

注意缺陷多动障碍儿童多模态评估的现状与建议

冯廷勇, 王雪珂

西南大学心理学部, 重庆 400715

摘要: 注意缺陷多动障碍(ADHD)是一种源于儿童期的神经发育障碍。多模态评估不仅能够提供丰富的信息以促进对 ADHD 更准确的诊断,还能为制定精准的个体化治疗方案提供决策依据。因此,本文就 ADHD 当前的评估现状、多模态评估方法以及未来的发展趋势进行阐述和探讨,旨在增进对多模态评估方法的认识和应用,提升 ADHD 儿童的诊疗质量。

关键词: 注意缺陷多动障碍; 多模态评估; 个性化治疗

中图分类号:R749.94 文献标识码:A 文章编号:1008-6579(2024)06-0586-05 doi:10.11852/zgetbjzz2024-0434

Current status and recommendations for multimodal assessment of attention-deficit/hyperactivity disorder in children

FENG Tingyong, WANG Xueke

Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) is a neurodevelopmental disorder originating in childhood. Multimodal assessments not only provide a wealth of information to facilitate a more precise diagnosis of ADHD, but also lends critical support to the decision-making process involved in creating tailored and personalized therapeutic interventions. Therefore, this article delineates and examines the current status of ADHD assessment, multimodal assessment methods, and future development trends, with the aim of improving the understanding of multimodal assessment methods and enhancing the quality of diagnosis and treatment for children with ADHD through their application.

Keywords: attention-deficit/hyperactivity disorder; multimodal assessment; individualized treatment

注意缺陷多动障碍(attention-deficit/hyperactivity disorder, ADHD)是一种源于儿童期的神经发育障碍,其主要特征是与发育水平不相称的注意缺陷和/或冲动多动,并伴有学习或社交等单一或多个功能损害。2022 年流行病学调查数据显示,我国 ADHD 儿童患病率约 6.3%,也就是说在中国有超过 2 000 万以上的儿童及其家长正面临 ADHD 的困扰^[1]。鉴于 ADHD 症状可延续至成年期且带来的危害伴随终身,若不早发现、早诊断、早干预,将对儿童的认知、学习和社会功能产生不可逆的损害,也会给家庭和社会带来沉重负担^[2-4]。

美国国立精神卫生研究所倡议的研究领域标准(research domain criteria, RDoC)旨在超越传统精神障碍诊断标准的限制,通过整合多个学科领域(如遗传学、神经科学和心理行为等)的知识,提供一个维度化的研究框架来理解精神类疾病^[5-6]。在这背景下,针对 ADHD 儿童的多模态评估显得尤为重要,它涉及到从行为评估、认知测试到神经生物标志

物的全面检测,不仅有助于精准诊断 ADHD,还能为后续的个性化治疗方案提供决策依据。因此,本文就 ADHD 当前的评估现状、多模态评估方法以及未来的发展趋势进行阐述和探讨,旨在增进对多模态评估方法的认识和应用,提升 ADHD 儿童的治疗质量。

1 目前 ADHD 儿童的评估现状

1.1 临床访谈 临床访谈是评估 ADHD 儿童的首要步骤之一。通过与家长或抚养者的深入访谈,以及对儿童的临床观察,儿科医师可以收集关于儿童的行为表现、日常生活以及社会功能(如学习、社交等)多方面的综合信息。一些结构化和半结构化的访谈工具也被广泛应用于 ADHD 的临床评估,如:《Kiddie-SADS-Present and Lifetime Version (K-SADS)》、《Mini International Neuropsychiatric Interview(MINI)》等^[7]。有效的临床访谈能够为医生提供关键信息,帮助其做出较为准确的 ADHD 诊

基金项目:国家重点研发计划项目(2022YFC2705201);西南大学创新研究 2035 先导计划(SWUPilotPlan006)

作者简介:冯廷勇(1976-),男,二级教授,博士生导师,博士学位,主要研究方向为儿童心理发展与脑可塑性。

断,并为下一步制定治疗方案提供依据^[8]。

1.2 量表评估 量表评估提供了一种快速但相对主观的方式来量化和比较儿童的行为表现和心理特征。需采用多场景(如家庭、学校、社区)、多对象(如父母、教师、其他抚养者)、有循证医学依据的问卷/量表来评估 ADHD 症状及其共病情况^[9]。国内外公认的可用于评估 ADHD 的量表主要有:学前注意缺陷多动障碍评定量表(ADHD Rating Scale-IV Preschool Version, ADHD RS-IV)、SNAP-IV 评定量表(Swanson, Nolan and Pelham Rating Scales)、Vanderbilt 评定量表等;用于评估 ADHD 共患病的量表主要有:Achenbach 儿童行为表现量表、Conners 评定问卷(Conners Rating Scales)、长处与困难问卷(Strength and Difference Questionnaire, SDQ)等^[10]。这些量表在不同年龄段和文化背景下均具有较高的信效度,可作为辅助诊断、监测治疗效果的临床工具^[11]。

