

数字媒介使用与注意力功能的神经科学视角

何天星

福建师范大学心理学院, 福建 福州

收稿日期: 2025年10月16日; 录用日期: 2025年12月10日; 发布日期: 2025年12月22日

摘要

数字媒介的广泛使用与个体注意力功能的关系已成为一个重要研究议题。文章从神经科学视角, 系统审视了二者之间的行为关联、潜在机制与评估方法。综述表明, 某些特定的数字媒介使用模式(如频繁任务切换、被动滚动)与注意力分散化存在关联, 其潜在机制可能涉及大脑默认模式网络与控制网络耦合方式的改变、神经振荡异步性等。同时, 神经科学也推动了评估方法的革新, 虚拟现实与神经同步性测量为在自然情境下量化注意力状态提供了新工具。本文进一步提出了一个整合性的“数字神经生态”理论框架, 旨在阐释个体、神经与环境多层面因素之间的复杂交互作用, 并指出未来研究应借助纵向设计与计算建模, 探索针对注意力挑战的精准干预策略。

关键词

数字媒介使用, 注意力功能, 神经科学, 默认模式网络, 神经可塑性, 虚拟现实评估

The Attention Function in the Digital Age: A Neuroscience Perspective on Digital Media Use

Tianxing He

School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

Received: October 16, 2025; accepted: December 10, 2025; published: December 22, 2025

Abstract

The widespread use of digital media has made its relationship with attentional function a significant research topic. This article systematically examines the behavioral correlations, potential mechanisms, and assessment methods from a neuroscience perspective. A review reveals that specific patterns of digital media use (such as frequent task switching and passive scrolling) are associated with

attentional fragmentation, with potential mechanisms involving alterations in the coupling between the brain's default mode network and the control network, as well as inductions of asynchronous neural oscillations. Meanwhile, neuroscience has also spurred innovations in assessment paradigms. Virtual reality and neural synchrony measurement provide new tools for quantifying attentional states in naturalistic contexts. This paper further proposes an integrative "digital neural ecology" theoretical framework to explain the complex interactions among individual, neural, and environmental factors, and points out that future research should utilize longitudinal designs and computational modeling to explore precise intervention strategies for attentional challenges.

Keywords

Digital Media Use, Attentional Function, Neuroscience, Default Mode Network, Neural Plasticity, Virtual Reality Assessment

Copyright © 2025 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

在数字技术深刻改变社会生活的背景下，个体注意力功能的维持与调节面临着新的情境与挑战。全球互联网用户平均每日在线时间超过 6 小时，其中大部分时间涉及多种媒体平台的同时或快速序列使用 [1]。这种深度的数字媒介参与不仅重塑了信息获取与社交互动模式，也可能对基本的认知功能——尤其是注意力系统——产生复杂影响。

注意力缺陷/多动障碍(ADHD)作为一种神经发育性障碍，其核心症状表现为注意维持困难、冲动控制不佳及多动行为。流行病学数据显示，全球儿童 ADHD 患病率约为 5%~7%，且成年期诊断率呈上升趋势[2]。数字媒介使用的普及与 ADHD 诊断率的增长在时间上存在重叠，这引发了研究者对二者潜在关联的科学探讨。然而，需要明确的是，这种时间上的共变是因果关系、相关关系，还是由共享的遗传或环境因素(如家庭社会地位、养育方式)所驱动，目前尚无定论，仍是学术辩论的焦点。

早期研究多聚焦于总屏幕时间与注意力问题的简单关联，但结论常不一致。近年来，该领域的研究范式发生了重要演进：从单一的时间度量转向对使用模式(如主动 vs. 被动)、内容类型(如教育性 vs. 娱乐性)及其背后认知与神经机制的精细考察。例如，有研究表明，自我报告的媒体多任务处理频率与注意力问题的报告存在相关性[3]，而其他研究则提示，特定类型的数字内容(如快速节奏的短视频)可能影响个体注意力的分配策略[4]。

