

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2014.12.019

高功能自闭症儿童面孔加工的 ERP 研究

曾庆淦 罗一峰 黄添容 李兰英 钟晓东

(南方医科大学第三附属医院神经内科 广东 广州 510630)

摘要 目的:探讨 7-9 岁高功能自闭症儿童面孔加工时事件相关电位 (Electrical event-relateds, ERP) 的变化及其意义。**方法:**选择 7-9 岁自闭症儿童 (实验组) 与普通儿童 (对照组) 各 15 名, 以中国人中性面孔及常见物件为刺激材料, 记录和比较两类儿童在面孔刺激下的脑电成分。**结果:**剔除无效数据后, 有效被试: 实验组 12 人、对照组 14 人, 两组年龄和性别组成无显著性差异 ($P>0.05$)。而, 自闭症组按键反应时间、面孔反应时间显著长于对照组 (按键反应 $F=9.26, P<0.05$; 面孔反应 $t=5.32, P<0.05$)。在面孔刺激因素下, 自闭症组平均波峰明显小于对照组 ($t=4.62, P<0.05$)。在物件刺激因素下, 两组平均波峰无显著差异 ($t=0.21, P>0.05$)。而两组的潜伏期组别主效应不显著 ($F=1.63, P>0.05$)。**结论:**自闭症儿童面孔结构编码过程异常, 对面孔的关注度比普通儿童低。本文证实了自闭症儿童知觉/认知缺陷的存在, 为进一步研究提供了理论依据。

关键词: 自闭症; ERP; 面孔加工; N170

中图分类号: R729, R748, B844.14 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-6273(2014)12-2278-04

An ERP Study of Face Recognition in High Functional Autistic Children

ZENG Qing-gan, LUO Yi-feng, HUANG Tian-rong, LI Lan-ying, ZHONG Xiao-dong

(Department of Neurology, Third Affiliated Hospital of Southern Medical University, Guangzhou, Guangdong, 510630, China)

ABSTRACT Objective: To investigate the changes and value of electrical event-relateds (ERP) in high functional autistic children.

Method: Fifteen high functional autistic children in age 7-9 (experimental group) and fifteen normal children in the same age (control group) were selected in this study. Photos of Chinese faces with neutral facial expression and normal objects were used as stimulation material. ERP were recorded, and the results were compared between groups. **Results:** After kicking out the invalid data, we got 12 valid participations in experimental group, and 14 in control group. No significantly differences were found in age and gender between groups. However, the key reaction time and face reaction time in experimental group were significantly longer than control group (key reaction time $F=9.26, P<0.05$; face reaction time $t=5.32, P<0.05$). When stimulated by face photos, the average wave of experimental group was significantly higher than control group ($t=4.62, P<0.05$). However, no significantly results were found when stimulation material was normal objects ($t=0.21, P>0.05$). The differences of main effect between groups in incubation period were not significant ($F=1.63, P>0.05$). **Conclusion:** The facial processing of autistic children is abnormal. Compare to normal children, they have lower facial attention. This study suggested that the dysfunction of perception/ cognitive processing exists in autistic children. This result provided a basis for further study.

Key words: Autism; Event-related potential; Face recognition; N170

Chinese Library Classification: R729, R748, B844.14 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2014)12-2278-04

前言

自闭症, 又称孤独症, 是一类以社交、语言及行为异常为特征的儿童发育性障碍。有不少的研究提示自闭症儿童面孔认知存在异常, 并可能是导致自闭症社交、沟通障碍的重要原因之一^[1,2]。比如 Hauck 等人发现自闭症儿童面孔记忆不佳^[3], Serra 等人的研究显示自闭症儿童在面孔识别的任务中, 所需时间更长, 需要投入的注意力更多^[4]。

近些年来, 研究者通过事件相关电位 (Electrical event-relateds, ERP) 分析, 期望进一步了解自闭症儿童面孔识别异常的机理。普通成人当受到面孔的刺激时, 在枕颞部约 170 ms 处, 通

