

令和元年6月10日現在

機関番号：16101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K17374

研究課題名(和文)ニューロフィードバックトレーニングを応用した新しい口腔機能訓練法の開発とその評価

研究課題名(英文) Development and evaluation of a new oral function training method applying neuro feedback training

研究代表者

後藤 崇晴 (GOTO, Takaharu)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部(歯学域)・助教

研究者番号：00581381

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ニューロフィードバックトレーニングを用いた口腔機能訓練法の開発として、咬合力と前頭前野の活動に着目し、健康歯列を有する若年者と高齢者、およびインプラントを用いた固定性補綴装置を装着している高齢者を対象にその関連を検討した。本研究により、高齢者同士で比較した場合、インプラントは、天然歯と同等の咬合力調節が可能であり、感覚統合における前頭前野の脳血流量の増加は、天然歯に劣ることはなく、若干増加傾向にあると考えるが、発現する咬合力はやや高くなる傾向で、高齢による調整能力低下には注意を要することが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、認知症患者の増加が大きな社会問題となっている中で、認知機能を司る前頭前野の活動に着目し、その活動と口腔機能との関連を検討した本研究結果は、超高齢社会を迎えている我が国にとって非常に意義のある研究結果であると考えられる。本研究では口腔機能脳一つとして咬合力に着目し研究を行ったが、今後、咀嚼能力や舌圧といった口腔機能と前頭前野との関連も検討することで超高齢社会における口腔機能の意義をより明確にできると考える。

研究成果の概要(英文)：In this study, the relationship between occlusal force sustaining ability and activity of prefrontal cortex was examined for young and elderly people with healthy dentition, and fixed prosthodontic treatment using dental implant as development of oral function training method using neuro feedback training. Based on the result in this study, when compared with the elderly, the implant can adjust the occlusal force equivalent to that of natural teeth, and the increase in cerebral blood flow in the prefrontal cortex in sensory integration is not inferior to that of natural teeth. Although it is thought that it tends to increase, it has been suggested that the occlusal force that is expressed tends to be a little high, and that attention must be paid to the decrease in adjustment ability due to old age.

研究分野：歯科補綴学

キーワード：前頭前野 口腔機能 ニューロフィードバック

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、健康寿命の延伸、医療費の削減といった問題と関連して、医療の中での歯科保健の位置づけが明確化されてきている。つまり、全身の健康状態と咀嚼、嚥下、発音といった顎口腔機能系の運動機能とを関連付けた報告が多くなされており、機能的口腔ケア、器質的口腔ケアを含めた口腔機能管理の重要性が認知されている。中でも機能的口腔ケアに関しては、“口腔機能の向上”が介護予防の中心に位置づけられていることにより、その機能を維持・向上するための様々な口腔機能訓練法が報告されている。今後さらなる高齢者の増加が予想されることから、要支援・要介護に至る前に適切な口腔機能管理を行い、質の高い口腔機能訓練を実施することが今後さらに必要となる。今日まで、摂食・嚥下機能の維持・向上を目的として口腔周囲筋のストレッチ、舌や口唇の運動といった様々な口腔機能訓練法が実施されており、その評価がなされてきた。しかしこれら過去の口腔機能訓練法に関する報告では、単に筋力を鍛えることで摂食・嚥下機能を維持・向上できた、とするものが多い。確かに“筋の強化”と“機能の強化”は口腔内に限らず、全身においても結びつくものであることは理解できるが、今後さらに評価すべき事項は、それら末梢からより中枢とくに脳機能に与える影響である。この脳機能に与える影響は、認知症患者の増加が無視できない社会問題となっている我が国において検討すべき重要な課題である。

ニューロフィードバックトレーニング (Neurofeedback training: NFBT) とは「理想的な脳の状態」に近づくための脳トレーニング法の一つである。タスク中の脳からの信号を被験者に映像としてリアルタイムに表示し、本人に脳機能にとってより良い状況下での運動を指示するものである。本研究では、我々が過去に行ってきた先行研究の結果をもとに前頭前野の活動性をもとに NFBT を行う。前頭前野は、意思決定や情報の統合を担う領域でありヒトの認知機能に重要であると報告されている。本研究により認知機能にとって重要な前頭前野の活動性に基づく NFBT を口腔機能訓練に取り入れ、その効果を検討することにより脳機能評価に基づく口腔機能訓練法の効果の世界で初めて明らかにすることができると考える。

