

Temporal Structure in Attention: Selective Temporal Attention

Hongbo Peng

Faculty of Psychology, Tianjin Normal University, Tianjin
Email: 1178411364@qq.com

Received: Mar. 9th, 2020; accepted: Apr. 15th, 2020; published: Apr. 22nd, 2020

Abstract

Selective temporal attention is a neglected area of research in the past. It is the process of optimizing behavior by focusing attention on a certain point or period of time based on task-related information. This paper briefly reviews the classification of selective time attention studies and the corresponding research methods, as well as the possible neural mechanisms behind them.

Keywords

Attention, Temporal Attention, Temporal Orienting of Attention, Time Expectation, Selective Attention

注意的时间结构：选择性时间注意

彭鸿博

天津师范大学心理学部, 天津
Email: 1178411364@qq.com

收稿日期: 2020年3月9日; 录用日期: 2020年4月15日; 发布日期: 2020年4月22日

摘要

选择性时间注意是一个过去被忽略的研究领域, 它是根据任务相关的信息将注意集中于某个时间点或时间段从而优化行为的过程。本文简要地回顾了选择性时间注意研究的分类和相应的研究方法, 以及其背后可能存在的神经机制。

关键词

注意, 时间注意, 注意的时间定向, 时间期望, 选择性注意

Copyright © 2020 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. 选择性时间注意

大脑的加工能力是有限的，因此为应对复杂多变的环境，我们需要优先选择相关的信息并忽略无关信息，在心理学研究中，这种选择机制被称为选择性注意。尽管过去的研究大多集中于空间维度，但注意也可分布在时间维度上(宣宾&张达人, 2009)。不论是一段熟悉的音乐还是短跑赛道上的预备枪声都会激起我们对随后时间的注意。选择性时间注意探讨的正是当事件具备固定的时间结构或是在时间上相关联时，人们如何利用时间信息分配注意从而优化行为的现象，及其内在的认知和神经机制。

1.1. 时间知觉的有限性

选择性时间注意(以下简称时间注意)有时也称为注意的时间定向或时间预期，这一研究方向自 1998 年开始引起了学者们的关注(Coull & Nobre, 1998)。这一概念有时也指代加工信息在时间维度上的有限性，例如在一系列快速呈现的目标中对一个目标的识别会影响随后几百毫秒内另一个目标的识别，也就是广为人知的“注意瞬脱”效应；或“重复知盲”效应，快速呈现一系列刺激时，被试难以察觉或报告出序列中的重复刺激。时间注意和这种现象的机制并不相同，前者产生是由于知觉和认知系统本身受时间的约束；而后者是更为严格的注意现象，即使用某些相关或潜在相关的信息指导适应性行为的现象。事实上，选择性时间注意能够降低时间维度对认知系统的限制(Shen & Alain, 2012)。

1.2. 时间信息的预测性

另一个需要辨析的问题是预测性这一概念，在一些有关预测性编码或是学习理论的研究中也会使用时间预期这一概念。选择性注意更多指代的是优先选择相关信息指导适应性行为的功能，这种功能会加强与预期相关事件的加工。与之不同的是，在预测性编码或是学习理论的相关研究中，预期的概念指代对事件发生的先验概率会减弱和预期有关事件的加工。例如，预测性编码理论认为(Stefanics, Kremláček, & Czigler, 2014)神经元在表达信号时，并非直接表达输入信号本身而是倾向于表达预测和信号间的误差，这种方式使得神经元对信号表达并不准确。简而言之，在注意任务中，时间信息具有高度的预测性并能够指导行为；在学习理论和预测性编码理论中，时间信息则通常不具备足够的预测性，因此会损害行为。

2. 选择性时间注意的研究方法

时间注意曾被认为可能是一种单独的、同一的注意机制，不过许多证据表明这种看法过于简单了。有学者提出(Coull & Nobre, 2008)与空间注意相似，时间注意应当分为内源性注意和外源性注意，内源性注意代表有意的，自上而下的加工；反之，外源性时间期望代表无意的，自下而上的加工。前者需要主动利用时间信息预测刺激呈现的时机，后者通常来说是事件时间结构的副产品。研究表明内源性注意的效应会受到任务知觉强度要求、任务说明以及线索有效性的影响(Correa, Lupiáñez, & Tudela, 2006)；外源性线索则比内源性线索更难忽略，但外源性注意较少受到干扰这些因素影响。

