

· 学术交流 ·

注意力缺陷多动障碍儿童事件相关电位检测 及与智力的相关性

李宗磊 王文强 吴为阁 李玉妹 钟训华

361012 厦门市仙岳医院儿童心理科(李宗磊、王文强、吴为阁),脑诱发电位室(李玉妹),
康复与物理治疗中心(钟训华)

通信作者:李宗磊, Email: 979900754@qq.com

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2021.10.004

【摘要】目的 研究注意力缺陷多动障碍儿童(attention deficit hyperactivity disorder, ADHD)事件相关电位(event related potential, ERP)的特征,研究ERP与多动指数及智力的相关性,探讨ADHD儿童的认知功能。**方法** 选取2019年6月至2020年12月在厦门市仙岳医院门诊就诊的61例ADHD儿童作为研究组,选取符合纳入及排除标准的61名健康儿童作为对照组,行ERP及韦氏智力检查,对两组儿童照顾者行Conners父母问卷(PSQ)检查。**结果** 在靶刺激下,研究组前额区、中央区、顶叶区的P3潜伏期明显长于对照组,差异均有统计学意义[(388.41 ± 47.24)ms比(372.89 ± 34.75)ms、(395.31 ± 55.18)ms比(371.33 ± 38.80)ms、(404.23 ± 55.21)ms比(381.54 ± 38.93)ms, $t=2.07$ 、 2.78 、 2.62 , 均 $P < 0.05$];在靶刺激下,两组在前额区、中央区、顶叶区的P3波幅比较,差异均有统计学意义[9.61(7.60, 15.63) μV 比13.52(10.04, 16.90) μV 、11.20(5.81, 17.43) μV 比13.49(9.22, 16.54) μV 、12.33(7.05, 18.85) μV 比14.74(9.31, 20.09) μV , $Z=-2.77$ 、 -2.10 、 -2.06 , 均 $P < 0.05$]。两组智力测验中的言语理解指数、知觉推理指数、工作记忆指数、加工速度指数及总智商得分比较,研究组均低于对照组,差异有统计学意义[98.0(89.0, 103.5)比99.0(95.5, 107.0)、94.0(86.0, 103.0)比100.0(89.0, 109.0)、85.0(75.0, 97.0)比91.0(87.0, 97.0)、83.0(77.0, 95.0)比92.0(80.5, 99.0)、83.0(77.0, 95.0)比92.0(80.5, 99.0), $Z=-2.10$ 、 -2.54 、 -3.70 、 -3.33 、 -2.86 , 均 $P < 0.05$];研究组的多动指数评分高于对照组[1.80(1.60, 2.10)比0.80(0.65, 1.15), $Z=-9.54$, $P < 0.05$]。相关分析结果显示,研究组的P3潜伏期与工作记忆指数(WMI)和加工速度指数(PSI)呈负相关($r=-0.29$ 、 -0.26 , $P < 0.05$), N2P3峰值与PSI呈正相关($r=0.30$, $P < 0.05$)。**结论** ADHD儿童存在一定程度的认知功能障碍,ERP能测量ADHD患儿的认知功能状况,ERP和韦氏智力联合使用有助于客观、全面地评价ADHD。

【关键词】 事件相关电位; 认知功能; 多动症; 韦氏智力

基金项目: 福建省卫生计生中青年骨干人才培养项目(2017-ZQN-93);厦门市仙岳医院院内课题(XMXY2016-2)

Detection of event-related potentials and its correlation with intelligence in children with attention deficit hyperactivity disorder

Li Zonglei, Wang Wenqiang, Wu Weige, Li Yumei, Zhong Xunhua
Department of Child and Adolescent Psychology of Xiamen Xian Yue Hospital, Xiamen 361012, China (Li ZL, Wang WQ, Wu WG); Department of Brain Evoked Potentials, Xiamen Xian Yue Hospital, Xiamen 361012, China (Li WM); Department of Rehabilitation and Physical Therapy Center, Xiamen Xian Yue Hospital, Xiamen 361012, China (Zhong XH)

