维普资讯 http://www.cqvip.com

第22卷 第4期 重庆医科大学学报 Vol.22 No.4
1997 ACTA UNIVERSITATIS SCIENTIAE MEDICINAE CHONGQING 1997

脑电信号混沌态的初步临床研究*

临床学院 神经病学研究所 王永红** 董为伟
重庆大学 理论电工研究所 杨 浩

提 要 为探讨受试者在不同思维状态下脑电信号混沌态的变化，测量18例正常人和34例脑部疾病患者(其中8例有智力障碍)在不同思维状态下的脑电信号，分析其混沌分数维值，自身前后对照进行比较。研究发现，在思维状态下，正常人组脑电信号的分数维值较安静状态时明显增高;有脑部疾病但智力正常的患者其分数维值也增高，智能障碍患者其分数维值不增高。研究提示脑电信号混沌态可反映人脑思维状态，可有助于智能障碍的早期诊断。

关键词 脑电信号; 分数维值; 混沌态
中图分类号 R741

脑电信号的时域与频域分析技术在脑部疾病诊断及病情估计的重要作用已被公认。但这种描述性随机统计的方法对人脑认知功能的改变则难以说明问题[1]，其原因可能与沿用脑电信号分析技术的两个缺陷有密切关系:(1)只分析30Hz以内的脑电信号，忽视了"高频"信号反映认知活动的意见。(2)将脑电信号不规则，非周期性视为随机性模型(Srochastic model)来分析，而忽略了脑电信号非线性动力学系统(nonlinear dynamical system)，即确定性混沌(deterministic chaos)状态的本质[2,3]。近年来，随着电子计算机技术的开发、应用和混沌学说的发展，人们发现脑电信号，特别是思维状态下的脑电信号，表面上看来是随机、无规律，实际上受少量独立的动力学变量控制，属于混沌范畴[4,6]。通过脑电信号的混沌吸引子分数维值的测定与分析，可能对人脑思维活动的认识有意义[7,8]。目前脑电信号混沌态的研究尚处于理论阶段[9,10,11,12]，临床研究还很少[5]，有关脑部疾病的脑电信号混沌态的研究，国内尚未见报道，现将我们的初步研究报道于下。

1 资料和方法

1.1 一般资料

受试者共52例，男26例，女26例，年龄16－78岁。正常人组18例，男9例，女9例，年龄16－61岁(平均42±15)，均为我所住院患者的亲属及无脑部疾病的患者，常规脑电图(EEG)均正常。患者组34例，男17例，女17例，年龄19－78岁(平均53±14)，均为我所住院患者，其中脑血管疾病(CVD)16例，多发性硬化(MS)8例，Parkinson病5例，酒精中毒性脑病2例，颅内肿瘤，脑萎缩，原因不明痴呆各1例。患者组常规EEG除4例(MS，脑萎缩各1例，Parkinson病2例)正常外，其他均有不同程度的异常。受试者均采用韦氏智力量表或长谷川简易智力量表作智力测定，正常人组智力均在正常范围内。患者组8例有智力减退(MS3例，酒精中毒性脑病，Parkinson病各2例，原因不明痴呆1例)，其余26例患者智力在正常范围内。

1.2 研究方法

1.2.1 脑电信号的采取

采用日本光电5210型脑电图机，使用单极导联进行脑电图描记，8个电极分别安放在左、右额区、颞区、顶区和枕区，参考电极为双侧耳垂。对每个受试者均采集思维前安静状态，减法运算，视空间试验和思维后安静状态四个不同状态下的脑电信号。思维前静态是指受试者闭目，尽量不思考任何问题，但保持清醒状态。减法运算是让受试者默算100连续减7时的状态，考察受试者的逻辑思维能力。视空间试验是指受试者睁眼做空间测试题时的状态，以检测受试者的形象思维能力。空间测试题采用韦氏智力量表中的部分试题。思维后静态指思维后受试者闭目，不再思考任何问题，但保持清醒状态。

