

电子竞技游戏对个体执行功能的影响

王 帅

曲阜师范大学心理学院, 山东 曲阜

收稿日期: 2023年10月4日; 录用日期: 2023年12月13日; 发布日期: 2023年12月25日

摘 要

电子竞技游戏不仅成为了当今社会人们的一种娱乐方式, 也已成为了正式的体育竞技项目。本文综述了不同类型电子竞技游戏对执行功能的差异影响。通过对前人研究的梳理, 我们发现实时战略游戏和大型多人在线游戏可能会对执行功能产生积极影响, 而第一人称射击游戏则可能对行为抑制能力产生负面影响。这些发现意味着可以利用某些游戏类型进行有针对性的执行功能干预并规避其可能的负面影响。但目前研究在研究设计和样本选择上存在一定局限。未来研究可通过纵向设计、关注不同年龄段受试者及平衡游戏时间与体育锻炼等方式, 对游戏类型与执行功能的关系进行更全面和深入的考察, 以获得更可靠的因果结论, 实现对电子竞技游戏更加合理地利用。

关键词

电子竞技游戏, 执行功能, 行为抑制, 共同需求假说, 第一人称射击游戏

The Influence of E-Sports Games on Individual Executive Function

Shuai Wang

School of Psychology, Qufu Normal University, Qufu Shandong

Received: Oct. 4th, 2023; accepted: Dec. 13th, 2023; published: Dec. 25th, 2023

Abstract

Electronic sports (e-sports) gaming has become not only a popular form of entertainment in modern society, but also recognized competitive sports. This review comprehensively examines the differential effects of various e-sports game genres on executive functions. By synthesizing previous research, it is found that real-time strategy games and massively multiplayer online games may positively impact executive functions, whereas first-person shooter games may negatively affect behavioral inhibition. These findings suggest the potential of targeted interventions using

specific game genres to improve executive functions while mitigating possible adverse consequences. However, current research has limitations in study design and sampling. Future research could adopt longitudinal approaches, include participants across different age groups, and account for the balance between gaming time and physical exercise, to enable more comprehensive and in-depth investigations on the relationship between game genres and executive functions, and thus promote the rational use of e-sports games.

Keywords

Electronic Sports Games, Executive Functions, Behavioral Inhibition, Common-Need Hypothesis, First-Person Shooter Games

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

电子竞技(electronic sports, e-sports)指利用现代科技的电子设备作为运动器械,以电子游戏作为运动项目进行的、人与人之间的智力对抗运动(Jonasson & Thiborg, 2010)。电子竞技游戏已经成为正式的竞技体育项目(International Olympic Committee, 2018; 国家体育总局体育信息中心, 2010),并且受到大众欢迎——《2022 上半年中国游戏产业报告》显示,至 2022 上半年,中国游戏用户规模已经超过 6 亿人。从电子竞技游戏的社会认可度和用户规模来看,其已经不仅仅是一种娱乐方式,也催生了相应的职业和社会文化,成为了当代人们生活中重要的一部分。

近年来研究发现,电子竞技游戏对个体执行功能有着重要影响,在促进青少年发展和预防老年痴呆等方面有着潜在的应用价值(王元等, 2019)。执行功能(executive function)指以灵活方式去实现特定目标的过程中所涉及认知功能的整合体(Funahashi, 2001),包括工作记忆、注意力控制和认知灵活性等。电子竞技游戏要求玩家在快节奏、高压力和多任务的环境下做出快速反应和决策。理论上,在电子竞技的情境下,个体的工作记忆能力需要高效地存储和检索信息,注意力要集中和分配到多个任务上,并通过认知灵活性快速切换和灵活调整策略。

