

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25463000

研究課題名(和文)サルコペニアによる摂食・嚥下機能低下の予防を目的とした電氣的筋肉刺激装置の開発

研究課題名(英文) Development of electrical muscle stimulation device to prevent swallowing disability with sarcopenia

研究代表者

松山 美和 (MATSUYAMA, Miwa)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部(歯学系)・教授

研究者番号：30253462

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：高齢者のサルコペニアは嚥下関連筋にも影響すると考えられる。嚥下関連筋の筋萎縮を防止するため、嚥下関連筋・咀嚼筋を標的とした電氣的筋肉刺激装置の開発を本研究の最終目的とした。しかし研究途中で類似の電氣刺激装置の商品化が判明し、当初の研究目的と計画を改変した。市販の電氣治療器を適応外使用し、顎二腹筋前腹、咬筋と唾液腺に対して15分間電氣刺激して、臨床症状の変化を検証した。その結果、周囲の皮膚や筋などに不快感や疲労などを与えることなく、安静時唾液量は増加した。口腔乾燥の改善は嚥下機能に有利であり、嚥下関連筋・咀嚼筋と唾液腺への経皮的電氣刺激は臨床上、嚥下機能の改善に有効である可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：Sarcopenia of the elderly might affect muscles related to swallowing function. We aimed to protect the atrophy of swallowing- muscles. The final aim of the present study was to develop an electrical muscle stimulation device to prevent swallowing disability with sarcopenia. However we noticed that a similar device had been developed and commercially-released during the study. And the research plan was changed and modified using the other commercially available device to confirm the clinical condition after 15-minute percutaneous electrical stimulation on digastric anterior belly, masseter and salivary glands. The result showed that resting saliva significantly increased without discomfort and fatigue of surroundings. The dry mouth sometime causes swallowing disability for the elderly people. In conclusion, percutaneous electrical stimulation on muscles related to swallowing function and salivary glands could improve swallowing disability of the elderly people with sarcopenia.

研究分野：医歯薬学

キーワード：摂食嚥下リハビリテーション 嚥下機能低下 サルコペニア 電氣的筋肉刺激装置

1. 研究開始当初の背景

サルコペニア (Sarcopenia) とは狭義には骨格筋・筋肉が減少している状態で、広義には筋肉量だけでなく筋力低下も指す。最近ではとくに加齢による筋肉量の低下を指し、70 歳以下の高齢者の 13 - 24% に、また 80 歳以上では半数以上にサルコペニアが認められると報告されている (Baumgartner RN, et al. 1998)。サルコペニアは四肢体幹の筋肉のみならず、咀嚼筋、嚥下関連筋、呼吸筋などにも影響し、嚥下障害や呼吸障害へとつながるといわれている。海外ではサルコペニアへの関心が高まっているものの、日本では医療、とくに栄養領域で関心が持たれ始めているが、歯科領域ではまだ周知されていない。

総務省統計局の報告では平成 24 年 9 月 15 日現在の推計で、日本の高齢者人口は 3074 万人、高齢化率 (老年人口割合) は過去最高の 24.1% である。いわゆる「団塊の世代」が 65 歳に達し始めたため、前年からさらに大きく増加し、わが国の高齢化には拍車がかかっている。わが国はこの著しい高齢化の中で、加齢によるサルコペニアを無視できない。

厚生労働省発表の平成 23 年度介護給付費実態調査の概況によると要支援・要介護認定者数は 543 万人、給付費受給者数は 438 万人である。要支援・要介護者の約 20% が嚥下困難であるとの報告 (北海道保健福祉部、2006 年) から考えると、わが国には約 90 万人の嚥下困難者と、さらにその予備軍がいると推測される。また、わが国の食物による窒息事故は推計で 4000 件を上回り、その 8 割が高齢者である (向井美恵、2008 年)。今年、肺炎は死因別死亡率の第 3 位となったが、誤嚥性肺炎罹患率は長期療養施設入所者の約 4% にみられる (千葉由美ら、2007 年)。このように、わが国において摂食・嚥下障害や嚥下機能低下 (嚥下困難) は大きな高齢者問題のひとつである。

