

脑卒中后脑电非线性动力学特性分析

陈雪丽¹, 姚斌¹, 吴东宇², 魏东宁³, 尹岭¹

[摘要] 目的 探讨脑卒中急性期患者安静闭眼状态下脑电非线性动力学特性的变化规律。方法 用关联维数(D_2)、近似熵($ApEn$)对 31 例脑梗死患者和 22 名正常人在安静闭眼状态下的脑电数据进行了分析。结果 脑梗死组未受损伤的双侧前额叶(FP_1 、 FP_2) D_2 和 $ApEn$ 明显低于正常对照组。结论 以 D_2 和 $ApEn$ 地形图为基础的动态分析,有助于观察脑卒中后脑功能的变化情况;脑电非线性动力学分析方法适用于脑卒中急性期脑功能变化规律的研究。

[关键词] 非线性动力学;脑电图;安静闭眼状态;脑卒中

Non linear Dynamics Characteristic of EEG at Acute Phase of Cerebral Infarction CHEN Xue-li, YAO Bin, WU Dong-yu, et al.
Center of Neuroinformatics, General Hospital of PLA, Beijing 100853, China

[Abstract] Objective To investigate the changes of non-linear dynamics characteristic of EEG in patient with acute cerebral stroke under eyes closed state. Methods EEG were recorded in 31 patients with acute cerebral infarction and 22 healthy volunteers under eyes closed state. Correlation dimension (D_2) and Approximate Entropy ($ApEn$) were calculated for all subjects. Results D_2 and $ApEn$ of uninjured forehead cortex (FP_1 , FP_2) reduced significantly in the group of cerebral infarction as compared with the group of normal control at eyes closed state. Conclusion Dynamic analysis based on D_2 and $ApEn$ topographic maps might be helpful in understand the changes of mental functions after stroke, that can be used in the study of mental function.

[Key words] non-linear dynamics; electroencephalograph (EEG); state of eyes closed; stroke

中图分类号: R743 文献标识码: A 文章编号: 1006-9771(2006)05-0408-02

[本文著录格式] 陈雪丽, 姚斌, 吴东宇, 等. 脑卒中后脑电非线性动力学特性分析[J]. 中国康复理论与实践, 2006, 12(5): 408—409.

脑卒中后认知功能损伤是最常发生的心理障碍,也是影响全面康复的重要因素^[1-2]。近年来,利用脑电非线性动力学分析的方法对大脑认知功能及认知状态方面进行了许多研究,但大部分是针对正常人的研究。本实验利用脑电非线性动力学分析方法对脑梗死患者与正常人进行对比研究,探讨脑卒中急性期患者在安静闭眼状态下脑电非线性动力学特性的变化特点。

1 资料和方法

1.1 研究对象 脑梗死组 31 例,男 23 例,女 8 例;年龄 30~77 岁,平均 53.5 岁;所有患者均符合 1986 年脑血管病学术研讨会诊断标准,并经 CT 或 MRI 检查确诊为脑梗死,均排除额叶受损;患者均神志清楚,理解力正常,可配合检查;发病时间 1~8 小时,均为急性期患者。

正常对照组 22 例,男 15 例,女 7 例;年龄 30~83 岁,平均 55.6 岁;均无脑血管病史,神志清楚,理解力正常,可配合检查。

基金项目: 全军医药卫生科研基金课题(No. 042025)。

作者单位: 1. 中国人民解放军总医院神经信息中心,北京市 100853; 2. 北京宣武医院神经康复科,北京市 100053; 3. 解放军 309 医院神经内科,北京市 100061。作者简介: 陈雪丽(1969-),女,河北邯郸市人,硕士研究生,主治医师,主要研究方向: 神经康复。通讯作者: 尹岭。

两组在文化程度、性别、年龄及合并症(如冠心病、高血压病及糖尿病等)等方面的分布均无显著性差异。

1.2 实验仪器 脑电放大器采用 ZN16E 型高频脑电信号放大器,放大器通频带为 0.3~100 Hz,采样率 500 Hz,模/数转换位数为 12 位。按照国际标准 10-20 系统安放脑电导联,并记录 16 导联脑电信号,以双耳垂为参考导联。

1.3 实验方法 实验在安静的屏蔽室内进行。两组均采集安静闭眼状态的脑电信号,其中脑梗死组均在做完头颅 CT 或 MRI 后马上进行脑电信号的采集。

1.4 脑电非线性动力学参数 关联维数(correlation dimension, D_2): 参照 Stamp 的算法进行计算^[3],它是描述混沌系统的自由度信息的参数,反映动力学过程的复杂性,是目前最容易计算出来的一种测度维数。近似熵(approximate entropy, $ApEn$): 参照 Pincus 的算法进行计算^[4],它是描述信号复杂性和规律性的方法。 D_2 和 $ApEn$ 值越高,表示所测脑电信号的复杂性越高。

1.5 数据分析 利用脑电非线性分析软件,从采集的 EEG 中选取 20~30 s 伪差(眼动、肌电等)很少的数据段,按时间顺序对原始数据进行处理,取各导联 20~30 s 的平均数进行统计分析。