1.3 神经心理测试 除量表评估外,基于儿童表现的神经心理测试能够为临床评估提供更客观更详细的行为和认知指标,进而理解个体潜在的认知障碍^[12]。国内常见的神经心理测试为视听整合持续测试(Conners' Continuous Performance Test-Integrated Visual and Auditory, IVA-CPT)和持续性操作测试(Test of Variables of Attention, TOVA)等^[13-14]。其中,IVA-CPT 提供 6 种诊断尺度及 28 种商数,是临床使用最多的 ADHD 评估工具之一,其诊断的灵敏度和特异性分别为 72.3% 和 56.5%^[15];TOVA 是国际公认测量注意力的重要工具,其诊断 ADHD 的敏感度和特异性分别为 85.7% 和 70%^[16]。除上述认知功能测试外,智力测试、脑电图和神经影像图也是基于儿童的神经心理测试,为 ADHD 评估提供客观数据,有助于减少诊断过程中的主观性^[8]。

1.4 存在的问题与局限性 目前的 ADHD 评估结合使用了临床访谈、量表评估和神经心理测量多种方法。临床访谈能够获取全面信息,包括儿童病史和日常功能情况,确保了评估的个性化和细致性。量表评估使用标准化的评估工具,以定量数据来描述儿童的表现和能力水平,并且方便经济,有助于快速筛选和跟踪治疗效果。神经心理测试则以儿童为主体,提供无偏评估的客观数据,可以详细评估患者的认知功能,揭示潜在的认知强项和缺陷,为个性化诊断与治疗提供依据。

然而,现有的 ADHD 评估方法也存在局限性。首先,临床访谈和量表评估依赖于评估者的主观观

察和报告,具有较强的主观性和信息者偏见风险,同一问题不同评估者之间也可能存在偏差^[17]。例如,父母和教师报告 ADHD 核心症状得分之间的一致性较低($r=0.16\sim0.52$);母亲往往比父亲报告的 ADHD 症状更多^[18-20]。其次,目前的评估需由专业人员进行操作和解读,而评估和诊断结果则取决于儿科医师的临床经验,较为耗时耗力。此外,量表主要关注表现出的异常行为,无法提供其他认知能力的量化数据。尽管上述神经心理测试可提供与注意力相关的指标,但大都基于持续性注意范式,对其他认知能力(如执行功能)关注较少。值得注意的是,神经心理测试用于诊断 ADHD 的结论目前不一致,仍缺乏足够的循证医学证据来验证测试得出的认知损害与 ADHD 症状之间的关系,同时这些测试的生态效度亦有待商榷^[21-22]。鉴于现有评估的局限性,采用多模态评估方法对 ADHD 的诊断和治疗显得尤为重要。

2 ADHD 儿童的多模态评估

2.1 多模态评估的界定 多模态评估(multimodal assessment)是指在精神健康诊断中使用多种不同的模态评估工具和方法(如认知测试、生理测量、脑成像和基因检测等),通过跨越行为-认知-生理-脑功能-基因等多个维度的综合评估,全面理解和分析精神类疾病的复杂本质。ADHD 儿童的多模态评估与 RDoC 框架紧密结合,不仅跨越了传统分类诊断的框架,还推动了从单一症状评估向更为全面的生物-心理-社会模型过渡,从而促进更具靶向性和个性化治疗方案的设计^[23]。

2.2 ADHD 儿童多模态评估的主要方式 在现有评估基础之上,新近的 ADHD 多模态评估方式主要有:智能化认知测评、基于虚拟现实的生态评估、可穿戴设备的生理测量以及脑结构与功能评估。

2.2.1 智能化认知测评 通常指的是使用计算机或数字设备来评估儿童在特定认知领域表现的自动化测试系统。其中最著名的系统之一是剑桥自动化成套神经心理测评(Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery, CANTAB),它通过一系列标准化且详细的认知功能测试,量化评估个体在注意、记忆、执行功能、决策及社会认知 5 个方面的能力^[24]。该工具常用于评估 ADHD 的认知缺陷以及监测治疗效果^[25]。近年来,智能化认知测评工具如雨后春笋般发展,以期提高认知评估的效率、精确度和客观性,为临床工作者提供客观、可量化的辅助诊断指标。值得注意的是,ADHD 儿童的智能化认

