

信号抑制假说中的抑制效应与目标特征增强效应

梁杰璇

福建师范大学心理学院, 福建 福州

收稿日期: 2023年6月1日; 录用日期: 2023年7月26日; 发布日期: 2023年8月4日

摘要

有限的注意资源无法将外界的各种刺激全部接收, 需要对其进行选择。除了传统的刺激驱动理论和目标驱动理论对其进行解释, 还有将二者结合起来进行分析的信号抑制假说。信号抑制假说认为, 显著干扰物会产生“注意我”的信号试图捕获注意, 如果显著刺激与任务要求不符, 这个信号就会被自上而下的注意控制抑制, 注意捕获便不会真正发生。近年来已有行为证据和电生理证据给信号抑制假说提供了支持, 证明显著刺激确实可以被主动抑制, 但是依旧无法明确其中的抑制效应和目标特征增强效应各自发挥多少作用。未来还需要进一步研究以区分在视觉注意捕获和非视觉因素的参与下两个效应的作用, 适用范围等。

关键词

信号抑制假说, 注意捕获, 显著性, 主动抑制

Inhibition Effect and Target Feature Enhancement Effect in Signal Suppression Hypothesis

Jiexuan Liang

School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

Received: Jun. 1st, 2023; accepted: Jul. 26th, 2023; published: Aug. 4th, 2023

Abstract

Limited attention resources cannot receive all kinds of stimuli from the outside world, so it is

necessary to choose them. In addition to the traditional stimulus-driven theory and goal-driven theory to explain it, there is a signal inhibition hypothesis which combines the two theories. The signal suppression hypothesis holds that significant distracters will produce “notice me” signals in an attempt to capture attention. If significant stimuli are inconsistent with task requirements, this signal will be suppressed by top-down attention control, and attention capture will not actually occur. In recent years, behavioral evidence and electrophysiological evidence have provided support for the signal inhibition hypothesis, proving that significant stimuli can indeed be actively suppressed, but it is still unclear how much role the inhibitory effect and target feature enhancement effect play respectively. In the future, further studies are needed to distinguish the role and scope of application of the two effects in visual attention capture and the participation of non-visual factors.

Keywords

Signal Suppression Hypothesis, Attention Capture, Significance, Active Inhibition

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

视觉系统是一个资源有限的信息加工系统，面对着周围大量的复杂信息，视觉注意只能选择有限的信息进行加工[1]。如何选择的过程涉及注意捕获。关于注意捕获机制有两个传统的理论：刺激驱动理论[2] [3]与目标驱动理论[4] [5] [6]。

刺激驱动理论认为注意捕获是自下而上即“刺激 - 驱动”的。刺激显著到一定程度时可以自动地捕获注意，这一过程不受当前任务目标的影响和控制[7] [8] [9] [10]。Theeuwes 于 1992 的实验中采用了无关奇异项范式发现注意被显著的无关奇异项捕获的现象，并且反应时增加与新项目特征的显著程度有关。有时刺激与任务的联系十分紧密，如目标驱动理论认为注意捕获是自上而下即“目标 - 驱动”的，强调个体的主观意愿作用而非刺激物本身特点的吸引力[4]。

如果没有一个连贯的注意捕获理论，就很难创建搜索的计算模型[11]，设计有效的警告信号[12]或理解注意控制的发展[13]。所以 Sawaki 和 Luck 提出了一种混合模型，被称为“信号抑制假说”(signal suppression hypothesis)。解释为什么注意捕获在某些情况下发生，而在其他情况下却不会发生。该假说认为显著刺激只是会产生“注意我”的信号，真正的注意转移并未发生，但如果显著刺激诱发的信号没有被抑制的话，注意会被自动地捕获[14]。在视觉搜索过程中，显著特征单例不会被注意优先捕获，称之为抑制效应[15]。在注意捕获时，个体除了会对无关显著单例进行抑制，还会对目标项目的特征产生特殊的反应。个体可能会预先增强与目标匹配的特征的注意(这将排除单例)，这被称为目标特征增强[16]。本文梳理了信号抑制假说相关行为证据和电生理证据，发现在目前的研究结论中，信号抑制假说的抑制效应的适用范围并不一致，因此区分在单纯的视觉注意捕获以及有非视觉因素参与下，信号抑制假说的抑制效应和目标特征增强效应的关系，为研究者们探究注意捕获问题提供更全面的理论视角，并对未来的相关研究进行展望。

