

令和元年6月14日現在

機関番号：15301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K15855

研究課題名（和文）嚥下支援システムの開発

研究課題名（英文）Development of a system for support of swallowing function

研究代表者

村田 尚道（Murata, Naomichi）

岡山大学・大学病院・助教

研究者番号：10407546

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：【目的】本研究は、患者が独力で嚥下機能改善訓練を可能にするため、訓練法の一つである喉頭挙上支援手技を機械化した喉頭挙上訓練支援システムを開発した。

【方法および対象】臨床的に行われている嚥下機能訓練を再現するために、必要な力（出力）および動作（動作範囲）について計測し、システムを設計した。

【結果および考察】喉頭挙上の支援に必要な要件を元にシステムの設計は、通常8-10[N]の力で挙上を支援し、過度な力が加わると支持部が下降するように安全機構を組み込んだ。支持部は最大40mm/secの速度で上下移動可能であり、嚥下時喉頭挙上に追隨して最大挙上時に支持できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で作成した嚥下支援システムは、実際に臨床的に行われている訓練の動作を模倣が可能であった。本システムを利用することで、嚥下機能の低下した高齢者などの訓練を自動的に行うことが可能であり、摂食嚥下障害を改善することで健康な生活を支援することに寄与できると考えられた。また、システムを改良することで、嚥下動作（喉頭挙上）の測定も可能と考えられ、訓練による改善度や機能低下の指標が判断できると考えられた。

研究成果の概要（英文）：[Purpose] This study developed a laryngeal elevation training support system that mechanized laryngeal elevation support techniques, which is one of the training methods, to enable patients to practice swallowing function improvement training on their own.

[Methods and Subjects] We designed the system by measuring the required force and motion (operating range) to reproduce the clinically performed swallowing function training.

[Results and Discussion] Based on the requirements for laryngeal elevation support, the system design usually supports elevation with a force of 8 to 10 [N], and the support falls when excessive force is applied. So as to incorporate a safety mechanism. The support was able to move up and down at a speed of up to 40 mm / sec, and was able to support the maximum elevation following the laryngeal elevation during swallowing.

研究分野：障害者歯科

キーワード：摂食嚥下障害 健康増進 喉頭挙上 嚥下訓練 システム化

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

摂食嚥下機能は、日常生活における重要な機能であるとともに、食事をすることは重要な楽しみの一つでもある。しかし、要介護高齢者は筋機能の低下によって摂食嚥下障害（以下、嚥下障害）を生じ、食物や飲料の誤嚥や窒息を生じることがある。嚥下障害によって生命活動に必要な栄養や水分摂取が困難になると、低栄養・脱水状態となり、疾病への罹患率の増加・入院期間の延長、死亡率の増加など健康面を大きく害することになる。嚥下障害の原因となる嚥下機能の低下を早期に発見し、適切な予防や機能改善を図ることは健康長寿社会の実現のためにも必要となっている。(図1)

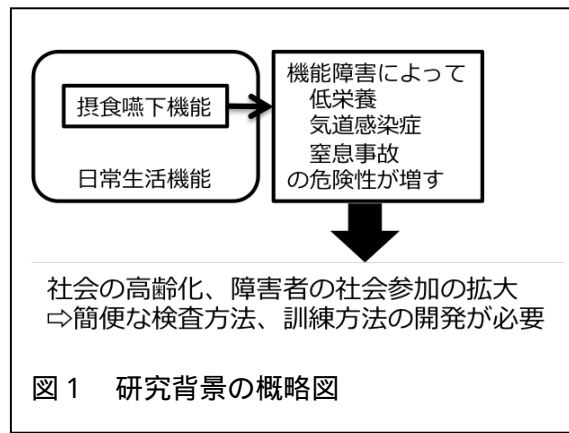


図1 研究背景の概略図

2. 研究の目的

嚥下障害を早期発見し、嚥下機能の訓練効果を判定するためには、嚥下機能を客観的に評価するため数値化することが必要である。また、摂食嚥下障害を治療するために、様々な嚥下機能評価方法・訓練方法が開発されているが、その中でも簡便な方法として嚥下時の喉頭挙上を評価する方法（反復唾液嚥下テスト：RSST）がある。喉頭挙上動作は、嚥下動作の中で食塊が咽頭を通過するとき、喉頭が反転して食塊の喉頭侵入を防ぐだけでなく、食塊が食道へと移送する際の食道入口部開大にも影響している(図2)

