

动作视频游戏与认知能力的研究进展

王栋然

天津师范大学心理学部, 天津

Email: wdr_capf@163.com

收稿日期: 2021年2月26日; 录用日期: 2021年3月15日; 发布日期: 2021年3月23日

摘要

在认知领域, 近二十年以来已经有许多研究证明了动作视频游戏玩家比非玩家有更好的认知能力, 并且在动作视频游戏训练后的非玩家身上也能发现类似的现象。最为重要的是, 这种改善能够迁移到未经训练的日常的认知技能中, 为个体的发展带来许多优势。在梳理国内外相关研究的基础上, 总结了与动作游戏有关的认知领域, 分析了动作视频游戏影响认知能力的机制, 归纳了能增强认知能力的游戏的特征, 并阐述了其原因。未来可以从三个方面展开研究: 1) 深入关注动作视频游戏对特殊发展人群的影响及其机制; 2) 探索新兴的移动终端动作视频游戏对个体认知能力的影响及其机制; 3) 进一步细化玩家游玩风格对认知能力的影响差异。

关键词

认知能力, 注意控制, 动作视频游戏

Research Progress on the Cognitive Ability and Action Video Games

Dongran Wang

Faculty of Psychology, Tianjin Normal University, Tianjin

Email: wdr_capf@163.com

Received: Feb. 26th, 2021; accepted: Mar. 15th, 2021; published: Mar. 23rd, 2021

Abstract

In the field of cognition, there have been many studies in the past two decades that have proved that action video game players have better cognitive abilities than non-players. Similar phenomena can be found in non-players trained in action video games. Most importantly, this improvement

文章引用: 王栋然(2021). 动作视频游戏与认知能力的研究进展. *心理学进展*, 11(3), 764-771.

DOI: 10.12677/ap.2021.113087

can be transferred to untrained daily cognitive skills, bringing many advantages to individual development. On the basis of combing the relevant research in the past two decades, this paper summarized the cognitive fields related to action games, analyzed the mechanism of how action video games improve cognitive ability, the characteristics of games that can enhance cognitive ability, and explained the reasons. Future research can be carried out from three aspects: 1) In-depth attention to the impact and mechanism of action video games on special development groups; 2) Explore the impact and mechanism of emerging mobile terminal action video games on individual cognitive abilities; 3) Further explore the differences in the effects of players' different styles on cognitive abilities.

Keywords

Cognitive Ability, Attention Control, Action Video Games

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. 引言

在当今社会，随着技术的发展，计算机终端和移动智能终端的兴起，越来越多的人开始游玩视频游戏。视频游戏是一类需要借助视听设备并基于一定的剧情进行操作的游戏。在视频游戏中，个体与视频设备互动并产生视觉和听觉上的反馈。一般来说，视频游戏设备包括已经设定好的程序；输入设备：控制台、鼠标、键盘；输出设备：屏幕、音响等(李晴，陈安涛，2018)。

而动作视频游戏是视频游戏的一种，在游戏行业中，动作视频游戏主要包括第一和第三人称射击游戏(First Person Shooting, 简称 FPS; Third Person Shooting, 简称 TPS)。游戏的内容通常包括在各种场景中搜索敌人并射击。心理学家对于动作视频游戏的定义与游戏行业有所不同。在一项元分析中，Bediou 等人认为动作视频游戏具有一系列定性特征。1) 快节奏；2) 较高的知觉，运动，工作记忆负荷；3) 复杂的计划和目标设定；4) 要求玩家在注意状态之间切换；5) 画面非常复杂(Bediou et al., 2018)。

在认知领域，已经有诸多研究证实动作视频游戏玩家相比于非玩家有更强的认知能力，且非玩家在一定的游戏训练后其认知能力能得到提升。早在 2003 年，Nature 杂志就报道了动作视频游戏玩家相较于非玩家有更强的视觉注意能力，且对非玩家的训练能产生相似的效果(Green & Bavelier, 2003)。