1.6 统计学方法 采用 SPSS 10.0 统计软件进行处

理,采用两独立样本 t 检验。

2 结果

在安静闭眼状态下,脑梗死组前额叶(FP_1 、 FP_2)脑电信号的非线性参数 D_2 和 $ApEn$ 均较正常对照组低($P<0.05$)。见表 1。

表 1 两组 D_2 和 $ApEn$ 非线性参数的结果比较

组别	D_2		$ApEn$	
	FP_1	FP_2	FP_1	FP_2
脑梗死组	3.099±0.4047 ^a	3.0306±0.404 ^a	0.8135±0.1386 ^a	0.7794±0.1139 ^a
对照组	4.176±0.5765	4.4168±0.7405	1.1226±0.1304	1.107±0.1607

注:a:与对照组比较, $P<0.05$ 。

3 讨论

近年来,国内外研究者从神经生理、神经心理以及神经影像学等许多方面对人类行为过程中的脑功能活动的定位进行研究,取得了很大的进展。但是,人的认知活动具有变化多、变化快的特点。因此,认知过程的研究需要高时间分辨率和动态的描述过程。目前,临床上广泛使用的神经电(磁)生理检查方法,通过检测大脑神经细胞的电活动,可以直接反映大脑功能活动的变化。

脑电图是一种直接检查脑功能的方法。研究表明,脑电信号起源于高度的非线性系统;脑电活动具有确定性混沌特性;人类大脑是一个复杂的、自组织的非线性动力学系统;非线性动力学分析可以提供线性分析不能获得的、有关神经网络功能的信息。研究显示:动态的、短时程的非线性动力学分析方法更适合研究认知过程中大脑功能活动的变化规律^[5-6]。

我们的实验是利用脑电非线性分析的方法,在安静闭眼的状态下对正常人和脑梗死急性期患者非损伤部位(本实验为前额叶)进行比较,通过了解大脑生理状态下非线性动力学特性的变化规律,有助于我们认识脑的工作机制,是我们进一步研究认知过程,以及处于不同病理条件下大脑功能状态的基础。

人类额叶皮质从功能上分为运动区、运动前区和额叶前部。额叶前部皮质有着丰富的皮质及皮质下纤维联系,它接受同侧皮质或通过胼胝体接受对侧半球的传入纤维,还接受众多皮质下结构的传入信息;它是同时接受感觉-运动区、边缘系统和网状结构输入的唯一皮质区域;加之丘脑、植物神经系统及众多神经递质的影响,使额叶前部皮质能够监视内、外环境的刺激,发挥调节功能^[7]。同时,额叶前部在认知活动中承担较高级的整合功能,并与情节记忆和工作记忆等记忆有关^[8]。

本研究的脑梗死组均为非额叶损伤的脑梗死急性

期患者,结果显示,脑梗死组在安静闭眼状态下,双侧前额叶(FP_1 、 FP_2)脑电非线性参数值明显低于正常对照组,表明脑梗死组脑电信号的复杂度低于正常对照组。这可能是由于在脑梗死急性期,受损的皮质及皮质下纤维传入额叶前部皮质的信息减少或中断,加之梗死急性期神经递质变化的影响,致使未受损伤的额叶前部皮质的脑电活动明显低于正常。

本研究的 D_2 、 $ApEn$ 脑电地形图显示,安静闭眼状态下,正常人大脑不同部位 D_2 保持 5~7 级(对应 2.50~4.38)水平,整个过程中, D_2 随时间变化不大,保持相对稳定;脑梗死患者双侧前额叶 D_2 保持在 2~5 级(对应 0.63~3.30)相对较低的活动范围,而有些部位 D_2 明显增高到 11 级(对应于 6.88)。结果表明,未受损伤的额叶前部皮质的脑电活动明显低于正常,而脑电活动增高的部位是否与损伤部位或损伤后的代偿有关还有待于进一步研究。 $ApEn$ 脑电地形图的变化情况基本与 D_2 脑电地形图一致。同时可以观察到,大脑同一部位的脑电非线性参数值是随时间变化而不断变化的,这与既往的研究结果一致^[6]。

总之,利用脑电非线性动力学分析方法,可以观察脑卒中患者急性期脑功能的变化情况,有助于进一步研究脑卒中后不同认知过程的变化特点,有助于脑卒中后脑功能康复的疗效观察及康复的机制的研究。

[参考文献]

[1]Zhu L, Frattiglioni L, Guo Z, et al. Association of stroke with dementia cognitive impairment, and functional disability in the old[J]. Stroke, 1998, 29:2094 - 2099 .

[2]Tatemichi TK, Desmond DW, Stern Y, et al. Cognitive impairment after stroke: frequency, patterns, and relationship to functional abilities[J]. J Neurosurg Psychiatry, 1994, 57:202 - 207 .

[3]Pincus SM, Gladstone IM, Ehrenkrantz RA. A regularity statistic for medical data analysis[J]. J Clin Monit, 1991, 7: 335 - 345 .

[4]Ashcraft MH. Cognitive arithmetic: a review of data and theory[J]. Cognition, 1992, 44:75 .

[5]吴东宇,董为伟. 脑电非线性分析在认知功能研究中的应用[J]. 中华神经科杂志, 2003, 36(5):335 - 338 .

[6]Breakspear M, Terry JR. Topographic organization of nonlinear interdependence in multichannel human EEG[J]. Neuroimage, 2002, 16:822 - 835 .

[7]孔岩,陈谋焱,帕金森病时额叶认知功能改变的研究进展[J]. 现代神经病杂志, 2002, 2(5):301 - 304 .

[8]杨炯炯,翁旭初,管林初,等. 额叶参与对新异联系的启动效应[J]. 心理学报, 2002, 34(1):36 - 42 .

(收稿日期:2006-01-12)