

平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：37409

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K12966

研究課題名(和文)高齢者の嚥下機能低下に対するトレーニング機器及びその方法の開発

研究課題名(英文)Development of training equipments and methods for the elderly with decreased swallowing function

研究代表者

大塚 裕一(ootsuka, yuichi)

熊本保健科学大学・保健科学部・准教授

研究者番号：70638436

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文):本研究では開口訓練に注目し,既存の訓練法に併せ,新たに考案した開口トレーニング用の器具を使用し負荷を与えることで,より効果的な喉頭挙上改善のトレーニングとして有用かを検証した。その結果,既存の開口訓練に負荷を掛け,トレーニングを行うことによって舌骨上筋群の筋活動量に増加が認められたことで,特に舌骨上筋群の持久性が向上したことは,筋力増強に効果があることを示唆し,その結果として嚥下機能改善の可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文):we focused on mouth-opening exercises, which we combined with conventional exercise methods, using a newly devised mouth-opening training device to impose a load, and investigated whether this was useful as a more effective laryngeal elevation exercise technique. The fact that the modification of conventional mouth-opening exercises by the imposition of a load increased the activity of the suprahyoid muscles, improving the endurance of the suprahyoid muscles in particular, suggested that this method may be effective in improving muscle strength, which may potentially improve swallowing function.

研究分野:失語症学、摂食嚥下障害学

キーワード:誤嚥性肺炎予防 喉頭挙上訓練 開口トレーニング機器 舌骨上筋群 高齢者

1. 研究開始当初の背景

摂食嚥下とは、食物の取り込み時に開口し、咀嚼で開口と閉口が繰り返され、さらには、嚥下において舌骨と喉頭の挙上と下降が繰り返される一連の運動である。高齢者の嚥下障害には、身体的要因・精神的要因・社会的要因などが複雑に関与し咀嚼機能の低下や唾液分泌機能の低下など、加齢に伴う様々な要因によって嚥下機能の変化が起こると指摘されている。その中でも舌骨上筋群の筋力低下に伴う安静時の舌骨・喉頭位の下降は、嚥下時に気道が十分に閉鎖されなかったり、また嚥下物の通過できる空間が減少したりするなど、誤嚥に直結する因子のひとつとなっている。

その対応として、喉頭挙上改善を図るトレーニングとして、頭部挙上法、メンデルソン手技や嚥下おでこ体操、閉口訓練などが提唱されている。しかし高齢者には身体的負担が大きく、また特殊な技法のため日常生活で一般的に導入するには難しい。その中で開口訓練は、嚥下運動に必須となる喉頭挙上を担っている舌骨上筋群が、同時に開口筋でもあることを利用している嚥下機能改善のための訓練法である。開口訓練は、最大限に開口して10秒間保持するという行為を5回繰り返すだけの方法で、他の訓練に比べ実施上の問題点が少ないにもかかわらず、その効果は他の訓練と同等で、咽頭期の機能改善に効果的であることが立証されている。しかし、開口訓練が他の喉頭挙上訓練と違う点として、頭部挙上訓練は重力という負荷を伴い、嚥下おでこ体操は手掌による負荷を掛ける抵抗運動であるのに対し、開口訓練は開口という自動運動のため負荷が掛かっていない、という点が挙げられる。そのため、他の訓練同様、負荷を与えることで、よりその効果が促進されるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

以上の背景をもとに我々は、高齢者に対して簡便に負荷がかけられ、実施可能な喉頭運動機能向上トレーニングを開発し、その有用性を介護予防的視点も含め検討することとした。具体的には、開口の際にバンドで頭部と下顎を固定し、筋に負荷を与える一定期間のトレーニングを実施後、喉頭の位置と筋力の変化を計測し、嚥下に関わる筋のトレーニング効果を評価する。つまり本研究の目的は、開口に対する負荷トレーニングが、より効果的な嚥下機能改善のトレーニングとして有用かを検証することにより、高齢者の嚥下機能低下の出現や進行の予防のみならず、嚥下障害者に対する誤嚥予防や嚥下機能改善のためのアプローチとして提案することであった。