近年、わが国はこの著しい高齢化の中で、

多職種連携による摂食・嚥下リハビリテーションが進んできた。おもな対象は脳血管障害後遺症や進行性神経難病の患者などである。摂食・嚥下障害への対応は当然であるが、嚥下障害予備軍であるサルコペニアによる嚥下困難者の増加は想像するに容易で、それへの早急な対応も重要課題と考える。実際に、要支援・要介護認定者数の年次推移をみると軽度者の増加が著しいため、厚生労働省は平成 18 年に介護保険制度を予防重視型に変更した。そして、6 つの重点項目の中に口腔機能向上が含まれている。嚥下障害に至る前の嚥下困難者に対して何らかの予防的対応が必要と考える。

サルコペニアの予防は栄養と運動である。地域支援事業と予防給付のサービスには口腔機能の向上と栄養改善がある。ほとんどの事業所で、口腔機能向上サービスとして口腔ケアの指導や体操などが行われ、とくに嚥下機能の維持・向上のために健口体操やゲーム・レクリエーションなどが取り入れられている。しかし、ほとんどは利用者の自主性に依るため意欲や体調、疲労などに影響を受け易い。

ここで発想を転換し、能動的方法として機械的装置や電氣的装置による嚥下機能低下 (嚥下困難) の予防法やリハビリテーションについて考えた。摂食・嚥下機能低下の予防のための簡便な電氣器具があれば、現在行われている健口体操などに加えて、さらに予防効果が期待でき、十分に普及すると考える。当該申請者は高齢者医療施設における摂食・嚥下リハビリテーションの中で、機能的障害だけでなく、筋力低下による障害を多く経験した。口唇閉鎖不良や舌運動不良、咀嚼不良、喉頭挙上不良はそれぞれの支配神経だけでなく関連筋の筋力低下にも影響を受けていると考えられる。特に、喉頭挙上不良を多く経験したが、舌骨上筋群や咬筋などは表面からの電氣的刺激を与えやすい。市中には

さまざまな健康器具があり広く使用されているが、その中でダイエットやマッサージ器として電氣的筋肉刺激装置、いわゆる EMS が応用されている。この原理を応用すれば装置の開発は困難ではないと考える。

この電氣的筋肉刺激装置の開発は介護予防分野では実践的予防法として、また、介護分野では戦略的間接訓練法として社会に大きく貢献できると考える。

2. 研究の目的

本研究の目的は以下の3つとした。

- (1) 嚥下運動時の嚥下関連筋および咀嚼筋の筋活動量や活動パターンを明らかにする。さらに、年齢による変化を明らかにする。
- (2) 嚥下関連筋および咀嚼筋を標的にした電氣的筋肉刺激装置を試作し、応用できる刺激の大きさや周波数を探索する。
- (3) 適切な刺激の大きさや周波数、刺激パターンを試作器にプログラムし、装置使用前後の嚥下関連筋および咀嚼筋の筋活動の変化を明らかにする。

なお、嚥下関連筋として顎二腹筋前腹、咀嚼筋として咬筋および側頭筋前部を刺激部位とした。

3. 研究の方法

当初の計画概要を以下に示す。

- (1) 嚥下関連筋および咀嚼筋の筋活動計測システムの構築
- (2) 嚥下運動時および咀嚼・嚥下運動時の関連筋の筋活動量と活動パターンの解析
- (3) 嚥下関連筋および咀嚼筋筋活動の年齢、性別による影響の検定：後に変更
- (4) 嚥下関連筋および咀嚼筋を標的にした電氣的筋肉刺激装置の試作：後に変更
- (5) 試作装置使用前後の嚥下関連筋および咀嚼筋筋活動の変化の検定：後に変更
- (6) サルコペニアによる摂食・嚥下機能低下

