的觉察和控制导致 IOR 效应反转。该类研究为主动操纵受试者对线索的认知控制程度,考察复杂任务下认知控制对注意定向的影响提供了一条可行途径。

#### 3.2 返回抑制实验范式与 Go/No-go 任务的结合

以往在 IOR 实验范式中,按照反应方式的不同,可将辨别任务分为反应/不反应(Go/No-go)任务和定位任务。其中,Go/No-go 任务常用来回答靶子出现与否(Taylor & Therrien,2005)。刘幸娟(2012)使用干扰和知觉负载范式与 IOR 范式相结合以探讨不同知觉负载水平下干扰对 IOR 时程的影响。实验结合了 IOR 基础范式和 Go/No-go 辨别任务,在无关刺激与靶子和搜索范围同时呈现时,要求受试者搜索靶子时忽略干扰刺激(与靶子一致/不一致),对字母 M(Go-trials)做反应,不出现 M 时(No-Go-trials)不反应。结果发现只有在低

知觉负载短 SOA 且干扰与靶子一致时才出现显著的 IOR。研究者还在 IOR 基础实验范式中使用了跨模态外源性空间注意的内隐空间辨别任务—Go/No-go 定位检测任务(McDonald & Ward,1999)和多感觉整合的 RTE(redundant target effect)任务(Satel & Wang,2012;Stoep et al.,2017)以研究多感觉整合和跨模态外源性空间注意对感知觉事件反应的影响(唐晓雨等,2020;Stoep et al.,2017;)。例如,Stoep 等(2017)在实验中将非信息性的外源性视觉空间线索在听觉、视觉和视听觉靶子开始前呈现,采用 Go/No-go 任务,要求受试者对呈现在左或右侧(Go-trials)的视觉、听觉和视听觉靶刺激进行定位检测反应,呈现在中间的靶刺激(No-Go-trials)不反应,发现在双通道分配性注意条件下视听觉靶子不存在 IOR 效应。Go/No-go 任务与 IOR 任务的结合为研究者在注意的研究上提供了便利。

#### 3.3 返回抑制实验范式与 Simon 范式的结合

Posner 和 Petersen(1990)在大量的脑损伤及脑成像研究的基础上提出了人类大脑中有三个注意的子网络:警觉网络、定向网络、执行网络。警觉网络能够增强对威胁刺激的警觉性(Federico et al.,2013);定向网络能够将视觉空间注意灵活地或者自主地定位到由感觉输入进来的特定空间位置上(Kincade et al.,2005),如 IOR 任务;执行控制网络能够在完成目标或者解决冲突的情况下控制行为表现(Posner & Petersen,1990),如 Simon 任务。近年来研究者们对定向网络和执行网络之间的交互关系进行了大量的研究(Chen et al.,2010),例如 IOR 任务与 Simon 冲突任务相结合的交互作用(Hilchey et al.,2011;Ivanoff et al.,2002)。结果表明 Simon 效应受 IOR 效应的影响,在线索化位置上的冲突量增大(Hilchey et al.,2011;Ivanoff et al.,2002;Wang et al.,2013)。这表明,定向网络和执行网络能够在跨通道的注意条件下发生交互作用,这拓展了注意网络交互作用的研究领域。

#### 3.4 返回抑制实验范式与隧道的结合

以往动态线索-靶子范式多采用路径明确的旋转运动方式分离客体与空间环境中的位置(张明,张阳,2006),后来研究者将 IOR 范式与隧道结合,来探究路径不明确的 IOR 效应(范海楠,许百华,2014)。范海楠和许百华(2014)在动态线索-靶子范式中引入了“隧道”刺激,考察了颜色特征在单向

或双向隧道中对 IOR 产生的作用。单向隧道(空间位置信息明确)是客体进入隧道后只能从一条对应的出口离开;双向隧道(空间位置信息不明确)是客体进入隧道后存在两个出口,且每个客体从每个隧道出口离开的概率均相等,进出口不再一一对应。以单向隧道为例,实验先在屏幕上呈现隧道和两个不同颜色圆盘,随后其中某一颜色圆盘先变大再恢复原状(线索化),两个有色圆盘同时从起始位置向隧道内运动,并从对应出口出隧道,客体开始出隧道到靶子呈现前,均被浅灰色圆盘遮挡,最后靶子呈现(随机移除其中一个浅灰色圆盘,显示有色圆盘,与线索化颜色相同的圆盘即为有效试次),受试者做按键反应。结果表明双向隧道中均有显著的 IOR 效应。此范式拓展了对路径的明确程度以及非空间特征在 IOR 中的作用。

