

令和 6 年 5 月 24 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K19321

研究課題名（和文）頸椎固定時頸部アライメントと摂食嚥下機能の連関を基盤とした新規嚥下リハの開発

研究課題名（英文）Development of a novel swallowing rehabilitation based on association between cervical alignment and swallowing function during cervical fusion.

研究代表者

宮城 翠（Miyagi, Midori）

東北大学・医学系研究科・助教

研究者番号：70866574

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：嚥下リハビリテーションにおいて高齢者では頸部可動性に制限があり、問題となる場合が多い。本研究では頸部可動性の制限が出る頸椎固定術後の嚥下障害要因として、術前の頸椎角度が術後嚥下障害と連関していた。また、術後嚥下障害の要因と術前要因の連関を解明すべく、近年高齢化している待機的心術後の患者を対象に解析を行ったところ、術前栄養状態が術後嚥下障害発症に寄与していた。これらのことから、嚥下障害には患者の潜在的な因子が寄与する可能性に着目し、環境因子に目を向けた。嚥下障害の環境因子として大きな嚥下調整食品の中でもとろみを再現性高く調整するために、簡易とろみ測定器を開発し、特許取得に至った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、高齢者の嚥下障害における頸部可動域制限に着目し様々な分野で成果を得た。これまで頸椎固定術後嚥下障害の発症は術中・術後因子が挙げられていたが、術前の頸椎角度により咽頭面積の狭い状態が、術後嚥下障害発症因子になることが明らかとなった。更に高齢者は外科的介入後に、潜在的な嚥下機能の脆弱性が顕在化する可能性も示唆された。この2つの事から嚥下障害と潜在的な問題点に注目し、嚥下調整食品の問題点を抽出した。嚥下調整食品の中でもとろみは作成者や施設によってバラツキがあることが問題となった。そこで、簡易的にとろみ濃度を数値化出来るトロマドラーを作製し、介護の現場での活用をめざしている。

研究成果の概要（英文）：Restriction of cervical mobility is often a problem in older patients during swallowing rehabilitation. In this study, preoperative cervical spine angle was associated with postoperative dysphagia. In addition, to elucidate the relationship between postoperative dysphagia and preoperative factors, we analyzed patients with undergone cardiovascular surgery, and found that preoperative nutritional status contributed to the development of postoperative dysphagia. Based on these findings, we focused on the possibility that latent patient factors may contribute to dysphagia and turned our attention to environmental factors. In order to reproducibly adjust thickening, which is one of the major environmental factors for dysphagia, we developed and patented a simple thickening measuring device.

研究分野：リハビリテーション

キーワード：嚥下障害 頸椎固定術 栄養 とろみ調整食品 粘度

### 1. 研究開始当初の背景

超高齢化社会において摂食嚥下機能障害（嚥下障害）への効果的な治療方法の開発は喫緊の課題である。本邦の死因上位の肺炎による死亡者のうち 90%以上は高齢者であり、多くは嚥下障害による誤嚥性肺炎と言われている。高齢者における嚥下障害の原因は多岐にわたるが、その一つとして加齢による頸部可動性の制限が挙げられる。頸部可動性の制限の原因としては主に 頸部周囲軟部組織(筋肉、皮膚等)の拘縮、頸椎の変形による頸椎アライメント不良の2点があげられる。現在、嚥下リハビリテーション(嚥下リハ)で頸部可動性の制限に対する訓練として、頸部周囲筋にアプローチする手技が普及しているが、その訓練に伴いどの程度嚥下機能が改善されるのかは不明である。

一方で、同じく頸部可動性が制限される状態として、後頭骨と頸椎を観血的に固定する後頭頸椎固定術（Occipitocervical fusion、略称 OCF）や halo-vest をはじめとする体外的に頸椎を固定する頸椎装具がある。どちらも手術や装具装着に伴い、嚥下障害を生じることが報告されている(Hong et al, *N Engl J Med* 2017; Bradley et al, *J.Trauma* 2011; Stambolis et al, *Dysphagia* 2003)。特に OCF では、現在までに術前と比した術後の頸椎アライメントの変化、具体には後頭-第二頸椎角度(O-C2 angle)の減少が術後嚥下障害を発生させる原因とされている(Miyata et al, *Spine J* 2009)。しかしながらこの頸椎アライメントが嚥下機能に与える影響及び機序は未だ明らかになっていない。

