

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 2 日現在

機関番号：33602

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24390440

研究課題名(和文)高齢者における口唇随意運動機能評価法の構築とそれに影響する因子について

研究課題名(英文) Construction of estimation methods for voluntary control movement of the lips and the factors affecting lip-control ability in the elderly

研究代表者

増田 裕次 (Masuda, Yuji)

松本歯科大学・総合歯科医学研究所・教授

研究者番号：20190366

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,900,000円

研究成果の概要(和文)：QOLの向上のため、口唇では口唇閉鎖力を調節して発揮する機能が重要であり、その特性を明らかにすることが必要である。本研究では、構築した口唇随意運動評価システムによって、口唇随意運動の調節能力を評価することができた。このシステムを用いて高齢者の口唇閉鎖力調節能力を調べた。また、口唇による運動調節時の脳血流を測定した。本研究の結果、高齢者では口唇随意運動機能に力の方向および性別は必ずしも影響を与える因子とならず、男性における調節能力の減退が大きかった。口唇随意運動時には大脳皮質の大きな活動が関与していることが示唆された。高齢者において口唇随意運動調節機能を維持することの重要性が示された。

研究成果の概要(英文)：Voluntary control movement of the lips is important as a lip-function to enhance the QOL, and it is necessary to clarify the property of voluntary control movement of the lips. In this study, we can estimate lip-control ability by a system using a visual feedback which we constructed for this study. We investigated the lip-control ability in the elderly and the brain blood flow during voluntary control movement of the lips. From our results, in the elderly the lip-control ability was not influenced by directions of lip-force or gender. In older males the lip-control ability was lower than that in younger males. The cortical activity of a large area was involved in the voluntary control movement of the lips. It is suggested the importance of maintaining voluntary lip-control ability in the elderly.

研究分野：口腔生理学

キーワード：口唇 高齢者 脳血流 多方位口唇閉鎖力 ビジュアルフィードバック

1. 研究開始当初の背景

口唇は咀嚼や発音などの口腔の機能的な働きに重要な役割を担っていることはよく知られている。しかし、高齢者における口唇機能を調べた研究は国内外を含めて極めて少ない。口腔ケアの必要な入院患者さんの聞き取り調査で、嚥下能力と口唇の力に相関が認められるとの報告(Ono T et al. 2004)や虚弱高齢者では力の発揮が弱くなっているとの報告があるのみである。加齢に伴うものではないが、中枢神経系の障害で口唇が発揮する力が弱くなる(Thompson EC et al. 1995, Wood LM et al. 1992)あるいは調節しにくくなる(Barlow SM and Burton MK 1990)との報告や、健常者においても、表面麻酔により口唇感覚を末梢性に障害すると口唇閉鎖力が弱くなる(Nakatsuka K et al. 2011b)ことが見出されている。しかし、このような力の低下が口唇機能にどのように影響するかは不明である。

一方、口唇の機能に関しては、非侵襲的イメージング法で口唇からの感覚を受ける領域の同定が行われているが、口唇運動と脳機能に関する報告はほとんどなかった。さらに、口唇機能が正常に営まれることは顎顔面頭蓋、歯列および舌などの口腔器官の形態的特徴と深い関係があると考えられている。口唇の発揮する力に関しては、歯列不正と関係が深いことが調べられている(Jung MH et al. 2003, Hodge JJ et al. 1997, Thuer U and Ingervall B 1986)。高齢者に見られる歯の欠損や義歯装着が口唇閉鎖機能に関係があるかどうかは過去に調べられておらず、申請者らが、健常高齢者の口唇閉鎖力をフィールド研究で調べた結果から、義歯装着が口唇閉鎖力に影響することを示唆したのみである。超高齢社会を迎え、QOLの向上に摂食行動や会話などの機能を健康に維持することが重要であると言われている。このような機能の遂行のために、日常的に営まれる口唇運動は複雑な運動である。いままでの評価法では、最大努力時の口唇閉鎖力であったが、自らが口唇閉鎖力を調節して発揮する口唇随意運動機能の特性を明らかにすることが重要であると考えられる。しかし、口唇随意運動機能の加齢による変化や脳機能との関わりなどは明らかにされていないので、口唇随意運動機能の特性を明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