知测评至少具备以下特点:1)标准化测试软件 确保评估过程的高度一致性和可重复性;2)全面的认知损伤评估 内容覆盖 ADHD 儿童注意力(如持续性注意、选择性注意等)、执行功能(如抑制控制、工作记忆、情感决策等)、处理速度等全方面的潜在认知损伤,且任务设计富有趣味性,以提升儿童的参与度和配合度;3)个性化和自适应 采用自适应学习算法,根据儿童的实时表现动态调整任务难度和类型,不仅可以更精确地评估儿童认知水平,还可以提供个性化的支持和干预;4)实时数据采集与自动化分析 有效捕捉反应数据,并通过先进的算法自动处理,输出标准化得分和可视化的结果报告,为临床决策提供支持;5)持续动态追踪 跟踪儿童的成长发展轨迹,为调整和定制治疗策略提供依据。

2.2.2 基于虚拟现实的生态评估 研究发现,ADHD 的认知缺陷更多出现在真实生活环境下,例如教师报告的执行功能缺陷远超过实验室所评估到的^[26]。然而,目前评估方法在生态效度方面存在限制,不足以准确反映 ADHD 儿童的日常行为表现。基于虚拟现实(virtual reality, VR)的生态评估是一种使用 VR 技术创造出贴近真实世界的虚拟场景,搭建连接实验室评估和日常生活表现的桥梁,以评估 ADHD 真实状态下认知和行为表现的新型技术。VR 技术借助沉浸感和交互性强的三维虚拟环境,真实模拟儿童在日常生活或学校环境中可能遇到的场景,极大地增加了评估的生态效度,使评估过程更能贴近儿童的真实生活体验^[27-28]。此外,虚拟环境的各项参数(如干扰物出现频率、任务难度等)均可按需调整,提供不同干预场景以模拟儿童在多变生活场景中的表现。在临床应用中,以虚拟课堂为背景的 CPT 任务广泛被使用。元分析结果表明,基于 VR 的 CPT 任务能有效区分 ADHD 患者与正常患者,尤其当存在外部干扰物时,比传统 CPT 任务更能敏感地评估注意力表现^[29]。除在生态评估方面的应用,VR 技术也被用于 ADHD 的数字化训练与治疗,并且基于 VR 的训练效果可有效迁移到 ADHD 儿童的日常生活和学习中,实现远程效果的迁移^[30]。尽管 VR 技术在评估 ADHD 儿童方面相对较新,还需要更多有力的研究来验证其有效性和可靠性,但鉴于其高度的生态效度、互动性以及儿童的高度参与度,基于虚拟现实的生态评估有望在未来成为辅助诊断与治疗 ADHD 及其他神经发育障碍的一种创新和有效工具。

2.2.3 可穿戴设备的生理数据评估 近年来,研究者一直在探讨如何更加客观和准确地收集 ADHD

评估数据。在这一探索过程中,采用可穿戴设备实时监测和收集 ADHD 儿童相关生理参数的创新方法脱颖而出。这种方法通过智能腕表、体动记录仪等可穿戴技术,持续、非侵入性地收集儿童在日常生活或特定任务期间的生理数据,客观评估儿童的健康状况、行为模式及干预效果^[31]。研究发现,智能腕表(smart watch)所采集的活动水平能有效区分 ADHD 儿童的多动表现,准确率高达 85.2%,成为辅助 ADHD 诊断的重要客观指标^[32]。此外,智能腕表还可实时测量心率、心率变异性、皮肤电活动、体温等生理参数,提供情绪调节和应激反应的客观数据。体动记录仪(actigraph)也常用于客观量化 ADHD 的活动水平,且具有良好的区分效度和聚合效度(0.7~0.9)^[33]。不仅限于接触性可穿戴设备,非接触性的运动跟踪系统也被应用于 ADHD 的生理数据评估中^[31]。例如 Microsoft Kinect 系统可以通过摄像头捕捉和计算个体全身运动的强度水平,并且对 ADHD 患者的多动水平区分度达到 0.9^[34]。因此,采用可穿戴设备收集个体的生理数据,为 ADHD 的客观化和标准化诊断提供了新的可能性,未来具有很大的发展前景。