Corresponding author: Li Zonglei, Email: 979900754@qq.com

【Abstract】Objective To study the characteristics of event related potential (ERP) in children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and the correlation between ERP and hyperactivity index and intelligence, and to explore the cognitive function of children with ADHD. **Methods** From June 2019 to December 2020, 61 children with ADHD treated in the outpatient department of Xiamen Xian Yue Hospital were selected as the study group, and 61 healthy children who met the inclusion and exclusion criteria were selected as

the control group. ERP and Wechsler intelligence test were performed on children, and Conners Parent Symptom Questionnaire (PSQ) was performed on two groups of child caregivers. **Results** Under target stimulation, the P3 latency of prefrontal region, central region and parietal lobe in the study group was significantly longer than that in the control group, and the difference was statistically significant [(388.41 ± 47.24) ms vs (372.89 ± 34.75) ms, (395.31 ± 55.18) ms vs (371.33 ± 38.80) ms, (404.23 ± 55.21) ms vs (381.54 ± 38.93) ms; $t=2.07, 2.78, 2.62$; $P < 0.05$]. Under target stimulation, there were significant differences in P3 amplitude in prefrontal region, central region and parietal lobe between the two groups [9.61 (7.60, 15.63) μ V vs 13.52 (10.04, 16.90) μ V, 11.20 (5.81, 17.43) μ V vs 13.49 (9.22, 16.54) μ V, 12.33 (7.05, 18.85) μ V vs 14.74 (9.31, 20.09) μ V; $Z=-2.77, -2.10, -2.06$; $P < 0.05$]. There were significant differences in speech comprehension index, perceptual reasoning index, working memory index, processing speed index and total IQ scores between the two groups [98.0 (89.0, 103.5) vs 99.0 (95.5, 107.0), 94.0 (86.0, 103.0) vs 100.0 (89.0, 109.0), 85.0 (75.0, 97.0) vs 91.0 (87.0, 97.0), 83.0 (77.0, 95.0) vs 92.0 (80.5, 99.0), 83.0 (77.0, 95.0) vs 92.0 (80.5, 99.0); $Z=-2.10, -2.54, -3.70, -3.33, -2.86$; $P < 0.05$]. The hyperactivity index score of the study group was higher than that of the control group [1.80 (1.60, 2.10) vs 0.80 (0.65, 1.15); $Z=9.54$; $P < 0.05$]. Correlation analysis results showed that the latency of P3 was negatively correlated with working memory index (WMI) and processing speed index (PSI) ($r=-0.29, -0.26, P < 0.05$). The peak-to-peak value of N2P3 was positively correlated with PSI ($r=0.30, P < 0.05$). **Conclusions** ADHD children have a certain degree of cognitive dysfunction, ERP can measure the cognitive function of ADHD children, and the combined use of ERP and Wechsler intelligence is conducive to an objective and comprehensive evaluation of ADHD.

【Key words】 Event-related potential; ADHD; Cognitive function; Wechsler intelligence

Fund programs: Middle-aged and Young Key Talents Training Program of Health and Family Planning of Fujian Province (2017-ZQN-93); Xiamen Xianyue Hospital Project(XMXY2016-2)

注意力缺陷多动障碍(attention deficit hyperactivity disorder, ADHD)是一种起病于儿童期的、最为常见的神经发育性障碍,核心症状表现为注意力缺陷、多动及冲动。国内 ADHD 儿童的患病率呈逐年攀升趋势,目前患病率约为 6.26%^[1-2],且 ADHD 儿童包括智力在内的认知功能受到一定程度的损害,对患儿的学业、人际关系等社会功能产生不利影响^[3-4]。事件相关电位(event related potential, ERP)主要评价大脑执行认知任务过程中注意、记忆等信息加工的电位变化,目前主要应用于精神及神经疾病相关的认知功能评估^[5]。本研究应用 ERP 技术对 ADHD 患儿及健康儿童的各脑区、各成分潜伏期及波幅进行测试及分析,探讨 ADHD 儿童的认知特征,以期作为临床诊疗提供依据。

