

# 任务线索范式在任务转换应用的综述

张 圣

西南大学心理学部, 重庆  
Email: 1109083597@qq.com

收稿日期: 2020年12月18日; 录用日期: 2021年1月20日; 发布日期: 2021年1月29日

## 摘 要

任务转换指的是个体在不同任务中灵活切换的能力, 能够协助个体适应不同环境需求的变化, 这种能力是执行功能的一种, 任务转换能力反映了个体在认知灵活性的水平。在任务转换能力测量的实验范式中, 任务线索范式是最常用的一种实验范式, 这种范式通过在任务刺激呈现之前设置包含任务信息的线索刺激而实现, 这种设置方式能够把任务转换过程区分为线索后的准备阶段以及任务刺激后的反应阶段, 能够有效地区分任务转换过程不同时间变化的活动。本文将对任务线索范式在任务转换中的理论支持、实验设置、任务指标等几个方面进行描述。

## 关键词

任务线索范式, 任务转换, 线索 - 刺激间隔, 转换代价

# A Review of Task-Cue Paradigm Applying in Task Switching

Sheng Zhang

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing  
Email: 1109083597@qq.com

Received: Dec. 18<sup>th</sup>, 2020; accepted: Jan. 20<sup>th</sup>, 2021; published: Jan. 29<sup>th</sup>, 2021

## Abstract

Task switching is the ability that individuals can change the ongoing tasks flexibly, which assists individuals to adapt the environmental changes. Task switching is also a kind of executive function that represents individual's cognitive flexibility level. Within all paradigms of task switching, task-cue paradigm is the most commonly used one. Task-cue paradigm works through setting cue stimulus containing information about the upcoming task before task stimulus occurs. This pro-

cedure can decompose the process of task switching into two parts: one is the period after the cue occurs and another is the period after target stimulus occurs, which effectively distinguish the dynamic activation in task switching. In this paper, the theoretical support, experimental setup and task indicators of task clue paradigm in task switching will be described.

## Keywords

Task-Cue Paradigm, Task Switching, Cue-Target Interval, Switching Cost

Copyright © 2021 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. 任务转换的介绍

在日常生活中,人们往往需要根据不同的情境变化处理不同的事务,在这些事务之间进行灵活处理的能力称为任务转换能力(task switching) (Rogers & Monsell, 1995; Monsell, 2003)。任务转换是需要建立在对于需要转换的任务内容已经熟悉以及掌握的基础上的。这些任务内容称为任务集(task-set),指的是一个特定任务所需要执行的规则,对任务集进行掌握是一种心理建构的过程,需要在大脑中建立对应任务集的表征(Sakai, 2008)。对于任务集的建构是在对任务转换实验进行练习或者是熟悉流程的时候产生,这个过程包括学习同一组或者不同刺激物提供两个或者多个简单任务规则的学习,注意以及分类刺激的不同元素或者属性。因此在任务转换的研究中,任务转换过程被认为是对已经习得的任务集进行重构(task-set reconfiguration)的过程(Monsell, 2003),重构任务集即激活所需任务的任务集以及抑制之前的任务集,主要包括转换对于刺激物属性的注意焦点的转换、从工作记忆中检索目标状态(需要做什么)以及条件动作的规则(怎么去做的)的心理过程。任务转换的早期研究是通过 Jersild (Jersild, 1927)的实验范式进行的, Jersild 通过使用了重复单一任务的 block 以及两个任务交替呈现的 block 表明相似的任务之间并且表明在某些相似的任务之间转换会产生额外的反应时增加,具体表现为数字加三任务与数字减三任务之间的额外反应时相对于重复单个任务的反应时差异是显著的,而在数字加三和形容词反义词的任务转换中则相对于重复试次没有显著的反应时差异。后来的研究也继续沿用这一种范式进行任务转换的研究 (Biederman, 1972)。但是该范式并没有对任务转换大脑活动的时间动态过程进行拆分。因此,随着对于任务转换研究的进一步深入,研究者们开发出不同的实验范式用于不同目的的任务转换研究,包括任务线索范式、交替运行范式、提前指定任务序列范式、间隔指导范式等。在本文中,将对其中使用最为广泛的任务线索范式进行综述,包括范式在任务转换中的起源与发展、任务线索范式的理论支持、设置内容以及与其他任务转换范式的优势进行对比,表明该范式在任务转换实验中的作用。

