DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2025187

· 心理卫生 ·

学龄期注意缺陷多动障碍儿童注意认知功能与症状的相关性

段桂琴[1,2], 赵明方[1], 王甘雨[2], 尹嘉宝[2], 聂文亳[1], 靳婷婷[1], 王小宇[1]

1.郑州大学第三附属医院儿童保健科, 河南 450052; 2.郑州大学第三附属医院儿童发育行为科

【摘要】 目的 采用事件相关电位(ERP)技术研究学龄期注意缺陷多动障碍(ADHD)儿童的注意认知功能及症状的相关性, 为早期诊断 ADHD 儿童提供参考。**方法** 选取 2022 年 9 月至 2024 年 9 月于郑州大学第三附属医院门诊诊断为 ADHD 的学龄期儿童为 ADHD 组(52 名), 选取同期体检的年龄、性别相匹配的正常儿童为健康对照组(50 名)。ERP 试验采用听觉 Oddball 任务, 分别对头皮电极 Fz、Cz、Pz 点失匹配负波(MMN)和 P3a 成分进行波幅和潜伏期的比较分析。症状评定量表采用 SNAP-Ⅳ评定量表和 Conners 父母症状问卷(PSQ), 由家长填写。采用 Spearman 相关分析学龄期 ADHD 儿童 ERP 成分与症状的相关性。**结果** 健康对照组儿童 MMN 成分在 Fz 导联上的潜伏期为(188.30±2.06) ms, 波幅为(-15.54±1.35) μV; P3a 成分在 Pz 导联上的潜伏期为(312.82±7.80) ms, 波幅为(3.80±0.18) μV。ADHD 组儿童 MMN 成分在 Fz 导联上的潜伏期为(188.94±1.39) ms, 波幅为(-14.78±1.40) μV; P3a 成分在 Pz 导联上的潜伏期为(317.21±5.65) ms, 波幅为(3.70±0.13) μV。相较正常儿童, ADHD 儿童的 MMN 在 Fz、Cz 导联上有较小的波幅, P3a 在 Cz、Pz 导联上有更大的潜伏期和较小的波幅(t 值分别为 2.79, 2.20; -2.04, -3.25; 2.35, 3.21, P 值均<0.05)。相关性分析显示, ADHD 儿童 MMN 潜伏期与 SNAP-Ⅳ中的注意力不足得分呈正相关(r=0.22), MMN 波幅与 SNAP-Ⅳ中的注意力不足和 PSQ 中的学习问题得分均呈负相关(r 值分别为-0.26, -0.34); P3a 潜伏期与 SNAP-Ⅳ中的注意力不足和 PSQ 量表中的学习问题得分均呈正相关(r 值分别为 0.26, 0.24), P3a 波幅与 SNAP-Ⅳ中的注意力不足、多动/冲动和 PSQ 量表中的学习问题、冲动/多动得分均呈负相关(r 值分别为-0.26, -0.22, -0.25, -0.32)(P 值均<0.05)。**结论** 学龄期 ADHD 儿童 MMN、P3a 成分异常, 存在注意认知功能缺陷。ADHD 儿童注意力不足、学习问题、冲动多动等症状与 MMN、P3a 成分异常有关。

【关键词】 注意力缺陷障碍伴多动; 认知; 精神卫生; 儿童

【中图分类号】 R 179　B 844.1　R 748　**【文献标识码】** A　**【文章编号】** 1000-9817(2025)06-0827-05

Correlation between attentional cognitive function and symptoms in school-aged children with attention deficit hyperactivity disorder/*DUAN Guiqin**, *ZHAO Mingfang, WANG Ganyu, YIN Jiabao, NIE Wenhao, JIN Tingting, WANG Xiaoyu.* * *Child Healthcare Department, the Third Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou*(450052), *Henan Province, China*

