

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 9 日現在

機関番号：33902

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26462962

研究課題名(和文)脳機能改善のための顎運動プログラムの考案

研究課題名(英文)Devise a jaw exercise program for brain function improvement

研究代表者

佐久間 重光(Sakuma, Shigemitsu)

愛知学院大学・歯学部・講師

研究者番号：80271386

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、あごの運動を利用した脳機能改善のための運動プログラムを考案することである。そのために、あごの運動(ガム咀嚼運動、噛みしめ運動、開閉口運動)の運動条件を変更して行った際の脳血流動態(脳活動)を脳機能イメージング法(機能的近赤外分光法)により測定した。運動条件は、ガム咀嚼運動および開閉口運動は普通の速さと少し速めの運動、噛みしめ運動は軽めと中くらいの強さとした。その結果、条件として少し速めもしくは中くらいの強さで運動することにより、ワーキングメモリに関わる背外側前頭前野および意思決定に関わる前頭極の活動が増加した。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to devise an exercise program to improve brain function using jaw movement. For this purpose, cerebral blood flow dynamics (brain activity) when changing the jaw motion (gum chewing movement, clenching movement, opening / closing movement) conditions were measured by the brain functional imaging method (functional near infrared spectroscopy). As an exercise condition, the gum chewing movement and open / close movement were normal speed and slightly faster exercise, the clenching movement was light and moderate strength. As a result, movement with a slightly faster or moderate intensity as a condition increased the activity of the dorsolateral prefrontal cortex associated with working memory and the frontal pole associated with decision making.

研究分野：補綴・理工系歯学

キーワード：高次脳機能 顎運動 近赤外分光法 運動プログラム

研究開始当初の背景

(1) 日常的に運動を行っている人は、そうでない人より認知課題遂行時の脳活動が高いことが明らかになっている。しかし、長期間にわたる運動介入実験では、認知機能の向上が純粋に運動の効果かどうか明確ではない。運動が脳機能を高めるという効果を検証するためには、運動をした直後に認知機能が向上するという短期的な効果が実際に起きていることを明らかにする必要がある。

(2) 歯科領域において咀嚼運動は、学習・記憶などの高次脳機能に関連する前頭前野に対して、血流を増加させる効果があることから、認知機能との関係についても検討がなされている。そのため、咀嚼運動を含め、脳血流を効率よく増加させる顎運動プログラムを考案することは、脳機能を改善する上で意義深い。

2. 研究の目的

本研究は、脳機能改善のための顎運動プログラムの考案を目的としている。そのため、①各種顎運動（咀嚼運動、噛みしめ運動、開閉口運動）に伴う脳血流動態を把握する。②各種顎運動の運動速度あるいは運動強度の違いによる脳血流動態の差異を把握する。③各種顎運動を組み合わせ、効率良く脳血流を増加させる顎運動プログラムを考案する。④考案した運動プログラムの効果について、認知課題を実施することにより検証する。

3. 研究の方法

(1) 被験者は、顎口腔機能に異常を認めない健常有歯顎者を対象として、あらかじめ本研究の主旨を説明した上で、研究の参加に同意を得た。被験者の選択基準は、第三大臼歯以外に歯の欠損を認めない者、神経学的または精神医学的に障害の既往がない者とした。なお、本研究は、愛知学院大学歯学部倫理委員会の承認（承認番号：135）を得て実施した。

(2) 顎運動課題については、ガム咀嚼運動課題は、被験者任意の咀嚼周期で行う自由ガム咀嚼運動、習慣性咀嚼側での咀嚼周期が1 Hz（1秒間に1回のガム咀嚼運動）および2 Hz（1秒間に2回のガム咀嚼運動）のガム咀嚼運動とした。なお、1 Hzおよび2 Hz ガム咀嚼運動を行う際には、メトロノームを用いて周期を規制した。また、習慣性咀嚼側は、事前に被験者にガムを咀嚼させアンケートを実施して判定した。使用した咀嚼用ガムは、10mm×20mm×3mm に成形された無味・無臭のガムベース（ミディアムタイプ：株式会社 ロッテ、東京）を用いた。なお、使用したガムの物性は、粘弾性測定装置（RHEOMETER NMR-2010J-CW：株式会社 レオテック、東京）を用いて日本農林規格（JAS）で採用されている咀嚼試験を行い測定

