原 著 論 文

実験的咬合干渉付与による情動反応の脳電位分布と Dipole の推定

豊田 康夫 虫本 栄子

Location of Electric Current Sources with Activation of Experimental Occlusal Interference in the Human Brain by Dipole Tracing Method

Toyoda Yasuo and Mushimoto Eiko

歯科補綴学的意義

NIH コンセンサス (1996) では、咬合因子は質の高い科学的根拠に欠けるとされたが、顎関節症患者の口腔所見では、咬合因子を疑わせる補綴修復物が決して少なくない。本研究で Dipole 推定法から得られた実験的咬合干渉に起因した脳内賦活部位は、扁桃体、海馬、視床付近に分布し、不快情動として影響を及ぼしていたとの可能性は、咬合異常と顎関節症との関連に興味ある論議を再度提起できた点で補綴学的意義がある。

抄 録

目的：実験的咬合干渉の上位中枢への影響を明らかにするために、3 層実形状モデルによる Dipole 推定法を用いて、脳電位の発生源とその局在を推定することである。

方法：正常有歯顎者 7 名に実験的咬合干渉を付与し、付与直前 (コントロール)、同直後、同 2 日後、および同除去後に、感覚的評価 (VAS)、咬筋および側頭筋後部筋電図、ならびに噛みしめ前後の脳波を記録・分析し、同時に Dipole 推定法により発生源 (脳内賦活部位) を検索した。

結果：咬合干渉付与直後および同 2 日後に、感覚的評価では不快感、過高感、咬頭嵌合位の不安定性は有意に増大し、咀嚼筋電図は有意に減少し、 α 波含有率は有意に減少し、 β 波含有率は有意に増大した。いずれの項目も干渉除去によりコントロールレベルに回復した。これらの変化に一致して、Dipole は、干渉付与後に扁桃体、視床、海馬、島付近に発生源が推定され、干渉除去により扁桃体、島付近の推定源が消失した。

結論：実験的咬合干渉の付与は、感覚的評価、咀嚼筋電図、脳波に影響を与え、Dipole 推定法により干渉付与と関連する脳内賦活部位を推定できた。また、干渉除去により扁桃体、島付近の推定源が消失したことから、実験的咬合干渉は不快情動として、上位中枢へ影響を及ぼしていたことが示唆された。

和文キーワード

実験的咬合干渉, Dipole 推定法, 感覚評価, 脳波, 筋電図

I. 緒 言

近年、口腔の健康と全身の健康に関心がよせられ、PET (Positron emission tomography)、脳磁図、f-MRI (Functional magnetic resonance imaging) などの画像技術の進歩とあいまって、咀嚼により脳神経活動が賦活された^{1,2)}など、口腔領域からの求心性情報に関連した脳内応答の所見も散見されるようになった。

これまでに著者らの教室では、ラットやマウスの臼歯抜歯³⁻⁵⁾や臼歯歯冠切除⁶⁾が学習記憶能を低下させ、錐体神経細胞を減少させる、ラットへの咬合干渉付与によって脳内 c-fos mRNA 陽性細胞が増加し、ストレス応答を認めた⁷⁾などを報告してきた。一方、ヒトにおいても、咬合由来の体性感覚情報は上位中枢において認知され、不快な感覚評価と脳波挙動はよく対応していた^{8,9)}など、口腔感覚情報の変化と高次脳機能の密接な関係を示唆してきた。

しかし、これらは頭皮上の脳電位の報告であり、脳内の賦活部位や局在については、3 Tesla-fMRI を用いた実験で口腔の快・不快感をとらえる^{10,11)}との推測にとどまり、咬合干渉によって惹起された三叉神経を介する求心性情報が、脳幹を経て視床・皮質投射経路に達し、脳機能の感覚-運動系にどのような影響を及ぼすかはほとんど不明である。

本研究では、実験的咬合干渉により惹起される求心性情報が、脳機能におよぼす影響を明らかにすることを目的とし、脳電位の発生源を 3 層実形状モデルによる Dipole 推定法を用いて推定を試み、脳内の賦活部位や局在について検討した。