前人因此对电子竞技游戏与执行功能的关系进行了探索。研究发现,专业的电竞游戏玩家比新手表现出更强的选择性注意(Green & Bavelier, 2003)、认知灵活性(Colzato et al., 2013)和工作记忆能力(Martinez et al., 2023)。这表明专业玩家的执行功能可能在反复的游戏过程中得到了加强。但是,并不是所有类型的电子竞技游戏都对个体的执行功能起到了促进作用。一些研究发现更长的 FPS 游戏时间与更低的反应抑制功能密切相关(Hummer et al., 2019)。前人的发现提示,不同类型的电竞游戏由于其内容设计的巨大区别,可能对个体执行功能的发展产生着不同的影响。

前人结论不一致的原因,很可能是没有将电子竞技游戏这一新兴概念从视频游戏中抽离出来,单独探讨其对个体执行功能的影响。虽然前人研究探讨了视频游戏对执行功能的影响(Powers et al., 2013; Strobach & Schubert, 2016; 王元等, 2019),但视频游戏这一概念非常宽泛,包括了所有涉及视觉反馈的计算机游戏。而电子竞技游戏比一般的视频游戏更加复杂,竞技性更高,因而可能对个体的执行功能要求更高。例如,电竞游戏一般需要团队配合完成,即玩家在关注自身角色操作的同时,还需关注其它玩家的位置与角色状态。以 MOBA 游戏为例,玩家在选择角色的时候不仅要考虑自己擅长哪种角色,同时

还要考虑这个角色是否适配自己的队伍。如果这个问题没有得到权衡,那么本局游戏很大概率上会失败(Kim & Thomas, 2015)。相比而言,一般的视频游戏多为单机类游戏(如俄罗斯方块),其无需和其他玩家进行互动交流。而由于电子竞技游戏更加复杂,其可能比一般的视频游戏对个体的执行功能产生了更大的影响。所以,将电子竞技游戏与一般的视频游戏混为一谈,可能掩盖了电子竞技游戏对执行功能的实际影响,让前人难以发现一致性结论(Strobach & Schubert, 2021)。

为了明确电子竞技游戏对个体执行功能的影响,本文对不同类型电竞游戏影响执行功能不同子成分的实证研究进行了系统的梳理,并分析了目前哪一种电竞游戏影响个体执行功能的理论模型能够更好地解释现有实证研究的发现;最后,我们对现有研究的发现进行了总结,并基于现有研究的局限,展望了电竞游戏影响个体执行功能的未来研究方向。

2. 电竞游戏影响个体执行功能成分的实证研究

执行功能是一个多成分的心理结构,而不同的研究者对其结构的认识不同。Smith & Jonides (1999)认为执行功能包括五个成分——分别是注意与抑制(attention and inhibition)、任务管理(task management)、工作记忆(coding)、计划(planning)和监控(monitring),其中前两者是最基本的。Miyake 等采用验证性因素分析和结构方程模型的方法,对所有测量执行功能的任务数据进行了处理。结果发现执行功能是由认知灵活性(shifting)、工作记忆(updating)和行为抑制能力(inhibition)三个成分所构成的(Miyake et al., 2000)。而(Collette & Van Der Linden, 2002)使用神经成像的方法将执行功能分成四个成分:认知灵活性、工作记忆、行为抑制能力和双任务协调能力(dual-task coordination)。基于 Miyake et al. (2000)和 Collette & Van Der Linden (2002)关于执行功能结构的相关理论,我们接下来将分析电竞游戏对认知灵活性、工作记忆、行为抑制能力和双任务协调能力四个执行功能子成分的影响。

2.1. 电竞游戏对个体认知灵活性的影响

认知灵活性指的是个体对环境中的不同刺激进行刺激间快速转换的能力。前人一般采用任务转换范式(task-shifting paradigm)对其进行研究(Collette & Van Der Linden, 2002; 罗琳琳&周晓林, 2004)。任务转换范式需要被试完成一系列任务,一般为判断数字是奇数或偶数、字母为元音或辅音等简单的判断任务。实验过程中会出现两种反应类型:重复旧任务和进行新任务,并且通过改变指导语等方式提示被试切换任务类型。任务转换范式的主要因变量是转换损耗,其计算方法为重复和转换两种阶段反应时的差值(Monsell, 2003)。