动作视频游戏提高了个体的哪些认知能力，又是如何提高的？怎样游玩，游玩什么样的动作视频游戏能够提高认知能力？十几年来，许多学者在这个领域做了大量的工作。本文将围绕认知能力中的一些心理成分，探究动作视频游戏与这些能力的关系，试图为个体认知技能学习和视频游戏促进人的全面发展提供实证依据。

2. 动作视频游戏与认知能力

可以将所有动作视频游戏与认知能力相关的研究从研究方法上分为三类：1) 综述研究和元分析研究；2) 基于专家 - 新手范式的横截面研究；3) 干预前后测的纵向研究。该类型的研究通常选取一些大致同质但没有游戏经验的个体，划分一个或多个实验组和对照组，进行一段时间、一定方法的视频游戏训练。通过对比训练前后之间个体的认知任务表现，可以对游戏经验和认知能力的变化做出因果推断。

将文献按照认知领域分类, 注意及注意控制是研究者关注最多的领域之一。现有的文献研究了动作视频游戏和其他类型视频游戏经验与注意控制下各个子过程的关系。另外还有一些文献研究了记忆, 工作记忆, 问题解决, 空间知觉等认知能力(Boot et al., 2008; Cain et al., 2012; Colzato et al., 2013; Dephne & Richard, 2013; Donohoe et al., 2010; Dye et al., 2009a; Feng et al., 2007; Green & Bavelier, 2015; Kowal et al., 2018; West et al., 2017)。

总的来说, 横截面研究中, 常玩动作视频游戏的习惯对增强认知能力有中等效应的影响, 而在干预研究中, 动作视频游戏训练对增强认知能力显示出小到中等效应的影响(Bediou et al., 2018)。

2.1. 视频游戏与视觉注意

许多研究使用了有用视野范式(UFOV)来衡量玩家和非玩家在视觉注意上的差异。玩家在从视野中心到边缘的区域中都显示出了更强的在干扰刺激中定位目标的能力。并且证明了干预前后的相似结果(Green & Bavelier, 2003)。在有用视野范式中, Boot 等人在干预研究中发现训练组训练后的任务表现强于对照组(Boot et al., 2008)。Feng 等人发现在横截面和干预研究中, 玩家或训练后非玩家的 UFOV 正确率显著高于非玩家或对照组(Feng et al., 2007)。

快速视觉序列呈现(RSVP)范式是通过压迫刺激加工时间到极限, 考察何种呈现速度的信息能够被分析和编码的实验范式。是一种在时间维度上评估注意能力的范式(陈宏, 王苏妍, 2012)。在一些研究中, 非玩家产生注意瞬脱现象时, 动作视频游戏玩家在对目标刺激的辨别没有发现正确率的显著下降(Cohen et al., 2008; Green & Bavelier, 2003)。这说明在刺激连续出现时, 玩家能够更快地从上一次注意事件中恢复。

在同时追踪多个目标的注意控制过程中, 动作视频游戏也能起到积极的作用。在枚举范式中, 熟练的动作视频游戏玩家能够立即捕获静态目标的数量比非玩家多大约两个, 并且在同时出现较多目标时, 比非玩家更准确。在多目标追踪范式中, 玩家的正确率更高。在干预研究也发现了类似的结果(Green & Bavelier, 2006a)。Boot 等人的多目标追踪范式的研究结果显示, 在横截面研究中玩家的反应速度更快(Boot et al., 2008)。

2.2. 动作视频游戏与其它认知能力

一些学者认为, 动作视频游戏对个体认知的影响是普遍的。为探索动作视频游戏与注意控制和其他认知能力的关系及其增强机制, 他们做了广泛的探索。

Bavelier 和 Green 等人总结, 动作视频游戏玩家普遍展示出了在多种任务处理上的速度优势。玩家总体上比非玩家快 10%, 这种优势在不同难度的任务间的区别不大, 从 200 毫秒左右的简单辨别反应时到几秒左右的视觉搜索任务(Bavelier & Green, 2019)。

