

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 30 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21592446

研究課題名（和文） 脳機能解析による口腔機能評価システムの発展

研究課題名（英文） Development of evaluation of oral function by brain function analysis

研究代表者

古谷 暢子 (Furuya Masako)

大阪大学・歯学研究科・招聘教員

研究者番号：10314387

研究成果の概要（和文）：

脳波計測より、実験用口蓋床の厚みが薄くなると口腔感覚を感知しやすくなり、 α 波含有率は高くなることが示唆された。さらに義歯に順応した状態では非装着時との有意差が認められなかった。

また、赤外分光法を用いて、味なしガムと味ありガムの咀嚼運動時の脳血流状態について検討を行った結果、味覚刺激は脳循環に影響を与えることが示唆された。

さらに、口唇閉鎖力について、女性では年齢による有意な差は認められなかったが、男性では年齢間において有意差を認められた。全部床義歯装着者は、義歯装着の有無で比較すると、義歯非装着時の方が有意に大きい値を示した。

研究成果の概要（英文）：

Electroencephalography showed that making the experimental palatal plate thinner became oral sense more sensitive and the rate of α wave higher, and there was no significant difference between with and without dentures for the subjects adapting to them.

It showed that taste stimulation influenced cerebral circulation using Infra-red spectroscopy and gum with and without taste.

Moreover, there is no significant difference of lip-closing force in between age groups for female, and the lip-closing force in the elderly group is higher than that in the young and middle aged groups for male. The lip-closing force without denture is higher than with denture.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2010 年度	600,000	180,000	780,000
2011 年度	300,000	90,000	390,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：脳波、脳血流量、口唇圧

1. 研究開始当初の背景

義歯は、咀嚼機能や外観を回復するために必要な人工臓器であるが、義歯装着に伴う口腔内環境の変化によって口腔感覚には様々な変化が生じる。口腔感覚は脳において複雑に処理され認識されるものであり、客観的に評価することは難しい。これまで、われわれは、口腔粘膜を義歯床が被覆することによって口腔感覚の一つである味覚に及ぼす影響を知ることを目的として研究を行ってきた。その結果、味覚の変化には床が味蕾を被覆することだけではなく、床装着によって生じる咀嚼運動の変化が関与していること、さらに触覚やその他の口腔感覚の変化によって心理的な味の対比効果が生じることが示された。すなわち、義歯装着による味覚の変化は末梢からの味覚神経情報の変化だけでなく、中枢伝導路において体性感覚の変化の影響をうけるものと考えられる。さらに、実験用口蓋床を装着して脳波測定を行った結果、リラックスした際に多く存在する α 波が減少し違和感を覚えていることがわかり、そのことが咀嚼中の味刺激や温度刺激さらには咀嚼運動に影響を及ぼしているものと考えられる。そこで、義歯による機能回復がより高いレベルに到達するためには、従来の咀嚼機能検査のみでは不十分であり、口腔内の変化をより詳細に検査し、機能回復の状態を客観的に評価することが必要不可欠と考えられる。

2. 研究の目的

これまでヒトの感覚を測定する方法のほとんどは官能的検査であり、個人の判断に基づく主観的評価法であるため、個人差による曖昧さなどの問題が残っている。本検査法はヒトの感覚を測定する方法として脳が機能している様子を非侵襲的に計測するものである。味覚、触覚および温度感覚の情報は各感覚神経中に含まれる多数の神経線維中をインパルス列として符号化され、その感覚の強さはそのインパルス数の増減として大脳皮質に伝達される。その電位分布を種々の状態で計測することによって、各口腔感

覚に影響を及ぼす因子を明確にすることが可能になる。さらに、赤外線酸素モニタを用いて脳酸素を測定し、脳の活性化を知ることが可能となり、口腔内からの刺激による脳の活動状況をより詳細に検討することが可能となる。したがって、口腔感覚の客観的評価法として脳機能を計測する本研究の方法は極めて有効な検査法であり、これまでの研究にはみられない。