认知神经科学的进展为这一领域提供了新的研究工具与理论视角。功能磁共振成像(fMRI)、脑电图(EEG)等技术使得研究者能够观察数字媒介使用过程中及之后的大脑活动变化，为理解其神经关联提供了证据[5]。同时，虚拟现实(VR)等技术为创建高生态效度的注意力评估环境提供了可能，有助于弥补传统实验室任务与现实情境脱节的局限[6]。

本文旨在对数字媒介使用与注意力功能关联性的最新研究进展进行系统梳理，特别关注多模态研究方法带来的新见解。我们将首先总结数字媒介使用行为与注意力功能的关联性证据，并指出当前研究的局限与争议；接着深入探讨其潜在的认知神经机制；然后评述注意力评估范式的革新；最后，提出一个整合性的“数字神经生态”理论框架，并基于此展望未来的研究方向。通过这一系统梳理，我们期望为理解数字时代注意力功能的表现、机制与干预提供更为科学和平衡的视角。

2. 数字媒介使用与注意力功能的关联性证据

2.1. 使用模式与注意力功能的特异性关联

研究已表明，数字媒介的使用方式(模式)相较于单纯的使用时长，可能是预测注意力功能变化的更佳指标。

一项针对大学生的追踪研究发现，主动性的社交媒体使用(如在观看视频时进行评论、内容创作等互动行为)与三个月后测量的警觉性效率下降存在关联，而这种关联在被动消费内容的使用模式中并未发现[7]。进一步的研究提示，涉及多重社交互动的主动使用(如同时与多人进行即时消息交流)比单一任务的主动使用(如仅创作内容)表现出与注意力问题的关联更强。其神经基础可能涉及大脑右腹侧前额叶与后扣带回之间功能连接的改变，这两个脑区分别参与认知控制和自我参照加工[8]。

“滚动沉浸”(Scroll Immersion)作为一种新兴的数字行为模式，其特征是习惯性的、非计划内的持续滚动浏览行为，常伴有高度自动化和低意识状态。一项结合眼动追踪和体验取样法的研究发现，滚动沉浸行为能够独特地预测个体后续的注意力分散和认知疲劳感，即使在控制了总屏幕时间后，此关联依然存在[9]。在神经机制层面，滚动沉浸与默认模式网络的活动增强存在关联，该网络通常在心智游移和内部导向注意时活跃，其在任务诱导下的去激活不足可能反映了对外部任务注意维持的潜在困难[10]。

2.2. 内容特征与注意力功能

数字内容的特定特征也显示出与注意力功能的关联。快速节奏、高刺激性的内容(如短视频平台上的内容)可能需要不同的注意力分配策略。实验研究表明，暴露于快速编辑节奏的视频内容仅需 20 分钟，即会导致儿童在后续的执行功能任务中表现下降，特别是需要持续注意的任务[11]。

这种影响可能存在发展敏感性。青少年大脑由于其前额叶皮层尚未完全成熟，对快速强化的媒体内容可能表现出特殊的敏感性。一项 fMRI 研究发现，在观看快节奏视频时，青少年相比成人显示出腹侧纹状体更强的激活，该区域与奖励处理相关，同时前额叶控制区域的激活减弱，这种神经反应模式可能强化了对高刺激内容的偏好，并可能影响发展中的注意力系统[12]。

值得注意的是，研究也发现了内容特异性效应，表明并非所有数字媒介使用都对注意力功能产生负面影响。例如，某些精心设计的教育类视频游戏与执行功能(特别是计划和工作记忆更新)的改善存在关联[13]。此外，互动性阅读程序相较于被动视频观看，与幼儿更好的注意力维持相关[14]。这些发现提示，数字媒介对注意力的影响可能因内容性质和使用者的认知参与度而异，其影响方向并非单一。

