

在RSVP范式中干扰物在知觉、辨别和反应阶段干扰目标加工

孟 总

西南大学心理学部, 重庆

收稿日期: 2023年2月21日; 录用日期: 2023年4月10日; 发布日期: 2023年4月20日

摘 要

干扰物在RSVP范式中的作用机制尚未十分明确。本研究利用单目标RSVP范式操纵紧跟目标的干扰物的有无及与目标类别和反应的一致性进行探究。结果表明, 紧跟目标的干扰物在知觉、辨别及反应阶段均影响目标识别。当前结果说明, 目标引起的注意增强是缓慢的过程, 这一特性导致目标引起的注意增强也增强了紧随其后的干扰物, 诱发注意控制进行调节。

关键词

RSVP范式, 注意瞬脱, 注意增强, 注意控制

Distractors Interfere with Target Processing at Perceptual, Conceptual and Response Stage in RSVP Paradigm

Zong Meng

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing

Received: Feb. 21st, 2023; accepted: Apr. 10th, 2023; published: Apr. 20th, 2023

Abstract

The mechanism of distractors in the RSVP paradigm remains unclear. In this study, the single-target RSVP paradigm was used to manipulate the presence or absence of the distractor (D) that immediately follow the target and the congruency between the target and the distractor in category and response. The results show that distractors immediately following the target affect

target recognition at the perception, category, and response stages. The current results suggest that target-evoked attention enhancement is a slow process, a property that causes target-evoked attention enhancement to also enhance closely following distractors, inducing attentional control for modulation.

Keywords

Rapid Serial Visual Presentation Paradigm, Attentional Blink, Attentional Enhancement, Attentional Control

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在日常生活中，人们面对海量的信息，需要借助注意来选择感兴趣的信息进一步加工。注意选择的过程可以发生在空间和时间维度上，但注意选择的能力是有限的。比如在注意选择的时间领域，存在注意瞬脱现象(attentional blink, AB)，即在一系列短暂呈现的刺激流中准确地识别第一个目标(T1)后的200~500 ms 内识别第二个目标(T2)的正确率显著下降(Broadbent & Broadbent, 1987; Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992)。在注意瞬脱领域，通常将紧跟着 T1 和 T2 的第一个干扰物分别称为 D1 和 D2。注意瞬脱现象在绝大多数个体中都能观察到(陈江涛, 唐丹丹, 刘聪丛, 陈安涛, 2014; Martens, Munneke, Smid, & Johnson, 2006)，并且重复练习不会降低注意瞬脱效应(Braun, 1998)，反映了稳定的注意力限制。探究注意瞬脱有利于理解注意的时间动态、工作记忆巩固和意识知觉的心理过程和神经机制。注意瞬脱已成为时间注意(temporal attention)领域的主要关注内容(Martens & Wyble, 2010)，已有研究提出了多个理论来解释此现象。

Raymond 等(1992)在发现注意瞬脱现象时提出了门控理论(gating theory)，认为当 T1 出现时，会开启门控机制加工 T1 及 D1，但同时也增加了二者特征混淆的可能性，为了顺利加工并能够正确报告 T1，会在早期知觉水平上抑制 T1 后的刺激，从而发生注意瞬脱现象。注意瞬脱的脑电(electroencephalogram, EEG)实验表明，即使未得到正确报告的 T2 也诱发了完整 P1, N1 以及 N400 成分，但 P3 成分缺失(Luck, Vogel, & Shapiro, 1996; Sergent, Baillet, & Dehaene, 2005; Vogel, Luck, & Shapiro, 1998)，表明 T2 并没有在早期知觉阶段被抑制。而双阶段(two-stage model)模型可以解释上述结果，该模型认为信息加工有两个阶段：在第一阶段，所有刺激都被快速加工并激活其概念表征，但在此阶段的表征是脆弱的，需要经过资源有限的第二阶段巩固到工作记忆中，注意瞬脱是由于在第二阶段巩固 T1 消耗了过多的资源导致无法巩固 T2 所导致(Chun & Potter, 1995)。有研究发现 T1 与 T2 诱发的 P3 成分呈负相关，当 T1 诱发的 P3 成分较小时，正确报告 T2 的可能性更大(Krancioch, Debener, Maye, & Engel, 2007; Pincham & Szűcs, 2012)，表明当 T1 消耗资源较少时，T2 可以得到正确报告，这与双阶段模型相吻合。双阶段模型从后期加工的认知资源的有限性来解释注意瞬脱，虽然得到一定实验证据的支持，但该模型也存在局限，无法解释该领域的一些重要发现。比如，如果目标之间没有干扰物，被试可以准确报告 3 个甚至更多目标(Di Lollo, Kawahara, Ghorashi, & Enns, 2005; Lunau & Olivers, 2010; Nieuwenstein & Potter, 2006; Olivers, Stigchel, & Hulleman, 2007)；在分心状态下，注意瞬脱效应减弱(Arend, Johnston, & Shapiro, 2006; Olivers & Nieuwenhuis, 2005; Taatgen, Juvina, Schipper, Borst, & Martens, 2009; Visser, Bischof, & Di Lollo, 2004)。这些研究也促使研究者从注意控制的角度来解释注意瞬脱现象。