一方、咀嚼機能を多角的に評価するために口唇の閉鎖力を合わせて評価することにより、総合的に口腔機能を評価することが可能となると考えられる。

3. 研究の方法

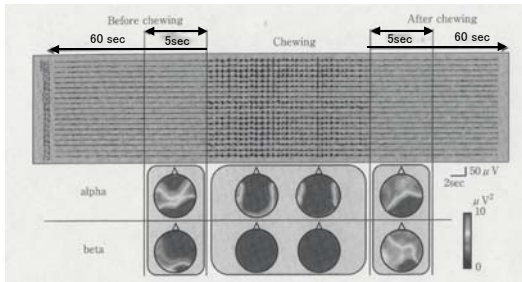
(1) 脳波測定

①被験者は習慣的な喫煙経験のないものから、若年者層として24歳から28歳の10名（男性6名、女性4名、平均年齢 25.3 ± 3.1 歳）、中高年齢層としての健常有歯顎者（男10名、女性10名 平均 68.1 ± 3.8 歳）を選択した。

②実験条件 非装着時、1.5R床、1.5M床および0.5M床の3種類の各床装着時における味覚、触覚および温度感覚刺激時の脳波測定を行い、実験床による差について分析した。異なる実験条件における測定は3～5日の間隔をあけて行い、その順序はランダムとした。義歯装着者に対しては義歯装着の有無で測定を行った。なお、各条件による差の検定には、Friedman testにて有意差の認められた場合に対して、ボンフェローニの修正による多重比較を行った。

③脳波の記録と分析

シールドルーム内の椅子に直立座位および安静閉眼状態を維持させ、記録開始から60秒後に脳波にアーチファクト混入がないことを確認後、当教室にて開発した検査用グミゼリー（ $20 \times 20 \times 10$ mm）を習慣側での片側咀嚼で嚥下までに随意に行わせ、嚥下終了から60秒以上記録した。脳波は多用途デジタル脳波形（EEG-1100 NIHON KODEN）を用いて、国際10-20法に従い、両耳珠を基準電極として導出し記録した。脳波の分析は、ダイポール解析ソフトウェア（QP-990A BES A）を用いて行い、咀嚼の直後の5秒を分析区間とし、ポイント数は256、窓関数はHanningにて処理を行い、 α 、 β 、 θ 、 ϕ の4帯域のうち α 、 β 帯域のパワー値が総パワー値に閉める比率（以下、含有率 $\% \alpha$ 、 $\% \beta$ ）を算出した（図1）。

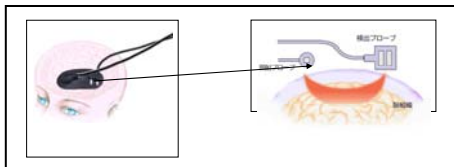


(2)脳血流測定

①被験者は習慣的な喫煙経験のないものから、若年者層として24歳から28歳の10名（男性6名，女性4名，平均年齢 25.3 ± 3.1 歳），中高年齢層としての健常有歯顎者（男10名，女性10名 平均 68.1 ± 3.8 歳）を選択した。

②実験方法

味ありガムとして FREE ZONE（レモン風味）（LOTTE 社）を用い，味なしガムとして上記ガムを咀嚼して味をなくしたものを用いた。まず，安静時5分→味なしガム咀嚼5分→安静5分→味ありガム5分→安静5分の順に測定を行い，両側の脳内血流を近赤外分光装置 NIR0200（浜松ホトニクス社）を用いて測定した。なお，咀嚼方法については，咀嚼側やリズムの指定を行わない自由咀嚼とし，近赤外分光装置の測定プローブは，照射部と受光部の距離を4cmとし，両側の咀嚼運動野相当部（図2）の皮膚上に毛髪をかき分けて，開閉口運動に最も反応する位置に測定した。



③分析方法

脳血流動態の指標の一つ，総ヘモグロビン量（酸化ヘモグロビン+脱酸素化ヘモグロビン量）の変化について，咀嚼前安静時（pre task）1分と咀嚼中1分ごと（task 1：咀嚼開始0分～1分，task 2：咀嚼開始1分～2分，task 3：咀嚼開始2分～3分，task 4：咀嚼開始3分～4分，task 5：咀嚼開始4分～5分）の平均値をとり，味ありガム咀嚼時，味なし咀嚼時および安静時について比較検討を行った。統計学的分析は，Friedman 検定を行った後，有意差を認めた場合は Bonferroni の修正による多重比較検定を行った。