2.3. 个体差异的调节作用

个体预先存在的特质可能调节数字媒介使用与注意力功能的关系。一项大型双生子研究发现，遗传因素解释了儿童媒体多任务倾向与注意力问题之间相当一部分的共变，表明共享的遗传易感性可能部分驱动了这种关联[15]。

年龄是一个关键调节因素。发展期大脑可能对数字体验的影响特别敏感。纵向研究表明，早期儿童期(3~5 岁)接触快速节奏电视内容预测了后来出现的注意力问题，而这种关联在较大儿童中较弱[16]。相反，在成年期，已有的自我调节能力可能提供一定的保护作用。

ADHD 特质本身也可能影响个体与数字媒介的互动方式。研究发现，ADHD 个体更可能被高度刺激、即时强化的数字内容所吸引，并发展出适应其认知风格的使用模式，如更频繁的任务切换[17]。这种“选择性吸引”现象表明，数字媒介与注意力功能之间的关系可能是双向的：既有的注意力特征影响使用模式，而使用模式又可能加剧注意力困难。

2.4. 研究局限与争议

尽管现有研究揭示了数字媒介使用行为与注意力功能之间的诸多关联，但必须认识到该领域仍存在重要的方法学局限与研究结果的不一致性。首先，大多数研究为横断面设计，难以确立因果关系，无法完全排除反向因果或第三方变量的解释(如遗传倾向、家庭环境)。其次，注意力与数字行为的测量多依赖自我报告，可能存在回忆偏差和社会赞许性效应。此外，不同研究对“数字行为”和“注意力”的操作定义与测量工具存在差异，这也可能导致结果的不一致。未来研究迫切需要采用更严谨的纵向或实验设计，并结合客观的行为与神经测量，以澄清这些复杂关系。

3. 数字媒介的潜在积极影响

在探讨数字媒介使用可能带来的挑战时，也应科学地审视其潜在的积极影响，以提供平衡的视角。某些结构良好的数字活动已被证明可以对认知功能产生促进作用。

例如，如前所述，一些要求计划、工作记忆更新和灵活策略调整的教育类视频游戏，与执行功能的提升存在关联[13]。这些活动通常需要使用者主动参与和解决问题，可能在一定程度上训练和强化了前额叶控制网络的功能。此外，基于虚拟现实(VR)的认知训练程序在临床人群(如 ADHD)中显示出改善注意力功能的潜力，其高生态效度和沉浸性特点可能有助于认知技能向日常生活的迁移[6]。

互动性数字阅读程序要求儿童持续投入和反应，相较于传统被动阅读或视频观看，被发现在促进幼儿注意力维持和阅读理解方面更具优势[14]。这些证据表明，数字媒介的影响具有多样性，其效应方向很大程度上取决于内容设计、交互方式以及使用情境和目标。未来研究应更系统地将数字媒介的潜在益处纳入考察范围，并将其整合进理论框架，以实现更全面的理解。

4. 数字媒介使用影响注意力功能的神经机制视角

4.1. 大脑网络动态与数字媒介使用

认知神经科学的最新进展为理解数字媒介使用如何影响大脑注意力网络提供了新视角。大规模脑网络动力学被认为是理解注意力功能及其障碍的核心。

默认模式网络(DMN)与任务正激活网络(TPN)之间的抗耦合关系对于有效注意至关重要。在健康个体中，DMN 在外部导向任务期间被抑制，而 TPN (包括背侧注意网络和腹侧注意网络)被激活。研究发现，自我报告媒体多任务频率高的个体表现出 DMN 与 TPN 之间的抗耦合减弱，即使在休息状态下也是如此[18]。这种网络动态的改变可能导致任务无关思维的侵入，从而干扰注意维持。

fMRI 研究揭示了数字媒介使用与额顶叶控制网络功能连接的关联。一项纵向研究发现，青少年期频繁的数字媒介使用预测了两年后额顶叶网络内部及与突显网络之间连接强度的减弱，而这些连接变化介导了数字媒介使用与注意力问题之间的关系[19]。特别值得注意的是，涉及频繁任务切换的使用模式(如在多个社交平台间快速切换)与前扣带皮层 - 前岛叶连接改变有特异性关联，这两个区域是突显网络的核心节点，负责检测行为相关刺激并引导注意力资源[20]。

