

电子游戏治疗在儿童注意缺陷多动障碍中的应用

翟倩 丰雷

100088 首都医科大学附属北京安定医院 国家精神心理疾病临床医学研究中心 精神疾病诊断与治疗北京市重点实验室(翟倩、丰雷); 100069 首都医科大学人脑保护高精尖创新中心(翟倩、丰雷)

通信作者: 翟倩, Email: maxicy@126.com

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2020.09.011

【摘要】 注意缺陷多动障碍(ADHD)影响全世界大约5%的儿童。现有疗法(药物治疗、心理治疗等)的有效性、依从性、耐受性和可获得性低是ADHD治疗面临的问题。基于儿童患者的年龄特征,游戏治疗更容易被患儿所接受,作为传统治疗的替代方法,有望改善ADHD相关的症状以及弥补传统治疗的不足。2020年美国食品药品监督管理局(FDA)批准了首个电子游戏EndeavorRx(AKL-T01)成为处方药,用于治疗8~12岁的ADHD患儿,正式将电子游戏纳入临床治疗。现主要就电子游戏治疗在儿童ADHD中的应用做进一步详述。

【关键词】 电子游戏; 注意力缺陷障碍伴多动; 精神障碍,儿童期诊断的; 综述

基金项目: 国家科技重大专项重大新药创制(2018ZX09734-005); 首都卫生发展科研专项(2018-1-2121)

Application of video game therapy in children with attention deficit hyperactivity disorder Zhai Qian, Feng Lei

The National Clinical Research Center for Mental Disorders & Beijing Key Laboratory of Mental Disorders, Beijing An Ding Hospital, Capital Medical University, Beijing 100088, China (Zhai Q, Feng L); Advanced Innovation Center for Human Brain Protection, Capital Medical University, Beijing 100069, China (Zhai Q, Feng L)

Corresponding author: Zhai Qian, Email: maxicy@126.com

【Abstract】 Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) affects about 5% of children worldwide. The low compliance, effectiveness, tolerance and availability of the existing treatment (drug treatment, psychotherapy, etc.) are the problems faced by the treatment of ADHD. Based on the age characteristics of children patients, game therapy is more acceptable. As an alternative to traditional therapy, video game has the potential to improve the symptoms of children with ADHD and make up for the deficiencies of traditional therapy. In 2020, the U.S. Food and Drug Administration (FDA) approved the first video game, Endeavor Rx (AKL-T01), as a prescription drug for Children with ADHD between 8 and 12. Video games were officially included in clinical treatment. This article mainly reviews the further details of the application of video game therapy in children with ADHD.

【Key words】 Video games; Attention deficit disorder with hyperactivity; Mental disorders diagnosed in childhood; Review

Fund programs: National Science and Technology Major Project for IND (investigational new drug) (2018ZX09734-005); Capital's Funds for Health Improvement and Research (2018-1-2121)

注意缺陷多动障碍(attention deficit hyperactivity disorder, ADHD)是最常见的儿童精神障碍之一,在全球范围内的患病率约为5%^[1]。据估计,全球约有37 100万名儿童和青少年(年龄≤20岁)患有ADHD^[2]。ADHD是一种以持续受损的注意力、多动和冲动

为特征的神经发育异常,其影响往往持续到成年。ADHD患儿共病其他精神障碍、药物滥用、自残、犯罪行为,以及预期寿命减少的风险明显增高^[3],严重影响患儿的日常功能和生活质量,并给家庭和社会带来巨大的负担^[1,4]。

一、ADHD的治疗现状

ADHD的主要治疗包括药物和非药物治疗。临床中常常采取以药物治疗为主,辅助行为矫正、父母培训、心理治疗、学校教育、感统治疗等多种非药物治疗的综合疗法。但是这些治疗方法都有一定的局限性,并不能完全满足众多ADHD患儿的需要^[5]。首先,药物治疗对18%~36%的患者无效,其潜在的不良反应降低了药物的可接受度,导致依从性差^[6-7],同时药物还有滥用的风险^[5,8-9]。其次,由于受过规范培训的儿童精神科医生极为短缺,能够获得专科筛查和治疗的ADHD患儿是有限的,行为矫正、父母培训、心理治疗、学校教育、感统治疗等均需要专业人员的参与,导致大多数患儿无法获得适当的治疗^[10-11]。

