

• 研究前沿(Regular Articles) •

特殊的视错觉：运动诱导视盲*

胡凤培 王 曦 王笃明 胡 隼

(浙江理工大学心理学系, 杭州 310018)

摘 要 突显的静止目标被一定空间范围内运动背景所覆盖时, 人类会感受到静止目标消失再重现的发生, 这种视错觉现象叫做运动诱导视盲(motion-induced blindness, MIB)。该现象成因的理论解释主要有: 注意竞争理论、知觉完型加工理论以及神经生理机制相关理论。作为特殊的视错觉现象, 该现象与其他盲视现象不同, 主要是由客体识别过程中的知觉变化引起; 另一方面, 运动诱导视盲中“反知觉”现象的特殊性也是研究者关注的问题之一。神经生理机制层面的研究关注早期、晚期皮层在该现象发生时的变化, 采用眼动、脑电等技术对错觉现象发生时程进行测量与评估。文章在总结已有相关研究的基础上进一步指出今后可深入探索的研究方向有: MIB发生的深层机制、作为研究意识神经相关、无意识知觉加工等课题的工具、MIB中的意义性加工与认知冲突等。

关键词 运动诱导视盲; 注意竞争; 反知觉; 视觉皮层

分类号 B842

1 引言

研究视错觉现象有助于探明人类视知觉的加工过程, 了解人类识别客体的规则。许多研究者均从不同角度进行了各类视错觉的研究, Gregory (1997)对视错觉现象进行了分类, 根据各自不同表现形式将其分为四类: 双关(ambiguity)、扭曲(distortion)、矛盾(paradox)、虚构(fiction)。这四个类别中都包含特定的视错觉现象, 认知加工过程通常遵循共同的原则。例如, 双关的认知加工原则是图形背景(figure-ground); 扭曲的认知加工原则是深度知觉(perception-depth); 矛盾的认知加工原则是特定视角识别(critical position); 虚构的认知加工原则是错觉轮廓或错觉表面(illusory contours or surfaces)。

而运动诱导视盲(motion induced-blindness, MIB)也是一种视错觉。其在现象学上表现为: 当突显的静止目标点被一定空间范围内运动的背景

所覆盖时, 客观上一直存在的目标会在人们视知觉经验上消失再重现, 其由 Bonneh, Cooperman 和 Sagi (2001)提出。图 1 为 MIB 的典型刺激材料, 蓝色运动点作为背景会在一定空间范围内随机运动, 3 个黄色圆点是客观上一直存在的静止目标, 当 MIB 现象发生时, 人们会知觉到突显的黄色静止目标消失再重现。许多研究者通过大量实验提出导致运动诱导视盲发生的原因: 注意竞争机制(Bonneh, et al., 2001); 表面完整性(surface completion)或是深度加工理论(Graf, Adams, & Lages, 2002); 格式塔的知觉组织原则(Hsu, Yeh,

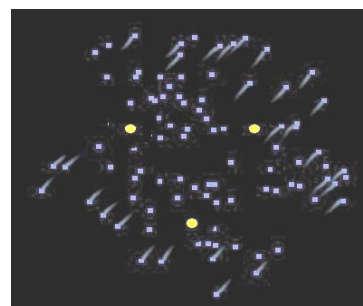


图 1 MIB 刺激材料(3 个黄色圆点为静止目标)
(Bonneh, Cooperman & Sagi, 2001)

收稿日期: 2011-06-15

* 教育部人文社科基金(10YJCXLX015)、浙江省自然科学基金(Y2080744)。

通讯作者: 胡凤培, E-mail: fengpei@nmr.mgh.harvard.edu

& Kramer, 2003); 知觉盲点假说(New & Scholl, 2008)等。由以上的研究结果不难看出运动诱导视盲不能单纯地划分到某一视错觉分类中, 它是一种特殊的错觉现象。

运动诱导视盲同变化盲(Simons & Rensink, 2005)、无意识盲(Simons, 2000)等盲视现象不同, 上述两种现象被认为是由客体识别过程中知觉中断所导致, 而运动诱导视盲则是由客体识别过程中的知觉变化引起(Kim & Blake, 2005)。从这个方面看, 虽同隶属于盲视现象, 但是运动诱导视盲也存在其特殊性。

2 运动诱导视盲发生原因探讨

2.1 注意竞争机制

由于运动诱导视盲在现象学上与 Troxler 消失(被试注视中央注视点时, 在减少眨眼的条件下, 边缘低对比刺激消失)现象(Lou, 2008)类似, Bonnef 等人(2001)通过改变运动背景或静止目标的某些物理属性(例如背景的运动速度、目标的明度等)以考察运动诱导视盲现象。通过一系列实验, Bonnef 等人认为运动诱导视盲的产生并不是来自对比增益控制机制(contrast-gain-control), 因为当目标和背景之间的对比越强烈时, 反而目标越容易消失, 因此关于 Troxler 消失发生的机制并不同于 MIB 的产生机制。此外, 即使目标运动, MIB 现象仍旧发生, 这也排除了局部适应或网膜稳态成像机制。最后, 为了排除运动背景在运动过程中可能对目标造成的局部掩蔽, 研究者在目标周围一定空间范围设置了“保护区”(运动背景的组成成分不能进入该区域, 该区域内仅有单一目标), 但是 MIB 现象仍然发生, 因此可以排除是局部掩蔽因素诱发 MIB 现象这一假设。基于上述理由, Bonnef 等人(2001)认为 MIB 现象是由于注意快速转换能力受损导致, 因为运动背景相较于静止目标更易捕获注意, 导致注意滞留在运动背景之上而不能快速转换到对静止目标的觉知上, 从而出现了静止的目标在知觉上的重现消失现象。注意采用一种“胜者全胜”(winner-take-all, WTA)的方式操纵 MIB 现象。注意在运动诱导视盲中的作用得到了后续研究者的进一步研究。耿海燕、宋茜兰、李云峰、许珊和朱滢(2007)通过内源性注意线索来操纵空间注意的分配方式, 考察注意在运动诱导视盲现象中的调控作用。实验同时考察了上