一、对象与方法

1. 研究对象:选取 2019 年 6 月至 2020 年 12 月在厦门市仙岳医院门诊就诊的患者作为研究组。研究组的纳入标准:(1)符合美国《精神障碍诊断与统计手册第 5 版》(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition, DSM-5)有关 ADHD 诊断^[6];(2)年龄 6~18 岁,且韦氏智力测验量表得分 > 70 分;(3)入组监护人知情同意。研究组的排除标准:(1)明确的颅脑外伤史和严重的躯体疾病史;(2)神经系统疾病以及其他精神类疾病(对立违抗障碍、学习障碍、智力障碍等);(3)目前服用精神类药物

者。选取健康儿童作为对照组。对照组的纳入标准:(1)年龄 6~18 岁,且韦氏智力测验量表得分 > 70 分;(2)监护人同意其参加本研究。对照组的排除标准:(1)明确的颅脑外伤史和严重的躯体疾病史;(2)神经系统疾病以及精神类疾病;(3)服用相关精神类药物者。本研究经厦门市仙岳医院伦理委员会审查批准通过(批号:2016-KY-012)。研究组共入组 61 例 ADHD 患儿,对照组共入组 61 名健康儿童,两组儿童的性别、年龄及其父母文化程度方面差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 两组儿童一般临床资料

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别 [例(%)]		父(母)文化程度 [例(%)]	
			男	女	初中及以下	高中及以上
研究组	61	9.51 ± 2.10	50(82.0)	11(18.0)	8(13.1)	53(86.9)
对照组	61	9.72 ± 2.86	49(80.3)	12(19.7)	6(9.8)	55(90.2)
t/χ^2 值		-0.469	< 0.01		< 0.01	
P 值		0.640	1.000		1.000	

2. 研究工具:(1)多动指数。其为 Conners 父母问卷(PSQ)六项因子之一,其余因子包括品行问题、学习问题、心身问题、多动-冲动、焦虑,PSQ 包含 48 项内容,采用 0~3 四级评分,得分越高提示相应的问题越严重^[7]。(2)事件相关电位(ERPs)。其是

复合刺激(靶刺激、非靶刺激随机出现)通过各种感觉(听觉、视觉)途径进入大脑,大脑对靶刺激的感知、认知分析、加工、记忆等过程所产生的电位变化,是一种神经电生理变化的认知电位^[8]。采用韦氏智力测验第4版(WISC-IV)中文版对两组儿童进行智力测量^[3]。WISC-IV包括10个核心分测验,分测验构成4个合成指数,分别为言语理解指数(VCI)、知觉推理指数(PRI)、工作记忆指数(WMI)和加工速度指数(PSI)。

3. 研究方法:研究对象坐在安静房间的椅子上,眼睛睁开,保持清醒,由MEDTRONIC电位仪检测。根据10-20国际系统,从头皮中线位置前额区(FZ)、中央区(CZ)、顶叶区(PZ)点记录脑电活动,以乳突位置为参考,地线在前额中点位置(FPZ)。脑电活动采样在听觉刺激oddball模式下,电极阻抗 < 10 Ω,由耳机产生2种不同类型的声音,即连续的1 kHz靶刺激和间歇的非靶刺激2 kHz强度90~120 dB,研究指标为N1、P2、N2及P3。由经过培训的儿童精神科医师对符合入组条件的被试用进行WISC-IV测验。每个患儿及健康对照组儿童的家长均填写PSQ。

4. 统计学方法:采用SPSS 24.0统计学软件进行数据分析,所有数据进行正态分布及方差齐性检验,符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用独立样本t检验;不符合正态分布的计量资料用中位数及四分位间距 [$M(P_{25}, P_{75})$]表示,采用Mann-Whitney U检验。计数资料以频数和百分

率(%)表示,采用 χ^2 检验。结果之间的相关性应用Pearson积差相关分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

二、结果

1. 两组儿童各脑区ERP各成分潜伏期及波幅比较:在靶刺激下,研究组在Fz、Cz、Pz脑区的P3、N2潜伏期显著长于对照组,P3波幅低于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表2、表3。

2. 两组儿童CIH及智力检测结果比较:研究组的FSIQ、VCI、PRI、WMI、PSI、FSIQ、CIH均低于对照组,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表4。

