

令和 2 年 6 月 1 日現在

機関番号：32703

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K17340

研究課題名（和文）呼吸様式が認知機能に与える影響について：fNIRSによる検討

研究課題名（英文）The influence of breathing type on cognitive function: An fNIRS study

研究代表者

大塚 剛郎 (OTSUKA, TAKERO)

神奈川歯科大学・大学院歯学研究科・助教

研究者番号：40516754

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：口呼吸がもたらす障害として顎顔面の成長発育異常・不正咬合・口腔乾燥・歯周疾患など口腔内に限局するものや、仕事や学習における持久力や活動力の低下など認知機能に及ぶものまで様々な事象が指摘されている。本研究では呼吸様式の違いが認知機能に与える影響について、近赤外線分光法（fNIRS）を用い脳活動状態を調べることで客観的評価を行った。その結果、鼻呼吸時の方が口呼吸時よりも高い脳活動状態を示す傾向が確認された。そのため、鼻呼吸時の方が口呼吸時よりも高い認知機能を発揮できる可能性が脳活動状態より客観的に示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

口呼吸の有害性は口腔に関するもの・顎顔面の成長発育に関するもの・鼻腔や気道に関するもの・情緒や身体発育障害に関するものなど多岐にわたって悪影響を及ぼす。その中でもう蝕や歯周疾患の誘発など口腔に関するものや、不正咬合や顎顔面の成長発育への悪影響は特に歯科領域との関連性が強い。本研究は呼吸様式の改善が、これまで歯科とはあまり関係性が深いとは考えられていなかった認知機能に影響を与えようという学術的な特色を持ち、社会的に意義深い研究であったと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Mouth breathing can impact facial growth, health, academics, and behavior. The purpose of this study was to compare prefrontal brain activation when performing working memory (WM) tests while breathing orally or nasally. WM was assessed using the 2-back task test. During WM tests, prefrontal brain activation was measured using functional near-infrared spectroscopy (fNIRS), an imaging modality that measures hemodynamic processes in the brain. Brain activation was observed in the prefrontal cortex (PFC) during WM tests in both mouth and nasal breathing conditions. Increased cerebral blood flow was observed in the nasal breathing condition than in the mouth breathing condition. The PFC was more active during working memory tests carried out in the nasal breathing condition than in the mouth breathing condition. The PFC plays an important role in higher cognitive functions. Thus, our results indicated that achieving nasal breathing could improve brain functioning.

研究分野：歯科矯正学分野

キーワード：NIRS 前頭前野 認知機能 口呼吸 鼻呼吸

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

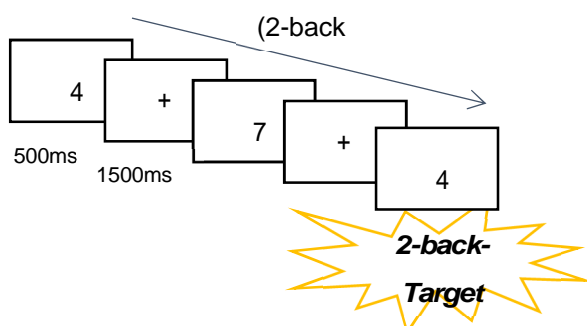
人間の生理的呼吸様式は本来鼻呼吸であるが、何らかの原因により鼻閉が生じると正常な鼻呼吸が障害され口呼吸を行う。その際、頭痛、疲労感、睡眠障害、注意力の低下により QOL(生活の質)が低下する。この様に、呼吸様式の違いが集中力や作業効率などの認知機能に影響を与える可能性があると考えられているが、客観的かつ詳細に検討されていないのが現状である。近年、大脳の前頭前野の活動を調べることにより、集中力や作業効率などの認知機能を客観的に計測できることがわかってきており、歯学分野においてもヒトを対象とした非侵襲的な脳機能計測(ニューロイメージング)研究が活発に行われている。現在、代表的なヒトを対象としたニューロイメージング技術として、近赤外分光計測(near-infrared spectroscopy : NIRS)のが注目されており、NIRSは他のニューロイメージング技術で求められるような大規模な施設環境は必要なく、基礎研究のみならず臨床診断にも応用されており、主に実験室で進められた脳研究を実環境下に拡張する方法として知られている。今後は、歯科領域のみならず全身の健康状態にも大きく関与している呼吸様式と認知機能の関係を前頭前野の脳活動状態を計測することによって客観的かつ系統的に研究することが重要となってくる。これを可能にするのは、生きているヒトの脳の構造と機能を外部から非侵襲的かつ高い自由度で計測できるニューロイメージング技術(NIRS)である。

### 2. 研究の目的

矯正治療を希望する不正咬合患者の中には、鼻閉などにより鼻呼吸が障害され口呼吸を行う患者も多数見受けられる。口呼吸がもたらす障害として顎顔面の成長発育異常・不正咬合・口腔乾燥・歯周疾患など口腔内に限局するものや<sup>1</sup>、仕事や学習における持久力や活動力の低下など認知機能に及ぶもの<sup>2</sup>まで様々な事象が指摘されている。本研究では呼吸様式が、認知機能にどのような影響を与えるのかを非侵襲的脳機能計測技術(NIRS)を用いて神経科学的に客観的に解明し、生理的な呼吸様式を獲得することの必要性・重要性を広く社会にアピールすることを目的とする。