Rohenkohl 等(Rohenkohl, Coull, & Nobre, 2011)比较了节律线索和符号提示线索的时间注意的效应，实验要求被试主动注意节律线索或符号线索。结果表明无论注意的是符号线索还是节律线索，有效的节律性线索都促进了行为表现；另一方面，符号线索只有在被试主动注意时才能发挥作用，因此从行为上分离了内源性注意和外源性注意。Breska 等(Breska & Deouell, 2014)更加详细地研究了外源性注意是否能

够引发时间期待, 该实验也比较了节律线索和符号提示线索。结果表明在符号线索准确的条件下, 节律线索仍然能发现时间期待效应, 无效提示的节律线索会使降低被试的反应时。此外, 只有符号线索可以调节目标刺激所诱发的 P3 成分的潜伏期。这一结果印证了内源性注意和外源性注意是不同机制的结论。脑损毁(Triviño, Arnedo, Lupiáñez, Chirivella, & Correa, 2011)和经颅磁刺激(TMS)进一步证明了时间注意包含多种可以分离的机制。例如 Correa 等人(Correa, Cona, Arbula, Vallesi, & Bisiacchi, 2014)使用 TMS 分别刺激前额皮层两侧, 结果表明内源性时间注意任务中刺激皮层可以提高行为学成绩; 但在外源性任务中则没有显著影响。

综上所述, 这些实验结果证明时间注意可以分为内源性和外源性两种, 且两种时间注意在神经机制、影响因素、表现方式上都有所不同, 因此需要使用不同的方法研究时间注意。按照事件具有的时间结构特征及加工方式, 时间注意的研究可以分为以下三种主要的任务类型。

2.1. 联结任务

在时间注意的研究中最初的也是最典型的范式当属 Coull 等人的修改自 Ponser 空间定向任务的时间线索范式, 该范式中使用符号线索提示被试目标刺激将会在线索消失后多久出现。这种范式的典型效应是, 线索和目标刺激的时间间隔较短短时, 准确率和反应时都有所改善; 在时间间隔较长的条件下表现成绩的改变较小, 甚至有时可能不会出现。时间线索任务(Denison, Heeger, & Carrasco, 2017)证明了线索引发的时间定向注意是具有选择性的。线索提示目标最可能出现的时机, 相比较于中立线索, 有效的预测性线索可以减少反应时或增加准确率; 无效的预测性线索会使反应时增加或准确率降低。尽管在大多数实验中线索符号和时间间隔仅建立了短暂的联结, 学习的定向任务证明(Cravo, Rohenkohl, Santos, & Nobre, 2017)情景记忆等长时记忆同样可以和线索联结改善检测和辨别任务中的成绩表现。

2.2. 危险率任务

即使缺少和时间联结的提示线索事件发生的可能性也会随时间变化, 这种对某事件将会发生但尚未发生的期望称为危险率任务。例如在足球比赛中球员犯规了, 那么对可能裁判吹哨子的期望会在短时间内迅速上升, 随后逐渐降低。对于危险率任务的研究(Cravo, Rohenkohl, Wyart, & Nobre, 2011)通常改变刺激开始时间的概率分布来操纵危险率。其实验范式和时间线索任务相似, 使用符号来提示被试目标刺激即将出现, 但线索提示和目标刺激的时间间隔不是固定而是在一个范围内随机选取的。结果表明时间间隔的分布规律对成绩有很大的影响, 被试在出现概率更高的时间间隔表现更好。

2.3. 节律任务

一些事件在时间上具有重复性的结构, 如步伐、音乐节拍等。这种周期性刺激的会影响知觉能力。具体来说(Jones, Johnston, & Puente, 2006), 目标刺激出现的时间和某个节律相符合可以促进知觉加工, 反之则会损害知觉加工。和上文的两种内源性时间注意不同, 这一现象是自下而上的加工方式。研究表明外界刺激的时间结构可以挟卷(entrainment)大脑神经震荡活动并影响知觉加工。虽然大多研究都采用听觉刺激作为节律性线索, 不过节律同样可以影响视知觉(Mathewson, Fabiani, Gratton, Beck, & Lleras, 2010)。典型的节律性任务中通常呈现时间间隔固定的刺激流, 相比较不一致的情况当目标刺激出现的时机和该节律一致时成绩表现得到改善。这种外源性空间注意范式类似, 无论呈现的周期性刺激是否与任务相关都可以出现节律性效应。