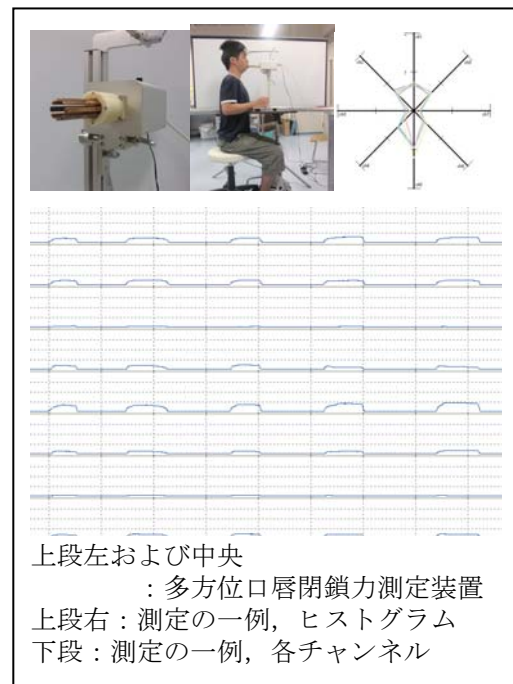
(3)口唇圧測定

口唇圧測定には松本歯科大学にて開発された多方位口唇閉鎖力測定装置を用い，8方位からの口唇閉鎖力を測定した。

被験者は測定装置の前に座位で位置し，フラ

ンクフルト平面が地面と平行になるよう頭部を固定し（図3上段中央），8方位にひずみゲージ（銅板）が取り付けられた測定装置のプローブ（図3上段左，直径22mm）をくわえる。その際プローブ先端部にはディスポーザブルの専用カバーをとりつけておく。真上のゲージより反時計回りにch1～ch8とする（図3上段右）。

測定時はプローブ先端と歯牙の唇面が接触しないように上下口唇でくわえ，最大の力でプローブをすうよう指示する。数回のトレーニング後，プローブをくわえLCFを5回（1回あたり3秒維持，各々約5秒の間隔をあける）測定する。これを1サイクルとする。取得したデータは，測定装置とUSBケーブルで接続されたパーソナルコンピューターで専用のデータ解析ソフトを用いて評価し，分析を行う。図3上段右および下段のようなグラフが得られ，範囲1～5各々につき，最大値[N]，力積[Ns]，平均値[N]が算出される。今回は5回の平均値（以下平均LCFとする）を測定値として分析を行った。



上段左および中央
：多方位口唇閉鎖力測定装置
上段右：測定の一例，ヒストグラム
下段：測定の一例，各チャンネル

4. 研究成果

(1)脳波測定

いずれの感覚刺激においても1.5Rおよび1.5M装着時では，非装着時および0.5R装着時と比較して， $\% \alpha$ は有意に低い値を示し， $\% \beta$ は有意に高い値を示した。

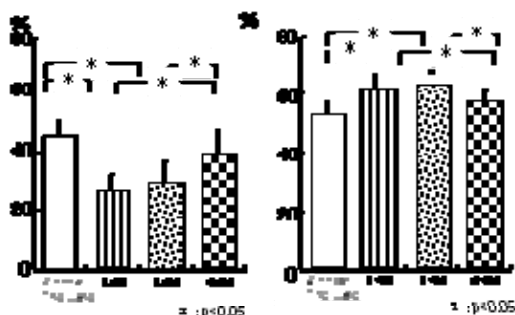


図4 各実験床義歯時のα異常者率

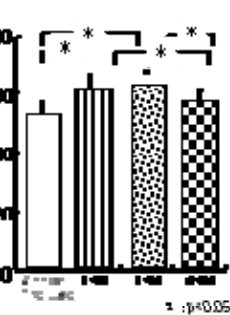


図5 各実験床義歯時のβ異常者率

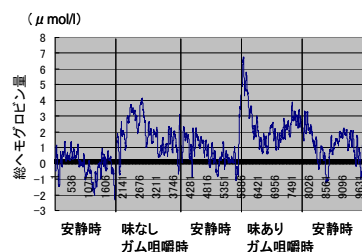
その傾向に年齢による差は認められなかったが、実験床装着時（1.5Rおよび1.5M装着時）においては、若年者と比較して中高年齢者の%βは有意に高い値を示した。