## 2. 任务线索范式的起源

任务线索范式的特征是需要进行按键反应的任务之前呈现与预示任务即将出现的线索刺激。任务线索范式的产生是基于对在刺激前提前产生警告信号而对于个体在信号后命令性刺激反应影响的研究以及对于警告信号携带任务相关预先信息的研究,前者(Bertelson, 1967)的研究表明在具有警告信号提前在刺激物之前时,个体对于刺激物的反应会明显加快,但是该研究中警告信号并没有与即将出现的刺激物有任何联系,仅仅起到了警报的功能,而在后者(Posner, 1978)的任务集研究中,对警告信号加入了刺激物相关的预先信息时对于刺激的改善是有效的。Sudevan 以及 Taylor 对这两者进行了区分,认为有用但是

对于任务执行没有必要的提前警告信号称为启动(prime), 而有用而且对于任务执行有必要的提前警告信号称为线索(cue)。Kantowitz 和 Sanders (Kantowitz & Sanders, 1972)对这两种提前警告信号对于刺激表现的影响进行了区分, 认为线索由于包含了即将出现的任务相关信息, 因此在警告信号和命令性刺激的周期(interstimulus, ISI)阶段都会受到加工, 并且在较短的 ISI 下对刺激的反应时更长, 而启动只有大于 200 毫秒的 ISI 下被加工, 对反应时产生影响。后来的研究(Posner & Snyder, 1975a; Posner & Snyder, 1975b; Taylor, 1977)通过在字母匹配任务中对两种提前警告信息对于反应时的贡献进行了区分, 表现为警觉性与任务信息准备对于刺激反应时的贡献之和等同于任何一个因素单独作用时所节省的反应时。这些研究还表明提前信号与刺激匹配时会产生促进效应, 而不匹配时则会产生抑制效应。进一步的研究(LaBerge, Petersen, & Norden, 1977)通过在同一目标刺激上执行数字匹配以及数字排序等两种不同的任务, 表明提前出现的警示信号不仅能够对任务刺激本身, 也可以对任务刺激对应的操作产生促进效应。后来 Sudevan 以及 Taylor 整合了前人的研究(Sudevan & Taylor, 1987), 在提前呈现的预先警告信号中加入不同的信息以研究线索对于不同刺激任务的影响, 把任务线索范式与任务转换进行融合, 这是任务线索范式在任务转换领域的最早应用。后来 Meiran 以及 Nachshon (Meiran, 1996)考虑到以往的大量研究都未能证明任务转换与任务转换代价减少是直接相关的, 从而质疑了从任务转换 block 中减去单任务 block 反应时的转换代价计算方式, 认为这种计算会导致任务转换变量的混淆, 包含了工作记忆需求以及知觉维度之间注意力分配的差异。他们认为在目标刺激引起的知觉属性之间注意力转移的前几百毫秒会产生提前的任务转换效应, 因此采用了任务线索范式, 把任务转换区分为目标前和目标后两个部分。从这之后, 任务线索范式成为研究任务转换中时间变化序列的普遍范式。

