

機関番号：27102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20500459

研究課題名（和文） 摂食・嚥下リハビリテーションにおける新しい訓練・評価法の開発

研究課題名（英文） Development study of training and evaluation for oral rehabilitation

研究代表者

吉野 賢一（YOSHINO KENICHI）

九州歯科大学 歯学部 准教授

研究者番号：90201029

研究成果の概要（和文）：摂食や嚥下時には、舌の運動が重要な役割を担う。そのため摂食嚥下障害者には、舌運動機能の回復を目的とした訓練を用いることが多い。また近年、舌運動が脳の可塑的变化を促すことも分かってきた。そこで舌運動を遂行している被験者の脳活動を調べ、舌運動を用いた新たな摂食嚥下リハビリテーション法、およびその評価法について検討をおこなった。その結果、指示された方向への舌突出運動が脳機能向上の可能性をもつことを示した。

研究成果の概要（英文）：It is well known that the tongue movement plays an important role in feeding and swallowing, and oral rehabilitation often aims at restoring tongue motor function. Recent studies have also shown cortical neuroplasticity in relation to tongue movement training. Thus, we investigated cortical activity during tongue protrusion task by the functional near-infrared spectroscopy, to propose the training and evaluation for oral rehabilitation. Our findings suggest that the visually guided tongue movement may promise to improve the brain function.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：リハビリテーション科学

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：リハビリテーション医学、摂食嚥下、舌機能、可塑性、脳

1. 研究開始当初の背景

(1) 摂食嚥下リハビリテーション（以下、摂食嚥下リハ）は、摂食・嚥下障害患者のADLおよびQOLを向上させ、介護予防および低栄養、脱水、誤嚥性肺炎、窒息などの予防にも効果的である。しかしながら摂食嚥下リハの実施には、訓練法の選択、訓練に用いる質的・量的負荷や頻度の決定、効果や効率の評価が難しく課題も多い。

(2) 舌は食物を取り込み、食塊を形成して輸送する摂食嚥下の全ての過程で重要な役割を担っている。舌機能の回復・向上を目的とした訓練は有効な摂食・嚥下リハのトレーニングとして、また舌機能の定量的評価は障害の診断や訓練効果の指標として、それぞれ注目されている。

(3) 認知機能の低下は、高齢者や障害者における誤嚥の危険因子の一つとして挙げられている。加齢や障害に伴う括約筋の弛緩や食塊の長時間停滞などの運動機能の低下に加え、嚥下反射や咳反射を含めた適切な摂食行動の発現および遂行に認知機能の低下が影響すると考えられるが不明な点が多い。

(4) 研究代表者らはサルを用いた研究により、舌の突出運動が大脳皮質の一次運動野、体性感覚野、皮質咀嚼野の可塑性を促すことを明らかにした。

(5) 本研究で用いた機能的近赤外分光法（以下、fNIRS）は、脳の局所的な血液の酸素化状態を計測し、ヒトの高次脳機能を非侵襲的に調べる方法である。同様に脳機能を調べるfMRIやPETと比較して、時間的解像度や空間的分解能には劣るものの、騒音や姿勢の制約が無いという大きな利点がある。そのため、摂食嚥下の運動の遂行、あるいは被験者としての障害者や高齢者の協力が求められやすい。

2. 研究の目的

口腔顔面における運動機能の低下のみならず、認知機能の低下が高齢者および障害者における誤嚥の危険因子になることが指摘されている。しかしながら、運動機能の維持や回復を目的とした摂食・嚥下リハビリテーション法は多いものの、認知機能に焦点をあてたりハビリ法は少ない。

そこで視覚刺激を手がかりとした舌の突出運動を行っている被験者において、fNIRSを用いて脳機能を測定し、下記のことを目的とする研究を行った。

(1) 視覚刺激を手がかりとした舌突出運動課題を行うシステム（視覚誘導性舌突出課題遂行システム）を構築する。

(2) 視覚誘導性舌突出課題遂行中の被験者において、活性化する脳領域を特定する。

(3) 脳の可塑的变化を促すことができる摂食嚥下リハ訓練、およびその定量的評価を同時に行うことができる摂食嚥下リハ訓練・評価法を開発する。

3. 研究の方法

(1) 被験者およびシステム

口腔顔面領域の運動機能に障害がない、右利きの健康な若年者8名（平均年齢 21.0 ± 3.0 歳）および高齢者7名（ 67.6 ± 4.5 歳）を被験

者とした。被験者には実験の趣旨、および個人情報取り扱いについて十分に説明し、各自から同意書を得た。

被験者をコンピュータディスプレイの前に座らせた。ディスプレイにはコンピュータによって制御される視覚刺激を提示することができる。被験者には、視覚刺激により指示される到達目標に対して舌突出運動を行うように指示した。

被験者が課題を理解した後、鼻根と後頭結節間、および左右外耳孔の中間点を基準とし、前頭葉ホルダーを装着した。ホルダーに照射用および検出用ファイバを取り付け、前頭領域を中心とした45チャンネルからの同時計測を行った。