过事件相关电位存在一负性成分 N170, 与面孔特征的结构分析有关, 反应了面孔识别的特异性^[5-7]。儿童 N170 被发现延迟出现, 称为 PrN170, 常出现在 170-300ms 之间^[8]。McPartland 等人报道自闭症患者面孔刺激的 N170 潜伏期延长^[9], Webb 等人也发现自闭症儿童的 PrN170 的潜伏期较普通儿童长^[10], 然而, 也有研究显示自闭症患者的 N170 并无异常^[11]。可见, 目前仍无统一的认识。

国内缺乏自闭症儿童面孔认知 ERP 的报道。本文期望通过使用 ERP 记录自闭症儿童与普通儿童认知面孔以及物件过程的脑电波, 探讨自闭症儿童与普通儿童面孔认知的差异。

1 对象与方法

1.1 研究对象

实验组纳入标准: 选择符合 DSM-IV 中自闭症诊断标准

作者简介: 曾庆淦 (1982-), 男, 硕士研究生, 从事脑血管病, 神经点生理方面的研究

(收稿日期: 2013-11-28 接受日期: 2013-12-25)

的男性儿童 15 名,年龄为 92 ± 10.30 个月,视力正常,使用韦氏智力测试,智力为 96.23 ± 8.32 分,无精神分裂症、强迫症、儿童期瓦解性精神障碍、癫痫等其他疾病。

对照组纳入标准:选择为 15 名普通男性儿童作为对照组,年龄为 94.50 ± 9.35 个月,使用韦氏智力测试,智力为 98.20 ± 11.52 分,视力正常,排除自闭症谱系障碍、精神分裂症、强迫症、癫痫、精神发育迟滞等精神发育性疾病。

测试经过被试监护人知情同意。

1.2 实验方法

1.2.1 研究工具 使用 Photoshop 软件对图片进行同质化处理,使用 EPRIME 软件编辑刺激程序,利用 Neroscan 公司的 32 导电极帽记录儿童脑电。

1.2.2 刺激材料 选择 100 名与儿童无任何关系的大学生,要求中性表情,采用同样的位置和拍摄方式,用佳能数码相机拍下照片。照片经 Photoshop 软件处理成黑白照片,面部无明显标志(如胡须、眼镜、项链等),并确保处理后,照片不影响辨认,清晰度较好。

选择 50 种物件,采用同上的方式拍摄和处理。

1.2.3 实验程序

被试的任务是当屏幕中呈现面孔刺激照片时,按反应盒的“1”键,当屏幕中呈现物件刺激照片时,按反应盒的“2”键。

实验过程中被试坐在隔音、亮度适中、隔离的实验室中。照片以 21 英寸显示器呈现,视角约为 15 度。被试距离显示器约 1.2 m,图片大小为 450×450 mm,在显示器中央呈现。

随机呈现面孔、物件照片各 50 张,背景色为黑色,刺激间隔为 2000 ms 与 3000 ms 随机,呈现时间为 1000 ms 与 1500 ms 随机,照片呈现前在显示器中央出现白色的“+”,呈现时间为 500 ms,以提醒注意。刺激平均分入 2 个刺激序列,按键反应无反馈。同时在实验前反复多次教导儿童,以确保儿童已明白实验规则。

1.2.4 实验过程 在实验过程中,实验员甲位于儿童身后,实验员乙操控实验电脑(实验员乙能透过单面玻璃观看到实验室的情况),当实验员乙发现被试出现多动、注意力不集中、不能按照任务要求按键等干扰脑电记录的行为时,暂停实验,等到说服儿童安坐后,继续实验。实验员乙随时标记儿童干扰行为,将标记前后一个刺激的脑电波剔除。