### 3. 任务线索范式的理论支持

任务线索范式的主要作用是把任务转换的神经活动过程区分为内源性引起的以及外源性刺激的部分, 这种实验操纵的分类方式获得了认知控制双控制框架(Dual Mechanism of Control, DMC)的支持(Braver, 2012)。认知控制指的是根据内部表现的行为目标调节思想以及行动的能力。DMC 框架则是把认知控制划分为主动控制以及反应控制两种在时间与作用上具有差异的控制模式(Braver et al., 2009), 其中主动控制指的是早期选择的认知控制模式, 作用在任务出现之前, 当个体收集到与任务相关的信息时, 主动控制会使得大脑分配认知资源以一种持续预期的方式对这些信息进行积极维持, 作用时间较长。而反应控制则是作用于任务出现之后, 以一种晚期校正的控制方式起作用, 对任务的刺激物进行检测是否存在干扰, 并且以较快的方式进行校正。在双框架理论中, 这两种认知控制模式能够参与到其他认知任务中进行实例化, 包括工作记忆、任务转换、抑制控制、情绪调节等任务中。任务线索范式被认为能够分离出任务转换中主动控制参与以及反应控制参与的两个部分。Braver 等研究者使用了以任务线索范式证明了两种控制模式能够在根据 block 中干扰试次比例的不一致(Braver, Reynolds, & Donaldson, 2003; Savine & Braver, 2010)在两种控制模式之间进行切换, 在转换试次较多的 block 中, 个体会更倾向于采用主动控制策略, 以一种低负荷的状态在整个 block 中对任务转换保持一定的预期, 而在以重复试次为主的 block 中, 个体则更为倾向于使用反应控制的模式, 并且发现在主动控制下线索-目标试次具有缓慢的侧前额叶皮层(Lateral prefrontal Cortex, LPFC)活动增加。Braver 还使用了基于任务线索范式的 AX-CPT 范式证明了在试次水平上也存在了主动控制与反应控制模式的差异(Servan-Schreiber, Cohen, & Steingard, 1996; Braver, Gray, & Burgess, 2007)。这是在经典连续表现测试(Continuous Performance Test, CPT)上加入情境线索的任务范式。在 AX-CPT 任务中, 刺激物包括 X 以及 Y 两种, 情境线索包括 A 和 B 两种, 被试需要对 A 线索后的 X 刺激进行按键反应, 即 AX 试次, AX 试次数目占比是 70%, 在该任务中 AY 试次则是情境线索不利于任务预测的试次、BX 试次则是需要情境表征通过抑制不适当的反应来提高表现。而 Cooper 等

研究者则是通过大脑电生理测量的方式(Cooper et al., 2015; Cooper et al., 2019)使用任务线索范式研究任务转换实例化后的认知控制模式,结果表明当线索提供了即将出现的任务属性时,在线索-目标间隔(CTI)就会产生额顶网络 theta 频段的大脑活动,并且这些活动也提现在目标出现后,这种结果与 DMC 框架的结果一致。Braver 认为两种认知控制模式虽然以不同的方式起作用,但是这两者都是在侧前额叶皮层发挥中心作用,并且可以随着情境变化以及提供的信息进行切换。任务线索范式提供了对于线索刺激信息量的操纵方式来验证两种认知控制模式的存在与作用模式,Cooper 的研究通过设置无任务信息以及转换信息、只有转换信息没有任务信息以及有转换信息以及任务信息三种线索,表明主动控制模式在没有任何情境变化信息的时候是不会作用于任务转换,此时个体需要依靠反应控制完成任务转换过程。因此这些结果都表明,任务线索范式能够通过把任务刺激前的准备阶段与任务刺激后的反应阶段进行区分,支持了双机制控制框架的观点。

#### 4. 任务线索范式的实验设置

任务线索范式的实验设置最基础的实验设置形式是在一个试次中包括线索刺激以及目标任务刺激两个基本的部分(Meiran, 1996)。实验范式中可以包括双任务转换(Travers & West, 2010; Tian et al., 2011)或者多任务转换的形式(Karayanidis et al., 2009)。具体设置包括目标刺激的设置、线索刺激的设置、线索目标间隔的长度设置等三个重要的部分。