(2) 課題シーケンス

本システムで用いた視覚誘導・方向選択性舌突出課題（以下、方向性課題）のシーケンスは以下の通りであった（図1）。①ディスプレイに白色の中央点が提示される。方向性課題遂行中、被験者はこの中央点を注視する。②中央点提示の10秒後、中央点の上・下・右・左の4カ所のうちランダムに選択された1カ所に、赤色の指示刺激が1秒間提示される。③被験者は指示された方向に舌を突出させた後、直ちに舌をもとの状態に戻す。④指示刺激が消灯した1秒後、再びランダムに選択された方向に指示刺激が点灯する。⑤指示刺激の点灯および消灯が繰り返され、被験者は20秒間で計10回、舌突出運動を行う。⑥10回目の指示刺激が消灯した後、15秒のレストがある。この間も被験者は、中央点を注視し続けることが求められた。



図1 課題シーケンス

また、被験者は同様のシーケンスをもつ視覚誘導・非方向性舌突出課題（以下、非方向性課題）を、方向性課題遂行後におこなった。非方向性課題では、視覚刺激（中央点および指示刺激）の提示は方向性課題と同様に点灯するが、ランダムに提示される指示刺激

の方向とは関係なく、被験者は舌を常に前方に突出させることが求められた。

(3) データ解析

同一被験者は、これら方向性課題と非方向性課題を3回ずつ繰り返した。両課題遂行中の酸素化ヘモグロビン濃度および脱酸素化ヘモグロビン濃度の変化をfNIRS（島津製作所、OMM-3000）により検出し、脳活動状態を測定した。各被験者から得られたデータは、各課題3回の加算平均を行い解析した。

計測部位45チャンネルにおいて、レスト1（10秒）とレスト2のタスク終了後の10秒の計20秒間をコントロールとして、コントロールとタスク20秒間の脳活動をBonferroniの多重比較により検定した。被験者間における脳活動部位数の比較はt検定を行った。また、同一被験者の方向性課題と非方向性課題の差分を取り、方向選択性における脳活動をタスク開始後10秒の時点において調べた。

4. 研究成果

(1) 課題による脳賦活

計測した全45チャンネルにおいて、方向性課題および非方向性課題の遂行により若年被験者では 10.5 ± 9.0 （平均±標準偏差）および 11.9 ± 8.9 、高齢被験者では 20.1 ± 14.2 および 20.1 ± 16.3 チャンネルにおいて有意な脳活動が計測された。計測した45チャンネルのうち前頭連合野と考えられた22チャンネル、および運動前野と考えられる8チャンネルについて、同様に賦活部位数を比較した。前頭連合野では、方向性課題および非方向性課題の遂行により若年被験者で 4.25 ± 6.3 および 6.1 ± 6.1 、高齢被験者では 11.3 ± 7.5 および 9.9 ± 9.0 チャンネルで脳の賦活が認められた。一方、運動前野では各々 4.6 ± 2.5 および 4.6 ± 2.1 、 4.0 ± 1.5 および 4.0 ± 2.2 チャンネルで有意な差が認められた（図2）。

課題、被験者、脳領域間の賦活チャンネル数には優位さは認められなかったが、課題の遂行が、より高齢被験者の前頭連合野を中心とした脳の賦活を促したことが伺えた。個人差の大きな脳賦活に関するデータを比較することが、どれほどの意味をもつのかには疑問が残るが、高齢者の摂食嚥下リハあるいは前頭連合野の賦活に、視覚誘導性舌突出課題が

有効である可能性が示唆された。また、運動前野においては若年被験者との差は全く認められず、運動関連領域を中心とした賦活を目的とした高齢者のための摂食嚥下リハには、これらの課題の有効性が無いように思われた。

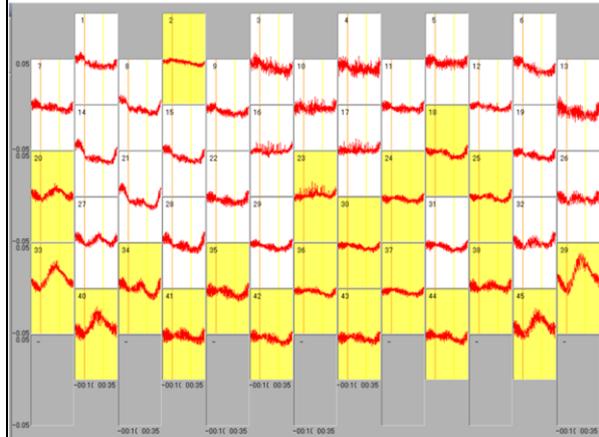


図2 全チャンネルにおける脳賦活

高齢被験者Hの方向性課題時の脳活動を示す。コントロール期に対して、タスク期の脳活動に有意な変化が認められたチャンネルを黄色で示す。

(2) 方向選択を含む課題の有効性

方向性課題と非方向性課題において、有意な脳活動が認められたチャンネル平均数は、若年および高齢被験者間で差は認められなかった。しかしながら各被験者ごとに見ると、非方向性課題よりも方向性課題の方が有意な脳活動を認めたチャンネル数が増加したものが、若年被験者8人中3人および高齢被験者7人中5人であった。そこで方向性課題と非方向性課題での脳活動の差分をとり、舌突出の方向を選択することが脳の活動に対してどの程度影響を及ぼしたかを調べた。