の予防を目的とした電氣的筋肉刺激装置の完成：未完

(1) 嚥下関連筋および咀嚼筋の筋活動計測システムの構築

筋電計と顎運動計測システム、内視鏡を併用して、嚥下運動時の筋活動と下顎運動、咽頭・喉頭の動態を計測し、解析システムを改変した。

(2) 嚥下運動時および咀嚼・嚥下運動時の関連筋の筋活動量と活動パターンの解析

計測システム構築後、正常嚥下時の筋活動量と活動パターンを検証するため、成人男性1名の咀嚼・嚥下運動を計測した。試料は牛乳、ヨーグルト、パンを用いた。

この結果から、嚥下運動および咀嚼・嚥下運動時の顎二腹筋前腹、咬筋および側頭筋前部の筋活動の解析パラメータ（積分値、活動数、各筋の活動パターン、協調運動パターンなど）を決定した。

(1)のシステムでは多くの被験者の計測・解析が困難であるため、嚥下関連筋と咀嚼筋の筋活動ではなく、筋力の評価に変更した。

(3) 嚥下関連筋筋力（開口力）の性別や自立状態、嚥下機能による影響の検定

対象被験者は以下の通りであった。

自覚的および他覚的に嚥下機能に問題がない地域在住自立高齢者24名(男性3名,女性21名,平均年齢77.0±5.0歳)

回復期リハビリテーション病棟に入院する脳血管疾患を有し、経鼻胃経管

栄養もしくは嚥下障害の高齢患者 52 名（男性 25 名，女性 27 名，平均年齢 78.8 ± 8.2 歳）

嚥下関連筋である顎舌骨筋，顎二腹筋前腹，オトガイ舌骨筋は開口筋でもあり，それらの筋力として開口力を，開口力測定器 TK2014（リプト株式会社）を用いて測定した。

研究途中に，本研究の開発目的とする電氣的刺激装置の類似装置の商品化が判明したため，その装置の基本情報を応用し，研究計画の再検討を行った。また，筋肉だけでなく唾液腺も刺激できるため，口腔乾燥の対処法に適用することを目的に追加した。

(4) 電気治療器 HV-F5200（オムロン株）の適応外使用の検討（予備実験）

健常成人 5 名を対象に，市販の電気治療器 HV-F5200 を適応外使用して，顎二腹筋前腹，咬筋と唾液腺に対して 15 分間，経皮的に電気刺激し，臨床症状の変化を検証した。刺激後に，装置の使用感，安全性，主観的効果などについてアンケート調査した。なお，徳島大学病院臨床研究倫理審査委員会の承認を得て，実施した（承認番号 2555）。

(5) 電気治療器 HV-F320（オムロン株）の適応外使用の検討（予備実験）

(4)の結果，HV-F5200 の適応外使用について十分な安全性が確認できなかったため，器材を HV-F320 に変更した。同じく，健常成人を対象に，電気治療器 HV-F320 を適応外使用して，顎二腹筋前腹，咬筋と唾液腺に対して 15 分間，経皮的に電気刺激し，臨床症状の変化を検証する。刺激後に，装置の使用感，

安全性，主観的効果などについてアンケート調査する。なお，平成 29 年 3 月末に徳島大学病院臨床研究倫理審査委員会の承認を得た（承認番号 2555-1）。

(5)にて安全性を確認し，高齢被験者を対象に介入研究を行っていく予定である。

4. 研究成果

(1) 嚥下関連筋筋力（開口力）の性別や自立状態，嚥下機能による影響

開口力と有意な相関関係がみられたのは骨格筋量（SMI）（ $r = 0.578$ ， $p = 0.003$ ）（図 1）と，握力（ $r = 0.640$ ， $p = 0.001$ ）（図 2）であった。重回帰分析の結果から，開口力に影響を及ぼす因子として SMI が挙げられた。

握力検査の結果，筋力低下を示す者は 24 名中 7 名，29.1% であった。筋力低下群（ $n = 7$ ）の開口力は，筋力健常群（ $n = 17$ ）よりも有意に低い値を示した（ $p = 0.011$ ）。

