

Study on the Characteristic Q-EEG of Autism Child

Yanqiang Liu^{1*}, Junli Yang², Dongyan Hu¹, Ding Ma¹, Shujie Wang¹

¹College of Life Sciences, Nankai University, Tianjin

²Tianjin Medicinal Expert Association, Tianjin

Email: liuyanq@nankai.edu.cn

Received: Aug. 29th, 2011; revised: Sep. 12th, 2011; accepted: Sep. 18th, 2011.

Abstract: Objective: To explore the Q-EEG (three-dimensional geomorphic chart from electroencephalograph) characteristic of autism child. **Methods:** The electroencephalograph (EEG) of 24 autism children and 24 normal children being diagnosed was respectively collected. And the patent software according to primal chaos dynamics principle, based on computer digital imaging technology was applied to change the EEG to three-dimensional geomorphic chart (Q-EEG). Then biology statistics methods were applied to compare and analyze the Q-EEGs being classified of autism children and normal children. **Result:** The ratio of tunnel shape, hawk-eyed shape, lotus shape, bizarre shape and terse shape from autism children Q-EEGs was respectively (%): 10.1 ± 1.6 , 2.4 ± 1.3 , 0.6 ± 1.4 , 2.7 ± 1.4 and 57.4 ± 1.9 , and the ratio of relevant shape from normal children Q-EEGs was respectively (%): 15.4 ± 1.5 , 4.4 ± 1.1 , 2.0 ± 1.2 , 5.6 ± 1.5 and 66.4 ± 1.7 . Compared with normal children Q-EEGs, the ratio of these typical shapes from autism children Q-EEGs showed significant decrease ($p < 0.05$). Whereas ratio (%) of the borderline shape from autism children Q-EEGs (22.8 ± 1.7) was significantly higher than the ratio from normal children Q-EEGs ($p < 0.01$). **Conclusion:** More ratio of the borderline shape Q-EEGs may a symptom as children autism.

Keywords: Autism; Q-EEG; Borderline Shape

孤独症儿童脑象图特征的研究

刘燕强^{1*}, 杨俊丽², 胡冬岩¹, 马 丁¹, 王树杰¹

¹南开大学生命科学学院, 天津

²天津市医药学专家协会, 天津

Email: liuyanq@nankai.edu.cn

收稿日期: 2011年8月29日; 修回日期: 2011年9月12日; 录用日期: 2011年9月18日

摘要: 目的: 探讨孤独症儿童脑象图的特征。 **方法:** 分别采集了24名临床诊断为孤独症儿童和相同人数且年龄性别与其一致被认定为正常的儿童的脑电图, 借助依据混沌动力学原理建立网络数学模型, 运用电子计算机数码成像的专利技术软件, 将其绘制为立体几何图形即脑象图, 并依据脑象图技术业已认定的各类特征性脑象图进行归类, 采用统计学方法对两组儿童脑象图进行比较分析。 **结果:** 孤独症组儿童隧道形、鹰目形、莲花形、奇异形和简洁形等经典脑象图形的比例分别是(%): 10.1 ± 1.6 、 2.4 ± 1.3 、 0.6 ± 1.4 、 2.7 ± 1.4 和 57.4 ± 1.9 , 正常组儿童这些经典图形的比例分别是(%): 15.4 ± 1.5 、 4.4 ± 1.1 、 2.0 ± 1.2 、 5.6 ± 1.5 和 66.4 ± 1.7 , 与正常组儿童比较, 孤独症组儿童这些图形比例均显著降低, 差异显著($p < 0.05$); 而孤独症组儿童边缘脑象图形的比例(%), 22.8 ± 1.7 显著高于正常儿童组(3.2 ± 1.6), 差异极显著($p < 0.01$)。 **结论:** 孤独症儿童在各个脑区有更高频率的边缘形脑象图, 这或许可作为评价儿童孤独症的新指征。