2. 抑制效应

信号抑制假说认为个体会主动抑制显著干扰物产生的“注意我”信号，所以注意并未真正发生转移。

在视觉搜索过程中,显著特征单例不会被注意优先捕获,我们称之为抑制效应[15]。存在抑制效应的证据最早是在以猴子为参与者的眼动实验当中[17]。经过训练的猴子应用一种自上而下的机制,即大脑顶叶来调整对显著干扰物的抑制。之后在以人类为参与者的实验中,也证明了参与者可以抑制对显著但无关的颜色单例的潜在注意转移。使用眼动追踪的方法发现,在促进主动抑制单例干扰物的条件下,人们可以将显著但不相关的单例抑制在基线水平以下[18]。这种普遍存在的效应又是如何产生的呢?

目前为止,抑制效应可能的机制有以下两种:

第一,参与者可能会根据刺激的显著性直接学会抑制刺激,称之为单例抑制机制。例如,在视觉搜索任务中,对目标颜色和单例颜色进行随机试验。即使参与者事先不知道即将到来的单例特征值,彩色单例特征也能引起电生理抑制成分的出现。这表明参与者参与主动抑制单例,是因为这些单例它们本身在几个项目之中是单个的、突出的而被抑制,无需知道单例的具体颜色。即抑制单例刺激本身而非抑制单例某种特征[19]。

第二,参与者可能会学会抑制特定的特征值(如红色),称之为特征抑制机制[20] [21] [22]。例如,Vatterott 和 Vecera 设置了四个组块的实验,每一组块的一半实验都有一个不同颜色的无关单例呈现[23]。如果有效的干扰物抑制需要学习拒绝特定的干扰物,那么当观察者最初体验到颜色单例干扰物时,应该观察到注意捕获。只有当参与者学习了干扰物与目标物的特征,知道如何对其进行分辨后,才能对显著干扰物进行主动抑制,结果印证了这点。表明参与者可以学会抑制一个特定的、不相关的显著特征值,经验在学习抑制干扰物过程中是十分重要的。

3. 抑制效应的电生理指标

3.1. Pd 成分

对侧后 N2pc,反映了视觉搜索中的项目选择。一个显著单例干扰物呈现在注意参与区域却并没有引起 N2pc 成分,表明注意机制并非纯粹的自下而上过程,在大脑皮层存在某个抑制效应,自上而下对显著单例进行抑制,阻止注意被显著干扰物真正的捕获。

在 N2pc 时间范围内,干扰物有时会诱发对侧正性,称为干扰物正性(the distractor positivity: Pd)。第一次详细描述 Pd 成分是 2009 年在 Hickey, DiLollo 和 McDonald 的事件相关电位研究中,参与者的任务是在干扰物呈现于不同位置的情况下寻找目标项[7]。相对于干扰物的位置,Pd 成分在对侧头皮部位比在同侧头皮部位有更高的正电压,它随干扰物位置的变化而变化。在这项研究中,N2pc 成分作为一个对侧否定在目标项目的位置引发,Pd 成分则直接抑制了干扰物刺激的皮层表征。

Sawaki 和 Luck 为证明信号抑制假说存在的合理性,根据参与者对显著单例干扰物可能出现的反应,将引起不同电生理信号的关系进行假设[19],研究结果显示,显著单例干扰物不引发 N2pc,而引发 Pd,且这种情况在注意有无参与的区域都会发生,再次验证了信号抑制假说的存在。

3.2. Ppc 成分

视觉搜索的实验研究中除了发现 Pd 和 N2pc 成分,Sawaki 和 Luck 还发现了一个早期的,对于一个显著但不相关的颜色单例引发的前 n2pc Pd,即 Ppc 成分[19]。其与 Pd 相似,是一个积极的 ERL,由一个无关的,但可能分散注意力的刺激引起的。Theeuwes 认为无论干扰物还是目标物,显著颜色单例都引起了 Ppc,这一事实排除了 Ppc 反映抑制的可能性[8]。目前并未明确 Ppc 成分到底是和什么认知过程相关,唯一可以确定的是,其对搜索过程或目标选择没有影响。