目标刺激的设置,能够使相同的刺激物以其不同的属性对应不同的任务内容,如使用数字的奇偶属性作为大小属性分别作为不同的判断任务,也能够使用不同的刺激物对应不同的任务。不同的刺激包括 Karayanidis 等研究者设计的三任务-线索范式(Karayanidis et al., 2009),分别采用刺激物字符的颜色、字母、数字属性来作为三种不同的任务的表征,在该变式中目标刺激与线索刺激是不一致的,其中线索刺激是通过目标刺激将要出现的空间定位进行表征,而目标刺激而是颜色、字母、数字属性三选二而进行。这种多属性的方式能够把线索刺激对于目标刺激的启动效应进行消除,并且更好区分特定任务的准备过程。在任务线索范式中,无论是使用相同刺激物的不同属性或者是使用不同的刺激物,都需要考虑任务之间是否存在任务之间是否存在冲突或者是优劣性。这是由于转换代价具有不对称性(Monsell, 2003),即从较弱的任务集转换到较强的任务集中时会产生更大的转换代价,这是通过对于 stroop 实验范式进行任务转换的实验发现的(Allport, Styles, & Hsieh, 1994; Yeung & Monsell, 2003),即个体从劣势的字义判断任务转换到优势的颜色判断任务时会产生比从优势的颜色判断任务转换到劣势的字义判断任务时产生更大的转换代价。转换代价的不对称性被认为可能是对于优势任务集施加额外的抑制以方便劣势的任务集执行,而这种抑制会延迟到接下来的试次,而对于这种额外抑制的克服需要比普通转换任务转换更长的时间,这种由任务集之间具有冲突而需要额外抑制导致的转换代价差异称为任务集惯性(task-set inertia)。任务惯性的存在需要到目标刺激中不同任务表征方式的差异是否存在优势与劣势。

线索刺激可以呈现在目标刺激之前,也可以以独立属性的形式与目标刺激同时呈现,还可以以目标刺激中的一种属性呈现。如 Karayanidis 等研究者(Karayanidis et al., 2010)则是把颜色这一种线索信息与作为目标刺激的字母/数字的属性混合呈现,与颜色线索在目标刺激物之前的条件进行对比,从而研究线索-目标间隔 CTI 长度对于任务转换的影响。该研究认为通过任务线索范式,能够把任务转换区分为策略性加工以及自动性加工两种模式,其中策略性加工反映在任务调节的基础上,而自动加工则是由联系性的任务线索以及目标进行启动,两者的差异体现在线索-目标间隔的长度上,电生理研究的结果表明自动加工过程的电生理活动与线索特征的改变有关,这种活动产生在线索-目标间隔的早期,表现为转换试次与重复试次之间的 P3like 成分的差异,而策略性加工则是与线索-任务的重新映射以及任务集的激活有关,活动主要产生在线索-目标间隔的后期阶段。对任务线索范式中线索-目标间隔的长度研究是

该范式应用于任务转换研究的一个重点, 早期的研究(Wylie & Allport, 2000)表明在任务线索范式中, 重复试次的 CTI 能够作为相对平稳的基线来评估任务转换的准备过程, 后来 Wylie (Wylie et al., 2009)进一步证明了在混合 block 中的重复试次比全重复试次 block 中的重复试次的主要差异体现在 CTI 阶段早期的线索锁定正波中。以重复试次作为基线, 转换试次在 CTI 中的激活脑区集中在额顶网络, 包括背外侧前额叶皮层(dorsal lateral prefrontal cortex, DLPFC)、腹外侧前额叶皮层(ventral lateral prefrontal cortex, VLPFC)、前扣带回(anterior cingulate cortex, ACC)、上侧与下侧的后顶叶皮层(posterior parietal cortex, PPC)等脑区, 其中前侧与背侧脑区与目标导向的控制有关, 而腹侧脑区则是与任务刺激的控制调节有关(Corbetta & Shulman, 2002; Koechlin & Summerfield, 2007)。

