琉球大学学術リポジトリ

[原著] 高周波脳波ゆらぎ解析の意義：皮質下構造の機能評価は果して可能か

メタデータ	言語: 出版者: 琉球医学会 公開日: 2010-07-02 キーワード (Ja): キーワード (En): Lorentzian fluctuation, high frequency EEG, fast fourier analysis 作成者: 中田, 宗朝, 六川, 二郎, 宮里, 洋, 佐久田, 治, 根路銘, 国政, 湯佐祚子, 野原, 敦, Nakata, Munetomo, Mukawa, Jiro, Miyazato, Hiroshi, Sakuta, Osamu, Nerome, Kunimasa, Yusa, Toshiko, Nohara, Atsusi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002015824

“高周波脳波ゆらぎ解析”の意義

——皮質下構造の機能評価は果して可能か——

中田　宗朝　六川　二郎　宮里　洋　佐久田　治
根路銘国政＊　湯佐　祚子＊＊野原　敦＊＊

琉球大学医学部脳神経外科
＊琉球大学医学部附属病院中央検査部生理
＊＊琉球大学医学部附属病院高気圧酸素治療部
(1991年6月5日受付、1991年7月25日受理)

緒　言

私どもは動物実験を中心に、一貫して高周波脳波解析の研究を続けてきた[1-6]。その成果の一部は、本誌にも報告した[1]。1990年4月、高性能生体アンプならびにシグナルプロセッサーの設置に伴い、臨床応用を検討してきた。1991年3月、ようやく“高周波脳波ゆらぎ解析”プログラムの一応の完成をみたので最近の知見を報告する。

対象･方法

1991年3月から4月に当科を受診もしくは入院中の患者を対象とした。国際10-20法に基づき頭皮電極(ELECTRO CAP, ECI Inc. USA) を設置し3bB CUT OFF 10kHz の周波数特性をもつプレアンプ(BIOTOP6R12, SAN-EI) に信号を入力した。入力条件は、LOW CUT 0.5Hz, HI CUT OFF として両耳介電極を短絡させた単極導出法とした。

入力信号をプレアンプにて1万倍増幅し、オンラインでシグナルプロセッサー(7T18A, SAN-EI)にて解析を行った。まず、入力信号を画面上で十分視察した上で、アーチファクトのないことを確認し、A/D変換･高速フーリエ解析(FAST FOURIER TRANSFORM 以下FFT)を行った。SWEEP TIME12SEC 、周波数分解能1.2Hz周波数限界1KHzとして15回の加算平均を行った。50 μV サイン波を入力したCAL値で割って得られたPOWER SPECTRAL DENSITY (以下PSD)は測定ごとにPRINT OUT (THERMAL PRINTER2265, SAN-EI) し, フロッピーディスクにデータを蓄積した。後に得られたPSDを次のダブルローレンツの理論式にあてはめるための CURVE FITTING PROGRAM にて解析し2乗和が最小となる4つのパラメーターを抽出した。

$S(f) = S1/[1 + (f/f_{c1})^2] + S2/[1 + (f/f_{c2})^2]$ ｛S(f): POWER SPECTRAL DENSITY, S1,S2; plateau level of the Initial and Second Lorentz. f_{c1},f_{c2}; corner frequency of the Initial and Second Lorentz｝

ここで簡単に数式の説明をすると,ローレンツゆらぎとは平坦の後－2の傾きで減衰するゆらぎでS1,S2はその平坦部分のパワーを、corner frequency は half power frequency ともいい平坦部分の1/2のパワーとなるところの周波数である。

抽出したパラメーターS1,S2のトポグラフィー表示もおこなった。

結　　果

本研究に先だって行った予備研究において健康成人10名を含む約70名の頭皮脳波の10Hzから10kHz におよぶフーリエ解析の結果、覚醒時ではその周波数限界が概ね1kHzであること、単一のゆらぎでは構成されていないこと、すなわちダブルローレンツであることが判明した。

以下に3症例の結果を報告する。

症例1:17才男性。てんかん。

抗けいれん剤によりコントロールは良好で、臨床脳波上発作波は認めない。図1上段に覚醒時(左)ならびに傾眠時(右)のPSDを示した。傾眠状態になることによって、セカンドローレンツは消失している。下段には、フィッティングの結果を示した。