4. 目标特征增强效应以及与抑制效应的关系

信号抑制假说提出显著刺激自动产生注意优先信号,但该信号可在注意被捕获之前主动被抑制[19]。

即显著刺激呈现时，会自下而上主动捕获个体的注意力，但是由于其与个体任务目标不符，所以大脑皮层会同时主动发出抑制这个显著刺激的信号，最终结果是这个显著刺激干扰物不会被注意真正的捕获。已经有很多支持信号抑制假说的行为数据[13] [15] [24] [25]。这些行为研究使用捕获 - 探测范式来测试个体对显著单例干扰物的抑制效应。实验有搜索试次和探测试次，这两种试次混合交叉呈现。在搜索试次中，一半的试次是包含颜色单例干扰物的单例在场试验，另一半的试次是没有颜色单例干扰物的单例缺失试验。颜色单例干扰物是指在几个相同颜色中存在的具有显著颜色差异的单个项目，比如在四个绿色项目中存在一个红色项目，那么这个红色项目就是显著单例干扰物。参与者的任务可能会是，寻找菱形并确定其中的黑点是位于哪个位置，在这个例子中，菱形只会是绿色的，不会是红色的。搜索试次中，包含颜色单例干扰物的单例在场实验反应时更短，揭示了单例存在试验的搜索优势。在探测试次中，其实不存在颜色单例干扰物或目标物等，但是由于参与者在搜索试次中习得的颜色性质会继续被应用于探测试次中，所以探测试次中，当字母在单例干扰物中呈现时，比字母在没有单例干扰物或者在一个目标中呈现时更少被报告[26]。

这些结果被视为显著单例干扰物可以被主动抑制的证据，但结果并不一定支持信号抑制假说，因为这些结果的影响可能不仅仅归因于干扰物特征抑制。参与者可能会预先增强与目标匹配的特征的注意(这将排除单例)，这被称为目标特征增强[16]。由于一个突出的颜色单例是在其他项目中出现的，这些项目包括一个目标和几个其他项目，它们也都有颜色。同样的结果也可以通过假设参与者提高了目标的颜色值来解释。如果结果来自目标特征增强而不是干扰特征抑制或两者的结合，这就削弱了显著单一特征被积极抑制的论点。

为了解决这个问题，Chang 和 Egeth 于 2019 使用了捕获 - 探测范式的一种变式，并表明干扰物 - 特征抑制独立于目标 - 特征增强。探测试验中，当目标呈现在目标颜色项目上会比出现在中性颜色项目上更快更准确的做出反应。反之，当目标出现在一个分心颜色项目比在中性颜色项目会更慢更不准确。这一发现表明，先前的结果可能反映了干扰物 - 特征抑制和目标 - 特征增强的联合效应[27]。

Gaspelin 和他的同事只在一个单例干扰物出现在目标颜色的项目之中时显示出抑制[18] [28]，而 Chang 和 Egeth 仅在异质中性色项目中表现出对单例干扰物的抑制。目前的研究试图决定仅靠抑制(即没有目标增强)是否足以在其他相同背景下压倒显著单一特征的注意捕获。为了最大限度地突出单例干扰物，Chang 于 2020 年使用了一种新的探测显示，其中一个彩色单例椭圆形在三个灰色椭圆形中呈现。所有的项目都是相同的形状，单例项目是一种艳丽的颜色，而其他项目都是相同的灰色[29]。这种新的探测显示预期最大限度地缩小弹出[30] [31]。结果显示在中性颜色或目标颜色的项目上，探测目标的反应比在灰色项目上要快，然而，探测目标在干扰物颜色的项目上的反应比在灰色的项目上的反应慢。这表明个体对单例项的注意捕获具有强大的抑制机制，即使在目标不再增强的情况下，强烈的显著性信号也可以被抑制。这说明不需要目标特征增强，单独的抑制效应也有足够强大的作用，发挥独立的功能，抑制干扰物对个体的注意捕获，使个体专注于目标任务，即结论支持信号抑制假说的抑制效应。