【Abstract】 Objective To investigate the attention cognitive function and symptom correlations of school-aged children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) using event-related potential (ERP) technology, so as to provide references for the early diagnosis of children with ADHD. **Methods** A total of 52 school-aged children diagnosed with ADHD at the outpatient department of the Third Affiliated Hospital of Zhengzhou University from September 2022 to September 2024 and 50 age-/sex-matched healthy controls were selected. The ERP experiment adopted the auditory Oddball task to conduct comparative analyses of the amplitude and latency of the mismatch negative(MMN) at the Fz, Cz, and Pz points of the scalp electrode and the P3a component respectively. The symptom assessment scales adopted the Swanson, Nolan, and Pelham-Ⅳ Rating Scale (SNAP-Ⅳ) and the Parent Symptom Questionnaire (PSQ), which were filled out by the parents. Spearman correlation analysis was used to analyze the correlation between ERP components and symptoms in school-aged children with ADHD. **Results** The latency of MMN components in the healthy control group on the Fz lead was (188.30±2.06) ms, and the amplitude was (-15.54±1.35) μV; the latency of the P3a component on the Pz lead was (312.82±7.80) ms, and the amplitude was (3.80±0.18) μV. The latency of MMN components in the ADHD group on the Fz lead was (188.94±1.39) ms, and the amplitude was (-14.78±1.40) μV; the latency of the P3a component on the Pz lead was (317.21±5.65) ms, and the amplitude was (3.70±0.13) μV. Compared with normal children, the MMN of children with ADHD had smaller amplitudes in the Fz and Cz leads, and the P3a had greater latency and smaller amplitudes in the Cz and Pz leads (t=2.79, 2.20; -2.04, -3.25; 2.35, 3.21, P<0.05). Correlation analysis showed that the latency of MMN in children with ADHD was positively correlated with the inattention score in the SNAP-Ⅳ(r=0.22), and the amplitude of MMN was negatively correlated with the inattention score in the SNAP-Ⅳ and the learning problem score in PSQ (r=-0.26, -0.34)(P<0.05). The latency of P3a was positively correlated with the scores of inattention in the SNAP-Ⅳ and the score of learning problems in the PSQ

【作者简介】 段桂琴(1968-), 女, 河南郑州人, 硕士, 主任医师, 主要研究方向为儿童发育行为。

【通信作者】 赵明方, E-mail: zmfzmf1004@163.com

(r=0.26, 0.24); the amplitude of P3a was negatively correlated with the scores of attention deficit and hyperactivity/impulsivity in the SNAP-Ⅳ and the scores of learning problems and impulsivity/hyperactivity in the PSQ(r=-0.26, -0.22, -0.25, -0.32) (P<0.05). **Conclusions** School-aged ADHD children exhibit abnormal MMN/P3a components, indicating attention-related cognitive dysfunction. Symptoms such as inattention, learning problems and hyperactivity/impulsivity in children with ADHD are related to abnormal components of MMN and P3a.

【Keywords】 Attention deficit disorder with hyperactivity; Cognition; Mental health; Child

注意缺陷多动障碍(attention deficit hyperactivity disorder, ADHD)属于神经发育障碍性疾病,是儿童期常见的心理行为障碍之一[1],严重影响患儿的学业、职业、表现、社会功能及其家庭[2]。最新 Meta 分析显示,我国学龄期儿童 ADHD 的患病率约为 5.74%[3],其中男童比女童更为常见[4]。ADHD 的病因及发病机制尚不明确,可能与遗传因素、围生期情况、家庭、心理因素、营养和饮食因素有关[5]。