### 2. 研究の目的

頸部可動性に制限を生じる後頭頸椎固定術後及び頸椎装具装着患者における嚥下機能及び嚥下障害重症度を明らかにし、更に嚥下障害を引き起こす頸椎アライメントとその角度、また、その他の嚥下障害重症度規定因子を明らかにすることを目的とした。更に、この結果をもとに高齢者を含めた頸部可動性に制限を認める嚥下障害患者に対する効果的な嚥下リハビリテーション手技開発を目的とした。

### 3. 研究の方法

#### (1) 頸椎固定術後患者における術後嚥下障害発症要因の解明

OCF 術後患者を対象に頸椎固定装具装着における嚥下障害重症度 Functional Oral Intake Scale (FOIS)の規定、嚥下機能の評価を行った。その結果により嚥下障害群、非嚥下障害群に分類し、表 1 に示す方

計測する頸椎アライメント	計測方法
O-C2 angle	McGregor's line (硬口蓋の後縁と後頭骨カーブの最も膨らんでいる部分を結んだ線)とC2椎体下縁のなす角
C2-C6 angle	C2椎体下縁とC6椎体下縁のなす角
nPAS (the narrowest pharyngeal airway space)	口蓋垂と喉頭蓋の間の最も狭い咽頭前後距離
PIA (pharyngeal inlet angle)	McGregor's lineとC1椎体前弓の中心点と頸椎弯曲カーブの最も突出した点を結んだ線のなす角

表 1. 各頸椎アライメントの計測方法

法で頸椎アライメントを計測、また患者背景の抽出を行い嚥下障害群、非嚥下障害群にて比較検討を行い、更に多重ロジスティック回帰分析を用いて多変量解析を行った。

#### (2) 心臓血管術後の嚥下障害の要因と術前因子についての連関

(1)の結果をもとに、外科的手術後の嚥下障害と術前要因についての連関を解明すべく、高齢の心臓血管術後の嚥下障害と術前因子について、待機的開心術を施行された184名の高齢者を対象に後方視的解析を実施した。

### (3) 簡易的とろみ測定器

(1)、(2)の研究成果に基づき、嚥下障害には患者の潜在的な身体的因子が大きく影響を与える可能性について示唆された。このことから、更に患者の潜在的な環境因子にも目を向けた。摂食嚥下リハビリテーションのうち、病院のみならず家庭や介護の現場でも広く普及しているのが、嚥下調整食品である。なかでも水分に粘性を付与するとろみは内服や水分補給の際にも用いるため、食事よりも口にする回数が多い。にもかかわらず、とろみは施設ごとや作成する個人によってバラつきがあることが世界的にも問題となっている。そこで、とろみの程度を簡易的に数値化出来る機器の開発に至った。

## 4. 研究成果

### (1) 頸椎固定術後患者における術後嚥下障害発症要因の解明

先行研究では、頸椎固定術後の術後嚥下障害の要因として術後の要因が言われていたが、本研究では術前の頸椎角度が術後の嚥

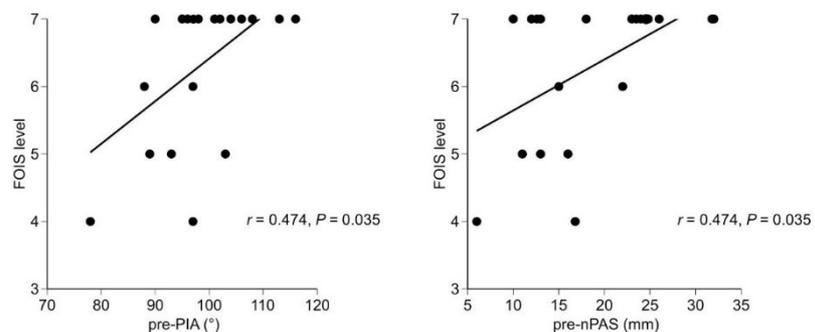


図1. 術前の頸椎角度と、術後の嚥下障害重症度との相関

下障害重症度 FOIS の規定因子となった。つまり患者の潜在的な内的要因が術後の嚥下障害に関与することが明らかとなった(図1)。

### (2) 心臓血管術後の嚥下障害の要因

先行研究では術中因子と術後の嚥下障害についての連関が言われていたが、本研究では気管挿管の期間及び集中治療室滞在日数、更に術前の Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI) が術後嚥下障害発症と嚥下障害重症度に連関するという結果になった。自立した生活を送っている高齢者の中にも潜在的に嚥下障害を抱えている可能性が示唆されており、潜在的な嚥下障害低栄養を引き起こしている可能性がある。その状態に心臓血管手術という侵襲が加わり、嚥下障害が顕在化した可能性が考えられた。