3. 研究の方法

(1) 対象者

65歳から84歳までの健常高齢者19名(男性8名、女性11名、平均年齢71.9±5.6歳)を対象とした。全員、摂食嚥下障害に関連す

る症状や既往がなく、食事が自立し安全に摂食活動が行えており、最大開口時および開口力測定時に顎関節に疼痛は認めず、また極端な痩せもなく、ADLが自立し社会生活を営める能力がある者を対象とした。対象者の身体的特性について、ベルト装着群およびベルト未装着群において、全項目(年齢・身長・体重・BMI)にt検定を行ったが、両群共に有意差は認めなかった(表1)。なお、全対象者を無作為にランダム化しベルト装着群とベルト未装着群の2群に分類した。ベルト装着群が9名(男性4名、女性5名、71.7±5.0歳)、ベルト未装着群が10名(男性4名、女性6名、72.1±6.5歳)であった。

対象者は、熊本県北部の自治体の社会福祉協議会地域福祉センター管轄内某地区高齢者サロンの利用者を中心とした。

(2) 器具

トレーニング器具は布製キャップ、布製ベルト、マジックテープ、チンキャップからなる(図1)。キャップは、頭部周囲径が被検者によって異なるため、マジックテープで調整可能である。ベルトは左右各々の側頭部を起始点として、それぞれチンキャップの両端から耳の後ろにかけて通し、ベルトが緩んで開口しないように可及的にベルトを締めて固定する。



図1 開口トレーニング用器具

(3) 開口訓練

図1の器具を使用する群(以下、ベルト装着群)と使用しない群(以下、ベルト未装着群)の2群に分けた。対象者はそれぞれWadaの方法に準じて、最大開口位まで開口させた状態で10秒間保持するのを5回で1セットとした訓練を1日2セット4週間、自宅にて実施した。なおベルト装着群に対しては、事前に装着方法をレクチャー、適切に使用できるように指導を行った。対象者全員に実施確認のため訓練用カレンダーにチェックをつけてもらい、4週間後の計測時に確認した。

(4) 舌骨上筋群筋活動量及び開口力の測定
訓練前と4週間の訓練の翌日に、舌骨上筋群の筋活動量および開口力を測定した。最初に舌骨上筋群の筋活動量を測定し、3分以上の休憩後に開口力を測定した。被検者肢位は座位にて深く腰掛け、股関節屈曲90度、膝開

節屈曲 90 度とし、両側足底を接地した状態とした。

舌骨上筋群筋活動量

舌骨上筋群は、オトガイ隆起部と下顎に固まった顎二腹筋前腹やオトガイ舌骨筋を標的とした。筋活動量の測定には、ワイヤレス筋電計 (TK-11891, スポーツセンシング社) を用い、表面筋電図の導出にはディスプレイ電極 (EM-2725, 酒井医療株式会社) を使用した。なお、アルコール綿で、電極装着部位を清拭し皮脂を除去する前処理を行い、皮膚抵抗を低減させた。

舌骨上筋群の筋活動量として、最大開口持続 10 秒間の筋電図波形の二乗平方根 (Root Mean Square ; RMS) を用いた。RMS は 3 回測定し、その最大値を筋活動量とした。

開口力

開口力計 (開口カトレーナ - KT2016、リブド株式会社) の筋収縮力計 (図 4) を下顎の真下に装着し被検者の随意による最大開口を指示した。最大開口時における開口力 (kg) を 2 回測定し、平均値を計測値とした。

(5) 波形処理及び統計学的解析

表面筋電図は、筋電マノレチ解析ソフトウェア (ニホンサンテック株式会社) を用いてパーソナルコンピュータに取り込み、データ処理を行った。なお、サンプリング周波数 200Hz で A/D コンバーターを介してパーソナルコンピュータに取り込んだ。

統計解析には JSTAT (南江堂) を使用した。開口力および舌骨上筋群について、開口訓練前後の比較には Wilcoxon の符号付順位検定を用い、有意水準は 5% 未満とした。

4. 研究成果

(1) 実験結果

ベルト装着群とベルト未装着群について、訓練前後の舌骨上筋群の筋活動量と開口力の変化を以下に示した。尚、Grubbs-Smirnov 棄却検定により外れ値とみなされた各群 1 例は結果に反映させていない。

舌骨上筋群の筋活動量

最大開口持続 10 秒間の筋活動量は、装着群において訓練前後に有意差を認め (p < 0.0156)。一方、未装着群においては、有意差は認めなかった。(図 2)

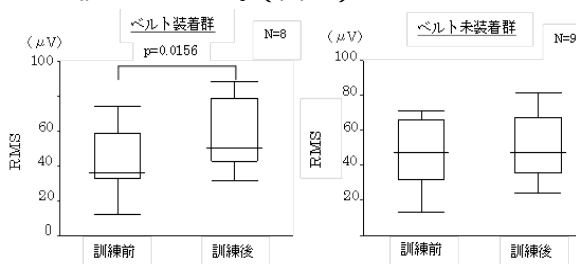


図 2 両群における訓練前後の舌骨上筋群の筋活

開口力

装着群において、訓練前後に有意差は認めなかった。同じく未装着群においても、訓練前後に有意差は認めなかった。(図 3)