した。その結果、本研究で用いたガムの物性は、硬さ：7518.1 g、弾力性：0.8、そしゃく性：4114.5 gであることを確認した。

噛みしめ運動課題は、噛みしめ強度を20%および40%MVC（被験者個々の最大噛みしめ強度を100% maximum voluntary contraction とする）に設定した2種類の強度とした。噛みしめ強度の規制には、筋電バイオフィードバックユニット（MA-2000W：Oisaka Electronic Equipment Ltd, Hiroshima, Japan）を用いた。また、規制を行う際には、表面電極を左側咬筋中央部に貼付し、筋電バイオフィードバックユニットの表示部を確認しながら噛みしめ運動を行わせた。

開閉口運動課題は、開口時の開口域が40 mm以上となるように事前に練習させた上で、0.5Hz（2秒間に1回の開閉口運動）および1Hz（1秒間に1回の開閉口運動）の周期で開閉口運動を行わせた。また、その際の運動周期の規制にはメトロノームを用いた。

(3) 脳活動に伴い変化する血流動態の測定には、2つの近赤外光の波長（695 nm および 830 nm）を用いた多チャンネルfNIRS測定システム（ETG-4000：株式会社 日立メディコ、東京）と付属の測定用プローブを用いた。測定用プローブは、近赤外光の照射部と検出部の距離が3cm、光ファイバーの配列が3×5（22チャンネル）のものを使用し、前頭前野領域を対象としてプローブ最下列が脳波測定時に利用されているT3-Fpz-T4（国際10-20システム基準点）^①のラインと一致するように配置した（図1）。

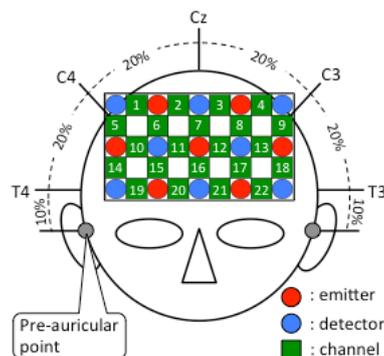


図1 測定用プローブの配置

各チャンネルと脳の解剖学的部位との対応関係は、バーチャル・レジストレーション法^②により同定した。バーチャル・レジストレーション法は、MRIや3D デジタイザーを用いずチャンネルに対する脳の解剖学的部位（標準脳座標系）を統計的な処理に基づき推定する方法である。この方法の測定精度は1 cm 以下であり、脳の主要な機能単位である脳回レベルの分解能を実現している。なお、22チャンネルのプローブに対する解剖学的脳部位は、上前頭回（Ch2, Ch3, Ch7, Ch12, Ch16, Ch21）、中前頭回（Ch1, Ch4-Ch6,

Ch8-Ch11, Ch13, Ch15, Ch17, Ch20, Ch22), 下前頭回 (Ch14, Ch18, Ch19) となる。

(4) 測定のタイムスケジュールは、各顎運動とも共通とした。まず、5分間の安静のうち、課題である顎運動を1分間行わせ、最後に5分間の安静をとり測定を終了した。なお、測定を行う際には、顎運動に伴う体動によるアーチファクトの影響を防止するため、被験者を椅子にリラックスした状態で座らせた。

(5) データの分析は、多チャンネル fNIRS 測定システムからサンプリングタイム 0.1 秒にて得られた酸素化ヘモグロビン (oxy-Hb) を対象とした。

各顎運動時の前頭前野における oxy-Hb の増加あるいは減少の程度を検討するために、運動を行う直前の安静時と運動中のそれぞれ1分間から得られた oxy-Hb の平均値をチャンネルごとに求めた。次いで、運動中の oxy-Hb 値から安静時の oxy-Hb 値を減じることにより、運動に伴う oxy-Hb 変化量をチャンネルごとに算出した。