关于注意瞬脱的注意控制理论以激活反弹(boost and bounce)理论和 eSTST (episodic simultaneous type, serial token)模型为代表,二者都借鉴了双阶段模型的两个加工阶段,但不认为注意瞬脱是资源有限导致的,而是反映了工作记忆的门控机制。具体来说,激活反弹理论(Olivers & Meeter, 2008)认为工作记忆门控机制会在信息检测后对目标进行反馈性增强,对干扰物进行反馈性抑制,但是注意力增强的过程是缓慢的,大约在目标呈现后的 100 ms 才能到达顶峰。所以当 T1 出现时,不仅增强了 T1 还增强了 D1,从而诱发更加强烈的反馈性抑制,导致虽然可以检测到 T2,但在短时间内无法报告 T2。而 eSTST 模型(Wyble, Nieuwenstein, & Bowman, 2009)利用了视觉工作记忆中的类型(types)和标记(tokens)概念(Kanwisher, 1987; Mozer, 1989),在该理论中类型提供语义信息,标记提供情境信息。eSTST 模型认为所有刺激的语义信息都被激活,但正确报告目标需要借助注意将类型与标记绑定。但在绑定 T1 期间,无法进行下一次注意增强,从而在短时间内无法绑定 T2。

激活反弹理论和 eSTST 模型的主要区别在于激活反弹理论更强调 D1 的作用,而 eSTST 模型更加强调 T1 的作用。一些研究发现如果用空屏代替 D1,注意瞬脱效应会减小(Marois, Chun, & Gore, 2000; Seiffert & Di Lollo, 1997)。甚至当 T2 后没有干扰物出现时,注意瞬脱现象会消失,这种现象被称为未掩蔽的注意瞬脱(unmasked attentional blink, unmasked AB),相应的脑电实验也发现了 T2 诱发了完整但延迟的 P3 (Ching, Kim, & Davis, 2021; Dell'Acqua et al., 2015; Vogel & Luck, 2002)。这些研究表明干扰物在注意瞬脱中起到重要作用。然而在最近一项研究中,被试需要在短暂呈现的低空间频率的光栅中,报告两个高空间频率光栅的方向, Tang 等人(2020)利用脑电数据进行逆向编码建模,结果发现发生注意瞬脱和未发生注意瞬脱的试次相比,对 D1 的表征强度没有差异,在一定程度上否定干扰物在注意瞬脱中的作用。此外, Alilovic 等人(2021)将脑电数据的多体素模式分析(Multi-voxel pattern analysis, MVPA)应用到注意瞬脱领域,可以有效的分离出 RSVP 范式中每一个目标以及干扰物的表征强度在发生注意瞬脱以及未发生注意瞬脱的试次的差异,结果发现 T1 的早期成分(0~300 ms)以及晚期成分(300~600 ms)以及 D1 的晚期成分可以显著分离发生注意瞬脱和未发生注意瞬脱的试次。研究发现了 D1 在注意瞬脱中的作用,但并非像激活反弹理论预测的 D1 的早期加工在发生注意瞬脱试次中被更强烈的抑制。可见,关于干扰物在注意瞬脱中是否以及如何起作用到目前仍然存在争议。

本研究主要目的在于确定在 RSVP 范式中紧跟目标的干扰物对目标加工是否存在影响,如果存在影响,存在于哪些加工阶段。虽然双目标 RSVP 范式是最常用来探究注意瞬脱的范式,但双目标 RSVP 范式在大多数情况下无法有效分离出干扰物和目标单独的影响。此外,以往研究由于 T2 后存在多个干扰物以及 T1 和 T2 之间的干扰物数量在不同条件下不同,无法有效利用反应时,不能敏感地反映实验操纵带来的影响。为克服上述局限,本实验采用单目标 RSVP 范式,该范式可以排除在双目标 RSVP 范式中 T1 对 T2 的影响,便于观察干扰物对目标识别的影响。在本研究中,将单目标 RSVP 范式中目标称为 T,将紧随其后的干扰物称为 D。为了观测被试的反应时,本实验将目标置于刺激序列的倒数第二个位置。具体来说,在实验 1 中,通过改变 D 是无意义符号或空屏来操纵 D 对 T 在知觉阶段的干扰;在实验 2 中,通过改变 D 和 T 的类别和反应的一致性来操纵 D 对 T 在辨别和反应阶段的干扰。在两个实验中观测被试对 T 反应的正确率及反应时,确定 D 是否会在知觉、辨别和反应阶段影响 T。我们预期紧跟目标的干扰物会在知觉、辨别以及反应阶段影响目标识别。

2. 实验 1: 在 RSVP 范式中干扰物在知觉水平上干扰目标加工

2.1. 实验方法

2.1.1. 实验被试

采用 G*Power 3.1.9.4 软件(Faul et al., 2009)估算样本量, 设置 Effect size $d_z = 0.60$, $\alpha = 0.05$, Power