II. 研究方法

1. 被検者と実験的咬合干渉装置

研究の主旨を説明し、同意の得られた顎口腔系に異常を認めず、神経疾患、精神疾患のない成人 7 名 (男性 5 名、女性 2 名、24~29 歳、平均年齢 26.8 歳) を選択した。

実験的咬合干渉は教室⁸⁻¹³⁾の方法にしたがい、100 μ m 過高となる歯科用金銀パラジウム合金製のリングを下顎右側、または左側の第二大臼歯に接着した。な

お、本研究は岩手医科大学歯学部倫理委員会の承認 (01028) を得て行われた。

2. 感覚的評価、筋電図、脳波の記録と分析

観察期日は、干渉装着前 (コントロール)、同装着直後、同 2 日後、同除去後として除去後 1 週間以降の 3 日間、計 4 回とした。

感覚的評価は市川⁹⁾に準じ、早期接触に伴う過高感、咬頭嵌合位の不安定性、不快感、歯の疼痛、歯の締めつけられ感の 5 項目とし、Visual analog scale (VAS) にて評価した。

脳波および筋電図記録は著者らの教室の方法⁸⁻¹³⁾に従った。シールドルームにて被検者を閉眼で直立座位とし、記録開始後約 60 秒後に、5 秒間の噛みしめを指示し、これを 30 秒間隔で 4 回繰り返し、4 回目の終了後さらに 60 秒以上記録した。表面筋電図 (ポリグラフ 361, 日本 GE マルケット) は、左右咬筋中央および側頭筋後部から導出し、脳波 (SYNAFIT 5500, 日本 GE マルケット) は、国際 10-20 法にしたがって眼球電図とともに導出し、ファイリングユニット (EE 51-101, 日本 GE マルケット) に格納するとともに、データレコーダー (SR-71, TEAC) には筋電図と同時に記録した。

筋電図は、5 秒間の噛みしめの中央 3 秒間を計測し、単位時間あたりの積分値 (以下、平均電位) を求め、4 筋平均値を代表値とした。脳波は、ATAMAP II (KISSEI COMTEC) を用いて、 δ 、 θ 、 α 、 β の 4 帯域に区分し、各帯域ごとのパワー値に占める比率 (以下、

図 1 The analyzed section of dipole and EEG (electroencephalogram) before and after clenching
Dipole と脳波の分析区間

含有率, $\% \delta$, $\% \theta$, $\% \alpha$, $\% \beta$) を算出した。分析区間は、噛みしめ開始前と 4 回目終了後の筋電位の混入のない 5.12 秒間とした。なお、加算回数は 4 回、ポイント数は 256、窓関数は Hanning を用いた (図 1)。

Dipole の推定には SynapointPro (日本 GE マルケット) を用い、分析区間は脳波と同じ噛みしめの開始直前および噛みしめ後の 300 msec とした (図 1)。3 層実形状モデルを用いて Dipole の推定を行い、1 時刻ポイントに対して同時に 1 個の Dipole を推定し、有意な推定条件として Goodness of Fit (GOF) が 91% 以上とした。MRI での断層面の設定は、AC-

PC Line と平行な平面とし、撮像後同ソフト上で 3D 化したのち、推定結果を Nasion, 両耳珠の 3 点を基準点として重ね合わせた (図 2)。

統計処理は、筋電図と VAS は観察期日を主変動因子とした一元配置分散分析を、脳波は帯域別に観察期日と咀嚼前後を主変動因子とした反復測定分散分析を行い、多重比較には Fisher の PLSD を用いた。有意水準は 5% とした。

III. 研究結果

1. VAS 法による感覚的評価

過高感、咬頭嵌合位の不安定性、不快感は、観察期日に有意性 ($p < 0.0001$) を認め、いずれもコントロールに比べて干渉装着直後、同 2 日後に有意 ($p < 0.001$) に増大した。一方、歯の疼痛、歯の締めつけられ感は、観察期日に有意性 ($p < 0.05$, $p < 0.01$) を認めたが、コントロールとの比較では干渉装着直後のみ有意 ($p < 0.05$) に増大した (図 3)。

