

# 游戏对个体执行功能的积极影响

张 静, 朱嘉怡

重庆师范大学教育科学学院, 重庆

收稿日期: 2023年10月7日; 录用日期: 2023年11月18日; 发布日期: 2023年11月29日

## 摘 要

随着个体的成长和发展, 执行功能已成为诸多国内外学者研究的主题, 信息化技术和游戏的迅速普及, 研究者逐渐开始关注游戏对不同类型群体执行功能的影响。先前大多数的研究关注游戏对个体成长产生的攻击等负面影响, 通过对前人研究文献梳理, 文章着重探讨对于不同年龄正常群体和某些执行功能患者康复不同游戏产生的积极影响。未来研究应进一步探讨在中国文化背景下如何理解游戏对个体产生的积极作用及实际应用研究, 考察游戏类型及时长等特点, 玩家在游戏内的性别及年龄差异, 在扩展研究对象基础上, 开发针对不同群体执行功能及特定方面的游戏。

## 关键词

游戏, 执行功能, 正常群体, 执行功能障碍患者, 未来展望

# Positive Effects of Games on Individual Executive Functioning

Jing Zhang, Jiayi Zhu

School of Educational Sciences, Chongqing Normal University, Chongqing

Received: Oct. 7<sup>th</sup>, 2023; accepted: Nov. 18<sup>th</sup>, 2023; published: Nov. 29<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

With the growth and development of individuals, executive function has become the subject of many domestic and foreign scholars' research, and with the rapid popularization of information technology and games, researchers have gradually begun to pay attention to the effects of games on the executive function of different types of groups. Most of the previous studies focused on the negative effects of games on individual growth, such as aggression. By combing the literature of previous studies, this paper focuses on the positive effects of different games on the rehabilitation of normal groups of different ages and patients with certain executive functions. Future research

should further explore how to understand the positive effects of games on individuals in the context of Chinese culture and practical applications, examine the characteristics of game types and duration, and the gender and age differences of players in games, and develop games that target the executive functions and specific aspects of different groups based on the expansion of the study population.

## Keywords

Games, Executive Function, Normal Groups, Patients with Executive Function Disorders, Future Perspectives

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

每天, 在世界各地, 游戏都可能成为孩子完成作业后的奖励、年轻人舒缓压力的消遣方式、老年人扩大社会交往的工具, 作为一种娱乐方式已经被很多人划进生活里不可或缺。在科学研究方面, 过去的几年里, 执行功能的发展及其相关因素的研究引发了研究者的关注兴趣, 执行功能可以描述适应环境中持续变化的高层次认知控制过程。执行功能作为个体重要认知能力, 与问题行为有着一定特定的关系[1]。在儿童的学习、生活、成长过程中执行功能具有不可替代的作用, 对儿童具备以及提高日常生活能力奠定了基础性的作用[2]。另外, 随着世界快速步入老龄化时代, 在各种认知任务中都观察到与年龄相关的流体能力下降[3], 特别是执行功能的下降, 老年人健康顺利地度过老年生活也受到广泛关注。执行功能对各个年龄阶段的群体都至关重要, 同时在执行功能缺陷患者治疗领域, 专家也在寻找和开发更便捷更新式的治疗方式。信息化技术的发展和研究的深入, 游戏成功进入学者们的视野, 期望游戏改善患者的认知功能, 提高执行功能进而促进康复。那游戏, 特别是针对性的游戏训练能够改善个体的执行功能吗? 本文将从年轻人、老年人、执行功能障碍患者三个群体就不同游戏对执行功能的影响及相关研究做一综述。

## 2. 执行功能与游戏

### 2.1. 执行功能的定义

随着对执行功能的广泛和深入研究, 不同的研究者对执行功能的内容关注和研究侧重点不同, 因此关于执行功能的定义和范围, 不同学者有不同的观点。执行功能(Executive Function)是个体一种自上而下的认知调节[4][5], 最早是对额叶皮层损伤的病人的一些神经心理缺陷的诊断中提出的。以往研究中, 指出执行功能代表儿童和成人一系列特定领域的认知能力, 包括(a) 抑制控制; (b) 工作记忆; (c) 认知灵活性[6]。也有研究指出执行功能是包含抑制、刷新和转换 3 个子功能的高级认知过程, 是儿童认知功能的核心, 通过产生有目的的行为, 协调有序的行为等对个体产生作用[7]。另外, 还有学者认为执行功能(EF)是指一组认知过程, 允许控制, 目标导向的认知和行为[8]。