1.2.5 脑电记录 被试者戴电极帽记录 32 导脑电。参考电极置于双侧乳突连线,前额发际下 1 cm 接地,同时记录水平眼电和垂直眼电。滤波带通为 0.10–40 Hz,采样频率为 500 Hz/导,头皮电阻小于 5 k Ω 。分析时程为刺激呈现后的 1000 ms,基线为刺激前 200 ms,自动矫正眨眼等伪迹,波幅大于 $\pm 80 \mu V$ 者视为伪迹在叠加中被自动剔除。

1.3 数据处理

根据被试的按键反应,计算儿童的按键反应正确率与反应时。分别将被试在面孔以及物件照片的脑电图进行分类叠加,可得到两类图片产生的 ERP。分析部位主要为枕颞导联。

1.4 统计学方法

使用 SPSS13.0 统计软件包,使用两因素的方差分析两组儿童在两类刺激下按键反应的正确率以及反应时。对成分的波

幅以及潜伏期的分析使用两重复测量因素的方差分析,组别为孤独症儿童与普通儿童 2 水平、重复测量因素为刺激类别(面孔以及物件 2 水平),记录部位(P3、P4、P7、P8 共 4 水平)。

2 结果

实验组 3 人以及对照组 1 人不能顺利完成实验或脑电数据不能达到要求,剔除其数据。因此,有效被试实验组为 12 人,对照组为 14 人。在年龄和性别组成上,两组无差异($P > 0.05$)。

2.1 行为数据

按键反应自闭症组及对照组的准平均正确率分别为 91.35% 及 92.26%,组别主效应及刺激类型主效应均不明显($F = 0.42, P > 0.05$),表明不管是自闭症儿童还是普通儿童都已理解实验的步骤。反应时存在组别的主效应明显($F = 9.26, P < 0.05$),自闭症组的反应时较对照组长。进一步的组别多重比较发现,自闭症组与对照组对物件的反应时无显著差异($t = 0.43, P > 0.05$),对面孔的反应时有显著差异($t = 5.32, p < 0.05$),表明自闭症组对面孔的反应较普通儿童慢。

2.2 ERP 数据

纵观总平均图,P3、P4、P7、P8、O1、O2 等枕颞导联,以颞叶导联最为明显,在面孔的刺激下约于 215 ms 处发现一波峰位于基线附、明显负走向的成分(见图 1),而物件刺激下该成分不明显。统计分析,刺激类型的主效应显著,面孔刺激在该处的平均波峰大于物件刺激($F = 8.71, P > 0.05$),两组儿童波幅的组别主效应显著,自闭症组平均波峰明显小于对照组($F = 10.23, P < 0.05$)。进一步的组别多重比较发现,物件刺激因素下,自闭症组与对照组的平均波峰无显著差异($t = 0.21, P > 0.05$),面孔刺激因素下,自闭症组平均波峰明显小于对照组($t = 4.62, p < 0.05$),表明自闭症组对面孔的反应较普通儿童慢。而两组的潜伏期组别主效应不显著($F = 1.63, P > 0.05$)。

3 讨论

人对于视觉信息的处理在神经机制上,主要通过两条神经通道,一是“WHERE 通道”,即枕顶通道,主要与物体的空间位置和空间运动有关;一是“WHAT 通道”,即枕颞通道,主要与物件识别和面孔加工有关。来自视网膜的神经纤维终止于初级视皮质(纹状皮质,17 区),然后与 18 区和 19 区的更高级视觉皮质联系,视觉皮质与后顶叶皮质联系形成“WHERE 通道”;视觉皮质与梭状回、颞下回联系形成“WHAT 通道”。在颞下回里,有专门对面孔分析(如性别、年龄、种族等)的细胞。