#### 4 返回抑制实验范式与情景的结合及其理论贡献

##### 4.1 返回抑制实验范式与社会情境的结合

社会返回抑制(Social inhibition of return, social IOR)范式是基于两个受试者共同完成具有社会性质任务的基础上而延展出的范式。传统返回抑制范式是一个人完成的,而 social IOR 考察当该范式出现在人际交往社会场景中,如两个人轮流对一个靶子做出反应,当前一个人作出反应后,另一人对相同位置靶子作出的反应是否会因第一人的动作而变慢。研究者们对此现象进行了考查(Welsh et al., 2005, 2007),并深入探讨了该现象产生的可能原因(Atkinson et al., 2014; Cole et al., 2012; Dalmaso et al., 2021; Nafcha et al., 2020; Welsh et al., 2009)。

Welsh 等(2005, 2007)在探讨 social IOR 现象时令两个受试者轮流交替完成任务,并采用了 3 种实验条件:1. 受试者完全看见、听见对方的行为反应;2. 通过护目镜调节视野范围以及佩戴减噪设备,让受试者只看见靶子的位置;3. 利用投影仪投影操纵白色方框模拟受试者同伴的反应。结果表明,当受试者遵循同伴的反应时,反应会变慢,且只有真实同伴的行为才可产生 IOR 现象。后续对 social IOR 产生的影响因素进行深入研究,发现手臂的动作和注意定向能够引起 SIOR(Cole et al., 2012),社交线索(动作相同与否)会导致基于位置的 social IOR(Atkinson et al., 2014, 2018),听觉提示传达的同伴反应位置信息(Welsh et al., 2009)和社会互动性质(竞争与合作)不能产生 SIOR(Atkinson et al.,

2018)。此外, Nafcha 等(2020)研究了在没有直接观察的情况下能否产生 social IOR 效应,实验时受试者不直接观察靶子,仅告知受试者其同伴做出反应的位置,结果发现同伴的反应位置信息足以令受试者产生 social IOR。他们还发现那些认为自己是和合作者一起完成任务的受试者,会表现出 social IOR 效应。这一研究表明,受试者的信念是产生 SIOR 的重要条件。

##### 4.2 返回抑制实验范式与体育运动情境的结合

近年来,研究者将 IOR 与体育运动情境相结合以对 IOR 的跨情境、跨人群现象进行探讨(王新宇等, 2015)。在研究跆拳道运动员 IOR 的时程特征时,在 IOR 基础实验范式中融入了跆拳道背景,实验将线索和靶子改为清晰度为 30 帧/秒做高横踢动作的 flash 动画,以增加真实感,并要求受试者对跆拳道中位横踢控腿动作中的左侧控腿按“F”键,右侧控腿按“J”键。研究发现基于跆拳道背景的 IOR 实验范式在普通人群和跆拳道人群中都出现了 IOR 现象,从 IOR 的角度揭示了跆拳道运动中运动员使用连续击打动作的有效性,表明训练和比赛中应考虑连续打击同侧及控制出腿节奏。IOR 实验范式与体育运动情境的结合为指导运动员科学开展训练提供了重要意义。

#### 5 返回抑制实验范式与其他技术的结合及其理论贡献

##### 5.1 返回抑制实验范式与虚拟现实(VR)技术的结合

目前对于人脑如何从二维的视网膜图像中重构真实世界中三维客体的结构和深度位置已有很多研究,然而,对于 IOR 有关“深度”问题的研究及如何在三维空间中不同深度位置之间进行转移的机制知之甚少。近年来,借助 VR 技术对三维 IOR 问题的研究层出不穷(罗琴, 2018; 刘艳艳等, 2022; 潘鑫婷等, 2023; 沈模卫等, 2007; 王爱君, 2016; 王爱君等, 2017; Liu et al., 2021; Wang et al., 2015),该方法提高了研究的生态学效度。前人研究表明人们能够将注意投放到跨深度的三维倾斜平面上(He & Nakayama, 1995),由视差线索构造的三维倾斜平面中存在与注意有关的 IOR 效应(沈模卫等, 2007)。近年来,研究者开始研究基于 VR 技术模拟的带有深度线索的三维空间中的 IOR 效应(罗琴, 2018; 王爱君, 张明, 2015; 王爱君等, 2015, 2017; Wang et al., 2015),研究表明 IOR 效应并不是“深度盲”。后续

研究在三维空间中将定向网络的 IOR 范式与执行网络的 Simon 或 Flanker 范式结合,均发现了显著的 IOR 效应(罗琴,2018;王爱君等,2015;Wang et al., 2015)。

### 5.2 返回抑制实验范式与眼动技术的结合

研究表明,根据动眼神经系统是被激活还是被抑制,有两种形式的 IOR。当允许眼动时,会生成基于输出(运动机制)的 IOR,而当禁止眼动时,则会产生基于输入(感觉机制)的 IOR(Hilchey et al., 2014;Redden et al., 2021;Wang & Pomplun, 2012),但是对于两种形式的 IOR 的出现取决于何种条件尚不清楚(Eng et al., 2017, 2018; Hilchey et al., 2014)。Eng 等(2017)在实验中使用相容(目标和按键在同侧)和不相容(目标和按键不在同侧)任务,外源线索提示后,会出现带有颜色的“+”刺激(红色做不相容反应,绿色做相容反应),若线索和靶子出现在相同位置则进行相容反应,否则做不相容反应。结果发现所有任务中在相容试次中都发现了 IOR 效应,而在不相容的试验中没有 IOR 效应,表明基于输入和输出的 IOR 之间的分离不仅仅取决于动眼神经的激活,该研究进一步支持了与手动反应模式不同的抑制性线索效应的存在。