1.2.2 脑电信号的混沌分析

通过脑电图机获取的脑电信号，再通过信号放大器对信号进行滤波和电平调整后送至A/D转换器，A/D转换器将模拟脑电信号转换成数字信号后送入计算机进行处理，经过IBM、386机采用。采样频率为1000Hz，采样时间为10秒，即每个状态下，每道脑电信号采集10000个样本点，每个状态间隔时间3分钟，使用我们自行研制的脑电信号混沌分析程序，对采集的脑电信号进行直线的分数维值的计算。

1.2.3 统计学处理

* 本课题由四川省科委基础研究资金资助 编号 川教科(1992)37号

** 女 1962－01出生 讲师

维普资讯 http://www.cqvip.com

采用北京新技术应用研究所研制的OXSTAT－2数理统计软件，对正常人组和患者组四种状态分别作左、右半球的分数维值(平均值±标准差)t检验。计算正常人组各区分数维值的平均值±标准差，作自身对照t检验。

2 结果与分析

2.1 正常人组脑电信号的分数维值(表1,2)

2.1.1 在安静状态下，两侧半球的分数维值基本对称，左侧略高于右侧，其中以顶区分数维值最高，但两侧无统计学差异($P>0.05$)。

2.1.2 进行减法运算时，两侧半球的分数维值均较安静状态时增高，以左侧增高明显，其中左额区增高最明显，两者均有极显著性差异($P<0.001$)；右侧增高幅度无显著性差异($P>0.05$)。

2.1.3 视空间试验时，两侧半球的分数维值也较安静时增高，但以右侧增高明显，其中右顶区增高最明显，前者有极显著性差异($P<0.001$)；后者有显著性差异($P<0.01$)；左侧无显著性差异($P>0.05$)。

2.1.4 停止思维后，两侧半球的分数维值均较思维时明显下降，虽然未回到思维前安静状态的水平，但无显著性差异($P>0.05$)。

表1 正常人组脑电信号分数维值($\bar{x}\pm s$)

	左侧	右侧
思维前静态	19.14±4.11	19.03±5.29
减法运算	25.74±3.82*	21.69±5.12
视空间试验	22.24±4.89	26.87±5.41*
思维后静态	20.45±4.60	18.19±3.56

* $P<0.001$

2.2 患者组脑电信号的分数维值(表3)

2.2.1 安静状态下，两侧半球的分数维值基本对称，仍以左侧略高于右侧，但无统计学差异($P>0.05$)。

2.2.2 减法运算时，智力正常患者，两侧半球的分数维值也较安静时增高，以左侧增高明显，有显著性差异($P<0.01$)。有智力减退的8例患者两侧半球的分数维值不仅不增加，反而有所下降，但无显著性差异($P>0.05$)。

表2 正常人组各区分数维值($\bar{x}\pm s$)

	思维前静态	减法运算	视空间试验	思维后静态
左额区	4.85±1.51	7.18±1.70*	5.45±2.11	4.70±1.25
右额区	4.39±1.36	4.61±1.15	6.28±1.26	4.25±1.65
左颞区	4.99±1.41	6.57±1.92	5.33±1.98	5.50±1.47
右颞区	4.84±1.67	6.60±1.31	6.29±1.67	4.90±1.28
左顶区	5.05±1.83	6.39±1.78	5.70±1.63	5.29±1.53
右顶区	4.83±1.17	5.57±1.23	6.98±2.83△	4.41±1.04
左枕区	4.37±1.43	5.60±1.10	5.66±1.69	4.96±1.69
右枕区	4.67±1.07	4.64±1.06	6.50±2.66	4.57±0.99

* $P<0.001$ △ $P<0.01$

2.2.3 视空间试验时，智力正常患者两侧半球的分数维值也较安静时增高，以右侧增高明显，有显著性差异($P<0.01$)；智力减退的患者，两侧半球的分数维值不增加，而有所下降，但无显著性差异($P>0.05$)。

2.2.4 停止思维后，智力正常患者，两侧半球的分数维值均较思维时明显下降，与思维前安静状态比较，无显著性差异($P>0.05$)；智力减退的患者，两侧半球的分数维值均低于思维前安静状态。但无统计学意义($P>0.05$)。