在认知机制上,Bruce-Young 的面孔加工认知模型被广泛认可。该模型认为面孔加工分两个阶段进行,第一阶段为面孔结构编码阶段;第二阶段为两条独立的通道:一条通道是有关视觉处理的,包括表情分析、面孔语言分析和直接视觉处理三个平行的处理单元;一条通道是有关面孔识别的,包含面孔识别单元、个体特征单元和名字产生单元三个串行的处理过程。但也有学者提出,直接视觉处理、表情分析等不是在结构编码输出之后再行,而是更早或与之平行的^[12-14]。

N170 被认为是面孔结构编码阶段的特异性成分,其中儿童期的 N170 潜伏期会延长,称为 PrN170,是儿童期面孔加工

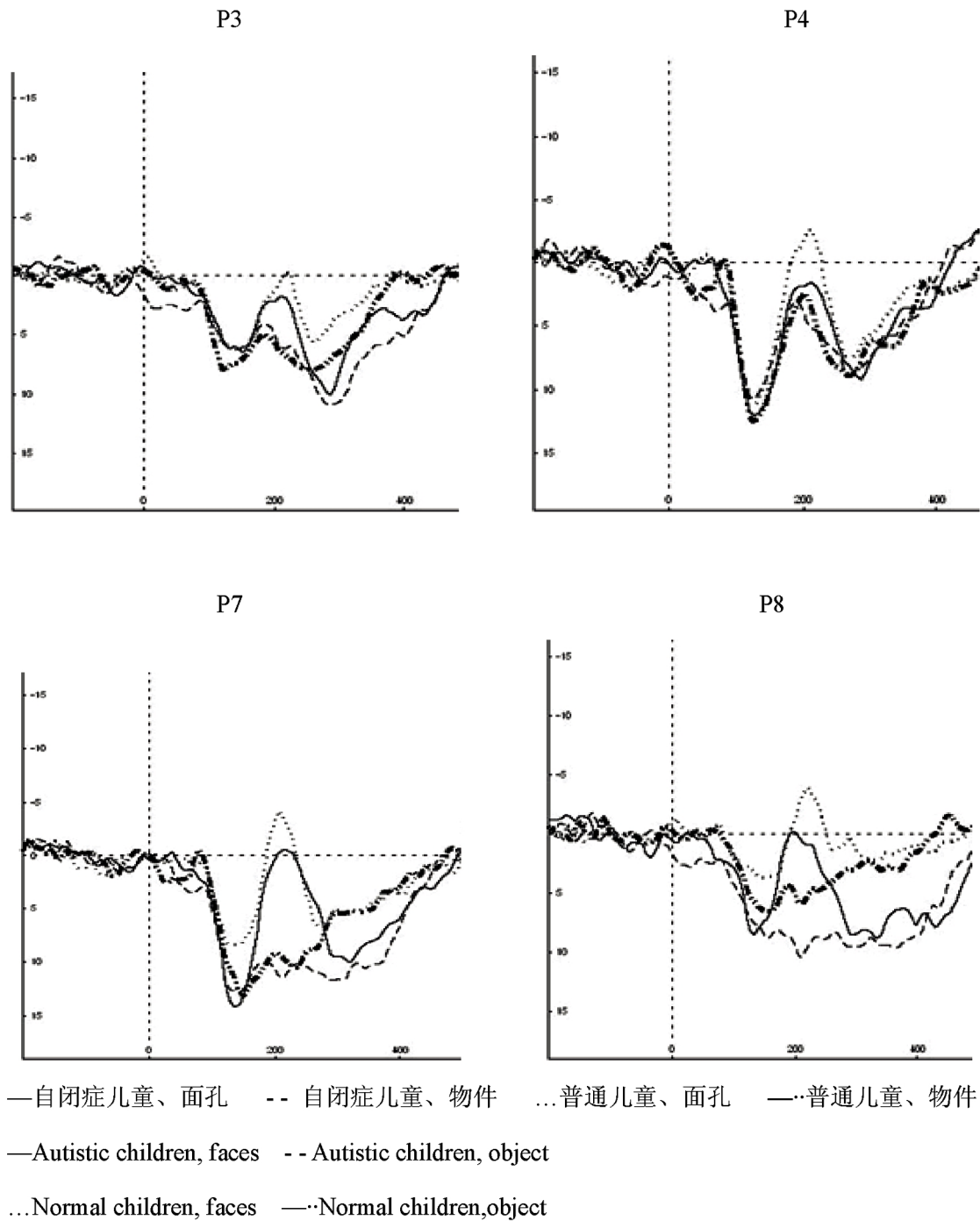


图1 两组儿童 P3、P4、P7、P8 导联的 ERP 总平均图

Fig.1 ERP overall average figure of P3, P4, P7, P8 lead between two groups of children

的特异性成分。本实验在面孔的刺激下约在 215 ms 于枕颞叶道路记录到的波幅于基线附件、走向负向的成分,与 Webb^[10]等人报道类似,可认为是 PrN170。

本研究的结果 7-9 岁自闭症儿童组在面孔刺激下 PrN170 平均波幅较普通儿童更低,而物件刺激的波幅无显著差异,说明自闭症儿童对物件的关注度与普通儿童无差异,但对面孔的关注度较普通儿童低,这与行为学的研究结果相一致。对面孔的按键反应时延长,与之前的研究结果一致,然而 PrN170 潜伏期并未延长,这与 McPartland^[15]等人和 Webb^[10]等人的报道结果不一致。我们认为反应时的延长可能是由于面孔加工后的按