- (1)申請者らが開発した多方位口唇閉鎖力測定の特徴を発展させて、ビジュアルフィードバックによる口唇運動調節能力を利用した口唇随意運動機能の評価法を構築する。
- (2)口唇随意運動機能について性差を明らかにする。
- (3)口唇随意運動機能について、成人と高齢者での相違を明らかにする。
- (4)口唇随意運動時の大脳皮質の活動を明らかにする。

3. 研究の方法

(1)口唇随意運動評価システムの構築

多方位口唇閉鎖力測定装置は、8方向からの力を測定することができる(図1)。この装置

を利用して、口唇随意運動評価システムを構築した。口唇閉鎖力を測定する被験者の前に、各方向からの力を8方向のスケールにて、リアルタイムで表示できるようにした。ディスプレイのイメージ図を図2に示す。つまり、そのとき口唇が出力している力を目で見て確認することができるようにする。そのスケールに目標となるターゲットを表示し、被験者にはVisual feedbackにより、目標値の力を持続するように指示する。実際に出力した値が設定時間のうち、ターゲット内に維持できた時間の割合を算出する。この値を運動の正確性の指標とし、評価した。健常成人10名を対象として、ターゲットの大きさを目標値 ± 3 、5、8、10、15%としたときに、正確率に与える影響を調べた。さらに、方向特異性について検討した。

(2)口唇随意運動機能について性差
健常若年成人男性20名、女性20名を対象として、口唇随意運動機能の評価し、性差について調べた。

(3)高齢者の口唇随意運動機能について
健常高齢者男性13名、女性18名を対象として、口唇随意運動機能の評価し、健常若年成人と比較して、加齢の影響を調べた。

(4)口唇随意運動時の大脳皮質活動
健常若年成人8名を対象に、さまざまな口唇随意運動を行わせたときの脳血流変化を調べた。本研究に先立ち、口唇随意運動を、1方向を調節するように指示された場合と2方向を同時に調節するように指示された場合に正確率が異なるかどうかを検討した。脳血流動態を近赤外光イメージング装置FOIRE-3000(島津製作所製、日本)を用い酸素化ヘモグロビン濃度の変化として測定した。プローベを装着するホルダーはフレキシ

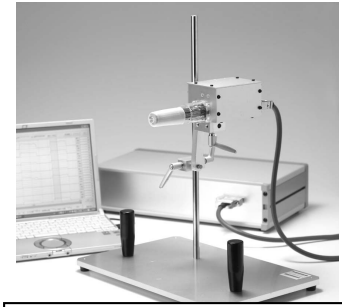


図1 多方位口唇閉鎖力測定装置

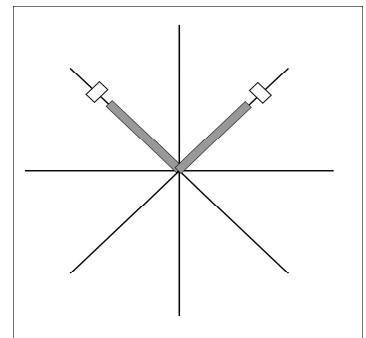


図2 被験者前方のディスプレイの模式図
この例では、8方向のうち、右上と左上にグレーのバーが発揮している口唇力を示し、四角で示すターゲットに一致するように調節する。

ブルホルダー（島津製作所製）を使用し9のプローブを3X3の正方形格子（投光受光間距離3cm）に交互配列させ、左右の頭部に国際10-20法のT3-C3-Czの曲線上に設置した。左右それぞれの配置から、各12箇所での測定を行う。口唇 左手手指にて圧力測定装置のプローブを保持させ、事前に得た3回の口唇閉鎖の最大努力時の変化量の平均値の50%の値をモニターに表示し、その値を維持するように指示した。口唇 左手手指によるそれぞれのタスクは、座標軸のみ2秒、ターゲット表記6秒（運動期間）、ブラックアウト2秒を2回施行し、合計20秒とした（図3）。1セットを前レスト20秒、タスク20秒、後レスト20秒で行い、左手手指、口唇の順の合計120秒とした。