### 5.3 返回抑制实验范式与事件相关电位技术(ERP)的结合

近年来研究者常借助 ERP 技术高时间分辨率的特点来研究 IOR 的神经基础(Satel et al., 2019),并发现 IOR 伴随着顶枕叶附近的 P1、N1 等早期成分的幅度有所降低(徐菊等,2016;Li et al., 2021; Satel et al., 2013; Zhang et al., 2012),即将 ERP 技术与 IOR 的线索-靶子范式相结合可为 IOR 的神经活动提供有力的证据。在新近的 IOR 事件相关电位的研究中操控受试者对于线索的注意(Satel et al., 2013)、线索的方向(徐菊等,2016;张阳等, 2019)以及加入干扰事件(Martín - Arévalo et al., 2014)会观察到不同的指标成份变化。例如,在操控两种条件(一种注意线索,一种忽略线索)线索时,发现只有线索被注意时 P1 的调节才能影响 IOR (Satel et al., 2013)。ERP 研究表明在线索化和非线索化不同位置方向靶刺激诱发的 ERPs 在 250 ~ 300ms 处存在一个稳定的差异(Nd250),所以研究者采用横向排列的刺激(Satel et al., 2014)、纵向排列的刺激(徐菊等,2016)、垂直和水平的刺激(张

阳等,2019)来探究刺激方向位置对 Nd250 的影响。在实验范式中引入干扰事件(在注视点周围显示一个更小的方框),发现外源线索产生的知觉检测成本(P1)和空间选择(N2pc)在有效线索位置上能够对 IOR 产生影响(Martín - Arévalo et al., 2014)。为了借助 ERP 更深入的探索 IOR 神经基础,研究者将实验材料丰富化。在不同情绪面孔对 IOR 的影响研究中,研究者大多在线索-靶子范式和 ERP 设备结合中引入图片作为线索或靶子来进行实验。结果表明不同的情绪面孔会引起不同的 ERP 指标的变化,如引入正性、中性、负性面孔图片作为靶子时,有效线索与无效线索相比 P1 波幅减小、N1 波幅增大(王敬欣等,2013;吴晓刚等,2017);另外, Cao 等(2017)使用应急图片(自然灾害、意外灾难、公共卫生事件、社会安全事件等图片)和风景图片为线索时,ERP 结果显示在紧急情况下右脑顶叶及邻近脑区的 P3 可作为 IOR 效应产生机制的指标。

### 5.4 返回抑制实验范式与功能性磁共振成像技术(fMRI)的结合

关于 IOR 的时程、广度、成分及产生的神经机制研究,研究者除了使用 ERP 设备外,也使用 fMRI 技术来尝试识别与 IOR 相关的神经回路(Satel et al., 2019)。基于 fMRI 技术高空间分辨率的特点,研究中多将该技术应用于脑部损伤病人以及精神疾病患者的 IOR 现象研究中,并且新近的研究开始尝试在加入情绪图片、IOR 与其他范式结合或 IOR 与 VR 技术结合的基础上,在双通道结合下的 IOR、IOR 范式中结合 fMRI 技术(王爱君,2016;Abbott et al., 2012;Dai et al., 2018)。对于普通人的研究中,王爱君(2016)在 fMRI 结果中发现 IOR 效应特异性激活双侧上顶叶皮层,Simon 效应特异性激活双侧中额叶皮层,并且左侧中央前回参与空间 IOR 和 Simon 效应之间的神经相互作用。在研究三维空间中远近空间视觉加工时,他们还发现受试者在完成任务时,双侧上枕叶和顶枕联合区是负责优先性加工的特异性脑区,且顶枕联合区与大脑中的背侧通路和腹侧通路都存在着较高的功能连通性(王爱君, 2016)。Abbott 等(2012)在研究精神分裂症(SP)患者在视觉任务过程中表现出注意力重定向和 IOR 两方面的缺陷时,使用双通道结合的 IOR 方法让受试者根据左右耳中出现的靶子做反应,发现额顶叶网络的特征性激活。Dai 等(2018)使用 fMRI 观察

抑郁患者、抑郁治愈者和健康者的 IOR 神经基础。实验在线索中引入情绪面孔图片,发现重度抑郁症患者对所有面孔都表现出 IOR 效应,fMRI 结果显示这一 IOR 效应的产生与眼窝前额皮层(OFC)中的静息状态激活相关,这为抑郁症的临床治疗提供了生物标志物。