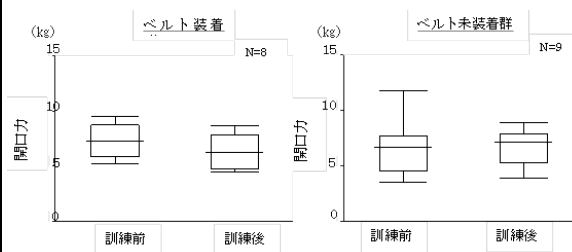


図 3 両群における訓練前後の開口力の比較

(2) 結果の考察

本研究は既存する開口訓練に器具を用いて負荷を与えることによって、高齢者に対してその効果が発揮できるかを検証した。結果、器具を用いた負荷トレーニングにより筋活動量に有意な増加を認めた。これは、舌骨上筋群に対する抵抗運動が、筋の持久力を向上させる可能性があることを示唆する。この結果について、以下に考察する。

開口に対する負荷が舌骨上筋群に及ぼす影響

開口力と筋活動量の関係

今回の研究で、筋電図を用いて計測した舌骨上筋群の筋活動量は、筋力がどの程度の強さで発揮されているかを指し、開口カトレーナを用いて測定した開口力は舌骨上筋群の筋力を表している。すなわち、双方とも舌骨上筋群の筋力を評価する項目である。しかし、最大開口という条件は同じだが、開口している時間が違うため筋の収縮様式が異なる。筋活動量の測定は最大開口で 10 秒間行っているのに対し、開口力は最大開口位に到達した時点を測定値としているため言い換えれば一時的な開口の筋力を測定していることになる。このことから、筋活動量は持続的な力を評価しているのに対し、開口力は瞬発的な力を評価していることになる。今回、装着群において筋活動量には有意な増加を認めたが、開口力には明らかな変化を認めなかった。このことから、負荷を掛けることは、筋力の瞬発力を強化させる効果はないが、筋力の持続性いわゆる筋力の持久力を強化させる効果が示唆される。

舌骨上筋群の筋線維型と摂食嚥下活動の関係

筋線維は、その特性により大きく二つに分類される。力学的性質による分類では、素早く収縮するのは速筋ゆっくり収縮するのは遅筋と呼ばれる。速筋は瞬発的に高いパワーを発揮するが、疲労しやすいなどの特徴を持ち、遅筋は長時間一定のパワーを発揮し疲労しにくいいため持久性の運動に優れているという特徴をもつ。

嚥下に関する筋群は、他の筋と同じく骨格筋である。ヒトの骨格筋においては速筋のみ、あるいは遅筋のみで構成されているものではなく、多くの筋で一方の線維型のみが優勢を示すことはない。舌骨上筋群を始めとする、嚥下や発声発語に関与する筋群についても、速筋と遅筋の比率に違いはあるものの、双方

は混在するという研究報告が多い。

嚥下時の舌骨の運動は、第一期に挙上後退運動が起こり、第二期として挙上前進運動が行われる。ここで最大挙上位置および最大前進位置に停滞した後に、第三期として下降後退運動が行われる。この一連の運動を、主として担っているのは舌骨上筋群である。この一回の嚥下における舌骨運動の時間は、わずか1.5秒前後であるが、特に第二期から、第三期が行われる直前までの運動では、瞬間的に舌骨を上方に牽引する力を要する。それには、先にも述べたような瞬発力と高いパワーを持つ速筋が重要であると考えられる。しかし、食事は嚥下運動を何度も繰り返す行為である。Learらは、成人健常者の一日の嚥下回数のうち、食事時の嚥下回数は1時間あたり180回と報告している。同じ研究で食事以外の嚥下の回数が1時間当たり23回とされていることから、食事中つまり摂食嚥下活動が行われている数分から数十分の間、舌骨上筋群の運動は連続的に行われ常に稼働しているということになる。また、我々が長時間あるいは固いものを摂取する際、咀嚼筋である咬筋や側頭筋などが疲労することはあっても、舌骨上筋群に疲労を感じることはない。これは、疲労しにくく高い持久力を持つ遅筋の働きを表していると考えられ、舌骨上筋群の持久力も摂食嚥下活動にとって重要な要因であることが予測される。すなわち、一回の嚥下運動のみに視点を置くと、当然、速筋が重要であるが、食事という一連の動作で舌骨運動をみると、遅筋も同じように重要であると考えられる。言い換えれば、双方の高速反応と耐疲労性という特性により摂食嚥下活動は成り立っていると考えることができる。