游戏治疗作为一种独特的治疗方法在儿童发育、行为心理、情绪疾病等方面有着广泛的应用。基于儿童患者的年龄特征,游戏疗法通过虚拟性、趣味性的游戏充分地展示儿童患者的心理发育状况,基于此实施干预治疗,也更好地被患儿和家长所接受^[12]。新兴的数字健康干预,如通过移动平台、平板电脑和网络平台提供的干预手段,作为传统治疗的替代方法,有希望改善ADHD相关的症状以及弥补传统治疗(如药物干预、行为治疗、传统游戏治疗等)的不足。这种方式不仅获取方便,而且支持多种环境(如家庭、教育和卫生服务)的整合。

Hollis等^[13]对10项临床试验共853例受试者进行分析,结果发现数字健康干预(包括电子游戏程序或计算机程序)能够改善ADHD症状。ADHD患儿虽然存在注意力不集中,但却可以长时间集中在他们喜欢的活动上,因此,电子游戏可能是一个很好的治疗手段,有助于改善ADHD患儿的注意力问题^[14]。

二、电子游戏治疗的发展

2010年之前几乎没有电子游戏治疗的相关文献。2010年之后电子游戏治疗在精神卫生领域的研究才逐渐增多,在缓解神经运动功能障碍、减少焦虑症状和慢性病的管理等方面都具有潜力^[15],同时也被用于治疗孤独症谱系障碍(autism spectrum disorders, ASD),这种障碍通常与ADHD相关^[16-17]。一项互动视频游戏的研究结果显示,这个游戏可以提高ASD和ADHD患儿的认知功能^[17]。

最早将电子游戏应用于儿童ADHD治疗的是马萨诸塞州“Atentiv”机构与杜克大学神经系统科学家Ranga Krishnan。研究采用一种名为“小鸡快跑”的电子游戏,结果发现该游戏可以改善ADHD

患儿的注意力,还能帮助他们改善多动症状以及焦虑抑郁症状^[18]。2013年美国加州大学旧金山分校的Anguera团队开发了一款沉浸式的3D认知训练游戏(NeuroRacer),这款游戏与“小鸡快跑”游戏在许多方面都有相似之处。研究发现,该视频游戏具有明显的认知增强功能,能够提高患者的注意力、工作记忆和反应时间^[18]。Akili Interactive Labs在Anguera团队的研究基础上,开发了一款专门针对儿童ADHD治疗的电子游戏设备(Endeavor Rx)。2020年美国FDA批准EndeavorRx(AKL-T01)上市,作为ADHD处方治疗方法。它适用于8~12岁患有注意力不集中或表现出注意力问题的ADHD儿童患者^[19]。EndeavorRx是首个旨在改善ADHD相关症状的数字疗法,也是首个获得FDA批准基于游戏治疗疾病的数字医疗手段。

三、电子游戏治疗ADHD的机制

电子游戏对大脑结构和认知功能产生改变是一个相对新的研究领域,其可能的治疗机制与神经可塑性(neuroplasticity)和神经功能重组有关。神经可塑性是指大脑在一些因素下会产生结构或生理变化,比如一些训练会让大脑的特定的区域产生变化^[20]。电子游戏最常采用的干预方式是认知训练。认知训练包括一系列旨在提高执行功能的一个或多个方面的任务(如解谜或进行记忆练习),如注意力^[21-25]、工作记忆^[26-27]、反应时间^[21-22]、认知灵活性^[26-27]以及运动能力^[21,23]。电子游戏治疗的方式除了能训练相关的认知功能之外,还具有“迁移效应”,所谓的迁移效应是指先前学习所获得的新经验,通过影响原有认知结构的有关特征影响新学习。但并非所有的研究结论都显示其具有迁移效应^[28]。认知训练及其迁移效应被认为是电子游戏治疗的潜在机制。