3. 时间注意相关的神经机制

早期的研究发现, 时间注意可以影响一些运动有关的脑区如前运动区。因此, 有学者认为时间注意

的效应可能来源于较晚的反应阶段。Coull 等使用 fMRI 技术比较时间和空间定向注意效应时发现时间线索主要激活了前辅助运动区(pre-supplementary motor area)、左侧顶叶(left parietal cortex)以及额叶岛盖(frontal operculum)。在听觉的节律任务研究和危险率任务中同样发现左侧顶叶脑区的激活(Bolger, Coull, & Schön, 2014; Coull, Cotti, & Vidal, 2016)。此外, 研究者在时间注意的领域中发现伴随性负波(contingent negative variation, CNV)常常被诱发(Capizzi, Correa, & Sanabria, 2013), Mento (2017)认为 CNV 效应代表了主动的时间注意随时间逐渐转化为运动准备的过程, 这一 ERP 成分被认为与期待、运动准备及注意等密切相关。

虽然早期的许多研究并未发现时间注意对知觉早期加工的影响, 但是随着的深入研究者发现时间注意是以时间知觉和期望为基础优化知觉加工和运动准备, 从而提高行为表现。例如, Lange 等人(Lange, Rösler, & Röder, 2003)使用听觉刺激作为提示线索, 发现额叶的 N1 成分在注意条件下增加。Correa 等(Correa, Lupiáñez, Madrid, & Tudela, 2006)根据内源性时间注意的特性, 调整了任务难度、捕捉试次的比例等因素后发现除了之前实验中 P300 和 N2 出现的效应外, 在有效时间线索的条件下 P1 成分的波幅也比中立条件更大。Hackley 等(Hackley, Schankin, Wohlschlaeger, & Wascher, 2007)的研究证明时间注意可以影响 N2pc 成分的波幅而非潜伏期, 并根据此认为时间注意影响的是知觉晚期加工而非早期。Seibold 等(Seibold & Rolke, 2014)认为, 未能观察到 N2pc 潜伏变化的原因可能是由于实验的知觉要求过于简单, 采用了更加困难的实验任务。结果表明, 时间注意使得 N2pc 和 N1 的潜伏期都缩短了。这些研究表明在合适的实验操作下, 时间定向注意可以影响早期的视知觉加工。Rolke 等人(Rolke, Festl, & Seibold, 2016)使用时间搜索范式研究时间注意和空间注意、基于特征的客体注意间是否存在交互作用, 电生理学的结果表明空间注意增强了 N2pc、SPCN 和 P3 成分, 而时间注意条件下 N2pc 成分的潜伏期缩短了。

关于时间知觉和期望的神经机制研究则更集中于背景性神经震荡活动的研究中。例如, Van Diepen 等人(Van Diepen, Cohen, Denys, & Mazaheri, 2015)探讨了自上而下的时间注意是否能够调制 alpha 频段相位的问题, 在实验中他们比较了在有时间线索提示的情况下, 刺激出现和刺激未出现时 alpha 频段的相位一致性。然而实验结果表明, alpha 频段的相位并没有受到时间注意的调节。这和 Samaha 等人(Samaha, Bauer, Cimaroli, & Postle, 2015)的研究结果不符, 他们在实验中发现判断正确和错误的试次中大脑后区 alpha 频段的相位有显著不同, 某些相位更容易产生正确判断, 且自上而下的时间注意能调制 alpha 频段的相位并可以影响随后的知觉加工。Solís-Vivanco 等人(Solís-Vivanco, Jensen, & Bonnefond, 2018)再次探讨了这个问题, 结果发现相位确实受到了时间注意的调制。