2.2.4 脑结构与功能评估 《精神疾病诊断与统计手册》第 5 版(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder, 5th edition, DSM-5)中明确指出 ADHD 是一种神经发育性疾病,且在大脑结构和功能连接上均存在异常,那么发现神经层面的生物标记物对于诊断 ADHD 至关重要^[35-36]。脑结构与功能评估是通过一系列神经影像学技术,如功能性磁共振成像、扩散张量成像和脑电图等,来探索与 ADHD 相关脑区的结构变化和功能异常。这些技术有助于提升对 ADHD 的本质认识。但它们通常不直接用于临床诊断,一个主要原因是尽管 ADHD 患者可能显示出某种脑结构或功能的异常特征,但这些特征并不一定在所有个体中普遍存在,使得神经影像的结果难以为个案的诊断和治疗提供直接依据。更重要的是,仅依赖于评估 ADHD 儿童的脑结构和功能异常,其意义有限。只有当将脑功能数据与生理、认知及行为评估数据综合起来,构建一个生理-行为-认知-神经的多模态评估框架时,才能为 ADHD 的临床评估与诊断提供全方位的视角。

2.3 ADHD 儿童多模态评估的临床应用 近年来,在儿童 ADHD 的临床诊断和治疗领域,多模态评估的作用愈发重要。例如,量化行为测试将 CPT 任务与运动追踪系统相结合,同时测量儿童的注意表现和头部运动水平,一致的证据表明这种方法在

区分 ADHD 患者和正常对照组时的辨别有效性介于 0.72~0.88 之间^[37]。美国食品和药物管理局于 2021 年批准了 QbTest 作为辅助 ADHD 评估的工具^[38]。大量研究发现脑电在识别和诊断 ADHD 中显示出一定的应用潜力;其中 N2/P3 振幅、应变负变异振幅、错配负性延迟、以及静息态的 α/β 比例等指标能够区分 ADHD 不同亚型和症状严重程度,未来有望成为诊断 ADHD 的重要生物标记物^[39]。另一方面,研究者将 VR 技术应用于 ADHD 数字化训练中,元分析发现了其在改善 ADHD 的执行功能、注意力和记忆方面的显著效果,且展现出高治疗依从性和良好安全性^[30]。类似地,针对自闭症的研究结合虚拟现实和眼动技术,利用视觉注意任务,在识别自闭症儿童方面准确率和灵敏度分别达到了 86% 和 91%^[40]。此外,可穿戴设备也被应用于 ADHD 的自我管理干预中,可穿戴腕表通过实时检测、自动分析、个性化提示等,提高儿童的自我监控能力,改善任务执行水平,但其干预效果还需进一步验证^[41]。总之,多模态评估不仅是未来 ADHD 诊断的新标杆,也是制定和调整治疗计划的基础,确保了对 ADHD 儿童的全面理解和个性化治疗。

3 多模态评估的未来发展趋势与建议

3.1 联合不同模态展开诊断与干预 当前,RDoC 框架倡议通过整合多个学科领域(如遗传学、神经科学和心理行为等),提供一个更全面的框架来理解精神类疾病的发病机理,从而使诊断更为精确,治疗更具针对性。因此,采用多模态评估方法整合多源的数据,是提高 ADHD 诊断准确性和干预有效性的关键。通过这样的联合模态方法,不只是在寻找单一的标志物或行为特征,而是试图构建一个全面视图,以识别多种潜在的相互作用因素。这不仅有助于捕捉 ADHD 的多样性和个体差异,还能够确保干预措施精准对应每个患者的具体情况,极大提升了治疗的有效性和患者的生活质量。

3.2 寻找更敏感的生物标记物 尽管既往研究主要集中于探讨 ADHD 的发病机制,但在识别具有实际应用价值的生物标记物方面还有待加强。随着大数据和人工智能技术的进步,未来研究通过数据驱动的机器学习方法,综合分析行为、认知、生理、脑功能和遗传等多模态数据,有望发现新的 ADHD 生物标记物和行为模式。这些发现将有助于更加精确地预测和识别不同类型的 ADHD^[42]。

3.3 搭建 ADHD 多模态数据库 构建多模态 ADHD 数据库将是未来 ADHD 研究和临床实践的

重要发展方向^[43]。这样的数据库通过集成多种类型的详尽数据,并将分布于众多研究中心、医疗机构和教育机构的数据集中化,形成一个综合性、多维度的 ADHD 研究平台。这对了解 ADHD 的病理机制、发展精确的诊断模型和评估治疗策略的效果具有重要意义。