図3に高齢被験者Hのタスク開始10秒後における酸素化ヘモグロビン (A) および脱酸素化ヘモグロビン (B) の変化を示した。前頭連合野に相当する領域では、顕著な酸素化ヘモグロビンの上昇、および脱酸素化ヘモグロビンの低下が認められ、脳賦活の典型的なパターンが示されている。一方、運動前野と考えられる領域では、酸素化ヘモグロビンおよび脱酸素化ヘモグロビンがともに増加した。このようなパターンは、若年被験者よりも高齢被験者において認められる傾向があるように思われた。しかしながら、個々の被験者にお

いて作製されたマップは非常に個人差が大きく、更なる検討が必要であると考えられた。

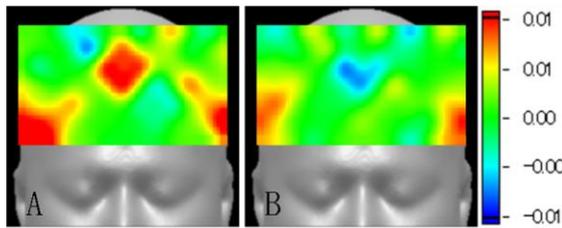


図3 方向選択により賦活される脳領域

タスク開始10秒後における酸素化ヘモグロビン (A) および脱酸素化ヘモグロビン (B) の変化を示す

(3) 摂食嚥下リハへの応用

視覚手がかりを用いて舌を方向選択性、あるいは非方向選択性に突出させる運動は、前頭連合野と運動前野を賦活することが示された。とくに高齢者の前頭連合野の活動を刺激する摂食嚥下リハ法として応用できる可能性が示された。

一方、課題に対する脳活動に個人差が大きいことが示され、今後検討する余地があると考えられた。おそらくは課題に対する戦略が、個々の被験者によって異なっていたためであろうと考えられる。とくに視覚手がかりが一定間隔で提示されたため、リズムを刻む、あるいは次の視覚手がかりを予期するなど、課題に対する被験者の戦略が同じではなかったのだと推察される。

さらに被験者数を増やし、ランダムな視覚刺激の提示などの課題を改善することで、より効果的に高齢者の前頭連合野を賦活させるようなシステムの開発、あるいは摂食嚥下リハの評価法の開発が可能になると考えられる。

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1件)

- ① S. Kawagishi, F. Kou, K. Yoshino, T. Tanaka, S. Masumi: Decrease in stereognostic ability of the tongue with age. J. Oral Rehabil. 査読有, 36: 872-879, 2009.
- ② 吉野賢一, 河岸重則: 感覚器のアンチエイジング-口腔内体性感覚とアンチエイ

ジング-日本抗加齢医学会雑誌, 査読無, 4:603-607, 2008.

[学会発表] (計3件)

- ① 吉野賢一: 脳からみた口の働き～歯の矯正は脳を矯正する～. 西日本矯正学会, 2010年9月26日, 福岡.
- ② 河岸重則, 田中敏子, 下堂蘭恵, 吉野賢二: 近赤外線分光法(NIRS)を用いた舌による形状弁別課題遂行時の脳活動の検討. 摂食嚥下リハビリテーション学会, 2010年9月3日, 新潟.
- ③ 吉野賢一: 「食べる」ことで脳を鍛える～歯科領域からの食育～. 日本顎咬合学会, 2010年4月11日, 福岡.
- ④ M. Shimodozono, S. Kawagishi, K. Yoshino, S. Matsumoto, K. Kawahira: Relationship between oral stereognostic ability and videofluoroscopic dysphagia in poststroke patients. 5th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, June 13, 2009, Istanbul.
- ⑤ 下堂蘭恵, 河岸重則, 吉野賢二, 外山慶一, 宮田隆司, 堀ノ内啓介, 松元秀次, 川平和美: 脳卒中患者における口腔立体認知能と嚥下造影所見との関係に関する検討. 摂食嚥下リハビリテーション学会, 2009年8月28日, 名古屋.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉野賢一 (YOSHINO KENICHI)
九州歯科大学・歯学部・准教授
研究者番号: 90201029

(2) 研究分担者

河岸重則 (KAWAGISHI SHIGENORI)
九州歯科大学・歯学部・准教授
研究者番号: 20137334

下堂蘭恵 (SHIMODOZONO MEGUMI)
鹿児島大学・医歯学総合研究科・准教授
研究者番号: 30325782

田中敏子 (TANAKA TOSHIKO)
九州歯科大学・歯学部・助教
研究者番号: 50137337

(H21: 連携研究者)