这些研究的范式虽不相同，但是捕获 - 探测范式及其衍生的变式都遵循以下的原则[19]。原则 1，目标刺激在任何维度上都不是单例。如果目标在任何一个维度上是单例，很容易会吸引参与者的注意力，如果干扰物是单例，会吸引更多注意力，而在这种情况下单例干扰物依旧被主动抑制，信号抑制假说将更具说服力。原则 2，使用较短的刺激持续时间，尽量减少参与者的序列搜索可能性，并将注意力提示到可能包含无关单例的区域。如果任务涉及到连续搜索，注意力可能会被狭隘地聚焦，不相关的单例可能会落在注意力的焦点之外，在这种情况下它可能不会捕获注意力[32]。因此，任务的设计应确保所有对象要在一个视野中完整被看到。原则 3，使不同条件的试次随机化，防止参与者出现惯性行为。

5. 非视觉因素变量中目标特征增强效应以及与抑制效应的关系

已有许多研究分析了单纯的视觉注意捕获下目标特征增强效应与抑制效应，但是现实中的注意捕获过程除了视觉因素还有很多非视觉因素的影响。也有研究中对其进行了初步探究，价值调节注意捕获 (VMAC, 也被称为 VDAC, 或价值驱动注意捕获) 是典型的两阶段实验研究。例如, 在 Anderson 等人的研究中, 注意捕获的倾向是由奖励价值调节的[33]。

Pearson 等人认为奖赏相关刺激的注意力优先级(至少部分)是通过刺激驱动的知觉活动的增加而增加的[34], 类似于刺激显著性的增加[35]。这让人很自然地想知道这种增强的显著性是否可以被抑制。他们通过 Gaspelin 于 2017 年的结果上开展新研究, 他们提出当参与者是采取特征搜索模式时, 物理显著刺激可以被抑制, 但是当参与者采取单例搜索模式时不行[36]。Pearson 等人还表明, 与低奖励相关的物理显著颜色刺激可以被抑制, 但与高奖励相关的同样显著的刺激不能被抑制, 即使参与者采用特征搜索模式。因此, 如果目标增强的作用被消除, 单纯的抑制将更不足以克服由高奖励引起的显著性分心效应。

Grégoire 等人也试图确定奖励显著性(正效价和负效价)是否会被抑制[37]。在第一阶段, 一种单例颜色与金钱奖励有关, 另一种颜色与电击有关; 第三种颜色与奖励和惩罚都没有关系。参与者被告知, 反应快的人更有可能得到奖励, 反应慢的人更有可能被电击。如果参与者能够避免分散注意力到干扰单例, 就更有可能获得奖励。结果显示, 中性条件下第一次扫视对干扰物的比例显著高于奖励条件和电击条件下, 而奖励条件和电击条件下没有区别, 即参与者可以抑制带有威胁的单例。在第二阶段, 他们消除了电击, 这意味着实际上有两种中性颜色。有趣的是, 他们再次发现参与者可以在对他们有利的情况下避免看先前高回报的刺激[38]。在奖惩机制下, 个体对高奖励干扰物进行的抑制并不足以使注意不受其捕获, 为了避免惩罚抑制带有电击的干扰物个体会甘愿牺牲奖励。非视觉因素下的注意捕获, 除了抑制效应, 目标特征增强的参与, 动机的作用不可或缺, 个体需要有足够的动机才可以抑制有价值项目的注意捕获。

6. 总结与展望

本文梳理了信号抑制假说的电生理证据和行为实验的研究证据, 支持个体对视觉注意捕获中的显著单例存在足够强大的抑制效应。目标增强效应的存在, 使单纯的抑制效应就足够支持信号抑制假说的结果存疑。于是研究者在没有目标增强效应的背景下, 进行了新的研究, 讨论排除实验中的目标增强效应, 仅存在显著且无关单例的抑制效应时, 个体是否也能够对显著单例进行主动抑制, 自上而下的将刺激发出的“注意我”信号所抑制, 阻止注意对无关干扰物的转移, 将有限的注意对目标进行快速而正确的捕获, 提高达成任务的效率。学者们通过将实验中的目标颜色特征降低到最低, 同质背景下的灰色目标对个体的吸引力减到了最少, 单例干扰物的显著性提升到了最高, 使目标和干扰项目之间产生极大的差异, 以此达到消除目标增强效应的目的。结果证实场景中最强烈的刺激并不总是自动地捕捉到注意力, 它可以被主动抑制, 这一发现与信号抑制假说相一致: 仅靠抑制, 即没有目标增强就足以在其他相同背景下压倒显著单一特征的注意捕获, 主动抑制具有强大作用。