3. 两组FZ ERP的P3、N2波与CIH及智力的相关性分析:研究组的P3潜伏期与WMI、PSI评分呈负相关($r = -0.29, -0.26$, 均 $P < 0.05$);研究组的P3波幅与PSI呈正相关($r = 0.30, P < 0.05$)。见表5。

讨论 认知功能障碍是指包括注意力、执行功能、记忆等大脑高级功能障碍,其影响人的社会功能,降低生活质量^[8]。ERP作为一种神经电生理指标,能反映大脑的高级信息处理能力,与认知功能关系密切,被称为“认知电位”。经典的ERP是由外源性成分(P1、N1、P2)和内源性成分(N2、P3)组成,反映大脑执行认知任务时信息处理的过程^[9]。P300是刺激后300 ms左右出现的1个阳性波,主要反映大脑执行认知任务过程中选择性注意、工作记忆、决策等认知和心理加工过程的神经电生理变化。N2是刺激后200 ms左右出现的1个负相波,主要反映对

表2 两组儿童各脑区ERP各成分潜伏期比较(ms)

脑区	靶刺激				非靶刺激			
	研究组(n=61)	对照组(n=61)	t/Z值	P值	研究组(n=61)	对照组(n=61)	t/Z值	P值
FZ								
N1 [$M(P_{25}, P_{75})$]	125.0(105.0, 152.5)	124.0(104.5, 143.5)	-0.74	0.462	113.0(105.0, 134.0)	105.0(99.0, 118.5)	-3.17	1.000
N2 [$M(P_{25}, P_{75})$]	258.0(230.0, 311.5)	237.0(216.5, 255.5)	-4.54	< 0.001	-	-	-	-
P2 [$M(P_{25}, P_{75})$]	199.0(178.0, 240.5)	189.0(177.5, 202.5)	-2.01	0.052	193.0(181.5, 206.0)	190.0(179.0, 205.0)	-0.58	0.566
P3($\bar{x} \pm s$)	388.41 ± 47.24	372.89 ± 34.75	2.07	0.041	-	-	-	-
CZ								
N1 [$M(P_{25}, P_{75})$]	122.0(110.5, 139.0)	114.0(105.0, 135.5)	-2.03	0.051	115.0(107.0, 128.0)	107.0(102.0, 121.0)	-2.85	0.594
N2 [$M(P_{25}, P_{75})$]	258.0(234.5, 298.0)	232.0(217.0, 254.0)	-3.99	< 0.001	-	-	-	-
P2 [$M(P_{25}, P_{75})$]	183.0(172.0, 217.5)	173.0(162.0, 210.5)	-0.26	0.798	187.0(172.0, 194.5)	180.0(170.5, 194.5)	-1.01	0.314
P3($\bar{x} \pm s$)	395.31 ± 55.18	371.33 ± 38.80	2.78	0.006	-	-	-	-
PZ								
N1 [$M(P_{25}, P_{75})$]	113.0(99.0, 139.5)	104.0(98.0, 132.5)	-0.79	0.432	114.0(103.0, 126.5)	105.0(97.5, 121.5)	-2.95	0.917
N2 [$M(P_{25}, P_{75})$]	250.0(230.0, 294.5)	242.0(219.0, 261.5)	-2.08	0.049	-	-	-	-
P2 [$M(P_{25}, P_{75})$]	185.0(167.5, 213.5)	182.0(175.0, 206.5)	-0.30	0.763	192.0(180.5, 208.5)	187.0(173.0, 200.5)	-1.96	0.055
P3($\bar{x} \pm s$)	404.23 ± 55.21	381.54 ± 38.93	2.62	0.010	-	-	-	-

注:ERP事件相关电位;FZ前额区;CZ中央区;PZ顶叶区;-无数据

表 3 两组儿童各脑区 ERP 各成分波幅的比较 [mV, M(P₂₅, P₇₅)]