2. 研究の目的

本研究ではニューロフィードバックトレーニング (NFBT) を応用した新しい口腔機能訓練法の開発とその評価を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 若年者における検討

被験者

顎口腔系に異常が認められなく、脳血流に影響を与える要因となる疾病 (脳の血管障害あるいは循環障害、頭部外傷など) の既往を認めない健康有歯顎者 6 名 (男性 5 名、女性 1 名、平均年齢: 26.0 ± 1.4 歳) を対象とした。なお、本研究は徳島大学病院臨床研究倫理審査委員会の承認を得て (承認番号: 1780)、ヘルシンキ宣言を遵守し行った。被験者に実験内容に関する事項を十分説明し、同意を得た後実験を行った。

測定装置

前頭前野の経時的な活動を、脳活動に伴う血中ヘモグロビン濃度変化を非拘束で計測できるウェアラブル光トポグラフィー (WOT-100、HITACHI、東京) を用いて測定した。測定部位は、大脳前頭極の 10 野、右背側方前頭前野の 46 野右、左背側方前頭前野の 46 野左の 3 か所とした。プローブは両側の前頭葉間の一部を覆うように 10 チャンネル設置した。光源波長は 705、830 nm、プローブ間距離は 30 mm、サンプリング周波数 5 Hz とし、酸素化ヘモグロビン (oxyHb) の濃度変化を測定した。口腔機能の評価として咬合力に着目し、測定を行った。咬合力の測定には、ロードセル (UNCDW-200N、Unipulse Corporation、東京) を用いた。被験歯は上下左側第一大臼歯とし、アクリルレジンを用いて上下顎第一大臼歯咬合面を被覆した形状の測定治具を製作し、上下の被験歯に装着した。下顎の治具内面にロードセルを設置し、咬合平面に対して可及的に垂直な歯軸方向となるように上顎の治具表面を調整した。最終的には同部の咬合面間距離が 5 mm となるように調整した。ロードセルのデータはデジタルデータインジケータ (F372A、Unipulse Corporation、東京) を介して、5Hz、14bit でサンプリングし PC 上に取り込んだ。本研究では咬合力の実測値に加えて、咬合力の安定性を示す変動係数を算出した。変動係数は標準偏差を算術平均で割ったものとした。

実験プロトコール

本研究では実験タスクとして、指定した咬合力を維持させる“咬合力維持能”を設定した。実験室はシールドされた防音室を使用し、外部よりの騒音、その他実験に不適当と思われる影響を可能な限り排除した。また、室内照明および温度に関しても一定条件のもとできるだけ変動を少なくした。被験者にはリラックスした状態で椅子に腰かけさせ測定を行った。目標とする咬合力は 25 ~ 30 N とし 2 分間練習させた後、30 秒咬合力を維持するように指示した。また、咬合力維持中は、インジケータに表示される値は被験者からは見えないようにした。

咬合力維持中の外部情報として、視覚情報と聴覚情報を設定した。視覚情報を付与する場合、指示する咬合力の範囲内にある時は青色のランプを点灯させ、範囲外の時は赤色のランプを点

灯させた。聴覚情報を付与する場合、範囲外の時のみブザーが鳴るように設定した。

実験群として上述した視覚情報付与群、聴覚情報付与群に加えて、外部情報を付与しない群と、咬合力の調節も行わせない安静時群の4群を設定した。“タスクなしの安静時(レスト)–2分間の訓練 - 30秒間の測定”を1プロトコルとした。1回の計測で4群すべての計測を行い、順番はランダムで設定した。それぞれの計測間では十分な休息を与えた。全体として計4回測定し、その平均値を算出した。また、4回の計測はそれぞれ別日に行った。

脳血流量の解析では計測開始10秒間の平均値でベースライン補正を行い、課題直前が基線となるように設定し、その後の測定値を用いた。咬合力の解析では開始直後の咬合力の上昇による影響を排除するために測定開始5秒後からの値を用い、SPSS® version 22.0 (IBM Corp. Armonk, NY, USA)を用いて統計学的検討を行った。脳血流量と咬合力における各群間の比較においてはOne way ANOVA Bonferroni post hoc testを用いて、危険率は5%とした。