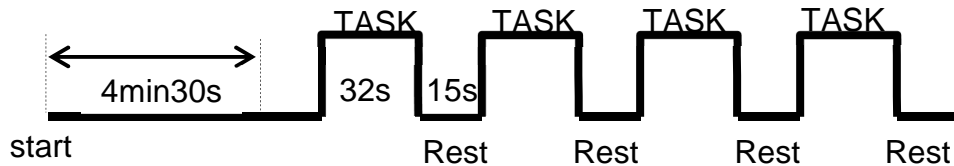
### 3. 研究の方法

本研究では、研究の主旨および内容について説明をして同意を得られた鼻疾患のない正常な鼻呼吸を営む健康成人 18 名(男性 12 名,女性 6 名,平均年齢 29.1 歳)を被験者とした。NIRS 計測装置を各被験者の前頭部に装着し、認知課題テストとして n-back 課題を行った。n-back 課題は被験者のワーキングメモリ(短期記憶)のレベルを調査する代表的な課題の 1 つである。本実験では、被験者は 1.5 秒間隔で切り替わる画面上の 1~9 の数字を記憶し、2 個前の数字を答えさせる 2-back 課題<sup>3</sup>を行った。

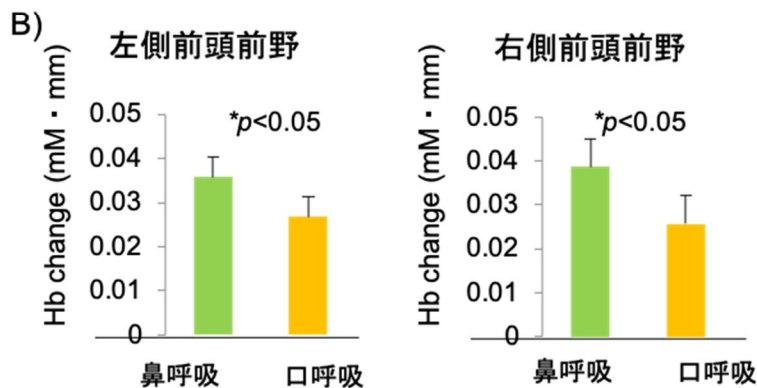
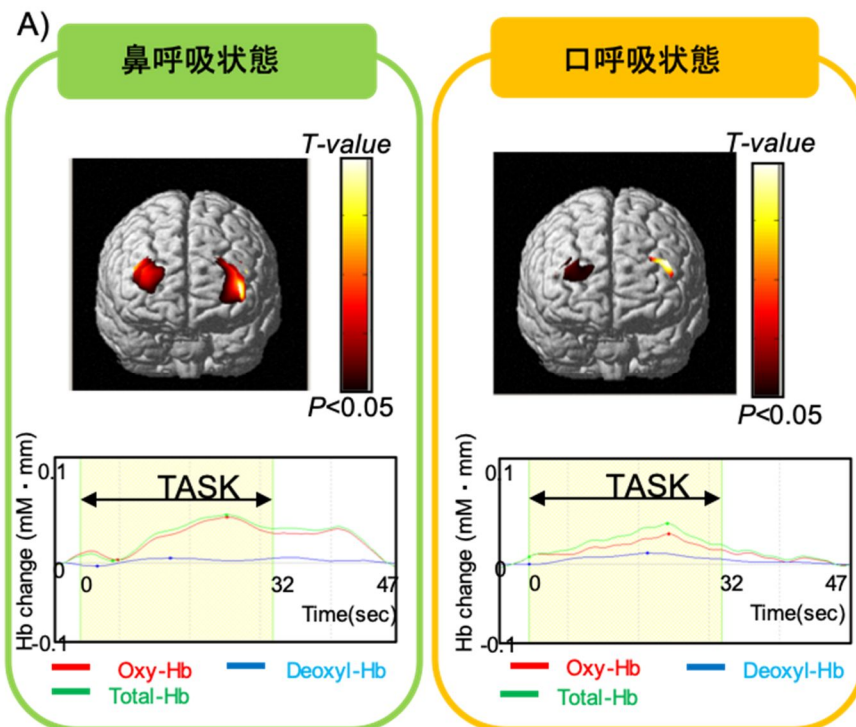


鼻閉塞の方法：実験的口呼吸状態を再現するために、過去の岩鍋らの方法2を参考に被験者には鼻孔にロール綿栓を詰め、その上からサージカルテープを被験者が“鼻呼吸できない”と感じるまで8枚から9枚重ねて行った。

タスクデザイン：NIRS装置を装着した状態で被験者は通常の鼻呼吸状態あるいは実験的口呼吸状態で4分30秒過ごしてもらった後<sup>4</sup>、認知課題である2-back課題をそれぞれの呼吸状態で行った。関心領域を特定するため、3D digitizer (FASTRAK, Polhemus) と空間解析ソフト (NIRS-SPM) を使用し計測部位の確認とグループ解析を行った。有意に脳血流増加を認めたチャンネルにおいて、4回のタスクを加算平均し、タスク間のOxy-Hb濃度変化の平均値を算出し、Paired t-testを行った。