2. 咀嚼筋筋電図

平均電位は観察期日に有意性 ($p < 0.05$) を認め、干渉装着直後、同 2 日後にコントロールより有意な ($p < 0.01$, $p < 0.01$) 減少を認めたが、除去後にはコントロールレベルに回復した (図 4)。

図 2 The schema of the three-sphere conductor model for dipole

a: Head model, b: The schema of the three-sphere conductor model, c: 3D model of MRI

Dipole の推定のための 3 層実形状モデル

a: 頭部モデル, b: 3 層実形状モデル, c: MRI 三次元構築図

図 3 Five comfort parameters by VAS

a: Too high, b: Instability, c: Discomfort, d: Pain, e: Tightness

CI: Confidence intervals

VAS による感覚的評価

a: 過高感, b: 咬頭嵌合位の不安定性, c: 不快感, d: 疼痛, e: 締めつけられ感

3. 脳波含有率

% α は、噛みしめ前後に有意性 ($p < 0.001$) を認め、噛みしめ後に有意 ($p < 0.001$) に減少した。また、観察期日と噛みしめ前後の交互作用効果にも有意性 ($p < 0.001$) を認め、干渉装着直後、同 2 日後で、噛みしめ後に有意 ($p < 0.001$, $p < 0.001$) に減少した。

% β は、噛みしめ前後に有意性 ($p < 0.001$) を認め、噛みしめ後に有意 ($p < 0.001$) に増加した。また、観察期日と噛みしめ前後の交互作用効果にも有意性 ($p < 0.001$) を認め、干渉装着直後、同 2 日後、除去後で、噛みしめ後に有意 ($p < 0.001$, $p < 0.001$, $p < 0.05$) な増大を認めた (図 5, 表 1)。

図 4 Mean voltages of bilateral masseter and posterior temporal muscles during clenching
CI : Confidence intervals
噛みしめ時の咬筋・側頭筋後部の平均電位

4. Dipole の推定結果

図 6 に典型例をイニシャルで示すが、コントロールの噛みしめ直後では、帯状回付近 (T.Y., Y.T.), 側頭部 (Y.T., C.T., R.Y.), 前頭部 (J.Y.), 後頭部 (C.T., H.S., T.Y.) を中心に Dipole が集積した。

干渉直後では、扁桃体 (Y.T., C.T., T.T., J.Y.), 視床 (R.Y., T.T., T.Y.) 付近を中心に、また、側頭部 (Y.T.), 前頭部 (C.T., R.Y., J.Y.), 後頭部 (H.S.) にも Dipole 集積を認めた。

干渉装着 2 日後では、扁桃体 (Y.T.), 視床 (T.T., T.Y.), 海馬 (R.Y., T.Y.), 島 (J.Y.), 側頭部 (Y.T., C.T., T.T., J.Y.), 前頭部 (Y.T., C.T., H.S.), 後頭部 (R.Y.) 付近に Dipole の集積を認めた。

図 5 % α and % β of EEG before and after clenching
CI : Confidence intervals
噛みしめ前後の % α と % β

表 1 Repeated measure analysis of variance table for % α and % β electroencephalograms
脳波 α 波と β 波含有率の反復測定分散分析表

% α					
	df	Sum of square	Mean square	F-value	p-value
Session	3	2,017	672.419	2.044	0.1068
Error ₁	528	173,726.022	329.027		
Before and after	1	11,243.512	11,243.512	178.818	<0.0001
Session $\times$ before and after	3	5,111.776	1,703.925	27.099	<0.0001
Error ₂	528	33,199.021	62.877		
% β					
	df	Sum of square	Mean square	F-value	p-value
Session	3	1,206.317	402.106	1.866	0.1343
Error ₁	528	113,791.424	215.514		
Before and after	1	6,565.46	6,565.46	252.763	<0.0001
Session $\times$ before and after	3	3,119.988	1,039.996	40.039	<0.0001
Error ₂	528	13,714.704	25.975

