

自闭特质对预测加工的影响 ——来自预测序列事件相关电位的证据

柴浩, 俞畅

(浙江工业大学教育科学与技术学院应用心理学研究所, 杭州 310023)

【摘要】 目的:探究高低自闭特质个体在预测加工模式上的不同。**方法:**研究分别记录低自闭特质组和高自闭特质组在可预测序列范式和不可预测序列范式中的反应时和诱发的事件相关电位。**结果:**未发现高低特质组间显著的反应时差异,但低特质组被试在与预测背景信息相关n-1刺激加工时,ERP表现出比标准刺激更短的N2潜伏期和更大的P3b振幅,显示出利用预测信息的加工优势;这一效应在高特质组中则未有体现。**结论:**结果提示高自闭特质群体在利用背景信息的预测加工上可能存在一定障碍,可能与“预测编码”机制存在缺陷有关。

【关键词】 自闭特质; 预测加工; 预测编码理论

中图分类号: R395.1

DOI: 10.16128/j.cnki.1005-3611.2021.03.001

Influence of Autistic Traits on Predictive Processing: An ERP Study

CHAI Hao, YU Chang

Department of Applied Psychology, College of Education, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310023, China

【Abstract】 Objective: To explore the differences in the predictive processing modes in individuals with high and low autistic traits. **Methods:** The response time and event-related potentials(ERPs) were collected from the low autistic trait group and the high autistic trait group in predictable sequence paradigm and unpredictable sequence paradigm. **Results:** It was found that the two groups both showed no significant difference on reaction time between predictable condition and unpredictable condition. The participants in the low trait group showed shorter N2 latency and larger P3b amplitude for n-1 standard stimulus when stimulating processing related to predictive background information, indicating the processing advantage of using predictive information. This effect was not reflected in the high trait group. **Conclusion:** There may be some obstacles to the predicted processing using background information in the high autism trait groups, which may be related to the defects of the prediction coding mechanism.

【Key words】 Autistic traits; Predictive processing; Predictive coding theory

在对自闭症个体健康亲属的研究中发现其亲属或多或少地表现出自闭症的某些特征,如自闭症个体的父母更加表现出“冷漠、不老练、含蓄、反应迟钝、缺乏情感反应和同理心”的人格特征^[1-3]。这些与自闭症相似的人格特质被总结为“自闭特质”^[4-6]。自闭特质是一种与自闭症个体行为表征和人格特点相似但程度较轻的特质,集中表现在社会交往和社会情感能力相对较弱^[5,6]。在认知特点上,也有与自闭症相似的特征,如注意转换较缓慢、追求狭隘的或重复的兴趣(通常是数学和计算)、关注细节、想象力贫乏、在机械记忆力方面具有优势等。

近年来,一些学者试图运用预测编码理论来解释自闭症群体行为特征。预测编码理论认为大脑基于先验进行自上而下预测,并与外界输入进行比对,如产生较大的预测误差,则更新原有预测^[7,8]。其中,

预测误差是指各级感官输入与预测结果之间的差值^[9];预测加工通过反馈信息使预测误差最小化^[10],从而使个体能更好地感知外在环境。预测加工存在异常可能是自闭症相应认知和行为上存在异常的主要原因,即所谓“自闭症个体预测编码机制损伤假说”^[11]。

自闭症个体预测编码机制损伤假说能够体现在一些既有的实验研究证据中^[11-13],如研究显示自闭症的个体运动听觉预测有一定的受损^[14],这是导致其感官信息语境化失败的潜在原因;在对自闭症儿童听觉P300成分的分析中发现其在全局背景中对意料之外的偏差刺激较普通儿童显示降低的反应,对于预期刺激具有增强的反应。这表明自闭症儿童受明确任务指令的影响较强,受新的意外刺激的影响较小^[15]。这些研究均显示出自闭症个体在依据全局信息来调节其低精度的感觉预测误差方面的灵活性较差,即在调节他们的预测加工方面缺乏灵活性,从而也为自闭症群体预测编码机制损伤假说提供了佐证^[16]。

【基金项目】 国家自然科学基金-青年基金项目(31600891):孤独症特质预测编码缺陷的成因及脑机制研究

通讯作者:柴浩, chaihao2009@aliyun.com

事件相关电位(Event Related Potential, ERPs)技术是一种适合较客观地观察探索高低自闭特质个体预测加工过程的实验技术,已有一些研究结合预测编码理论和事件相关电位(ERPs)技术对认知过程进行解释和探究。Fogelson 等人^[17]对精神分裂症个体预测背景信息加工缺陷展开了神经相关研究。他们采用了一种新型视觉预测序列范式,通过在目标事件发生之前呈现一系列3~8个长短不一的预测性或随机性刺激来构成背景信息,根据是否包含预测信息分为可预测序列和不可预测序列。记录在两种序列中的靶刺激、可预测序列中靶刺激的前一个刺激("n-1 刺激")以及在两种序列中不构成预测性结构的随机刺激(标准刺激)诱发的ERP。该研究结果显示,在反应时上,对可预测序列和不可预测序列的靶刺激反应时差异,健康被试要明显大于精神分裂症个体。在ERP数据部分,精神分裂症个体相较于健康被试表现出与预测加工相关的n-1 刺激P3b 振幅减低,靶刺激P3b 潜伏期增长。P3b 被认为反映评估包括背景信息在内的环境信号^[18],表明精神分裂症个体在利用预测序列提供的背景信息方面存在异常,且对刺激的评价需要更长时间。