#### 4. 研究成果



- A) 神経活動と相関が高いとされるオキシヘモグロビン (Oxy-Hb)<sup>5</sup> の増減に着目すると、鼻呼吸・口呼吸それぞれの状態において N バック認知課題遂行時の前頭前野の活動が認められた。
- B) 鼻呼吸・口呼吸それぞれの状態における左右の前頭前野における脳活動を比較してみたところ、鼻呼吸時の方が口呼吸時よりも高い活動状態を示す傾向が確認された。認知機能において前頭前野が重要な役割を果たすことから、鼻呼吸時の方が口呼吸時よりも

高い認知機能を発揮できる可能性が示された。

#### 引用文献

- 1) Souki BQ., *et al.* Facial Soft Tissues of Mouth-Breathing Children: Do Expectations Meet Reality? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2014;78:1074-1079.
- 2) 岩鍋光希子, 野代悦生, 長岩みほ: 実験的口呼吸が作業能率に及ぼす影響について, 九州歯科学会雑誌, 2014, 68 : 84-91.
- 3) Heinzl S., *et al.* Neural Correlates of Training and Transfer Effects in Working Memory in Older Adults. *Neuroimage*, 2016;134:236-249.
- 4) Sano M., *et al.* Increased Oxygen Load in the Prefrontal Cortex From Mouth Breathing: A Vector-Based Near-Infrared Spectroscopy Study. *Neuroreport*, 2013;4:935-940.
- 5) Hoshi Y., *et al.* Interpretation of Near-Infrared Spectroscopy Signals: A Study With a Newly Developed Perfused Rat Brain Model. *J Appl Physiol*, 2001; 90:1657-1662.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Shirakawa N, Iwata T, Miyake S, Otsuka T, Koizumi S, Kawata T	4. 巻 88
2. 論文標題 Mechanical properties of orthodontic wires covered with a polyether ether ketone tube.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Angle Orthod	6. 最初と最後の頁 442-449
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2319/082417-572.1.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Usui T, Iwata T, Miyake S, Otsuka T, Koizumi S, Shirakawa N, Kawata T	4. 巻 13
2. 論文標題 Mechanical and frictional properties of aesthetic orthodontic wires obtained by hard chrome carbide plating.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Dental Sciences	6. 最初と最後の頁 151-159
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jds.2017.07.003.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Imoto Y, Otsuka T, Shimazaki T, Ninomiya T, Fuchida S, Kawata T	4. 巻 29
2. 論文標題 Objective evaluation of taste stimuli with near-infrared spectroscopy measurements of prefrontal cortex activity.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biomedical Research	6. 最初と最後の頁 2313-2317
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Usui T, Iwata T, Miyake S, Otsuka T, Koizumi S, Shirakawa N, Kawata T.	4. 巻 28
2. 論文標題 Aesthetic characteristics of the orthodontic wire with silver plating.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Biomedical Research	6. 最初と最後の頁 4937-4941
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Onishi K, Iwata T, Miyake S, Otsuka T, Koizumi S, Kawata T.	4. 巻 28
2. 論文標題 New esthetic dental material: "autologous tooth crown transplantation". A clinical report.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Biomedical Research	6. 最初と最後の頁 4640-4644
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ninomiya T, Otsuka T, Shimazaki T, Imoto Y, Fuchida S, Kawata T.	4. 巻 28
2. 論文標題 Local changes in brain hemoglobin levels caused by dental treatment smells: An fNIRS study.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Biomedical Research	6. 最初と最後の頁 8811-8814
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shirakawa N, Iwata T, Miyake S, Otsuka T, Koizumi S, Usui T, Kawata T.	4. 巻 28
2. 論文標題 Development of the aesthetic orthodontic appliances using a silver plating process: the report on peel resistance.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Biomedical Research	6. 最初と最後の頁 3217-3221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Usui T, Iwata T, Miyake S, Otsuka T, Koizumi S, Shirakawa N, Kawata T.	4. 巻 in press
2. 論文標題 Mechanical and frictional properties of aesthetic orthodontic wires obtained by hard chrome carbide plating.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Dental Sciences	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) org/10.1016/j.jds.2017.07.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shirakawa N, Iwata T, Miyake S, Otsuka T, Koizumi S, Kawata T.	4. 巻 in press
2. 論文標題 Mechanical properties of orthodontic wires covered with a polyether ether ketone tube.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Angle Orthodontist	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2319/082417-572.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件(うち招待講演 0件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Otsuka T, Shimazaki T, Kawata T
2. 発表標題 Effects of Mandibular Retrusive Deviation on Prefrontal Cortex Activation : A Functional Near-Infrared Spectroscopy Study.
3. 学会等名 93rd Congress of the European Orthodontic Society
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shimazaki T, Otsuka T, Usui T, Kawata T
2. 発表標題 Brain activation during a working memory test with mouth breathing or nasal breathing.
3. 学会等名 93rd Congress of the European Orthodontic Society
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----