关键词: 孤独症; 脑象图; 边缘形

1. 引言

孤独症(Autism)是一种以社会交往障碍、言语发

育障碍、兴趣范围狭窄和刻板重复的行为方式为基本临床特征的一种广泛性精神发育障碍(Pervasive Mind

Developmental Disorders, PMDD)综合症^[1]。关于孤独症的发病原因及其机制,已有的研究主要涉及基因突变、脑形态结构与功能及神经递质异常、炎症感染及自身免疫和预防接种等因素^[2-4]。关于孤独症的脑病理解剖学基础, Hotwitz 等运用正电子断层扫描技术(positron emission tomography, PET)探查了 14 名 18 至 39 岁孤独症个体和 14 名相匹配正常个体的脑区功能联系状况,结果表明孤独症个体的顶叶及其以下的脑区与额叶之间的功能性联结受损^[5]。另有采用功能性核磁共振仪检查的结果表明患儿空间记忆过程中前额叶背侧皮层和后扣带回激活的神经元少于正常人。有关孤独症病毒免疫学说病因,目前盛行的假说有病毒持续性感染学说和自身免疫缺陷学说^[6-8]。一方面病毒持续性感染可能损害胎儿的中枢神经系统和免疫系统功能,另一方面,机体的免疫系统缺陷增加了病毒感染的机会。自身免疫缺陷假说认为,免疫功能缺陷的个体,在胎儿或新生儿期病毒感染的可能性增加。

脑象图(Q-EEG)技术是在脑电图理论与实践的基础上,依据混沌动力学原理建立网络数学模型,运用电子计算机数码成像技术,接收人脑电波并将其绘成的立体几何图形。通过对图形的判别可更为直观地解读人类之情感、行为特征,发现大脑的优势与潜能,诊断心理障碍、疾病等,该技术是具有我国自主知识产权的国家发明专利技术。目前已试用于儿童个性与儿童特长特征测评、高考填报志愿指导、成人个性分析、儿童心理状态分析、择业指导等方面,积累了一些有价值的资料和素材。本文主要对孤独症和正常儿童的脑象图进行比较研究,以便发现孤独症儿童特征性的脑象图形,为孤独症的早期诊断或正常诊断提供新的依据。

2. 研究对象及图像的采集处理

2.1. 研究对象

实验组:经北京和天津儿童医院心理科医生按照孤独症临床诊断标准诊断为孤独症的 24 位患儿,年龄 3~8 岁,没有服神经科或精神科药物史;对照组:为幼儿园身体健康,并经心理医生排除相关心理疾病,与实验组年龄和性别相当的 24 位正常儿童。在采集脑电图前所有对象或其家属均详细了解本研究的目的是

程序,并由家属签署知情同意书。本研究已获得南开大学伦理委员会的批准。

2.2. 主要仪器和设备

BM-1116T 便携式脑电图仪;笔记本电脑及图像采集软件;由脑电图转换为脑象图的处理软件和芯片。

2.3. 图像采集处理操作流程

按国际标准脑电图位置安放电极及连接导线,全脑共连接电极 19 个,其中 16 个为标准导联,脑电波在屏幕上显示,其余三个为稳定电极,屏幕上不显示波形,具体安放位置见图 1;对每一个测试者均按照预定的安静状态以 1000 Hz/s 频率、16 位 AD 精度和 EDF(European Date Fromat)数据格式采集无干扰信号的脑电信号 60 s;采用王德堃的专利技术(专利号 ZL89104320.9),以 $G = A \cos \omega t + B$ 数学构型公式对脑电波进行转换,形成脑象图,数据转换的脑电图位点和持续时间在各个检测对象各个脑区均相应地一致;对输出的脑象图进行归类和统计学分析。

2.4. 图像的统计分析

图形的归类以专利内容及闫宝云报道的资料^[9]进行,大致有内方形、隧道形、鹰目形、莲花形、球体形、奇异形、简洁形和边缘形,其中由于边缘形有不同表现形式,根据其特征进一步区分为无序型、狭窄型、重力深邃型、直立型、逃逸型、未完成型与锁定

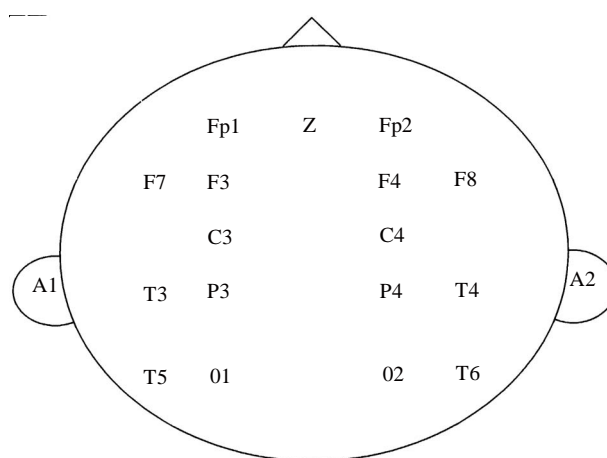


Figure 1. The schematic diagram for laying points of electrodes on brain
图 1. 电极在脑上安放位置示意图