### (3) 簡易とろみ測定機器の開発

現在までに簡易的にとろみを計測する方法として、ラインスプレッドテストとシリンジ法がある。ラインスプレッドテストは測定板にリングを置き、そこに液体を注入してリングを持ち上げ、試料のひろがり进行评估する。異なる種類のとろみ調整食品を測り分けられないというデメリットがある。

また、シリンジ法は 10m l のシリンジを用いて、シリンジに入れた液体を自然滴下させたあとの残りを計測する方法で、短時間で行えますが、そもそもシリンジが家庭で入手できないことや、うすいトロミしか異なる種類のとろみ調整食品をはかり分けられないというデメリットがある。

今回我々は JIS 規格の液体の粘度測定方法に準規し、直流モーターの特性を利用した、簡易とろみ度測定器トロマドラ<sup>®</sup>の開発をした(図 2・3)。仕組みとしては、直流モーターの直結したローターがある粘性を持った試料の中で回転する事で、モーターにかかるトルクが増加する。直流れモーターはトルクが増加すると比例して電機子電流も増加する特性があるため、粘性によってかかったトルクに比例して、電機子電流が増え、その電流を測定することにより、粘性を評価できる、という仕組みである。

このトロマドラ<sup>®</sup>は、温度によって変化するとろみの粘度を測り分けることができ(図 4) さらに異なるとろみ調整食品・異なる溶媒を用いた液体の測り分けも可能であり、特許取得にもいたった(特開 2021-071398)。