而在研究设计上,电竞游戏的研究一般为被试间设计,包括专家玩家和新手玩家两类被试。研究者们习惯将拥有长期游戏经历(6个月内游戏时间为每周3小时以上)但未受过实验游戏训练的玩家称为专家玩家,而将拥有较少游戏经历的玩家称为新手玩家(Bediou et al., 2018)。然后通过特定的任务范式来测量和对比两类玩家的某种执行功能。也有一些研究采用被试内设计——将新手玩家分为两组,一组进行电竞游戏的训练,而另一组进行其他益智类小游戏的训练。训练时间一般为15个小时以上,训练后对比其执行功能的变化程度(Glass et al., 2013)。后文将直接采用“专家玩家”等概念对以往研究进行综述。

前人研究发现,FPS和RTS电竞游戏中,专家玩家的任务转换损耗比新手更低,且这种优势表现不随实验范式的改变(如改变任务转换的提示方式,或改变任务内容)而改变(Boot et al., 2008; Colzato et al., 2010; Dobrowolski et al., 2015; Green & Bavelier, 2008; Li et al., 2020)。而在其他研究中,在进行FPS和RTS的训练后,新手玩家的转换损耗也得到了显著的降低(Glass et al., 2013; Green & Bavelier, 2008; Strobach et al., 2012)。但是,研究者采用普通的视频游戏来测量了专业玩家和新手玩家在任务转换能力上的差异,但没有发现组间的显著差异(Cain et al., 2012)。Cain 等人(2012)的研究可能说明了普通的电子游戏对个体

执行功能的增益影响可能不如专业的电竞游戏强，这一点需要未来研究进一步检验。

2.2. 电竞游戏对个体工作记忆的影响

工作记忆指个体根据外在信息的更替来不断改变自身工作记忆的认知能力(Carriedo et al., 2016)。研究中, 一般采用 n-back 范式对工作记忆进行测量(罗琳琳&周晓林, 2004)。n-back 范式需要被试判断当前刺激是否和 n 个项目之前的刺激相同。随着 n 的增大, 记忆负载也会不断增大(Collette & Van Der Linden, 2002; Kane et al., 2007)。

前人研究显示, 电竞游戏(FPS、MOBA、RTS 和 MMORPG)的专家玩家在 n-back (n 分别取值 0、1、2)实验中拥有更高的正确率; 并且, 玩家的游戏水平越高, 其在工作记忆负载增加时(从 1-back 到 2-back)受到的负面影响越小(Colzato et al., 2013; Gong et al., 2016; Moisola et al., 2017; Waris et al., 2017, 2019)。而(Cardoso-Leite et al., 2016)加入多重媒体负载程度(例如, 边听音乐边进行任务)这一变量进行研究。结果发现, 相比于高负载程度, 拥有中等负载程度的 FPS 的专家玩家在 n-back (n 分别取值 2、3)任务中表现更好。这一发现说明, 电竞游戏对个体工作记忆的促进作用受到玩家游戏经验的影响。如果玩家在游戏时能够更加投入, 可能能够获得更大的工作记忆能力收益。

2.3. 电竞游戏对个体行为抑制能力的影响

行为抑制能力指个体对自身不恰当的、冲动的优势行为的抑制过程。在研究当中, 可以用来量化抑制功能的实验范式很多, 例如 go/no-go 范式、stop signal 范式、stop change 范式等(Swick et al., 2011; Verbruggen & Logan, 2015)。

Deleuze et al. (2017)采用 go/no-go 范式和 stop signal 范式测量了不同类型电竞游戏专家玩家的行为抑制能力。结果显示, MMORPG 和 MOBA 对行为抑制能力没有影响, 但唯有 FPS 会损伤玩家的行为抑制能力。在聚焦于 FPS 的研究中, 也得到了相似的结果。研究中使用了 stop signal 范式、stop change 范式和 n-back 范式(n 分别取值 1、2), 结果发现 FPS 的专家玩家的行为抑制能力没有像其它认知功能(工作记忆等)一样得到提高(Colzato et al., 2013; Steenbergen et al., 2015)。而 Hummer 等在对新手玩家进行 FPS 的训练后, 也发现玩家的抑制控制能力降低了(Hummer et al., 2019)。