統計学的検討として、各種顎運動時における前頭前野の活動状況を把握するために、安静時と運動時の oxy-Hb 値を paired t-test によりチャンネルごとに比較した。さらに、異なる運動条件で運動を行わせた際の、活動の差異を把握するため、運動条件の異なる運動時の oxy-Hb 変化量をチャンネルごとに paired t-test により比較した。また、これらの比較を行う際には、p 値を算出したうえでボンフェローニ調整により多重比較補正を行った。なお、統計学的有意性は有意水準 5% 以下で判断した。

4. 研究成果

(1) ガム咀嚼運動では、1 Hz ガム咀嚼運動を行った際の 22 チャンネル全体の oxy-Hb の平均値および標準偏差は -0.073 ± 0.205 mM \cdot mm であった。また、22 チャンネル中、Ch7 が最小値 -0.190 ± 0.204 mM \cdot mm を示し、Ch18 が最大値 0.036 ± 0.254 mM \cdot mm を示した。さらに、1 Hz ガム咀嚼運動により oxy-Hb が増加したチャンネルは、Ch14, Ch17, Ch18 の合計 3 チャンネルであり、その他の 19 チャンネルは減少した。

2 Hz ガム咀嚼運動を行った際の 22 チャンネル全体の oxy-Hb の平均値および標準偏差は -0.013 ± 0.216 mM \cdot mm であった。また、22 チャンネル中、Ch7 が最小値 -0.104 ± 0.157 mM \cdot mm を示し、Ch14 が最大値 0.226 ± 0.475 mM \cdot mm を示した。さらに、2 Hz ガム咀嚼運動により oxy-Hb が増加したチャンネルは、Ch5, Ch9, Ch10, Ch14, Ch15, Ch17-Ch19, Ch22 の合計 9 チャンネルであり、その他の 13 チャンネルは減少した。

1 Hz ガム咀嚼運動時と 2 Hz ガム咀嚼運動

時の oxy-Hb 変化量を Paired t-test およびボンフェローニ補正を用いて比較した。その結果、2 Hz ガム咀嚼運動時の oxy-Hb 変化量は、1 Hz ガム咀嚼運動時の oxy-Hb 変化量と比較して、Ch18 において統計学的に有意な増加を示した (図 2)。

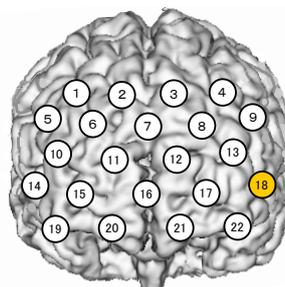


図 2 速めのガム咀嚼運動により活性化した脳部位

(2) 噛みしめ運動では、20%MVC 噛みしめ運動時の oxy-Hb 変化量について、平均値および標準偏差をチャンネルごとに算出し一覧表示したものを示す。20%MVC 噛みしめ運動を行わせた場合、対象とした 22 チャンネル全体の oxy-Hb 変化量の平均値および標準偏差は -0.009 ± 0.174 mM \cdot mm であった。また、最小値は Ch7 が -0.107 ± 0.090 mM \cdot mm を示し、最大値は Ch14 が 0.118 ± 0.165 mM \cdot mm を示した。なお、20%MVC 噛みしめ運動により oxy-Hb 変化量が増加したチャンネルは、9 チャンネルであった。

40%MVC 噛みしめ運動時の oxy-Hb 変化量について、平均値および標準偏差をチャンネルごとに算出し一覧表示したものを示す。40%MVC 噛みしめ運動を行わせた場合、対象とした 22 チャンネル全体の oxy-Hb 変化量の平均値および標準偏差は 0.080 ± 0.217 mM \cdot mm であった。また、最小値は Ch2 が -0.028 ± 0.127 mM \cdot mm を示し、最大値は Ch19 が 0.268 ± 0.250 mM \cdot mm を示した。なお、40%MVC 噛みしめ運動により oxy-Hb 変化量が増加したチャンネルは、19 チャンネルであった。

20%MVC 噛みしめ時の oxy-Hb 変化量と 40%MVC 噛みしめ時の oxy-Hb 変化量をチャンネルごとに Paired t-test により p 値を算出し、ボンフェローニ調整により多重比較補正を行った結果、40%MVC 噛みしめ時の oxy-Hb 変化量が有意に増加したチャンネルは、Ch10, Ch11, Ch13, Ch19 の合計 4 チャンネルであった。