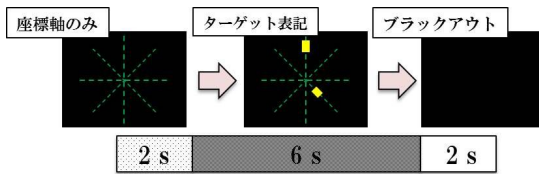


図3 脳血流測定時のタスク

記録を行った全24CHのデータから得られた酸素化ヘモグロビン濃度は、サンプリングレート100msで得られた波形からトレンド成分を除去し、移動平均を59点行い、これを7回施行した。再構築を行ったoxy-Hbのそれぞれのデータを平均が0で標準偏差が1となるように標準得点化を行い、被験者8名分の加算平均を求めた。

4. 研究成果

(1) 口唇随意運動評価システムの構築と性差ならびに加齢による影響

口唇随意運動評価システムによって、口唇随意運動の調節能力を評価することができた。ターゲットの大きさを目標値 ± 3 、5、8、10、15%と変化させて分析すると、目標値 ± 10 、15%では、100%に近い値となり、目標値 ± 3 、5%では正確率が高くなる方向においても50%程度の正確率となり、評価が難しいことが分かった。この後の結果においては、目標値 ± 8 %における正確率を用いた。

口唇随意運動の方向特異性を調べると、健康若年成人における結果から、方向により正確率が異なり、上下方向の正確率がその他の斜め方向の物より有意に高いことが明らかとなった。また、性差を調べると、調べられた6方向のうち、5つの方向において、男性の方が女性よりも有意に高かった。一方、高齢者の結果では、方向別の正確率の相違が認められなくなった。さらに、高齢者では性差も認められなかった。若年成人と高齢者を比較すると、男性では6方向中4方向で、高齢者の方が、正確率が有意に低いことが明らかとなった（図4）。女性では加齢による変化は

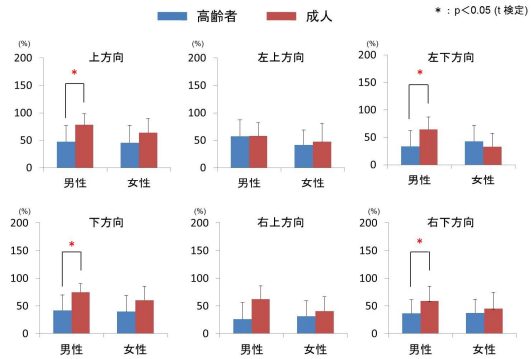


図4 世代間での正確率の相違

認められなかった。以上の結果から、高齢者における最大口唇閉鎖力は、成人と変化は無いにも関わらず、口唇閉鎖力調節能力は加齢により低下した。加齢による口唇機能の低下は、筋力の低下と考えるよりも、調節に関わる情報処理や運動出力などの神経系の機能低下に起因する可能性が示された。

(2) 口唇随意運動時の大脳皮質活動

ビジュアルフィードバックを用いた方向別口唇閉鎖力調節の難易度は、1方向課題よりも2方向課題で難しい。方向特異性が存在する。2方向課題では組み合わせの複雑さにより相違する。個人の特徴によって、難易度が変化する。ことが明らかとなった。そこで、脳血流測定時のタスクとして、ランダムな2方向にターゲットが出現して2方向を調節する課題を用いた。

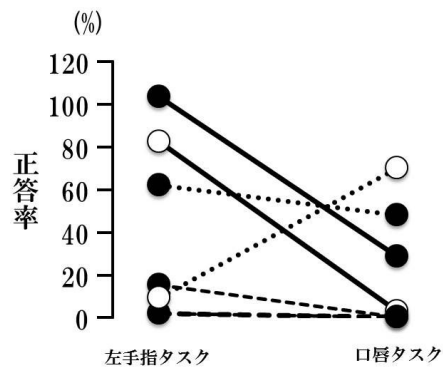


図5 左手手指と口唇での正確率の相違

ビジュアルフィードバックを用いた口唇による運動調節は、左手手指による調節よりも正確率が低かった。つまり口唇随意運動の調節は困難であった。図6、7にそれぞれ左手指タスク、口唇タスクを行った時の脳血流の変化を皮質マッピングとして表した。左手手指による調節時は、右頭頂葉上部を中心としたoxy-Hbの増加が認められた。口唇による運動調節時は、右頭頂葉下部を中心としたoxy-Hbの増加が認められた。口唇による運動調節時は、左手手指の調節時よりも頭頂葉上部より下部でより有意に大きなoxy-Hbの増加が認められた。すなわちより大きく賦活化させる傾向を示した。