下视野分散注意与集中注意条件之间的差异, 结果表明左下视野集中注意条件下的 MIB 效应更强, 而上视野则没有这种半球不对称性。说明通过空间注意分配可以调控 MIB 效应强弱。但 Schölvink 和 Rees (2009)认为上述实验中造成集中注意条件的 MIB 效应强于分散注意条件是由于集中注意条件下采用内源性注意线索提示被试只注意一个目标, 而本来注意一个目标就任务难度而言比注意双侧目标要简单, 因此可能造成了结果的差异。于是在其实验中通过操控对目标的注意集中与解离(disengage), 从而说明注意是以一种动态的方式调控运动诱导视盲的。支持注意是运动诱导视盲成因的研究者都采用各自实验操控对目标或是背景的注意指向, 从而引起目标与背景的注意竞争加剧, 导致 MIB 效应加强。以上两个研究都是通过内源性注意提示线索操纵被试的注意进而研究不同注意条件对 MIB 产生的影响。而 Kawabe, Yamada 和 Miura (2007)年的研究中则是通过外源性注意提示线索考察 MIB 现象。在实验中, 研究者在被试主观报告 MIB 目标消失后立刻在目标周围呈现红色的外源性注意提示线索, 并且对该提示线索系统地进行不同空间大小操控。该研究的结果与 Carter 和 Pettigrew (2003)的研究结论基本一致, 知觉转换速率在被试间存在较大差异。MIB 的持续时间取决于线索的半径大小, 即, 当外源性注意提示线索半径为 1.7° 和 1.36° 时 MIB 持续时间显著长于线索半径为 1.02° 和 0.34° 的条件。以上结果符合先前研究结论, 即, 突然呈现的视觉线索会有效捕获被试注意(Posner, 1980; Yantis & Jonides, 1984); 同时也说明视觉注意的空间分布和视知觉之间存在密切关联。本实验中研究者同时通过其他实验操纵线索的物理属性(如线索周期闪烁、采用方形作为线索、线索与目标之间的空间距离), 发现这些物理属性的改变都可以有效阻碍 MIB 的发生。这一过程可能与空间注意有关, 一定空间范围内出现的注意线索会引起对该空间范围内的目标的不随意注意, 提高注意在目标周围的分辨能力(Gobell & Carrasco, 2005), 进而帮助目标从抑制中摆脱出来, 有效阻碍 MIB 的发生。

由于 MIB 现象的成因被认为与注意密切相关, 同时 MIB 现象的发生必须在某一特定的空间位置, 这个过程就可能涉及对空间位置的定向注意。

MIB 现象中目标点的消失重现与注意单侧忽视症(unilateral neglect syndrome)患者的知觉感受类似,因此两者可能有着类似的发生过程(Bonneh et al., 2001)。注意单侧忽视症患者多为右侧顶叶区域受损,导致同侧视野成为优势视野而不能有效对对侧视野注意;同时,由于该病患者在注意解离方面也存在问题,因此导致注意不能从优势视野中的目标快速转换到对侧视野中,从而非优势视野中的目标产生忽视或消失(Natale, Posteraro, Prior, & Marzi, 2005; Finke et al., 2007),因此 MIB 现象很有可能也涉及了这一认知加工过程。

2.2 知觉完型加工机制

但另有研究者认为运动诱导视盲现象仅仅受到普通知觉加工的影响。在他们的实验中多是将 MIB 现象与其他类似现象进行联合探讨,以考察 MIB 的特别之处。通过操控目标与背景之间不同的深度, Graf 等(2002)发现当运动的背景在深度感知是在目标之上时相较于运动背景在目标之下或同一平面的情况, MIB 体验会更加强烈;同时,由完整的主观轮廓表面组成的运动背景较之非完整表面会诱发更强烈的 MIB 现象。因此, Graf 等人认为 MIB 的发生与“深度效应”和运动表面的完整性有关。在 Graf 等人(2002)的研究中深度知觉是通过立体镜采用双眼深度知觉线索进行探讨的,那么对于单眼深度线索条件下是否也能够得到类似结论, Hsu, Kramer 和 Yeh (2010)进行了系列研究,结果也支持上述结论。同时, Hsu 等(2003)将知觉填充(perceptual filling-in, PFI)与 MIB 进行联合探讨发现当增大目标偏离中央注视点的偏心率、破坏目标与背景之间的知觉组织时, MIB 效应会显著增强。在 2006 年的研究中, Hsu 等人进一步研究 PFI 与 MIB 之间的关系,在实验中主要考察了 PFI 现象中的边界适应(boundary adaptation)理论是否也同样适用于 MIB 现象,结果表明 MIB 同样会出现边界适应且 PFI 也同样存在深度效应,由此说明两种知觉现象可能存在共同的作用机制。