虽然这些研究对于 FPS 降低个体的行为抑制能力发现并不完全一致, 但是相比其他电竞游戏, FPS 游戏更有可能损伤个体的行为抑制能力。从游戏的机制上来分析, 这一点并不难以理解——FPS 游戏中, 一旦玩家不能在第一时间击毙对手, 则可能被对手击毙。所以 FPS 游戏中, 冲动性的行为反而有利于提高玩家的生存, 而行为抑制则可能让玩家丧失先机。

2.4. 电竞游戏对个体双任务协调能力的影响

双任务协调能力指个体同时协调进行两个或多个任务的能力。研究当中常用于量化的范式通常是双任务范式(dual-task paradigm) (Collette & Van Der Linden, 2002; 罗琳琳&周晓林, 2004)。实验中被试需要先单独完成两个单任务情景, 然后再在双任务情景下同时进行两个单任务(和单任务情景中的任务相同)。

研究发现, FPS、RTS 和 MOBA 的专家玩家在双任务范式中表现得更好, 并且新手玩家在训练 15 个小时之后也能出现一致的优势表现(Chang et al., 2017; Oei & Patterson, 2015; Strobach et al., 2012)。但其他模拟真实多任务情景的研究则得到了不同的结果。Donohue 等采用了三种实验范式对 FPS 玩家的双任务表现进行了测试: 驾驶任务(driving paradigm, 在模拟驾驶的机器上进行任务)、多目标追踪范式(multiple-object-tracking paradigm)和图片搜寻任务(image-search paradigm, 在纸上进行), 并在每种实验任务中添加了单任务模式和双任务模式。单任务模式只需单独完成上述实验范式, 双任务模式则需要完

成上述任务的同时使用话筒回答“冷知识”问题(trivia questions, 由主试在另一房间进行提问)。实验结果并没有发现 FPS 的职业玩家存在专家优势效应(Donohue et al., 2012)。相似的, Gaspar 等设置了过马路任务(street crossing paradigm, 在跑步机上模拟过马路的过程), 也在其中添加了双任务情景(完成过马路任务的同时还要完成连续听觉 2-back 任务), 结果发现 FPS 的专家玩家没有在实验中表现出更好的成绩(Gaspar et al., 2014)。

综上所述, 相比于新手玩家, MOBA 和 RTS 的玩家的的双任务协调能力更强, 而 FPS 对玩家的双任务协调能力没有显著提升效果。

2.5. 小结

通过对已有实证研究的梳理, 我们发现, 不同类型的电竞游戏对执行功能的影响存在较大差异。具体而言, 大部分类型的电竞游戏对个体执行功能具有积极的提升作用, 但 FPS 类型除外。FPS 电竞游戏对个体双任务协调能力的促进效果不显著, 并且有损伤行为抑制能力的可能性。我们将不同游戏的游戏特点和对执行功能的影响情况汇总到了表 1 中。

Table 1. The impact of e-sports game types on executive functions

表 1. 电竞游戏类型对执行功能的影响

游戏类型	游戏特点	对执行功能的影响
RTS	即时的策略类游戏, 玩家需要统筹全局, 利用地图上的有效资源, 在保护己方地图的基础上击败敌方。	提升认知灵活性、工作记忆和双任务协调能力。
MMORPG	即时的角色扮演类游戏, 玩家需要扮演一个角色(通常是科幻、奇幻类型的)并操控其行为。玩家间可以相互互动, 并且游戏环境持久存在, 即玩家下线后依旧存在并发展。	提升工作记忆。
MOBA	团体战形式, 每个玩家需要操控自己的角色, 配合队友击败对手。	提升工作记忆和双任务协调能力。
FPS	以第一人称视角模拟射击战斗, 分为个体战和团体战。	提升认知灵活性和工作记忆, 但对双任务协调能力没有改善效果, 并且会损伤行为抑制能力。