4.2. 神经振荡与信息处理

脑电图(EEG)研究提供了关于数字媒介使用如何影响神经振荡的时间动态证据。不同的注意力状态与特定频段的神经振荡密切相关。

θ 波段(4~8 Hz)活动在前额叶皮层与认知控制密切相关。研究发现，高频率媒体多任务者在需要持续注意的任务中表现出前额叶 θ 功率升高，这可能反映了认知控制需求的增加，以补偿潜在的注意力分散倾向[21]。值得注意的是，这种神经代偿虽然在短期内可能维持行为表现，但长期可能加速认知疲劳。

α 波段(8~12 Hz)的节律性活动与抑制无关感官输入的功能有关。一项研究比较了 ADHD 与典型发展儿童在完成视觉搜索任务时的神经活动，发现 ADHD 儿童表现出 α 与 β 波段神经活动之间的异步性，表明感觉与运动准备过程之间的协调受损[22]。这种跨模态加工的神经信号延迟可能是 ADHD 个体在复杂多任务环境中特别容易遇到困难的机制基础。

对 ADHD 个体的研究表明，数字媒介可能通过多巴胺系统影响注意力功能。ADHD 与多巴胺信号传导异常有关，而数字内容提供的即时奖励可能暂时调节多巴胺水平。一项 PET 研究发现，视频游戏玩家长时间游戏后，多巴胺 D2/D3 受体可用性的改变与注意任务表现变化相关[23]。这表明，数字媒介可能通过神经化学途径影响已经存在注意力困难的个体。

4.3. 感觉处理与注意力分配的早期改变

事件相关电位(ERP)研究提供了关于数字媒介使用如何影响注意力分配早期阶段的高时间分辨率证据。

P3 成分是反映注意力资源分配的关键指标。研究发现，高频率媒体多任务者在 oddball 范式中表现出 P3 波幅减小，表明对意外刺激的注意力资源分配减少[24]。这种效应在刺激呈现速率快时尤为明显，提示快速节奏的媒体体验可能改变个体对快速呈现信息的处理能力。

早期感觉加工，如反映在 P1 和 N1 成分上，也显示出与数字媒介使用的关联。一项研究发现，沉浸式视频游戏体验与视觉 P1 成分的增强相关，表明早期感觉增益的改变[25]。这种早期感知处理的改变可能影响后续注意力选择过程的效率。

特别值得关注的是，研究发现 ADHD 儿童在虚拟现实环境中执行模拟日常生活的任务时，其大脑的皮层下区域(如杏仁核、尾状核)表现出“超连接”[26]。这种异常增强的功能连接可能干扰大脑网络资源的有效配置，从而加剧了多动和冲动症状，也为理解数字环境如何可能通过改变大脑网络组织而影响 ADHD 症状提供了新视角。

5. 评估范式的革新：从实验室到虚拟现实

5.1. 传统评估范式的局限

传统注意力评估方法，如持续绩效测试(CPT)、Stroop 任务和任务切换范式，虽然在标准化和信效度方面具有优势，但存在明显的生态效度限制。这些高度结构化的实验室任务往往无法捕捉个体在复杂、多刺激的现实环境中面临的注意力挑战。

特别对于评估数字媒介使用的影响，传统范式至少存在三方面局限：首先，它们通常测量的是脱离情境的注意力能力，而现实世界的注意力功能高度依赖于情境因素；其次，它们难以模拟数字环境中常见的多源竞争性刺激特征；第三，它们大多提供单一时间点的表现评估，而无法捕捉注意力波动的动态特征。这些局限促使研究者开发更为生态化的评估方法。