脑区	靶刺激				非靶刺激			
	研究组(n=61)	对照组(n=61)	Z 值	P 值	研究组(n=61)	对照组(n=61)	t/Z 值	P 值
FZ								
N1P2	6.68(3.87, 11.03)	8.09(3.30, 10.93)	-0.28	0.780	7.11(2.66, 12.44)	6.83(4.03, 12.07)	-5.04	0.614
N2P3	9.61(7.60, 15.63)	13.52(10.04, 16.90)	-2.77	0.007	-	-	-	-
CZ								
N1P2	8.27(5.11, 14.67)	10.13(5.81, 14.95)	-0.58	0.563	9.92(5.17, 16.32)	10.93(4.87, 16.77)	-0.11	0.915
N2P3	11.20(5.81, 17.43)	13.49(9.22, 16.54)	-2.10	0.037	-	-	-	-
PZ								
N1P2	8.64(3.69, 13.96)	9.16(5.52, 15.22)	-1.06	0.291	9.49(5.40, 14.15)	11.11(6.17, 16.74)	-1.01	0.311
N2P3	12.33(7.05, 18.85)	14.74(9.31, 20.09)	-2.06	0.041	-	-	-	-

注: ERP 事件相关电位; FZ 前额区; CZ 中央区; PZ 顶叶区; - 无数据

表 4 两组儿童 CIH 及智力检测结果比较 [M(P₂₅, P₇₅)]

组别	例数	CIH	VCI	PRI	WMI	PSI	FSIQ
研究组	61	1.80(1.60, 2.10)	98.0(89.0, 103.5)	94.0(86.0, 103.0)	85.0(75.0, 97.0)	83.0(77.0, 95.0)	88.0(77.5, 100.0)
对照组	61	0.80(0.65, 1.15)	99.0(95.5, 107.0)	100.0(89.0, 109.0)	91.0(87.0, 97.0)	92.0(80.5, 99.0)	93.0(86.0, 103.0)
Z 值		-9.54	-2.10	-2.54	-3.70	-3.33	-2.86
P 值		<0.001	0.048	0.013	<0.001	0.001	0.005

注: CIH 多动指数; VCI 言语理解指数; PRI 知觉推理指数; WMI 工作记忆指数; PSI 加工速度指数; FSIQ 总智商

表 5 两组儿童前额区 ERP 的 P3、N2 波与 CIH 及智力的相关性分析

项目	CIH	VCI	PRI	WMI	PSI	FSIQ
研究组 P3 潜伏期						
r 值	0.49	-0.02	-0.24	-0.29	-0.26	-0.14
P 值	0.707	0.899	0.066	0.024	0.041	0.285
研究组 P3 波幅						
r 值	0.14	0.02	0.19	0.14	0.30	0.10
P 值	0.270	0.887	0.153	0.272	0.020	0.444
研究组 N2 潜伏期						
r 值	0.06	-0.01	-0.03	-0.13	-0.13	-0.18
P 值	0.639	0.963	0.838	0.336	0.309	0.160
对照组 P3 潜伏期						
r 值	0.17	-0.19	-0.03	-0.10	-0.07	-0.02
P 值	0.202	0.145	0.832	0.465	0.569	0.855
对照组 P3 波幅						
r 值	-0.01	0.04	0.05	0.20	0.04	0.05
P 值	0.923	0.753	0.685	0.125	0.783	0.783
对照组 N2 潜伏期						
r 值	0.02	-0.06	-0.06	-0.02	-0.08	-0.04
P 值	0.893	0.650	0.637	0.860	0.534	0.751

注: ERP 事件相关电位; CIH 多动指数; VCI 言语理解指数; PRI 知觉推理指数; WMI 工作记忆指数; PSI 加工速度指数; FSIQ 总智商

刺激的早期识别与注意的能力, 两者波幅和潜伏期的变化被认为是认知功能受损的重要标志^[10-11]。与其他报道一致^[12], 本研究发现各脑区 ADHD 组较健康对照组的 P3、N2 波潜伏期延长, P3 波幅降低, 差