2.3 神经生理机制

从神经生理方面,研究者认为 MIB 是一种“功能性”现象,即,在 MIB 发生过程中,人类的视知觉加工方式模仿了生理盲点的某些特性,因此对 MIB 现象的成因,研究者提出了“知觉盲点”

假说(New & Scholl, 2008)。在实验中,研究者根据 Ramachandran 和 Gregory (1991)关于知觉填充研究中的“人工盲点”特性考察 MIB 现象是否也存在某些相同属性。结果支持了研究者的假设,由此提出了以上观点。而另一些研究者采用经颅磁刺激(TMS)在 MIB 发生过程中的不同阶段抑制不同半球的活动,发现在目标消失阶段, TMS 刺激左顶叶,目标消失时间缩短;在目标出现阶段, TMS 刺激左顶叶,目标消失时间增长。右半球也发现同样现象,但没有左半球显著。因此研究者认为 MIB 在神经机制方面可能是由于大脑两半球竞争的结果(Funk & Pettigrew, 2003)。

综上,就 MIB 的发生原因,不管隶属于“注意竞争”或是“知觉加工”还是“神经生理”,其实三者之间并不矛盾。例如知觉加工理论的支持者会通过改变目标与背景之间的知觉组织原则(临近原则、共同命运等)调控 MIB 现象的强弱;还有一批研究者对目标和背景之间的不同深度排序进行操控,发现当目标在背景之上会出现更强的 MIB 现象,以上所列举的格式塔组织原则和深度加工原则在实验中的控制在一定程度上也调控了注意在背景和目标之间的分配,引起 MIB 两个成分之间的竞争:由格式塔原则组织起来的运动背景和出现在目标之上的运动背景本质上说都是更多地捕获了注意,导致对目标的注意分配减少,注意的快速转换能力进一步受损,引起 MIB 两个成分的竞争加剧,运动背景在竞争中获胜,从而对目标的觉知进一步减少,引起了 MIB 效应增强。而不管是“注意竞争”理论还是“知觉加工”理论都要受到人脑的调控,因此“神经生理”机制是对上述两种理论的进一步扩充与支持,是该视错觉发生的生理基础。由此可见, MIB 并不能单纯采用某一理论进行解释,这一过程涉及了人类复杂的视知觉加工。神经生理机制提供这一现象发生的生理基础;注意竞争机制表明基本心理过程在 MIB 中的重要作用;而知觉加工可能涉及了更高级层次的人类特有的加工过程,即,人类在长期社会生活和劳动经验中形成了对某些图形或意义性内容的优先认知,它会以“自上而下”的方式促进注意在 MIB 不同元素之间进行分配,导致这一现象发生和改变,而神经生理变化不仅是现象发生的基础也同样对现象不同成因的假设辅以证明及支持。

3 运动诱导视盲影响因素研究

3.1 明度、对比度

在 Bonne 等人(2001)提出 MIB 之时, 就明度、对比度等物理参数对该现象的影响进行了探讨。当目标和运动背景之间的对比越强烈, 那么 MIB 现象也就越强。同样在 Hsu 等人(2003)的研究中, 也进行了类似问题的探讨, 结果发现无论降低目标明度(目标的明度接近背景明度)或是提高目标明度(目标与背景明度对比强烈), MIB 现象都会增强, 这也扩充了 Bonne 的研究结果。在 Caetta, Gorea 和 Bonne (2007)的研究中, 改变 MIB 中目标的明度(对比度), 采用 2AFC 阶梯法及 Yes/No 过程评估被试的感受性及决策标准的变化。结果发现在 MIB 发生过程中, 被试的感受性会降低, 决策标准会升高。这些研究都说明了目标或是背景的明度、对比度是影响 MIB 现象强弱的一个重要因素。

3.2 “反知觉”现象

在 MIB 中, 还会出现一种特殊的现象, 即“反知觉”(counter-intuitive)现象。当一个目标颜色或是形状等特征突显时, 会激活对目标自下而上的加工, 进而捕获注意(Turatto & Galfano, 2000)。但在 MIB 现象中, 静止目标的特征突显程度越高, 反而越易消失。这一结论在 Hsu 等(2003)的研究中已经得到实验验证。以上研究者对“反知觉”现象的解释为目标和运动背景的高对比条件可以被认为是两者之间不良的知觉组织, 而知觉组织的不良性确实可以增强 MIB 现象。同样在 Kawabe 等(2007)的研究中发现了 MIB 的“知觉重回”(perceptual reentry)现象, 即, 当在静止目标周围呈现突显的外源性注意线索后, 知觉上已消失的目标又立刻重现。而在研究注意的实验中, 外源性注意提示线索的作用是引导被试对某空间进行注意定向, 其会自动捕获被试的注意, 从而对该区域出现目标的反应时缩短(Peelen, Heslenfeld, & Theeuwes, 2004), 说明 MIB 的反知觉现象不仅可以在网膜层面发生, 也可以发生在脑部高级加工区域。而“反知觉”现象的特殊性, 即, “反知觉”现象和一般场景下的视知觉感受的差异也正是研究者们所关注的问题。

