

Title	Nonlinear Dynamical Analysis of the Effect by Six Stimuli on Electroencephalogram
Author(s)	川崎, 広時
Journal	歯科学報, 109(6): 622-623
URL	http://hdl.handle.net/10130/1880
Right	

氏名(本籍)	かわさきひろとき 川崎 広時 (東京都)
学位の種類	博士(歯学)
学位記番号	第1744号(乙第725号)
学位授与の日付	平成20年3月12日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	Nonlinear Dynamical Analysis of the Effect by Six Stimuli on Electroencephalogram
掲載雑誌名	Journal of Clinical Neurophysiology 第26巻 1号 24~38頁 2009年2月
論文審査委員	(主査) 薬師寺 仁教授 (副査) 一戸 達也教授 佐野 司教授 松久保 隆教授 田崎 雅和教授

論文内容の要旨

1. 研究目的

非線形動的解析,いわゆるカオス解析は,脳の異なった部位から産生され,時系列組成からなるマルチスケールシグナルである脳波の解析における具体的尺度として有効と考えられる。しかし,脳波(EEG)の非線形解析は,次元となる尺度自体に意味を持たないため,演繹的手法では無理がある。但し,得られたEEGから,その尺度変化が示した総合的な意味を既存の事実と照合し説明していく帰納的手法は,刺激に対する脳機能応答の本質を説明できる可能性が考えられる。本研究では,6種類の刺激に対するEEGの変化について,相関次元(D2)によって得られた電極位別刺激前後の差の検討に加え,周波数帯域別D2の刺激前後の電極位別変化を算出し,刺激に対する脳機能の応答の背景を帰納的手法にて追求した。

2. 研究方法

右利き成人20名(23~30歳)を対象とし,脳波を座位・閉眼状態で採取した。脳波記録は日本光電MME-3124を使用し,国際10-20システムに従い,単極silver/silver chloride電極で頭皮上の12か所(Fp1, Fp2, F3, F4, T3, T4, P3, P4, O1, O2, Fz, Pz)の電極位で,匂い(spearmint oil: 0.001ml),甘み(sucrose: 5g),ガム咀嚼(gum-base chewing)並びにそれらの組合せの計6種の刺激についてI.電極設定後1分間休息,II.対照脳波を5分間採取,III.3分間刺激,IV.1分間休息,V.刺激後脳波を5分間採取,の流れで脳波を採取した。採取条件は,1. Low cut filter が0.5Hz, 2. High cut filter が30.0Hzとした。得られた刺激前後の脳波記録から前後1分間を除いた3分間について,エポック自動抽出ソフトで分析資料となるエポックを抽出,D2を算出し,さらに各周波数帯域別(δ , θ , α , β)の周波数応答を持つバンドパスFIRフィルターにエポックを通過させ,得られた資料から周波数帯域別D2を算出した。次いで,刺激前後の各電極位における電位水準の差をun-paired t testにより,信頼区間95%で統計学的に分析した。SPM(significant probability mapping)は,統計学的手法で得られた刺激前後の各周波数電極位の間確率値(p-value)によって図形化し,電位は,Coon's two Dimensional Interpolation methodにより算出した。電極位別刺激別全体D2の変化と各バンド別電極刺激別D2の変化との類似性は,数学的にそれぞれ12の電極における前後の差を12次元ベクトルとみなし因子分析を行い,判定した。

3. 研究成績および結論

周波数帯域別の分布変化において咀嚼運動では α 波が増加し、他の3バンドは減少していた。しかし、他の5刺激においては、共通して θ 波の増加が認められた。各6刺激後の変化の刺激間相互関係において各刺激の影響力に優位性を認め、甘みが最も強く変化に反映し、匂い、咀嚼運動の順であった。

電極位別D2の各刺激前後の変化について、匂いでは、F3のみが有意に減少し、Fp1, F4, T3, P3, P4, O1, Fz, Pzは有意に増加していた。咀嚼運動では、Fp1のみが有意に減少し、F3, F4, T4は有意に増加していた。甘みでは、すべての電極位で有意差を示さなかった。匂いと咀嚼運動の組合せでは、Fp1, P4, Pzが有意に減少し、甘みと咀嚼運動では、T4が有意に減少し、Fp1が有意に増加していた。匂いと甘みでは、T3, T4, P3を除くすべての電極位で有意に増加していた。D2は、刺激の組合せにより単一刺激の場合とは全く異なった変化を示し、組合せの結果から、咀嚼運動は、D2の減少と関係している可能性が示唆された。さらに、周波数帯域別刺激別D2の変化では、6刺激すべてで明らかに θ 波が他の3バンドより全体のD2の変化と類似した変化を示した。すなわち、今回の研究から、咀嚼運動時における脳波の非線形解析による複雑性の変化は、健常者の安静時における脳の複雑性が高く維持され、刺激に際し θ 波に関連する認知・学習を経て活動の選択がなされた後、目的とされる活動が達成されると複雑性は収束・減少するとしたSteam's Theoryに一致することが確認された。

論文審査の要旨

本研究は、右利き成人20名(23~30歳)を対象とし、匂い、甘み、ガム咀嚼、並びにそれらの組合せの6種類の刺激に対する座位・閉眼状態で採取した脳波(EEG)の変化について、相関次元(D2)によって得られた電極位別刺激前後の差の検討に加え、 δ 波、 θ 波、 α 波、 β 波の各周波数帯域別D2の刺激前後の電極位別変化を算出し、刺激に対する脳機能の応答の背景を帰納的手法によって検討した。

周波数帯域別の分布変化において咀嚼運動では α 波が増加し、他の3バンドは減少していた。しかし、他の5刺激においては、共通して θ 波の増加が認められた。各刺激後の変化の刺激間相互関係において各刺激の影響力に優位性を認め、甘みが最も強く変化に反映し、次いで匂い、咀嚼運動の順であった。また、電極位別各刺激前後のD2は、刺激の組合せにより単一刺激の場合とは全く異なった変化を示し、咀嚼運動は、D2の減少と関係している可能性が示唆された。さらに、周波数帯域別刺激別D2の変化では、6刺激すべてで明らかに θ 波が他の3バンドより全体のD2の変化と類似した変化を示した。以上の結果から、咀嚼運動時における脳波の非線形解析による複雑性の変化は、健常者の安静時における脳の複雑性が高く維持され、刺激に際し θ 波に関連する認知・学習を経て活動の選択がなされた後、目的とされる活動が達成されると複雑性は収束・減少するとしたSteam's Theoryに一致することが確認された。

本審査委員会では1) D2の意味、2) θ 波に着目した理由・根拠、3) 脳波の採取時期、4) 本研究に空間分解能に優るf-MRI, MEGを用いなかった理由、などについての質疑がなされ、概ね妥当な回答が得られた。また、論文の構成、英文表記、図表の記載法など、改善の指摘があり修正がなされた。本研究で得られた知見は、歯科医学の進歩発展に寄与するところ大であり、学位授与に値するものと判定された。なお、英・独2か国語につき試験を行った結果、合格と認定した。