综上所述, 执行功能包含三个彼此独立又相互联系的成分, 即抑制控制、工作记忆和认知灵活性[9]是目前影响较大的观点。其中, 工作记忆(Working Memory)通常被定义为对信息进行临时存储和操作的认知系统[10]; 抑制控制(Inhibition Control)也被称为抑制, 是一种注意指向特定刺激而忽略其余无关的刺

激, 根据目标进行压制、中断或延迟行为的能力[11]; 认知灵活性又称转换(Shifting), 是个体控制两项任务对同一认知资源竞争的相互转换过程, 包括注意焦点、反应间的转换和认知任务能力等[12][13]。因此, 执行功能是个体解决问题过程中用到的一种功能结构, 在处理各种任务时, 协调各种资源, 控制各种加工, 完成问题解决的能力。

## 2.2. 游戏类型及特点

数字化技术的发展以及游戏对人们生活的深入和带来重大影响, 同时为了增加提高执行功能而进行的训练的趣味性, 游戏训练对个体执行功能的影响受到了广泛研究者的关注。

通过回顾相关文献, 不同类型的游戏对执行功能产生不同程度的影响已进入研究者的视野。例如, 体感游戏(Exergame)指通过激发个体全身活动, 使身体得到活跃的激发, 给个体带来充分的游戏体验[14]。一方面, 体育锻炼使个体全身的血流量得到增加和循环, 促进前额叶皮层活动[15]。另一方面, 儿童需要在游戏中完成一些认知方面的任务, 如视觉和空间记忆等, 需要执行功能发挥作用, 从而有效发挥儿童的执行功能的作用[16]。运动游戏, 将生理冲动(Physiological Arousal, PA)和认知参与(Cognitive Engagement, CE)结合设计游戏, 即 Exergames (“锻炼”和“游戏”两个词的合成词)是新一代的电子游戏, 给个体带来更为活跃的全身活动体验[17]。另外, 也有研究者对学习困难的小学生开发与运动干预结合的游戏活动, 如针对语困小学生开展“趣味游戏 + 花样跳绳 + 花样跑步”的活动, 对数困小学生组织“合作游戏 + 武术操 + 花样踢毽”的活动, 学生脑执行功能的发展得到了有效的促进[7]。

此外, 为了增强执行功能任务的吸引力和有趣性, 也有研究者根据目标任务设计任务游戏。例如, 研究者根据之前的研究开发了一款严肃的目标获取游戏(以小鼠为目标)来评估认知速度[18], “严肃”游戏是指除了娱乐之外, 还带有主要(严肃)目的的游戏[19]。有学者使用一款流行的大脑训练游戏(《大脑年龄》)和一款流行的益智游戏(《俄罗斯方块》)进行了一项双盲随机对照试验[20], 随后再对执行功能进行测量。中国学者则使用 Brain HQ 视觉训练, 包括三思而行、目标追踪、鹰眼、视觉扫描的游戏模式等[21], 对患者进行康复训练研究。也有学者基于特定执行功能设计出带有训练性质的游戏, 比如, 需要制定策略、重新组织和计划的物理益智游戏(割绳子)[22]; 视频游戏训练, 是以视频游戏为主要内容, 能提高训练者认知能力[23]; 复杂的策略电子游戏训练, 整合了许多感知和认知技能, 是一种可变的、灵活的和综合的训练模式, 比如《荣誉勋章》(Medal of Honor)[24]。

## 3. 游戏对个体执行功能的积极影响

根据以往的研究已证明, 执行功能对个体的发展具有不可替代的作用, 也出现了具有代表性的研究范式, 例如数字倒背、Go/No Go 任务、stroop 任务、卡片分类任务等, 对执行功能具有提高作用, 也表明执行功能具有可塑性。随着游戏逐渐成为生活常见现象, 游戏对个体产生的影响及特点得到研究者的关注, 但游戏对个体产生消极影响仍是主流现象和主要关注点, 如会使个体产生攻击性行为和出现情绪不稳定的现象[25], 游戏成瘾现象及其带来的危害也引发大众的思考[26]。以往研究也逐渐发现, 游戏对个体执行功能存在着一定的积极影响, 并通过研究得到实质性的结果。