与ADHD注意力和认知控制有关的损伤与额叶、额顶和腹侧的注意网络的低活化有关^[29]。有研究显示,对受试者进行为期2个月每天至少30 min的电子游戏(超级玛丽)训练,可以使右侧海马结构、右侧前额叶皮质背外侧和双侧小脑的灰质体积明显增加^[30]。视频游戏训练使得大脑结构中空间导航、战略规划、工作记忆、注意力和运动表现相关的重要区域的灰质体积有所增加。因此有研究者推测,如果有针对性的电子游戏能够成功地改变大脑结构,那么它就可以作为一种干预手段,用来抵消已知的精神疾病的危险因素,例如,与海马体和脑前额叶皮质体积减小相关的精神疾病^[31-32]。此外,

还有一些研究表明,电子游戏可以提高认知能力,有助于神经生物学通路的形成和重组,尤其是儿童,他们的神经可塑性比成年人更高^[20]。Lim等^[25]研究的cogoland游戏同样显示,通过神经反馈训练,可以提高注意力和其他认知功能。并且其神经反馈的效果在神经影像学研究中表现为ADHD患儿大脑功能的正常化。再者,电子游戏能够改变脑细胞电活动。Anguera等^[18]使用三维视频游戏NeuroRacer对于老年人进行训练,利用脑电图测量显示,多任务训练能够增强中线额叶脑电和额后脑电的一致性。NeuroRacer能够提高认知控制能力(稳定注意和工作记忆),与前额皮质的功能性脑电图变化有关。而这些研究中评估的认知控制和注意力问题与在ADHD患儿中观察到的缺陷相似。EndeavorRx也是基于类似机制进行的研发。

四、FDA批准首款电子游戏治疗儿童ADHD

2020年美国FDA批准了EndeavorRX作为8~12岁儿童ADHD的有效治疗方法。与传统的ADHD治疗药物不同,EndeavorRx主要针对注意力不集中。ADHD患儿的注意稳定性、选择性和分配性都有困难,而EndeavorRx改善的是注意力的选择性和分配性^[19]。游戏使用时,玩家控制的游戏人物开着飞艇,在不同地图的跑道上前进。避开障碍物,尽可能吃到“光环”来获得加分。系统会根据玩家的表现来调整游戏难度,还能分析出玩家的具体缺陷,从而达到治疗目的。建议的治疗周期为1个月。在治疗周期中,患有多动症的孩子们每周有5 d需要进行游戏,每天30 min^[19]。

目前已经有研究对该套干预进行了有效性的评估。针对该游戏的验证研究采用随机对照试验设计,在20个研究机构中纳入了348例符合《精神疾病诊断和统计手册》(第五版)标准的ADHD患儿^[33],基线时注意力缺陷多动障碍量表IV(ADHD Rating Scale-IV, ADHD-RS-IV)得分 ≥ 28 分,注意力变量检查(Test of Variables of Attention, TOVA)注意力性能指数(attention performance index, API)^[34] ≤ -1.8 分,智商 ≥ 80 分。排除共病其他精神障碍和无法停药的ADHD患儿。符合入组标准的受试者按照1:1比例被随机分配到试验组或对照组。试验组通过类似电子游戏的界面,每天在家玩25 min,每周5 d,持续4周。对于治疗前后TOVA API的平均变化,以及安全性、耐受性和依从性方面进行评估。在接受游戏治疗的患者($n=180$)中,平均(9.7 ± 1.3)岁,对照组($n=168$)平均(9.6 ± 1.3)岁。试验组与对照组TOVA-