3.3 运动速度、运动方式

同样地, 背景的运动速度和运动方式也会影

响 MIB 现象。背景的运动速度越快, 那么目标越容易消失, 且目标消失重现的频率也会加快。

Bonne 等人(2001)比较了 1D、2D 和 3D 的背景运动方式, 结果发现随着背景的运动方式复杂化, MIB 现象中目标消失的比例也越高。但是系统地探讨背景的运动方式对 MIB 的影响的研究却比较少, 于是 Wallis 和 Arnold (2008)在实验中集中探讨 MIB 是受到背景的时间频率还是空间频率的影响。实验刺激采用不同空间频率的径向光栅, 采用不同时间频率的闪烁以达到背景运动的效果, 结果发现 MIB 现象会受到时间频率的影响, 不会受到网膜水平运动速度的影响。这个过程也说明神经元对时间和空间信息的感受是分离的(Priebe, Lisberger, & Movshon, 2006)。

4 运动诱导视盲神经机制研究

4.1 早期皮层加工

由于后效与适应的产生被认为发生在初级视觉皮层区域(V1), 而研究发现 MIB 现象不会影响两种现象的发生, 因此初级视觉皮层区域在 MIB 中的作用一直被忽略, Libedinsky, Savage 和 Livingstone (2009)从生理学角度探讨了 V1 区在 MIB 现象中的作用, 结果发现 V1 在目标消失重现情况下的激活被背景运动所削弱。虽然背景运动对 V1 感受野的影响已经通过“保护区”的设置予以排除, 但是背景仍能够影响 V1 的激活反应, 这个过程可能涉及了脑部的侧交互影响, 或是来自其他脑区的反馈。由此, MIB 的发生可能涉及了不同脑区复杂加工过程。

MIB 现象中运动背景的不同运动属性会影响参与者对目标的觉知。采用 fMRI 记录在 MIB 发生时, 目标消失或重现时初级视觉皮层与 V5/MT(对运动信号具有特异敏感性)的信号变化。fMRI 数据记录结果分析表明当目标被知觉消失相较于目标重现, 初级视觉皮层与 V5/MT 的信号都会增强, 在代表目标位置的网膜拓扑区信号强度最大。引起这一结果的原因可能是由于运动背景的激活加工只发生在皮层的局部区域; 而在整个皮层上, 促进目标消失的整体加工更占优势。这一结论也支持了人类的初级视觉皮层在 MIB 发生中的重要作用(Schölvinck & Rees, 2009b)。

4.2 晚期皮层加工

Hofstoetter, Koch 和 Kiper (2004)将 MIB 现象

与视觉后效(Thompson & Burr, 2009)联合研究,考察 MIB 是否会影响负后像的形成,结果表明负后像的形成并不受 MIB 影响。同时另一些研究者探讨了方向选择适应是否会受到 MIB 影响,其研究结果揭示了方向选择适应过程并不会受到 MIB 现象的影响(Montaser-Kouhsari, Moradi, Zandvakili, & Esteky, 2004)。结合以上两个研究的结论,由于视觉后效及方向选择适应过程的加工均发生在初级视觉皮层上,那么说明 MIB 的发生可能涉及更高级别的皮层加工水平。Donner, Sagi, Bonnef 和 Heeger (2008)的研究发现了 MIB 现象中人类的背侧与腹侧视觉皮层相对立的神经表征。之前的研究多集中认为静态目标和运动背景在皮层表征之间的对抗、互相影响导致 MIB 发生。在本研究中,采用 fMRI 进行测量,结果发现伴随着目标消失,与目标相对应的 V4 区域激活水平降低;与之对比的是,伴随着目标消失,对应运动背景的背侧视觉区域的激活增加。这种对立的目标特异性和背景特异性的 fMRI 反应十分显著,并且这种反应仅发生于目标自发消失的情况,当目标被人为移除条件下不会出现。这可能直接反应了表征目标的腹侧皮层激活被表征背景的背侧皮层激活所抑制。

4.3 眼动研究

在 MIB 实验中,目标消失重现的情况会较多受到实验参与者眨眼、微眼跳等眼动成分的影响。研究者记录了参与者在 MIB 知觉转换时的微眼跳和眨眼率,发现在目标消失前的微眼跳与眨眼率会显著降低,而当目标重现后两个指标均会升高;事件相关的 fMRI 数据显示:当目标消失时,V1 与 V2 区的血氧浓度水平会提高,而对侧 MT+区域的 BOLD 信号会降低,而在知觉转化过程中的 BOLD 信号改变可能受到了知觉状态的影响,同时也可能受到微眼跳或是眨眼等无关因素的影响(Hsieh & Tse, 2009)。而 Bonnef 等人(2010)进一步研究了微眼跳与 MIB 的关系。研究者发现 MIB 中运动背景不会影响微眼跳率、微眼跳幅度及微眼跳时间分布,进而比较了在典型的 MIB 实验刺激下(MIB)与模拟 MIB 条件客观移除目标的重演(replay)条件下被试报告目标消失时的微眼跳的变化,结果发现不管 MIB 条件还是 replay 条件的微眼跳率都会发生变化。对 MIB 条件来说,微眼跳率在目标消失之前会降低,而在目标重现之前会升高。这些结果