但是这些区域的激活并不在任务转换中完全一致, 而是会随着任务参数与策略选择而进行变化, CTI 的长度就是影响任务转换神经活动的重要参数。过短的 CTI 设置会被认为导致任务转换的准备不足, 因此对于 CTI 长度的操纵能够研究任务转换中准备过程的高效与否的体现, Brass 与 Cramon (Brass, & Cramon, 2004)对比了 60 毫秒与 700 毫秒 CTI 任务线索范式的 fMRI 结果, 表明过短的 CTI 会产生转换相关的前运动区以及前辅助运动区的激活, 而在长 CTI 的试次中则没有激活。Jamadar 等研究者(Jamadar et al., 2010)表明这两个区域在 CTI 中的激活水平与残余代价的大小具有正相关。而 VLPFC 产生了相似的现象, 它在转换试次 CTI 上的激活会随着 CTI 的增加而降低, 并且在完全没有准备的时候产生最大激活。这些研究的结果表明 CTI 不足会导致对于任务转换的没有准备或准备不足, 这会导致在任务转换中需要更大的目标驱动控制, 即 DMC 框架中的反应控制, 来减少对于刺激加工以及反应选择的干扰, 这些活动主要体现在 VLPFC、前辅助运动区以及前运动区上。而与此相反, 后顶叶皮层 PPC 的激活则会随着 CTI 增加而增加, 并且和线索锁定的转换正波呈现显著的正相关, 这表明 PPC 主要作用于任务转换准备的早期阶段, 并且与注意力转移到任务相关的规则有关, 和目标驱动的控制调节具有补偿性的平衡, 说明这两种策略可以进行相互切换(Braver, Reynolds, & Donaldson, 2003; Badre, & Wagner, 2006; Wylie, Javitt, & Foxe, 2005)。而只有在足够的 CTI 下, 才会出现准备阶段的晚期成分, 电生理学的研究表明在晚期成分出现在目标前的阶段, 表现为额区 - 中央脑区的负成分, 这种成分可能与对于目标任务的预期注意以及预期准备有关系(Brunia, 1999; Lavric, Mizon, & Monsell, 2008)。

这些应用都表明, 在任务线索范式中, 线索刺激与目标刺激表征的形式、给予信息量的多少、线索 - 目标间隔的时间设置, 都是控制任务转换表现的重要参数。

## 5. 任务线索范式的指标

与其他任务转换的范式不同, 任务线索范式能够测量任务转换中四个主要的行为指标(Monsell, 2003), 分别是转换代价、残余代价、混合代价、以及准备效应。

转换代价是一个普遍的行为指标, 也称为局部转换代价, 指的是转换试次的启动时间与重复试次相比更快的部分。残余代价与准备效应是对应的两个指标, 是任务线索范式中特有的。残余代价指的是提供了足够准备时间仍然无法消除的转换代价, 这是一个渐近线的值, 转换代价会随着 CTI 时间的增加而下降, 当到达渐近线水平的时候, 即使再如何增加 CTI 的时间也不会改变转换代价(Sohn et al., 2000; Kimberg, Aguirre, & D'Esposito, 2000)。准备效应则是与残余代价对应的一个指标, 指的是在有准备下的转换代价与没有准备情况下的转换代价之间的差异。最后一个指标则是混合代价, 也称为全局转换代价, 与局部转换代价对应。指的是混合了重复与转换试次的混合 block 中重复试次的反应时与只有重复试次的单一 block 试次的反应时差异, 这个指标能够用于测量任务转换中长期引起以及暂时引起的转换代价差异。这是指标都是在任务线索范式中使用的常规指标。由于转换代价是把反应时和正确率进行分开计算的, 有研究者(Draheim, Hicks, & Engle, 2016)认为这样做法割裂了任务转换中的速度 - 准确性权衡带来

的影响,会产生避免个体倾向于保持较高的精度水平从而导致速度变慢产生了更高的转换代价,或者个体倾向于以较低的转换代价保持低精度的实验水平的情况,因此他提出了反应时与正确率结合的 binning 分数来测量任务线索范式中的转换代价。Binning 分数需要计算每位被试正确重复试次的平均反应时,然后把所有正确的转换试次减去该均值,对所有被试每个正确转换试次分别减去其平均重复试次均值得到的差值进行从小到大排序,计算十分位数,把对应分位数范围内的试次值重新编码为 1~10,而错误的转换试次则是默认编码为 20,把被试内所有 bin 分数相加,就会得到每一个被试的转换 bin 分数。该指标是对转换代价的一个有效补充,提高了对于任务线索范式的内在一致性估计,但是由于 bin 分数涉及到样本内转换代价的比较,因此适用的条件是基于大样本的情况,并且需要正态分布,对于样本量的要求较高。在任务线索范式中,应该根据需要选择合适的测量指标并且做好相对应的实验设计。