在停止信号任务中, 动作视频游戏玩家的反应时更快, 但并没有展现出比非玩家更强的抑制能力; 在 N-back 任务中, 在不同难度水平下玩家的表现均强于非玩家, 具体表现为更短的反应时和更高的正确率。玩家在注意控制中的优势应当归功于更好的工作记忆(Colzato et al., 2013)。Feng 等人在 3D 版本心理旋转范式中确认了玩家和动作游戏训练组在表象操作中的优势(Feng et al., 2007)。玩家的任务转换能力也更强, 并且在多种模式的任務转换之中相较于非玩家都有显著的优势(Cain et al., 2012)。还有研究显示, 动作视频游戏玩家有跨感觉通道的时间知觉上的优势, 并且动作视频游戏经验越多, 判断时的精度越高(Donohoe et al., 2010)。

这些研究试图通过探索动作视频游戏玩家和非玩家在多种认知任务上的表现差异及机制, 进而推断动作视频游戏改变了哪些心理过程。通过对抑制控制、工作记忆、空间知觉、任务转换和跨通道任务的研究, 建立了玩家在一般认知任务上的优势。

3. 动作视频游戏影响认知能力的机制

3.1. 动作视频游戏影响认知能力的神经机制

李晴和陈安涛(2018)对前人文献的归纳梳理发现, 视频游戏训练能使个体认知能力得到持久改善。具体体现在注意、记忆和执行控制等方面。对脑电的研究归纳显示, 视频游戏训练会引发个体的 α 波(Maclin et al., 2011)、 θ 波(Anguera et al., 2013; Khader, Jost, Ranganath, & Rösler, 2010)、P2 及 P3 成分发生变化(Fritzsche, Stahl, & Gibbons, 2011)。这说明视频游戏训练能够调节参与者大脑的神经电活动从而促使个体的学习、记忆、注意等认知能力的增强。对磁共振成像研究的归纳显示长期游玩视频游戏会导致前额叶、顶叶、颞叶、海马、纹状体等脑区的结构和功能发生显著变化。这也是视频游戏提升个体感知觉、注意、记忆能力, 增强个体脑功能的神经基础(Kühn, Gleich, Lorenz, Lindenberger, & Gallinat, 2014; Tanaka et al., 2013)。

Bavelier 等人在 2012 年的一项研究中(Bavelier, Achtman, Mani, & Föcker, 2012), 让玩家和非玩家完成一项侧翼干扰范式的变式, 同时使用 fMRI 扫描被试。结果发现, 随着知觉负载从低到高, 玩家和非玩家的行为表现相似。但二者在大脑的激活程度上存在显著差异。非玩家表现出强烈的双侧额上回和背侧前扣带回的激活, 该区域负责刺激驱动的注意转移和选择性目标的加工过程; 还发现右侧额叶也有明显的激活, 包括额中回和额下回。该区域负责处理突发刺激的感觉和过滤。而玩家对这些区域的激活程度显著小于非玩家。Bavelier 等人因此推断, 玩家的注意控制是通过自动化注意资源分配过程来提升的。神经基础为知觉负载增加时玩家额顶联合区注意网络更少的激活。该网络通常用于调节注意分配。

Hou 等人(Hou et al., 2019)在没有提示条件的注意网络测试中测量了 65 岁以上的老年人玩家和非玩家的行为表现, 并使用 fMRI 扫描了他们的大脑。行为结果发现, 在对目标刺激的辨别任务中, 玩家的表现优于非玩家。并且在 fMRI 数据中显示玩家在左下枕回(Left Inferior Occipital Gyrus)、左侧小脑(Left Cerebellum)和左侧舌回(Left Lingual Gyrus)中的低频波动振幅(Amplitude Low-Frequency Fluctuations, ALFF)相较于非玩家有显著提高。Hou 等人由此推断, 视频游戏对老年人脑可塑性有积极影响, 并且有效地延缓了老年人的注意能力下降。