ADHD 的核心症状包括注意缺陷、多动和冲动三大特征,其中注意缺陷作为核心症状,可能会持续到成年期,给患者带来巨大的精神压力[1]。研究显示,ADHD 儿童在完成一项复杂的任务时,难以对信号刺激的变化快速作出反应,从而表现出注意力不集中、分心等症状[6]。事件相关电位(event-related potential, ERP)能够反映认知过程中大脑的神经电生理改变[7],其中失匹配负波(mismatch negativity, MMN)反映了大脑对刺激变化的自动处理功能及注意力转移情况,无需患儿主动参与,易于临床检测[8]。P3a 作为 P300 的分量,近年来逐渐开始得到关注。在经典 Oddball 范式中增加新奇刺激可诱发 P3a, P3a 反映了大脑意识到刺激信号至达到觉醒状态所需的时间,可反映前注意加工过程[9]。已有研究报道显示,成人 ADHD 患者 MMN 成分存在异常[10],但目前尚不清楚 ADHD 患者注意加工过程中的具体神经电生理机制。本研究纳入 6~12 岁 ADHD 儿童以及同期年龄、性别相匹配的正常儿童,对两组儿童进行 ERP 任务检测,分析 MMN、P3a 结果及其与 ADHD 儿童症状的相关性,以助于 ADHD 儿童的早期识别。

1 对象与方法

1.1 对象 选取 2022 年 9 月至 2024 年 9 月于郑州大学第三附属医院儿童保健科/儿童发育行为科门诊诊断为 ADHD 的学龄期儿童及同期体检的年龄、性别相匹配的正常儿童。样本量基于研究假设,参考以往文献研究结果[11],双侧检验的 α 值为 0.05,检验效能 0.8,采用 PASS 2021 进行样本量估算,计算得到两组分别需要纳入 32 例样本。

ADHD 组纳入标准:(1)年龄 6~12 岁;(2)符合美国《精神疾病诊断与统计手册》第 5 版(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-Fifth Edition, DSM-5)[12]的 ADHD 诊断标准;(3)右利手;(4)韦氏全量表智商≥80 分[13]。排除标准:(1)非首次诊断为 ADHD,进行过 ADHD 相关药物(包括盐酸哌甲酯、盐酸托莫西汀等)或非药物治疗;(2)有大脑器质疾病或严重躯体疾病;(3)有精神共患病及其他神经发育障碍疾病;(4)视力或矫正视力异常;(5)听力障碍;(6)不能配合完成事件相关电位数据收集。健康对照组纳入标准:(1)年龄 6~12 岁;(2)右利手;(3)韦氏全量表智商≥80 分。排除 ADHD 及其他目前或既往精神障碍的可能。

最终收集 ADHD 儿童 52 例,其中男童 42 例,女童 10 例;平均年龄(8.19±1.31)岁。健康对照组儿童 50 例,其中男童 41 例,女童 9 例;平均年龄(8.24±1.27)岁。两组间的性别分布、年龄、韦氏全量表智商差异均无统计学意义(χ^2/t 值分别为 0.03, 0.21, 1.95, P 值均>0.05),具有可比性。所有参与研究的儿童均得到家长的知情同意,本研究已获得郑州大学第三附属医院医学伦理委员会批准(批号:2021-087-01)。

1.2 方法

1.2.1 症状评定量表 采用由 Swanson 等[14]依据 ADHD 诊断原则制定的 SNAP-Ⅳ评定量表(Swanson, Nolan, and Pelham-Ⅳ Rating Scales, SNAP-Ⅳ),由家长填写,适用于 6~18 岁儿童青少年。共 26 个条目,分为注意力不足、多动/冲动、其他症状 3 个部分,采用 0="完全没有"至 3="非常多"评分,分别计算每个部分的平均分,分数越高表示症状越严重。周晋波等[15]评定中文版量表的 Cronbach α 系数为 0.95, *KMO* 系数为 0.94, Bartlett's 球形检验 P<0.01,信、效度良好。

Conners 父母症状问卷[16-17](Parent Symptom Questionnaire, PSQ)为父母对儿童行为评定量表,适用于 3~16 岁儿童。PSQ 涵盖品行问题、学习问题、心身障碍、冲动/多动、焦虑以及多动指数 6 个维度,共 48 个条目。PSQ 各条目均采用 4 级计分:"无"计 0 分至"很多"计 3 分,将各维度条目得分相加再除以条目数即为各维度的得分,得分越高表示该维度的行为症状越严重。苏林雁等[17]制定了 PSQ 中国城市儿童常模, Cronbach α 系数为 0.92,信、效度良好。