### 3.1. 游戏对年轻人执行功能的积极影响

对于游戏的使用对象, 年轻人毋庸置疑是主力军, 游戏对其发展产生的积极影响亦不可忽视。通过对前人研究发现, 盖笑松等人(2021)通过对 4~6 岁儿童进行短期和长期的游戏训练中发现, 一次性训练中运动强度显著提高儿童的执行功能; 长期干预中认知参与程度儿童执行功能的提高有显著的正相关[27], 有力证实了体感游戏对儿童执行功能存在积极影响, 带来益处。Tiffany Tong 等人(2019)对 19~35

的年轻人进行研究,发现严肃的游戏可以评估执行功能中的反应抑制能力[18]。Verena E. Johann 等人(2018)对9岁左右的儿童的研究发现,添加了游戏的执行功能任务中,参与者在兴趣、感知能力和关联性方面的自我报告动机更高[17],也可以验证游戏对执行功能的影响。康丹等人(2018)对5~6岁数学困难儿童的研究发现,带有游戏性质的工作记忆训练项目可以显著提高工作记忆和数学能力[28]。

总而言之,作为游戏使用的大多数群体,设计恰当的游戏可以对年轻人执行功能的发展产生许多有利的影响,例如益智类游戏需要规划从而解决某些复杂的问题,调动需要的资源抑制不需要的资源,对执行功能的内在三个成分都可以起到积极作用,对学生的学习起到促进效果。

### 3.2. 游戏对老年人执行功能的积极影响

随着老年人口的增加,人口老龄化已经成了一个世界性问题,老年人也成为一个特定的研究群体,通过对老年群体的研究发现,老年人通过体验游戏也会对自身的执行功能带来益处和积极影响。耿协鑫等人(2014)通过对前人研究的总结,得出了视频游戏有利于促进成功老龄化,有利于缓解认知老化、提升心理健康水平、改善人际关系和促进身体机能恢复等,从而帮助他们提升晚年生活水平的结论[29]。研究指出,老年人在视频游戏中表现出不同程度但良好的视觉空间、加工速度及注意控制等能力[24][30][31]。Basak 等人(2008)使用一款即时策略游戏,包括解决问题、工作记忆等任务和认知过程对一组69岁左右的老年人进行7~8周的训练后发现,游戏训练与老年人执行控制能力的提高呈显著的正相关[24]。

总的来说,游戏已经愈加成为老年人的娱乐方式,游戏中生动的画面,不仅能提高老年人的积极情绪促进心理健康,同时游戏提供的丰富的刺激也有效训练了老年人的反应时间和速度,调动了注意力,促进了执行功能的改善,有利于延缓认知老化的过程。

### 3.3. 游戏对执行功能障碍患者的积极影响

执行功能障碍(Executive Dysfunction)是认知功能损害的首发症状和核心标志[32],因而积极改善患者执行功能对患者的康复显得尤为重要。已有研究证明,游戏会对个体执行功能产生不同程度的积极影响,除了正常群体,游戏也已用于执行功能障碍患者的治疗过程中,以期带来一定程度的康复效果。陈长香等人(2013)对24例脑卒中记忆障碍患者进行4周的体感互动游戏干预发现,体感互动游戏组在回忆姓名等记忆测量任务上较对照组评分显著提高,从而得出脑卒中患者的行为记忆能力能通过参与体感互动游戏得到改善和恢复的结论[33]。此外,陈长香等人(2014)进一步通过对46例脑卒中恢复期执行功能障碍患者进行4周的体感游戏干预,发现体感游戏训练组在执行功能测量得分上显著高于康复训练的对照组,体感游戏训练可以一定程度改善脑卒中患者执行功能,临床上可以推广使用该方法[34]。李秀霞等人(2016)通过4周的Brain HQ视觉训练对80例住院卒中患者研究发现,患者训练依从性通过训练的娱乐性而得到显著增强,从而执行功能也得到提高[21]。