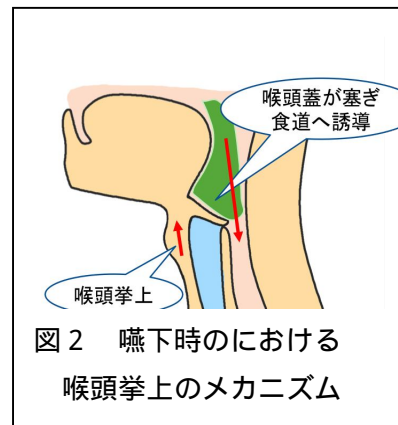


図2 嚥下時における喉頭挙上のメカニズム

喉頭挙上動作を促す訓練方法として、喉頭隆起を上方へと押し上げることによって、喉頭挙上を促すとともに、挙上した状態を維持することで食道入口部の開大を促す方法がある（メンデルソン手技）。

喉頭挙上機能を改善することは、食塊の喉頭侵入、誤嚥を予防し、食道への移送を促すことにつながると考えられる。今回、喉頭挙上を測定し、挙上低下している場合には訓練を自動的に行う装置（嚥下支援システム：図3）を開発し、摂食嚥下障害を改善することで健康な生活を支援することに寄与できると考えられる。

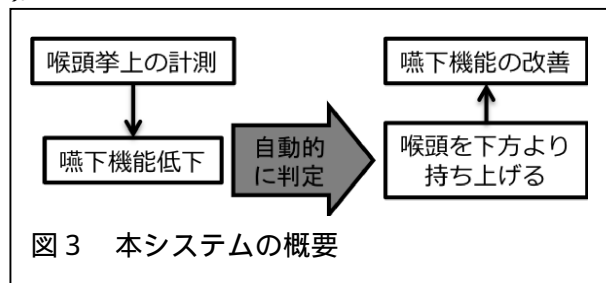


図3 本システムの概要

3. 研究の方法

(1) システム要件の検討

嚥下機能に問題のない成人ボランティア5名（平均年齢23.6歳）を対象とした。喉頭を保持するときの圧力と挙上させる方向・距離について計測を行った。試行回数は、5回として、平均値を算出した。

喉頭にかかる圧力については、圧力センサー（Interlink Electronics 社製 FSR400 Shor）を用いた。喉頭挙上時の動作計測については、手指にポジションマーカを貼付し、カメラ（ロジクール社製 HDウェブカム C615）で撮影した。圧力および動作計測の結果は、PC（Microsoft 社製 Surface Pro4）にて記録した。

(2) システムの設計

喉頭挙上を保持する部分（保持部）には、適度な硬さが必要であるため材質は、ABS樹脂で作製した。形状は喉頭隆起を左右から支える指の形を模倣し、3Dプリンタ（Makerbot 社製）を用いた。保持部を上下方向へ移動させ

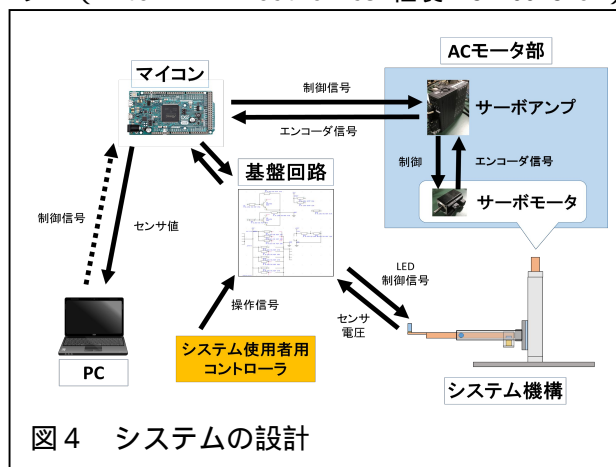


図4 システムの設計

る機構は、モーターおよびシャフトを用い、マイコンで制御した(図4)。また、設計したシステムが喉頭挙上の支持を行うために必要な条件の再現性について検討した。

4. 研究成果

(1) システム要件の検討(図5)