症例2:34才男性、いわゆる植物状態。テレビモニター監視下にジアゼパム静注による高周波脳波の変化を追跡した。開眼、非合目的的体動は、脳波計測中変わることはなかった。しかし、薬物の効果は、図2のごとく著明なセカンドローレツの低下として現れ、フィッティングにより抽出したS2値の経時的変化を追うと、図3のごとくジアゼパム5mgは本例に無効であること、10mgでようやくS2の低下をみ、痛み刺激で上昇すること、約30分でほぼ前値にもどることが示された。

症例3:64才女性。多形性神経膠芽腫にて左前頭葉切除術後の症例で、従来のペン書脳波では、左mTでα波の出現が低下している以外に著明な左右差は認められない(図4)。確かにパラメーターS1のトポグラフィーでは、著明な患側のパワー低下はないが、パラメーターS2のトポグラフィーでは、患側の著明低下が再現性をもって示された(図5)。

考　　察

1929年、ドイツのHANS BERGERによる脳波の発見以来、一般に脳波活動といわれている

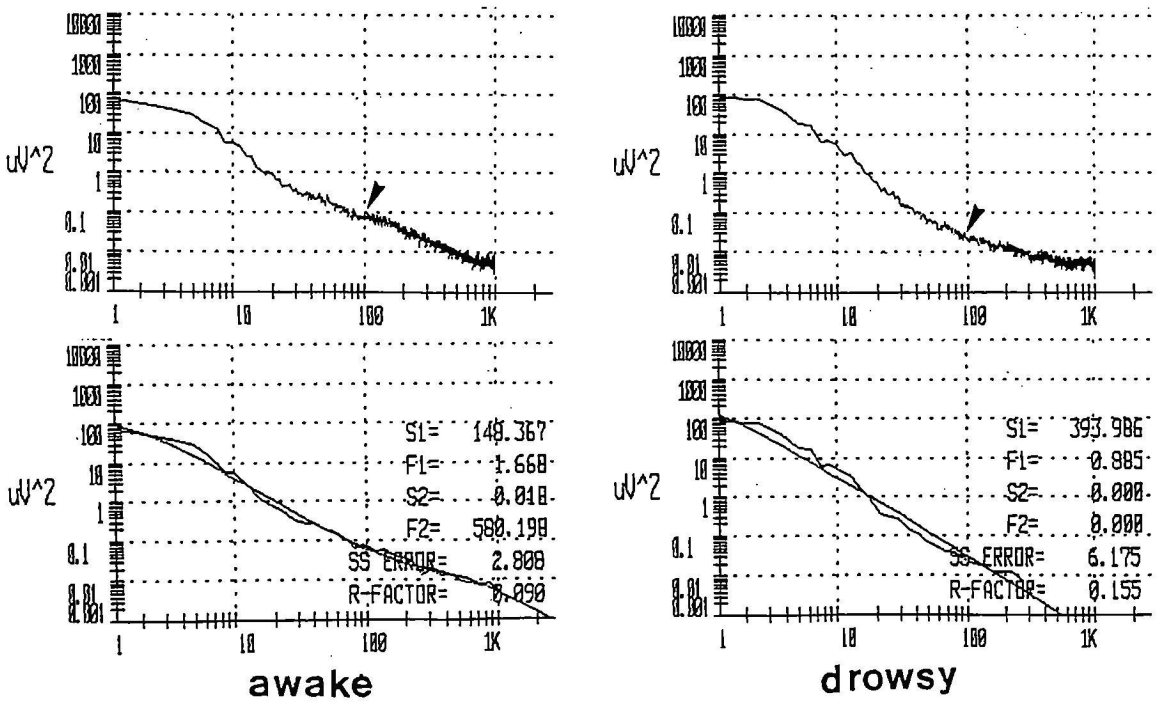

Fig.1: The PSD of an awake and drowsy state of Case 1 (upper). The curve fitting results are also shown(lower). Note the disappearance of the second Lorentz at drowsy state (compare the arrow heads).