总之,对于执行功能障碍的典型患者,带有一定娱乐和放松性质的游戏训练,使脑活动量得到增加,促进了受伤部位的血液流通,有利于改善患者的记忆功能。同时,游戏提供了复杂且变化的言语和图片等刺激,无疑向大脑传递了更多丰富的需要接收的信息,有利于建立新的认知神经网络,从而提高执行功能。最后,有些游戏需要家属陪同参与,分享乐趣或者给予表扬和鼓励,通过改善患者的情绪也可以达到改善执行功能的目的。

## 4. 小结与展望

毫无疑问,随着科技的发展,游戏已成为人们生活中的一部分,并且跨越年龄阶段,跨越群体,从幼儿到老年,从正常群体到病人,研究者发现,游戏对个体执行功能以及特定层面都产生积极的影响。



当游戏与康复训练结合加入到执行功能障碍患者的治疗过程中时, 游戏对执行功能的改善也起到积极的作用, 这在临床的治疗方面是一个重要的发现。综合国内外研究状况, 游戏对个体执行功能关系的研究还有以下值得关注的问题:

第一, 不同类型游戏对个体执行功能影响的研究较少。目前的研究大多数是结合执行功能的研究范式而改编的带有任务性质的游戏训练, 大多采用电脑或者视频游戏, 对于游戏的类型细致的划分较少。West 等人(2017)发现视频游戏会对大脑中一些认知系统(如视觉注意和工作记忆相关的区域)带来好处, 但海马体可能因此受到一定程度的损伤[35]。另外, 尽管当前的研究对游戏进行了一定的分类, 但也不清楚分类的依据。因此, 未来的研究应考虑更多不同的类型的游戏是否对个体特定的认知过程产生联系, 是否对执行功能同样产生积极影响。

第二, 较少有研究考虑游戏对个体执行功能产生影响时的性别差异。通过文献回顾发现, 较少有研究涉及游戏对个体执行功能产生积极影响是否有性别差异。比如男性更愿意花费时间在视频游戏上[36]; Bonanno 和 Kommers (2005)发现女性对谜题、冒险等游戏更感兴趣, 而第一人称射击、运动等游戏更受到男性的青睐[37]。因此, 未来的研究应进一步考虑游戏是否对男女执行功能产生不同影响。

第三, 很少研究考虑游戏对执行功能产生影响的长期效果。Looi 等人(2016)通过无创脑刺激结合游戏, 发现学习能力和认知增强通过视频游戏训练可以产生长期的迁移效果[38]。根据以往研究, 在短期和长期的游戏干预中, 游戏中需要的个体不同功能会发挥不同的作用, 并且对执行功能中的特定层面产生积极作用, 但对于游戏产生影响的持续时间, 以及影响效果是否会随着时间的推移发生变化的研究较少。

第四, 游戏的研究对象问题, 即针对不同的群体应设计针对性的游戏训练。当前国内外的研究大多都集中在正常的成年群体和临床病人身上, 而是否可以将研究结果推广到儿童及青少年的教育实践和其他方面中的研究还较少。因此, 未来的研究应该扩展到更广泛的群体身上, 并针对不同的个体设计不同的游戏进行干预, 此外, 是否可以将游戏与教育相结合, 在课堂上寓教于乐, 利用游戏本身具有的吸引力促进学生发展的问题也需要探讨。

第五, 研究结论的推广问题, 即在探讨研究结论时应考虑文化背景差异。在西方国家, 由于科技的发展, 大众对游戏的接受程度较高, 而在中国, 特别是在应试压力和传统文化背景下, 大多数人对游戏都存在负面的印象, 关注游戏对个体生活产生的消极影响, 从而对游戏会产生积极影响的研究结论持怀疑态度。因此, 在国内传统家庭的特殊背景下, 推广和研究游戏对个体执行功能的积极影响还应进一步探讨。