API相较于基线平均变化分别为(0.93 ± 3.15)分和(0.03 ± 3.16)分。研究过程中无脱落,试验组的不良反应轻微,主要表现为挫败感(5例,3%)和头痛(3例,2%)。在100次预期疗程中,患者依从次数为83次(83%)。这项研究数据显示,Endeavor Rx以注意力的控制为目标,通过电子游戏来实现管理竞争性的任务和有效地(灵活地)在任务之间转移注意力。Endeavor Rx游戏组无论在客观的注意力测试,还是ADHD患儿和父母报告的注意功能上均有显著改善。并且试验组的父母和临床医生对患儿多动症状和其他功能障碍的评分也有显著改善。而且相对于药物治疗,不良事件极少。作为一种有效的易获取的干预手段,对于那些无法获得适当的心理健康服务的ADHD患儿会有所帮助。

这项研究相较于既往其他研究有很大改进。首先,设计中纳入了一个随机化的时间表用来进行干预分配,采取了双盲的形式(父母、孩子和研究者),并且研究样本量相当大,这是以前任何类似研究都没有达到的。再者,研究使用了标准化的测量工具来比较基线和治疗后评分之间的差异,以及有效者的比例。但是,这项研究也有一定的局限性。如4周的治疗时间(每天25 min)相对较短,没有研究游戏治疗疗效的持续时间,以及最佳治疗剂量。再者,这项研究排除了共病其他精神障碍和接受其他治疗的患儿。

五、电子游戏治疗儿童ADHD的优点以及存在问题

1. 电子游戏在儿童ADHD中应用的优点:首先,儿童的语言发展尚不完善,他们不能充分而准确地用语言表述自己内心深处的感受,而儿童热爱游戏,在游戏活动中他们有丰富而真实的内心表现和行为反应。因此,以游戏为媒介,“游戏疗法”就成为了一种适合儿童认知发展水平的新型而有效的治疗方法。其次,“游戏化”是一种在电子健康干预方面的趋势技术,可以促进行为改变和提高用户参与度。对于孩子来说,电子游戏的奖励效应对于提高孩子的主动性、参与性特别重要。而且,电子游戏可能不会被监护人视为一种治疗手段,孩子也就没有那么沉重的负担^[12]。因此,电子游戏作为治疗手段,其可接受性高,患者的依从性好。Bikic等^[22]的研究发现,治疗组的受试者依从性非常高,完成了34.4/35个疗程。在Chacko等^[35]关于视频游戏Cogmed WMT的研究中,治疗组80%的受试者能够配合(5周内 ≥ 20 个训练日)。再者,与传统的认知训练相比,现有的证

据表明电子游戏训练具有引发转移效应的潜力,也就是说,经过电子游戏训练任务所获得的技能会转移到其他未经训练的任务上,而且能够应用于日常生活中^[28]。电子游戏训练作为少数几个显示具有转移效应的治疗手段之一,有着巨大的治疗发展潜力^[36]。

2. 电子游戏治疗中面临的问题: 首先, 需要进一步明确游戏治疗可能产生的不良反应。作为一种“药物”, 电子游戏治疗也会有挫折感、头疼、头晕、情绪反应激动等不良反应, 尤其是游戏成瘾的问题。ADHD 患儿有更高的电子游戏成瘾风险^[37]。一项 Meta 分析结果表明, 网络成瘾者中 21.7% 共病 ADHD, 而在健康人群中仅为 8.9%^[38]。ADHD 患儿可能由于行为反应抑制方面的缺陷, 无法产生恰当的心理和行为反应来抵制内心和环境的干扰, 因而缺乏对网络的自控能力, 容易形成网络成瘾^[39]。因此, 在使用电子游戏治疗时, 应当严格控制电子游戏的使用时间和频率, 限制上网地点, 避免 ADHD 患儿产生网络成瘾^[39]。只要正确应用, 电子游戏是有可能成为一种有效的治疗手段的, 为科学研究、知识传播、教育而设计的所谓“严肃游戏”, 就可以避免传统游戏的弊端^[40]。