= 0.80, 计算得到样本量为 24 人。实际招募 33 名本科生, 其中男性 9 名, 女性 24 名, 平均年龄 19.49 岁($SD = 1.44$)。所有被试均为右利手, 视力或者矫正视力正常, 色觉正常, 无精神病史或脑部疾病史。实验结束后被试将得到一定的报酬。

2.1.2. 实验材料与仪器

实验材料包括 9 个符号(#, %, >, <, @, ×, /, =, &)和 4 个字母(A, B, C, D)以及一张由\$和¥组成的掩蔽图片。刺激材料颜色为黑色, 视角大小为 $1.2^\circ \times 1.2^\circ$ 。屏幕分辨率为 1024×768 , 刷新率为 60 Hz。

2.1.3. 实验设计及流程

实验 1 为单因素组内设计, 观察 D 是空屏和无意义符号时对目标反应的正确率及反应时。如图 1 所示, 被试首先会在灰色屏幕上看到一个持续 1000 ms 的注视点, 随后出现 RSVP 刺激流, 刺激流包括随机短暂呈现的 4~8 个干扰物符号, 然后出现一个目标字母, 之后会出现一个由\$和¥组成的掩蔽图片或者用空屏来代替此掩蔽图片。单个符号、字母及掩蔽图片的呈现时间为 50 ms, 并伴随 50 ms 的空屏。RSVP 刺激流呈现完毕后会空屏 200 ms, 然后出现黑色方块提示被试按下字母对应的键, 以保证在两种条件下被试的按键起始时间相同。A、B、C、D 依次用 1、2、9、0 键来反应, 要求被试在保证正确的前提下尽快按键, 允许最大反应时长为 2000 ms, 按键后消失, 之后是 1000 ms 的试次间隔(inter trial interval, ITI)。被试先进行 10 次练习然后进行正式实验, 正式实验包括 80 个试次。

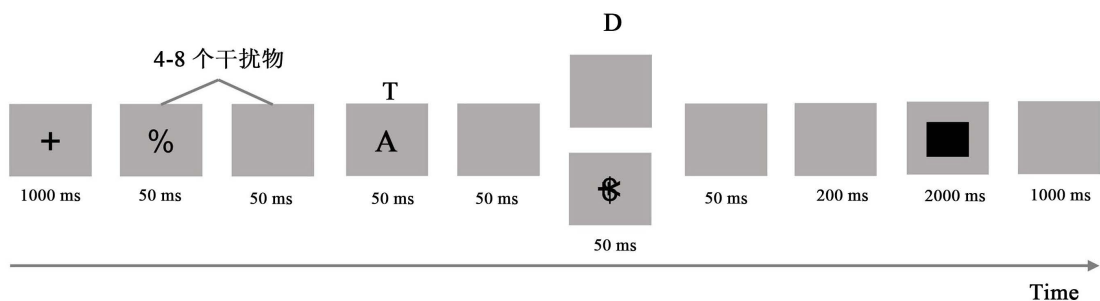


Figure 1. The procedure of experiment 1
图 1. 实验 1 流程图

2.2. 结果

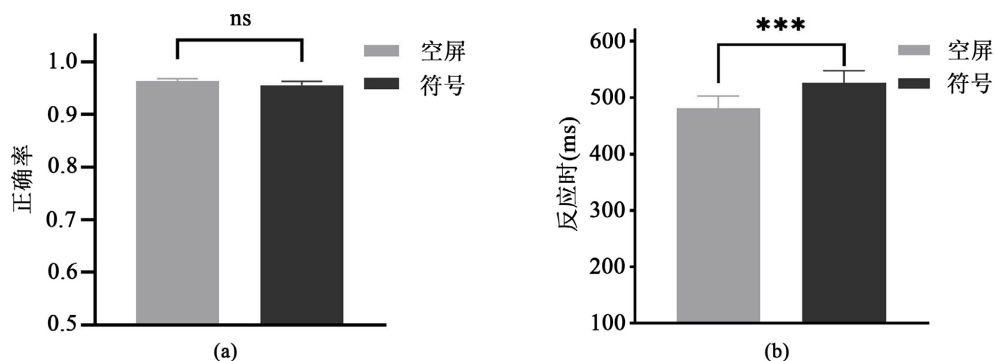
被试在 D 为空屏或者无意义符号条件下对目标反应的正确率及反应时见图 2。配对样本 t 检验结果表明 D 为空屏时的正确率($M = 0.97, SD = 0.04$)与 D 为无意义符号时的正确率($M = 0.96, SD = 0.05$)之间没有显著差异, $t(32) = 1.36, p = 0.19, d = 0.24, 95\% CI = [-0.11, 0.58]$ 。不过, D 为空屏时的反应时($M = 481.72, SD = 122.76$)显著小于 D 为无意义符号时的反应时($M = 526.28, SD = 125.87, t(32) = -4.23, p < 0.001, d = -0.74, 95\% CI = [-1.12, -0.37]$)。