5.2. 虚拟现实技术的应用

虚拟现实(VR)技术为创建高生态效度的注意力评估环境提供了可能。通过 VR，研究者可以构建高度可控且贴近现实的多感官环境，同时精确记录行为反应。

一项创新研究使用 VR 创建了一个模拟日常活动的环境——一个包含多种干扰刺激的虚拟公寓，参与者需要在其中完成一系列目标导向任务[6]。研究发现，ADHD 儿童在此环境中的任务无关眼动次数和偏离路径行为显著多于典型发展儿童，且这些行为指标与家长评定的日常注意力问题相关度高于传统 CPT 表现。

更为先进的方法结合了多模态数据采集——同步记录眼动追踪、头部运动、任务表现和主观报告，然后使用机器学习算法对这些丰富的数据集进行分析。最新研究报道，基于 VR 环境中多模态数据的机器学习模型在区分 ADHD 与健康对照的测试集上准确率达到 81%，显著高于基于传统测试的模型(67%) [27]。这表明，在生态效度更高的情境下评估注意力功能，能显著提升鉴别力。

5.3. 神经同步性作为客观注意力指标

神经同步性(Intersubject Correlation, ISC)是近期受到关注的注意力测量新方法。ISC 衡量的是不同个体在观看相同自然主义刺激(如视频)时神经活动的相似性，反映了个体对刺激的注意投入程度。

一项突破性研究采用 EEG 记录学习者观看教育视频时的 ISC，并考察其与学习成果的关系[28]。结果发现，ISC 所表征的“急性注意状态”是预测短期记忆测试表现的强力指标，其预测效力甚至超过了工作记忆容量等传统的、稳定的知识特质。更值得注意的是，在短时教育视频学习中，良好的注意状态(由 ISC 表征)可以有效克服特质性注意力缺陷(如 ADHD 特质)对学习效果的负面影响。

这一发现具有重要理论意义：它表明状态性注意力因素可能在特定情境下比特质性注意力能力对认知表现更具决定性。同时，它也提供了对数字媒介影响的更精细理解——某些数字内容可能通过影响即时注意力状态而非改变稳定的注意力特质来影响认知表现。

5.4. 生态瞬时评估与数字表型

在智能手机的普及使得生态瞬时评估(EMA)和数字表型(Digital Phenotyping) 成为现实，这些方法可以在自然环境中实时评估个体的注意力功能。

EMA 通过智能手机在一天中多次随机提示参与者报告其当前注意力状态和周围环境，从而提供关于注意力波动的实时数据。研究发现，ADHD 个体的注意力波动在一天中表现出特定模式，如下午注意维持困难加剧，而这种模式在传统评估中难以捕捉[29]。

数字表型则更进一步，通过智能手机传感器被动、持续地收集行为数据，如键盘输入模式、屏幕触摸动态和语音特征，从中提取与注意力功能相关的数字生物标志物。初步研究表明，基于智能手机使用行为的复合指标能够以相当准确度区分 ADHD 与对照个体，并检测药物治疗引起的变化[30]。

这些新兴评估方法共同代表了注意力研究范式的重大转变：从脱离情境的实验室评估转向自然情境中的实时监测，从单一时间点的能力测量转向动态波动的特征描述，从依赖主观报告转向多模态客观数据的整合分析。

6. 理论框架重构与未来方向

6.1. “数字神经生态”理论

为整合纷繁复杂的实证发现，解释研究间的不一致性，并指导未来研究，本文提出“数字神经生态理论”。该理论旨在提供一个系统性的视角，以理解数字时代的注意力危机。其核心论点是：数字媒介对注意力的影响，并非简单的线性因果关系，而是一个在多层次系统间动态交互、循环反馈的生态过程。