## 6. 任务线索范式与其他范式的对比

传统的 Jersild (Jersild, 1927)实验范式使用了交替的单一任务重复 block 以及两任务混合的任务转换 block 对任务转换效应进行测量,并且以 block 之间的反应时差异作为转换代价。与传统的 Jersild 的实验范式对比,任务线索范式具有更为灵活的转换代价计算方式,在 Jersild 范式中的转换代价包含了工作记忆需求以及知觉维度之间注意力分配的差异,这种计算方式会导致转换代价与混合代价的混淆,并且在交替进行的 block 也会产生额外的记忆负荷,主要体现在个体需要对任务序列进行跟踪,保持两种任务都处于准备状态(Monsell, 2003)。

交替运行范式(alternating-runs paradigm) (Rogers & Monsell, 1995; Monsell, 2003)是通过在同一个 block 内同时设置重复试次与转换试次的方式克服 Jersild 实验范式中对于转换代价的混淆作用。在交替运行范式中,转换试次是以固定的 N 个试次连续呈现的方式进行呈现。由于转换试次出现的次数以及位置都是可预测的,因此有研究认为在交替运行范式中个体需要更多的工作记忆资源参与对于转换试次的序列进行跟踪(Pereg, Shahar, & Meiran, 2013),并且可以计算工作记忆参与部分的转换代价。但在任务线索范式中则可以排除工作记忆在试次之间的影响,这是由于任务线索范式中,由于线索类型的不同,在随机线索出现时,转换以及重复试次都需要参与到目标的更新中,因此任务线索范式不涉及工作记忆的更新。

前指定任务序列(prespecified task sequence) (Allport, Styles, & Hsieh, 1994; Mayr & Keele, 2000)则是与改变线索 - 目标间隔的任务线索范式不同,该范式是改变刺激 - 反应的间隔来控制可用的时间,并且与交替运行范式一样预先设置转换任务的序列。但是该范式中目标刺激与反应间隔的准备并不是主动提供的准备,而且由于不同个体在不同试次上的反应时具有差异,这将导致前一个任务集的被动消散时间受到影响(Monsell, 2003)。

而且与这些实验范式相比,任务线索范式的最大优势在于其灵活性,能够根据不同的任务目标以及关注点设置不同的变式,并且可以计算反映任务转换多个时间进程的行为指标。

## 7. 结论

总体而言,任务线索范式是任务转换中使用最为广泛且普遍的一种实验范式,能够成功把任务转换目标刺激前后的不同神经活动过程进行分离,并且克服了其他任务转换范式,如 Jersild 范式、交替运行范式等任务范式的局限性,并且具有较为简单的结构,能够灵活根据研究的目的以及需求进行改变,是一个经典的实验范式。

## 参考文献

Allport, D. A., Styles, E. A., & Hsieh, S. (1994). Shifting Intentional Set: Exploring the Dynamic Control of Tasks. In C. Umiltà, & M. Moscovitch (Eds.), *Attention and Performance Series. Attention and Performance 15: Conscious and Non-*