3. 实验 2: 在 RSVP 范式中干扰物在辨别和反应阶段上干扰目标加工

3.1. 实验方法

3.1.1. 实验被试

采用 G*Power 3.1.9.4 软件(Faul et al., 2009)估算样本量, 设置 Effect size $f = 0.45, \alpha = 0.05, Power = 0.80$, 计算得到样本量为 22 人。实际招募 25 名本科生, 其中男性 6 名, 女性 19 名, 平均年龄 19.24 岁($SD = 1.17$)。被试筛选标准同实验 1。实验结束后被试会得到一定的报酬。



注：误差线为标准误，ns 表示 $p > 0.05$ ，*** 表示 $p < 0.001$ 。

Figure 2. Accuracy (a) and response time (b) of target under the condition that the distractor (D) is a blank screen and meaningless symbols

图 2. 干扰物(D)为空屏和无意义符号条件下目标识别的正确率(a)和反应时(b)

3.1.2. 实验材料和仪器

实验材料包括 9 个符号(#, %, >, <, @, ×, /, =, &)、4 个字母(A, B, C, D)和 4 个数字(1, 2, 3, 4)。刺激材料的颜色、大小和屏幕分辨率、刷新率同实验 1。

3.1.3. 实验设计及流程

本实验为 2 (T 与 D 的类别一致性：一致，不一致) × 2 (T 与 D 的反应一致性：一致，不一致) 组内设计。被试首先会在灰色屏幕上看到一个持续 1000 ms 的注视点，随后出现 RSVP 刺激流，刺激流包括随机短暂呈现 4~8 个干扰物符号，然后出现一个目标字母或数字，之后会出现一个干扰物字母或数字。上述符号、字母和数字每个呈现时间为 50 ms，并伴随 50 ms 的空屏。RSVP 刺激流呈现完毕后，出现反应屏即空屏，如果目标是 A、B、1 和 2 中的任意一个按向左方向键(←)，如果目标是 C、D、3 和 4 中的任何一个则按向右方向键(→)，要求被试在保证正确的前提下尽快按键，允许最长反应时间为 2000 ms，按键后反应屏结束。最后为 1000 ms 的 ITI。观测 T 和 D 的类别与反应一致与不一致条件下对目标反应的正确率及反应时。被试先进行 20 次练习，正式实验包括 160 个试次，每 80 个试次休息 2 分钟。

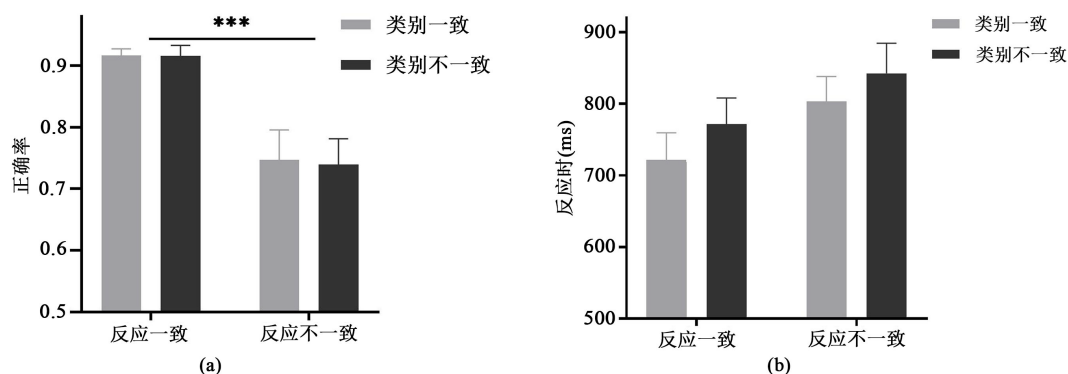
3.2. 结果

实验 2 结果如图 3 所示。以正确率为因变量进行重复测量方差分析，结果表明 T 和 D 之间类别一致 ($M = 0.83, SD = 0.20$) 与不一致 ($M = 0.83, SD = 0.18$) 之间差异不显著, $F(1, 24) = 0.14, p = 0.71, \eta_p^2 = 0.01$; T 和 D 之间的反应一致条件下的正确率 ($M = 0.92, SD = 0.07$) 显著大于反应不一致条件下的正确率 ($M = 0.74, SD = 0.22$), $F(1, 24) = 15.77, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.40$; 二者的交互作用不显著, $F(1, 24) = 0.04, p = 0.85, \eta_p^2 = 0.01$ 。以反应时为因变量进行重复测量方差分析结果表明 T 和 D 之间类别一致时的反应时 ($M = 762.48, SD = 184.17$) 显著小于 T 和 D 类别不一致时的反应时 ($M = 806.84, SD = 199.56$), $F(1, 24) = 17.54, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.42$; T 和 D 之间的反应一致条件下的反应时 ($M = 746.42, SD = 186.67$) 显著小于反应不一致条件下的反应时 ($M = 822.90, SD = 192.14$), $F(1, 24) = 17.5, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.42$; 二者的交互作用不显著 ($F(1, 24) = 0.15, p = 0.70, \eta_p^2 = 0.01$)。