### 5.5 返回抑制实验范式与经颅磁(TMS)技术的结合

TMS 技术是利用脉冲磁场作用于中枢神经系统,改变皮层神经细胞的膜电位使之产生感应电流,影响脑内代谢和神经电活动,近年来研究者将 TMS 技术与 IOR 范式结合探讨外源性空间定向效应机制(Martín - Arévalo et al., 2019; Martín - Signes et al., 2019)。例如,Martín - Arevalo 等(2019)使用线索-靶子辨别范式,在辨别任务前呈现一个非信息性的外围线索,接着操纵中央事件(在注视点周围显示一个更小的方框)的有无来观察是否存在 IOR 效应。受试者需要辨别字母(“X”或“O”)并做相应的按键反应,实验在靶刺激出现后的 135 ~ 160ms 时间窗内对受试者左侧上顶叶(left superior parietal lobe, SPL)施加 TMS 刺激,结果发现该 TMS 刺激使受试者对出现在线索位置的靶刺激反应加快。上述实验和结果为空间定向效应机制的后续研究提供了有力的支持。

## 6 总结与展望

综上所述,近年来,研究者们对 IOR 的研究有了相当大的进展。在 IOR 基础实验范式研究中,通过形成 SM 任务更好的了解感觉机制和运动机制的叠加效果;刺激材料的丰富化使得 IOR 实验范式适用于各类相关研究,情景还原力与生态学效度不断提高;并且多通道的结合也使得 IOR 实验范式在跨通道领域的研究不断深入。IOR 除了在基础实验范式上得到拓展外,在范式结合、情景结合、技术设备结合中都得到了创新和拓展。将 IOR 范式与其他范式相结合的研究中,了解到定向网络和执行功能网络的交互作用、更加方便 IOR 范式的不同现象研究;将 IOR 范式与不同情景相结合,可有效探讨社会环境、运动场景中是否也存在 IOR 现象;将 IOR 范式与各种仪器设备相结合,使 IOR 产生的神经生理机制研究有了更加清晰的了解,以及探讨三维空间中的深度问题和注意转移问题。

在未来 IOR 的研究中,研究者们可从 IOR 的生态学效度、与训练结合、以及神经机制等方面进行更

加深入的研究,将 IOR 应用到更多的领域和场合,以对注意的研究上有更深入的了解:

(1)返回抑制范式生态学效度的提高。在 IOR 基础范式研究中会根据需要使用不同类型的线索、靶子。最初的线索和靶子是简单的小球等,范式单一,所以研究者对实验材料不断的丰富化以提高生态学效度,比如将小球替换成五角星、各类图片等。在未来研究中还可以将线索和靶子更加形象的体现出来,比如在三维空间中使用生物来研究不同类型的生物对 IOR 效应的影响,借助虚拟现实通过情境再现来还原现实生活场景。此外,未来 IOR 的研究中更趋向于各种范式结合在各种场景中使用,现有研究将 IOR 基础范式应用于社会场景、体育运动场景中,未来还可以将范式应用于射击场景、警察训练场景、驾驶员学车场景等等,使得 IOR 范式的研究更加深入,获得更高的生态学效度。

(2)返回抑制范式与训练的结合。可以考虑把 IOR 作为训练干预的手段,或把其作为训练干预效果的评价方法。将 IOR 实验与长时训练结合研究注意力的改变已经得到了一些成果,因此未来可以将短时训练与长时训练与 IOR 结合比较对注意影响、体育运动训练对 IOR 效应的影响、不同负载任务训练对 IOR 效应的影响等等。除此之外,IOR 在认知训练领域应用的发展也可作为未来的研究方向,尤其将其与 VR 技术进行结合,将 IOR 范式落实到生活或接近生活,通过训练任务与 IOR 实验范式的结合对注意的研究,可以帮助解释专家和新手的差异,以及为运动员、警察、电竞选手等特殊群体获得特殊技能提供一定的指导,并使特殊疾病人群通过认知训练提高自己的注意力和视觉搜索能力。

(3)返回抑制神经机制研究的深入。在研究 IOR 机制上,研究者们通常在实验中单独使用 ERP、fMRI 和 TMS 等技术设备。未来的研究可以考虑把多种仪器设备与虚拟现实技术结合在一起进行研究,如借助 ERP 和 fMRI 技术来考察三维空间深度位置上 IOR 的神经机制,以及采用经颅直流电刺激技术和真实损伤的脑损伤病人来考察三维空间深度位置上 IOR 的神经机制,同时可将近红外等设备应用于 IOR 实验范式中,可为 IOR 机制研究的提供更加便利和精确的依据,也能更好的了解人们在注意搜索时的脑部及生理变化。