现有的研究支持了信号抑制假说确实存在自上而下和自下而上这两个认知加工过程, 可是对于刺激驱动和目标驱动的注意选择数量之间的分配[39], 以及这两个认知过程是同时产生还是先后顺序, 各自的持续时长等问题都还有待探讨。

目前的研究主要是对单例干扰物的抑制效应, 缺少对于目标特征增强效应的进一步研究。通过二者关系的论述, 发现信号抑制假说和特征增强效应总是同时存在。未来的研究应该调查目标特征增强效应在产生单例抑制效应中的作用。

大多数信号抑制假说的研究都只专注于一种类型的显著刺激: 颜色单例[19][20][23][40]。然而, 有

充分的理由怀疑其他类型的动态显著刺激，如突然出现的刺激，可能以一种根本不同的方式被视觉系统处理。例如，有几项研究表明，在单例颜色项目不能引起注意的情况下，弹出会引起注意[41] [42] [43]。未来的研究可以通过更改实验材料测试其他类型的显著刺激，如弹出是否可以被主动抑制，弹出的目标特征增强的作用又如何。

虽然现有研究已经证明了抑制在视觉注意捕获范围是一种有效的机制，可以覆盖显著但不相关的单例，可是对于非视觉因素的适用范围，却有不一致的结果。已有研究证明非视觉因素变量，即奖励或威胁会对个体的抑制效应产生影响，不过现存的研究中存在着结果差异，目前还不清楚 Gregoire 等人的研究中哪些特定条件可能比 Pearson 等人的研究产生更高的动机，而这两者的研究也没有排除目标特征增强效应的影响，确定单独的抑制，没有目标增强是否足以产生高动机的结果将会是很有趣的。

参考文献

- [1] 张明, 王爱君. 视觉搜索中基于工作记忆内容的注意捕获与抑制[J]. 心理科学进展, 2012(12): 1899-1907.
- [2] Theeuwes, J. (2004) Top-Down Search Strategies Cannot Override Attentional Capture. *Psychonomic Bulletin and Review*, **11**, 65-70. <https://doi.org/10.3758/BF03206462>
- [3] Theeuwes, J., de Vries, G.J. and Godijn, R. (2003) Attentional and Oculomotor Capture with Static Singletons. *Perception and Psychophysics*, **65**, 735-746. <https://doi.org/10.3758/BF03194810>
- [4] Folk, C.L., Remington, R.W. and Johnston, J.C. (1992) Involuntary Covert Orienting Is Contingent on Attentional Control Settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **18**, 1030-1044. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.4.1030>
- [5] Folk, C.L., Remington, R.W. and Wright, J.H. (1994) The Structure of Attentional Control: Contingent Attentional Capture by Apparent Motion, Abrupt Onset and Color. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **20**, 317-329. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.20.2.317>
- [6] Folk, C.L. and Remington, R. (1998) Selectivity in Distraction by Irrelevant Featural Singletons: Evidence for Two Forms of Attentional Capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **24**, 847-858. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.24.3.847>
- [7] Hickey, C., Di Lollo, V. and McDonald, J.J. (2009) Electrophysiological Indices of Target and Distractor Processing in Visual Search. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **21**, 760-775. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21039>
- [8] Theeuwes, J. (2010) Top-Down and Bottom-Up Control of Visual Selection. *Acta Psychologica*, **135**, 77-99. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.02.006>
- [9] Yantis, S. (1993) Stimulus-Driven Attentional Capture and Attentional Control Settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **19**, 676-681. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.19.3.676>
- [10] Yantis, S. and Hillstrom, A.P. (1994) Stimulus-Driven Attentional Capture: Evidence from Equiluminant Visual Objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **20**, 95-107. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.20.1.95>
- [11] Wolfe, J.M. (2007) Guided Search 4.0: Current Progress with a Model of Visual Search. In: Gray, W.D., Ed., *Integrated Models of Cognitive Systems*, Oxford University Press, New York, 99-119. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195189193.003.0008>
- [12] Johnston, J.C., Ruthruff, E. and Lien, M.C. (2015) Visual Information Processing from Multiple Displays. *Human Factors*, **57**, 276-297. <https://doi.org/10.1177/0018720814545974>
- [13] Gaspelin, N., Leonard, C.J. and Luck, S.J. (2015) Direct Evidence for Active Suppression of Salient-But-Irrelevant Sensory Inputs. *Psychological Science*, **26**, 1740-1750. <https://doi.org/10.1177/0956797615597913>
- [14] 张帆, 陈艾睿, 董波, 王爱君, 张明. 视觉注意捕获的快速脱离假说与信号抑制假说[J]. 心理科学进展, 2021, 29(1): 45-55.
- [15] Gaspelin, N., Margett-Jordan, T. and Ruthruff, E. (2015) Susceptible to Distraction: Children Lack Top-Down Control over Spatial Attention Capture. *Psychonomic Bulletin and Review*, **22**, 461-468. <https://doi.org/10.3758/s13423-014-0708-0>
- [16] Bichot, N.P. (2005) Parallel and Serial Neural Mechanisms for Visual Search in Macaque Area V4. *Science*, **308**, 529-534. <https://doi.org/10.1126/science.1109676>
- [17] Ipata, A.E., Gee, A.L., Gottlieb, J., Bisley, J.W. and Goldberg, M.E. (2006) LIP Responses to a Popout Stimulus Are