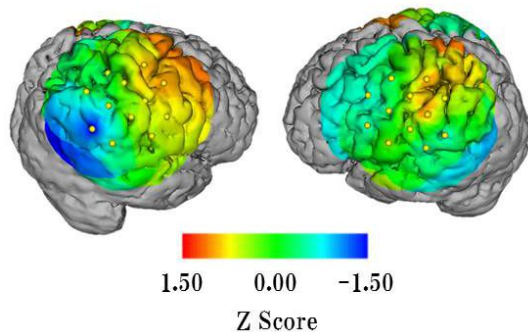


図6 左手指タスク時の脳血流変化

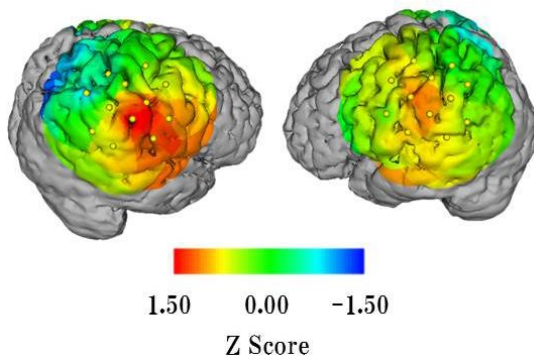


図7 口唇タスク時の脳血流変化

口唇随意運動を繰り返す行う時に、脳の活性化領域が広がることから、高齢者に対して、脳を賦活化させるいわゆる“脳トレ”に、ビジュアルフィードバックを併用した多方位口唇閉鎖力測定装置を用いることでの反復的な口唇運動の有効性が示唆された。

本研究の結果、力の方向、性別、年齢が口唇随意運動に影響を与える因子であることが明らかとなった。しかし、高齢者では力の方向および性別は必ずしも影響を与える因子とならず、男性における調節能力の減退が大きいことが示唆された。口唇随意運動時には大脳皮質の大きな活動が関与していることが示唆された。高齢者において口唇随意運動調節機能を維持することの重要性が示された。

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 17件)

Kaede K, Kato T, Yamaguchi M, Nakamura N, Yamada K, Masuda Y (2016) Effects of lip-closing training on maximum voluntary lip-closing force during lip pursing in healthy young adults. *J Oral Rehabil.* 査読あり 43(3):169-175. doi: 10.1111/joor.12358. Epub 2015 Oct 7

Nishiura M, Ono T, Yoshinaka M, Fujiwara S, Yoshinaka M, Maeda Y. (2015) Pressure production in oral vestibule during gum chewing. *J Oral Rehabil.* 42:900-905. doi: 10.1111/joor.12328. Epub 2015 Jul 4.

Kato T, Seki S, Higashiyama M, Masuda Y, Kitamura S, Yoshida A (2015) Anatomical organization of descending cortical projections orchestrating the patterns of cortically induced rhythmical jaw muscle activity in guinea pigs. *Neurosci. Res* 査読あり 99 : 34-45. doi: 10.1016/j.neures.2015.05.006. Epub 2015 May 30

Uchino K, Higashiyama K, Kato T, Haque T, Sato F, Tomita A, Tsutsumi K, Moritani M, Yamamura K, Yoshida A. (2015) Jaw movement-related primary somatosensory cortical area in the rat. *Neuroscience.* 査読あり 284: 55-64 doi: 10.1016/j.neuroscience.2014.09.072