3.4 基于人工智能的个性化方案制定 制定个性化治疗方案的基础是进行全面的模态评估,通过结合来自多维度的信息,医生可以为每位 ADHD 患者定制更精确、更针对个人特定需求的治疗策略。通过进一步整合多维度评估数据,并利用人工智能技术辅助分析和决策,未来研究预计能够为每位 ADHD 患者提供更加个性化、“量身定制”的治疗方案。

参考文献

- [1] Li F, Cui Y, Li Y, et al. Prevalence of mental disorders in school children and adolescents in China: Diagnostic data from detailed clinical assessments of 17,524 individuals[J]. J Child Psychol Psychiatry, 2022, 63(1): 34-46.
- [2] Forte A, Orri M, Galera C, et al. Developmental trajectories of childhood symptoms of hyperactivity/inattention and suicidal behavior during adolescence[J]. Eur Child Adolesc Psychiatry, 2020, 29(2): 145-151.
- [3] Retz W, Ginsberg Y, Turner D, et al. Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD), antisociality and delinquent behavior over the lifespan[J]. Neurosci Biobehav Rev, 2021, 120: 236-248.
- [4] 李廷玉, 陈立, 李斐, 等. 注意缺陷多动障碍早期识别, 规范诊断和治疗的儿科专家共识[J]. 中华儿科杂志, 2020, 58(3): 188-193.
Li TY, Chen L, Li F, et al. The consensus among pediatric experts on early identification, standardized diagnosis, and treatment of attention deficit hyperactivity disorder[J]. Chin J Pediatr, 2020, 58(3): 188-193. (in Chinese)
- [5] Pacheco J, Garvey MA, Sarampote CS, et al. Annual research review: The contributions of the RDoC research framework on understanding the neurodevelopmental origins, progression and treatment of mental illnesses[J]. J Child Psychol Psychiatry, 2022, 63(4): 360-376.
- [6] Cuthbert BN. The RDoC framework: Facilitating transition from ICD/DSM to dimensional approaches that integrate neuroscience and psychopathology[J]. World Psychiatry, 2014, 13(1): 28-35.
- [7] Rucklidge J. How good are the ADHD screening items of the K-SADS-PL at identifying adolescents with and without ADHD? [J]. J Atten Disord, 2008, 11(4): 423-424.
- [8] 中华医学会儿科学分会发育行为学组. ADHD 早期识别、规范诊断和治疗的儿科临床实践专家共识[J]. 中华儿科杂志, 2020, 58(3): 188-193.
The Subspecialty Group of Developmental and Behavioral