表3 脑部疾病患者组脑电信号分数维值($\bar{x}\pm s$)

	智力正常患者 ($n=26$)		智力减退的患者 ($n=8$)	
	左侧	右侧	左侧	右侧
思维前静态	20.16±3.48	20.58±3.39	24.79±4.21	25.69±6.90
减法运算	25.14±6.54*	23.43±4.15	20.03±6.43	19.54±5.68
视空间试验	23.19±6.32	23.70±4.27*	20.47±2.56	25.20±4.55
思维后静态	20.81±4.71	20.59±5.41	21.12±6.22	20.53±3.52

* $P<0.01$

3 讨论

从研究结果可以看出，正常人组在安静时两侧半球脑电信号分数维值基本对称；作减法运算时，由于数学运算属于抽象思维，左侧大脑半球思维活动较右侧大脑半球活跃，故左侧半球脑电信号分数维值增高明显，左额区增高尤其明显，提示

维普资讯 http://www.cqvip.com

额叶与计算可能有关。视空间试验时，受试者的形象思维活跃，右侧大脑半球思维活动较左侧大脑半球活跃，故右侧半球脑电信号分数维值增高明显，右顶区增高明显，提示右顶叶与空间定位功能可能有关。以上结果均符合大脑功能定位及左右差异。

患者组安静状态下，脑电信号的分数维值较正常人组稍高，可能与病人不能较好进入"安静状态"有关，智力减退的病人此现象更明显。但智力正常的脑部疾病患者在思维活动时，脑电信号分数维值增高与正常人基本一致，只有智力减退的患者在思维活动时，脑电信号分数维值不增高，反而降低，其机理有待进一步探索。常规EEG与混沌分析由于不在同时采集，无比较意义。

长期以来，判断患者是否存在智力减退，一般通过对患者作一系统智力测定来评定，这一过程不仅受患者合作程度的影响，也受检测者水平的影响，脑电信号混沌态的分析，可能会对智力障碍的识别引入定量的电生物指标，开拓一个崭新的领域。鉴于本组病例数尚有限，有关脑电信号分数维值的计算方法有待进一步改进，脑电信号的非线性研究及高频脑电信号的神经心理学意义值得进一步研究。

参 考 文 献

1.Pritchard WS; et al. Psychophysiology. 1995 Sep;32 (5):486
2.Pritchard WS; et al. Brain Cogn 1995 Apr; 27(3):153
3. Niestroj E; et al. Neuropsychobiology 1995 31(3):166
4. Skinner JK. Biorechnology－N Y. 1994 Jun; 12(6): 596
5. Stam KJ; et al. Brain－Topogr. 1994 Winter; 7(2):141
6. Freeman WJ. J－theor－biol. 1994 Nov 7:171(1):13
7. Molnar M; et al. Acta－Biochim－Bioprys－Huny. 1991－92 26(1－4):121
8. Fell J; et al. Bioli Cybern. 1993 69(2):139
9. Molnar M; et al. Int－J－Neurosci. 1992 Oct;66(3－4);263
10.Pritchard WS; et al. Int－J—Neurosci. 1992 Nov －Dec; 67(1－4):31
11.阎书凤等.广州医药 1994(4):5
12.徐京华.科学 1990;42(4):265

(收稿日期 1997－04－21)

A preliminary clinical study of EEG signals with chaotic method

Wang Yonghong, et al.
Institute of Neurology, College of Clinical Medicine

To investigate the change of EEG signals with chaotic method, when the subjects were in different mental conditions, chaotic analysis of EEG signals among 18 normal subjccts and 34 patients with various brain diseases were conducted under different mental conditions 8 of 34 patients had impairment of intelligence. When mentally activated, the value of the fracional dimension of EEG signals increased signifcantiy in comparison with those of in normal subjects and in patients without impairment of intelligece at rest, but for patients with impairment of intelligence tendency of lower value was noticed. It was concluded that chaotic analysis of EEG signals can provide information concerning human brain mental status, which may help to diagnose impairment of intelligence in early stage.

KEY WOROS EEG signal; Fractional dimension; Chaotic field