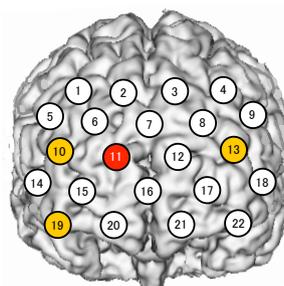


図 3 中強度の噛みしめ運動により活性化した脳部位

(3) 開閉口運動では、0.5Hz 開閉口運動を行った際の 22 チャンネル全体の oxy-Hb の平均値および標準偏差は $-0.066 \pm 0.036 \text{ mM}\cdot\text{mm}$ であった。また、22 チャンネル中、Ch17 が最小値 $-0.106 \pm 0.213 \text{ mM}\cdot\text{mm}$ を示し、Ch18 が最大値 $0.011 \pm 0.182 \text{ mM}\cdot\text{mm}$ を示した。さらに、0.5Hz 開閉口運動により oxy-Hb が増加したチャンネルは、Ch14, Ch18 の合計 2 チャンネルであり、その他の 20 チャンネルは減少した。

1Hz 開閉口運動を行った際の 22 チャンネル全体の oxy-Hb の平均値および標準偏差は $-0.067 \pm 0.048 \text{ mM}\cdot\text{mm}$ であった。また、22 チャンネル中、Ch15 が最小値 $-0.159 \pm 0.203 \text{ mM}\cdot\text{mm}$ を示し、Ch4 が最大値 $0.029 \pm 0.198 \text{ mM}\cdot\text{mm}$ を示した。さらに、1 Hz 開閉口運動により oxy-Hb が増加したチャンネルは Ch4 のみであり、その他の 21 チャンネルは減少した。

0.5Hz 開閉口運動時と 1Hz 開閉口運動時の oxy-Hb 変化量を Paired t-test およびボンフェローニ補正を用いて比較した。その結果、1Hz 開閉口運動時の oxy-Hb 変化量は、0.5Hz 開閉口運動時の oxy-Hb 変化量と比較して、Ch3 において統計学的に有意な増加を示した(図 4)。

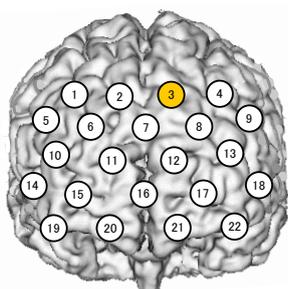


図 4 速めの開閉口運動により活性化した脳部位

(4) 異なる 2 種の咀嚼周期 (1Hz および 2Hz) でのガム咀嚼運動に伴う oxy-Hb 変化量を比較した結果、oxy-Hb 変化量が有意に増加した脳部位は、2Hz ガム咀嚼運動時の左側下前頭回であったことから、ガム咀嚼時の周期を速めることにより、左側の下前頭回が特に活性化することが明らかになった。脳血流自動調節作用は、咀嚼運動においても維持されることが報告されている^③。そのため、ガム咀嚼運動を行う際にもこの作用が働き、運動開始に伴い左側の下前頭回に分枝している中大脳動脈に流入する血流が増加し、結果として oxy-Hb の増加に繋がったものと考えられる。これは、目的とする行動を遂行するためのプログラミング、あるいは適切な行動の選択などの高次の行動制御が必要となる 2Hz でのガム咀嚼運動を行うことにより、左側の下前頭回が活性化したこと起因した現象であると推察する。したがって、ガム咀嚼運動を利用して前頭前野の血流を効率良く増加させるためには、2Hz の周期でガムを咀嚼することが望ましいことが示唆された。