本研究参考 Fogelson 等的实验范式,通过ERP 技术探究自闭特质人群的预测加工特点,探究高低自闭特质个体背后的预测编码机制的差异。提出以下假设:(1)高特质组被试在可预测和不可预测两种条件下的反应时没有显著差异,而低特质组在可预测条件下的平均反应时更短。(2)在低特质组中可观察到与预测加工有关的靶刺激、n-1 刺激对应的N2、P3b 平均振幅提升和潜伏期缩短(即预测的效应),但这一效应在高特质组则出现减弱或消失,即高自闭特质个体对预测性背景信息的利用存在一定劣势。

1 方 法

1.1 被试

随机抽取在校大学生被试进行问卷调查,共收集到自闭症谱系商数问卷(Autism Spectrum Quotient, AQ)有效问卷531份,AQ 平均得分 21.51 ± 5.49 ,其中男231人,女300人,平均年龄为 21.34 ± 2.08 岁。取其高分的前5%对应的界值为高分组(AQ 得分 ≥ 30),低于所有AQ 问卷(531份)的AQ 得分均值减去一个标准差为低分组,即AQ 得分 ≤ 16 。共纳入低特质组17名,高特质组16名,所有被试均身体健康且无精神系统疾病及脑部损伤历史,视力均正常或

矫正后正常,惯用手为右手。脑电实验后剔除由于脑电伪迹较多数据质量较差导致无法使用的实验数据,最终获得24名被试脑电数据。其中低特质组12名,男生7名,女生5名,AQ 平均得分 12.17 ± 1.95 ,高特质组12名,男生6名,女生6名,AQ 平均得分 32.08 ± 2.23 。独立样本t检验结果显示,高低特质组的AQ 得分具有显著差异, $t = -23.28, P < 0.001$ 。

1.2 研究工具

自闭谱系商数问卷^[19]:该问卷包含社交技能、注意转换、细节注意、言语交流、想象力五个分量表共50个条目。每个项目包含四个选项:"完全同意"、"稍微同意"、"稍微不同意"、"完全不同意",采用0、1记分方式,在正向条目中,选择"完全同意"、"稍微同意"计1分,选择"稍微不同意"、"完全不同意"计0分;在反向条目中则相反。总分在0~50之间。其总分反映了个体表现出自闭特质的程度,总分越高,表明自闭特质程度越高。2014年,林国耀^[20]根据AQ 问卷的台湾版本编译成中文简体字版,并在中国大学生中进行施测,结果发现量表的信效度整体基本达到测量学要求。张龙等人^[21]对孤独症儿童父母和正常儿童父母进行评估后得到该量表的内部一致性系数为0.79,重测信度为0.82。

1.3 实验程序

被试注视屏幕中央十字,在左侧或右侧6°视野内依次呈现图形刺激,共有两轮实验。每轮实验分成7个模块,每个模块由6个可预测序列和6个不可预测序列构成,两轮实验共168个序列。在每个模块中,依次在注视点左侧或右侧呈现78个刺激(12个靶刺激;66个背景刺激),每个刺激呈现150ms,间隔1000ms。先随机呈现0~5个S1、S2、S3刺激,后呈现四个刺激。可预测序列中,靶刺激前出现的三个刺激总按照S1-S2-S3的顺序呈现;不可预测序列中,靶刺激前出现的三个刺激S1、S2、S3出现的顺序随机(不包含S1-S2-S3),最后一个刺激为T,要求被试对靶刺激做按键反应。模块间在可预测和不可预测序列顺序上进行平衡。

1.4 脑电记录与数据处理

采用Brain Products 公司64导actiCHamp 脑电放大器同步记录脑电EEG 数据,采样率512Hz,要求每个电极阻抗小于5k Ω ,双侧乳突平均值作参考。脑电数据处理采用MATLAB 的EEGLAB 软件包为分析工具,对被试EEG 数据进行处理(滤波、伪迹去除、平均叠加)。分析时程为靶刺激呈现前200毫秒到刺激后800毫秒。数据分析主要选取8个电

0.311。进一步简单效应分析发现,仅在低特质组发现刺激类型主效应显著, $F(1,22)=39.22, P<0.001, \eta_p^2=0.641$, 在n-1刺激下的平均振幅($4.17\pm 2.48\mu\text{V}$)显著大于标准刺激下的平均振幅($1.80\pm 1.62\mu\text{V}$);刺激类型和电极点的交互效应显著, $F(5,110)=4.32, P=0.028, \eta_p^2=0.164$,简单效应分析结果显示,在六个电极点上均发现刺激类型主效应显著, $P<0.001$, n-1刺激下的平均振幅均大于标准刺激诱发的平均振幅。P3b潜伏期无显著的主效应和交互效应。见表3。