## 直流(DC)モーターの特性を利用した新しい粘度測定機器の開発

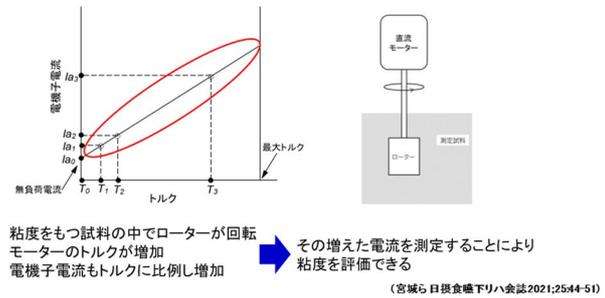


図 2. 直流モーターの特性

## DCモーター特性を利用した簡易測定機器 (トロマドラ<sup>®</sup>)



図 3. トロマドラ<sup>®</sup>の実際の写真

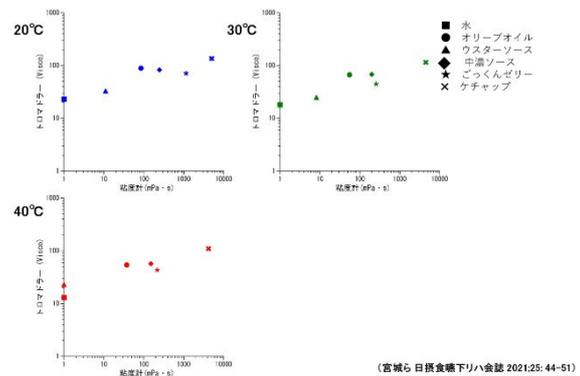


図 4. 異なる試料の温度による測り分け

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Miyagi M, Okuma S, Nunoi Y, Kawada K, Fujii T, Ebihara S	4. 巻 24
2. 論文標題 Impact of preoperative nutritional status on postoperative dysphagia after elective cardiovascular surgery in older adults	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Geriatr Gerontol Int	6. 最初と最後の頁 242 - 244
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ggi.14810	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 宮城翠、海老原寛	4. 巻 142
2. 論文標題 【ヘルス・フードテックの未来展望-栄養・食の課題解決に挑み健康社会をつくる】嚥下調整食作成に有用な簡易粘度測定機器の開発	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 臨床栄養	6. 最初と最後の頁 53 - 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 宮城翠	4. 巻 191
2. 論文標題 嚥下調整食（とろみ）をつくるときに役立つ食品や道具	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nutrition Care	6. 最初と最後の頁 125 - 128
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miyagi M, Takahashi H, Sekiya H, Ebihara S	4. 巻 12
2. 論文標題 Role of preoperative cervical alignment on postoperative dysphagia after occipitocervical fusion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Surgical Neurology International	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.25259/SNI_547_2021	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Ebihara S, Otsubo Y, Miyagi M	4. 巻 21
2. 論文標題 Role of physical therapists and aromatherapy for fall prevention in older people: A narrative review.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geriatric Gerontology International	6. 最初と最後の頁 445-450
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ggi.14165.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 関谷 秀樹, 福生 瑛, 細野 祥子, 綱 由香里, 狩野 修, 岩波 よう子, 佐々木 まどか, 宮城 翠, 海老原 覚	4. 巻 14
2. 論文標題 摂食嚥下支援加算のための摂食嚥下チームの作り方(第4回) 東邦大学大森病院・嚥下チームは、なぜ仲よしか?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nutrition Care	6. 最初と最後の頁 1174-1179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 海老原 覚, 宮城 翠, 伊豆蔵 英明, 三田 乃理子, 大國 生幸	4. 巻 49
2. 論文標題 【呼吸リハビリテーションの新しい展開】呼吸リハビリテーションの展開	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 総合リハビリテーション	6. 最初と最後の頁 1035-1038
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 海老原 覚, 宮城 翠, 鶴岡 広, 原田 孝, 海老原 孝枝	4. 巻 30
2. 論文標題 【高齢者リハビリテーションの羅針盤-治し、支える医療の実践】科学的介護情報システム「LIFE(ライフ)」	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 1294-1300
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 中村 芽以子, 関谷 秀樹, 太田 和美, 山屋 恵美子, 宮城 翠, 海老原 覚	4. 巻 14
2. 論文標題 摂食嚥下支援加算のための摂食嚥下チームのつくり方(第3回) 嚥下チームで活躍する管理栄養士に!	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Nutrition Care	6. 最初と最後の頁 1080-1084
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 海老原 覚, 新井 義朗, 杉澤 樹, 岩波 裕治, 小椋 涼治, 鈴木 孝彦, 入部 春介, 黒田 悠加, 中尾 馨子, 佐藤 直文, 竹村 あやめ, 大国 生幸, 伊豆蔵 英明, 宮城 翠, 大坪 優太, 海老原 孝枝	4. 巻 39
2. 論文標題 誤嚥性肺炎と咳反射をめぐるあらたな展開	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 呼吸器内科	6. 最初と最後の頁 513-517
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ebihara Satoru, Miyagi Midori, Otsubo Yuta, Sekiya Hideki, Ebihara Takae	4. 巻 -
2. 論文標題 Aspiration Pneumonia: A Key Concept in Pneumonia Treatment	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Internal Medicine	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2169/internalmedicine.6576-20	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 宮城翠, 海老原覚	4. 巻 3
2. 論文標題 高齢者摂食嚥下リハビリテーションにおける嚥下調整食最前線	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 老年内科	6. 最初と最後の頁 158-163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 宮城翠, 海老原覚	4. 巻 58
2. 論文標題 適切な嚥下調整食作成のための新技術	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine	6. 最初と最後の頁 45-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2490/jjrmc.58.48	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 宮城翠, 森本博, 海老原覚	4. 巻 25
2. 論文標題 臨床現場で実用可能なマドラー型粘度測定機器の開発	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌	6. 最初と最後の頁 44 - 51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32136/jsdr.25.1_44	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 宮城翠	4. 巻 60
2. 論文標題 高齢者摂食嚥下障害の新しい包括的リハビリテーション	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geriatr Med	6. 最初と最後の頁 1029 - 1032
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件(うち招待講演 4件/うち国際学会 1件)

1. 発表者名 Midori Miyagi
2. 発表標題 New device for food modification in dysphagia
3. 学会等名 IAGG Asia/Oceania Regional Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 宮城翠
2. 発表標題 Osteosarcopenia解析を基盤としたポジショニング制御による高齢者摂食嚥下障害治療戦略
3. 学会等名 第64回日本老年医学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮城翠、海老原覚
2. 発表標題 高齢者摂食嚥下の包括的リハビリテーション医療
3. 学会等名 第64回日本老年医学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮城翠、佐々木まどか、寺岡仁美、大国生幸、関谷秀樹、藤井毅郎、山崎香代、中村芽衣子、海老原覚
2. 発表標題 心臓血管外科術後患者における周術期の栄養状態と術後嚥下障害との連関の検討
3. 学会等名 第28回日本摂食嚥下リハビリテーション学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宮城翠，海老原覚
2. 発表標題 包括的摂食嚥下リハビリテーションにおける嚥下調整食の新展開
3. 学会等名 第 58回日本リハビリテーション医学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮城翠
2. 発表標題 嚥下調整食を用いたリハビリテーション：とろみ定量化の新技術とポジショニング
3. 学会等名 第44回日本嚥下医学会総会ならびに学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮城翠
2. 発表標題 高齢者の適切な嚥下調整食作成のための新技術
3. 学会等名 第62回日本老年医学会学術集会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------