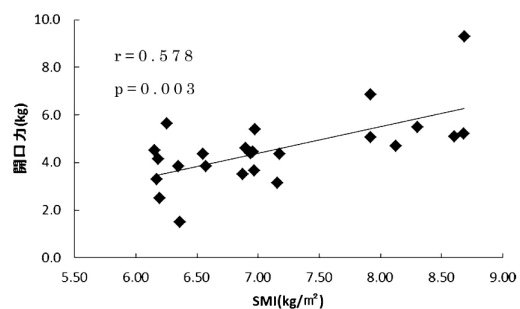


図 1 SMIと開口力の関係

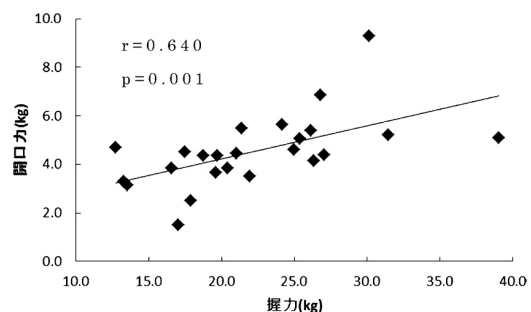


図 2 握力と開口力の関係

脳血管疾患患者の開口力（平均値）は男性 4.9kg，女性 3.21.5kg で，性差を認めた（ $p <$

0.01) 男性の年齢と開口力には有意な負の相関が認められた ($r = 0.548, p = 0.005$)。男女ともに、正常群に比べ、誤嚥あり群の開口力は有意に小さかった(ともに $p < 0.05$)。また、誤嚥のカットオフ値は男性 3.6kg, 女性 2.8kg であった。脳血管疾患患者の摂食嚥下機能と開口力には有意な相関関係が示された。

(2) 経皮的電気刺激による安全性の確認

電気治療器 HV-F5200 (オムロン株) の適応外使用による、顎二腹筋前腹、咬筋と唾液腺への 15 分間の経皮的電気刺激は、いずれの被験者にも中等度の不快症状を与えた。また、上下顎臼歯部の鈍痛も観察された。これは、パッドが広すぎてピンポイントの刺激ができないこと、通電流が想定よりも強かったことが原因と考えられた。

そのため、HV-F5200 よりもパッドが小さく、通電流が弱いオムロン HV-F320 に器材を変更した研究内容に修正した。

倫理委員会承認後、健常成人 2 名の結果は、周囲の皮膚や筋などに不快感や疲労などを与えることなく、安静時唾液量は増加した。

口腔乾燥の改善は嚥下機能に有利であり、嚥下関連筋・咀嚼筋と唾液腺への経皮的電気刺激は臨床上、嚥下機能の改善に有効である可能性が示された。今後は健常成人の被験者数を増し、対象を高齢者にまで広げ、検証する予定である。

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 1 件)

大村智也, 松山美和, ほか, 地域在宅高

齢者における骨格筋量・骨格筋力と開口力との関連性, 日摂食嚥下リハ会誌, 査読有, 19: 214-221, 2015.

[学会発表](計 3 件)

中村吉伸, 松山美和, ほか. 脳血管疾患患者における舌骨上筋群筋力と摂食嚥下機能との関連性について, 第 30 回日本口腔リハビリテーション学会, 京都市国際交流会館 (京都府・京都市), 2016 年 11 月 19, 20 日.

Miwa Matsuyama, Tomoya Omura, Akari Watanabe, Riko Kobayashi. Relationship between muscle and oral function in Japanese community-dwelling elderly. 39th Annual Conference of the European Prosthodontic Association (EPA2015), Sep. 3-5, Prague (Czech Republic). 2015.

大村智也, 小林莉子, 渡辺朱理, 前田さおり, 松山美和. 地域在住高齢者のサルコペニアの実態と口腔機能との関係, 第 28 回日本口腔リハビリテーション学会学術大会, 大阪市中央公会堂 (大阪府・大阪市), 2014 年 11 月 23, 24 日.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松山 美和 (MATSUYAMA, Miwa)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部 (歯学系)・教授

研究者番号: 3 0 2 5 3 4 6 2

(2) 研究分担者

松香 芳三 (MATSUKA, Yoshizo)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部 (歯学系)・教授

研究者番号：90243477

山村 健介 (YAMAMURA, Kensuke)

新潟大学・医歯学系・教授

研究者番号：90272822

吉村 弘 (YOSHIMURA, Hiroshi)

徳島大学・大学院医歯薬学研究部 (歯学系)・教授

研究者番号：90288845