20%MVC 噛みしめ運動時の oxy-Hb 変化量と 40%MVC 噛みしめ運動時の oxy-Hb 変化量を比較した結果、40%MVC 噛みしめを行うことにより、中前頭回において両側性に有意な oxy-Hb の増加を認めたことから、中強度の噛みしめ運動は前頭前野を両側性に活性化させることが明らかとなった。前頭前野の機能は Wisconsin Card Sorting Test (WCST, Wisconsin Card Sorting Task) や Color-word Stroop 課題 (CWST) などの認知課題を用いてその機能が評価されてきた^④。この報告から、前頭前野の機能は極めて多岐にわたることが明らかになっている。前頭前野の底面 (上・中・下前頭回眼窩部に相当) は情動や動機付けとの関係が深いのに対して、外側部 (上前頭回に相当) は記憶、注意、学習、行動のモニタリング、運動のプログラミング、ワーキングメモリーを司ることが知られている。したがって、本研究の結果より、軽度の噛みしめ運動よりも中強度の噛みしめ運動を行うことにより、これらの高次機能と密接に関わる領域がさらに活性化ことが明らかになり、中強度の噛みしめは、前頭前野の活性を高めるための運動の一つになり得ることが示唆された。

開閉口運動を行った際の oxy-Hb 変化量については、0.5Hz での開閉口運動と比較して 1Hz での開閉口運動時に上前頭回での変化量が有意な増加を示した。これは、1Hz の周期で開閉口運動を行うことにより同部が活性化したことを意味する。上前頭回は上前頭溝の上方に位置する。この後部には錐体外路系の運動中枢である運動前野があり、体性感覚情報が頭頂連合野から伝達され統合される領域である。体性感覚情報は自己身体情報をもとに、自己の空間・運動知覚、対象物と自己との相互関係などの情報処理が行われる^⑤。また、この部位は背外側前頭前野 (Brodmann area 9) に相当し、学習、記憶、ワーキングメモリーを司るだけでなく、目的とする行動を遂行するためのプログラミングあるいは適切な行動の選択など高次の行動制御が必要な場合に活動を示す脳部位である^④。リズムカルに大開口し閉口することを繰り返すためには、目的とする行動を制御して実行する必要がある。その結果として、近接する上前頭回が活動して oxy-Hb が増加を示したものと推察する。

(5) 各種顎運動を組み合わせ、効率良く脳血流を増加させる顎運動プログラムを考案するに先立ち、認知機能課題としてストループテストをパーソナルコンピュータにプログラムした。数ある認知課題の中で、実行機能と抑制機能の要素を含み認知的干渉が起こる課題としてストループ課題がある。ストループ課題は古くから用いられている認知課題テストで、Eriksen Flanker 課題と並び高次認知機能を反映する。ストループ課題は実行機能を司るとされる前帯状皮質 (ACC)

と背外側前頭前野 (DLPFC), 色や文字の識別に関する左舌状回と左一次視覚野, 言語ネットワークでブローカとウェルニッケを含む左シルビウスの活性が特に活性化することが確認されている。

本研究では, 2Hz ガム咀嚼運動, 40%MVC 噛みしめ運動および 1Hz 開閉口運動を組み合わせ, ストループテスト遂行時の反応時間がより短縮される組み合わせを検討した。その結果, ストループテストの反応時間が **Neutral < Incongruent** と, 先行研究と一致する結果となった。ストループテストの難易度は, **Neutral** が最も低く, 続いて **congruent**, **incongruent** となっている。今回の結果は, これを反映していたことから, 課題が適切に行われたものとする。誤答数については **pre-session** と **post-session** とともに 100%に近い値であったため, 差が見られなかったものと思われる。反応時間については, 噛みしめ運動・ガム咀嚼運動・噛みしめ運動の組み合わせにおいて, **post-session** で短縮が認められたことから, 運動が認知機能を高めることを示す結果であるといえる。ストループテストの成績は, 運動によって **neutral** で 156 ms, **congruent** で 118 ms, **incongruent** で 149 ms 短縮された。したがって, 一過性の顎運動でストループテストの反応時間が短縮することが示された。ストループテストの成績と局所脳血流に関する研究は多く, fNIRS を用いてストループテストを行った際の事象関連による血流動態を測定したところ, 高齢者は若者に比べて血流変化が小さいことを **Schroeter** ら^⑥は報告している。本研究での被験者は 20 歳~30 歳の健常者を対象としているため, 今後は高齢者を対象とした検証実験が必要である。