- Reduced If It Is Overtly Ignored. *Nature Neuroscience*, **9**, 1071-1076. <https://doi.org/10.1038/mn1734>
- [18] Gaspelin, N., Leonard, C.J. and Luck, S.J. (2017) Suppression of Overt Attentional Capture by Salient-But-Irrelevant Color Singletons. *Attention, Perception and Psychophysics*, **79**, 45-62. <https://doi.org/10.3758/s13414-016-1209-1>
- [19] Sawaki, R. and Luck, S.J. (2010) Capture versus Suppression of Attention by Salient Singletons: Electrophysiological Evidence for an Automatic Attend-to-Me Signal. *Attention, Perception and Psychophysics*, **72**, 1455-1470. <https://doi.org/10.3758/APP.72.6.1455>
- [20] Gaspar, J.M. and McDonald, J.J. (2014) Suppression of Salient Objects Prevents Distraction in Visual Search. *Journal of Neuroscience*, **34**, 5658-5666. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4161-13.2014>
- [21] Moher, J. and Egeth, H.E. (2012) The Ignoring Paradox: Cueing Distractor Features Leads First to Selection, Then to Inhibition of to-Be-Ignored Items. *Attention Perception and Psychophysics*, **74**, 1590-1605. <https://doi.org/10.3758/s13414-012-0358-0>
- [22] Zehetleitner, M., Goschy, H. and Müller, H.J. (2012) Top-Down Control of Attention: It's Gradual, Practice-Dependent and Hierarchically Organized. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **38**, 941-957. <https://doi.org/10.1037/a0027629>
- [23] Vatterott, D.B. and Vecera, S.P. (2012) Experience-Dependent Attentional Tuning of Distractor Rejection. *Psychonomic Bulletin and Review*, **19**, 871-878. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0280-4>
- [24] Gaspelin, N. and Luck, S.J. (2018b) Distinguishing among Potential Mechanisms of Singleton Suppression Distinguishing among Potential Mechanisms of Singleton Suppression. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **44**, 626-644. <https://doi.org/10.1037/xhp0000484>
- [25] Wyble, B., Callahan-Flintoft, C., Chen, H., Marinov, T., Sarkar, A. and Bowman, H. (2020) Understanding Visual Attention with RAGNAROC: A Reflexive Attention Gradient through Neural AttRactOr Competition. *Psychological Review*, **127**, 1163-1198. <https://doi.org/10.1037/rev0000245>
- [26] Feldmann-Wüstefeld, T., Busch, N.A. and Schubö, A. (2020) Failed Suppression of Salient Stimuli Precedes Behavioral Errors. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **32**, 367-377. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01502
- [27] Chang, S., Cunningham, C.A. and Egeth, H.E. (2019) The Power of Negative Thinking: Paradoxical But Effective Ignoring of Salient-But-Irrelevant Stimuli with a Spatial Cue. *Visual Cognition*, **27**, 199-213. <https://doi.org/10.1080/13506285.2018.1541950>
- [28] Gaspelin, N., Gaspar, J.M. and Luck, S.J. (2019) Oculomotor Inhibition of Salient Distractors: Voluntary Inhibition Cannot Override Selection History. *Visual Cognition*, **27**, 227-246. <https://doi.org/10.1080/13506285.2019.1600090>
- [29] Chang, S. and Egeth, H.E. (2020) Can Salient Stimuli Really Be Suppressed? *Attention, Perception, and Psychophysics*, **83**, 260-269. <https://doi.org/10.3758/s13414-020-02207-8>