型,各类型典型图形见图 2。对孤独症组和正常组每人取 6 个相同脑区,每个脑区 12 幅图形,形成各脑区相应图形的采样点在两组间一致,每人共 72 幅图形,分析整个脑的图形特点,每类图型的百分比结果以 $\bar{x} \pm SD$ 表示,统计学的显著性检验采用 SPSS 软件进行,以 $p < 0.05$ 为差异显著。并在此基础上,进一步对各类图形在不同脑区如左前脑区(LF)、左中脑区(LO)、左后脑区(LT)、右前脑(RF)、右中脑区(RO)和右后脑区(RT)分布情况进行分析,脑区的简单划分见图 3。

3. 结果

3.1. 正常儿童和孤独症儿童脑象图的总体比较

结果见表 1。由表 1 看出,与正常组比较,孤独症组边缘形图形的百分比升高,差异极显著($p < 0.01$),而其他类型除内方形和球形外,孤独症组均有降低的趋势,其中隧道形、鹰目形、莲花形、奇异形和简洁形的比例降低,达显著性差异($p < 0.05$)。

3.2. 正常儿童和孤独症儿童边缘形脑象图在各脑区的比例以及各亚型所占比例

由于边缘形图形在孤独症儿童中出现了很大的比例,为此我们进一步考察了边缘形图形在各个脑区 LF、LT、LO、RF、RT 和 RO 所占比例的分布情况,并与正常组进行了比较,结果见表 2。由表 2 看出,与正常组比较,孤独症儿童边缘形图形在各个脑区的比例均升高,差异极显著($p < 0.01$)。

4. 讨论

大脑皮层神经元在未受到明显刺激的状态下,存在着持续不断的电活动,这些电活动表现为不同频率、幅值和波形的电位变化,成为自发性脑电波,借助于放在头皮上的引导电极,经过放大后,脑电图仪将这种自发性脑电波记录下来,形成脑电图。脑电图主要有 α 、 β 、 θ 和 δ 4 种波型,这些波形一般会在一定的生理或病理状态下出现,因此常用于脑功能状态的检查,对大脑的器质性和功能性疾病的诊断有一定的价值。现在已有一些有关孤独症儿童脑电图特征的临床研究资料^[10,11],但根据经典的脑波判读方法,凭脑电图的波形难以找到其规律变化,甚至会得到一些难自圆其

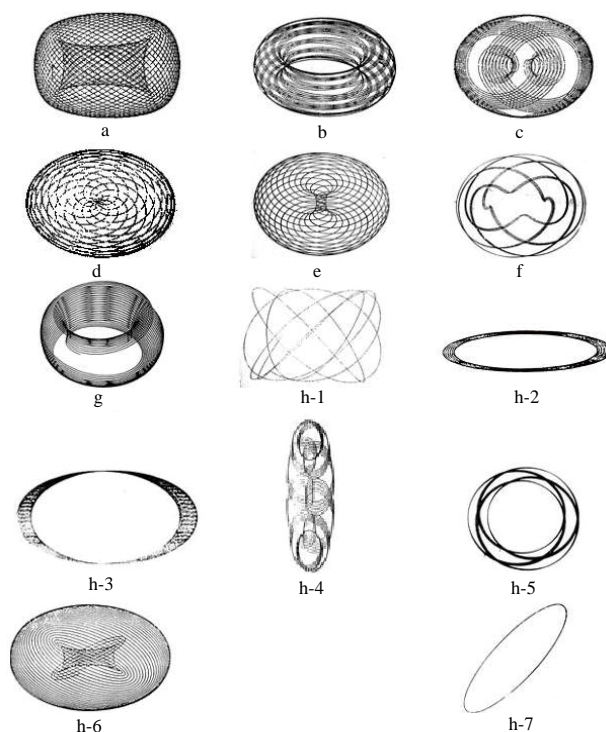


Figure 2. Atlas of typical Q-EEGs. Note: a. inside square shape; b. tunnel shape; c. hawk-eyed shape; d. lotus shape; e. ball shape; f. strange shape; g. strange shape. h-1. inordinate type of borderline shapes; h-2. narrow type of borderline shapes; h-3. gravitational type of borderline shapes; h-4. straight type of borderline shapes; h-5. running type of borderline shapes; h-6. uncompleted type of borderline shapes; h-7. locking type of borderline shapes
图 2. 各类脑象图的典型图形。注: a. 内方形; b. 隧道形; c. 鹰目形; d. 莲花形; e. 球形; f. 简洁形; g. 奇异形。h-1. 边缘形-无序型; h-2. 边缘形-狭窄型; h-3. 边缘形-重力深隧型; h-4. 边缘形-直立型; h-5. 边缘形-逃逸型; h-6. 边缘形-未完成型; h-7. 边缘形-锁定型