3.2. 动作视频游戏影响认知能力的心理机制

一些研究者试图探究玩家更好的认知测试成绩是由于自下而上的感知觉增强还是自上而下的注意控制改善。在拥挤范式下, Green 等人检验了注意控制中抑制分心物和搜索目标的能力。发现无论是在视野的中心还是边缘, 玩家都能在更小的目标-干扰物距离下正确识别目标刺激。并且在干预研究中也发现了类似的结果(Green & Bavelier, 2007)。在返回抑制和视觉搜索范式中, Castel 等人发现动作视频游戏玩家比非玩家表现得更好, 但实验的各个难度和条件与被试类型都没有交互作用。作者由此推测, 产生这种差异的原因是玩家有更快的注意-反应映射(Castel et al., 2005)。Clark 等人试图观察视觉搜索任务中玩家的注意分配模式, 以探究动作视频游戏玩家注意控制增强的原因。他们发现动作视频游戏玩家展现出了更广泛的搜索模式, 并且效率更高, 但在对细节的识别上, 两者差异不显著。因此作者推测, 玩家表现得更好的原因是自上而下的注意控制策略的改善, 而不是自下而上的类似于视敏度的感觉功能的改善。(Clark, Fleck, & Mitroff, 2011)。

在这些研究中, 研究者主要感兴趣的是动作视频游戏玩家较好的认知能力的机制。大多数文献显示, 玩家认知测验成绩更好的原因是抑制干扰物的能力更强(Boot et al., 2008; Feng et al., 2007; Green & Bavelier, 2007; Green & Bavelier, 2006a; Green & Bavelier, 2006b)或注意策略更高效(Castel, Pratt, & Drummond, 2005; Clark et al., 2011)。

4. 动作视频游戏为什么能提高认知能力

动作视频游戏之所以能够提高个体的认知能力是因为它恰巧遵循了学习和大脑可塑性的一般原则(Bavelier & Green, 2019)。

4.1. 动作视频游戏遵循了最近发展区的原理

动作视频游戏有渐进性的难度和节奏,因此始终能将玩家保持在最近发展区。动作视频游戏通常在开始会设计一个教学关卡,通过详尽的提示和充分的练习使玩家掌握一般性的操作原理和游戏机制。而后玩家会投入实战,一开始游戏难度不高,敌人不多且环境相对简单,随着游戏进程的发展,玩家会进入更复杂的环境,遭遇更强大,反应更快,攻击方式更多样的敌人。

按照维果茨基的解释,最近发展区是指“儿童的实际发展水平与潜在发展水平之间的差距。前者由儿童独立解决问题的能力而定,后者则是指在成人的指导下或是与能力较强的同伴合作时,儿童表现出来的解决问题的能力”(麻彦坤,叶浩生,2004)。由此概念引申到教育和学习领域,维果茨基提出了“最佳教学期”的概念,并指出传统的教学处于教学的最低界限,好的教学应该处于“教学最佳期”,即最低教学界限与最高教学界限之间的期限(王文静,2000)。而动作视频游戏通过渐进的或用户自适应的难度,始终让玩家面临挑战,因而能够渐进地训练玩家的认知能力。

4.2. 动作视频游戏遵循了学习迁移的原理

动作游戏自然且巧妙地将认知要求特征嵌入到了极其丰富的环境中。在玩家将要形成自动化编码时,游戏会不断引入新刺激新场景和新的突发事件。使玩家针对游戏环境不断形成特殊的反应模式,在将多样的行为习惯不断自动化的过程中,玩家的认知能力会得到提高。并且这种不同的练习方式越多,就越容易形成学习迁移,使那些没有在游戏中训练过的,生活中的认知技能得到提高。

这符合教育心理学的学习迁移原理。迁移的产生式理论认为,两种任务之间的迁移,是随其共有的认知元素的程度来变化,当两个任务之间存在有共同的产生式,迁移就会发生(莫雷,1997)。动作视频游戏通过游戏内的多种相互交叉重叠的任务来训练个体的认知能力。而当现实生活情境元素与视频游戏元素比较接近或有某种联系时,视频游戏迁移更容易发生(吴四兰,周宗奎,牛更枫,刘美婷,2015)。在此情况下,生活情境与游戏内任务的产生式也能发生交叉重叠,从而产生了认知技能的学习迁移,改善了玩家的日常认知技能。