一方、義歯装着者では、義歯装着の有無において%αに有意な差は認められなかった。

以上のことから、口腔内に床を装着すると口腔感覚は感知しにくくなり、厚みを薄くすると口腔感覚を感知しやすい状態になり、年齢層が高くなると、実験床に対する違和感は大きい。さらに義歯に順応した状態では非装着時と比較して有意な差が認められないことが客観的に示された。

(2)脳血流量測定

いずれの被験者においても、安静時と味なしガム咀嚼時において有意差は認められな



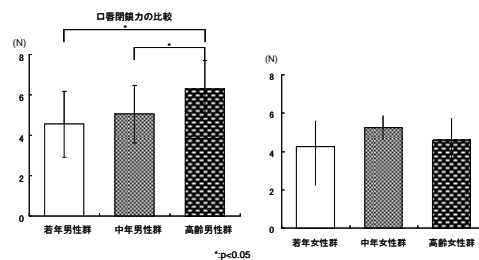
った。一方、味ありガム咀嚼時では、安静時と比較して咀嚼開始1-2分および2-3分で総ヘモグロビン量が有意に増加した。図6は典型的な波形を示す被験者の例である。

以上のことから、脳に対して侵襲が認められない近赤外分光法を用いて、味覚が脳循環もたらす影響を検討するために、味なしガムと味ありガムの咀嚼運動時の脳血流状態について検討を行った結果、味による感覚刺激は脳循環に影響を与えている可能性が示された。

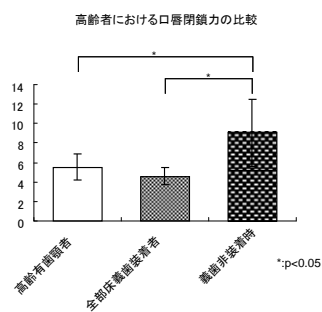
(3)口唇圧測定

口唇閉鎖力は、女性では年齢による有意な差は認められなかったが、男性では高齢者層は若年者層および中高年齢層と比較して有意

に大きい値を示した。



また、全部床義歯装着者（いずれも高齢者層）は、有歯顎者（高齢者層）と比較して有意に小さい値を示し、義歯装着の有無で比較すると、義歯非装着時の方が有意に大きい値を示した。



5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計42件）

① Ikebe K, Hazeyama T, Ogawa T, Kagawa R, Matsuda K, Wada M, Gonda T, Maeda Y. Subjective values of different age groups regarding treatment for missing molars in Japan. Gerodontology 28 192-198. 2011. 査読有。

② Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, Enoki K, Yoshida M, Maeda Y, Nokubi T. Association of masticatory performance with age, gender, number of teeth, occlusal force and salivary flow in Japanese older adults: is ageing a risk factor for masticatory dysfunction? Archive of Oral Biology 56 991-996. 2011. 査読有。

③ Yoshinaka M, Ikebe K, Furuya-Yoshinaka M, Hazeyama T, Maeda Y. Prevalence of torus palatinus among a group of Japanese elderly. Journal of Oral Rehabilitation 37 848-853. 2010. 査読有。

④ Ikebe K, Matsuda K, Murai S, Maeda Y, Nokubi T. Validation of the Eichner Index in relation to bite force and masticatory

performance. International Journal of Prosthodontics. 23 521-524. 2010. 査読有.

⑤ Ikebe K, Hazeyama T, Kagawa R, Matsuda K, Maeda Y. Subjective values of different treatments for missing molars in older Japanese. Journal of Oral Rehabilitation 37 892-899. 2010. 査読有.

⑥ Furuya M, Yoshinaka M, Isogai F, Maeda Y. Influence of experimental palatal plate on thermal perception. Journal of Prosthodontic Research 53 193-196. 2009. 査読有.