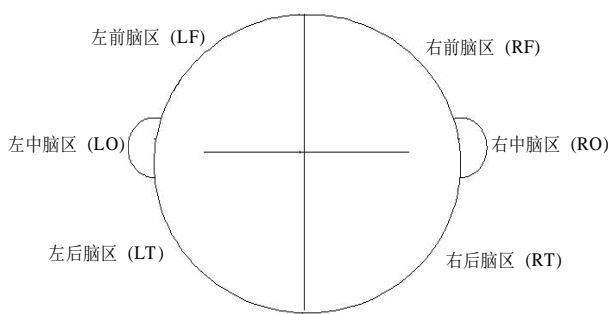


Figure 3. Simple dividing for brain surface (only for recording EEG)
图 3. 脑表面的简单分区图(专用于脑象图)

说的信息。如 α 活动一直被认为是人脑生理、心理精神、意识成熟和完善的一个重要标志; α 活动优势, 乃为正常脑电图。然而, 在临床上, 诸如先天大脑发育不全、严重脑干损伤昏迷、心搏骤停昏迷、老年痴

Table 1. Percent of every Q-EEG shape in normal and autism child
表 1. 正常儿童与孤独症儿童各种脑像图形百分比($x \pm SD$, $n = 24\%$)

脑像图类型	正常组	孤独症组
内方形	2.4 ± 1.3	2.6 ± 1.1
隧道形	15.4 ± 1.5	10.1 ± 1.6*
鹰目形	4.4 ± 1.1	2.4 ± 1.3*
莲花形	2.0 ± 1.2	0.6 ± 1.4*
球体形	0.7 ± 1.1	1.4 ± 1.2
奇异形	5.6 ± 1.5	2.7 ± 1.4*
简洁形	66.4 ± 1.7	57.4 ± 1.9*
边缘形	3.2 ± 1.6	22.8 ± 1.7**

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, 与正常组比较。

Table 2. Percent of borderline shapes of every simple dividing zone in normal and autism child
表 2. 孤独症和正常儿童边缘形图形在各脑区所占比例($x \pm SD$, $n = 24\%$)

脑区	正常组	孤独症
LF	3.5 ± 1.5	22.6 ± 1.6**
LT	5.5 ± 1.8	19.1 ± 1.7**
LO	2.0 ± 1.2	25.7 ± 1.8**
RF	3.5 ± 1.7	26.0 ± 1.6**
RT	3.5 ± 1.3	24.0 ± 1.5**
RO	1.4 ± 1.0	19.4 ± 1.6**

** $p < 0.01$, 与正常组比较。

呆等, 却可见到漂亮的 α 节律。如此就产生令人十分困惑的命题, α 波究竟是正常或是异常呢^[12,13]? 脑象图(Q-EEG)技术是在脑电图理论与实践的基础上, 依据混沌动力学原理建立网络数学模型, 运用电子计算机数码成像技术, 接收人脑电波并将其绘成的立体几何图形。Q-EEG 可弥补脑电图判读理论中的缺失和不足, 它通过提取四维时空脑电活动的参数, 输入计算机通过数学模型的运算, 将脑电信号的运动轨迹由单一数字曲线变换成为栩栩如生、一目了然的几何图形, 可综合反映大脑处理信息的能力和特征。通过对图形的判别可更为直观地解读人类之情感、行为特征, 发现大脑的优势与潜能, 诊断心理障碍、疾病等。本研究通过对正常儿童与孤独症儿童脑象图的分析比较发现, 两者最明显的差异在于边缘形所占分析的脑象图总数的比例: 正常儿童为 3.2%, 而孤独症儿童高达 22.8%, 后者明显升高; 进一步比较发现, 孤独症儿童边缘型在 6 个脑区的比例均显著高于正常儿童的相应脑区。此结果提示, 在各脑区高频率出现边缘形或可作为孤独症儿童脑象图的特征。边缘形图形无论在立体感、对称性、有序性、节奏感、均匀性还是完整