図 6 Distribution of dipole (From the left axial, sagittal, coronal)
Dipole の発生源の分布 (左から冠状面, 矢状面, 前頭面)

表 2 Distribution of dipole
Dipole の発生源の分布

	Control	JA	2DL	AR
Amygdaloid (扁桃体)
Thalamus (視床)
Hippocampus (海馬)
Insula (島)
Cingulate gyrus (帯状回)
Temporalis (側頭部)
Frontal (前頭部)
Occipital (後頭部)

= 1, n = 7

干渉除去後には、干渉装着中に推定された扁桃体付近からは Dipole の集積は消失し、視床 (Y.T., T.T.), 海馬 (R.Y.) 付近を中心に、また側頭部 (Y.T., J.Y.), 前頭部 (C.T.), 後頭部 (R.Y.) に Dipole の集積を認めた (図 6, 表 2)。

IV. 考 察

1. 研究方法について

脳波学的、超高磁場 f-MRI による教室の系統的研究⁸⁻¹¹⁾によって、咬合干渉による不快感を検出できることは明らかにできたが、今後の課題として残されていた脳内賦活部位や局在との関連を追究することが本研究の目的であった。したがって、実験的咬合干渉は、教室で用いた⁸⁻¹³⁾ものと同じ 100 μ m の早期接触型とし、解析方法も教室の方法^{8,9)}に準じた。すなわち、VAS によって被検者の主観的評価を、筋電図によって咬合干渉の咀嚼筋への障害を、そして噛みしめ前後の脳波を組合せ、咬合干渉による影響の観察ベースラインを同じくした。また、干渉装置を装着したことによる影響の経時的変化を検討することを目的としたため、装着前コントロールと装着期間中、除去後のセッションとして分散分析処理を行った。

脳内での賦活部位の推定は Dipole 推定法によった。本研究のように、経時的な観察期日の多い研究での PET, 脳磁図, f-MRI などの脳機能画像装置の使用は困難である。一方、これら画像装置の普及のなか

でも脳波計測は存続し、時間分解能に優れ、生理学的背景の十分な理解にたつて判読すれば、脳機能の総合的評価として重要な価値を有するとされ、計測が簡便であり、噛みしめ直前直後であれば筋電図の同時記録も容易である。本研究で用いた Dipole 推定法は、脳内の局所で同期した電氣的活動を電流双極子で近似し、その双極子の位置とモーメントの方向を、脳表や硬膜外、あるいは頭皮上の電位分布から推定する方法で、体性感覚誘発電位¹⁴⁾や、事象関連電位¹⁵⁾などによる脳情報処理のプロセス解明に応用され、脳機能局在を推定し、臨床応用¹⁶⁾にも供されている。

2. 観察期日について

従来教室では、咬合干渉の咀嚼筋への影響を経日的に観察する場合、直後、2 日後、5 日後、除去直後、除去 1 週間後などコントロールを含め、少なくとも 6 回以上観察した^{9,12,13)}。しかし、干渉付与による咀嚼筋抑制は直後^{17,18)}から、あるいは 2 日後でもっとも著しく¹⁹⁾、協調活動パターンは干渉付与 1 日後、2 日後で崩壊¹²⁾、いずれも 5 日目には回復したなどから、本研究では直後および 2 日後に記録した。また、干渉除去後の観察日に関しては、咀嚼筋電図への影響は除去後 1 週間で消失した²⁰⁾から、除去後 14 日にいたっても消失しなかった²¹⁾など長期に残留するものもある。そこで影響が少なくなったと思われる除去後 1 週間後以降とした。したがって、本研究では、干渉装着期間は 2 日間と短縮され、観察期日も 4 回と被検者の