2.2.2 N2 (1)不同预测条件靶刺激诱发的平均振幅和潜伏期:2(预测条件:可预测条件、不可预测条件) \times 2(组别:低特质组、高特质组) \times 6(电极点:AFz、Fz、FCz、Cz、CPz、Pz)方差分析结果显示,平均振幅的电极点主效应显著, $F(5,110)=4.66, P=0.023, \eta_p^2=0.175$ 。CPz上的平均振幅最大($3.75\pm 2.30\mu\text{V}$), Fz上的平均振幅最小($2.29\pm 2.90\mu\text{V}$)。在潜伏期上,电极点的主效应显著, $F(5,110)=9.03, P<0.001, \eta_p^2=0.291$,电极点和组别的交互效应显著, $F(5,110)=2.93, P=0.040, \eta_p^2=0.118$ 。简单效应分析发现,仅在低特质组中,电极点的主效应显著, $F(5,110)=10.73, P<0.001, \eta_p^2=0.328$, Pz、CPz电极点上的潜伏期均值小于其余电极点上的潜伏期均值。见表4。

表2 P3b成分上高低特质组AFz、Fz、FCz、Cz、CPz、Pz电极点在两种预测条件下的振幅和潜伏期(M \pm SD)

电极点	组别	预测条件	振幅(uV)	潜伏期(ms)
AFz	低特质组	可预测序列	5.26 \pm 5.09	399.50 \pm 57.23
		不可预测序列	5.17 \pm 5.28	408.50 \pm 57.70
	高特质组	可预测序列	5.16 \pm 5.17	438.33 \pm 48.82
		不可预测序列	4.63 \pm 4.21	425.00 \pm 51.68
Fz	低特质组	可预测序列	6.78 \pm 5.16	408.17 \pm 49.13
		不可预测序列	6.41 \pm 5.38	412.17 \pm 42.39
	高特质组	可预测序列	6.42 \pm 4.60	438.33 \pm 49.88
		不可预测序列	5.64 \pm 3.83	429.33 \pm 46.20
FCz	低特质组	可预测序列	8.43 \pm 4.91	412.33 \pm 40.52
		不可预测序列	8.06 \pm 5.31	419.33 \pm 37.47
	高特质组	可预测序列	8.35 \pm 4.66	440.33 \pm 52.37
		不可预测序列	7.46 \pm 3.86	423.83 \pm 42.24
Cz	低特质组	可预测序列	10.05 \pm 4.17	421.00 \pm 49.71
		不可预测序列	9.44 \pm 4.77	422.00 \pm 42.13
	高特质组	可预测序列	9.63 \pm 4.67	419.50 \pm 60.54
		不可预测序列	8.95 \pm 3.91	426.50 \pm 46.04
CPz	低特质组	可预测序列	10.38 \pm 3.42	411.83 \pm 46.60
		不可预测序列	10.13 \pm 3.91	421.17 \pm 41.92
	高特质组	可预测序列	9.38 \pm 4.69	397.17 \pm 49.49
		不可预测序列	8.87 \pm 4.04	405.67 \pm 57.85
Pz	低特质组	可预测序列	8.34 \pm 3.33	402.83 \pm 42.02
		不可预测序列	8.74 \pm 3.62	416.33 \pm 35.19
	高特质组	可预测序列	7.71 \pm 4.40	408.17 \pm 44.76
		不可预测序列	7.60 \pm 3.90	408.83 \pm 46.34

表3 P3b成分上高低特质组AFz、Fz、FCz、Cz、CPz、Pz电极点在两种刺激类型下的振幅和潜伏期(M \pm SD)

电极点	组别	刺激类型	振幅(uV)	潜伏期(ms)
AFz	低特质组	n-1刺激	3.57 \pm 2.72	395.83 \pm 42.50
		标准刺激	1.27 \pm 1.60	386.33 \pm 44.76
	高特质组	n-1刺激	2.28 \pm 2.46	412.17 \pm 51.66
		标准刺激	1.68 \pm 2.61	419.33 \pm 53.97
Fz	低特质组	n-1刺激	4.39 \pm 2.50	398.83 \pm 45.98
		标准刺激	1.75 \pm 1.62	387.00 \pm 45.75
	高特质组	n-1刺激	2.45 \pm 2.11	415.00 \pm 46.11
		标准刺激	1.95 \pm 2.52	411.83 \pm 42.46
FCz	低特质组	n-1刺激	5.09 \pm 2.62	397.00 \pm 43.77
		标准刺激	2.10 \pm 1.88	391.83 \pm 39.07
	高特质组	n-1刺激	2.80 \pm 1.77	413.50 \pm 46.96
		标准刺激	1.90 \pm 2.33	398.83 \pm 48.85
Cz	低特质组	n-1刺激	4.84 \pm 2.36	390.00 \pm 48.89
		标准刺激	2.27 \pm 1.65	386.83 \pm 48.48
	高特质组	n-1刺激	2.59 \pm 1.49	392.33 \pm 56.37
		标准刺激	1.77 \pm 2.03	402.83 \pm 44.35
CPz	低特质组	n-1刺激	4.19 \pm 2.38	383.83 \pm 70.54
		标准刺激	2.09 \pm 1.53	370.33 \pm 49.08
	高特质组	n-1刺激	2.18 \pm 1.65	381.83 \pm 49.27
		标准刺激	1.47 \pm 1.75	400.17 \pm 38.79
Pz	低特质组	n-1刺激	2.92 \pm 2.04	378.17 \pm 58.04
		标准刺激	1.34 \pm 1.47	372.00 \pm 52.49
	高特质组	n-1刺激	1.51 \pm 1.59	375.17 \pm 53.42
		标准刺激	0.97 \pm 1.47	392.33 \pm 45.45