4. 讨论

本研究基于单目标 RSVP 范式，通过操纵 D 的有无、D 和 T 类别及反应的一致性，观察实验操纵对目标反应的正确率和反应时的影响。结果表明存在无意义干扰物时，或者当 T 和 D 之间的类别不一致时，

对目标的反应时显著增加；当 T 与 D 的反应不一致时，对目标的正确率显著下降、反应时显著增加。表明在 RSVP 范式中，紧跟目标的干扰物在知觉、辨别和反应阶段上干扰目标识别。



注：误差线为标准误，***表示 $p < 0.001$ 。

Figure 3. Effect of category congruency and response congruency between target (T) and distractor (D) on accuracy (a) and response time (b) of target

图 3. 目标(T)与干扰物(D)类别和反应一致性对目标正确率(a)和反应时(b)的影响

4.1. 在 RSVP 范式中干扰物在知觉、辨别和反应阶段干扰目标加工

由于视觉神经的持续性，即使是短暂呈现的刺激，神经元可以在刺激消失后进行反应(Coltheart, 1980)，并可以持续 300 ms (Keysers, Xiao, Földiák, & Perrett, 2001; Rolls, Tovée, & Panzeri, 1999)。但是当刺激后紧跟着一个掩蔽物(mask)或者叫做干扰物时，被试对其加工能力就大幅下降，这种现象叫做后向掩蔽(backward masking)。根据掩蔽物的不同特性，可以将后向掩蔽进一步分为噪声掩蔽、模式掩蔽、偏对比掩蔽等(陈斌, 高闯, 王建中, 2009)，但以往关于后向掩蔽的研究多局限于知觉水平上。然而本研究中发现，D 不仅在知觉水平干扰目标加工，还在辨别和反应阶段上干扰目标加工。这说明后向掩蔽不仅发生在知觉层面，还发生在辨别和反应层面。

Olivers 和 Meeter (2008)基于之前提示范式(cueing paradigms)的发现，即当线索和目标之间的 SOA (stimulus onset asynchrony)为 100~200 ms 时，目标识别最佳(Nakayama & Mackeben, 1989)，认为目标引起的注意增强不仅增强了目标还增强了目标后紧跟的干扰物。本实验结果说明在 RSVP 范式中目标引起的注意增强不仅加工了目标还加工了目标后紧跟的干扰物，并涉及干扰物的知觉、辨别及反应阶段，这表明注意增强是一个缓慢的过程。在此基础上可以进一步假设如果由目标引起的注意增强在短时间内是受自上而下的注意控制调控的，那么在早期水平上就可以对干扰物进行控制，在后期水平上干扰物对目标的干扰就会减弱或消失。但实验结果表明，相比在知觉和辨别阶段，反应阶段不仅影响反应时还影响正确率，这暗示目标诱发的注意增强在短时间内是不受注意控制的。

4.2. 对注意瞬脱的启示：注意控制在注意瞬脱中的作用

关于注意瞬脱的功能性核磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)实验发现在 T1 + 2 为空屏相比于 T1 + 1 为空屏的条件下，背外侧前额叶(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC)、前扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)及顶内沟(intraparietal sulcus, IPS)激活更强(Marois et al., 2000)。DLPFC、ACC 和 IPS 是涉及注意控制的额顶网络的重要组成部分。说明在 RSVP 范式中由于 D1 的存在诱发了更强的注意控制，这与实验 1 存在干扰物的条件下，反应时增加的结果相符。此外，以往研究注意瞬脱现象的双目标 RSVP 范式根据类别(如在数字中搜索两个字母)或特征(如在黑色字母中识别两个红色字母)来

区分目标。在根据类别定义目标和干扰物的范式中, 每一个目标和紧跟的干扰物的类别都不一致。已有研究表明虽然被试可以在目标中间没有干扰物出现时连续报告多个目标, 但是只适用于目标类别一致, 如果多个连续出现的目标之间类别不一致, 会导致目标识别正确率显著下降(Di Lollo et al., 2005), 这说明类别变化对目标识别存在影响。在根据特征定义的双目标 RSVP 范式中, 目标和紧跟的干扰物的反应不一致。研究表明在发生注意瞬脱的试次中, T2 经常被误报为 D2 (Chun, 1997; Isaak, Shapiro, & Martin, 1999), 这说明紧跟目标的干扰物的反应影响了目标识别。实验 2 结果也表明了即使在单目标 RSVP 范式中紧跟目标的干扰物与目标类别以及反应的一致性会对目标识别造成影响。