(2) 高齢者における検討

若年者での評価を元に、高齢者にて測定を行った。被験者は、健常歯列を有する高齢者6名(男性5名、女性1名、平均年齢: 69.8±7.3歳、以下、高齢者群) 上下無歯顎に対してインプラントを用いた固定性補綴装置を装着している高齢者6名(男性3名、女性3名、平均年齢: 69.0±7.2歳、以下、高齢インプラント群)とした。評価項目、実験手順は若年者における検討と同様に行い、その結果の比較を行った。

4. 研究成果

(1) 若年者における検討

群間の比較では外部情報を付与しないコントロール群と比較して聴覚情報、視覚情報の順で脳血流量が増加する傾向が認められた。とくに46野右においては、コントロール群と比較して視覚情報付与群が、脳血流量が有意に増加していた(図1)。咬合力に関しては、コントロール群と比較して聴覚情報・視覚情報付与群の方が、咬合力が高く、コントロールと聴覚情報付与群との間には有意な差が認められた(図2)。また、コントロール群と比較して視覚情報付与群、聴覚情報付与群の方が、指定範囲内に近づく傾向が認められた。変動係数に関しては、コントロール群と比較して聴覚情報付与群、視覚情報付与群の順で変動係数が減少し、咬合力が安定する傾向が認められた。

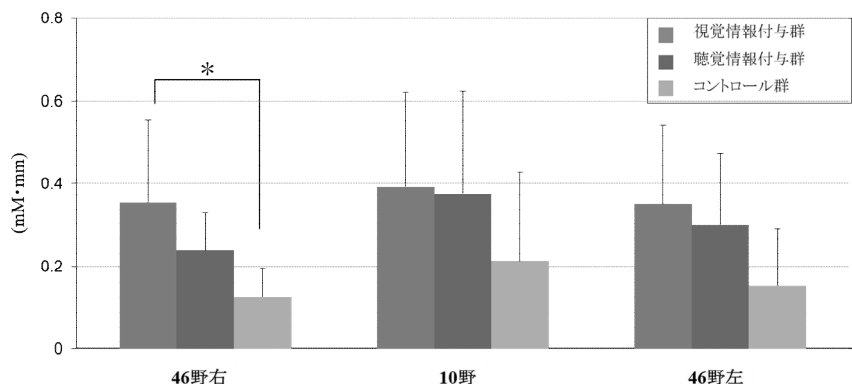


図1 若年者における脳血流量の変化

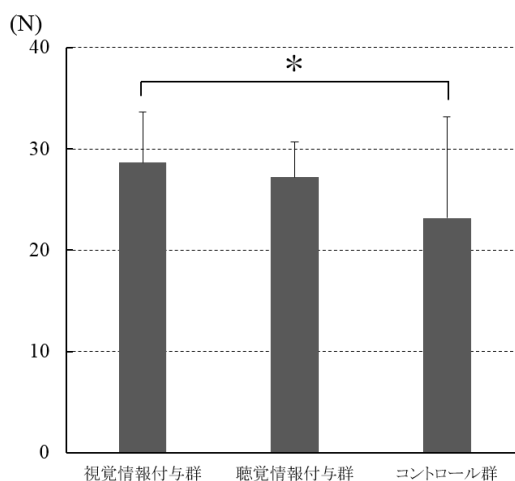


図2 若年者における維持された咬合力の平均

(2) 高齢者における検討

図3に46野右における若年者と高齢者の脳血流量の変化量に関する結果を示す。視覚・聴覚・コントロールのすべてにおいて若年者群が最も高く、次いで高齢インプラント群、高齢者群であった。また、視覚情報付与群がすべての群において最も高い血流量の増加を示し、視覚・聴覚情報付与群においては高齢インプラント群と、高齢者・若年者群との間に有意な差が認められた。この傾向はすべての測定部位において認められた。咬合力に関しては各被験群間で有意な差は認められなかったが、高齢インプラント群の咬合力の実測値は3群間で最も高い値を示した。若年者群、高齢者群では外部情報付与時の咬合力は、指示した範囲内に収束した(図4)。咬合力の変動に関しては、高齢者群、高齢インプラント群では若年者群と比較し、外部情報付与時に咬合力の変動が大きくなる傾向が認められた。