今回のトレーニングでは筋の持久力を評価していると思われる筋活動量が有意に増加した。これは、開口に対する器具を使用した負荷トレーニングが、舌骨上筋群の持久力改善につながり、特に食事時間の経過によって引き起こされやすい咽頭残留や喉頭侵入を予防・改善する一助となる可能性が示唆される結果となった。

負荷トレーニングが高齢者に嚥下機能にもたらす影響

高齢期になると加齢に伴い筋力が低下する。また、筋力だけでなく筋量の減少も生じる。特に60歳以降で筋線維の減少がみられ、これに筋線維の萎縮が加わることで筋量の低下を招くとされる。これらは摂食嚥下活動においても舌運動機能の低下による咀嚼不全や喉頭位置の下垂による喉頭挙上不全をきたす。また呼吸器機能や感覚機能の低下、関節や骨格の異常など身体的・生理的变化により摂食嚥下活動に制約をもたらす。これらが原因となり咀嚼困難や嚥下の惹起遅延などが生じると食事時間の延長に繋がる。食事時間が長くなるとそれに耐えうる力が求められるため、より持久性の高い筋力が必要と

なるが、そのためには筋力トレーニングが有用だと考えられる。

高齢者に対する筋力トレーニングは、廃用の予防や全身の活動レベルの向上に有効だとされているが本来筋力増強を目的としたトレーニングでは「過負荷の原則」に基づき「抵抗の強さ」や「収縮時間」「頻度」が重要とされる。しかし、負荷を用いた喉頭挙上トレーニングに頭部挙上訓練や嚥下おでこ体操があるが、いずれも負荷である抵抗の強さは明確ではないため、一定の負荷が与えられず、さらには負荷が大きいため頸椎症や高血圧症のある者に対しては十分な配慮が必要である。また適宜強度や頻度を調節する必要があり、導入するには医学的な知識や技術を要し、日常生活に取り入れやすいとは言い難い。今回のトレーニング法は器具を利用することで、下顎に対する負荷量が、最大反復回数(Repetition Maximum; RM)を指標として設定でき、これにより一回の最大開口時の負荷量を「1RM」と数値を明確化することが可能となる。そのため、一定の負荷を与えることができ、負荷のコントロールをする必要がない。また、収縮時間と頻度については開口訓練に従っているため簡単に実施できるようになっている。この方法による嚥下トレーニングは他のトレーニング同様、喉頭挙上改善につながり、ひいては高齢者の潜在的な嚥下障害のリスク低減に貢献できると考える。

<引用文献>

大前由紀雄(2001)「高齢者における病態生理と対応」日本耳鼻咽喉科学会会報 104.

10: 1048-1051

佐藤巖, 神津正明他(1983)「ヒト前頸筋(舌骨筋)の筋線維構成について」昭和医学会雑誌 43.5, 657-668

久野譜也(2002)「高齢者の筋力トレーニング」体育の科学, 52: 617-625

Wada S, Tohara H, Iida T, Inoue M, Sato M. et al. (2012)「Jaw opening exercise for insufficient opening of upper esophageal sphincter」Arch Phys Med Rehabil, 93: 1995-1999

Lear CSC, Flanagan JB, Moorrees CFA. (1965)「The frequency of deglutition in man」Archives of Oral Biology, 10: 83-99

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)

[学会発表](計1件)

松本里奈、大塚裕一、宮本恵美、久保高明、古閑公治：高齢者の嚥下機能低下に対するトレーニング方法、第7回日本語聴覚士会九州地区学術集会沖縄大会、2018年1月27日。28日、沖縄県男女共同参画センター

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大塚裕一 (Ootsuka.Yuichi)
熊本保健科学大学・保健科学部・准教授
研究者番号：70638436

(2)研究分担者

宮本恵美 (Miyamoto.Megumi)
熊本保健科学大学・保健科学部・准教授
研究者番号：80623511

古閑公治 (koga.hiroharu)
熊本保健科学大学・保健科学部・教授
研究者番号：20623507

久保高明 (Kubo.Takaaki)
熊本保健科学大学・保健科学部・准教授
研究者番号：40459368

(3)研究協力者

松本里奈 (Matsumoto.Rina)