- conscious Information Processing* (pp. 421-452). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Badre, D., & Wagner, A. D. (2006). Computational and Neurobiological Mechanisms Underlying Cognitive Flexibility. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *103*, 7186-7191. <https://doi.org/10.1073/pnas.0509550103>
- Bertelson, P. (1967). The Time Course of Preparation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *19*, 272-279. <https://doi.org/10.1080/14640746708400102>
- Biederman, I. (1972). Human Performance in Contingent Information-Processing Tasks. *Journal of Experimental Psychology*, *93*, 219-238. <https://doi.org/10.1037/h0032511>
- Brass, M., & Cramon, D. Y. V. (2004). Decomposing Components of Task Preparation with Functional Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*, 609-620.
- Braver, T. S. (2012). The Variable Nature of Cognitive Control: A Dual Mechanisms Framework. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*, 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.12.010>
- Braver, T. S., Gray, J. R., & Burgess, G. C. (2007). Explaining the Many Varieties of Working Memory Variation: Dual Mechanisms of Cognitive Control. In A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake, & J. N. Towse (Eds.), *Variation in Working Memory* (pp. 76-106). New York, NY: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195168648.003.0004>
- Braver, T. S., Paxton, J. L., Locke, H. S., & Barch, D. M. (2009). Flexible Neural Mechanisms of Cognitive Control within Human Prefrontal Cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *106*, 7351-7356. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808187106>
- Braver, T. S., Reynolds, J. R., & Donaldson, D. I. (2003). Neural Mechanisms of Transient and Sustained Cognitive Control during Task Switching. *Neuron*, *39*, 713-726. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(03\)00466-5](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(03)00466-5)
- Brunia, C. H. M. (1999). Neural Aspects of Anticipatory Behavior. *Acta Psychologica*, *101*, 213-242. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(99\)00006-2](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(99)00006-2)
- Cooper, P. S., Karayanidis, F., McKewen, M., McLellan-Hall, S., Wong, A. S. W., Skippen, P., & Cavanagh, J. F. (2019). Frontal Theta Predicts Specific Cognitive Control-Induced Behavioural Changes beyond General Reaction Time Slowing. *NeuroImage*, *189*, 130-140. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.01.022>
- Cooper, P. S., Wong, A. S. W., Fulham, W. R., Thienel, R., Mansfield, E., Michie, P. T., & Karayanidis, F. (2015). Theta Frontoparietal Connectivity Associated with Proactive and Reactive Cognitive Control Processes. *NeuroImage*, *108*, 354-363. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.12.028>
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of Goal-Directed and Stimulus-Driven Attention in the Brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *3*, 201-215. <https://doi.org/10.1038/nm755>
- Draheim, C., Hicks, K. L., & Engle, R. W. (2016). Combining Reaction Time and Accuracy: The Relationship between Working Memory Capacity and Task Switching as a Case Example. *Perspectives on Psychological Science*, *11*, 133-155. <https://doi.org/10.1177/1745691615596990>
- Jamadar, S., Hughes, M., Fulham, W. R., Michie, P. T., & Karayanidis, F. (2010). The Spatial and Temporal Dynamics of Anticipatory Preparation and Response Inhibition in Task-Switching. *NeuroImage*, *51*, 432-449. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.01.090>
- Jersild, A. T. (1927). Mental Set and Shift. *Archives of Psychology*, *No. 89*.
- Kantowitz, B. H., & Sanders, M. S. (1972). Partial Advance Information and Stimulus Dimensionality. *Journal of Experimental Psychology*, *92*, 412-418. <https://doi.org/10.1037/h0032359>
- Karayanidis, F., Jamadar, S., Ruge, H., Phillips, N., & Forstmann, B. U. (2010). Advance Preparation in Task-Switching: Converging Evidence from Behavioral, Brain Activation, and Model-Based Approaches. *Frontiers in Psychology*, *1*, 25. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00025>
- Karayanidis, F., Mansfield, E. L., Galloway, K. L., Smith, J. L., Provost, A., & Heathcote, A. (2009). Anticipatory Reconfiguration Elicited by Fully and Partially Informative Cues That Validly Predict a Switch in Task. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *9*, 202-215. <https://doi.org/10.3758/CABN.9.2.202>
- Kimberg, D. Y., Aguirre, G. K., & D'Esposito, M. (2000). Modulation of Task-Related Neural Activity in Task-Switching: An fMRI Study. *Cognitive Brain Research*, *10*, 189-196. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(00\)00016-1](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(00)00016-1)
- Koechlin, E., & Summerfield, C. (2007). An Information Theoretical Approach to Prefrontal Executive Function. *Trends in Cognitive Sciences*, *11*, 229-235. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.04.005>
- LaBerge, D., Petersen, R. J., & Norden, M. J. (1977). Exploring the Limits of Cueing. In S. Domic (Ed.), *Attention and Performance VI* (pp. 285-306). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lavric, A., Mizon, G. A., & Monsell, S. (2008). Neurophysiological Signature of Effective Anticipatory Task-Set Control: A