## 参考文献

- 范海楠,许百华.(2014).动态情景中颜色特征和身份特征在返回抑制中的作用.《心理学报》,46(11),1628-1638. DOI:10.3724/SP.J.1041.2014.01628
- 付佳,张明.(2009).返回抑制对空间 Stroop 效应的影响.《心理与行为研究》,7(4),265-268.
- 关荐,李文瑞,赵旭东.(2018).返回抑制和情绪信息注意偏向的竞争:来自眼动的证据.《心理科学》,41(6),75-80. DOI:CNKI:SUN:XLKX.0.2018-06-010
- 刘幸娟.(2012).返回抑制时程机制的研究(博士学位论文).东北师范大学.
- 罗琴.(2018).跨通道空间返回抑制与 Simon 效应之间的交互作用(博士学位论文).苏州大学.
- 吕婷婷,牛盾.(2015).靶子-靶子任务中认知控制对返回抑制的反转.《心理科学》,38(2),30-35. DOI:CNKI:SUN:XLKX.0.2015-02-005
- 刘艳艳,李杰,赵起超,陈贝贝,张禹.(2022).三维动静态场景下返回抑制的扩散.《心理与行为研究》,20(1),22-28.
- 潘鑫婷,李奕彤,熊佳妮,张嘉琪,刘艳艳,李杰,张禹.(2023).返回抑制在三维空间中不同深度的扩散.《心理科学》,46(4),787-794. DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20230403.
- 沈模卫,高在峰,张光强,水仁德,乔歆新,李伟健.(2007).三维倾斜平面的返回抑制.《心理学报》,39(6),951-958.
- 唐晓雨,孙佳影,彭姓.(2020).双通道分配性注意对视听觉返回抑制的影响.《心理学报》,52(3),257-268.
- 王爱君.(2016).三维空间中基于位置的返回抑制的机制(博士学位论文).东北师范大学.
- 王爱君,李毕琴,张明.(2015).三维空间深度位置上基于空间的返回抑制.《心理学报》,47(7),27-36. DOI:CNKI:SUN:XLXB.0.2015-07-003
- 王爱君,刘晓乐,唐晓雨,张明.(2017).三维空间中不同视野深度位置上的返回抑制.《心理学报》,49(6),723-732. DOI:10.3724/SP.J.1041.2017.00723
- 王爱君,张明.(2015).三维空间中视觉空间返回抑制对 Simon 效应的影响.《心理科学》,38(4),792-800. DOI:CNKI:SUN:XLKX.0.2015-04-004
- 王敬欣,贾丽萍,白学军,罗跃嘉.(2013).返回抑制过程中情绪面孔加工优先:ERPs 研究.《心理学报》,45(1),1-10. DOI:10.3724/SP.J.1041.2013.00001
- 王新宇,范静,王浩平,张禹.(2015).基于跆拳道运动员时程特征的返回抑制机制研究.《天津体育学院学报》,30(6),538-543. DOI:10.13297/j.cnki.issn1005-0000.2015.06.013
- 吴晓刚,施亮,李乐源,潘发达.(2017).内隐情绪加工对返回抑制效应的调节.《心理与行为研究》,15(5),619-625. DOI:10.3969/j.issn.1672-0628.2017.05.007
- 徐菊,胡媛艳,王双,李艾苏,张明,张阳.(2016).返回抑制训练效应的认知神经机制——来自 ERP 研究的证据.《心理学报》,48(6),658-670. DOI:10.3724/SP.J.1041.2016.00658
- 杨婷.(2021).Effects of subliminal threat stimuli on inhibition of return under different face types.《心理学进展》,11(3),639-645.
- 张阳.(2011).视觉返回抑制的认知神经机制研究(博士学位论文).东北师范大学.
- 张阳,苗程菓,李艾苏,陈曹霁,张明.(2019).刺激放置朝向对返回抑制的影响:一项 ERPs 研究.《心理科学》,42(5),1054-1060.
- 张明,刘宁.(2007).视觉返回抑制的实验范式.《心理科学进展》,15(3),385-393. DOI:10.3969/j.issn.1671-3710.2007.03.001
- 张明,张阳.(2006).动态范式中基于客体的返回抑制——是客体抑制还是空间抑制的动态更新?《心理学报》,38(6),798-804.
- 张明,王婷婷,吴晓刚,张月娥,王爱君.(2022).面孔表情和声音情绪信息整合对返回抑制的影响.《心理学报》,(4),331-342.
- 张明,桑汉斌,鲁柯,王爱君.(2021).试次历史对跨通道非空间返回抑制的影响.《心理学报》,53(7),681-693.
- 祖光耀,李舒淇,张天阳,王爱君,张明.(2023).返回抑制对视听跨通道对应的影响.《心理学报》,55(8),1220-1233.
- Abbott, C. C., Merideth, F., Ruhl, D., Yang, Z., Clark, V. P., & Calhoun, V. D. (2012). Auditory orienting and inhibition of return in schizophrenia: A functional magnetic resonance imaging study. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 37(1), 161-168. DOI:10.1016/j.pnpbp.2011.12.011
- Atkinson, M. A., Millett, A. C., Doneva, S. P., Simpson, A., & Cole, G. G. (2018). How social is social inhibition of return. *Attention Perception & Psychophysics*, 80(8), 1892-1903. DOI:10.3758/s13414-018-1546-3
- Atkinson, M. A., Simpson, A., Skarratt, P. A., & Cole, G. G. (2014). Is social inhibition of return due to action co-representation? *Acta Psychologica*, 150, 85-93. DOI:10.1016/j.actpsy.2014.04.003
- Baijal, S. (2011). Emotional and hemispheric asymmetries in shifts of attention: An ERP study. *Cognition & Emotion*, 25(2), 280-294. DOI:10.1080/02699931.2010.492719
- Cao, R., Wu, L., & Wang, S. (2017). The Different Inhibition of Return (IOR) Effects of Emergency Managerial Experts and Novices: An Event-Related Potentials Study. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 11, 90. DOI:10.3389/fnbeh.2017.00090
- Chen, Q., Fuentes, L. J., & Zhou, X. (2010). Biasing the organ-