⑦ Ikebe K, Matsuda K, Morii K, Wada M, Hazeyama T, Nokubi T, Ettinger RL. Impact of dry mouth and hyposalivation on oral health-related quality of life of elderly Japanese. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Rad and Endodont 103 216-222. 2009. 査読有.

[学会発表] (計 72 件)

① Yoshinaka M, Furuya-Yoshinaka M, Isogai F, Nishiura M, Tanaka C, Maeda Y. Prevalence of oral tori among young Japanese group. 14th Meeting of the International College of Prosthodontists. (September 8-12, Hawaii) 2011.

② Nishiura M, Yoshinaka M, Furuya-Yoshinaka M Isogai F, Maeda Y. A study of lip-closing force for patients with clefts lip and palate. 14th Meeting of the International College of Prosthodontists. (September 8-12, Hawaii) 2011.

③ Okada T, Ikebe K, Takeshita H, Kagawa R, Yoshinaka M, Gondoh Y, Maeda Y. Cognitive function and oral sensory ability in independently-living older adults. 14th Meeting of the International College of Prosthodontists. (September 8-12, Hawaii) 2011.

④ 吉仲正記, 池邊一典, 岡田匡史, 香川良介, 古谷暢子, 前田芳信. 全口腔法による 70 歳高齢者の味覚閾値についての検討. 一般社団法人日本老年歯科医学会 23 回学術大会 (6 月 15 日~17 日, 東京) 2011.

⑤ 岡田匡史, 池邊一典, 武下肇, 猪俣千里, 久留島悠子, 香川良介, 吉仲正記, 前田芳信. 高齢者における認知機能と口腔感覚との関係. 一般社団法人日本老年歯科医学会 23 回学術大会 (6 月 15 日~17 日, 東京) 2011.

⑥ 古谷暢子, 磯貝文彦, 吉仲正記, 西浦麻侑, 前田芳信. 脳波解析による口腔感覚評価の検討~口蓋床による影響~ 平成 22 年度日本補綴歯科学会関西支部学術大会 (11 月 13 日~14 日, 大阪) 2010.

⑦ 西浦麻侑, 古谷暢子, 磯貝文彦, 吉仲正記, 城下尚子, 小野高裕, 前田芳信. 健常有歯顎者における口唇閉鎖力の検討. 平成 22 年度日本補綴歯科学会関西支部学術大会 (11 月 13 日~14 日, 大阪) 2010.

⑧ 吉仲正記, 藤原茂弘, 古谷暢子, 池邊一典, 前田芳信. 離島在住高齢者の口腔内状態と口腔関連 QOL ならびに栄養摂取状態に関する調査. 日本補綴歯科学会関西支部学術大会 (11 月 13 日~14 日, 大阪) 2010.

⑨ 池邊一典, 雨宮三起子, 森居研太郎, 松田謙一, 古谷暢子, 前田芳信, 野首孝禰. 全部床義歯装着患者における口腔感覚と咀嚼能率との関係 第 2 回日本口腔検査学会 (10 月 4 日, 広島) 2009.

⑩ Yoshinaka M, Ikebe K, Higashiyama K, Furuya-Yoshinaka M, Maeda Y. A Study of Oral Tori of The Elderly in Japan. Asian The 6th Biennial Congress of Academy of Prosthodontics. (April 22-24, Seoul) 2009.

⑪ Higashiyama K, Furuya-Yoshinaka M, Yoshinaka M, Ikebe K, Maeda Y. Comparison between younger adults and older adults using two gustatory tests. The 6th Biennial Congress of Academy of Prosthodontics. (April 22-24, Seoul) 2009.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古谷 暢子 (Furuya Masako)
大阪大学・歯学研究科・招聘教員
研究者番号: 10314387

(2) 研究分担者

池邊 一典 (Ikebe Kazunori)
大阪大学・歯学部附属病院・講師
研究者番号: 70273696

前田 芳信 (Maeda Yoshinobu)
大阪大学・歯学研究科・教授
研究者番号: 10144510

吉仲 正記 (Yoshinaka Masaki)
大阪大学・歯学研究科・助教
研究者番号: 40403034