- Task-Switching Investigation. *European Journal of Neuroscience*, 28, 1016-1029. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2008.06372.x>
- Mayr, U., & Keele, S. W. (2000). Changing Internal Constraints on Action: The Role of Backward Inhibition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129, 4-26. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.129.1.4>
- Meiran, N. (1996). Reconfiguration of Processing Mode Prior to Task Performance. *Journal of Experimental Psychology*, 22, 1423-1442. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.22.6.1423>
- Monsell, S. (2003). Task Switching. *Trends in Cognitive Science*, 7, 134-140. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00028-7)
- Pereg, M., Shahar, N., & Meiran, N. (2013). Task Switching Training Effects Are Mediated by Working-Memory Management. *Intelligence*, 41, 467-478. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2013.06.009>
- Posner, M. I. (1978). *Chronometric Explorations of Mind*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975a). Attention and Cognitive Control. In R. L. Solso (Ed.), *Information Processing and Cognition: The Loyola Symposium* (pp. 55-86). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975b). Facilitation and Inhibition in the Processing of Signals. In P. M. A. Rabbitt, & S. Domic (Eds.), *Attention and Performance V* (pp. 669-682). New York: Academic Press.
- Rogers, R. D., & Monsell, S. (1995). Costs of a Predictable Switch between Simple Cognitive Tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 207-231. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.124.2.207>
- Sakai, K. (2008). Task Set and Prefrontal Cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 31, 219-245. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.31.060407.125642>
- Savine, A. C., & Braver, T. S. (2010). Motivated Cognitive Control: Reward Incentives Modulate Preparatory Neural Activity during Task-Switching. *Journal of Neuroscience*, 30, 10294-10305. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2052-10.2010>
- Servan-Schreiber, D., Cohen, J. D., & Steingard, S. (1996). Schizophrenic Deficits in the Processing of Context: A Test of a Theoretical Model. *Archives of General Psychiatry*, 53, 1105-1112. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1996.01830120037008>
- Sohn, M. H., Ursu, S., Anderson, J. R., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2000). The Role of Prefrontal Cortex and Posterior Parietal Cortex in Task Switching. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 97, 13448-13453. <https://doi.org/10.1073/pnas.240460497>
- Sudevan, P., & Taylor, D. A. (1987). The Cuing and Priming of Cognitive Operations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 89-103. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.13.1.89>
- Taylor, D. A. (1977). Time Course of Context Effects. *Journal of Experimental Psychology: General*, 106, 404-426. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.106.4.404>
- Tian, Y., Klein, R. M., Satel, J., Xu, P., & Yao, D. (2011). Electrophysiological Explorations of the Cause and Effect of Inhibition of Return in a Cue-Target Paradigm. *Brain Topography*, 24, 164-182. <https://doi.org/10.1007/s10548-011-0172-3>
- Travers, S., & West, R. (2010). Neural Correlates of Cue Retrieval, Task Set Reconfiguration, and Rule Mapping in the Explicit Cue Task Switching Paradigm. *Psychophysiology*, 45, 588-601. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00658.x>
- Wylie, G. R., Javitt, D. C., & Foxe, J. J. (2005). Jumping the Gun: Is Effective Preparation Contingent upon Anticipatory Activation in Task-Relevant Neural Circuitry. *Cerebral Cortex*, 16, 394-404. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhi118>
- Wylie, G. R., Murray, M. M., Javitt, D. C., & Foxe, J. J. (2009). Distinct Neurophysiological Mechanisms Mediate Mixing Costs and Switch Costs. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21, 105-118. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21009>
- Wylie, G., & Allport, A. (2000). Task Switching and the Measurement of "Switch Costs". *Psychological Research*, 63, 212-233. <https://doi.org/10.1007/s004269900003>
- Yeung, N., & Monsell, S. (2003). Switching between Tasks of Unequal Familiarity: The Role of Stimulus-Attribute and Response-Set Selection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 455-469. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.29.2.455>