- ism for novelty: A pervasive property of the attention system. *Human Brain Mapping*, 31(8), 1146 – 1156. DOI:10.1002/hbm.20924
- Chen, Q., Wei, P., & Zhou, X. (2006). Distinct Neural Correlates for Resolving Stroop Conflict at Inhibited and Noninhibited locations in Inhibition of Return. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(11), 1937 – 1946. DOI: 10.1162/JOCN.2006.18.11.1937
- Cole, G. G., Skarratt, P. A., & Billing, R. C. (2012). Do action goals mediate social inhibition of return? *Psychological Research*, 76(6), 736 – 746. DOI: 10.1007/s00426-011-0395-7
- Dai, Q., Yin, X., Li, H., & Feng, Z. (2018). Orbito-frontal cortex mechanism of inhibition of return in current and remitted depression. *Human Brain Mapping*, 39(7), 2941 – 2954. DOI:10.1002/hbm.24051
- Dalmaso, M., Castelli, L., Scatturin, P., & Galfano, G. (2021). Can attitude similarity shape social inhibition of return? *Visual Cognition*, 29(7), 463 – 474. DOI: 10.1080/13506285.2021.1922566
- Eng, V., Lim, A., Janssen, S. M. J., & Satel, J. (2018). Time course of inhibition of return in a spatial cueing paradigm with distractors. *Acta Psychologica*, 183, 51 – 57. DOI:10.1016/j.actpsy.2017.12.011
- Eng, V., Lim, A., Kwon, S., Gan, S. R., Jamaluddin, S. A., Janssen, S. M. J., & Satel, J. (2017). Stimulus-response incompatibility eliminates inhibitory cueing effects with saccadic but not manual responses. *Attention, Perception & Psychophysics*, 79(4), 1 – 10. DOI:10.3758/s13414-017-1295-8
- Federico, F., Marotta, A., Adriani, T., Maccari, L., & Casagrande, M. (2013). Attention network test – the impact of social information on executive control, alerting and orienting. *Acta Psychologica*, 143(1), 65 – 70. DOI:10.1016/j.actpsy.2013.02.006
- He, Z. J., & Nakayama, K. (1995). Visual attention to surfaces in three-dimensional space. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 92(24), 11155 – 11159. DOI:10.1073/PNAS.92.24.11155
- Hübers, A., Orekhov, Y., & Ziemann, U. (2008). Interhemispheric motor inhibition: Its role in controlling electromyographic mirror activity. *European Journal of Neuroscience*, 28(2), 364 – 371. DOI:10.1111/j.1460-9568.2008.06335.x
- Hilchey, M. D., Ivanoff, J., Taylor, T. L., & Klein, R. M. (2011). Visualizing the temporal dynamics of spatial information processing responsible for the Simon effect and its amplification by inhibition of return. *Acta Psychologica*, 136(2), 235 – 244. DOI:10.1016/j.actpsy.2010.09.003
- Hilchey, M. D., Klein, R. M., & Satel, J. (2014). Returning to “inhibition of return” by dissociating long-term oculomotor IOR from short-term sensory adaptation and other nonoculomotor “inhibitory” cueing effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 40(4), 1603 – 1616. DOI:10.1037/a0036859
- Ivanoff, J., Klein, R. M., & Lupiáñez, J. (2002). Inhibition of return interacts with the Simon effect: An omnibus analysis and its implications. *Perception & Psychophysics*, 64(2), 318 – 327. DOI:10.3758/BF03195794
- Kincaid, J. M. (2005). An Event-Related Functional Magnetic Resonance Imaging Study of Voluntary and Stimulus-Driven Orienting of Attention. *Journal of Neuroscience the Official Journal of the Society for Neuroscience*, 25(18), 4593 – 4604. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.0236-05.2005
- Klein, R. (1988). Inhibitory tagging system facilitates visual search. *Nature*, 334(6181), 430 – 431. DOI: 10.1038/334430a0
- Klein, R. M., Kavyani, M., Farsi, A., & Lawrence, M. A. (2020). Using the locus of slack logic to determine whether the output form of inhibition of return affects an early or late stage of processing. *Cortex*, 122, 123 – 130. DOI:10.1016/J.CORTEX.2018.10.023
- Klein, R. M., & MacInnes, W. J. (1999). Inhibition of Return is a Foraging Facilitator in Visual Search. *Psychological Science*, 10(4), 346 – 352. DOI:10.2307/40063442
- Lupiáñez, J., Milán, E. G., Tornay, F. J., Madrid, E., & Tude-la, P. (1997). Does IOR occur in discrimination tasks? Yes, it does, but later. *Attention Perception & Psychophysics*, 59(8), 1241 – 1254. DOI:10.3758/BF03214211
- Li, X., Zhang, M., Wu, L., Zhang, Q., & Wei, P. (2021). Neural mechanisms of reward-by-cueing interactions: Erp evidence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 608427. DOI: 10.3389/fnhum.2021.608427
- Liu, X., Qian, Q., Wang, L., Wang, A., & Zhang, M. (2021). Spatial Inhibition of Return Affected by Self-Prioritization Effect in Three-Dimensional Space. *Perception*, 3(50), 231 – 248. DOI:10.1177/0301006621992940
- Martín-Arévalo, E., Chica, A. B., & Lupiáñez, J. (2014). Electrophysiological modulations of exogenous attention by intervening events. *Brain and Cognition*, 85, 239 – 250. DOI: 10.1016/j.bandc.2013.12.012
- Martín-Arévalo, E., Lupiáñez, J., Narganes-Pineda, C., Marino, G., Colás, I., & Chica, A. B. (2019). The causal role of the left parietal lobe in facilitation and inhibition of return. *Cortex*, 117, 311 – 322. DOI:10.1016/j.cortex.2019.04.025
- Martín-Signes, M., Pérez-Serrano, C., & Chica, A. B.