Rohenkohl 等(Rohenkohl & Nobre, 2011)研究了节律任务引发的时间注意能否调制 alpha 频段的神经振荡活动。他们发现时间注意影响了多个阶段的加工, 包括知觉和运动准备阶段。时频分析的结果表明刺激的时间结构和 alpha 频段神经振荡的功率相关, 随着时间逐渐接近刺激出现的时间点 alpha 波的功率逐渐下降, 并在刺激出现后升高, 表现出了节律性的变化。Zanto 等(Zanto, Pan, Liu, Bollinger, Nobre, & Gazzaley, 2011)的研究发现, 在目标刺激呈现前 alpha 频段会根据线索产生变化, 在线索提示目标刺激出现的时间间隔较短的条件下 alpha 频段的波幅下降较快, 隔较长的条件下下降的较慢, 相似的效应也在其它任务中发现(Praamstra, Kourtis, Kwok, & Oostenveld, 2006; Heideman, van Ede, & Nobre, 2018)。这种效应和空间注意中的结果一致, 可能反映了准备阶段中大脑皮层兴奋性的增加。

4. 时间注意与空间注意的关系

自 Coull 等人基于 Ponser 对于空间注意的研究范式和思路首次比较了时间和空间的选择性注意的异同以来, 时间注意和空间注意的关系就一个成为学者们关心的话题。Coull 等人发现按照时间信息分配注意可以减少反应时, 但这一效应比空间注意弱得多。后续的一些研究表明(MacKay & Juola, 2007), 时间

注意和空间注意的潜在机制并不相同：当两种注意条件同时存在时出现了叠加效应，行为学成绩的提高相比单独的两种注意条件相加更为显著。Weinbach 等人(Weinbach, Shofty, Gabay, & Henik, 2015)探讨了内源性时间和空间注意的关系，进一步证实了时间注意的独立作用。在实验中，他们比较了时间信息、空间信息及两者相结合时对行为是否有指导作用。结果显示出典型的时间注意效应：在较短 SOA 条件下时间注意提高了被试的行为成绩；在较长 SOA 条件下被试的行为成绩没有变化。更重要的是这一效应与是否存在空间注意无关，两种线索提示结合的注意效应没有表现出叠加效应。这一结果与 Doherty 等人 Doherty, J. R., Rao, A., Mesulam, M. M., & Nobre, A. C. (2005)的结果并不一致，很可能是后者采用外源性时间注意的原因。

时间定向注意的效应同样不仅限于视觉，还包括其它模态。即使是和当前任务无关的模态也可以受到时间注意的影响，这说明时间注意可以跨模态的将特征捆绑起来(Lange, Krämer, & Röder, 2006; Lange & Röder, 2006)。Jones (2015)等研究使用周期性呈现的视觉和听觉刺激分别作为外源性时间线索，符号提示作为内源性空间线索研究了时间定向注意和空间定向注意的关系。结果表明时间线索和空间线索没有交互作用，即使是任务无关的节律线索也可以使反应时减少，这说明外源性时间线索可以独立地影响知觉加工。随后，Jones (2019)使用触觉刺激作为线索也得到了相似的结果：空间注意和时间注意的效应相互独立，但仅限于空间线索是内源性的；如果空间线索是外源性的，那么两者存在叠加效应。

5. 总结

如上文所述，时间注意可以通过影响多个神经加工阶段，指导适应性行为。许多神经机制都可能作用于时间注意，这些机制既可以单独影响行为也可以和其他注意机制共同影响行为。虽然时间注意方面的研究起步较晚，但是研究已经逐渐增多，将帮助我们了解时间注意是如何变化的以及其背后蕴含着神经机制。随着其背后的原理逐渐的显现，我们能够将静态的注意理论框架发展成动态的框架。这些理论可以帮助我们更好的理解随时间变化的大脑是如何和外界的可预测的时间结构互相作用的，以及这种互相作用是怎样确定哪些对象是优先选择的。