3. 电竞游戏影响个体执行功能成分的理论模型

通过对前人研究的梳理, 我们发现大部分电竞游戏可以提升认知灵活性、工作记忆和双任务协调; 但个别游戏类型(如 FPS)不仅对双任务协调性没有增强作用, 还会损伤行为抑制功能。这一发现更多地支持了共同需求假说(common demands hypothesis) (Oei & Patterson, 2014, 2015), 而非 Learning to Learn 理论(Bavelier et al., 2012)。共同需求假说认为, 电子游戏对认知的影响主要取决于游戏的特性, 例如游戏任务的需求和结构。因此, 不同类型的电子游戏可能对认知的影响也会不同。而 Learning to Learn 理论提出, 通过玩电子游戏, 玩家可以学习到一种“学习如何学习”的能力, 这种能力可以转移到其他认知任务中。因此, 无论游戏的类型如何, 玩电子游戏都可能对认知产生积极的影响。

根据共同需求假说, 不同类型的电子竞技游戏可能对执行功能的影响不同, 这主要取决于游戏的特性和要求。例如, 一些游戏可能需要玩家进行高度的认知灵活性和工作记忆, 这可能对这些认知功能产生积极的训练效果(表 1)。然而, 其他类型的游戏, 如 FPS (第一人称射击游戏), 可能更重视快速反应和手眼协调, 而相对忽视了双任务协调和行为抑制, 这可能导致这些功能的损伤(Bailey et al., 2013)。因此, 已有实证研究的发现更多地支持了共同需求假说, 而不是 Learning to Learn 理论。

4. 总结和展望

我们的发现提示人们要重视不同电子竞技游戏类型对执行功能影响的差异性。例如,可以利用 RTS 或 MMORPG 等电竞游戏对执行功能的积极影响,为存在执行功能缺陷或衰退人群进行针对性的干预,提高或改善其执行功能。而对于 FPS 等游戏来说,可以通过改进游戏模式(如优化射击场景)来减小其对行为抑制能力的负面作用。

其次,前人相关研究所存在的一些局限性,可能限制了人们对电竞游戏影响执行功能的更深入的了解。首先,目前大多数游戏研究多采用横向设计,采用对照组实验设计来比较游戏专家和新手的执行功能差异。而少数基于实验法的纵向研究设计往往只关注单个类型的电子竞技游戏对执行功能某个成分的影响。未来研究或许可以通过系统的纵向实验研究,对比不同类型电子竞技游戏对执行功能不同方面的影响效果,从而得出有力的因果推论来验证共同需求假说。

再次,当前电子竞技游戏的研究群体多为成年人(平均年龄为 20~30 岁; Boot et al., 2008; Cardoso-Leite et al., 2016; Colzato et al., 2010; Hummer et al., 2019; Strobach et al., 2012; Waris et al., 2019),而关注青少年和老年人的研究较少。对于青少年个体来说,其执行功能正处于发展的阶段。并且,随着手机的不断普及,手机电竞游戏的多数玩家为青少年。因此,电竞游戏对青少年执行功能发展的影响很可能有别于成年群体,值得未来研究进一步深入探讨,以保证人们能够合理地指定青少年进行电子竞技的相关法律法规,从而保证青少心理机能的健康发展。

最后,鲜有研究探讨电子竞技游戏训练时长这一关键因素对执行功能的影响。例如,电竞运动员通常会参与大量的游戏训练(坐在电脑前)。而长时间的坐姿训练很可能会降低个体参与体育活动时间,这可能导致个体失去了锻炼身体的机会成本。大量的研究表明体育锻炼可以增强我们的执行功能(Best et al., 2014; Davis et al., 2011)。因此,电子竞技游戏与体育锻炼对人们执行功能的影响,有可能在某种程度上是拮抗的。一味地采用电子竞技游戏进行高强度执行功能训练可能会出现反效果。如何平衡电子竞技游戏这一脑力训练与身体锻炼之间的时间关系,以便实现最优的执行功能强化效果,也需要未来不同领域的研究者来合作研究。