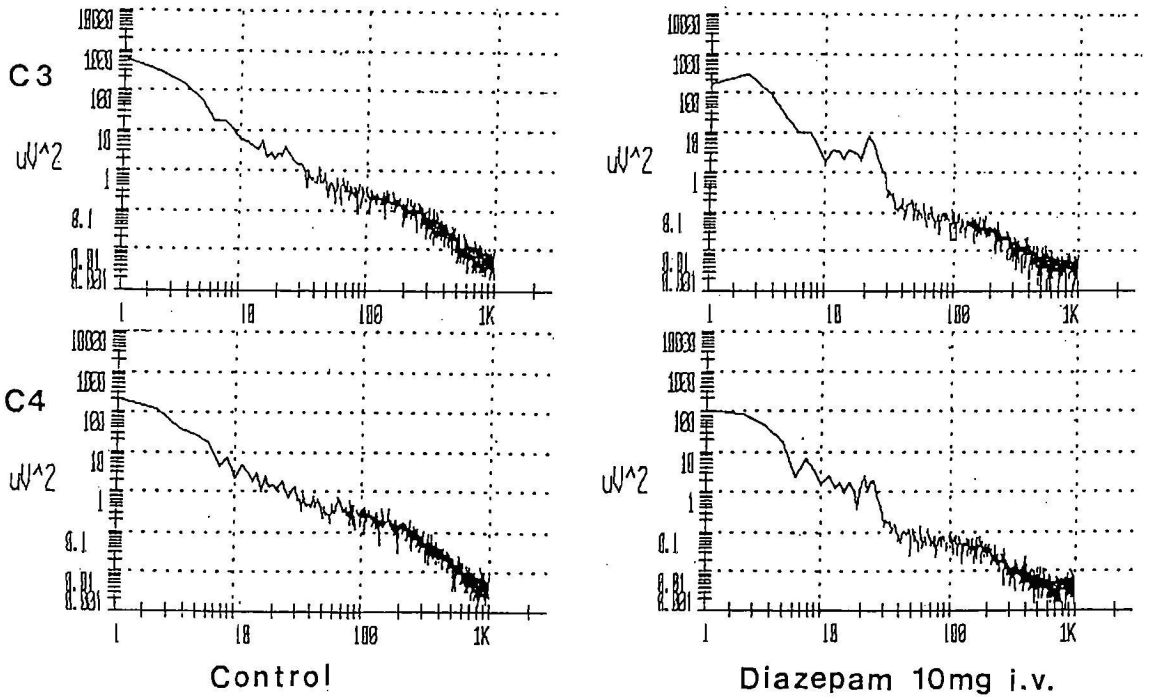

Fig.2: The PSDs at C3 and C4 of Case 2. Prominant reduction of the second Lorentz after intra venous injection of 10mg Diazepam is shown.

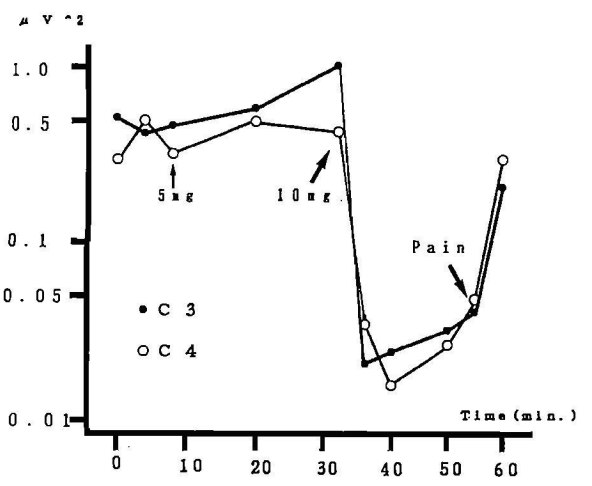

Fig.3: The alteration of S2 value on Case 2. Note the significant reduction after 10 mg Diazepam injecton.

ものは0.5-100Hz あたりの振動数を有する波であると考えられている。その時間経過は10-500msecの持続を有することになり、実際の神経細胞の活動を伝達する軸索の活動電位が、0.3msec-1 msecの波(1-3kHz)であることを考えると、現在に至ってもなお脳波の構成要素が明確化されていない由縁の1つは、脳波の周波数限界を視察可能な周波数領域に限定してしまったからではないだろうか。

私達は動物を用いた基礎実験において 50Hz-10kHzにおよぶ高周波脳波を分析し 1. 新皮質、旧、古皮質の海馬、扁桃核での周波数限界が概ね7,4,3kHzでありこれら皮質構造では、－2の傾きを有することから、単一のローレンツゆらぎであることが強く示唆される。2.視床、中脳網模体といった皮質下構造は、概ね10kHz という皮質構造よりさらに高い周波数限界を有すること。単一のゆらぎでは構成されていないこ