其次, 电子游戏形式的评估工具和治疗措施在临床应用之前, 还有以下问题需要解决。一是临床医生需要接受电子健康基础知识的培训, 以便能够向患者提供指导, 协助新技术的使用^[41]。二是由于大部分国家没有将电子健康纳入公共卫生系统, 限制了电子游戏在临床的广泛使用。目前, 以英国为代表的一些国家正在努力将电子健康纳入公共卫生系统^[42]。

再者, 应注意与智能手机技术相结合。目前大多数研究的电子游戏是在电脑上运行的, 而少数游戏是在平板电脑或视频控制平台上运行的, 还没有一款游戏是以智能手机上为载体的, 这与基于智能手机的技术在商业和医疗领域的崛起形成了鲜明对比^[43]。智能手机为实现电子健康提供了一个很好的机会, 一些研究也已经显示了移动健康应用程序对精神疾病的有效性^[44]。

综上所述, 越来越多的证据表明, 电子游戏在改善注意力、感知觉, 以及多种认知功能方面具有良好的效果, 这促使人们考虑使用电子游戏进行临床治疗^[45]。经过多年的研究, 电子游戏作为一种新型的治疗方法, 逐步显示出对于儿童 ADHD 的疗效, 尤其是在改善 ADHD 注意力方面具有明显优势, 并

且更容易被患儿及家长所接受。EndeavorRx 作为首个获得 FDA 批准的专门针对儿童 ADHD 注意力不集中问题的游戏治疗方法, 对于蓬勃发展的数字医疗领域是一个里程碑式的重大突破。但值得注意的是, 电子游戏疗法还有许多问题(疗效的持久性、最佳治疗持续时间、成瘾问题以及临床应用等)尚待解决, 而且 EndeavorRx 仅针对 ADHD 患儿注意力不集中问题, 因此, 目前临床治疗上只能作为辅助治疗的一种手段, 并不能完全代替传统的药物、心理辅导等治疗方式。

利益冲突 文章所有作者共同认可文章无相关利益冲突

作者贡献声明 构思设计为翟倩, 资料收集为翟倩、丰雷, 论文撰写、论文修订为翟倩, 丰雷审核

参 考 文 献

- [1] Polanczyk GV, Willcutt EG, Salum GA, et al. ADHD prevalence estimates across three decades: an updated systematic review and meta-regression analysis[J]. *Int J Epidemiol*, 2014, 43(2): 434-442. DOI: 10.1093/ije/dyt261.
- [2] GBD 2017 Risk Factor Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. *Lancet*, 2018, 392(10159): 1923-1994. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32225-6.
- [3] Young S, Taylor E, Gudjonsson G. Childhood Predictors of Criminal Offending: Results From a 19-Year Longitudinal Epidemiological Study of Boys[J]. *J Atten Disord*, 2016, 20(3): 206-213. DOI: 10.1177/1087054712461934.
- [4] Posner J, Polanczyk GV, Sonuga-Barke E. Attention-deficit hyperactivity disorder[J]. *Lancet*, 2020, 395(10222): 450-462. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)33004-1.
- [5] Catalá-López F, Hutton B, Núñez-Beltrán A, et al. The pharmacological and non-pharmacological treatment of attention deficit hyperactivity disorder in children and adolescents: A systematic review with network meta-analyses of randomised trials[J]. *PLoS One*, 2017, 12(7): e0180355. DOI: 10.1371/journal.pone.0180355.
- [6] Dittmann RW, Cardo E, Nagy P, et al. Efficacy and safety of lisdexamfetamine dimesylate and atomoxetine in the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder: a head-to-head, randomized, double-blind, phase IIIb study[J]. *CNS Drugs*, 2013, 27(12): 1081-1092. DOI: 10.1007/s40263-013-0104-8.
- [7] Marcus SC, Durkin M. Stimulant adherence and academic performance in urban youth with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*, 2011, 50(5): 480-489. DOI: 10.1016/j.jaac.2011.02.007.
- [8] Cortese S, Adamo N, Del Giovane C, et al. Comparative efficacy and tolerability of medications for attention-deficit hyperactivity disorder in children, adolescents, and adults: a systematic review and network meta-analysis[J]. *Lancet Psychiatry*, 2018, 5(9): 727-738. DOI: 10.1016/S2215-0366(18)30269-4.
- [9] Kollins SH. Moving Beyond Symptom Remission to Optimize Long-