参考文献

- 国家体育总局体育信息中心(2010). 专访国家体育总局: 中国电子竞技未来之路. <http://www.sport.gov.cn/xxzx/n11032/c671924/content.html>
- 罗琳琳, 周晓林(2004). 执行功能与数量加工: 回顾与展望. *心理科学进展*, 12(5), 714-722.
- 王元, 李柯, 盖晓松(2019). 视频游戏训练对执行功能的迁移效应. *心理科学*, 42(4), 820-826. <https://doi.org/10.16719/j.cnki.1671-6981.20190408>
- Bailey, K., West, R., & Kuffel, J. (2013). What Would My Avatar Do? Gaming, Pathology, and Risky Decision Making. *Frontiers in Psychology*, 4, 609. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00609>
- Bavelier, D., Green, C. S., Pouget, A., & Schrater, P. (2012). Brain Plasticity through the Life Span: Learning to Learn and Action Video Games. *Annual Review of Neuroscience*, 35, 391-416. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-060909-152832>
- Bediou, B., Adams, D. M., Mayer, R. E., Tipton, E., Shawn Green, C., & Bavelier, D. (2018). Correction: Meta-Analysis of Action Video Game Impact on Perceptual, Attentional, and Cognitive Skills. *Psychological Bulletin*, 144, 978-979. <https://doi.org/10.1037/bul0000168>
- Best, J. R., Nagamatsu, L. S., & Liu-Ambrose, T. (2014). Improvements to Executive Function during Exercise Training Predict Maintenance of Physical Activity over the following Year. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, Article 83210. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00353>
- Boot, W. R., Kramer, A. F., Simons, D. J., Fabiani, M., & Gratton, G. (2008). The Effects of Video Game Playing on Attention, Memory, and Executive Control. *Acta Psychologica*, 129, 387-398. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2008.09.005>
- Cain, M. S., Landau, A. N., & Shimamura, A. P. (2012). Action Video Game Experience Reduces the Cost of Switching