性上都不如经典图形^[9], 而图像的这些特性往往与大脑激活能力密切相关, 而激活能力总值是评价大脑处理信息的量、强度、连续性、稳定性和耗能的标准^[9]。由于孤独症儿童与正常儿童比较, 来自相同处理的相同数量脑象图中边缘形比例明显升高, 因此据此推算出来的脑激活能力总值偏低。这与孤独症儿童大脑处理信息的能力较弱相一致。研究表明, 各个脑区虽然有不同的定位和分工, 但在处理信息时需要整体统一。这也许是孤独症儿童边缘型脑象图在各脑区均有较高比例的原因。说明孤独症儿童之所以呈现其症状, 并不取决于某一个脑区处理信息能力的减弱, 而是大脑各个脑区处理信息均下降的结果。

大脑两半球功能上的不对称已经早就被人们所认识, 如左脑一般为语言优势脑, 而右脑则为空间定位的优势脑。脑像图技术发明者则对大脑各脑区进行了细致的分工, 认为左前脑具有知识积累能力, 表现出知识智慧, 左后脑区则具有实践躬亲能力, 表现出经验智慧, 右前脑区则具有发明创造能力, 体现出创造智慧, 而右后脑区则具有社会交往能力, 体现脑的感觉智慧。孤独症儿童临床特征为社会交往障碍、言语发育障碍、兴趣范围狭窄和刻板重复的行为方式, 表明孤独症儿童大脑各个方面的能力和智慧均有所下降, 也就是说其大脑的各个脑区的功能均有下降。由于脑象图与神经疾病方面的应用尚处于试验阶段, 另外大脑结构和功能的复杂性决定了无论以哪种手段分析研究都将是一项浩大的工程, 再者孤独症外显行为的多样性、复杂性决定了研究其脑电活动特征的难度。应该说本研究得出的结果是初步的, 分析讨论也是很肤浅的。但不管怎样, 这毕竟为孤独症的神经信息学提供新的内容, 并希望通过更深入的研究, 使这样的信息成为评估孤独症的一个更为客观的依据之一, 使现有的评价体系^[14]更加完善。

5. 结论

本研究表明, 孤独症儿童在各个脑区有更高频率的边缘形脑象图, 这或许可作为评价儿童孤独症的新指征。

6. 致谢

天津儿童医院、北京儿童医院和天津市第一中心

医院对完成本研究提供大量便利和支持, 在此表示感谢。

参考文献 (References)

- [1] S. R. Lord, J. A. Ward, P. Williams, et al. The effect of a 12-month exercise trial on balance, strength and falls in older-women: A randomized controlled trial. *Journal of American Geriatrics Society*, 1995, 43(11): 1198-1120.
- [2] E. R. Ritvo. Evidence for autonomic recessive inheritance in 46 families with multiple incidences of autism. *The American Journal of Psychiatry*, 1985, 142: 187-190.
- [3] 罗星光. 儿童孤独症分子遗传学研究进展[J]. 国外医学: 遗传手册, 2000, 23(5): 247-250.
- [4] E. Maerimi, A. J. Marlow, D. E. Weeks, et al. Molecular genetic investigations of autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1998, 28(5): 427-437.
- [5] S. E. Hemby, M. M. Sanchez and J. T. Winslow. Functional genomics approaches to a primate model of autistic symptomatology. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2001, 31(6): 551-555.
- [6] Y. Yamashita, C. Fujimoto, E. Nakajma, et al. Possible association between congenital cytomegalovirus infection and autistic disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2003, 33(3): 455-459.
- [7] 黄立宏, 黄流清, 杜亚松. 自闭症的生物学病因研究[J]. 国外医学精神病学分册, 2003, 30(4): 252-254.
- [8] 李素水. 孤独症免疫学研究进展[J]. 国外医学精神病学分册, 1994, 21(4): 207-210.
- [9] 闫宝云. 脑象图与临床应用[J]. 现代电生理学杂志, 2006, 13(1): 35-44.
- [10] 郭艳红, 黄玲珠, 孙建兵. 儿童孤独症患儿脑电图特征分析[J]. 现代电生理学杂志, 2009, 16(1): 13-14.
- [11] 韦雪桦, 全琰. 儿童孤独症脑电图和智力的关系[J]. 柳州医学, 2008, 21(2): 64-65.
- [12] 王德堃. 脑波判读中流失了什么[J]. 自然杂志, 1991, 14(2): 83-87.
- [13] 王德堃. 脑象图的混沌美及其应用[J]. 自然杂志, 1992, 15(7): 483-489.
- [14] 王辉, 李晓庆, 李晓娟. 国内孤独症儿童评估工具的研究现状[J]. 中国特殊教育, 2009, 7: 54-58.