1.2.2 ERP 成分诱发及记录 MMN、P3a 成分诱发采用听觉 Oddball 范式,用 E-prime 2.0 软件进行编制。3 种类型的音调被耳机随机呈现出来,其中标准刺激

(80%)为 1 000 Hz 纯音,持续 50 ms;偏差刺激(10%)为 1 200 Hz 纯音,持续 50 ms;新奇刺激(10%)为 1 000 Hz纯音,持续 100 ms,刺激间隔 1 300 ms。受试者在安静、舒适、无干扰的房间内戴上耳机进行检测,期间需观看一段无声卡通动画,并无需对刺激做出反应,总持续时间为 12 min。

脑电数据由 Brain Vision Recorder 2.0 软件进行记录,所有电极阻抗低于 5 kΩ,参考电极置于鼻尖,采样频率为 1 000 Hz。脑电数据处理采用 Brain Vision Analyzer 2.0 软件。处理步骤:以双侧乳突平均值为新参考对所有电极数据进行重参考,去除眼电伪迹,滤除不必要的信号;再根据标志将脑电分段,并进行基线校正;最后根据刺激类型对分段脑电进行分类叠加平均或差异波分析,得到每名被试不同刺激类型下的平均 ERP 波形。MMN 成分:标准刺激和偏差刺激的差异波,在 90~200 ms 时间窗口内取负向波的峰值作为 MMN 的幅值,峰值对应的时间为潜伏期。P3a 成分:由新奇刺激诱发,在 250~400 ms 时间窗口内取正向波的峰值作为 P3a 的幅值,峰值对应的时间为潜伏期。

1.3　质量控制　所有入选对象的诊断均由临床经验丰富的儿童发育行为科/儿童保健科医师完成。症状评定量表填写时,由专业评估人员向家长详细介绍每个条目的填写方式,确保家长理解问卷并正确填写。所有儿童的 ERP 检测均由一位接受培训的专业人员进行,检测前确保每名儿童理解实验规则,并控制环境适宜且无额外声音干扰,对不配合儿童的 ERP 数据进行筛检剔除。

1.4　统计学分析　采用 SPSS 26.0 统计学软件进行数据分析。计量资料满足正态分布以($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 t 检验;不符合正态分布以 $M(P_{25}, P_{75})$表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料采用例数和百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。相关性分析采用 Spearman 相关法。以 $P<0.05$ 为有统计学意义。

2　结果

2.1　健康对照组和 ADHD 组儿童症状评定量表得分比较　SNAP-Ⅳ中,ADHD 组儿童注意力不足、多动/冲动得分均高于健康对照组;PSQ 中,ADHD 组学习问题、心身障碍、冲动/多动、多动指数得分均高于健康对照组,差异均有统计学意义(P 值均<0.05)。见表 1。

表 1　健康对照组和 ADHD 组儿童症状评定量表得分比较($\bar{x}\pm s$)

Table 1　Comparison of the scores of symptom rating scales for children between healthy control group and ADHD group($\bar{x}\pm s$)

组别	人数	SNAP-Ⅳ			PSQ					
		注意力不足	多动/冲动	其他症状	品行问题	学习问题*	心身障碍*	冲动/多动*	焦虑*	多动指数*
健康对照组	50	0.88±0.39	0.80±0.55	0.96±0.56	0.83±0.55	0.32(0.25,0.69)	0.20(0,0.30)	0.50(0.25,1.20)	0.30(0.25,0.75)	0.50(0.29,0.80)
ADHD 组	52	1.83±0.43	1.14±0.71	0.92±0.57	0.95±0.62	1.42(1.02,1.75)	0.20(0.20,0.55)	1.25(0.75,1.75)	0.50(0.25,1.00)	0.80(0.30,1.24)
t/Z 值		-11.71	-2.76	0.36	-1.00	-7.28	-2.52	-4.27	-1.68	-2.39
P 值		<0.01	<0.01	0.72	0.32	<0.01	0.01	<0.01	0.09	0.02