<引用文献>

- ① Jasper H: The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 10: 367-380. 1958.
- ② Tsuzuki D, Jurcak V, Singh AK, Okamoto M, Watanabe E, Dan I: Virtual spatial registration of stand-alone fNIRS data to MNI space. *Neuroimage*, 34: 1506-1518, 2007.
- ③ 30) Hasegawa Y, Ono T, Hori K and Nokubi T. Influence of Human Jaw Movement on Cerebral Blood Flow. *J Dent Res* 86: 64-68, 2007.
- ④ Stuss DT, Levine B, Alexander MP, Hong J, Palumbo C, Hamer L, Murphy KJ and Izukawa D: Wisconsin card sorting test performance in patients with focal frontal and posterior brain damage: effects of lesion location and test structure on separable cognitive processes. *Neuropsychologia*, 38: 388-402, 2000.

- ⑤ Goldberg I, Harel M, Malach R: When the brain loses its self: prefrontal inactivation during sensorimotor processing. *Neuron*, 50: 329-339, 2006.
- ⑥ Schroeter ML, Zysset S, Kruggel F, and von Cramon DY. Age dependency of the hemodynamic response as measured by functional near-infrared spectroscopy. *Neuroimage*. 19: 555-564, 2003.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 10 件)

- ① 佐久間重光, 前頭前野の活動を指標とした顎口腔領域における疼痛評価の可能性、健康文化、査読無、52 巻、2017、30-35、
<http://www.kenkobunka.jp/kenbun/kb52.html>
- ② 佐久間重光, 機能的近赤外分光法の学校保健領域での応用、東海学校保健研究、査読無、41 巻、2017、5-13、
<http://tash.jpn.org/paper>
- ③ 佐久間重光, 下顎の開閉口運動による前頭前野の活動状況、健康文化、査読無、51 巻、2016、17-22、
<http://www.kenkobunka.jp/kenbun/kb51.html>
- ④ 佐久間重光, 原田 亮, 土屋淳弘, 竹中誠, 橋本和佳, 伊藤 裕, 服部正巳, 機能的近赤外分光法を用いたガム咀嚼時における前頭前野の血流動態測定: 運動条件の違いによる検討、全身咬合、査読有、22 巻、2016、31-38、
<http://www.kokuhoken.jp/~jaoh/>
- ⑤ Inamoto K, Sakuma S, Ariji Y, Higuchi N, Izumi M, Nakata K, Measurement of cerebral blood volume dynamics during volitional swallowing using functional near-infrared spectroscopy: an exploratory study. *Neurosci Lett*, 査読有, 588 巻, 2015, 67-71, DOI: 10.1016/j.neulet.2014.12.034
- ⑥ 佐久間重光, 噛み締め運動は前頭前野の活性を高めるか? 健康文化、査読無、50 巻、2015、58-65、
<http://www.kenkobunka.jp/kenbun/kb50.html>
- ⑦ 佐久間重光, 噛むことと前頭前野の活動性との関係、健康文化、査読無、49 巻、2014、8-15、
<http://www.kenkobunka.jp/kenbun/kb49.html>
- ⑧ Sakuma S, Nakanishi Y, Takenaka M, Ando K, Harata R, Inamoto K, Higuchi N, Ito Y, Hattori M, Tanaka Y, Effect of tooth clenching level on prefrontal cortex activity:

examination using functional near-infrared spectroscopy, Aichi Gakuin Dental Science, 査読有, 27 卷, 2014, 29-35,

- ⑨ Sakuma S, Kojima H, Takenaka M, Adachi, Tsuchiya A, Hishikawa T, Ito Y, Tanaka Y, Effect of different mastication periods on prefrontal cortical activity: examination using functional near-infrared spectroscopy, Aichi Gakuin Dental Science, 査読有, 27 卷, 2014, 1-7,
- ⑩ Sakuma S, Inamoto K, Higuchi N, Ariji Y, Nakayama M, Izumi M, Experimental pain in the gingiva and its impact on prefrontal cortical hemodynamics: a functional near-infrared spectroscopy study. Neurosci Lett, 査読有, 575 卷, 2014, 74-79, DOI: 10.1016/j.neulet.2014.05.040