以往研究认为与注意控制密切相关的额顶网络在注意瞬脱中起到重要作用(Marois et al., 2000; Marois & Ivanoff, 2005; Wang et al., 2016)。但注意控制如何具体作用于注意瞬脱的机制尚未十分明确。由于注意增强的特性导致目标诱发的注意增强不仅增强了目标, 也增强了紧随其后的干扰物, 需要调用自上而下的注意控制来调节干扰物在不同认知加工层面对目标的影响, 导致对目标的反应时增加, 正确率降低。而在经典的注意瞬脱实验中, 被试需要成功进行两次自上而下的注意控制来调节 T1 和 D1 之间以及 T2 和 D2 之间的干扰才能正确报告 T1 和 T2。以往关于注意瞬脱的研究表明用空屏代替双目标 RSVP 范式中的 D1 会导致注意瞬脱效应减少(Marois et al., 2000; Seiffert & Di Lollo, 1997), 去除 D2 会导致注意瞬脱现象消失(Ching et al., 2021; Dell'Acqua et al., 2015; Vogel & Luck, 2002)。当 T2 紧跟 T1 出现时, 会出现 lag1 节约(lag1-sparing)现象, 即在 T1 正确报告的前提下 T2 的正确率会显著高于 T2 位于注意瞬脱窗口期的正确率(Raymond et al., 1992; Visser, Bischof, & Di Lollo, 1999), 或者当连续出现三个目标(T1, T2, T3)时 T3 的正确率也会显著高于用一个干扰物替换 T2 的条件(Di Lollo et al., 2005; Lunau & Olivers, 2010; Nieuwenstein & Potter, 2006; Olivers et al., 2007)。这些研究都表明当只需要进行一次注意控制时, 可以正确报告多个目标。在神经机制层面上, 发生注意瞬脱的试次主要表现在 T2 诱发的 P3 波的缺失, 说明导致注意瞬脱的原因主要表现在后期加工上。P3 可以进一步分为 P3a 和 P3b, P3a 主要分布在额叶区域, 与注意加工过程相关, 而 P3b 主要分布顶叶区域, 一般认为和注意过程之后的工作记忆巩固过程相关(Polich, 2007; Polich & Criado, 2006)。以 P3a 和 P3b 为基础进一步将和注意瞬脱相关的后期加工划分为注意控制和工作记忆巩固两阶段。在发生注意瞬脱的试次可以观察到 P3a 和 P3b 缺失(Sergent et al., 2005); 而 unmasked AB 实验在注意瞬脱窗口中的 T2 诱发 P3a 振幅会减弱, P3b 振幅减弱且潜伏期延长(Dell'Acqua, Dux, Wyble, Doro, Sessa, Meconi, & Jolicoeur, 2015)。说明在注意瞬脱窗口期, 注意控制能力下降(体现在 P3a 上), 进一步导致 T2 的工作记忆巩固过程延迟(体现在 P3b 上)。行为以及神经层面上的结果都表明, 在双目标 RSVP 范式中, 如果只需要进行一次注意控制来调整目标和紧跟着的干扰物之间的干扰, 注意瞬脱效应会减弱或消失; 而当需要在短时间内进行两次自上而下的注意控制来调节 T1 和 D1 以及 T2 和 D2 之间的干扰时, 第二次注意控制往往无法顺利进行, 导致 T2 的正确率显著下降。这说明短时间内注意控制资源不足或者无法再次调用可能是引起注意瞬脱的重要原因。这为干扰物在注意瞬脱中的作用机制提供了新观点。

后续研究可以进一步利用 EEG 和 fMRI 等技术, 从脑网络的角度出发进一步探究干扰物影响目标识别的神经机制。另外可以进一步通过实验来证明导致注意瞬脱的部分原因是短时间内注意控制资源不足还是无法调用或者二者都存在影响。本研究证明了干扰物在注意瞬脱中的作用, 但不否认 T1 在注意瞬脱中的作用。比如有研究表明当 T1 的编码难度增加时, 注意瞬脱效应会增大(Akyürek, Hommel, & Jolicoeur, 2007; Colzato, Spapé, Pannebakker, & Hommel, 2007; Ouimet & Jolicoeur, 2007); T1 的正确率和注意瞬脱效应大小成显著负相关(Dux, Asplund, & Marois, 2008; Seiffert & Di Lollo, 1997; Zhou, Zhen, Liu, & Zhou, 2020)等等。后续相关理论应整合干扰物和目标在注意瞬脱中的作用, 提出具有整合性的理论来解释注意瞬脱现象。

5. 结论

本研究通过两个行为实验探究了干扰物在 RSVP 范式中的作用机制。结果表明, 在 RSVP 范式中, 紧跟目标的干扰物在知觉、辨别和反应阶段均会对目标识别造成干扰。