异有统计学意义($P < 0.05$); ADHD 儿童 P3 潜伏期延长可能与患儿出现注意力、记忆力缺陷及信息加工过程缓慢相关, 表明 ADHD 儿童存在对刺激接受、处理以及反应等认知功能障碍; N2 潜伏期延长可能是由 ADHD 患儿在早期感知觉加工阶段的信息识别能力减弱所致; P3 波幅表示人脑完成特定认知任务时所使用的神经资源数量, 反映大脑信息加工时大脑能量的分配, 投入的资源越多波幅越高, 投入的资源越少波幅越低^[13]。本研究显示, ADHD 组 ERP 的 P3 波幅较对照组低($P < 0.05$), 与大部分既往研究结论一致^[12, 14], 表明 ADHD 患儿对信息加工处理的速度减慢, 投入注意力资源少, 注意力、记忆力缺陷及认知加工能力不足。

WISC-IV 作为一种新型的智力测量工具, 从信息加工的水平 and 效率两方面解释认知功能, 本研究与本课题组既往报道的 ADHD 儿童总智商及 4 个合成指数均低于健康发育儿童的结果相同^[3]; PSQ 中的 CIH 评分高于对照组儿童, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 与相关研究报道一致^[13], 说明 ADHD 组儿童存在较多行为问题。由于 PSQ、韦氏智力测验在临床工作与研究中最为常用, 本研究将 ERP 与 CIH、韦氏智力测验进行比较, 以探讨其相关性和各自的特点。经过双变量相关性分析, 两组儿童 ERP 的 N2 波潜伏期、波幅与 CIH、总智商及各合成指数无肯定

相关($P > 0.05$), 但研究组的 P3 波潜伏期与智力测试中的 WMI、PSI 呈负相关($r = -0.29$ 、 -0.14 , $P < 0.05$), 研究组的 P3 波波幅与智力测试中的 WMI 呈正相关($r = 0.30$, $P < 0.05$)。工作记忆和加工速度是认知效率指数, 能准确反映 ADHD 儿童认知功能方面的缺陷^[15]。ERP 是一个量化的电生理学指标, 能较客观地判断 ADHD 患儿认知障碍程度。本研究中, ERP 与韦氏智力具有良好的一致性。因此, ERP 与韦氏智力都可以评估不同程度的认知功能障碍。

综上所述, ERP 作为一种“内源性认知电位”, 其敏感性高, 但特异性差^[16]。CIH、韦氏智力及 ERP 从不同角度评估 ADHD 儿童及其严重程度, 相互补充。ERP 测试和 CIH、韦氏智力联合使用能为 ADHD 患儿认知障碍和行为问题提供客观的、有价值的指标, 有助于更全面、客观地评价 ADHD。但是本研究仍存在一定的局限性, 如未对 ADHD 进行具体分型, 注意力缺陷型、多动型及混合型的认知功能是否有差别, 还有待探讨; 并且本研究为横断面研究, 未来可以进行相关干预, 进行纵向研究, 为临床诊断与治疗提供参考。

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 论文撰写为李宗磊, 数据统计分析为李宗磊、吴为阁, 质量控制为吴为阁, 数据采集为钟训华、李玉妹, 研究设计为李宗磊、王文强