4.3. 动作视频游戏遵循了行为强化的原理

动作视频游戏通过极短的反馈周期对玩家实施正强化或正惩罚。当玩家操作得当击杀敌人时,动作视频游戏会给予玩家非常有打击感的反馈,这就形成了一种正强化。当玩家反应或操作失误被敌人击杀时,通常会进入一段冷却期,并给予相应的等级或装备上的惩罚,这就形成了一种正惩罚。动作视频游戏通过将一个大目标分解成许多小目标,并不断对这些小目标的结果做即时反馈的方式促使玩家更快,更准地做出反应。在这一过程中,玩家的认知能力会得到锻炼,且这些强化或惩罚始终能让玩家保持强烈的成就动机。

这符合行为主义心理学家的强化原理。强化具有时效性,时效性的强化对于干预效果有着很大的影响,若值得奖励的行为发生后,强化与奖励时间差距过大,会极大地降低该刺激的作用(陈淼,刘建东,2019)。而动作视频游戏的强化非常密集且毫无时滞性。视频游戏有效的利用了操作性条件反射的原理,提供成就象征作为奖励形式,频繁的奖励可以促进游戏的升级,对多重奖励的追求促使个体产生不断练习的动机(吴四兰等,2015)。这种频繁的强化机制会促进玩家更多,更好地游玩动作视频游戏,在这一过程中玩家的认知能力就会得到锻炼。

4.4. 动作视频游戏遵循了社会动机的原理

最后, 绝大多数动作视频游戏都加入了社交系统, 在社交系统中玩家能看到自己好友的成绩, 获得的成就和当前的游戏水平。这会促使玩家不断游玩, 精进自己的技术, 以便在计分板中超越自己的朋友。这符合社会心理学中同辈压力和社会观察学习的一般原理, 能够使玩家获得更多的成就动机。

在一项问卷调查研究中, 研究者以动机理论为框架对决定青少年网络游戏玩家的游戏意向的主要因素进行了系统的整合和归类, 发现自我效能的内部动机是被试游玩视频游戏的主要动机之一(该因子占到玩家动机模型中 12.42% 的解释方差)。游戏中的自我效能, 即通过玩游戏来证明自己的能力和智力强于他人(张红霞, 谢毅, 2008)。动作视频游戏通过精妙的社交系统设定, 让玩家清楚自己在所有玩家中和自己朋友中的游戏水平, 以此能够激发玩家的好胜心和竞争心理, 进一步促进玩家投入更多精力游玩, 以训练他们的认知能力。

诚然, 动作视频游戏开发商的本意不是要促进玩家的认知水平, 而是为了提升用户粘性, 从而获得更多的商业利益。但正如前文所述, 这些特征恰好符合了一个多世纪以来心理学和教育学的研究成果, 从而使动作视频游戏成为了一个绝佳的提升认知能力和大脑可塑性的工具(Bavelier & Green, 2019)。

5. 未来研究方向

5.1. 对发展阶段中特殊人群的研究有待丰富

前人研究大多集中于关注成年人中的动作视频游戏玩家和非玩家的认知能力差异。也有研究者关注发展早期的动作视频游戏与认知能力发展的关系。Dye 等人使用注意力网络测试(ANT)证明从 7 岁的儿童到 22 岁的成年早期, 个体都能从玩视频游戏当中获益(Dye et al., 2009b)。还有的研究者致力于使用动作视频游戏作为一种干预方式以提升老年人的认知能力(Anguera et al., 2013)。但是目前这两方面的研究并不多, 主要存在科研伦理和被试选取困难两个方面的顾虑。未来可以进一步对特殊发展时期动作视频游戏对认知能力的影响及其机制进行研究。

5.2. 对新兴的移动终端游戏研究不够关注

随着科技和经济的发展, 智能移动终端的兴起, 玩家群体及其游戏习惯已经发生了质和量的变化。对天津某大学的学生的初步调查显示, 玩家的游戏习惯出现了以下改变: 1) 玩家总体游玩时间相比前人有所提高; 2) 玩家群体中女性占比显著提高; 3) 玩家游玩手机等移动平台的时间显著提高, 成为游戏时间占比中的主要部分。而移动平台游戏通常视域更小, 且更简单。这一变化可能会对玩家的认知机制产生新的影响。从而引出一个新的议题: 在不同平台上游玩动作视频游戏是否会对认知能力产生不同的影响? 其机制又有何不同?