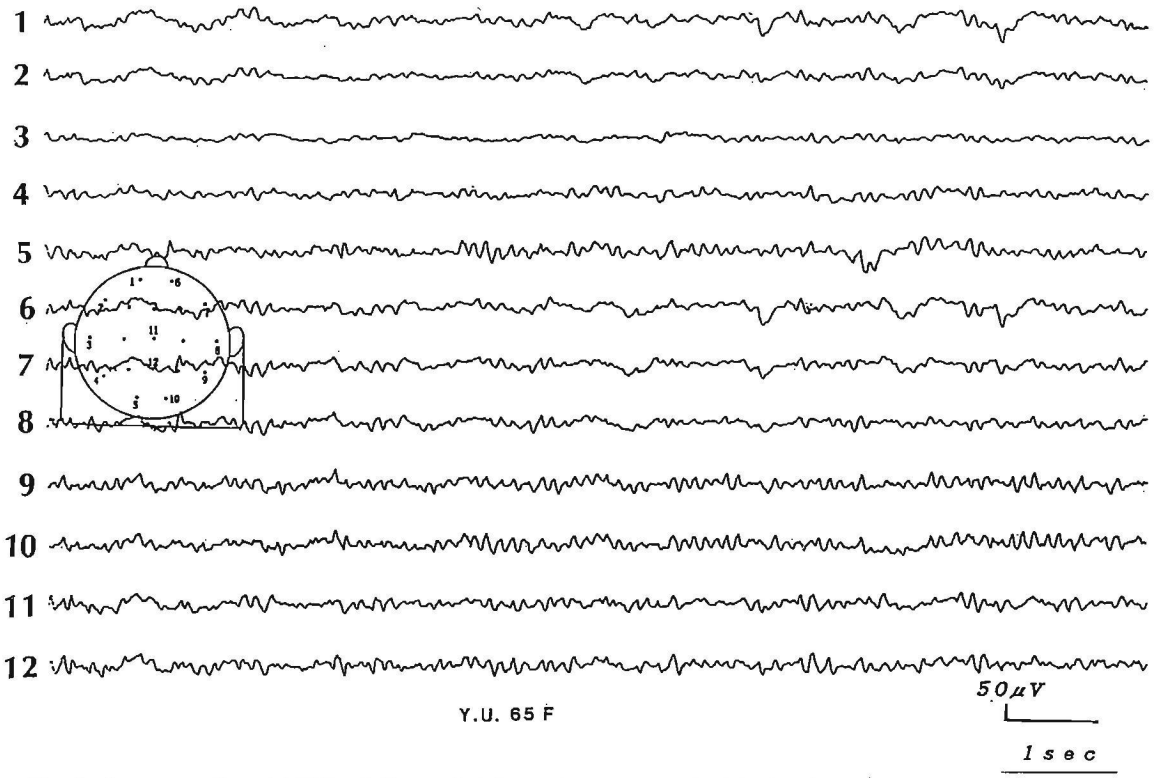

Fig.4: A conventional EEG of Case 3. There is no remarkable latelarity, except for slight reduction of α wave at the left mid-tempotal region.