表4 N2成分上高低特质组AFz、Fz、FCz、Cz、CPz、Pz电极点在两种预测条件下的振幅和潜伏期(M \pm SD)

电极点	组别	预测条件	振幅(uV)	潜伏期(ms)
AFz	低特质组	可预测序列	2.72 \pm 2.85	262.17 \pm 67.67
		不可预测序列	2.86 \pm 3.55	261.83 \pm 66.67
	高特质组	可预测序列	2.18 \pm 2.55	244.00 \pm 72.89
		不可预测序列	1.77 \pm 2.39	214.50 \pm 76.33
Fz	低特质组	可预测序列	2.53 \pm 2.98	265.50 \pm 44.56
		不可预测序列	2.69 \pm 3.62	288.83 \pm 27.63
	高特质组	可预测序列	2.27 \pm 2.53	226.50 \pm 70.61
		不可预测序列	1.68 \pm 2.62	217.83 \pm 73.35
FCz	低特质组	可预测序列	2.73 \pm 2.80	243.17 \pm 51.79
		不可预测序列	2.90 \pm 3.75	275.00 \pm 36.18
	高特质组	可预测序列	3.03 \pm 2.66	218.50 \pm 67.92
		不可预测序列	2.20 \pm 2.86	215.17 \pm 69.93
Cz	低特质组	可预测序列	3.49 \pm 2.48	217.67 \pm 57.33
		不可预测序列	3.37 \pm 3.19	244.83 \pm 46.22
	高特质组	可预测序列	4.03 \pm 2.64	219.00 \pm 62.28
		不可预测序列	3.06 \pm 2.70	196.67 \pm 53.02
CPz	低特质组	可预测序列	3.80 \pm 2.23	205.33 \pm 56.91
		不可预测序列	3.71 \pm 2.67	215.67 \pm 54.47
	高特质组	可预测序列	4.28 \pm 2.25	200.33 \pm 56.53
		不可预测序列	3.21 \pm 2.18	197.00 \pm 48.28
Pz	低特质组	可预测序列	2.85 \pm 2.59	186.17 \pm 43.64
		不可预测序列	3.11 \pm 2.46	194.33 \pm 39.36
	高特质组	可预测序列	3.63 \pm 1.96	200.17 \pm 52.85
		不可预测序列	2.99 \pm 1.59	211.50 \pm 54.05

(2) $n-1$ 刺激和标准刺激诱发的平均振幅和潜伏期:2(刺激类型: $n-1$ 刺激、标准刺激) \times 2(组别:低特质组、高特质组) \times 6(电极点:AFz、Fz、FCz、Cz、CPz、Pz)方差分析结果显示在N2平均振幅上,刺激类型主效应显著, $F(1,22)=6.40, P=0.019, \eta_p^2=0.225$,刺激类型和组别的交互效应显著, $F(1,22)=6.73, P=0.017, \eta_p^2=0.234$ 。简单效应分析发现,仅在低特质组,刺激类型具有显著的主效应, $F(1,22)=13.13, P=0.002, \eta_p^2=0.374$,在 $n-1$ 刺激下的平均振幅($2.93\pm 2.61\mu V$)显著大于标准刺激下的平均振幅($1.60\pm 1.88\mu V$)。在潜伏期上发现刺激类型、电极点和组别三者的交互作用显著, $F(1,22)=2.77, P=0.044, \eta_p^2=0.112$ 。简单效应分析发现,在Fz电极上,只在低特质组具有显著的刺激类型主效应, $F(1,22)=7.32, P=0.013, \eta_p^2=0.250$,表明低特质组在 $n-1$ 刺激下的潜伏期($228.17\pm 52.34\text{ms}$)显著小于标准刺激下的潜伏期($274.17\pm 53.67\text{ms}$)。在CPz电极上,仅有低特质组具有显著的刺激类型主效应, $F(1,22)=5.77, P=0.025, \eta_p^2=0.208$,表明低特质组在 $n-1$ 刺激下的潜伏期($202.17\pm 72.03\text{ms}$)显著小于标准刺激下的潜伏期($260.33\pm 88.56\text{ms}$)。见表5。

2.2.3 N1、P2 在N1、P2成分上对得到的平均振幅和潜伏期分别进行2(预测条件:可预测条件、不可预测条件) \times 2(组别:低特质组、高特质组) \times 2(电极点:PO7、PO8)和2(刺激类型: $n-1$ 刺激、标准刺激) \times 2(组