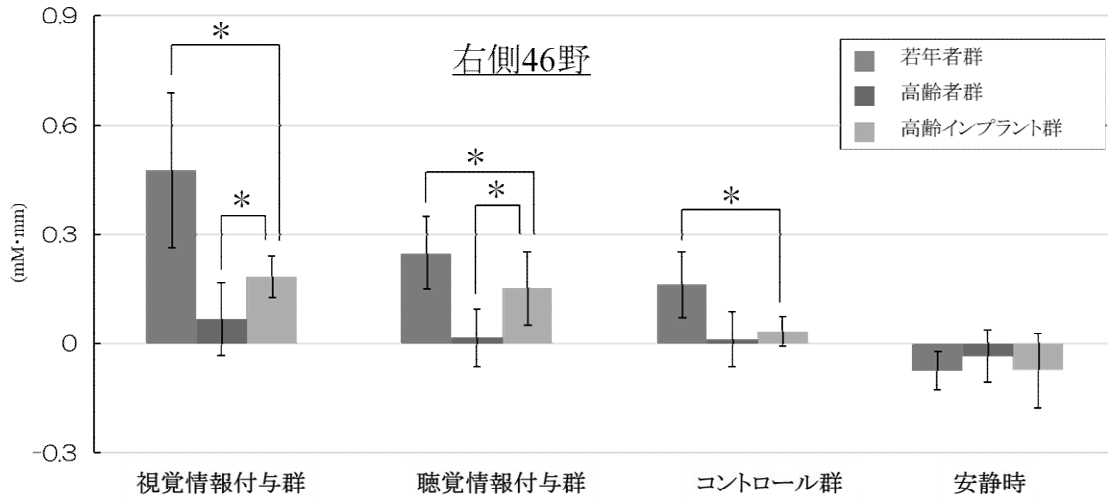


図3 若年者と高齢者における脳血流量の変化

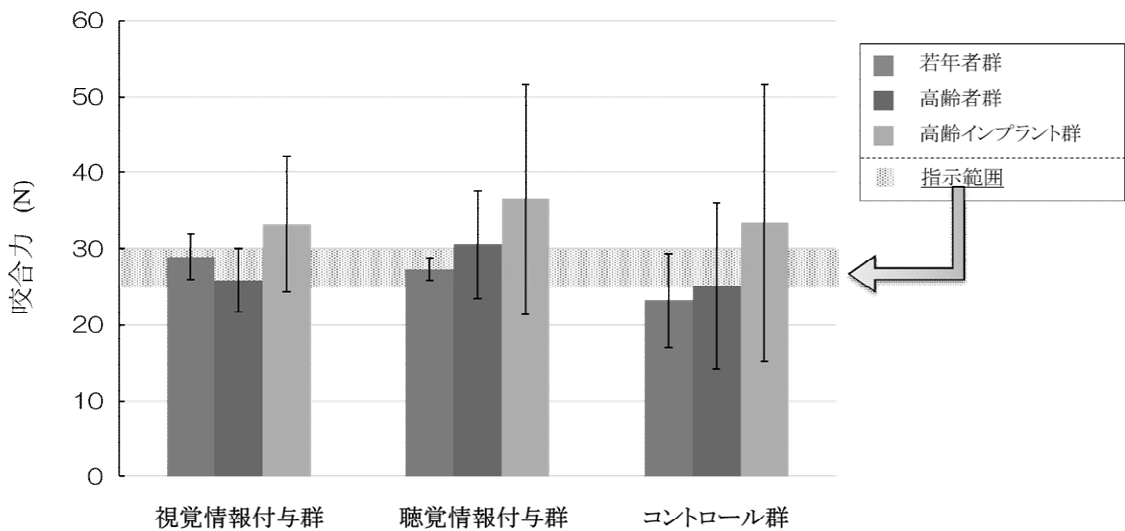


図4 若年者と高齢者における維持された咬合力の平均

本研究では、NFBTを用いた口腔機能訓練法の開発として、咬合力と前頭前野の活動に着目し、健常歯列を有する若年者と高齢者、およびインプラントを用いた固定性補綴装置を装着している高齢者を対象にその関連を検討した。天然歯の歯根膜感覚、インプラントのオッセオパーセプションによる情報は感覚野を経てそのいくつかは前頭前野へ入力される。感覚野への入力は天然歯、インプラント以外のその他の口腔感覚の影響も考えられるため、天然歯、インプラントのみの影響とは断定できないが、高齢者の場合、前頭前野の活動がインプラントの方が天然歯より高かったことから、脳血流量の観点からはオッセオパーセプションは歯根膜感覚に劣ることはない刺激を有していると考えられる。しかし、咬合力の調節に関しては、外部情報との感覚統合という観点からは、高齢による調節能力という機能の低下により、感覚をフィードバックする能力も若年者と比較して低下するため、天然歯と同様にインプラントにおいても高齢者の咬合力のばらつきは大きくなると思われる。以上の結果より、高齢者同士で比較した場合、インプラントは、天然歯と同等の咬合力調節が可能であり、感覚統合における前頭前野の脳血流量の増加は、天然歯に劣ることはなく、若干増加傾向にあると考えるが、発現する咬合力は

やや高くなる傾向で、高齢による調整能力低下には注意を要すると考える。

今後は、咀嚼能力や舌圧といった他の口腔機能を評価対象とし、研究を進めていこうと考えている。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

1) Takuro Baba, Takaharu Goto, Keiko Fujimoto, Hideki Suito, Kazumtomo Yagi, Kan Nagao, Tetsuo Ichikawa. Geniohyoid muscle affects directly masticatory function: Evaluation using a decision tree analysis. The International Journal of Prosthodontics 31(6):569-572, 2018. doi: 10.11607/ijp.5862. 査読有

2) Sachie Wada, Takaharu Goto, Keiko Fujimoto, Megumi Watanabe, Kan Nagao, Atsuko Nakamichi, Tetsuo Ichikawa. Changes in food bolus texture during mastication. Journal of Texture Studies 48(2): 171-177, 2017. doi: 10.1111/jtxs.12228. 査読有

〔学会発表〕(計 7 件)

1) 咬合力の維持タスクと前頭前野の脳血流量：開口量と前歯，臼歯の違いによる影響．岸本卓大、後藤崇晴、市川哲雄．第 28 回日本全身咬合学会学術大会 2018. 11.25、鶴見