都说明微眼跳系统的动态改变,虽然微眼跳会加快目标重现,但是微眼跳与 MIB 的关系却是非充要条件,也就是说微眼跳的改变不能解释 MIB 的发生,而只是作为影响 MIB 的一个重要因素。

4.4 脑电变化研究

由于运动诱导视盲与知觉竞争现象之间表现类似,运动诱导视盲的神经机制一直也是众多研究者所关注的研究点之一。Funk 和 Pettigrew (2003)所提出 MIB 的半球竞争假说是基于以往关于双眼竞争研究的(Pettigrew & Funk, 2001),他们通过实验发现 MIB 与双眼竞争现象共享同时程,从而说明 MIB 可能属于特殊的、非对称性(半球不对称)的知觉竞争现象。Carter 和 Pettigrew (2003)的一项研究中也同时比较了 MIB 与双眼竞争现象,虽然两种现象中知觉转换速率这一因变量上被试间差异较大,但是两者仍存在相关($r=0.7$);进一步的数据分析发现,两种知觉竞争现象的阶段持续时间都符合 gamma 分布,这也从一个侧面揭示两者的关系,也表明了 MIB 可能隶属于知觉竞争现象。

采用视觉消失 ERP (offset-triggered ERP)探讨在 MIB 刺激中目标可见与不可见两种知觉状态下的反应。结果发现在目标被抑制阶段,被试不能探测目标的人为移除,并且脑电早期成分(N1)并没有强烈激活;与之相反,在目标可见阶段,被试能够探测到目标的人为消除,且 N1 与 P300 激活显著。这说明对目标的知觉有效提高了 ERP 反应,而觉知的减少则大幅降低了该反应(Klotz & Ansorge, 2007)。

另有研究者采用 EEG 对 MIB 现象进行研究,通过被试的主观报告收集有关脑活动的数据(Hsu, Yeh, Tien, & Lin, 2009)。实验中设置了三种条件,收集被试反应前后各 1s 的数据对 delta (0.5~4Hz)、theta (4~7.5 Hz)、alpha (7.5~13 Hz)、beta (13~30 Hz)、gamma (30~70 Hz)等不同频段 EEG 信号进行分析。结果发现典型 MIB 条件下,五个频段的 EEG 信号均会发生改变,其中 delta 波变化最大,而 alpha 波变化最小,这说明在 MIB 条件下知觉目标消失会引起脑电信号不同成分的改变,从而说明知觉加工过程的显著变化。

5 研究展望

(1) MIB 发生机制之争

虽然 MIB 的发生机制所涉及的注意、知觉组

织、神经生理方面的研究都分别支持了各自的观点,但是随着研究思路的扩展和研究的不断深入,已有研究者从全新的角度对 MIB 的发生进行探索研究。在 MIB 早期研究中通过设置目标运动排除了早期感觉适应(网膜适应)的影响(Bonneh et al., 2001),但是多数实验条件下, MIB 现象中目标仍为静止,这并没有排除在 MIB 过程中的皮层适应(striate and/or extrastriate adaptation)。在 Carter, Luedeman, Mitroff 和 Nakayama (2008)的研究中就已经提出了与注意相关的适应可能是产生 MIB 现象的发生机制。这与之之前关于注意与适应的研究结论相符合,即持续性注意可以通过适应加工过程降低被试感受性(Ling & Carrasco, 2006)。Gorea 和 Caetta (2009)设置三种不同的背景形式(MIB 运动背景、静止背景、无背景),在这三种背景条件下均会发生目标的消失重现现象,通过适应范式探讨实验参与者的明度感知时程与明度探测阈限时程的不同,结果发现在最初适应阶段, MIB 的探测阈限在统计学上显著高于其他两种条件(静止背景与无背景条件),反映了瞬间的抑制加工过程;随着时间增长,三种背景条件下的探测阈限提高,反映了它们可能存在共同的适应机制。MIB 的发生可能存在抑制加工和典型适应加工两个过程。同时这一结论也被注意相关的适应神经元的研究所支持:当注意某一事物时,纹状体的适应神经元会出现对比增益功能降低。对比增益与感受性相关。由于外界信息丰富、强大,而人类不能在同一时刻全部反应,于是适应神经元对这些信息进行编码,从而有效调控神经元的活动范围以有限的活动空间应对多变的信息。同时适应神经元也会出现反应增益(response-gain)的功能降低,这一过程反应了神经元的高频活动过程,涉及人类对有害刺激的规避(Herrmann, Montaser-Kouhsari, Carrasco, & Heeger, 2010)。Wallis 与 Arnold (2009)的研究通过将 MIB 现象与 motion streak suppression 联合研究,结果发现运动背景上下相对扩散运动(expanding motion)相较于背景上下收缩运动会引起更强的 MIB 效应,这与 motion streak suppression 现象类似,而 motion streak suppression 的发生过程可能涉及功能性适应机制,两者可能共享同一机制,这也为 MIB 的发生机制提供了另一种独特的观点。通过研究 MIB 的发生机制,可以建立涉及这一加工过程的