别:低特质组、高特质组) \times 2(电极点:PO7、PO8)三因素重复测量方差分析,结果显示均无显著的主效应和交互效应。见表6-表9。

表5 N2成分上高低特质组AFz、Fz、FCz、Cz、CPz、Pz电极点在两种刺激类型下的振幅和潜伏期(M \pm SD)

电极点	组别	刺激类型	振幅(μV)	潜伏期(ms)
AFz	低特质组	$n-1$ 刺激	1.84 ± 2.93	223.17 ± 58.88
		标准刺激	0.68 ± 1.95	260.83 ± 61.97
	高特质组	$n-1$ 刺激	1.12 ± 2.12	251.33 ± 74.76
		标准刺激	0.72 ± 1.47	225.00 ± 72.56
Fz	低特质组	$n-1$ 刺激	2.72 ± 3.14	228.17 ± 52.34
		标准刺激	1.31 ± 2.05	274.17 ± 53.67
	高特质组	$n-1$ 刺激	1.20 ± 2.32	240.00 ± 69.96
		标准刺激	1.20 ± 1.74	241.33 ± 74.96
FCz	低特质组	$n-1$ 刺激	3.35 ± 2.90	243.83 ± 51.39
		标准刺激	1.77 ± 2.13	256.50 ± 67.78
	高特质组	$n-1$ 刺激	1.36 ± 2.13	231.33 ± 71.54
		标准刺激	1.37 ± 1.77	262.00 ± 64.74
Cz	低特质组	$n-1$ 刺激	3.46 ± 2.47	246.83 ± 53.78
		标准刺激	2.02 ± 1.79	248.17 ± 67.66
	高特质组	$n-1$ 刺激	1.41 ± 1.95	225.00 ± 69.94
		标准刺激	1.48 ± 1.70	230.67 ± 74.39
CPz	低特质组	$n-1$ 刺激	3.35 ± 2.26	202.17 ± 72.03
		标准刺激	2.05 ± 1.65	260.33 ± 88.56
	高特质组	$n-1$ 刺激	1.44 ± 1.90	232.33 ± 75.33
		标准刺激	1.57 ± 1.63	228.33 ± 68.81
Pz	低特质组	$n-1$ 刺激	2.84 ± 1.97	189.50 ± 60.15
		标准刺激	1.75 ± 1.68	220.50 ± 88.04
	高特质组	$n-1$ 刺激	1.32 ± 1.88	229.50 ± 69.35
		标准刺激	1.60 ± 1.58	213.67 ± 62.15