该理论包含三个核心命题：

第一，数字体验 - 神经回路的双向塑造。特定的数字体验模式(如频繁任务切换、被动滚动、高刺激内容消费)会通过神经可塑性机制逐渐改变大脑注意力网络的结构与功能。同时，已有的神经特质(如多巴胺系统功能、网络连接模式)也会影响个体对数字体验的选择和反应，形成双向影响循环。

第二，个体差异的关键调节作用。年龄、基因、原有注意力特质等个体因素会显著调节数字媒介对注意力的影响。框架特别强调发展敏感期的存在——在发展关键期，神经系统对数字体验的影响可能特

别敏感，且这种影响可能更具持久性。

第三，环境背景的调节效应。数字媒介使用发生的环境背景——包括家庭媒体规则、学校数字教育策略、社会文化规范等——会显著调节数字体验对注意力的最终影响。同样的数字行为在不同环境背景下可能产生不同的认知后果。

这一框架有助于解释研究间的不一致性：不同研究可能纳入了不同特质的参与者群体，考察了不同的数字行为模式，或在不同的环境背景下进行测量，从而导致结果差异。

6.2. 未来研究方向

基于当前研究进展和理论框架，我们提出以下几个重点研究方向。

首先，结合纵向设计与多模态评估是理解数字媒介与注意力发展轨迹的关键。需要更多前瞻性队列研究，从儿童早期开始追踪，结合行为测量、神经影像和基因数据，以阐明数字媒介在注意力发展中的作用及其机制。

其次，利用大数据与计算建模深化对数字行为与注意力关系的理解。智能手机和可穿戴设备的普及使得连续、客观监测数字行为和生理指标成为可能。结合机器学习方法，可以从这些大数据中提取有意义的行为模式，并建立预测个体注意力状态的计算模型。

再次，从机制研究到精准干预的转化。基于对数字媒介影响注意力机制的深入理解，开发针对性的干预策略。例如，针对特定注意力缺陷的认知训练游戏、调节数字内容呈现方式以降低认知负荷、利用VR进行注意力技能的情景化训练等。

最后，发展更全面的理论模型，整合认知神经科学、发展心理学、传播学和计算机科学的多学科视角。这样的整合模型应能够解释数字媒介如何在不同水平(从神经到社会)影响注意力功能，并为指导未来的研究和实践提供框架。

7. 结论

本文系统梳理了数字媒介与注意力功能关系的最新研究进展，从行为关联到神经机制，从评估革新到理论框架。证据表明，数字媒介的某些使用模式与注意力功能的特定改变存在关联，但其关系远非简单的因果关系，而是受到多种因素的复杂调节。

神经科学研究揭示了数字媒介使用与大脑注意力网络结构和功能改变的关联，包括默认模式网络与控制网络耦合异常、多巴胺系统功能改变以及神经信号异步性等机制。这些发现为理解数字媒介如何影响注意力提供了生物学基础。

评估范式的革新——特别是虚拟现实和神经同步性测量的应用——正在改变我们测量和概念化注意力的方式，使研究更加贴近真实世界的注意力挑战。我们提出的“数字神经生态”框架为整合现有研究发现、解释不一致性和指导未来研究提供了理论基础。

未来的研究应结合纵向设计、多模态评估和计算建模，深入探索数字媒介与注意力关系的动态过程、发展轨迹和个体差异。这样的研究不仅对理解数字时代的认知发展有重要理论意义，也对预防和干预注意力问题、促进数字时代的认知健康具有实际价值。

参考文献

- [1] Choi, E.J., King, G.K.C. and Duerden, E.G. (2023) Screen Time in Children and Youth during the Pandemic: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Global Pediatrics*, **6**, Article ID: 100080. <https://doi.org/10.1016/j.gpeds.2023.100080>
- [2] Faraone, S.V., Banaschewski, T., Coghill, D., Zheng, Y., Biederman, J., Bellgrove, M.A., et al. (2021) The World Federation of ADHD International Consensus Statement: 208 Evidence-Based Conclusions about the Disorder. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **128**, 789-818. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.01.022>

