

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月31日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21500492

研究課題名（和文） 嚥下時の舌骨・喉頭挙上を改善する開口訓練の開発

研究課題名（英文） Development of the mouth opening exercise for improving hyoid excursion during the swallow

研究代表者

小山 祐司（ KOYAMA YUJI ）

東海大学・医学部・講師

研究者番号：80266444

研究成果の概要（和文）：

舌骨上筋群は嚥下の間には舌骨を拳上し、咀嚼や会話の間には下顎を下制させる。本研究の目的は、1)開口運動を用いた舌骨上筋群の新しい筋力増強訓練法を開発し、2)嚥下障害患者に対する開口訓練の効果を明らかにすることである。訓練開始前と比較して、開始後6週間で舌骨の前方移動距離の有意な改善を認めた。開口訓練は、舌骨上筋群の筋力増強に有効な嚥下障害の治療法として推奨されても良い。

研究成果の概要（英文）：

The suprahyoid muscles raise the hyoid bone during swallowing and depress the mandible during mastication and speech. The present study aims to 1) develop the new muscle strengthening exercise for suprahyoid muscles using mouth opening movement and 2) investigate the effects of the mouth opening exercise for dysphagia patients. Compared to before starting the exercise, significant improvements were observed in the extent of anterior direction of the hyoid bone six weeks after initiating the exercise. The mouth opening exercise may be recommended as the treatment for effectively strengthening the suprahyoid muscles for dysphagia.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：医歯薬学

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：(1)開口 (2)開口訓練 (3)舌骨上筋群 (4)舌骨 (5)筋力増強 (6)嚥下 (7)嚥下障害 (8)リハビリテーション

1. 研究開始当初の背景

(1) 対象疾患に関する現在の治療法およびその問題点

原著論文数の経年的推移から、国内の嚥下障害に関するリハビリテーション（以下、リハ）の研究動向を視ると、過去5年間に急

増してきており、臨床研究が本格化してきた段階と考えられる。一方、研究報告が増えているにも関わらず、リハ効果に関する研究は限られ、エビデンスの高い報告は少ない。

近年、研究内容に関しては国外同様、特に咽頭期において、代償的対応よりも機能改善を重視した治療に注目が集められている。咽頭期のリハ治療のポイントは、反射惹起と運動機能の2つに分けられる。本研究では後者である咽頭期の運動機能改善に焦点をあてた。

舌骨上筋群（顎二腹筋、顎舌骨筋、オトガイ舌骨筋、茎突舌骨筋）は喉頭挙上に加え、開口筋として下顎骨下制の機能を有する。開口運動には主に舌骨上筋群と舌骨下筋群が関与するが、prime mover に関しては必ずしも意見が統一されていない。一般には開口運動における舌骨上筋群の役割に関して、舌骨下筋群（胸骨舌骨筋、肩甲舌骨筋、胸骨甲状筋、甲状舌骨筋）が舌骨を固定して、舌骨上筋群が収縮することで開口するとされている。

一方、臨床においては、嚥下時に必要な閉口とは拮抗する開口運動を筋力訓練としてとりあげることはタブー視されてきた感がある。さらに、舌骨上筋群と舌骨下筋群の両者を同時に収縮させることは開口運動を嚥下訓練に応用する際の問題点としてあげられる。しかしながら、これに関する詳細な研究報告はなく、否定的な結論を出すにはエビデンスが乏しい。

## (2) 本研究に関連する臨床試験の成績

Shaker は咽頭期の運動機能改善に関して、エビデンスの高い訓練法を報告した（文献1, 2）。改善のメカニズムに関しては、前頸筋群の筋力増強効果が考えられている。当然なが

ら舌骨上筋群の選択的収縮は困難であり、舌骨上筋群と舌骨下筋群を含めて収縮させると考えられる。すなわち両筋群を同時に収縮させることが必ずしも悪いといえない。一方、仰臥位から頭部を挙上して保持させ、これを反復する Shaker 法は、高齢者や障害者の受け入れが容易でない。