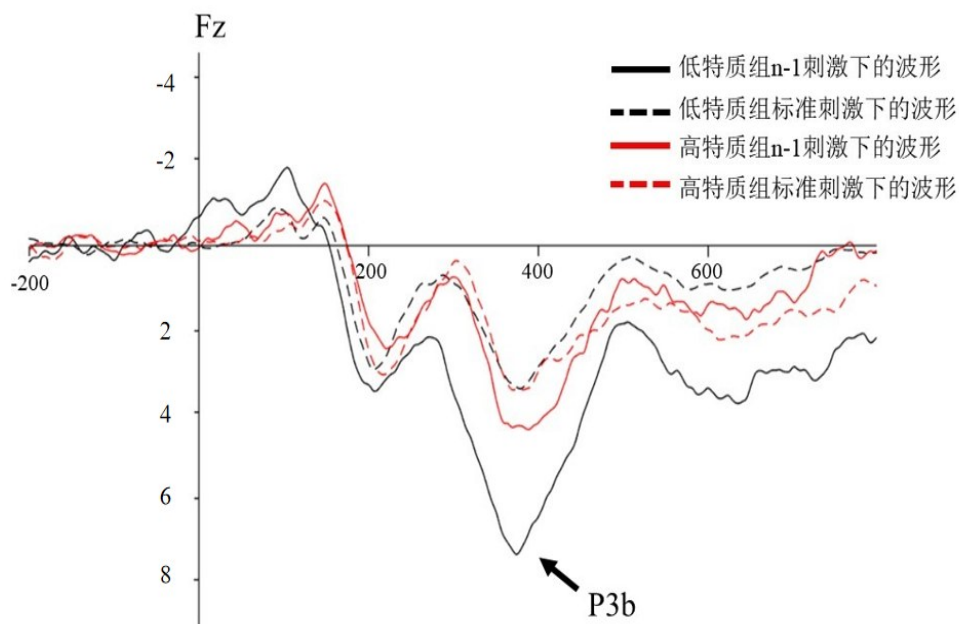


图2 高低自闭特质组在 $n-1$ 刺激和标准刺激中的Fz总平均波形图

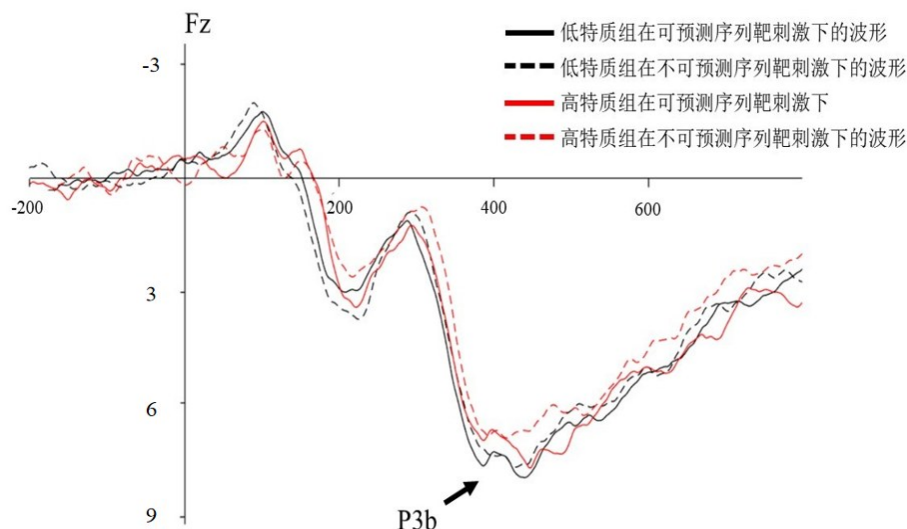


图3 高低自闭特质组在可预测序列靶刺激和不可预测序列靶刺激中的Fz总平均波形图

表6 N1成分上高低特质组PO7、PO8电极点在两种预测条件下的振幅和潜伏期(M±SD)

电极点	组别	预测条件	振幅(uV)	潜伏期(ms)
PO7	低特质组	可预测序列	-0.60±1.65	152.50±42.91
		不可预测序列	-0.27±1.22	153.00±43.25
	高特质组	可预测序列	0.24±1.30	125.83±43.35
		不可预测序列	0.04±0.97	144.00±41.84
PO8	低特质组	可预测序列	-0.18±1.90	136.83±46.06
		不可预测序列	0.01±1.45	133.83±42.04
	高特质组	可预测序列	0.29±1.66	133.67±44.67
		不可预测序列	-0.03±1.43	131.00±50.88

表7 N1成分上高低特质组PO7、PO8电极点在两种刺激类型下的振幅和潜伏期(M±SD)

电极点	组别	刺激类型	振幅(uV)	潜伏期(ms)
PO7	低特质组	n-1刺激	0.36±1.32	147.33±50.46
		标准刺激	0.19±1.45	125.33±53.43
	高特质组	n-1刺激	-0.06±0.70	122.00±40.20
		标准刺激	0.49±0.84	101.50±36.85
PO8	低特质组	n-1刺激	0.46±1.56	131.00±42.73
		标准刺激	0.34±1.46	149.33±36.74
	高特质组	n-1刺激	-0.22±1.22	143.67±38.31
		标准刺激	0.36±1.14	125.67±43.45

表8 P2成分上高低特质组PO7、PO8电极点在两种预测条件下的振幅和潜伏期(M±SD)

电极点	组别	预测条件	振幅(uV)	潜伏期(ms)
PO7	低特质组	可预测序列	-0.80±2.56	146.00±53.91
		不可预测序列	-0.33±2.02	154.50±61.56
	高特质组	可预测序列	0.37±1.52	167.17±50.82
		不可预测序列	0.14±1.11	173.67±50.83
PO8	低特质组	可预测序列	0.03±2.66	190.33±49.55
		不可预测序列	0.22±2.16	182.83±66.47
	高特质组	可预测序列	0.58±2.50	181.50±56.15
		不可预测序列	0.22±2.14	181.67±51.70

表9 P2成分上高低特质组PO7、PO8电极点在两种刺激类型下的振幅和潜伏期(M±SD)

电极点	组别	刺激类型	振幅(uV)	潜伏期(ms)
PO7	低特质组	n-1刺激	1.05±2.15	176.17±64.53
		标准刺激	0.72±2.15	180.00±62.14
	高特质组	n-1刺激	0.42±1.01	186.83±45.97
		标准刺激	1.14±1.35	190.83±47.03
PO8	低特质组	n-1刺激	1.04±2.28	182.67±56.07
		标准刺激	0.94±2.13	196.33±52.12
	高特质组	n-1刺激	0.16±1.80	178.50±50.28
		标准刺激	0.89±1.85	190.17±51.81

3 讨 论

本研究在行为反应上发现了显著的预测条件主效应,高特质组与低特质组在可预测序列条件下的平均反应时均快于不可预测序列条件下的平均反应时。这表明预测加工在行为反应阶段起到了一定的易化作用。但结果未发现预期的预测条件×组别交互效应,这可能是由于实验任务难度较低且两组被试均为健康的大学生个体,不依靠背景信息依然可以较快地对靶刺激进行反应^[17]。

本研究的主要发现主要在ERP相关结果特别是P3b成分上。已有研究表明,P3b可作为预测误差信号^[22, 23],表示对更全局性和整体性的违反期望做出反应^[22]且具有顶叶分布特点^[16]。n-1刺激可以作为判断个体能否成功评估预测性背景信息的一个指标^[17]。任务相关性较大的是n-1刺激和标准刺激而非两种序列条件下的靶刺激,即在预测序列加工过程中,两组被试在接受到n-1刺激时已能判断出该序列条件是可预测的,所以与实验的预测任务相关