参考文献

- 宣宾, 张达人(2009). 时间选择性注意的认知神经机制. *生物化学与生物物理进展*, 36(6), 663-667.
- Bolger, D., Coull, J. T., & Schön, D. (2014). Metrical Rhythm Implicitly Orients Attention in Time as Indexed by Improved Target Detection and Left Inferior Parietal Activation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26, 593-605. <https://doi.org/10.1162/jocn.a.00511>
- Breska, A., & Deouell, L. Y. (2014). Automatic Bias of Temporal Expectations Following Temporally Regular Input Independently of High-Level Temporal Expectation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 26, 1555-1571. <https://doi.org/10.1162/jocn.a.00564>
- Capizzi, M., Correa, Á., & Sanabria, D. (2013). Temporal Orienting of Attention Is Interfered by Concurrent Working Memory Updating. *Neuropsychologia*, 51, 326-339. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.10.005>
- Correa, Á., Cona, G., Arbula, S., Vallesi, A., & Bisiacchi, P. (2014). Neural Dissociation of Automatic and Controlled Temporal Preparation by Transcranial Magnetic Stimulation. *Neuropsychologia*, 65, 131-136. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.10.023>
- Correa, Á., Lupiáñez, J., & Tudela, P. (2006). The Attentional Mechanism of Temporal Orienting: Determinants and Attributes. *Experimental Brain Research*, 169, 58-68. <https://doi.org/10.1007/s00221-005-0131-x>
- Correa, Á., Lupiáñez, J., Madrid, E., & Tudela, P. (2006). Temporal Attention Enhances Early Visual Processing: A Review and New Evidence from Event-Related Potentials. *Brain Research*, 1076, 116-128. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2005.11.074>
- Coull, J. T., & Nobre, A. C. (1998). Where and When to Pay Attention: The Neural Systems for Directing Attention to Spatial Locations and to Time Intervals as Revealed by Both PET and fMRI. *Journal of Neuroscience*, 18, 7426-7435. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.18-18-07426.1998>

- Coull, J. T., & Nobre, A. C. (2008). Dissociating Explicit Timing from Temporal Expectation with fMRI. *Current Opinion in Neurobiology*, *18*, 137-144. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2008.07.011>
- Coull, J. T., Cotti, J., & Vidal, F. (2016). Differential Roles for Parietal and Frontal Cortices in Fixed versus Evolving Temporal Expectations: Dissociating Prior from Posterior Temporal Probabilities with fMRI. *Neuroimage*, *141*, 40-51. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.07.036>
- Cravo, A. M., Rohenkohl, G., Santos, K. M., & Nobre, A. C. (2017). Temporal Anticipation Based on Memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *29*, 2081-2089. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01172
- Cravo, A. M., Rohenkohl, G., Wyart, V., & Nobre, A. C. (2011). Endogenous Modulation of Low Frequency Oscillations by Temporal Expectations. *Journal of Neurophysiology*, *106*, 2964-2972. <https://doi.org/10.1152/jn.00157.2011>
- Denison, R. N., Heeger, D. J., & Carrasco, M. (2017). Attention Flexibly Trades Off across Points in Time. *Psychonomic Bulletin & Review*, *24*, 1142-1151. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1216-1>
- Doherty, J. R., Rao, A., Mesulam, M. M., & Nobre, A. C. (2005). Synergistic Effect of Combined Temporal and Spatial Expectations on Visual Attention. *Journal of Neuroscience*, *25*, 8259-8266. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1821-05.2005>
- Hackley, S. A., Schankin, A., Wohlschlaeger, A., & Wascher, E. (2007). Localization of Temporal Preparation Effects via Trisected Reaction Time. *Psychophysiology*, *44*, 334-338. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00500.x>
- Heideman, S. G., van Ede, F., & Nobre, A. C. (2018). Temporal Alignment of Anticipatory Motor Cortical Beta Lateralisation in Hidden Visual-Motor Sequences. *European Journal of Neuroscience*, *48*, 2684-2695. <https://doi.org/10.1111/ejn.13700>
- Jones, A. (2015). Independent Effects of Bottom-Up Temporal Expectancy and Top-Down Spatial Attention. An Audiovisual Study Using Rhythmic Cueing. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, *8*, 96. <https://doi.org/10.3389/fnint.2014.00096>
- Jones, A. (2019). Temporal Expectancies and Rhythmic Cueing in Touch: The Influence of Spatial Attention. *Cognition*, *182*, 140-150. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.09.011>
- Jones, M. R., Johnston, H. M., & Puente, J. (2006). Effects of Auditory Pattern Structure on Anticipatory and Reactive Attending. *Cognitive Psychology*, *53*, 59-96. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2006.01.003>
- Lange, K., & Röder, B. (2006). Orienting Attention to Points in Time Improves Stimulus Processing Both within and across Modalities. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *18*, 715-729. <https://doi.org/10.1162/jocn.2006.18.5.715>
- Lange, K., Krämer, U. M., & Röder, B. (2006). Attending Points in Time and Space. *Experimental Brain Research*, *173*, 130-140. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0372-3>
- Lange, K., Rösler, F., & Röder, B. (2003). Early Processing Stages Are Modulated When Auditory Stimuli Are Presented at an Attended Moment in Time: An Event-Related Potential Study. *Psychophysiology*, *40*, 806-817. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.00081>
- MacKay, A., & Juola, J. F. (2007). Are Spatial and Temporal Attention Independent? *Perception & Psychophysics*, *69*, 972-979. <https://doi.org/10.3758/BF03193935>
- Mathewson, K. E., Fabiani, M., Gratton, G., Beck, D. M., & Lleras, A. (2010). Rescuing Stimuli from Invisibility: Inducing a Momentary Release from Visual Masking with Pre-Target Entrainment. *Cognition*, *115*, 186-191. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2009.11.010>
- Mento, G. (2017). The Role of the P3 and CNV Components in Voluntary and Automatic Temporal Orienting: A High Spatial-Resolution ERP Study. *Neuropsychologia*, *107*, 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.10.037>
- Praamstra, P., Kourtis, D., Kwok, H. F., & Oostenveld, R. (2006). Neurophysiology of Implicit Timing in Serial Choice Reaction-Time Performance. *Journal of Neuroscience*, *26*, 5448-5455. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0440-06.2006>
- Rohenkohl, G., & Nobre, A. C. (2011). Alpha Oscillations Related to Anticipatory Attention Follow Temporal Expectations. *Journal of Neuroscience*, *31*, 14076-14084. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3387-11.2011>
- Rohenkohl, G., Coull, J. T., & Nobre, A. C. (2011). Behavioural Dissociation between Exogenous and Endogenous Temporal Orienting of Attention. *PLoS ONE*, *6*, e14620. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014620>
- Rolke, B., Festl, F., & Seibold, V. C. (2016). Toward the Influence of Temporal Attention on the Selection of Targets in a Visual Search Task: An ERP Study. *Psychophysiology*, *53*, 1690-1701. <https://doi.org/10.1111/psyp.12734>
- Samaha, J., Bauer, P., Cimaroli, S., & Postle, B. R. (2015). Top-Down Control of the Phase of Alpha-Band Oscillations as a Mechanism for Temporal Prediction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *112*, 8439-8444. <https://doi.org/10.1073/pnas.1503686112>
- Seibold, V. C., & Rolke, B. (2014). Does Temporal Preparation Speed Up Visual Processing? Evidence from the N2pc. *Psychophysiology*, *51*, 529-538. <https://doi.org/10.1111/psyp.12196>
- Shen, D., & Alain, C. (2012). Implicit Temporal Expectation Attenuates Auditory Attentional Blink. *PLoS ONE*, *7*, e36031.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036031>