喉頭保持・挙上時に加わる圧力は、平均 $10.3 \pm 0.6\text{N}$ (9.29-11.51、中央値 10.37N) であった。挙上距離は、被験者・訓練実施者によって差が見られたが、40mm を越えた者はいなかった。

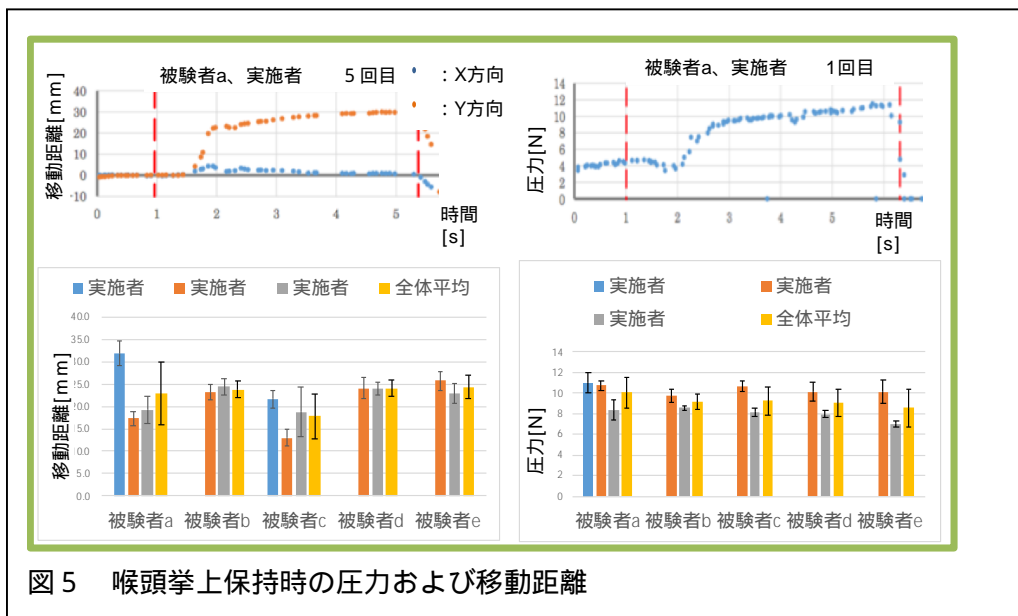


図5 喉頭挙上保持時の圧力および移動距離

(2) システムの設計

(1)の結果を元に、システムの設計は、通常 8~10[N]の力で挙上を支援し、15[N]以上の過度な力が加わると、支持部が下降するように安全機構を組み込んだ。支持部は最大 40mm/sec の速度で上下移動可能であり、タイミング提示用スイッチが押されている間、嚥下時喉頭挙上に追従して最大挙上時に支持できるように設計した。また PC と接続して使用することで、作動中の支持部に働く負荷の大きさや、支持部の移動距離等を記録することができるように設計した。システムを用いた計測結果より、再現性が確認された(図6)。