性较强的主要在于n-1刺激和标准刺激的差异。低特质组在n-1刺激下的P3b平均振幅显著大于标准刺激下的P3b平均振幅,高特质组在n-1刺激和标准刺激下的P3b平均振幅无显著差异。这表明低自闭特质个体能够利用背景信息易化预测加工过程,而高特质个体在这方面的能力较弱。提示高自闭特质个体在预测相关任务的加工中大脑的激活程度较低,对预测相关的视觉背景信息评价判断过程中维持或利用预测序列提供的背景信息方面存在异常。

高低特质组在两种序列条件下由靶刺激诱发的P3b平均振幅均无显著的差异,这在前人研究中被认为可能是因为对靶刺激的加工与预测信息提取的直接关联性不大^[17]。高低特质组在两种预测条件序列中靶刺激P3b潜伏期均没有出现显著的差异,则与前人的实验结果^[17]不一致。可能是因为在前人研究中,参与实验的是在预测性背景信息加工上存在明显缺陷的精神分裂症个体;而参与本实验的被试是人格特质上存在差异的健康大学生群体,高特质组预测加工的缺陷未达到病理的程度,仍可能利用一部分的背景信息进行靶刺激的加工,使得评价刺激所需时间差异不大。

对于N2成分,本研究主要发现低特质组在由n-1刺激构成的可预测背景下的N2平均振幅显著大于由标准刺激构成的不可预测背景下的N2平均振幅,而高特质组在两种背景下的平均振幅无显著差异。N2反映了视觉皮层处理刺激所需的注意程度^[24],视觉奇异刺激能够诱发其产生,是150-350ms时间窗口内的最大负峰点。该实验结果可能是由于低特质组在自上而下的预测加工过程中加强了注意的投注,而高特质组人群在面对两种不同的背景信息时投入了相同程度的注意。此外,仅有低特质组在两种序列条件的靶刺激、n-1刺激和标准刺激诱发的N2潜伏期在CPz、Pz和Fz电极上显著小于实验其余选取的电极,表明低特质个体能够较好地利用预测背景信息来易化对视觉刺激的加工过程,所以对可预测序列的靶刺激和n-1刺激的编码加工速度显著快于不可预测序列中的靶刺激以及标准刺激,并且顶叶区和额叶区发挥主要作用^[25,26]。

在本实验条件下可以得出以下结论:(1)高自闭特质个体相较于低自闭特质个体,在预测性背景信息加工提取的过程中大脑激活程度较低,可能存在一定的预测加工劣势。(2)个体进行预测相关任务时,顶叶区和额叶区可能与可预测性刺激的编码加

工有关。

参 考 文 献

- 1 August GJ, Stewart MA, Tsai L. The incidence of cognitive disabilities in the siblings of autistic children. *The British Journal of Psychiatry: The Journal of Mental Science*, 1981, 138: 416-422
- 2 Wolff S, Narayan S, Moyes B. Personality characteristics of parents of autistic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 1988, 29(2): 143-153
- 3 Piven J, Wzorek M, Landa R, et al. Personality characteristics of the parents of autistic individuals. *Psychological Medicine*, 1994, 24(3): 783-795
- 4 Ronald A, Hoekstra RA. Autism spectrum disorders and autistic traits: A decade of new twin studies. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics*, 2011, 156(3): 255-274
- 5 Parr JR, Wittemeyer K, Le Couteur AS. Commentary: The broader autism phenotype implications for research & clinical practice. In: D. Amaral, D. Geschwind, G. Dawson(Eds.), *Autism spectrum disorders*. New York: Oxford University Press, 2011. 521-524
- 6 Losh M, Adolphs R, Piven J. The broad autism phenotype. In: D. Amaral, D. Geschwind, & G. Dawson (Eds.), *Autism spectrum disorders*. New York: Oxford University Press, 2011. 457-476
- 7 Bastos AM, Usrey WM, Adams RA, et al. Canonical micro-circuits for predictive coding. *Neuron*, 2012, 76(4): 695-711
- 8 Limongi R, Tomio A, Ibanez A. Dynamical predictions of insular hubs for social cognition and their application to stroke. *Frontier in Behavioral Neuroscience*, 2014, 8(380): 1-7
- 9 Aitchison L, Lengye M. With or without you: predictive coding and Bayesian inference in the brain. *Current Opinion in Neurobiology*, 2017, 46: 219-227
- 10 Friston KJ, Kiebel SJ. Predictive coding under the free-energy principle. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 2009, 364(1521): 1211-1221
- 11 Sinha P, Kjelgaard MM, Gandhi TK, et al. Autism as a disorder of prediction. *PNA*, 2014, 111(42): 15220-15225
- 12 Pellicano E, Burr D. When the world becomes 'too real': a Bayesian explanation of autistic perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 2012, 16(10): 504-510
- 13 Van Schalkwyk GI, Volkmar FR, Corlett PR. A predictive coding account of psychotic symptoms in autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2017, 47(5): 1323-1340