負担を大幅に軽減できたが、得られた結果から十分に合理性があった。

3. 結果について

1) 感覚的評価

早期接触に伴う過高感や咬頭嵌合位の不安定性、イライラ感といった不快感は、干渉装着中は有意に増加したのに対し、歯の疼痛、歯の締めつけられ感は装着直後のみで有意に増加した。干渉除去後はすべての項目でコントロールレベルに回復し、干渉装着中は過高感、不快感などはまったく消失しなかったとする市川⁹⁾の報告と一致した。これらは、歯の疼痛が一過性であったことを含め、100 μ m 程度の干渉の特性を良く表しているものと思われた。

2) 咀嚼筋筋電図

噛みしめ時の平均電位は、干渉付与直後、同2日後と有意な減少を認め、干渉除去によってコントロールレベルまで回復した。咬合干渉の筋電図的影響に関して、干渉装着直後^{17,18)}、あるいは2日後¹⁹⁾でもっとも著しいなど報告はさまざまであるが、最大噛みしめ時の平均電位は、干渉量の多寡に関連して減少したとの報告²²⁾や、教室の報告^{12,13)}と一致していた。本研究で用いた咬合干渉装置は、ネガティブフィードバックとしての筋活動の抑制を認めたことから、咀嚼系に侵害刺激として働いたことは明らかである。

3) 脳波含有率

干渉装着により、 α 波の減少と β 波の増加を認めたが、干渉除去によってコントロールレベルに回復した。

α 波はリラックス²³⁾や快適感²⁴⁾で増加し、寒さ、痛み、不快音によって減少する²⁵⁾。一方、 β 波は不安、緊張あるいは感情的な影響を受ける²⁶⁾などの報告があり、情動変化との関連において考察されてきた。口腔領域でも口蓋床や咬合干渉⁸⁾により α 波減少、 β 波増大という相反活動を認めた。側性に関して、1側に付与した咬合干渉による求心性情報は、対側的大脑皮質活動により強く修飾される²⁷⁾との報告から、不快感や障害感を検出する可能性を示唆した。

本研究結果でも、 α 波の減少、 β 波の増大という特徴的な経日的変化を認め、明らかに咬合干渉による影響と考えられた。

4) Dipole の推定結果

Dipole 推定法により、7名の被検者すべてで咬合干渉付与による脳波挙動に関連して、電位発生源が推定できた。

近年、Dipole 推定法は、正中神経刺激による一次体性感覚成分の N 20 は中心溝後壁 area 3 b に存在する^{28,29)}、リング電極による手指刺激課題で、P 300 は海馬と大腦皮質を発生源とする複合波形である¹⁴⁾など、脳情報処理のプロセス解明に応用され、脳機能局在の推定も活発に行われている。

本研究で推定された賦活部位は、干渉装着直後、2日後において、扁桃体、視床、海馬、島、帯状回付近であった。

これらを含む Limbic system (辺縁系) は情動発現に中心的役割をはたす^{30,31)}ことが知られ、PET で、恐れや不満足感発生時に左側扁桃体の脳血流量が選択的に増加した³²⁾、f-MRI で、不快な写真をみたときに両側の扁桃体、島皮質、および側頭葉外側部皮質の脳血流量が増加した³³⁾、Dipole 推定法を用いた研究では、メンタルストレス付加時に Limbic system (辺縁系) に電源を認め³⁴⁾、予期不安時には側頭極に、不安では扁桃体に発生源を認めた³⁵⁾などの報告がある。また、口腔領域では、ヒトにおいて Mushimoto ら^{10,11)}は、3 Tesla-fMRI を用い、個人差を認めたものの不快感を伴う咬合干渉の付与によって、中心溝付近での賦活を認め、口腔感覚の快・不快感や障害感、情動ストレスなどの高次脳機能を客観的にとらえるとの報告もある。

これらのことから、本研究で得られた賦活部位の推定源が、情動に関連するとされる扁桃体、視床付近などにあったことは、咬合干渉付与による求心性情報は脳内で不快情動として認知されていたと考えられる。教室の小林ら⁷⁾の、ラットへの咬合干渉の付与によって、c-fos mRNA 陽性細胞の発現を視床下部室傍核、海馬、梨状葉皮質、青斑核、縫線核、中心灰白質、扁桃体など広範に認め、咬合干渉と脳内ストレス応答との密接な関係を示唆した報告は、これを裏づけるものである。