注:* 不符合正态分布,用 $M(P_{25}, P_{75})$描述。

2.2　健康对照组和 ADHD 组儿童 MMN、P3a 波幅及潜伏期比较　与健康对照组相比,ADHD 组儿童 MMN 成分在 Fz、Cz 导联上波幅较小;P3a 成分在 Cz、Pz 导联上潜伏期均大于健康对照组,波幅均小于健康对照组,差异均有统计学意义(P 值均<0.05)。见表 2。

表 2　健康对照组和 ADHD 组儿童 Fz、Cz、Pz 导联 MMN 及 P3a 成分指标比较($\bar{x}\pm s$)

Table 2　Comparison of MMN and P3a components in leads Fz, Cz and Pz for children between healthy control group and ADHD group($\bar{x}\pm s$)

组别	人数	MMN 潜伏期/ms			MMN 波幅/μV			P3a 潜伏期/ms			P3a 波幅/μV		
		Fz	Cz	Pz	Fz	Cz	Pz	Fz	Cz	Pz	Fz	Cz	Pz
健康对照组	50	188.30±2.06	185.14±2.35	176.34±4.52	-15.54±1.35	-15.12±2.70	-7.36±0.40	323.30±0.95	315.38±2.55	312.82±7.80	1.13±0.09	2.18±0.22	3.80±0.18
ADHD 组	52	188.94±1.39	185.38±2.43	175.23±3.32	-14.78±1.40	-13.82±3.27	-7.52±0.50	323.12±1.18	316.56±3.24	317.21±5.65	1.10±0.08	2.08±0.20	3.70±0.13
t 值		-1.39	-0.52	1.42	2.79	2.20	-1.86	0.85	-2.04	-3.25	1.49	2.35	3.21
P 值		0.18	0.61	0.16	0.01	0.03	0.07	0.40	0.04	<0.01	0.14	0.02	<0.01

2.3　ADHD 儿童 MMN、P3a 潜伏期及波幅与症状评定量表各因子得分的相关性　MMN 在 Fz 导联上的潜伏期与 SNAP-Ⅳ中的注意力不足得分呈正相关(r=0.22),MMN 在 Fz 导联上的波幅与 SNAP-Ⅳ中的注意力不足和 PSQ 中的学习问题得分均呈负相关(r 值分别为-0.26,-0.34)(P 值均<0.05)。P3a 在 Pz 导联上的潜伏期与 SNAP-Ⅳ中的注意力不足和 PSQ 中的学习问题得分均呈正相关(r 值分别为 0.26,0.24),P3a 在 Pz 导联上的波幅与 SNAP-Ⅳ中的注意力不足、多动/冲动和 PSQ 中的学习问题、冲动/多动得分均呈负相关(r 值分别为-0.26,-0.22,-0.25,-0.32)(P 值均<0.05)。见表 3。

表 3　ADHD 儿童 MMN、P3a 潜伏期及波幅与 SNAP-Ⅳ、PSQ 各因子分之间的相关性（r 值，$n=52$）

Table 3　Correlation between the latency and amplitude of MMN and P3a in children with ADHD and the factor scores of SNAP-Ⅳ and PSQ（r, $n=52$）