- term Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder [J]. *JAMA Pediatr*, 2018, 172(10): 901-902. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2018.1642.
- [10] Sayal K, Prasad V, Daley D, et al. ADHD in children and young people: prevalence, care pathways, and service provision [J]. *Lancet Psychiatry*, 2018, 5(2): 175-186. DOI: 10.1016/S2215-0366(17)30167-0.
- [11] Danielson ML, Bitsko RH, Ghandour RM, et al. Prevalence of Parent-Reported ADHD Diagnosis and Associated Treatment Among U.S. Children and Adolescents, 2016 [J]. *J Clin Child Adolesc Psychol*, 2018, 47(2): 199-212. DOI: 10.1080/15374416.2017.1417860.
- [12] Granic I, Lobel A, Engels RC. The benefits of playing video games [J]. *Am Psychol*, 2014, 69(1): 66-78. DOI: 10.1037/a0034857.
- [13] Hollis C, Falconer CJ, Martin JL, et al. Annual Research Review: Digital health interventions for children and young people with mental health problems- a systematic and meta-review [J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 2017, 58(4): 474-503. DOI: 10.1111/jcpp.12663.
- [14] O'Dea B, Calear AL, Perry Y. Is e-health the answer to gaps in adolescent mental health service provision [J]. *Curr Opin Psychiatry*, 2015, 28(4): 336-342. DOI: 10.1097/YCO.0000000000000170.
- [15] Robinson KE, Kaizar E, Catroppa C, et al. Systematic review and meta-analysis of cognitive interventions for children with central nervous system disorders and neurodevelopmental disorders [J]. *J Pediatr Psychol*, 2014, 39(8): 846-865. DOI: 10.1093/jpepsy/jsu031.
- [16] Flynn RM, Colón-Acosta N, Zhou J, et al. A Game-Based Repeated Assessment for Cognitive Monitoring: Initial Usability and Adherence Study in a Summer Camp Setting [J]. *J Autism Dev Disord*, 2019, 49(5): 2003-2014. DOI: 10.1007/s10803-019-03881-w.
- [17] Yerys BE, Bertollo JR, Kenworthy L, et al. Brief report: pilot study of a novel interactive digital treatment to improve cognitive control in children with autism spectrum disorder and co-occurring ADHD symptoms [J]. *J Autism Dev Disord*, 2018, 49(4): 1727-1737. DOI: 10.1007/s10803-018-3856-7.
- [18] Anguera JA, Boccanfuso J, Rintoul JL, et al. Video game training enhances cognitive control in older adults [J]. *Nature*, 2013, 501(7465): 97-103. DOI: 10.1038/nature12486.
- [19] FDA Permits Marketing of First Game-Based Digital Therapeutic to Improve Attention Function in Children with ADHD [EB/OL]. (2020-06-15) [2020-07-24]. https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/fda-permits-marketing-first-game-based-digital-therapeutic-improve-attention-function-children-adhd?utm_campaign=061520_PR_FDA%20Permits%20Marketing%20of%20Digital%20Therapeutic%20for%20Children%20with%20ADHD&utm_medium=email&utm_source=Eloqua.
- [20] Silveira-Moriyama L. Neuroplasticity and neuromodulation in children [J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2017, 21(1): 3. DOI: 10.1016/j.ejpn.2016.11.011.
- [21] Benzing V, Schmidt M. The effect of exergaming on executive functions in children with ADHD: A randomized clinical trial [J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2019, 29(8): 1243-1253. DOI: 10.1111/sms.13446.
- [22] Bikic A, Christensen TØ, Leckman JF, et al. A double-blind randomized pilot trial comparing computerized cognitive exercises to Tetris in adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder [J]. *Nord J Psychiatry*, 2017, 71(6): 455-464. DOI: 10.1080/08039488.2017.1328070.
- [23] Davis NO, Bower J, Kollins SH. Proof-of-concept study of an at-home, engaging, digital intervention for pediatric ADHD [J]. *PLoS One*, 2018, 13(1): e0189749. DOI: 10.1371/journal.pone.0189749.
- [24] García-Redondo P, García T, Areces D, et al. Serious Games and Their Effect Improving Attention in Students with Learning Disabilities [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(14): 2480. DOI: 10.3390/ijerph16142480.
- [25] Lim CG, Lee TS, Guan C, et al. A brain-computer interface based attention training program for treating attention deficit hyperactivity disorder [J]. *PLoS One*, 2012, 7(10): e46692. DOI: 10.1371/journal.pone.0046692.
- [26] Dovis S, Van der Oord S, Wiers RW, et al. Improving executive functioning in children with ADHD: training multiple executive functions within the context of a computer game. a randomized double-blind placebo controlled trial [J]. *PLoS One*, 2015, 10(4): e0121651. DOI: 10.1371/journal.pone.0121651.
- [27] van der Oord S, Ponsioen AJ, Geurts HM, et al. A pilot study of the efficacy of a computerized executive functioning remediation training with game elements for children with ADHD in an outpatient setting: outcome on parent- and teacher-rated executive functioning and ADHD behavior [J]. *J Atten Disord*, 2014, 18(8): 699-712. DOI: 10.1177/1087054712453167.
- [28] Boot WR, Kramer AF, Simons DJ, et al. The effects of video gaming on attention, memory, and executive control [J]. *Acta Psychol (Amst)*, 2008, 129(3): 387-398. DOI: 10.1016/j.actpsy.2008.09.005.
- [29] Cortese S, Kelly C, Chabernaud C, et al. Toward systems neuroscience of ADHD: a meta-analysis of 55 fMRI studies [J]. *Am J Psychiatry*, 2012, 169(10): 1038-1055. DOI: 10.1176/appi.ajp.2012.11101521.
- [30] Kühn S, Gleich T, Lorenz RC, et al. Playing Super Mario induces structural brain plasticity: gray matter changes resulting from training with a commercial video game [J]. *Mol Psychiatry*, 2014, 19(2): 265-271. DOI: 10.1038/mp.2013.120.
- [31] Kühn S, Gallinat J. Gray matter correlates of posttraumatic stress disorder: a quantitative meta-analysis [J]. *Biol Psychiatry*, 2013, 73(1): 70-74. DOI: 10.1016/j.biopsych.2012.06.029.
- [32] Shepherd AM, Laurens KR, Matheson SL, et al. Systematic meta-review and quality assessment of the structural brain alterations in schizophrenia [J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2012, 36(4): 1342-1356. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2011.12.015.
- [33] Kollins SH, DeLoss DJ, Cañadas E, et al. A novel digital intervention for actively reducing severity of paediatric ADHD (STARS-ADHD): a randomised controlled trial [J]. *Lancet Digit Health*, 2020, 2(4): 168-178. DOI: 10.1016/S2589-7500(20)30017-0.
- [34] Ben-Sheetrit J, Tasker H, Avnat L, et al. Possible Age-Related Progression of Attentional Impairment in ADHD and Its Attenuation by Past Diagnosis and Treatment [J]. *J Atten Disord*, 2017, 12(2): 325-336. DOI: 10.1177/1087054717743328.
- [35] Chacko A, Bedard AC, Marks DJ, et al. A randomized clinical