なお、本研究では、Dipole は中心溝付近のみならず、側頭部、前頭部、後頭部など多岐にわたるとともに個人差を認めた。

このことは、本研究で推定した対象が必ずしも一次

体性感覚のみでなかった, 1 双極子を仮定して電源位置を推定した, 推定された組織以外にも電源があることは否定できない, などの理由が考えられた。

4. 臨床的意義

従来, 咬合障害の存在は顎機能障害の発症にいたるリスクを高めると考えられ, 顎関節症の病因論の 1 つに咬合の因子が挙げられてきたが, 1996 年の NIH コンセンサス³⁰⁾では, 咬合因子は質の高い科学的根拠に欠けるとされた。しかし, 日常臨床において顎関節症患者の口腔所見では, 咬合因子との関連を疑わせる補綴修復物や咬合異常も決して少なくない。

本研究において, 咬合干渉を付与した条件下での Dipole 推定法から得られた脳内賦活部位は, 扁桃体, 海馬, 視床, 島, 帯状回付近であった。この推定源の局在から咬合干渉と不快情動の密接な関連が示唆され, 咬合異常と顎関節症との関連において, ストレス応答に波及して興味ある論議を提起できると考える。

V. 結 論

1. 感覚的評価では, 干渉付与によって不快感, 過高感, 咬頭嵌合位の不安定性は有意 ($p < 0.001$) に増大し, 除去により回復した。

2. 咬筋および側頭筋後部の平均電位は, 干渉付与によって有意 ($p < 0.001$) に減少し, 除去により回復した。

3. 脳波含有率は, 干渉付与によって, $\% \alpha$ は有意 ($p < 0.001$) に減少, $\% \beta$ は有意 ($p < 0.001$) に増加し, 除去により回復した。

4. Dipole 推定法により, すべての被検者で電位発生源が推定でき, 干渉装着直後, 同 2 日後では, 扁桃体, 海馬, 視床, 島, 帯状回付近にその発生源が推定され, 干渉除去により扁桃体への推定源が消失した。

以上から, Dipole 推定法により実験的咬合干渉に関連した脳内賦活部位が推定でき, その局在から実験的咬合干渉は, 不快情動として上位中枢に影響を及ぼしていたことが示唆された。

稿を終えるにあたり, 終始温かいご支援を賜り, ご懇篤なるご指導とご校閲を賜りました恩師田中久敏名誉教授に深甚なる

謝意を表します。また, 脳機能画像の研究を発想するきっかけと環境を与えていただき, MRI や 3 Tesla-fMRI の撮像, 読影についてご教示いただいた岩手医科大学医学部脳神経外科講座の小川 彰教授, 井上敬助手, 同放射線医学講座の中里竜彦助教授に厚くお礼申し上げるとともに, 多くのご支援をいただきました歯科補綴学第一講座教室員各位ならびに大学院生各位に心より感謝いたします。そして, 最後に, 本研究に心よくご協力いただきました被検者諸氏に厚くお礼申し上げます。