ERP	SNAP-Ⅳ			PSQ					
	注意力不足	多动/冲动	其他症状	品行问题	学习问题	心身障碍	冲动/多动	焦虑	多动指数
MMN 潜伏期（Fz）	0.22*	−0.06	0.12	−0.13	0.04	−0.19	0.02	−0.18	−0.05
MMN 波幅（Fz）	−0.26*	−0.02	0.01	0.01	−0.24**	−0.04	0.17	−0.02	0.18
P3a 潜伏期（Pz）	0.26*	0.08	−0.07	0.01	0.24*	0.10	0.18	−0.10	0.14
P3a 波幅（Pz）	−0.26*	−0.22*	−0.04	−0.05	−0.25*	−0.21	−0.32**	−0.16	−0.14

注：* $P<0.05$，** $P<0.01$。

3　讨论

注意缺陷是 ADHD 患者贯穿整个生命周期的核心特征[18]。本研究采用听觉 Oddball 范式并加入新奇刺激，比较学龄期 ADHD 儿童及正常儿童事件相关电位 MMN 及 P3a 的潜伏期及波幅特征，探索其与临床症状之间的关系，有助于早期识别并干预 ADHD 儿童，减轻家庭和社会的负担。本研究通过比较 ADHD 儿童和正常儿童 SNAP-Ⅳ及 PSQ 各因子得分发现，ADHD 儿童存在注意力不足、冲动多动、学习问题等症状。国内外研究者认为，ADHD 儿童常表现为与年龄不相称的注意力易分散、不分场合的过度活动和情绪冲动等[19]，并伴有不同程度的认知障碍和学习困难[20]。本研究也显示出 ADHD 儿童存在上述症状，可能会对学龄期儿童的学业成绩、人际关系和日常生活造成干扰，甚至影响到家庭和社会。若儿童时期 ADHD 症状未经控制，其危害可延续到青春期和成年期，故早期关注 ADHD 患儿的注意认知功能及症状十分重要。

本研究发现，相较健康对照组儿童，ADHD 儿童的 MMN 成分在 Fz、Cz 导联上呈现更小的波幅，与之前的研究一致[21]。MMN 是一种听觉事件相关电位的负波成分，由非注意条件下的偏差刺激诱导产生，是大脑对变异刺激信号的自动反应[22]。MMN 反应了对刺激变化的注意重定向过程[23]，来源于双侧听觉皮层和双侧额叶[24]。当额叶病变和认知功能损伤时可导致 MMN 振幅衰减，表现为 MMN 波幅降低[25]。Rydkjar 等[11]认为，ADHD 儿童的听觉皮层可能存在功能异常，影响了其对变化刺激的快速识别，从而使 ADHD 儿童无法进行有效的信息整合，导致注意功能受损。此外，本研究显示 MMN 波幅与 SNAP-Ⅳ中的注意力不足和 PSQ 中的学习问题得分均呈负相关，与其他研究报道结果一致[26]。原因可能是在完成某项任务时，ADHD 儿童在早期信息处理阶段存在对刺激变化的识别缺陷，无法将注意力重新定向到当前任务上，从而出现注意力不集中、发呆、分心等症状；对于学龄期儿童往往会引起一系列学习问题，严重影响儿童的学业。

本研究还发现，与健康对照组相比，ADHD 儿童在 Cz、Pz 处的 P3a 振幅较小，且潜伏期较长，与之前的研究一致[27]。提示 ADHD 儿童对新奇刺激的加工存在异常，也支持本研究关于 ADHD 儿童存在注意功能缺陷的假设。此外，本研究发现 P3a 潜伏期与 SNAP-Ⅳ中的注意力不足和 PSQ 中的学习问题得分均呈正相关，其波幅与 SNAP-Ⅳ中的注意力不足、多动/冲动和 PSQ 中的学习问题、冲动/多动得分均呈负相关。Zhang 等[28]发现，ADHD 儿童存在注意启动异常，当有新的刺激出现时不能快速作出反应，表现出注意力不能集中在任务上，容易分心，影响学习并干扰其社交互动，使其在与同伴交往时容易出现冲突、难以融入群体，进而在行为上表现出多动/冲动等症状，并出现各种行为问题。以上发现不仅为家长和教师早期识别并干预 ADHD 儿童提供了科学依据，还为优化教育环境、减轻家庭社会负担以及实施公共卫生策略提供了重要参考。