[学会発表] (計 13 件)

- ① 森田一三, 下村淳子, 林 典子, 戸田須恵子, 佐久間重光, 背部中央へのさするタッチによる脳活動の変化, 日本学校保健学会 第 64 回学術大会, 特別: 59, 2017.
- ② Sakuma S, Ariji Y, Tuzuki M, Hemodynamic changes in Prefrontal Cortex during Pain Stimulation in Gingiva, 28th SEAAD & the 31st International Association of Dental Research South East Asian Division, special issue: 257, 2017.
- ③ Inamoto K, Higuchi N, Sakuma S, Ariji Y, Brain Measures of Experimental Periodontal Pain Using Functional Near-infrared Spectroscopy, 95th General Session & Exhibition of IADR, special issue: 252, 2017.
- ④ Sakuma S, Inamoto K, Higuchi N, Ariji Y, Activity status in prefrontal cortex with various oral functional movements, 95th General Session & Exhibition of IADR, special issue: 52, 2017.
- ⑤ 森田一三, 下村淳子, 林 典子, 戸田須恵子, 佐久間重光, 背部中央へのタッチによる脳活動の変化, 日本学校保健学会 第 63 回学術大会, 特別: 170, 2016.
- ⑥ 稲本京子, 樋口直也, 佐久間重光, 中田和彦, 近赤外分光法を用いた痛み刺激時の前頭前野血流動態の測定, 第 23 回日本歯科医学会総会, 特別: 471, 2016.
- ⑦ 佐久間重光, 有地淑子, 稲本京子, 竹中誠, 渡邊正臣, 伊藤 裕, 服部正巳, 口腔機能運動は前頭前野をどのように活性化するか? 第 23 回日本歯科医学会総会, 特別: 450, 2016.
- ⑧ 佐久間重光, 足立 充, 原田 亮, 土屋

淳弘, 竹中 誠, 小島弘充, 橋本和佳, 阿部俊之, 伊藤 裕, 服部正巳, 咀嚼運動に伴う前頭前野の活動: 近赤外分光法による検討, 第 26 回日本全身咬合学会学術大会, 特別: 7, 2016.

- ⑨ 有地淑子, 佐久間重光, 中山美和, 有地榮一郎, スプリント装着咬合時の脳活性における fMRI 解析, 第 70 回日本口腔科学会学術集会, 特別: 237, 2015.
- ⑩ Inamoto K, Higuchi N, Nakata K, Sakuma S, Ariji Y, Prefrontal cortical hemodynamic response associated with pain in the gingiva. 55th Annual Scientific Meeting of the IADR ANZ Division, special issue, 86, 2015.
- ⑪ Sakuma S, Adachi M, Harata R, Tsuchiya A, Inamoto K, Higuchi N, Ariji Y, Time-dependent changes in prefrontal cortex activity during tooth clenching. 55th Annual Scientific Meeting of the IADR ANZ Division, special issue: 103, 2015.
- ⑫ 佐久間重光, 安藤清文, 足立 充, 服部豪之, 上栗有二, 土屋淳弘, 竹中 誠, 橋本和佳, 小木信美, 栗田賢一, 伊藤 裕, 噛みしめ時の前頭前野の活動にスプリントの違いが及ぼす影響, 第 27 回日本顎関節学会学術大会, 特別: 122, 2014.
- ⑬ 佐久間重光, 安藤清文, 足立 充, 服部豪之, 原田 亮, 土屋淳弘, 竹中 誠, 中西康裕, 伊藤 裕, 田中貴信, 歯肉への痛み刺激が前頭前野の活動におよぼす影響 機能的近赤外分光法による検討, 日本補綴歯科学会 第 123 回学術大会, 特別: 240, 2014.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐久間 重光 (SAKUMA, Shigemitsu)
愛知学院大学・歯学部・講師
研究者番号: 80271385

(2) 研究分担者

稲本 京子 (INAMOTO, Kyoko)
愛知学院大学・歯学部・講師
研究者番号: 00469008

有地 淑子 (ARIJI, Yoshiko)
愛知学院大学・歯学部・准教授
研究者番号: 60232063