5.3. 玩家游玩风格对认知能力的影响有待探究

随着游戏行业的发展, 越来越多的游戏, 尤其是动作角色扮演, 流行“开放世界”、“沙盒游戏”、“高自由度”等玩法。玩家可以千米之外狙杀敌人或是手持利刃狂砍滥杀, 抑或潜行盗窃无声无息。这种高度个性化的游戏体验无疑会影响到玩家的认知能力。即使是同样一款游戏, 效果也可能大不相同。一项研究(West et al., 2017)显示, 玩家游玩游戏的风格会影响到海马体的大小, 在游玩同样动作视频游戏的玩家中, 使用了空间策略的玩家海马体增大, 而没有这样做的玩家海马体体积减小。电子游戏对认知能力的影响受到玩家与游戏互动方式的影响。因此, 未来的研究也可以聚焦于这种个体化的游戏体验与相关认知能力的关系。

参考文献

- 陈宏, 王苏妍(2012). 视觉注意瞬脱实验范式述评. *心理科学进展*, 20(12), 1926-1939.
- 陈淼, 刘建东(2019). 正强化理论在情绪与行为障碍儿童音乐治疗干预过程中的影响研究与实践. *教育观察*, 9(41), 53-73.
- 李晴, 陈安涛(2018). 视频游戏对认知能力的影响及其神经基础. *心理科学*, 41(6), 1318-1324.
- 麻彦坤, 叶浩生(2004). 维果茨基最近发展区思想的当代发展. *心理发展与教育*, (2), 89-93.
- 莫雷(1997). 论学习迁移研究. *华南师范大学学报(社会科学版)*, (6), 50-75.
- 王文静(2000). 维果茨基“最近发展区”理论对我国教学改革的启示. *心理学探新*, 74(2), 17-20.
- 吴四兰, 周宗奎, 牛更枫, 刘美婷(2015). 视频游戏迁移现象: 类型、表现及作用机制. *心理科学进展*, 23(6), 1041-1051.
- 张红霞, 谢毅(2008). 动机过程对青少年网络游戏行为意向的影响模型. *心理学报*, 40(12), 1275-1286.
- Anguera, J. A., Boccanfuso, J., Rintoul, J. L., Faraji, F., Janowich, J., Kong, E., Gazzaley, A. et al. (2013). Video Game Training Enhances Cognitive Control in Older Adults. *Nature*, 501, 97-101. <https://doi.org/10.1038/nature12486>
- Bavelier, D., & Green, C. S. (2019). Review Enhancing Attentional Control: Lessons from Action Video Games. *Neuron*, 104, 147-163. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2019.09.031>
- Bavelier, D., Achtman, R. L., Mani, M., & Föcker, J. (2012). Neural Bases of Selective Attention in Action Video Game Players. *Vision Research*, 61, 132-143. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.08.007>
- Bediou, B., Adams, D. M., Mayer, R. E., Tipton, E., Green, C. S., & Bavelier, D. (2018). Meta-Analysis of Action Video Game Impact on Perceptual, Attentional, and Cognitive Skills. *Psychological Bulletin*, 144, 77-110. <https://doi.org/10.1037/bul0000130>
- 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>
- Castel, A. D., Pratt, J., & Drummond, E. (2005). The Effects of Action Video Game Experience on the Time Course of Inhibition of Return and the Efficiency of Visual Search. *Acta Psychologica*, 119, 217-230. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2005.02.004>
- Clark, K., Fleck, M. S., & Mitroff, S. R. (2011). Enhanced Change Detection Performance Reveals Improved Strategy Use in Avid Action Video Game Players. *Acta Psychologica*, 136, 67-72. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.10.003>
- Cohen, J. E., Green, C. S., & Bavelier, D. (2008). Training Visual Attention with Video Games: Not All Games Are Created Equal. In H. F. O'Neil, & R. S. Perez (Eds.), *Computer Games and Team and Individual Learning* (pp. 205-227). Amsterdam: Elsevier.
- 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>
- DePue, B., & Richard, J. D. (2013). Games to Do You Good. *Nature*, 494, 425-426. <https://doi.org/10.1038/494425a>
- Donohoe, S. E., Woldorff, M. G., & Mitroff, S. R. (2010). Video Game Players Show More Precise Multisensory Temporal Processing Abilities. *Attention, Perception & Psychophysics*, 72, 1120-1129. <https://doi.org/10.3758/APP.72.4.1120>
- Dye, M. W. G., Green, C. S., & Bavelier, D. (2009a). Increasing Speed of Processing with Action Video Games. *Current Directions in Psychological Science*, 18, 321-326. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01660.x>
- Dye, M. W. G., Green, C. S., & Bavelier, D. (2009b). The Development of Attention Skills in Action Video Game Players. *Neuropsychologia*, 47, 1780-1789. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.02.002>
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an Action Video Game Reduces Gender Differences in Spatial Cognition. *Psychological Science*, 18, 850-855. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x>
- Fritzsche, A. S., Stahl, J., & Gibbons, H. (2011). An ERP Study of Target Competition: Individual Differences in Functional Impulsive Behavior. *International Journal of Psychophysiology*, 81, 12-21. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.03.014>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2003). Action Video Game Modifies Visual Selective Attention. *Nature*, 423, 3-6. <https://doi.org/10.1038/nature01647>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2006a). Effect of Action Video Games on the Spatial Distribution of Visuospatial Attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 1465-1478.