なお, 本論文の要旨は第 109 回日本補綴歯科学会学術大会 (平成 15 年 5 月 8 日, 東京) において, その概要を発表した。

文 献

- 1) Momose T, Nishikawa J, Watanabe T et al. Effect of mastication on regional cerebral blood flow in humans examined by positron-emission tomography with ^{15}O -labelled water and magnetic resonance imaging. Arch Oral Biol 42 : 57-61, 1997.
- 2) Onozuka M, Fujita M, Watanabe K et al. Mapping brain region activity during chewing : A functional magnetic resonance imaging study. J Dent Res 81 : 743-746, 2002.
- 3) 千葉 晃. 歯の喪失が高次脳機能に及ぼす影響に関する行動学的, 組織学的研究. 補綴誌 43 : 299-311, 1999.
- 4) Chiba A, Tanaka H, Mushimoto E. Effects of molar tooth loss on the spatial memory and degeneration of hippocampal neurons in aged mice. Dentistry in Japan 37 : 59-62, 2001.
- 5) 山崎薫子, 田中久敏, 虫本栄子ほか. ラットにおける臼歯喪失本数の違いが高次脳機能におよぼす影響. 補綴誌 46・108 回特別号 : 203, 2002.
- 6) 佐々木快輔. 臼歯の咬合支持の喪失がラットの脳機能に及ぼす影響 臼歯抜歯と臼歯歯冠切除の違い. 補綴誌 46 : 185-194, 2002.
- 7) 小林琢也, 田中久敏, 虫本栄子. 実験的咬合干渉が c-fos mRNA 発現に及ぼすラット脳内ストレス応答の経日変化. 補綴誌 48 : 203-211, 2004.
- 8) 虫本栄子, 田中久敏, 市川 大. 口蓋床および咬合干渉の付与による口腔環境の変化が脳波に及ぼす影響. 補綴誌 45 : 295-304, 2001.
- 9) 市川 大. 実験的早期接触による咀嚼系ならびに精神生理学的応答とその脳波学的検討. 補綴誌 45 : 305-314, 2001.
- 10) 虫本栄子, 豊田康夫, 田中久敏ほか. 3 T-fMRI による口腔感覚の快・不快の脳機能画像. 臨神生 31 : 180-181, 2003.
- 11) Mushimoto E, Tanaka H, Ichikawa D. The effect of change of oral sensory input accordance with the experimental occlusal interference on electroencephalogram. J Oral Rehabil 29 : 886, 2002.
- 12) 虫本栄子, 田中久敏, 遠藤義樹. 実験的咬合干渉が咬み

- しめ時の咀嚼筋 AI に及ぼす影響. 補綴誌 38 : 729-737, 1994.
- 13) 八重樫祐成. Leaf gauge 法応用の効果発現のメカニズムに関する筋電図学的研究. 補綴誌 38 : 738-752, 1994.
- 14) 古屋 一, 金丸 新, 岡本良夫ほか. 実測導電率を用いた双極子追跡法による脳機能局在推定. CI 研 22 : 51-56, 2000.
- 15) 中島八十一, 宮本啓一, 菊地正史. 双極子追跡法による事象関連電位 P 300 の電源推定. 脳と神 46 : 1059-1065, 1994.
- 16) Homma I, Masaoka Y, Hirasawa K et al. Comparison of source localization of interictal epileptic spike potentials in patients estimated by the dipole tracing method with the focus directly recorded by the depth electrodes. Neurosci Lett 304 : 1-4, 2001.
- 17) Schaerer P, Stallard RE, Zander HA. Occlusal interferences and mastication : An electromyographic study. J Prosthet Dent 17 : 438-449, 1967.
- 18) Belser UC, Hannam AG. The influence of altered working-side occlusal guidance on masticatory muscles and related jaw movement. J Prosthet Dent 53 : 406-413, 1985.
- 19) De Boever J. Experimental occlusal balancing-contact interference and muscle activity. An electromyographic study with permanently applied electrodes. Parodontologie 23 : 59-69, 1969.
- 20) Riise C, Sheikholeslam A. The influence of experimental interfering occlusal contacts on the postural activity of the anterior temporal and masseter muscles in young adults. J Oral Rehabil 9 : 419-425, 1982.
- 21) 土居 勲. 実験的犬歯誘導咬合付与が咀嚼運動に及ぼす影響. 歯科医学 47 : 514-542, 1984.
- 22) Bakke M, Moller E. Distortion of maximal elevator activity by unilateral premature tooth contact. Scand J Dent Res 88 : 67-75, 1980.
- 23) Lindsley DB. Psychological phenomena and the electroencephalogram. Clin Neurophysiol 4 : 443-456, 1952.
- 24) 武者利光. 「こころ」を測る. 日経サイエンス 26 (4) : 20-29, 1996.
- 25) 三宅晋司. 不快音の脳波に及ぼす影響. 日衛誌 39 : 523-524, 1984.
- 26) Cole HW, Ray WJ. EEG correlates of emotional tasks related to attentional demands. Int J Psychophysiol 3 : 33-41, 1985.
- 27) 虫本栄子, 田中久敏, 市川 大ほか. 脳電位マッピングによる咬合干渉部位と脳波局在の関連. 補綴誌 45・106 回特別号 : 120, 2001.
- 28) Allison T, McCarthy G, Wood CC et al. Human cortical potentials evoked by stimulation of the median nerve. II. Cytoarchitectonic areas generating short-latency activity. J Neurophysiol 62 : 694-710, 1989.
- 29) 林 央周, 池田宏明, 高久 晃. 双極子追跡法による脳機能マッピング. 脳神経外科 24 : 977-980, 1996.
- 30) Papez JW. A proposed mechanism of emotion. Arch Neurol Psychiatry 79 : 217-224, 1937.
- 31) MacLean PD. Psychosomatic disease and the visceral brain : Recent developments bearing on the Papez theory of emotion. Psychosom Med 11 : 338-353, 1949.
- 32) George MS, Ketter TA, Parekh PI et al. Brain activity during transient sadness and happiness in healthy women. Am J Psychiatry 152 : 341-351, 1995.
- 33) Irwin W, Davidson RJ, Lowe MJ et al. Human amygdala activation detected with echo-planar functional magnetic resonance imaging. Neuroreport 7 : 1765-1769, 1996.
- 34) 松波謙一, 本間三郎, 韓 曉燕. 脳波双極子追跡法を用いた情動脳波の電源部位の特定. 医科学応研財研報 17 : 87-93, 1998.
- 35) 本間生夫, 政岡ゆり, 岡本良夫. 脳波・筋電図の臨床双極子追跡法の確実性と呼吸情動関連脳電位の起源推定. 臨床脳波 43 : 299-307, 2001.
- 36) National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. Management of temporomandibular disorders, April 29-May 1, 1996. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 83 : 177-183, 1996.