- [3] Parry, D.A. and le Roux, D.B. (2019) Media Multitasking and Cognitive Control: A Systematic Review of Interventions. *Computers in Human Behavior*, **92**, 316-327. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.11.031>
- [4] Arouch, S., Edgcumbe, D., Pezaro, S. and Da Silva, K. (2025) The Impact of Short-Form Video Use on Cognitive and Mental Health Outcomes: A Systematic Review.
- [5] Posner, M.I. (2023) The Evolution and Future Development of Attention Networks. *Journal of Intelligence*, **11**, Article No. 98. <https://doi.org/10.3390/intelligence11060098>
- [6] Malegiannaki, A., Garefalaki, E., Pellas, N. and Kosmidis, M.H. (2024) Virtual Reality Assessment of Attention Deficits in Traumatic Brain Injury: Effectiveness and Ecological Validity. *Multimodal Technologies and Interaction*, **8**, Article No. 3.
- [7] de Vreede, G. (2025) Active versus Passive Social Media Use: Associations with Attentional Problems and the Moderating Role of Coping. MSc Thesis, Utrecht University
- [8] Áfra, E., Janszky, J., Perlaki, G., Orsi, G., Nagy, S.A., Arató, Á., et al. (2023) Altered Functional Brain Networks in Problematic Smartphone and Social Media Use: Resting-State fMRI Study. *Brain Imaging and Behavior*, **18**, 292-301. <https://doi.org/10.1007/s11682-023-00825-y>
- [9] Li, S. (2022) Measuring Cognitive Engagement: An Overview of Measurement Instruments and Techniques. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, **8**, 63-76. <https://doi.org/10.52380/ijpes.2021.8.3.239>
- [10] Zhang, J., Li, X., Liu, S., Xu, C. and Zhang, Z. (2024) Frequent Media Multitasking Modulates the Temporal Dynamics of Resting-State Electroencephalography Networks. *International Journal of Psychophysiology*, **195**, Article ID: 112265. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2023.112265>
- [11] Namazi, S.A. and Sadeghi, S. (2024) The Immediate Impacts of TV Programs on Preschoolers' Executive Functions and Attention: A Systematic Review. *BMC Psychology*, **12**, 226-244. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-01738-1>
- [12] Xu, Z., Liu, X., Chen, J. and Zhang, Y. (2024). Neural Correlates of Short-Video Application Addiction and Adolescents' Executive Functions. In: *Proceedings of the International Conference of the Learning Sciences*, International Society of the Learning Sciences, 147-153. <https://doi.org/10.22318/cls2024.131890>
- [13] Bediou, B., Adams, D.M., Mayer, R.E., Tipton, E., Green, C.S. and 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>
- [14] Swider-Cios, E., Vermeij, A. and Sitskoorn, M.M. (2023) Young Children and Screen-Based Media: The Impact on Cognitive and Socioemotional Development and the Importance of Parental Mediation. *Cognitive Development*, **66**, Article ID: 101319. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2023.101319>
- [15] Taylor, M.J., Martin, J., Butwicka, A., Lichtenstein, P., D'Onofrio, B., Lundström, S., et al. (2023) A Twin Study of Genetic and Environmental Contributions to Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder over Time. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, **64**, 1608-1616. <https://doi.org/10.1111/jcpp.13854>
- [16] Jourdren, M., Bucaille, A. and Ropars, J. (2023) The Impact of Screen Exposure on Attention Abilities in Young Children: A Systematic Review. *Pediatric Neurology*, **142**, 76-88. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurool.2023.01.005>
- [17] Liu, X., Yang, Y., Ye, Z., Wang, F., Zeng, K., Sun, Y., et al. (2024) The Effect of Digital Interventions on Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Affective Disorders*, **365**, 563-577. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.08.156>
- [18] Zhu, Z., Tang, D., Qin, L., Qian, Z., Zhuang, J. and Liu, Y. (2024) Syncing the Brain's Networks: Dynamic Functional Connectivity Shifts from Temporal Interference. *Frontiers in Human Neuroscience*, **18**, Article ID: 1453638. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2024.1453638>
- [19] Fan, F., Liao, X., Lei, T., Zhao, T., Xia, M., Men, W., et al. (2021) Development of the Default-Mode Network during Childhood and Adolescence: A Longitudinal Resting-State fMRI Study. *NeuroImage*, **226**, Article ID: 117581. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117581>
- [20] Schimmelpfennig, J., Topczewski, J., Zajkowski, W. and Jankowiak-Siuda, K. (2023) The Role of the Salience Network in Cognitive and Affective Deficits. *Frontiers in Human Neuroscience*, **17**, Article ID: 1133367. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1133367>
- [21] Tan, E., Troller-Renfree, S.V., Morales, S., Buzzell, G.A., McSweeney, M., Antúnez, M., et al. (2024) Theta Activity and Cognitive Functioning: Integrating Evidence from Resting-State and Task-Related Developmental Electroencephalography (EEG) Research. *Developmental Cognitive Neuroscience*, **67**, Article ID: 101404. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2024.101404>
- [22] Yakubov, B., Das, S., Zomorodi, R., Blumberger, D.M., Enticott, P.G., Kirkovski, M., et al. (2022) Cross-Frequency Coupling in Psychiatric Disorders: A Systematic Review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **138**, Article ID: 104690. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104690>
- [23] Kühn, S., Romanowski, A., Schilling, C., Lorenz, R., Mörsen, C., Seiferth, N., et al. (2011) The Neural Basis of Video