Kato T, Masuda Y, Miyano K, Higashiyama M, Yano H, Haque T, Sato F, Yoshida A (2015) Distinct association between the antagonistic jaw muscle activity levels and cardiac activity during chewing and NREM sleep in the freely moving guinea pigs. *Neurosci. Lett* 査読あり 592 : 59-63. doi: 10.1016/j.neulet.2015.03.004. Epub 2015 Mar 4

Kondoh J, Ono T, Tamine K, Fujiwara S, Minagi Y, Hori K, Maeda Y, Kreissl M, Nitschke I. (2015) Effect of complete denture wearing on tongue motor biomechanics during swallowing in edentulous elderly. *Geriatr Gerontol Int.* 15(5): 565-571. doi: 10.1111/ggi.12315. Epub 2014 Aug 11.

Murakami M, Masuda Y, Kanazawa M, Mizuno R, Yamada K. (2014) Relationship between balance of upper and lower lip-closing forces during pursing-like lip-closing and lateral craniofacial morphology. *J Res and Pract in Dent.* 査読あり 2014 : Article ID 171681. www.ibimapublishing.com/journals/DENT/2014/.../171681.pdf

Mizuno R, Yamada K, Murakami M, Kaede K, Masuda Y. (2014) Relationship between frontal craniofacial morphology and horizontal balance of lip-closing forces during lip pursing. *J Oral Rehabil.* 査読あり 41: 659-666. doi: 10.1111/joor.12190. Epub 2014 May 30

Mostafeezur RM, Shinoda M, Unno S, Zakir HM, Takatsuji H, Takahashi K, Yamada Y, Yamamura K, Iwata K, Kitagawa J. (2014) Involvement of astroglial glutamate-glutamine shuttle in modulation of the jaw-opening reflex following

infraorbital nerve injury. *Eur J Neurosci*. 2014 Mar 25. doi: 10.1111/ejn.12562. [Epub ahead of print]

Takahashi K, Shingai T, Saito I, Yamamura K, Yamada Y, Kitagawa J. (2014) Facilitation of the swallowing reflex with bilateral afferent input from the superior laryngeal nerve. *Neurosci Lett*. S0304-3940 (14) 00044-5. doi: 10.1016/j.neulet.2014.01.017.

Yokoyama S, Hori K, Tamine K, Fujiwara S, Inoue M, Maeda Y, Funami T, Ishihara S, Ono T. (2014) Tongue pressure modulation for initial gel consistency in a different oral strategy. *PLoS One*, 9:e91920. doi: 10.1371/journal.pone.0091920. eCollection 2014.

武藤昭紀, 窪川恵太, 海瀬聖仁, 三木学, 田口明, 増田裕次, 角保徳, 吉成伸夫. (2014) 高齢歯周病患者の口唇筋力強化による口腔環境改善効果の検討. *日本歯科保存学雑誌*, 査読あり 57(2): 180-187. doi.org/10.11471/shikahozon.57.180

Kato T, Katase T, Yamashita S, Sugita H, Muraki H, Mikami A, Okura M, Ohi M, MD, Masuda Y, Taniguchi M, (2013) Responsiveness of jaw motor activation to arousals during sleep in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *J Clin Sleep Med*. 査読あり 9(8):759-65. doi: 10.5664/jcsm.2914

Kato T, Nakamura N, Masuda Y, Yoshida A, Morimoto T, Yamamura K, Yamashita S, Sato F. (2013) Phasic bursts of the antagonistic jaw muscles during REM sleep mimic a coordinated motor pattern during mastication. *J Appl Physiol*. 査読あり 114(3): 316-328. doi: 10.1152/jappphysiol.00895.2012. Epub 2012 Nov 29

Matsuo K, Kawase S, Wakimoto N, Iwatani K, Masuda Y, Ogasawara T. (2013) Effect of viscosity on food transport and swallow initiation during eating of two-phase food in normal young adults: A pilot study. *Dysphagia*. 査読あり 28: 63-68. doi: 10.1007/s00455-012-9413-1

Isogai F, Kato T, Fujimoto M, Toi S, Oka A, Adachi T, Maeda Y, Morimoto T, Yoshida A, Masuda Y. (2012) Cortical area inducing chewing-like rhythmical jaw movements and its connections with thalamic nuclei in guinea pigs. *Neurosci. Res*. 査読あり 74:239-247. doi: 10.1016/j.neures.2012.10.009. Epub 2012 Nov 6

増田裕次, 片山慶祐, 久保大樹, 高阪貴之, 昆 はるか, 斉藤未来, 土岡寛和, 楨原絵理, 棕代寛之, 森 隆浩, 森野智子, 渡辺一彦, 山口正人, 黒岩昭弘, 吉川峰加, 津賀一弘.