参 考 文 献

- [1] Abramov DM, Cunha CQ, Galhanone PR, et al. Neurophysiological and behavioral correlates of alertness impairment and compensatory processes in ADHD evidenced by the Attention Network Test[J]. PLoS One, 2019, 14(7): e0219472. DOI: 10.1371/journal.pone.0219472.
- [2] Wang T, Liu K, Li Z, et al. Prevalence of attention deficit/hyperactivity disorder among children and adolescents in China: a systematic review and meta-analysis[J]. BMC Psychiatry, 2017, 17(1): 32. DOI: 10.1186/s12888-016-1187-9.
- [3] 李宗磊, 王文强, 吴为阁, 等. 注意力缺陷多动障碍儿童的智力及认知功能特征[J]. 神经疾病与精神卫生, 2015, 15(6): 598-601. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2015.06.014.
Li ZL, Wang WQ, Wu WG, et al. Characteristics of intelligence and cognitive function of children with attention deficit hyperactivity disorder[J]. Journal of Neuroscience and Mental Health, 2015, 15(6): 598-601.
- [4] Kroeger RA. Parental happiness and strain among young adult parents diagnosed with attention deficit hyperactivity disorder[J]. Chronic Illn, 2017, 14(1): 69-75. DOI: 10.1177/1742395317694701.
- [5] Chen L, Zhou Y, Liu L, et al. Cortical event-related potentials in Alzheimer's disease and frontotemporal lobar degeneration[J]. J Neurol Sci, 2015, 359(1/2): 88-93. DOI: 10.1016/j.jns.2015.10.040.
- [6] American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5) [M]. Washington: American Psychiatric Pub, 2013.
- [7] 袁迅玲, 孙禄, 邢丽, 等. 儿童多动症临床表现以及护理对策分析[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(32): 267. DOI: 10.19613/j.cnki.1671-3141.2019.32.191.
- [8] 苗青, 王小玉, 张干, 等. 事件相关电位 P300 在神经疾病伴认知功能障碍中的应用价值[J]. 蚌埠医学院学报, 2019, 44(3): 325-327. DOI: 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2019.03012.
Miao Q, Wang XY, Zhang G, et al. Application value of event-related potential P300 in nerve disease complicated with cognitive impairment[J]. J Bengbu Med Coll, 2019, 44(3): 325-327.
- [9] Liu Q, Wang X, Zhang Z, et al. Neuroprotection against vascular dementia after acupuncture combined with donepezil hydrochloride: P300 event related potential[J]. Neural Regen Res, 2016, 11(3): 460. DOI: 10.4103/1673-5374.179059.
- [10] Forster SE, Carter CS, Cohen JD, et al. Parametric manipulation of the conflict signal and control-state adaptation[J]. J Cogn Neurosci, 2011, 23(4): 923-935. DOI: 10.1162/jocn.2010.21458.
- [11] 陈若婷, 刘萌萌, 李志明, 等. 吸烟成瘾者与网络成瘾者的特质冲动及认知抑制的事件相关电位分析[J]. 中国心理卫生杂志, 2020, 34(6): 543-548. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6729.2020.6.012.
Chen NT, Liu MM, Li ZM, et al. An event-related potentials analysis of impulsivity and cognitive inhibition in smoking addicts and Internet addicts[J]. Chinese Mental Health Journal, 2020, 34(6): 543-548.
- [12] 全琰, 肖莉娜, 乔桂香, 等. 注意缺陷多动障碍儿童事件相关电位 P300 特征分析[J]. 临床精神医学杂志, 2016, 26(5): 314-316.
Quan Y, Xiao LN, Qiao GX, et al. Analysis of event-related potential P300 in children with attention deficit hyperactivity disorder[J]. J Clin Psychiatry, 2016, 26(5): 314-316.
- [13] 赵希希, 孙黎, 王长明. 成人注意缺陷多动障碍患者工作记忆特点的事件相关电位[J]. 中华精神科杂志, 2020, 53(5): 406-413. DOI: 10.3760/ema.j.cn113661-20200619-00281.
Zhao XX, Sun L, Wang CM. An event-related potential study of working memory in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. Chin J Psychiatry, 2020, 53(5): 406-413.
- [14] Szurmi B, Czobor P, Komlósi S, et al. P300 deficits in adults with attention deficit hyperactivity disorder: a meta-analysis[J]. Psychol Med, 2011, 41(7): 1529-1538. DOI: 10.1017/S0033291710001996.
- [15] 余珍珠, 张姗红, 钟蕴瑜, 等. 注意缺陷多动障碍儿童的智力特点[J]. 中国心理卫生杂志, 2019, 33(6): 416-419. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6729.2019.06.004.
Yu ZZ, Zhang SH, Zhong YY, et al. Characteristics of intelligence in children with attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. Chinese Mental Health Journal, 2019, 33(6): 416-419.
- [16] Tang A, Santesso DL, Segalowitz SJ, et al. Distinguishing shyness and sociability in children: an event-related potential study[J]. J Exp Child Psychol, 2016, 142: 291-311. DOI: 10.1016/j.jecp.2015.08.008.

(收稿日期: 2021-03-11)

(本文编辑: 赵金鑫)