2) Takahiro Kishimoto, Takaharu Goto, Tetsuo Ichikawa. Neuroscientific evaluation of periodontal tactile with/without sensory integration task: comparison between incisor and molar teeth. 11th Biennial Congress of Asian Academy of Prosthodontics, Kuala Lumpur, Malaysia, September 21-23, 2018

3) 岸本卓大、後藤崇晴、市川哲雄．マグニチュード推定法を用いた口腔内の感受性評価と脳血流量との関連．平成 30 年度 公益社団法人日本補綴歯科学会 第 127 回学術大会 2018.6.16、岡山

4) Tetsuo Ichikawa, Nobuaki Higaki, Takaharu Goto, Takahiro Kishimoto, Yuki Iwawaki, Takashi Matsuda, Yuichi Ishida, Megumi Watanabe. A comparison of the occlusal force-sustaining ability of natural and dental implant patients during a sensory integration task. Biennial Joint Congress of JPS-CPS-KAP, Wenzhou, China October 19th – 21th, 2017

5) Takaharu Goto, Tetsuo Ichikawa. Frailty and oral frailty in super-aging society: Physiological considerations and prosthodontic strategy. Biennial Joint Congress of JPS-CPS-KAP, Wenzhou, China October 19th – 21th, 2017

6) Takahiro Kishimoto, Takaharu Goto, Tetsuo Ichikawa. Differences in prefrontal activities under sensory integration task: Comparison between incisor and molar teeth. The 17th Biennial Meeting of International College of Prosthodontists, Santiago, Chile September 8th. 2017

7) 後藤崇晴、岸本卓大、松田 岳、市川哲雄．健常若年者における歯の圧感受性と前頭前野の脳血流量との関連．日本顎口腔機能学会 第 58 回学術大会 2017.4.15、徳島

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：

番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
なし

6. 研究組織

(1)研究分担者
研究分担者氏名：
ローマ字氏名：

(2)研究協力者
研究協力者氏名：市川哲雄
ローマ字氏名：Ichikawa Tetsuo

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。