著者連絡先 : 豊田 康夫

〒020-8505 岩手県盛岡市中央通 1-3-27
TEL : 019-651-5111 (内線 4112, 4228)
FAX : 019-626-2830
E-mail : ytoyoda@iwate-med.ac.jp.

Location of Electric Current Sources with Activation of Experimental Occlusal Interference in the Human Brain by Dipole Tracing Method

Toyoda Yasuo and Mushimoto Eiko

Department of Removable Prosthodontics, School of Dentistry, Iwate Medical University

J Jpn Prosthodont Soc 48 : 183-192, 2004

ABSTRACT

Purpose : The aim of this study was to clarify the effect of an experimental occlusal interference on the brain function by the dipole tracing method.

Methods : Seven patients with healthy dentate were selected. Electromyograms (EMG) from the masseter and posterior temporal muscles and electroencephalograms (EEG) were simultaneously recorded and analyzed before and after clenching. The location of electric current sources was estimated by the dipole tracing method. In addition, evaluation by visual analogue scale (VAS) questionnaires consisting of five comfort parameters was also done. Four-session experiments — the control (Cont), just after and 2 days later after wearing the interference (JAR and 2 DL), and after removing the interference (AR) — were carried out.

Results : On JAR and 2 DL, VAS values increased and masticatory muscle activity decreased significantly, and both of them recovered by removing the interference. After clenching, $\% \alpha$ in EEG decreased, and $\% \beta$ significantly increased compared with the control. Based on these findings, the sources of dipole were estimated in near amygdala, hippocampus, and thalamus on JAR and 2 DL. The sources estimated in near amygdala disappeared on AR.

Conclusions : The experimental occlusal interference affected sensory evaluation, masticatory muscles, and EEGs and the localization of the dipoles estimated. It is suggested that the source of dipole localization had caused the emotional change.

Key words

experimental occlusal interference, dipole, comfort parameters, electroencephalogram, electromyogram