参考文献

- 陈斌, 高闯, 王建中(2009). 视觉掩蔽研究现状及展望. *心理科学进展*, 17(6), 1146-1155.
- 陈江涛, 唐丹丹, 刘聪丛, 陈安涛(2014). 注意瞬脱效应的个体差异. *心理科学进展*, 22(10), 1564-1572.
- Akyürek, E. G., Hommel, B., & Jolicoeur, P. (2007). Direct Evidence for a Role of Working Memory in the Attentional Blink. *Memory & Cognition*, 35, 621-627. <https://doi.org/10.3758/BF03193300>
- Alilovic, J., van Moorselaar, D., Graetz, M., van Gaal, S., & Slagter, H. A. (2021). Representational Dynamics Preceding Conscious Access. *NeuroImage*, 230, Article ID: 117789. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117789>
- Arend, I., Johnston, S., & Shapiro, I. (2006). Task-Irrelevant Visual Motion and Flicker Attenuate the Attentional Blink. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 600-607. <https://doi.org/10.3758/BF03193969>
- Braun, J. (1998). Vision and Attention: The Role of Training. *Nature*, 393, 424-425. <https://doi.org/10.1038/30875>
- Broadbent, D. E., & Broadbent, M. H. (1987). From Detection to Identification: Response to Multiple Targets in Rapid Serial Visual Presentation. *Perception & Psychophysics*, 42, 105-113. <https://doi.org/10.3758/BF03210498>
- Ching, A. S. M., Kim, J., & Davis, C. (2021). Time Course of the Unmasked Attentional Blink. *Psychophysiology*, 58, e13686. <https://doi.org/10.1111/psyp.13686>
- Chun, M. M. (1997). Temporal Binding Errors Are Redistributed by the Attentional Blink. *Perception & Psychophysics*, 59, 1191-1199. <https://doi.org/10.3758/BF03214207>
- Chun, M. M., & Potter, M. C. (1995). A Two-Stage Model for Multiple Target Detection in Rapid Serial Visual Presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and Performance*, 21, 109. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.21.1.109>
- Coltheart, M. (1980). Iconic Memory and Visible Persistence. *Perception & Psychophysics*, 27, 183-228. <https://doi.org/10.3758/BF03204258>
- Colzato, L. S., Spapé, M. M., Pannebakker, M. M., & Hommel, B. (2007). Working Memory and the Attentional Blink: Blink Size Is Predicted by Individual Differences in Operation Span. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 1051-1057. <https://doi.org/10.3758/BF03193090>
- Dell'Acqua, R., Dux, P. E., Wyble, B., Doro, M., Sessa, P., Meconi, F., & Jolicoeur, P. (2015). The Attentional Blink Impairs Detection and Delays Encoding of Visual Information: Evidence from Human Electrophysiology. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27, 720-735. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00752
- Di Lollo, V., Kawahara, J. I., Ghorashi, S. S., & Enns, J. T. (2005). The Attentional Blink: Resource Depletion or Temporary Loss of Control? *Psychological Research*, 69, 191-200. <https://doi.org/10.1007/s00426-004-0173-x>
- Dux, P. E., Asplund, C. L., & Marois, R. (2008). An Attentional Blink for Sequentially Presented Targets: Evidence in Favor of Resource Depletion Accounts. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 809-813. <https://doi.org/10.3758/PBR.15.4.809>
- Faul, F., Erdfelder, E., Buchner, A., & Lang, A. G. (2009). Statistical Power Analyses Using G* Power 3.1: Tests for Correlation and Regression Analyses. *Behavior Research Methods*, 41, 1149-1160. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>
- Isaak, M. I., Shapiro, K. L., & Martin, J. (1999). The Attentional Blink Reflects Retrieval Competition among Multiple Rapid Serial Visual Presentation Items: Tests of an Interference Model. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*, 25, 1774-1792. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.25.6.1774>
- Kanwisher, N. G. (1987). Repetition Blindness: Type Recognition without Token Individuation. *Cognition*, 27, 117-143. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(87\)90016-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(87)90016-3)
- Keyesers, C., Xiao, D. K., Földiák, P., & Perrett, D. I. (2001). The Speed of Sight. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 90-101. <https://doi.org/10.1162/089892901564199>
- Kranczoch, C., Debener, S., Maye, A., & Engel, A. K. (2007). Temporal Dynamics of Access to Consciousness in the Attentional Blink. *NeuroImage*, 37, 947-955. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.05.044>
- Luck, S. J., Vogel, E. K., & Shapiro, K. L. (1996). Word Meanings Can Be Accessed but Not Reported during the Attentional Blink. *Nature*, 383, 616-618. <https://doi.org/10.1038/383616a0>
- Lunau, R., & Olivers, C. N. L. (2010). The Attentional Blink and Lag 1 Sparing Are Nonspatial. *Attention Perception & Psychophysics*, 72, 317-325. <https://doi.org/10.3758/APP.72.2.317>