键行为反应较慢所致,并非由于面孔加工的速度所导致。

人类最重要的社会认知能力之一是对社会线索的识别。在社会交往中我们可以从交往对象的面孔、语调、手势、躯体运动等方面获得大量的社会线索,其中以面孔所传达的社会线索最为丰富。人类可以通过他人的面孔分辨是陌生人还是熟悉人,也可通过面孔去判断一个人的年龄、情绪、性别、注视方向、身份等,因此,对面孔所传达信息的正确识别对于合适的社会行为极其重要。面孔信息加工过程有赖于枕颞叶皮质的特定区域,包括梭状回、杏仁核和颞上脑沟等^[17-19]。而自闭症儿童枕颞叶部位对面孔刺激呈现较低的关注度,无疑会影响到他们社会

认知能力的发展,包括通过面孔的分辨熟悉和陌生人、明白各种表情的含义、模仿发音、解读他人的目光等。

Dawson^[20]等对自闭症面孔加工障碍,提出了两种解释:知觉/认知缺陷或动机/情感缺陷。其中知觉/认知解释认为可能孤独症总体知觉方面存在问题,由于生命早期开始总体较高层次的知觉/认知缺陷使孤独症不能从面孔相应的知觉信息中提取信息,或特殊的支持面孔加工的梭状回功能障碍。社交动机/情感假说认为孤独症面孔加工缺陷的行为和电生理学指标是继发于社交动机的基本缺陷,而社交动机缺陷与形成社交刺激的奖赏机制存在障碍有关。本实验证实了自闭症儿童知觉/认知缺陷的存在,而是否存在动机/情感缺陷仍有待进一步的研究。

参考文献(References)