また、電気刺激療法においては表面電極と埋め込み電極を用いる方法があるが、前者は選択的な筋刺激が困難で、表在筋しか刺激できない欠点がある。最近では表面電極刺激装置 [VitalStim(R)] を用いた推奨法で、舌骨が上昇せずに下降することが報告され、有効性は疑問視されている。後者は選択的な刺激や深部筋の刺激が可能であるが、侵襲的操作を伴い電極の長期間留置は困難という欠点がある。

以上から、咽頭期の運動機能改善のために、舌骨や喉頭を下降させる収縮には慎重に対処すべきだが、侵襲性がなく、Shaker 法よりも対象者に負担の少ない開口運動で両筋群を収縮させようと考えた。

## 2. 研究の目的

- (1) 舌骨上筋群の筋力増強を目的に、既存の訓練と比較して身体的負荷が少なく、未汎用の機器の使用もない、開口運動を用いた訓練法を開発する。
- (2) 開口訓練により、咽頭期に運動障害を有する嚥下障害患者の舌骨挙上運動が改善することを明らかにする。

## 3. 研究の方法

### (1) 研究の相

第 I 相：健常人を対象とした開口訓練

第Ⅱ相：患者を対象とした開口訓練

## (2) 安全性評価項目

筋肉痛（開口筋・閉口筋）、関節痛（顎関節）

## (3) 有効性評価項目

舌骨の垂直移動距離(mm)、前方移動距離(mm)

## (4) 方法

第Ⅰ相：健常成人を対象にデータを蓄積する。下顎正中部の舌骨上筋群にディスプレイの表面電極を貼付してポータブル表面電極計に接続。舌前半部を硬口蓋へ押し付け、閉口位のまま、バイオフィードバックを用いて等尺性の開口運動を 80%MVC (Maximum Voluntary Contraction) で 6 秒間保持させる。これを 20 セット 1 日 1 回、週 5 回、計 6 週間継続させる。

開口訓練の効果判定には嚙下造影を用いる。背もたれ60度の安楽座位をとらせ、2mlバリウム水の嚙下をレントゲン透視下の側面像で記録する。これを6回繰り返す。動作解析ソフトを用いて訓練前後の嚙下時舌骨運動を評価する。

第Ⅱ相：咽頭期に運動障害を有する患者を対象に、乱数表を用いてランダムに real 訓練（開口訓練）と sham 訓練（閉口訓練）に分ける。本研究における開口訓練と閉口訓練の目的は、嚙下時の舌骨運動に与える影響の確認であることを訓練担当者（言語聴覚士）に知らせ、閉口訓練が sham 訓練であることを知らせない。嚙下造影時と舌骨運動解析時にも、どちらの訓練であるかを検者・評価者に知らせない。sham 訓練対象者には咬筋に表面電極を貼付し、20%MVC で 6 秒間保持させる。real 訓練対象者と同様に、これを

20 セット、1 日 1 回、週 5 回、計 6 週間継続させる。

その結果、訓練前後で real 訓練群の嚙下時舌骨運動が改善することを明らかにする。効果判定には、Mann-Whitney U-test（統計学的有意： $p < 0.05$ )を用いる。

## (5) 個人情報の管理方法

個人情報管理者は臨床研究責任者とする。患者情報は匿名化せず、全ての個人レベルの情報は臨床研究責任者の研究室の専用キャビネットに鍵をかけて保管する。データ解析に用いるパソコン（インターネットに接続しない）など、個人レベルの情報を含む全てを研究室外へ持ち出さない。臨床研究責任者は全ての個人レベルの情報を一定期間保管した後に、研究室内で破棄する。

## 4. 研究成果

### (1) 第Ⅰ相

健常人 6 名において、筋肉痛（閉口筋・閉口筋）や顎関節痛等の有害事象は生じず。0%～100%MVC に至るまで、レントゲン透視下側面像において、舌骨の下降を認めず。訓練前と比較して 6 週の訓練後に安静位の舌骨の下降を認めず。2ml バリウム水では、訓練前後で舌骨の垂直移動距離、前方移動距離に有意な変化を認めず。