- Tasks. *Attention, Perception, and Psychophysics*, 74, 641-647. <https://doi.org/10.3758/s13414-012-0284-1>
- Cardoso-Leite, P., Kludt, R., Vignola, G., Ma, W. J., Green, C. S., & Bavelier, D. (2016). Technology Consumption and Cognitive Control: Contrasting Action Video Game Experience with Media Multitasking. *Attention, Perception, and Psychophysics*, 78, 218-241. <https://doi.org/10.3758/s13414-015-0988-0>
- Carriedo, N., Corral, A., Montoro, P. R., Herrero, L., & Rucián, M. (2016). Development of the Updating Executive Function: From 7-Year-Olds to Young Adults. *Developmental Psychology*, 52, 666-678. <https://doi.org/10.1037/dev0000091>
- Chang, Y. H., Liu, D. C., Chen, Y. Q., & Hsieh, S. (2017). The Relationship between Online Game Experience and Multitasking Ability in a Virtual Environment. *Applied Cognitive Psychology*, 31, 653-661. <https://doi.org/10.1002/acp.3368>
- Collette, F., & Van Der Linden, M. (2002). Brain Imaging of the Central Executive Component of Working Memory. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 26, 105-125. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(01\)00063-X](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(01)00063-X)
- Colzato, L. S., van den Wildenberg, W. P. M., Zmigrod, S., & Hommel, B. (2013). Action Video Gaming and Cognitive Control: Playing First Person Shooter Games Is Associated with Improvement in Working Memory But Not Action Inhibition. *Psychological Research*, 77, 234-239. <https://doi.org/10.1007/s00426-012-0415-2>
- Colzato, L. S., van Leeuwen, P. J. A., van den Wildenberg, W. P. M., & Hommel, B. (2010). DOOM'd to Switch: Superior Cognitive Flexibility in Players of First Person Shooter Games. *Frontiers in Psychology*, 1, Article 1515. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2010.00008>
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., Allison, J. D., & Naglieri, J. A. (2011). Exercise Improves Executive Function and Achievement and Alters Brain Activation in Overweight Children: A Randomized, Controlled Trial. *Health Psychology*, 30, 91-98. <https://doi.org/10.1037/a0021766>
- Deleuze, J., Christiaens, M., Nuyens, F., & Billieux, J. (2017). Shoot at First Sight! First Person Shooter Players Display Reduced Reaction Time and Compromised Inhibitory Control in Comparison to Other Video Game Players. *Computers in Human Behavior*, 72, 570-576. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.02.027>
- Dobrowolski, P., Hanusz, K., Sobczyk, B., Skorko, M., & Wiatrow, A. (2015). Cognitive Enhancement in Video Game Players: The Role of Video Game Genre. *Computers in Human Behavior*, 44, 59-63. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.051>
- Donohue, S. E., James, B., Eslick, A. N., & Mitroff, S. R. (2012). Cognitive Pitfall! Videogame Players Are Not Immune to Dual-Task Costs. *Attention, Perception, and Psychophysics*, 74, 803-809. <https://doi.org/10.3758/s13414-012-0323-y>
- Funahashi, S. (2001). Neuronal Mechanisms of Executive Control by the Prefrontal Cortex. *Neuroscience Research*, 39, 147-165. [https://doi.org/10.1016/S0168-0102\(00\)00224-8](https://doi.org/10.1016/S0168-0102(00)00224-8)
- Gaspar, J. G., Neider, M. B., Crowell, J. A., Lutz, A., Kaczmarek, H., & Kramer, A. F. (2014). Are Gamers Better Crossers? An Examination of Action Video Game Experience and Dual Task Effects in a Simulated Street Crossing Task. *Human Factors*, 56, 443-452. <https://doi.org/10.1177/0018720813499930>
- Glass, B. D., Maddox, W. T., & Love, B. C. (2013). Real-Time Strategy Game Training: Emergence of a Cognitive Flexibility Trait. *PLOS ONE*, 8, e70350. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070350>
- Gong, D., He, H., Ma, W., Liu, D., Huang, M., Dong, L., Gong, J., Li, J., Luo, C., & Yao, D. (2016). Functional Integration between Saliency and Central Executive Networks: A Role for Action Video Game Experience. *Neural Plasticity*, 2016, Article ID: 9803165. <https://doi.org/10.1155/2016/9803165>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action Video Game Modifies Visual Selective Attention. *Nature*, 423, 534-537. <https://doi.org/10.1038/nature01647>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2008). Exercising Your Brain: A Review of Human Brain Plasticity and Training-Induced Learning. *Psychology and Aging*, 23, 692-701. <https://doi.org/10.1037/a0014345>
- Hummer, T. A., Kronenberger, W. G., Wang, Y., & Mathews, V. P. (2019). Decreased Prefrontal Activity during a Cognitive Inhibition Task following Violent Video Game Play: A Multi-Week Randomized Trial. *Psychology of Popular Media Culture*, 8, 63-75. <https://doi.org/10.1037/ppm0000141>
- International Olympic Committee (2018). *Olympic Movement, Esports and Gaming Communities Meet At the Esports Forum*. <https://www.olympic.org/news/olympic-movement-esports-and-gaming-communities-meet-at-the-esports-forum>
- Jonasson, K., & Thiborg, J. (2010). Electronic Sport and Its Impact on Future Sport. *Sport in Society*, 13, 287-299. <https://doi.org/10.1080/17430430903522996>
- Kane, M. J., Conway, A. R. A., Miura, T. K., & Colflesh, G. J. H. (2007). Working Memory, Attention Control, and the N-Back Task: A Question of Construct Validity. *Journal of Experimental Psychology: Learning Memory and Cognition*, 33, 615-622. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.33.3.615>
- Kim, S. H., & Thomas, M. K. (2015). A Stage Theory Model of Professional Video Game Players in South Korea: The Socio-Cultural Dimensions of the Development of Expertise. *Asian Journal of Information Technology*, 14, 176-186.
- Li, Q., Wang, Y., Yang, Z., Dai, W., Zheng, Y., Sun, Y., & Liu, X. (2020). Dysfunctional Cognitive Control and Reward