- [1] Mankoski R, Stockton G, Manos, et al. Aripiprazole treatment of irritability associated with autistic disorder and the relationship between prior antipsychotic exposure, adverse events, and weight change [J]. *J Child Adolesc Psychopharmacol*, 2013, 23(8): 572-576
- [2] 李春明. 自闭症的预防和治疗方法 [J]. *现代生物医学进展*, 2009, 9(11): 2162-2167
Li Chun-ming. The Prevention and Therapy of Infantile Autism[J]. *Progress in Modern Biomedicine*, 2009, 9(11): 2162-2167
- [3] Hauck M, Fein D, Maltby N, et al. Memory for faces in children with autism[J]. *Child Neuropsychology*, 1998, 4, 187-198
- [4] Serra M, Althaus M, de Sonnevile L, et al. Face recognition in children with a pervasive developmental disorder not otherwise specified [J]. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2003, 33(3): 303-317
- [5] Botzel K, Schulze S, Stodieck S R. Scalp topography and analysis of intracranial sources of face-evoked potentials [J]. *Experimental Brain Research*, 1995, 104(1): 134-143
- [6] George N, Evans J, Fiori N, et al. Brain events related to normal and moderately scrambled faces[J]. *Cognitive Brain Research*, 1996, 4(2): 65-76
- [7] Xu XJ, Shou XJ, Li J, et al. Mothers of autistic children: lower plasma levels of oxytocin and arg-vasopressin and a higher level of testosterone[J]. *PLoS One*, 2013, 8(9): e74849
- [8] Halit H., de Haan M, Johnson MH. Cortical specialisation for face processing: face-sensitive event-related potential components in 3- and 12- month-old infants[J]. *Neuroimage*, 2003, 19(3): 1180-1193
- [9] Huang A, Seshadri K, Matthews TA, et al. Parental perspectives on use, benefits, and physician knowledge of complementary and alternative medicine in children with autistic disorder and attention-deficit/hyperactivity disorder[J]. *J Altern Complement Med*, 2013, 19(9): 746-750
- [10] Wong TK, Fung PC, Chua SE, et al. Abnormal spatiotemporal processing of emotional facial expressions in childhood autism: dipole source analysis of event-related potentials. *Eur J Neurosci*, 2008, 28(2): 407-416
- [11] Zakareia FA, Al-Ayadhi LY. Evaluation of plasma soluble fatty acid synthase levels among Saudi autistic children. Relation to disease severity[J]. *Neurosciences (Riyadh)*, 2013, 18(3): 242-247
- [12] 彭小虎, 罗跃嘉, 魏景汉, 等. 面孔识别的认知模型与电生理学证据[J]. *心理科学进展*, 2002, 10(3): 241-247
Peng Xiao-hu, Luo Yue-jia, Wei Jing-han, et al. Cognitive Model and Electrophysiologic Evidence of Face Recognition [J]. *Advances in Psychological Science*, 2002, 10(3): 241-247
- [13] King D, Dockrell JE, Stuart M. Event narratives in 11-14 year olds with autistic spectrum disorder [J]. *Int J Lang Commun Disord*, 2013, 48(5): 522-533
- [14] Kjennerud T, Schj lberg S, Susser ES, et al. Interpregnancy interval and risk of autistic disorder[J]. *Epidemiology*, 2013, 24(6): 906-912
- [15] McPartland J, Dawson G, Webb S, et al. Event-related brain potentials reveal anomalies in temporal processing of faces in autism spectrum disorder[J]. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 2004, 45(7): 1235-1245
- [16] Webb S, Dawson G, Bernier R et al. ERP Evidence of Atypical Face Processing in Young Children with Autism [J]. *J Autism Dev Disord*, 2006, 36(7): 881-890
- [17] Berry RJ. Maternal prenatal folic acid supplementation is associated with a reduction in development of autistic disorder [J]. *J Pediatr*, 2013, 163(1): 303-304
- [18] Al-Ayadhi LY, Mostafa GA. Elevated serum levels of macrophage-derived chemokine and thymus and activation-regulated chemokine in autistic children[J]. *J Neuroinflammation*, 2013, 10: 72
- [19] Boeschoten MA, Kenemans JL, van Engeland H, et al. Face processing in pervasive developmental disorder (PDD): The roles of expertise and spatial frequency [J]. *Journal of Neural Transmission*, 2007, 114(12): 1619-1629
- [20] Dawson G, Webb S, McPartland J. Understanding the nature of face processing impairment in autism: Insights from behavioral and electrophysiological studies [J]. *Dev Neuropsychol*, 2005, 27(3): 403-424