## 参考文献

- [1] Roman, G.D., Ensor, R. and Hughes, C. (2016) Does Executive Function Mediate the Path from Mothers' Depressive Symptoms to Young Children's Problem Behaviors? *Journal of Experimental Child Psychology*, **142**, 158-170. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.09.022>
- [2] 肖啸, 周宗奎, 李卉. 4-6岁幼儿执行功能与学习表现的关系[J]. 心理研究, 2015, 8(1): 20-25+30.
- [3] Hedden, T., Gabrieli, J.D.E., et al. (2004) Insights into the Ageing Mind: A View from Cognitive Neuroscience. *Nature Reviews Neuroscience*, **5**, 87-96. <https://doi.org/10.1038/nrn1323>
- [4] Luria, A.R. (1966) *Higher Cortical Functions in Man*. Basic Books, New York.
- [5] Nigg, J.T. (2017) Annual Research Review: On the Relations among Self-Regulation, Self-Control, Executive Functioning, Effortful Control, Cognitive Control, Impulsivity, Risk-Taking, and Inhibition for Developmental Psychopathology. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, **58**, 361-383. <https://doi.org/10.1111/jcpp.12675>
- [6] Devine, R.T., Ribner, A. and Hughes, C. (2019) Measuring and Predicting Individual Differences in Executive Functions at 14 Months: A Longitudinal Study. *Child Development*, **90**, e618-e636. <https://doi.org/10.1111/cdev.13217>
- [7] 殷恒婵, 崔蕾, 潘家礼, 等. 改善不同类型学习困难小学生脑执行功能的运动干预方案开发与实证研究[J]. 武汉体育学院学报, 2018, 52(6): 78-89.

- [8] Banich, M.T. (2009) Executive Function: The Search for an Integrated Account. *Current Directions in Psychological Science*, **18**, 89-94. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01615.x>
- [9] Sylvia, S.I.R., Fonseca-Pedrero, E. and Poch-Olivé, M.L. (2015) Early Development of Executive Functions: A Differential Study. *Anales de Psicología*, **31**, 607-614. <https://doi.org/10.6018/analesps.31.2.180711>
- [10] Hitch, G.J. (1986) Working Memory, Reading and Dyslexia. In: *Advances in Psychology*, Volume 34, Elsevier, Amsterdam, 141-152.
- [11] O'Reilly, R.C. and Frank, M.J. (2006) Making Working Memory Work: A Computational Model of Learning in the Prefrontal Cortex and Basal Ganglia. *Neural Computation*, **18**, 283-328. <https://doi.org/10.1162/089976606775093909>
- [12] Collette, F. and Linden, M.V.D. (2002) Brain Imaging of the Central Executive Component of Working Memory. *Neuroscience & 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)
- [13] Diamond, A. (2006) The Early Development of Executive Functions. In: Bialystok, E. and Craik, F.I.M., Eds., *Lifespan Cognition Mechanisms of Change*, Oxford Academic, New York, 70-95. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195169539.003.0006>
- [14] Staiano, A.E., Abraham, A.A. and Calvert, S.L. (2012) Competitive versus Cooperative Exergame Play for African American Adolescents' Executive Function Skills: Short-Term Effects in a Long-Term Training Intervention. *Developmental Psychology*, **48**, 337-342. <https://doi.org/10.1037/a0026938>
- [15] Verburch, L., Konigs, M., Scherder, E.J.A., et al. (2014) Physical Exercise and Executive Functions in Preadolescent Children, Adolescents and Young Adults: A Meta-Analysis. *British Journal of Sports Medicine*, **48**, 973-979. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091441>
- [16] Achtman, R.L., Green, C.S. and Bavelier, D. (2007) Video Games as a Tool to Train Visual Skills. *Restorative Neurology & Neuroscience*, **26**, 435-446.
- [17] Johann, V.E. and Julia, K. (2018) Validation of New Online Game-Based Executive Function Tasks for Children. *Journal of Experimental Child Psychology*, **176**, 150-161. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2018.07.009>
- [18] Tong, T., Chignell, M. and Deguzman, C.A. (2019) Using a Serious Game to Measure Executive Functioning: Response Inhibition Ability. *Applied Neuropsychology: Adult*, **28**, 673-684. <https://doi.org/10.1080/23279095.2019.1683561>
- [19] Charsky, D. (2010) From Edutainment to Serious Games: A Change in the Use of Game Characteristics. *Games & Culture*, **5**, 135-137. <https://doi.org/10.1177/1555412009354727>
- [20] Nouchi, R., Taki, Y., Takeuchi, H., et al. (2013) Brain Training Game Boosts Executive Functions, Working Memory and Processing Speed in the Young Adults: A Randomized Controlled Trial. *PLOS ONE*, **8**, e55518. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055518>
- [21] 李秀霞, 胖红雯, 田策, 等. Brain HQ 视觉训练对卒中患者执行功能的作用[J]. 中国脑血管病杂志, 2016, 13(4): 178-181.
- [22] Oei, A.C. and Patterson, M.D. (2014) Playing a Puzzle Video Game with Changing Requirements Improves Executive Functions. *Computers in Human Behavior*, **37**, 216-228. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.046>
- [23] 王元, 李柯, 盖笑松. 视频游戏训练对执行功能的迁移效应[J]. 心理科学, 2019, 42(4): 820-826.
- [24] Basak, C., Boot, W.R., Voss, M.W., et al. (2009) Can Training in a Real-Time Strategy Video Game Attenuate Cognitive Decline in Older Adults? *Psychology and Aging*, **23**, 765-777. <https://doi.org/10.1037/a0013494>
- [25] Ferguson, C.J., Rueda, S.M., Cruz, A.M., et al. (2008) Violent Video Games and Aggression Causal Relationship or Byproduct of Family Violence and Intrinsic Violence Motivation? *Criminal Justice and Behavior*, **35**, 311-332. <https://doi.org/10.1177/0093854807311719>
- [26] Gentile, D.A., Choo, H., Liau, A., et al. (2011) Pathological Video Game Use among Youths: A Two-Year Longitudinal Study. *Pediatrics*, **127**, e319-e329. <https://doi.org/10.1542/peds.2010-1353>
- [27] 盖笑松, 许洁, 闫艳, 等. 体感游戏促进儿童的执行功能: 运动强度和认知参与的作用[J]. 心理学报, 2021, 53(5): 505-514.
- [28] 康丹, 李飞燕, 文鑫, 等. 5-6岁潜在数学学习困难儿童数学和工作记忆的4周游戏训练效果[J]. 中国心理卫生杂志, 2018, 32(6): 495-501.
- [29] 耿协鑫, 周宗奎, 魏华, 等. 视频游戏对成功老龄化的影响[J]. 心理科学进展, 2014(2): 295-303.
- [30] Stern, Y., Blumen, H.M., Rich, L.W., et al. (2011) Space Fortress Game Training and Executive Control in Older Adults: A Pilot Intervention. *Aging Neuropsychology and Cognition*, **18**, 653-677. <https://doi.org/10.1080/13825585.2011.613450>