本法は舌骨上筋群への過負荷を含む問題がなく、安全に実施できることを確認した。

### (2) 第Ⅱ相

嚙下造影にて咽頭期に運動障害を有する脳卒中患者 9 名が対象となった。研究に参加した対象 3 名は、併存疾患等の問題により、継続した訓練介入が困難となったため、対象

から除外した。sham 訓練 3 名、real 訓練 3 名は 6 週間の訓練介入を完結し、筋肉痛（閉口筋・開口筋）や顎関節痛等の有害事象を生じなかった。

① sham 訓練

1) 舌骨前方移動距離

患者 A: (訓練前) 15.1 ± 1.1 mm  
(訓練後) 16.3 ± 1.3 mm  
P=0.1093

患者 B: (訓練前) 12.4 ± 2.5 mm  
(訓練後) 16.4 ± 3.2 mm  
P=0.0547

患者 C: (訓練前) 10.4 ± 2.8 mm  
(訓練後) 11.5 ± 2.0 mm  
P=0.4233

2) 舌骨垂直移動距離

患者 A: (訓練前) 14.1 ± 2.9 mm  
(訓練後) 15.3 ± 3.5 mm  
P=0.5218

患者 B: (訓練前) 15.1 ± 1.7 mm  
(訓練後) 18.5 ± 3.6 mm  
P=0.1093

患者 C: (訓練前) 11.3 ± 1.7 mm  
(訓練後) 11.7 ± 2.1 mm  
P=0.7488

sham 訓練前後において、舌骨の垂直移動距離、前方移動距離に有意な変化を認めず。

一方、Sham 訓練対象者であっても通常の嚥下訓練により、2ml バリウム水における安定しない多様な嚥下パターンが、安定した一定のパターンに変化した。

② real 訓練

1) 舌骨前方移動距離

患者 D: (訓練前) 8.0 ± 2.6 mm  
(訓練後) 15.2 ± 4.7 mm  
P=0.0104

患者 E: (訓練前) 11.2 ± 2.0 mm  
(訓練後) 14.0 ± 2.1 mm  
P=0.0250

患者 F: (訓練前) 12.3 ± 0.7 mm  
(訓練後) 14.4 ± 0.2 mm  
P=0.0250

2) 舌骨垂直移動距離

患者 D: (訓練前) 15.9 ± 2.9 mm  
(訓練後) 22.8 ± 6.7 mm  
P=0.0547

患者 E: (訓練前) 17.5 ± 2.0 mm  
(訓練後) 19.5 ± 3.7 mm  
P=0.3367

患者 F: (訓練前) 17.7 ± 6.5 mm  
(訓練後) 19.3 ± 5.8 mm  
P=0.7483

舌骨上筋群は、顎二腹筋(DG)、オトガイ舌骨筋(GH)、顎舌骨筋(MH)、茎突舌骨筋(SH)に分類される。中でも GH は舌骨を前方に動かすポテンシャルが最も高く、MH は舌骨を上方に動かすポテンシャルが最も高いという報告がある。

Real 訓練においては、訓練開始前と比較して、開始後 6 週間で有意な増加が全例の舌骨前方運動で認められ、嚥下造影にて咽頭残留が改善した。一方、舌骨上方運動でも訓練後に増加を認めたが、有意ではなかった。このことから、本開口訓練は、舌骨の上方運動よりも前方運動に関わる舌骨上筋群の筋力増強に有利と考えられた。

5. 主な発表論文等

6. 研究組織

(1) 研究代表者  
小山 祐司 (KOYAMA YUJI)  
東海大学・医学部・講師  
研究者番号: 80266444

(2) 研究分担者

笠原 隆 (KASAHARA TAKASHI)  
東海大学・医学部・助教  
研究者番号：00366014

児玉 三彦 (KODAMA MITSUHIKO)  
東海大学・医学部・助教  
研究者番号：90317777

花山 耕三 (HANAYAMA KOZO)  
東海大学・医学部・准教授  
研究者番号：80189589

正門 由久 (MASAKADO YOSHIHISA)  
東海大学・医学部・教授  
研究者番号：10173733