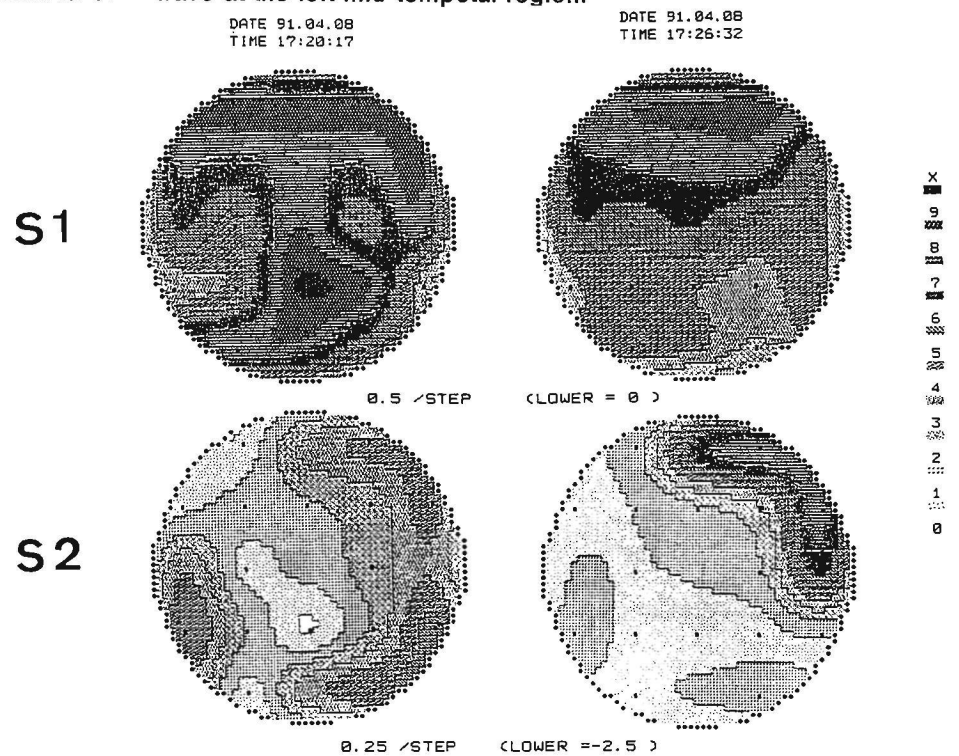

Fig.5: The topographical display of S1(upper) and (lower) value.

とを示してきた[1-6]。

今回得られた結果から、頭皮脳波がダブルローレンツであることは、セカンドローレンツが皮質下活動を表現していると考えざるを得ない。

視察の限界をはるかに越えた周波数帯域の電気活動に関して、その臨床的意義はいまだ解明されるには至っていない。

これまでの基礎実験の結果に立脚して、臨床応用を試みはじめ症例数はいまだ少ないものの高周波数帯域脳波は、我々に何かを語りかけているように思われ、今後さらに症例を重ねていきたいと考える。

ま と め

1.ヒト頭皮脳波の周波数限界は、概ね1kHzであり2つのローレンツゆらぎで構成されている。

2.動物実験の結果から、Initial Lorentzのgeneratorは皮質であり、Second Lorentzは皮質下構造であると考えられる。

3.睡眠によって、Second Lorentzは消失する。

4.高周波数脳波は、簡単な数式で表現可能である。すなわち2つ、もしくは4つのパラメーターであらわされる。

5.Second Lorentz のパラメーターに着目して、症例を提示し、臨床的立場からも皮質下機能を反映していると考えてまずまちがいないことを示した。

稿を終えるにあたり、本稿作成に協力してくれた、藤原京子、崎山三千代嬢に感謝します。

文 献

1）中田宗朝、寺田幸平:脳波のコンピュータ解析、琉球大学医学会雑誌9(1):1-16,1986.

2）中田宗朝、六川二郎:広周波数帯域脳波のフーリエ解析ゆらぎの概念から解釈して、脳波と節電図14(4)、255-263,1986.

3）中田宗朝:全脳虚血モデルにおける血流再開後脳機能回復度評価法-ことに脳波の広周波数帯域フーリエ解析法の意義-、脳神経外科15(3):269-278,1987.

4）Nakata, M., Mukawa, J. : The upper limits of frequency and fluctuational patterns of the EEG, EEG Clin. Neurophysiol. 64:80 1987(abst).

5）Nakata, M., Mukawa, J. : How to evaluate recirculation effect on brain function after global ischemia, 8th European Congress of Neurosurgery. p167, 1987(abst)

6）Nakata, M., Mukawa, J. : Fourier Analysis of Broad Spectral EEG from a Fluctuation Point of View, The Pavlovian Journal of Biological Science, 24(3):90-97, 1989.

The meaning of the Fluctuation Analysis of High Frequency EEG -Is It Possible to Evaluate the Subcortical Function from the Human Scalp Recordings ?-

Munetomo Nakata, Jiro Mukawa, Hiroshi Miyazato , Osamu Sakuta,
Kunimasa Nerome*, Toshiko Yusa**, Atsusi Nohara**

Department of Neurosurgery, University of The Ryukyus
*Central Clinical Laboratory, Ryukyu University Hospital
**Hyperbaric Oxygen Service, Ryukyu University Hospital

Key Words : Lorentzian fluctuation, high frequency EEG, fast fourier analysis

Abstract

We have investigated the fluctuation analysis of the high frequency EEG by means of human scalp electrodes. We've gotten the following results.

1. The upper limit of frequency of human high frequency EEG is about 1kHz, and the fluctuation analysis revealed that they are composed of two Lorentzians. 2. According to our previous basic animal study, the generator of the initial and the second Lorentz is the cortex, and subcortical structures, respectively. 3. The second Lorentz disappears when the subject falls asleep. 4. High frequency EEGs are expressed by simple equation, namely double Lorentzians which is composed of four parameters. 5. From our recent experiences, the second Loretz reflects the subcortical function.

We haven't enough experiences yet, but as so many textbook of EEG teach us that the frequency range of EEG is up to about 100Hz, then our work could be a pioneering discovery.