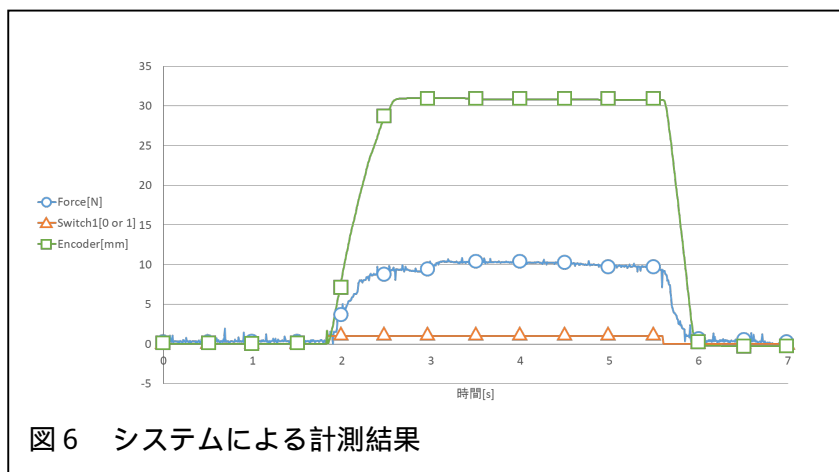


図6 システムによる計測結果

今後は、本システムの実効性を調査するため、嚥下造影検査で用いる X 線テレビ装置を用いた客観的な判定を行い、システムの実用化に向けた改良方針を検討する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

村田尚道:【写真で見ると診るフィジカルアセスメント力 UP 身体症状からわかる栄養状態の押さえどころ 43】 口腔. Nutrition Care,10(5):435-442,2017.
<http://www.medica.co.jp/> 査読なし

村田尚道, 森松博史, 民井亨, 外山裕章: 術後経口摂取再開の指標について. 臨床麻酔, 40(7): 435-442, 2016. 査読なし

[学会発表](計5件)

Keisuke Nagata, Akio Gofuku, Naomichi Murata, Masahiko Egusa, Takayuki Konishi, Jumpei Fujita: Development of a Robotic Mendelsohn Procedure for Improving Swallowing Function. 12th ICME International Conference on Complex Medical Engineering, 2018.

村田尚道、永田恵祐、古西隆之、藤田隼平、五福明夫、江草正彦: 嚥下機能の評価および支援システムの開発(第三報). 第24回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2018.

村田尚道: 摂食嚥下障害の気付き. 中国地域歯科医療管理学会, 2018.

村田尚道: 医工連携で嚥下機能を支援する. スーパー大学院 2018 歯科医療フォーラム, 2018.

村田尚道、永田恵祐、古西隆之、藤田隼平、五福明夫、江草正彦: 嚥下機能の評価および支援システムの開発(第二報). 第23回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2017.

村田尚道、永田恵祐、古西隆之、藤田隼平、五福明夫、江草正彦: 嚥下機能の評価および支援システムの開発(第一報). 第23回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2017.

[その他]

村田尚道: 嚥下の基礎知識 嚥下機能障害と嚥下リハビリテーション. 岡山県幸福な長寿社会実現事業・食品開発支援プロジェクト 医療・食品産業交流サロン, 岡山市, 2018.9.28.

村田尚道: 嚥下障害患者へのOD錠の利点抹消血管治療研究会 VTE フォーラム in OKAYAMA. 岡山市, 2018.5.18.

村田尚道: 口から食べることの支援について. 在宅医療・介護・福祉連携推進研修会. 笠岡市, 2018.12.4

村田尚道: 医工連携で嚥下機能を支援する. スーパー大学院 2018 歯科医療フォーラム, 岡山市, 2018.9.17.

村田尚道: 摂食・嚥下について. 平成29年度岡山県老人保健施設協会栄養士部会 第1回研修会. 岡山市, 2017.8.19

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 五福 明夫

ローマ字氏名: Akio Gofuku

所属研究機関名: 岡山大学

部局名: 大学院ヘルスシステム統合科学研究科

職名: 教授

研究者番号(8桁): 20170475

研究分担者氏名: 江草 正彦

ローマ字氏名: Masahiko Egusa

所属研究機関名: 岡山大学

部局名: 大学病院

職名：教授

研究者番号(8桁): 90243485

(2)研究協力者

研究協力者氏名：永田 恵祐

ローマ字氏名：Keisuke Nagata

研究協力者氏名：古西 隆之

ローマ字氏名：Takayuki Konishi

研究協力者氏名：藤田 隼平

ローマ字氏名：Jumpei Fujita

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。