本研究尚存在部分局限性：首先，研究的症状评定量表均由儿童父母填写，父母的主观认知、对孩子的期望以及情绪状态等可能会影响填写结果，导致信息偏倚；其次，研究样本量较少，未对 ADHD 儿童的年龄、性别、亚型进行更详细的分组研究；最后，ADHD 儿童根据实际需要接受治疗，本研究未进行纵向的随访，无法探讨治疗对 ADHD 儿童 MMN 和 P3a 的影响，未来需要进一步研究。

利益冲突声明　所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1]　中华医学会儿科学分会发育行为学组. 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.
Developmental Behavioral Group, Pediatrics Society of 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)

[2] BARBARESI W J, CAMPBELL L, DIEKROGER E A, et al.The society for developmental and behavioral pediatrics clinical practice guideline for the assessment and treatment of children and adolescents with complex attention-deficit/hyperactivity disorder: process of care algorithms[J].J Dev Behav Pediatr, 2020, 41(Suppl 2S):58-74.

[3] WANG T, LIU K, LI Z, et al.Prevalence of attention deficithyperactivity disorder among children and adolescents in China: a systematic review and Meta-analysis[J].BMC Psychiatry, 2017, 17(1):32-43.

[4] REALE L, BARTOLI B, CARTABIA M, et al. Comorbidity prevalence and treatment outcome in children and adolescents with ADHD [J].Eur Child Adolesc Psychiatry, 2017, 26(12):1443-1457.

[5] POSNER J, POLANCZYK G V, SONUGA-BARKE E, et al. Attention-deficit hyperactivity disorder[J].Lancet,2020,395(10222):450-462.

[6] BOZJILOVA N , KUNTSI J , RUBIA K , et al . Electrophysiological modulation of sensory and attentional processes during mind wandering in attention-deficit/hyperactivity disorder [J]. Neuroimage Clin, 2021,29:102547.

[7] IDIAEABAL M A, PALAU M, FERNANDEZ E, et al.Neurophysiological studies in neurodevelopmental disorders: event related potentials[J].Medicina (B Aires), 2023, 83(Suppl 2):12-16.

[8] LE SOMMER J, LOW A M, MØLLEGAARD J J R, et al. Effects of methylphenidate on mismatch negativity and P3a amplitude of initially psychostimulant-naive, adult ADHD patients [J]. Psychol Med, 2023, 53(3): 957-965.

[9] HAMILTON H K, ROACH B J, BACHMAN P M, et al.Association between P300 responses to auditory oddball stimuli and clinical outcomes in the psychosis risk syndrome[J].JAMA Psychiatry, 2019, 76(11):1187-1197.

[10] HSIEH M H, CHIEN Y L, GAU S S.Mismatch negativity and P3a in drug-naive adults with attention-deficit hyperactivity disorder[J].Psychol Med, 2021, 52(15):1-11.

[11] RYDKJAR J, MØLLEGAARD JEPSEN J R, PAGSBERG A K, et al. Mismatch negativity and P3a amplitude in young adolescents with first-episode psychosis: a comparison with ADHD[J].Psychol Med, 2017, 47(2): 377-388.

[12] FIRST M B.Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders,5th edition,and clinical utility[J].J Nerv Ment Dis, 2013, 201(9):727-729.

[13] 张厚粲.韦氏儿童智力量表第四版(WISC-Ⅳ)中文版的修订[J].心理科学,2009,32(5):1177-1179.
ZHANG H C. The revision of WISC-Ⅳ Chinese Version[J].Psychol Sci,2009,32(5):1177-1179.(in Chinese)

[14] SWANSON J M, SCHUCK S, PORTER M M, et al. Categorical and dimensional definitions and evaluations of symptoms of ADHD: history of the SNAP and the SWAN Rating Scales[J].Int J Educ Psychol Assess,2012,10(1):51-70.