- Processing in Adolescents with Internet Gaming Disorder. *Psychophysiology*, 57, e13469.
<https://doi.org/10.1111/psyp.13469>
- Martinez, L., Gimenes, M., & Lambert, E. (2023). Video Games and Board Games: Effects of Playing Practice on Cognition. *PLOS ONE*, 18, e0283654. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283654>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex 'Frontal Lobe' Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moisala, M., Salmela, V., Hietajärvi, L., Carlson, S., Vuontela, V., Lonka, K., Hakkarainen, K., Salmela-Aro, K., & Alho, K. (2017). Gaming Is Related to Enhanced Working Memory Performance and Task-Related Cortical Activity. *Brain Research*, 1655, 204-215. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.10.027>
- Monsell, S. (2003). Task Switching. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 134-140.
[https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00028-7)
- Oei, A. C., & Patterson, M. D. (2014). Are Videogame Training Gains Specific or General? *Frontiers in Systems Neuroscience*, 8, Article 83046. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00054>
- Oei, A. C., & Patterson, M. D. (2015). Enhancing Perceptual and Attentional Skills Requires Common Demands between the Action Video Games and Transfer Tasks. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 125318.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00113>
- Powers, K. L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., Palladino, M. A., & Alfieri, L. (2013). Effects of Video-Game Play on Information Processing: A Meta-Analytic Investigation. *Psychonomic Bulletin and Review*, 20, 1055-1079.
<https://doi.org/10.3758/s13423-013-0418-z>
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1999). Storage and Executive Processes in the Frontal Lobes. *Science*, 283, 1657-1661.
<https://doi.org/10.1126/science.283.5408.1657>
- Steenbergen, L., Sellaro, R., Stock, A. K., Beste, C., & Colzato, L. S. (2015). Action Video Gaming and Cognitive Control: Playing First Person Shooter Games Is Associated with Improved Action Cascading But Not Inhibition. *PLOS ONE*, 10, e0144364. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144364>
- Strobach, T., & Schubert, T. (2016). *Cognitive Training: An Overview of Features and Applications*. Springer, Cham.
- Strobach, T., & Schubert, T. (2021). Video Game Training and Effects on Executive Functions. In T. Strobach, & J. Karbach (Eds.), *Cognitive Training* (pp. 229-241). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39292-5_16
- Strobach, T., Frensch, P. A., & Schubert, T. (2012). Video Game Practice Optimizes Executive Control Skills in Dual-Task and Task Switching Situations. *Acta Psychologica*, 140, 13-24. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.02.001>
- Swick, D., Ashley, V., & Turken, U. (2011). Are the Neural Correlates of Stopping and Not Going Identical? Quantitative Meta-Analysis of Two Response Inhibition Tasks. *NeuroImage*, 56, 1655-1665.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.02.070>
- Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2015). Confocal Imaging-Guided Laser Ablation of Basal Cell Carcinomas: An *ex Vivo* Study. *Journal of Investigative Dermatology*, 135, 612-615. <https://doi.org/10.1038/jid.2014.371>
- Waris, O., Jaeggi, S. M., Seitz, A. R., Lehtonen, M., Soveri, A., Lukasik, K. M., Söderström, U., Hoffing, R. A. C., & Laine, M. (2019). Video Gaming and Working Memory: A Large-Scale Cross-Sectional Correlative Study. *Computers in Human Behavior*, 97, 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.03.005>
- Waris, O., Soveri, A., Ahti, M., Hoffing, R. C., Ventus, D., Jaeggi, S. M., Seitz, A. R., & Laine, M. (2017). A Latent Factor Analysis of Working Memory Measures Using Large-Scale Data. *Frontiers in Psychology*, 8, Article 270073.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01062>