整体、动态模型,同时可深化对这一类知觉消失现象的认识。

(2)复杂的认知加工系统相关研究

运动诱导视盲的特殊性为研究视知觉、注意、意识、视觉工作记忆等方面提供了良好的视角。其作为一种视错觉现象,进入网膜的信息并没有进入意识,视觉意识与视觉刺激相分离。正是由于这一特点,其为研究意识的神经基础(Neural correlates of consciousness, NCC)提供了理想的材料。按照 Crick 和 Koch (2003)的观点, NCC 指能够产生一种特定的意识内容的最少神经活动集合。在这个过程中人类的认知加工过程可以被更好地研究。在 Mitroff 和 Scholl (2005)的研究中,为了研究在无意识知觉状态下的客体表征形成与表征的更新方式,采用运动诱导视盲作为研究工具。当目标消失时,客体表征随之发生变化,被试在无意识知觉状态下仍然会形成新的客体表征并且会对原有的客体表征进行即时更新。同样, Shibata, Kawachi 和 Gyoba (2010)也研究了阈下知觉组织线索对客体表征的影响。这些研究说明 MIB 现象可以与众多盲视现象或知觉消失现象一样作为研究人类阈下知觉加工的工具。在 MIB 发生条件下研究客体表征问题也有助于解决与“知觉消失”相对应的另一种现象,即“知觉重回”:某些已经在客观上被移除的视觉信息可以重新返回到视知觉中,这个过程可能涉及视觉记忆。一种观点认为这种视觉记忆过程发生在视觉信息消失之前且持续到其消失一刻;但是另一种观点认为视觉工作记忆是不停刷新的,这个过程涉及视觉工作记忆的保持,需要视觉信息在阈下知觉条件下也能够形成表征或刷新表征,这种观点称为“刷新假说”,对于该问题的研究也有助于了解视觉工作记忆与视知觉之间的关系(Mitroff & Scholl, 2004)。而 Wu, Busch, Fabre-Thorpe 和 VanRullen (2009)在其研究中通过系列实验操控环形目标和圆形线索的不同 SOA 呈现和不同颜色发现环形目标虽然会因为圆形线索的突然呈现立刻重现回到视知觉中,但在目标重新回到视知觉前至少存在 100ms 时间窗进行客体表征的更新。该研究将“知觉重回”发生的时间进程进一步细分,说明人脑中存在自下而上“前反馈”(feed-forward)机制,它可以在无意识状态下调控对目标的知觉,该结论也同样说明了运动诱导视盲具有作为研究无意

识觉知、人脑反馈机制的工具性意义。

同时在运动诱导视盲现象中的“反知觉”现象是视觉注意与视觉意识相分离的典型例证。有研究认为只要被注意的目标就能进入到意识加工阶段(Joseph, Chun, & Nakayama, 1997), 但 MIB 现象成功提供了该问题的实证反例。因此, MIB 现象也可以用来进一步研究视觉注意与视觉意识之间的关系。

(3)高级认知加工过程研究

MIB 现象中可以分离出两个重要因素, 即, 运动的背景与静止的目标。虽然在以往研究中对于两个因素都分别进行了探讨, 但都基于改变两个因素的某些物理特性(如, 明度、速度、对比度等)。如果赋予两个因素意义性, 那么 MIB 现象会发生何种改变? 同时, 当目标与背景由于被赋予意义, 继而形成某种冲突, MIB 又会发生何种改变? 由于运动能够捕获注意(Abrams & Christ, 2003)且有社会意义性的客体同样也可捕获注意(Li & Logan, 2008), 因此当背景运动、目标具有社会意义性时, 目标的消失情况会呈现何种改变? 在这个研究过程中, 也可提供物理属性与社会属性在知觉加工过程中的重要程度。

(4)运动诱导视盲实际应用研究

无意识盲、变化盲视等视知觉现象已经在特殊群体(自闭症患者)、实际场景应用(交通)中得到了广泛研究(Lee & Telch, 2008; Smith & Milne, 2009; Caird, Edwards, Creaser, & Horrey, 2005)。而 MIB 在相关方向的研究仍处于初级阶段, 仅有研究者探讨了精神分裂症患者进行运动诱导视盲加工的模式(Tschacher, Schuler, & Junghan, 2006), 这也是后续研究中的重点。