- [30] Duncan, J. and Humphrey, G.W. (1989) Visual Search and Stimulus Similarity. *Psychological Review*, **96**, 433-458. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.96.3.433>
- [31] Nothdurft, H.C. (1993) The Role of Features in Preattentive Vision: Comparison of Orientation, Motion and Color Cues. *Vision Research*, **33**, 1937-1958. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(93\)90020-W](https://doi.org/10.1016/0042-6989(93)90020-W)
- [32] Theeuwes, J. (1991) Cross-Dimensional Perceptual Selectivity. *Perception and Psychophysics*, **50**, 184-193. <https://doi.org/10.3758/BF03212219>
- [33] Anderson, B.A., Laurent, P.A. and Yantis, S. (2011) Value-Driven Attentional Capture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **108**, 10367-10371.
- [34] Pearson, D., Watson, P., Cheng, P.X. and Le Pelley, M.E. (2020) Overt Attentional Capture by Reward-Related Stimuli Overcomes Inhibitory Suppression. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **46**, 489-501. <https://doi.org/10.1037/xhp0000728>
- [35] Berridge, K.C. and Robinson, T.E. (1998) What Is the Role of Dopamine in Reward: Hedonic Impact, Reward Learning, or Incentive Salience? *Brain Research Reviews*, **28**, 309-369. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(98\)00019-8](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00019-8)
- [36] Bacon, W.F. and Egeth, H.E. (1994) Overriding Stimulus-Driven Attentional Capture. *Perception and Psychophysics*, **55**, 485-496. <https://doi.org/10.3758/BF03205306>
- [37] Grégoire, L., Britton, M.K. and Anderson, B.A. (2020) Motivated Suppression of Value- and Threat-Modulated Attentional Capture. *Emotion*, **22**, 780-794.
- [38] Feldmann-Wüstefeld, T., Brandhofer, R. and Schubö, A. (2016) Rewarded Visual Items Capture Attention Only in Heterogeneous Contexts. *Psychophysiology*, **53**, 1063-1073. <https://doi.org/10.1111/psyp.12641>
- [39] Wang, B. and Theeuwes, J. (2020) Salience Determines Attentional Orienting in Visual Selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **46**, 1051-1057. <https://doi.org/10.1037/xhp0000796>
- [40] Jannati, A., Gaspar, J.M. and McDonald, J.J. (2013) Tracking Target and Distractor Processing in Fixed-Feature Visual

Search: Evidence from Human Electrophysiology. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **39**, 1713-1730. <https://doi.org/10.1037/a0032251>

- [41] Franconeri, S.L. and Simons, D.J. (2003) Moving and Looming Stimuli Capture Attention. *Perception and Psychophysics*, **65**, 999-1010. <https://doi.org/10.3758/BF03194829>
- [42] Gaspelin, N., Ruthruff, E., Lien, M.C. and Jung, K. (2012) Breaking through the Attentional Window: Capture by Abrupt Onsets versus Color Singletons. *Attention, Perception and Psychophysics*, **74**, 1461-1474. <https://doi.org/10.3758/s13414-012-0343-7>
- [43] Jonides, J. and Yantis, S. (1988) Uniqueness of Abrupt Visual Onset in Capturing Attention. *Perception and Psychophysics*, **43**, 346-354. <https://doi.org/10.3758/BF03208805>