- 
- [31] Whitlock, L.A., Mclaughlin, A.C. and Allaire, J.C. (2012) Individual Differences in Response to Cognitive Training: Using a Multi-Modal, Attentionally Demanding Game-Based Intervention for Older Adults. *Computers in Human Behavior*, **28**, 1091-1096. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.01.012>
- [32] Carlson, M.C., *et al.* (2009) Executive Decline and Dysfunction Precedes Declines in Memory: The Women's Health and Aging Study II. *The Journals of Gerontology: Series A*, **64**, 110-117. <https://doi.org/10.1093/gerona/gln008>
- [33] 陈长香, 徐金献, 王尚书, 等. 体感互动游戏改善脑卒中患者记忆功能的效果[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(7): 624-627.
- [34] 陈长香, 张敏, 张卫红, 等. 体感游戏训练改善脑卒中患者执行功能的效果分析[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2014, 36(3): 211-213.
- [35] West, G.L., Konishi, K., Diarra, M., *et al.* (2018) Impact of Video Games on Plasticity of the Hippocampus. *Molecular Psychiatry*, **23**, 1566-1574. <https://doi.org/10.1038/mp.2017.155>
- [36] Ogletree, S.M. and Drake, R. (2007) College Students' Video Game Participation and Perceptions: Gender Differences and Implications. *Sex Roles*, **56**, 537-542. <https://doi.org/10.1007/s11199-007-9193-5>
- [37] Bonanno, P. and Kommers, P.A.M. (2005) Gender Differences and Styles in the Use of Digital Games. *Educational Psychology*, **25**, 13-41. <https://doi.org/10.1080/0144341042000294877>
- [38] Looi, C.Y., Duta, M., Brem, A.K., *et al.* (2016) Combining Brain Stimulation and Video Game to Promote Long-Term Transfer of Learning and Cognitive Enhancement. *Scientific Reports*, **6**, Article No. 22003. <https://doi.org/10.1038/srep22003>