- trial of Cogmed Working Memory Training in school-age children with ADHD: a replication in a diverse sample using a control condition [J]. J Child Psychol Psychiatry, 2014, 55(3): 247-255. DOI: 10.1111/jcpp.12146.
- [36] Boot WR, Blakely DP, Simons DJ. Do action video games improve perception and cognition [J]. Front Psychol, 2011, 2: 226. DOI: 10.3389/fpsyg.2011.00226.
- [37] Mathews CL, Morrell HER, Molle JE. Video game addiction, ADHD symptomatology, and video game reinforcement [J]. Am J Drug Alcohol Abuse, 2019, 45(1): 67-76. DOI: 10.1080/00952990.2018.1472269.
- [38] Ho RC, Zhang MW, Tsang TY, et al. The association between internet addiction and psychiatric co-morbidity: a meta-analysis [J]. BMC Psychiatry, 2014, 14: 183. DOI: 10.1186/1471-244X-14-183.
- [39] Lee D, Lee J, Lee JE, et al. Altered functional connectivity in default mode network in Internet gaming disorder: Influence of childhood ADHD [J]. Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry, 2017, 75: 135-141. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2017.02.005.
- [40] Lau HM, Smit JH, Fleming TM, et al. Serious Games for Mental Health: Are They Accessible, Feasible, and Effective? A Systematic Review and Meta-analysis [J]. Front Psychiatry, 2017, 7: 209. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00209.
- [41] Khan F. The "Uberization" of Healthcare: The Forthcoming Legal Storm over Mobile Health Technology's Impact on the Medical Profession [J]. Health Matrix Cleveland, 2016, 26: 123-172.
- [42] Bower DJ, Barry N, Reid M, et al. Designing and implementing E-health Applications in the UK's National Health Service [J]. J Health Commun, 2005, 10(8): 733-750. DOI: 10.1080/10810730500326732.
- [43] Dorsey ER, Yvonne Chan YF, McConnell MV, et al. The Use of Smartphones for Health Research [J]. Acad Med, 2017, 92(2): 157-160. DOI: 10.1097/ACM.0000000000001205.
- [44] Porras-Segovia A, Díaz-Oliván I, Gutiérrez-Rojas L, et al. Apps for Depression: Are They Ready to Work [J]. Curr Psychiatry Rep, 2020, 22(3): 11. DOI: 10.1007/s11920-020-1134-9.
- [45] Basak C, Boot WR, Voss MW, et al. Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults [J]. Psychol Aging, 2008, 23(4): 765-777. DOI: 10.1037/a0013494.