(下转第522页)

- 20 Bessière K, Seay AF, Kiesler S. The ideal elf: Identity exploration in World of Warcraft. *CyberPsychology & Behavior*, 2007, 10: 530-535
- 21 Higgins ET. Self-Discrepancy: A theory relating self and affect. *Psychological Review*, 1987, 94(3): 319-340
- 22 Sawdon AM, Cooper M, Seabrook R. The relationship between self-discrepancies, eating disorder and depressive symptoms in women. *European Eating Disorders Review*, 2007, 15: 207-212
- 23 张国华. 青少年的网络游戏体验及其对网络游戏成瘾发展的影响. 中国人民大学博士学位论文, 2013
- 24 卢娟. 中学生人格特质对网络游戏成瘾的影响: 化身认同和游戏乐趣的序列中介作用. 河南大学硕士学位论文, 2019
- 25 张日昇. 同一性与青年期同一性地位的研究——同一性地位的构成及其自我测定. *心理科学*, 2000, 4: 430-434+510
- 26 戴坤懿. 青少年网络游戏成瘾诊断标准的修订、成瘾模型的构建与防治研究. 浙江大学博士学位论文, 2012
- 27 Podsakoff PM, MacKenzie SB, Lee JY, et al. Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 2003, 88(5): 879-903
- 28 Kuss DJ, Griffiths MD. Internet gaming addiction: A systematic review of empirical research. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 2012, 10(2): 278-296
- 29 Brockmyer JH, Fox CM, Curtiss KA, et al. The development of the game engagement questionnaire: a measure of engagement in video game-playing. *Journal of Experimental Social Psychology*, 2009, 45(4): 624-634
- 30 Young KS, Rogers RC. The Relationship Between Depression and Internet Addiction. *Cyberpsychology & Behavior*, 1998, 1(1): 25-28
- 31 衡书鹏, 周宗奎, 雷玉菊, 等. 现实-理想自我差异对青少年游戏成瘾的影响: 化身认同和沉浸感的序列中介作用. *心理与行为研究*, 2018, 16(2): 253-260
- 32 Lemmens JS, Valkenburg PT, Jochen P. Psychosocial causes and consequences of pathological gaming. *Computers in Human Behavior*, 2011, 27(1): 144-152
- 33 安秋玲. 青少年自我同一性发展研究. *心理科学*, 2007, 30(4): 895-899

(收稿日期: 2020-06-12)

(上接第449页)

- 14 Van Laarhoven T, Stekelenburg JJ, Eussen M, et al. Electrophysiological alterations in motor-auditory predictive coding in autism spectrum disorder. *Autism Research*, 2019, 12(4): 589-599
- 15 Gonzalez-Gadea ML, Chennu S, Bekinschtein TA, et al. Predictive coding in autism spectrum disorder and attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of Neurophysiology*, 2015, 114(5): 2625-2636
- 16 Goris J, Braem S, Nijhof AD, et al. Sensory prediction errors are less modulated by global context in autism spectrum disorder. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 2018, 3(8): 667-674
- 17 Fogelson N, Ribolsi M, Fernandez-Del-Olmo M, et al. Neural correlates of local contextual processing deficits in schizophrenic patients. *Psychophysiology*, 2011, 48(9): 1217-1226
- 18 Donchin E, Coles MGH. Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Sciences*, 1988, 11: 357-74
- 19 Baron-Cohen S, Wheelwright S, Skinner R, et al. The autism-spectrum quotient (AQ): Evidence from asperger syndrome/high-functioning autism, males and females, scientists and mathematicians. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2001, 31(1): 5-17
- 20 林国耀. 自闭谱系系数问卷在中国大学生中的试用. *长春工业大学学报(高教研究版)*, 2014, 35(3): 131-134
- 21 Zhang L, Sun Y, Chen F, et al. Psychometric properties of the Autism-Spectrum Quotient in both clinical and non-clinical samples: Chinese version for mainland China. *BMC Psychiatry*, 2016, 16(1): 213
- 22 Bekinschtein TA, Dehaene S, Rohaut B, et al. Neural signature of the conscious processing of auditory regularities. *PNAS*, 2009, 106(5): 1672-1677
- 23 Wacongne C, Labyt E, Van Wassenhove V, et al. Evidence for a hierarchy of predictions and prediction errors in human cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2011, 108(51): 20754-20759
- 24 Folstein JR, Van Petten C. Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: A review. *Psycho-physiology*, 2008, 45: 152-170
- 25 Barcelo F, Knight RT. An information-theoretical approach to contextual processing in the human brain: evidence from prefrontal lesions. *Cerebral Cortex (New York, N.Y. : 1991)*, 2007, 17 Suppl 1: i51-60
- 26 Fogelson N, Shah M, Scabini D, et al. Prefrontal cortex is critical for contextual processing: evidence from brain lesions. *Brain*, 2009, 132(Pt 11): 3002-3010

(收稿日期: 2020-12-25)