- Marois, R., Chun, M. M., & Gore, J. C. (2000). Neural Correlates of the Attentional Blink. *Neuron*, 28, 299-308. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)00104-5](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)00104-5)
- Marois, R., & Ivanoff, J. (2005). Capacity Limits of Information Processing in the Brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 296-305. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.04.010>
- Martens, S., & Wyble, B. (2010). The Attentional Blink: Past, Present, and Future of a Blind Spot in Perceptual Awareness. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 34, 947-957. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.12.005>
- Martens, S., Munneke, J., Smid, H., & Johnson, A. (2006). Quick Minds Don't Blink: Electrophysiological Correlates of Individual Differences in Attentional Selection. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 1423-1438. <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.9.1423>
- Mozer, M. C. (1989). Types and Tokens in Visual Letter Perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 287. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.15.2.287>
- Nakayama, K., & Mackeben, M. (1989). Sustained and Transient Components of Focal Visual Attention. *Vision Research*, 29, 1631-1647. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(89\)90144-2](https://doi.org/10.1016/0042-6989(89)90144-2)
- Nieuwenstein, M. R., & Potter, M. C. (2006). Temporal Limits of Selection and Memory Encoding: A Comparison of Whole versus Partial Report in Rapid Serial Visual Presentation. *Psychological Science*, 17, 471-475. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01730.x>
- Olivers, C. N. L., & Meeter, M. (2008). A Boost and Bounce Theory of Temporal Attention. *Psychological Review*, 115, 836-863. <https://doi.org/10.1037/a0013395>
- Olivers, C. N. L., & Nieuwenhuis, S. (2005). The Beneficial Effect of Concurrent Task-Irrelevant Mental Activity on Temporal Attention. *Psychological Science*, 16, 265-269. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.01526.x>
- Olivers, C. N. L., Stigchel, S., & Hulleman, J. (2007). Spreading the Sparing: Against a Limited-Capacity Account of the Attentional Blink. *Psychological Research*, 71, 126-139. <https://doi.org/10.1007/s00426-005-0029-z>
- Ouimet, C., & Jolicœur, P. (2007). Beyond Task 1 Difficulty: The Duration of T1 Encoding Modulates the Attentional Blink. *Visual Cognition*, 15, 290-304. <https://doi.org/10.1080/13506280600693741>
- Pincham, H. L., & Szűcs, D. (2012). Conscious Access Is Linked to Ongoing Brain State: Electrophysiological Evidence from the Attentional Blink. *Cerebral Cortex*, 22, 2346-2353. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr314>
- Polich, J. (2007). Updating P300: An Integrative Theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 118, 2128-2148. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.04.019>
- Polich, J., & Criado, J. R. (2006). Neuropsychology and Neuropharmacology of P3a and P3b. *International Journal of Psychophysiology*, 60, 172-185. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2005.12.012>
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary Suppression of Visual Processing in an RSVP Task: An Attentional Blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 849. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.3.849>
- Rolls, E. T., Tovée, M. J., & Panzeri, S. (1999). The Neurophysiology of Backward Visual Masking: Information Analysis. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 300-311. <https://doi.org/10.1162/089892999563409>
- Seiffert, A. E., & Di Lollo, V. (1997). Low-Level Masking in the Attentional Blink. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance*, 23, 1061-1073. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.23.4.1061>
- Sergent, C., Baillet, S., & Dehaene, S. (2005). Timing of the Brain Events Underlying Access to Consciousness during the Attentional Blink. *Nature Neuroscience*, 8, 1391-1400. <https://doi.org/10.1038/nn1549>
- Taatgen, N. A., Juvina, I., Schipper, M., Borst, J. P., & Martens, S. (2009). Too Much Control Can Hurt: A Threaded Cognition Model of the Attentional Blink. *Cognitive Psychology*, 59, 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2008.12.002>
- Tang, M. F., Ford, L., Arabzadeh, E., Enns, J. T., Visser, T. A. W., & Mattingley, J. B. (2020). Neural Dynamics of the Attentional Blink Revealed by Encoding Orientation Selectivity during Rapid Visual Presentation. *Nature Communications*, 11, 434. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14107-z>
- Visser, T. A. W., Bischof, W. F., & Di Lollo, V. (1999). Attentional Switching in Spatial and Nonspatial Domains: Evidence from the Attentional Blink. *Psychological Bulletin*, 125, 458-469. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.4.458>
- Visser, T. A. W., Bischof, W. F., & Di Lollo, V. (2004). Rapid Serial Visual Distraction: Task-Irrelevant Items Can Produce an Attentional Blink. *Perception & Psychophysics*, 66, 1418-1432. <https://doi.org/10.3758/BF03195008>
- Vogel, E. K., & Luck, S. J. (2002). Delayed Working Memory Consolidation during the Attentional Blink. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 739-743. <https://doi.org/10.3758/BF03196329>
- Vogel, E. K., Luck, S. J., & Shapiro, K. L. (1998). Electrophysiological Evidence for a Postperceptual Locus of Suppression during the Attentional Blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 1656. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.24.6.1656>

-
- Wang, L., Chen, J., Yang, Z., Liu, C., Deng, Z., & Chen, A. (2016). Individual Differences in the Attentional Blink: Evidence from the Amplitude of Low-Frequency Fluctuations in Non-Blinkers and Blinkers. *Biological Psychology, 114*, 33-38. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.11.009>
- Wyble, B., Nieuwenstein, M., & Bowman, H. (2009). The Attentional Blink Provides Episodic Distinctiveness: Sparing at a Cost. *Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance, 35*, 787-807. <https://doi.org/10.1037/a0013902>
- Zhou, L., Zhen, Z., Liu, J., & Zhou, K. (2020). Brain Structure and Functional Connectivity Associated with Individual Differences in the Attentional Blink. *Cerebral Cortex, 30*, 6224-6237. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhaa180>