参考文献

- Abrams, R. A., & Christ, S. E. (2003). Motion onset captures attention. *Psychological Science*, 14, 427–432.
- Bonneh, Y. S., Cooperman, A., & Sagi, D. (2001). Motion-induced blindness in normal observers. *Nature*, 411, 798–801.
- Bonneh, Y. S., Donner, T. H., Sagi, D., Fried, M., Cooperman, A., Heeger, D. J., et al. (2010). Motion-induced blindness and microsaccades: Cause and effect. *Journal of Vision*, 10(14), 22, 1–15.
- Caetta, F., Gorea, A., & Bonneh, Y. (2007). Sensory and decisional factors in motion-induced blindness. *Journal of Vision*, 7(7), 4, 1–12, <http://journalofvision.org/7/7/4/>, doi:10.1167/7.7.4
- Caird, J. K., Edwards, C. J., Creaser, J. I., & Horrey, W. J. (2005). Older driver failures of attention at intersections: Using change blindness methods to assess turn decision accuracy. *Human Factors: The Journal of The Human Factors and Ergonomics Society*, 47, 235–249.
- Carter, O., Luedeman, R., Mitroff, S., & Nakayama, K. (2008). Motion induced blindness: The more you attend the less you see [Abstract]. *Journal of Vision*, 8(6), 237, 237a, <http://journalofvision.org/8/6/237/>, doi:10.1167/8.6.237
- Carter, O. L., & Pettigrew, J. D. (2003). A common oscillator for perceptual rivalries. *Perception*, 32, 295–305.
- Crick, F., & Koch, C. (2003). A framework for consciousness. *Nature Neuroscience*, 6, 119–126.
- Donner, T. H., Sagi, D., Bonneh, Y. S., & Heeger, D. J. (2008). Opposite neural signatures of motion-induced blindness in human dorsal and ventral visual cortex. *The Journal of Neuroscience*, 28, 10298–10310.
- Finke, K., Schneider, W. X., Redel, P., Dose, M., Kerkhoff, G., Müller, H. J., et al. (2007). The capacity of attention and simultaneous perception of objects: A group study of Huntington's disease patients. *Neuropsychologia*, 45, 3272–3284.
- Funk, A. P., & Pettigrew, J. D. (2003). Does interhemispheric competition mediate motion-induced blindness? A transcranial magnetic stimulation study. *Perception*, 32, 1328–1338.
- Geng, H. Y., Song, Q. L., Li, Y. F., Xu, S., & Zhu, Y. (2007). Attentional modulation of motion-induced blindness. *Chinese Science Bulletin*, 52, 1063–1070.
- Gobell, J., & Carrasco, M. (2005). Attention alters the appearance of spatial frequency and gap size. *Psychological Science*, 16, 644–651.
- Gorea, A., & Caetta, F. (2009). Adaptation and prolonged inhibition as a main cause of motion-induced blindness. *Journal of Vision*, 9(6), 16, 11–17, <http://www.journalofvision.org/content/9/6/16>, doi:10.1167/9.6.16
- Graf, E. W., Adams, W. J., & Lages, M. (2002). Modulating motion-induced blindness with depth ordering and surface completion. *Vision Research*, 42, 2731–2735.
- Gregory, R. L. (1997). Visual illusions classified. *Trends in Cognitive Sciences*, 1, 190–194.
- Herrmann, K., Montaser-Kouhsari, L., Carrasco, M., & Heeger, D. J. (2010). When size matters: Attention affects performance by contrast or response gain. *Nature Neuroscience*, 13, 1554–1559.
- Hofstoetter, C., Kochb, C., & Kiper, D. C. (2004). Motion-induced blindness does not affect the formation of negative afterimages. *Consciousness and Cognition*, 13,