(收稿日期: 2020-07-24)

(本文编辑: 戚红丹)

· 消息 ·

欢迎订阅 2021 年《神经疾病与精神卫生》杂志

《神经疾病与精神卫生》杂志是神经、精神科学及精神卫生领域的学术性期刊,国内外公开发行人,2006 年被中国科学技术信息研究所收录为中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)。本刊坚持党的出版方针和卫生工作方针,遵循学科发展规律、适应市场需求规律,以提高杂志质量、扩大社会效益为使命,及时反映科学研究的重大进展,更好地促进国内外学术交流。主要读者对象为广大神经科学、精神科学及精神卫生领域中从事基础、临床医学、教学、科研的工作者及学生。报道内容包括相关各学科领先的教学、科研成果及临床诊疗经验。主要栏目有专家论坛(述评)、论著、学术交流、短篇报道、综述、病例报告、会议纪要、国内外学术动态等。

《神经疾病与精神卫生》杂志国内邮发代号为 82-353,由北京市邮政局发行;国外发行代号 BM1690,由中国国际图书贸易总公司发行。每期定价 15.00 元,全年 180.00 元。欢迎直接通过本社订阅。

银行汇款: 开户行: 中国建设银行建华支行 户名: 《神经疾病与精神卫生》杂志社

账号: 23001626251050500949

联系电话: (010)83191160 传真: (010)83191161