- (2019). Causal Contributions of the SMA to Alertness and Consciousness Interactions. *Cerebral Cortex*, 29 (2), 648 – 656. DOI:10.1093/cercor/bhx346
- McDonald, J. J., & Ward, L. M. (1999). Spatial relevance determines facilitatory and inhibitory effects of auditory covert spatial orienting. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 25 (5), 1234 – 1252. DOI: 10.1037/0096-1523.25.5.1234
- Nafcha, O., Shamay-Tsoory, S., & Gabay, S. (2020). The sociality of social inhibition of return. *Cognition*, 195, 104108. DOI:10.1016/j.cognition.2019.104108
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The Attention System of the Human Brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13 (1), 25 – 42. DOI:10.1146/annurev.ne.13.030190.000325
- Posner, M. I., Rafal, R. D., Choate, L. S., & Vaughan, J. (1985). Inhibition of return: Neural basis and function. *Cognitive Neuropsychology*, 2 (3), 211 – 228. DOI: 10.1080/02643298508252866
- Reuter-Lorenz, P. A., & Rosenquist, J. N. (1996). Auditory cues and inhibition of return: The importance of oculomotor activation. *Experimental Brain Research*, 112 (1), 119 – 126. DOI:10.1007/BF00227185
- Redden, R. S., MacInnes, W. J., & Klein, R. M. (2021). Inhibition of return: An information processing theory of its nature and significance. *Cortex*, 135, 30 – 48. DOI:10.1016/j.cortex.2020.11.009
- Satell, J., Hilchey, M. D., Wang, Z. G., Reiss, C. S., & Klein, R. M. (2014). In search of a reliable electrophysiological marker of oculomotor inhibition of return. *Psychophysiology*, 51 (10), 1037 – 1045. DOI:10.1111/psyp.12245
- Satell, J., Hilchey, M. D., Wang, Z., Story, R., & Klein, R. M. (2013). The effects of ignored versus foveated cues upon inhibition of return: An event-related potential study. *Attention Perception & Psychophysics*, 75 (1), 29 – 40. DOI: 10.3758/s13414-012-0381-1
- Satell, J., & Wang, Z. (2012). Social inhibition of return. *Acta Psychologica*, 134 (1), 48 – 54. DOI: 10.1016/j.actpsy.2009.12.012-3274-6
- Satell, J., Wilson, N. R., & Klein, R. M. (2019). What Neuroscience Tells Us about Inhibition of Return. *Vision (Basel, Switzerland)*, 3 (4), 58. DOI: 10.3390/VI3040058
- Spence, C., & Driver, J. (1998). Inhibition of return following an auditory cue: The role of central reorienting events. *Experimental Brain Research*, 118 (3), 352 – 360. DOI: 10.1007/s002210050289
- Stoep, N. V., Stigchel, S. V., Nijboer, T. C. W., & Spence, C. (2017). Visually Induced Inhibition of Return Affects the Integration of Auditory and Visual Information. *Perception*, 46 (1), 6 – 17. DOI:10.1177/0301006616661934
- Taylor, T. L., & Therrien, M. E. (2005). Inhibition of return for faces. *Perception & Psychophysics*, 67 (8), 1414 – 1422. DOI: 10.3758/BF03193646
- Tang, X., Gao, Y., Yang, W., Ren, Y., Wu, J., Ming, Z., & Wu, Q. (2019). Bimodal divided attention attenuates inhibition of return with audiovisual targets. *Experimental Brain Research*, 237 (4), 1093 – 1107. DOI:10.1007/s00221-019-05488-0
- Tang, X., Wang, X., Peng, X., Li, Q., Zhang, C., Wang, A., & Zhang, M. (2021). Electrophysiological evidence of different neural processing between visual and audiovisual inhibition of return. *Scientific Reports*, 11 (1), 1 – 14. DOI: 10.1038/s41598-021-86999-1
- Wang, A., Yue, Z., Zhang, M., & Chen, Q. (2015). Interaction between spatial inhibition of return (IOR) and executive control in three-dimensional space. *Experimental Brain Research*, 233 (11), 3059 – 3071. DOI:10.1007/s00221-015-4374-x
- Wang, H. C., & Pomplun, M. (2012). The attraction of visual attention to texts in real-world scenes. *Journal of Vision*, 12 (6), 26. DOI:10.1167/12.6.26
- Wang, P., Fuentes, L. J., Vivas, A. B., & Chen, Q. (2013). Behavioral and neural interaction between spatial inhibition of return and the Simon effect. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 572. DOI:10.3389/fnhum.2013.00572
- Welsh, T. N., Elliott, D., Anson, J. G., Dhillon, V., & Chua, R. (2005). Does Joe influence Fred's action? Inhibition of return across different nervous systems. *Neuroscience Letters*, 385 (2), 99 – 104. DOI:10.1016/j.neulet.2005.05.013
- Welsh, T. N., Lyons, J., Weeks, D. J., Anson, J. G., & Elliott, D. (2007). Within- and between-nervous-system inhibition of return: Observation is as good as performance. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14 (5), 950 – 956. DOI: 10.3758/BF03194127
- Welsh, T. N., Ray, M. C., Weeks, D. J., Dewey, D., & Elliott, D. (2009). Does Joe influence Fred's action? Not if Fred has autism spectrum disorder. *Brain Research*, 1248, 141 – 148. DOI:10.1016/j.brainres.2008.10.077
- Yi, D. J., Kim, M. S., & Chun, M. M. (2003). Inhibition of return to occluded objects. *Perception & Psychophysics*, 65 (8), 1222 – 1230. DOI:10.3758/BF03194847
- Zhang, L., Fan, H., Wang, S., & Li, H. (2019). The Effect of Emotional Arousal on Inhibition of Return Among Youth With Depressive Tendency. *Frontiers in Psychology*, 10, 1487. DOI:

10.3389/fpsyg.2019.01487

– related potentials. *Psychophysiology*, 49(9), 1191 – 1199.

Zhang, Y., Zhou, X., & Zhang, M. (2012). Temporary inhibitory tagging at previously attended locations: Evidence from event

DOI:10.1111/j.1469-8986.2012.01412.x

## Inhibition of Return Experimental Paradigms: Progress and Theoretical Implications

Qin Yue<sup>1</sup>, Li Jie<sup>2,3</sup>, Zhang Yu<sup>1</sup>, Liu Yanyan<sup>1</sup>, Li Guokan<sup>4</sup>

(1. School of Psychology, Beijing Sport University, Beijing 100084; 2. Center for Cognition and Brain Disorders, School of Clinical Medicine, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121; 3. Institute of Psychological Science, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121; 4. XUTELI School, Beijing Institute of Technology, Beijing 102401)

**Abstract:** Inhibition of return (IOR) refers to the phenomenon of delayed response to previously attended objects or locations. The basic experimental paradigm of IOR was discovered by Posner and Cohen in their study of visual spatial attention, and the paradigm and theory have been widely used and continuously extended and explored by researchers in recent years. The advancement of the paradigm and theory is manifested in the following aspects: (1) New progress of the basic experimental paradigm of IOR: forming sensory – motor tasks in the cue – target paradigm, introducing picture materials in the cue or target, and studying dual – channel attention with audiovisual targets appearing simultaneously; (2) The combination of the IOR paradigm and other paradigms: including the combination with Stroop task, Go/No – go task, Simon task, tunnel task, etc.; (3) The combination of the IOR paradigm and specific scenarios: such as social scenarios, sports scenarios; (4) The combination of the IOR paradigm and other new technologies: combined with three – dimensional virtual reality, eye movement, event – related potential, functional magnetic resonance imaging and transcranial magnetic technology, etc. In summary, in recent years, a lot of achievements have been made in the research on the IOR paradigm, and the related theoretical results are also constantly advancing. In the future, it can be expanded from the aspects of improving the ecological validity of the IOR paradigm, the combination of the IOR paradigm and cognitive training, and the combination of the IOR paradigm and various new technologies.

**Key words:** inhibition of return; experimental paradigm; attention