- Gaming. *Translational Psychiatry*, **1**, e53-e53. <https://doi.org/10.1038/tp.2011.53>
- [24] Reed, C.L., Siqi-Liu, A., Lydic, K., Lodge, M., Chitre, A., Denaro, C., et al. (2022) Selective Contributions of Executive Function Ability to the P3. *International Journal of Psychophysiology*, **176**, 54-61. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2022.03.004>
- [25] Dosher, B. and Lu, Z. (2017) Visual Perceptual Learning and Models. *Annual Review of Vision Science*, **3**, 343-363. <https://doi.org/10.1146/annurev-vision-102016-061249>
- [26] Norman, L.J., Sudre, G., Price, J. and Shaw, P. (2024) Subcortico-Cortical Dysconnectivity in ADHD: A Voxel-Wise Mega-Analysis across Multiple Cohorts. *American Journal of Psychiatry*, **181**, 553-562. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.20230026>
- [27] Wiebe, A., Selaskowski, B., Paskin, M., Asché, L., Pakos, J., Aslan, B., et al. (2024) Virtual Reality-Assisted Prediction of Adult ADHD Based on Eye Tracking, EEG, Actigraphy and Behavioral Indices: A Machine Learning Analysis of Independent Training and Test Samples. *Translational Psychiatry*, **14**, Article No. 508. <https://doi.org/10.1038/s41398-024-03217-y>
- [28] Madsen, J. and Parra, L.C. (2025) Attentional State, Not Trait, Predicts Test Performance in Video-Based Learning. *iScience*, **28**, Article ID: 113622. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.113622>
- [29] Murray, A., Speyer, L., Thye, M., Stewart, T., Obsuth, I., Kane, J., et al. (2023) Illuminating the Daily Life Experiences of Adolescents with and without ADHD: Protocol for an Ecological Momentary Assessment Study. *BMJ Open*, **13**, e077222. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-077222>
- [30] Dlima, S.D., Shevade, S., Menezes, S.R. and Ganju, A. (2022) Digital Phenotyping in Health Using Machine Learning Approaches: Scoping Review. *JMIR Bioinformatics and Biotechnology*, **3**, e39618. <https://doi.org/10.2196/39618>