[15] 周晋波,郭兰婷,陈颖.中文版注意缺陷多动障碍 SNAP-Ⅳ评定量表—父母版的信效度[J].中国心理卫生杂志,2013,27(6):424-428.
ZHOU J B, GUO L T, CHEN Y.Reliability and validity of the Chinese version of Swanson, Nolan, and Pelham Version Ⅳ Rating Scale-Parent Form for Attention-deficit/Hyperactivity Disorder[J]. Chin Ment Health J,2013,27(6):424-428. (in Chinese)

[16] CONNERS C K, SITARENIOS G, PARKER J D, et al. The revised Conners' Parent Rating Scale(CPRS-R): factor structure, reliability, and criterion validity[J].J Abnorm Child Psychol,1998,26(4):257-268.

[17] 苏林雁,黄春香,罗学荣,等.Conners 父母症状问卷的中国城市常模[J].中国临床心理学杂志, 2001,9(4):241-243,252.
SU L Y, HUANG C X, LUO X R, et al.Norms of the Conners Parent Symptom Questionnaire in Chinese urban children[J]. Chin J Clin Psychol, 2001,9(4):241-243,252. (in Chinese)

[18] FARAONE S V, BANASCHEWSKI T, COGHILL D, et al. The world federation of ADHD international consensus statement: 208 evidence-based conclusions about the disorder[J]. Neurosci Biobehav Rev,2021,128:789-818.

[19] LIN Y J, GAU S S. Developmental changes of neuropsychological functioning in individuals with and without childhood ADHD from early adolescence to young adulthood: a 7-year follow-up study[J].Psychol Med, 2019, 49(6):940-951.

[20] NEJATI V, DERAKHSHAN Z.The effect of physical activity with and without cognitive demand on the improvement of executive functions and behavioral symptoms in children with ADHD[J].Exp Rev Neurother, 2021, 21(5):607-614.

[21] CHENG C H, CHAN P S, HSIEH Y W, et al.A Meta-analysis of mismatch negativity in children with attention deficit-hyperactivity disorders[J].Neurosci Lett, 2016, 612(1):132-137.

[22] 丁晶,王继军,邓钰蕾,等.事件相关电位的临床应用与操作规范上海专家共识[J].上海医学, 2023, 46(2):65-73.
DING J, WANG J J, DENG Y L, et al.Shanghai expert consensus on clinical application and practice of event-related potentials [J]. Shanghai Med J, 2023, 46(2):65-73. (in Chinese)

[23] CSÉPE V , HONBOLYGÓ F . From psychophysiology to brain imaging: forty-five years MMN history of investigating acoustic change sensitivity[J]. Biol Futur, 2024, 75(1): 117-128.

[24] FITZGERALD K, TODD J.Making sense of mismatch negativity[J]. Front Psychiatry, 2020, 11(1):468-487.

[25] NAHAS N E, ZAKI A, ZAKARIA M, et al.Cognitive impairment in asymptomatic cerebral arterial stenosis: a P300 study[J].Neurol Sci, 2023, 44(2):601-609.

[26] YAMAMURO K, OTA T, IIDA J, et al. Associations between the mismatch-negativity component and symptom severity in children and adolescents with attention deficit/hyperactivity disorder[J].Neuropsychiatr Dis Treat, 2016, 12:3183-3190.

[27] OJA L, HUOTILAINEN M, NIKKANEN E, et al. Behavioral and electrophysiological indicators of auditory distractibility in children with ADHD and comorbid ODD[J].Brain Res, 2016, 1632:42-50.

[28] ZHANG J, QIU M, PAN J, et al. The preattentive change detection in preschool children with attention deficit hyperactivity disorder: a mismatch negativity study[J]. Neuroreport, 2020, 31(10): 776-779.

收稿日期:2025-01-08　**修回日期**:2025-03-26　**本文编辑**:顾璇