- Pediatrics, the Society of Pediatrics, Chinese Medical Association. Consensus on pediatric clinical practice of early identification, standardized diagnosis and treatment of attention deficit hyperactivity disorder [J]. Chin J Pediatr, 2020, 58 (3):188-193. (in Chinese)
- [9] Staff AI, Oosterlaan J, van der Oord S, et al. The validity of Teacher Rating Scales for the assessment of ADHD symptoms in the classroom: A systematic review and Meta-analysis [J]. J Atten Disord, 2021, 25(11):1578-1593.
- [10] 王玉凤. 注意缺陷多动障碍 [M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2019.
- [11] Potts HE, Lewandowski LJ, Lovett BJ. The Multidimensional ADHD Rating Scale: A measure of symptoms, impairment, and symptom validity [J]. J Clin Exp Neuropsychol, 2021, 43(4):426-436.
- [12] Nikolas MA, Marshall P, Hoelzle JB. The role of neurocognitive tests in the assessment of adult attention-deficit/hyperactivity disorder [J]. Psychol Assess, 2019, 31 (5): 685-698.
- [13] Arrondo G, Mulraney M, Iturmendi-Sabater I, et al. Systematic review and Meta-analysis: Clinical utility of Continuous Performance Tests for the identification of attention-deficit/hyperactivity disorder [J]. J Am Acad Child Adolesc Psychiatry, 2024, 63(2):154-171.
- [14] Pollock B, Harrison AG, Armstrong IT. What can we learn about performance validity from TOVA response profiles? [J]. J Clin Exp Neuropsychol, 2021, 43(4):412-425.
- [15] Berger I, Slobodin O, Cassuto H. Usefulness and validity of Continuous Performance Tests in the diagnosis of attention-deficit hyperactivity disorder children [J]. Arch Clin Neuropsychol, 2017, 32(1):81-93.
- [16] Schatz AM, Ballantyne AO, Trauner DA. Sensitivity and specificity of a computerized test of attention in the diagnosis of attention-deficit/hyperactivity disorder [J]. Assessment, 2001, 8(4):357-365.
- [17] Emser TS, Johnston BA, Steele JD, et al. Assessing ADHD symptoms in children and adults: Evaluating the role of objective measures [J]. Behav Brain Funct, 2018, 14(1):11.
- [18] De Los Reyes A, Augenstein TM, Wang M, et al. The validity of the multi-informant approach to assessing child and adolescent mental health [J]. Psychol Bull, 2015, 141(4): 858-900.
- [19] Caye A, Machado JD, Rohde LA. Evaluating parental disagreement in ADHD diagnosis: Can we rely on a single report from home? [J]. J Atten Disord, 2017, 21 (7): 561-566.
- [20] Wan Salwina WI, Baharudin A, Nik Ruzyanei NJ, et al. Attention deficit hyperactivity disorder symptoms reporting in Malaysian adolescents: Do adolescents, parents and teachers agree with each other? [J]. Asian J Psychiatr, 2013, 6 (6):483-487.
- [21] Planton M, Lemesle B, Cousineau M, et al. The role of neuropsychological assessment in adults with attention deficit/hyperactivity disorders [J]. Rev Neurol, 2021, 177 (4): 341-348.
- [22] Du Rietz E, Cheung CH, McLoughlin G, et al. Self-report of ADHD shows limited agreement with objective markers of persistence and remittance [J]. J Psychiatr Res, 2016, 82: 91-99.
- [23] Auerbach RP. RDoC and the developmental origins of psychiatric disorders: How did we get here and where are we going? [J]. J Child Psychol Psychiatry, 2022, 63 (4): 377-380.
- [24] Smith PJ, Need AC, Cirulli ET, et al. A comparison of the Cambridge Automated Neuropsychological Test Battery (CANTAB) with "traditional" neuropsychological testing instruments [J]. J Clin Exp Neuropsychol, 2013, 35(3):319-328.
- [25] Gau SS, Shang CY. Executive functions as endophenotypes in ADHD: Evidence from the Cambridge Neuropsychological Test Battery (CANTAB) [J]. J Child Psychol Psychiatry, 2010, 51(7):838-849.
- [26] Sjöwall D, Thorell LB. A critical appraisal of the role of neuropsychological deficits in preschool ADHD [J]. Child Neuropsychol, 2019, 25(1):60-80.
- [27] Stokes JD, Rizzo A, Geng JJ, et al. Measuring attentional distraction in children with ADHD using virtual reality technology with eye-tracking [J]. Front Virtual Real, 2022, 3:855895.
- [28] Negut A, Matu SA, Sava FA, et al. Virtual reality measures in neuropsychological assessment: A meta-analytic review [J]. Clin Neuropsychol, 2016, 30(2):165-184.
- [29] Parsons TD, Duffield T, Asbee J. A comparison of virtual reality classroom continuous performance tests to traditional continuous performance tests in delineating ADHD: A Meta-analysis [J]. Neuropsychol Rev, 2019, 29 (3): 338-356.
- [30] Corrigan N, Păsărelu CR, Voinescu A. Immersive virtual reality for improving cognitive deficits in children with ADHD: A systematic review and meta-analysis [J]. Virtual Real, 2023, 1:1-20.
- [31] Wang XQ, Albitos PJ, Hao YF, et al. A review of objective assessments for hyperactivity in attention deficit hyperactivity disorder [J]. J Neurosci Methods, 2022, 370:109479.
- [32] Lindhiem O, Goel M, Shaaban S, et al. Objective measurement of hyperactivity using mobile sensing and machine learning: Pilot study [J]. JMIR Form Res, 2022, 6 (4):e35803.
- [33] Kam HJ, Shin YM, Cho SM, et al. Development of a decision support model for screening attention-deficit hyperactivity disorder with actigraph-based measurements of classroom activity [J]. Appl Clin Inform, 2010, 1(4):377-393.
- [34] Li F, Zheng Y, Smith SD, et al. A preliminary study of movement intensity during a Go/No-Go task and its association with ADHD outcomes and symptom severity [J]. Child Adolesc Psychiatry Ment Health, 2016, 12:10-47.