- 691–708.
- Hsieh, P. -J., & Tse, P. U. (2009). Microsaccade rate varies with subjective visibility during motion-induced blindness. *PLoS ONE*, 4, e5163.
- Hsu, L. -C., Kramer, P., & Yeh, S. -L. (2010). Monocular depth effects on perceptual fading. *Vision Research*, 50, 1649–1655.
- Hsu, L. -C., Yeh, S. -L., & Kramer, P. (2003). Linking motion-induced blindness to perceptual filling-in. *Vision Research*, 44, 2857–2866.
- Hsu, L. -C., Yeh, S. -L., & Kramer, P. (2006). A common mechanism for perceptual filling-in and motion-induced blindness. *Vision Research*, 46, 1973–1981.
- Hsu, L. -C., Yeh, S. -L., Tien, Y. -M., & Lin, C. -Y. (2009). Electrophysiological correlates of motion-induced blindness[Abstract]. *Journal of Vision*, 9(8), <http://www.journalofvision.org/content/9/6/269>, doi: 10.1167/9.8.269
- Joseph, J. S., Chun, M. M., & Nakayama, K. (1997). Attentional requirements in a “preattentive” feature search task. *Nature*, 387, 805–807.
- Kawabe, T., Yamada, Y., & Miura, K. (2007). How an abrupt onset cue can release motion-induced blindness. *Consciousness and Cognition*, 16, 374–380.
- Kim, C. -Y., & Blake, R. (2005). Psychophysical magic: Rendering the visible ‘invisible’. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 381–388.
- Klotz, W., & Ansoorge, U. (2007). Preceding stimulus awareness augments offset-evoked potentials: Evidence from motion-induced blindness. *Psychological Research*, 71, 694–702.
- Lee, H. -J., & Telch, M. J. (2008). Attentional biases in social anxiety: An investigation using the inattentive blindness paradigm. *Behaviour Research and Therapy*, 46, 819–835.
- Li, X. -S., & Logan, G. D. (2008). Object-based attention in Chinese readers of Chinese words: Beyond gestalt principles. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 945–949.
- Libedinsky, C., Savage, T., & Livingstone, M. (2009). Perceptual and physiological evidence for a role for early visual areas in motion-induced blindness. *Journal of Vision*, 9(1), 14, 1–10, <http://journalofvision.org/9/1/14/>, doi:10.1167/9.1.14
- Ling, S., & Carrasco, M. (2006). When sustained attention impairs perception. *Nature Neuroscience*, 9, 1243–1245.
- Lou, L. (2008). Troxler effect with dichoptic stimulus presentations: Evidence for binocular inhibitory summation and interocular suppression. *Vision Research*, 48, 1514–1521.
- Mitroff, S. R., & Scholl, B. J. (2004). Seeing the disappearance of unseen objects. *Perception*, 33, 1267–1273.
- Mitroff, S. R., & Scholl, B. J. (2005). Forming and updating object representations without awareness: Evidence from motion-induced blindness. *Vision Research*, 45, 961–967.
- Montaser-Kouhsari, L., Moradi, F., Zandvakili, A., & Esteky, H. (2004). Orientation-selective adaptation during motion-induced blindness. *Perception*, 33, 249–254.
- Natale, E., Posteraro, L., Prior, M., & Marzi, C. A. (2005). What kind of visual spatial attention is impaired in neglect? *Neuropsychologia*, 43, 1072–1085.
- New, J. J., & Scholl, B. J. (2008). “Perceptual Scotomas”: A functional account of motion-induced blindness. *Psychological Science*, 19, 653–659.
- Peelen, M. V., Heslenfeld, D. J., & Theeuwes, J. (2004). Endogenous and exogenous attention shifts are mediated by the same large-scale neural network. *NeuroImage*, 22, 822–830.
- Pettigrew, J. D., & Funk, A. P. (2001). Opposing effects on perceptual rivalry caused by Right vs. Left TMS [Abstract]. *Society for Neuroscience*
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3–25.
- Priebe, N. J., Lisberger, S. G., & Movshon, J. A. (2006). Tuning for spatiotemporal frequency and speed in directionally selective neurons of macaque striate cortex. *Journal of Neuroscience*, 26, 2941–2950.
- Ramachandran, V. S., & Gregory R. L. (1991). Perceptual filling in of artificially induced scotomas in human vision. *Nature*, 350, 699–702.
- Schölvinck, M. L., & Rees, G. (2009a). Attentional influences on the dynamics of motion-induced blindness. *Journal of Vision*, 9(1), 38, 1–9, <http://journalofvision.org/9/1/38/>, doi:10.1167/9.1.38
- Schölvinck, M. L., & Rees, G. (2009b). Neural correlates of motion-induced blindness in the human brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 1235–1243.
- Shibata, M., Kawachi, Y., & Gyoba, J. (2010). Combined effects of perceptual grouping cues on object representation: Evidence from motion-induced blindness. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 72, 387–397.
- Simons, D. J. (2000). Attentional capture and inattentive blindness. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 147–155.
- Simons, D. J., & Rensink, R. A. (2005). Change blindness: Past, present, and future. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 16–20.
- Smith, H., & Milne, E. (2009). Reduced change blindness suggests enhanced attention to detail in individuals with autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50, 300–306.
- Thompson, P., & Burr, D. (2009). Visual aftereffects. *Current Biology*, 19, 11–14.

- Tschacher, W., Schuler, D., & Junghan, U. (2006). Reduced perception of the motion-induced blindness illusion in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, 81, 261–267.
- Turatto, M., & Galfano, G. (2000). Color, form and luminance capture attention in visual search. *Vision Research*, 40, 1639–1643.
- Wallis, T. S. A., & Arnold, D. H. (2008). Motion-induced blindness is not tuned to retinal speed. *Journal of Vision*, 8(2), 11, 1–7, <http://journalofvision.org/8/2/11>, doi:10.1167/8.2.11
- Wallis, T. S. A., & Arnold, D. H. (2009). Motion-induced blindness and motion streak suppression. *Current Biology*, 19, 325–329.
- Wu, C. -T., Busch, N. A., Fabre-Thorpe, M., & VanRullen, R. (2009). The temporal interplay between conscious and unconscious perceptual streams. *Current Biology*, 19, 2003–2007.
- Yantis, S., & Jonides, J. (1984). Abrupt visual onsets and selective attention: Evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 601–621.

A Special Illusion: Motion-induced Blindness

HU Feng-Pei; WANG Xi; WANG Du-Ming; HU Huan

(Department of Psychology, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: When the salient static targets are superimposed on the moving background which moves within a scope of certain space, visual targets spontaneously disappears from visual awareness and subsequently reappears, this phenomenon is called “motion-induced blindness”. The reason that this illusion happens includes: attention competition theory, Gestalt perception theory and the theories about neurophysiological mechanism. This phenomenon has its particularity, which is induced by changing awareness in the process of object recognition, and it’s quite different from other blindness phenomena; on the other hand, researchers are concerned with the specificity of “counter-intuitive” in motion-induced blindness. Researches in neurophysiological mechanism focus on the change on early cortex and late cortex, researchers use eye tracking and EEG to measure and evaluate timing. The present review sums up the related research results and points out the future research direction which includes: the intrinsic mechanism of motion-induced blindness, as a tool for the research on neural correlates of consciousness, unconscious perception processing, significant process and cognitive conflict in MIB, etc.

Key words: motion-induced blindness; attentional competition; counter-intuitive; visual cortex