Solís-Vivanco, R., Jensen, O., & Bonnefond, M. (2018). Top-Down Control of Alpha Phase Adjustment in Anticipation of Temporally Predictable Visual Stimuli. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 30, 1157-1169.

https://doi.org/10.1162/jocn_a_01280

Stefanics, G., Kremláček, J., & Czigler, I. (2014). Visual Mismatch Negativity: A Predictive Coding View. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 666. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00666>

Triviño, M., Arnedo, M., Lupiáñez, J., Chirivella, J., & Correa, Á. (2011). Rhythms Can Overcome Temporal Orienting Deficit after Right Frontal Damage. *Neuropsychologia*, 49, 3917-3930.

<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.10.009>

Van Diepen, R. M., Cohen, M. X., Denys, D., & Mazaheri, A. (2015). Attention and Temporal Expectations Modulate Power, Not Phase, of Ongoing Alpha Oscillations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27, 1573-1586.

https://doi.org/10.1162/jocn_a_00803

Weinbach, N., Shofty, I., Gabay, S., & Henik, A. (2015). Endogenous Temporal and Spatial Orienting: Evidence for Two Distinct Attentional Mechanisms. *Psychonomic Bulletin & Review*, 22, 967-973.

<https://doi.org/10.3758/s13423-014-0750-y>

Zanto, T. P., Pan, P., Liu, H., Bollinger, J., Nobre, A. C., & Gazzaley, A. (2011). Age-Related Changes in Orienting Attention in Time. *Journal of Neuroscience*, 31, 12461-12470. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1149-11.2011>