- <https://doi.org/10.1037/0096-1523.32.6.1465>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2006b). Enumeration versus Multiple Object Tracking: The Case of Action Video Game Players. *Cognition*, *101*, 217-245. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2005.10.004>
- Green, C. S., & Bavelier, D. (2015). Action Video Game Training for Cognitive Enhancement. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *4*, 103-108. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.04.012>
- Green, C., & Bavelier, D. (2007). Video-Game Experience Alters the Spatial Resolution of Vision. *Psychological Science*, *18*, 88-94. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01853.x>
- Hou, H. Y., Jia, X. Z., Wang, P., Zhang, J. X., Huang, S., & Li, H. J. (2019). Intrinsic Resting-State Activity in Older Adults with Video Game Experience. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *11*, 1-8. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2019.00119>
- Khader, P. H., Jost, K., Ranganath, C., & Rösler, F. (2010). Theta and Alpha Oscillations during Working-Memory Maintenance Predict Successful Long-Term Memory Encoding. *Neuroscience Letters*, *468*, 339-343. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2009.11.028>
- Kowal, M., Toth, A. J., Exton, C., & Campbell, M. J. (2018). Different Cognitive Abilities Displayed by Action Video Gamers and Non-Gamers. *Computers in Human Behavior*, *88*, 255-262. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.010>
- Kühn, S., Gleich, T., Lorenz, R. C., Lindenberger, U., & Gallinat, J. (2014). Playing Super Mario Induces Structural Brain Plasticity: Gray Matter Changes Resulting from Training with a Commercial Video Game. *Molecular Psychiatry*, *19*, 265-271. <https://doi.org/10.1038/mp.2013.120>
- Maclin, E. L., Mathewson, K. E., Low, K. A., Boot, W. R., Kramer, A. F., Fabiani, M., & Gratton, G. (2011). Learning to Multitask: Effects of Video Game Practice on Electrophysiological Indices of Attention and Resource Allocation. *Psychophysiology*, *48*, 1173-1183. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01189.x>
- Tanaka, S., Ikeda, H., Kasahara, K., Kato, R., Tsubomi, H., Sugawara, S. K., Watanabe, K. et al. (2013). Larger Right Posterior Parietal Volume in Action Video Game Experts: A Behavioral and Voxel-Based Morphometry (VBM) Study. *PLoS ONE*, *8*, e66998. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066998>
- West, G. L., Konishi, K., & Bohbot, V. D. (2017). Video Games and Hippocampus-Dependent Learning. *Current Directions in Psychological Science*, *26*, 152-158. <https://doi.org/10.1177/0963721416687342>