(2012) 多方位口唇閉鎖力測定における測定部保持法と固定法の相違. *顎口腔機能学会誌*, 査読あり 18(2): 132-138. doi.org/10.7144/sgf.18.132

〔学会発表〕(計 13 件)

増田裕次, ビジュアルフィードバックを用いた口唇閉鎖力調節時の脳血流について. 第93回日本生理学会大会. 2016年3月22-24日 札幌コンベンションセンター(札幌市)

竹花快恵, 方向別口唇閉鎖力からみた歯列の特徴について. 日本顎口腔機能学会第54回学術大会 2015年4月18-19日 鹿児島大学(鹿児島市)

土屋恵子, ビジュアルフィードバックを用いた随意的口唇閉鎖力調節能力に対する加齢の影響. 第57回歯科基礎医学会学術大会 2015年9月 ときメッセ(新潟市)

Y. Takehana, The relationship between lip closing force and dental arch morphology. 8th International Orthodontic Congress, London. 2015年9月 London(英国)

宮本剛至, ビジュアルフィードバックを用いた口唇閉鎖力の随意的調整の特性. 日本矯正歯科学会(第74回) 2015年11月18-20日 福岡国際会議場(福岡市)

金沢 昌律, 口唇閉鎖力, 舌圧と大臼歯の傾きの関連について. 日本矯正歯科学会(第73回) 2014年10月20-22日 幕張メッセ(千葉市)

竹花 快恵, 不正咬合者における口唇閉鎖力と歯列弓形態の関連性について(第二報). 日本矯正歯科学会(第73回) 2014年10月20-22日 幕張メッセ(千葉市)

楓 公士朗, 高齢者の口唇閉鎖力に対する口唇トレーニングの影響. 日本顎口腔機能学会第51回学術大会 2013年10月5-6日 チサンホテル新潟(新潟市)

竹花快恵, 不正咬合者における口唇閉鎖力と歯列弓形態の関連性について. 日本矯正歯科学会(第72回) 2013年10月7-9日 キッセイ文化ホール(松本市)

中塚久美子, 多方位口唇閉鎖力の再現性と多方位口唇閉鎖力の性差について. 日本矯正歯科学会(第72回) 2013年10月7-9日 キッセイ文化ホール(松本市)

楓 公士朗, 方向別にみた口唇閉鎖トレーニングの影響. 日本矯正歯科学会(第72回) 2013年10月7-9日 キッセイ文化ホール(松本市)

宮本剛至, ビジュアルフィードバックによる口唇閉鎖力調節の方向的特異性. 第90回日本生理学会大会. 2013年3月27-29日 タワーホール船堀(東京都)

楓公士朗, 口唇トレーニングによる口唇閉鎖力増強効果における方向的特異性. 日本顎口腔機能学会第49回学術大会 2012年10月20-21日 九州歯科大学(北九州市)

〔図書〕(計 1 件)

増田裕次(分担)(2013)口腔科学.戸塚靖則,高戸毅(監),朝倉書店,東京、2013、1035(67-70)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1)研究代表者

増田裕次 (MASUDA, Yuji)
松本歯科大学・総合歯科医学研究所・教授
研究者番号：20190366

(2)研究分担者

成田紀之 (NARITA, Noriyuki)
日本大学・歯学部・准教授
研究者番号：10155997

小野高裕 (ONO, Takahiro)
新潟大学・医歯学系・教授
研究者番号：30204241

山口正人 (YAMAGUCHI, Masato)
松本歯科大学・歯学部・助教
研究者番号：30410434

山村健介 (YAMAMURA, Kensuke)
新潟大学・医歯学系・教授
研究者番号：90272822