

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：35309

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K16264

研究課題名(和文)物性調整された検査食を用いた嚥下動態解析

研究課題名(英文)Changes in swallowing dynamics associated with different food properties

研究代表者

永見 慎輔(Nagami, Shinsuke)

川崎医療福祉大学・医療技術学部・助教

研究者番号：60744042

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：物性を厳密に規格化した嚥下造影検査食の嚥下パターンには一定の傾向があるものの、「どのような所見によって」、「どのような食品」の経口摂取が困難となるのかを明らかにすること出来なかった。しかし、嚥下造影検査の定量解析で得られたデータを嚥下モニターに反映し、精度向上のアルゴリズムを開発した。嚥下モニターを用い、慢性閉塞性肺疾患(COPD)患者における嚥下と呼吸の整合性を検証するための観察研究を行った。ゼリー嚥下時に吸息が発生する頻度が高い患者群は急性増悪しやすい(Nagami et al 2017)ことを明らかにした。嚥下しやすいとされる食品の嚥下前後の吸息頻度がCOPD増悪と関連することを示した。

研究成果の概要(英文)：We hypothesized that swallowing dynamics are modified by underlying pathophysiology of dysphagic patients and such alterations of swallowing dynamics determine the appropriate food properties. but, We could not show a criterion of causal relationships. The data obtained so far are reflected on the swallowing monitor - and an algorithm for improving accuracy has been developed.

Impaired coordination between breathing and swallowing (breathing-swallowing discoordination) may be a significant risk factor for the exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). We examined breathing-swallowing discoordination in patients with COPD using a non-invasive and quantitative technique and determined its association with COPD exacerbation. Breathing-swallowing discoordination is strongly associated with frequent exacerbations of COPD.

研究分野：摂食嚥下障害

キーワード：摂食嚥下

## 1. 研究開始当初の背景

嚥下障害は多くの疾患で引き起こされるが、疾患別の嚥下動態は多くが解明されていない。そのため、我が国における嚥下障害診療は複雑化している。特に高齢者では、摂食嚥下機能の低下に関連する誤嚥性肺炎が多いことが報告されている。さらに誤嚥性肺炎は患者の予後を悪化させる。この悪循環を断ち、嚥下障害の重症化を防ぐ上で、重要な因子の一つが早期の経口摂取再開である。そのためには、迅速且つ包括的に摂食嚥下リハビリテーションによる介入を行う必要がある。摂食嚥下リハビリテーションには様々な方法論が用いられているが、第一に優先すべきは実際に食品を嚥下する「直接嚥下訓練」である。しかしながら、高齢になるごとに嚥下機能は低下することが報告されており胃瘻造設の問題を含め、嚥下障害は深刻な社会問題となっている。そのような患者に嚥下調整食を提供する場合、常食をミキサーにかけたり、ゲル化剤を加えて固形化したり等、形態を調整する必要がある。近年、嚥下調整食の客観的な指標として、嚥下食ピラミッドや特別用途食品えん下困難者用食品許可基準があり、これらは物性と形態が定義されている。どの段階の食事を提供するのかを判断する際には、画像診断を行うことが最も適切な方法とされている。物性調整された嚥下造影検査食を用いて発声発語器官の嚥下運動を明らかにする必要がある。これによって嚥下調整食の提供が、患者に即した食品から、より適した食品へとステップアップする。つまり VF 検査食を規定し、発声発語器官の動きを解析することで、より嚥下しやすい食品が検討できると考える。

## 2. 研究の目的

嚥下動態の差を明らかにすることで、嚥下障害に伴う食事制限からの脱却に繋げる。食べられない食品を探索するのではなく、食べることが出来る食品を増やすためのアプローチを探索することであった。動態解析によって目的の達成が難しい場合、呼吸器疾患の摂食・嚥下障害患者に対して、呼吸 嚥下パターンを測定し、嚥下と呼吸の整合性と介護食の関係性を明確にする。

## 3. 研究の方法

嚥下造影検査における発声発語器官の動態解析を行う。食塊を中心に一定の基準を設け、上記を同一の時間軸で検証した。

### 【発声発語器官の解析、食塊の解析】

#### (1) パラメーター計測

L0、L2、L3、液体嚥下時の発声発語器官についてパラメーターを計測する。

L0、L2、L3、液体嚥下時の食塊の速度、時間的な位置等計測した。

今回の研究では、解析には動画像からあらゆる動きを座標化する必要がある。そこで 2

次元運動解析ソフトウェアを使用し、発声発語器官、検査食の速度等、時相解析を行う。時相解析を行うにあたり舌骨の移動距離及び運動速度、喉頭挙上の距離と運動速度を調査した。

#### (2) 計測の定量化

食塊が下顎枝を通過してから舌骨の挙上開始までの時間 (STD)、舌骨の挙上開始から安静時に復帰するまでの時間 (PRD)、造影剤の先端が梨状陥凹に到達してから、喉頭挙上が最大位に達するまでの時間 (LEDT) の測定を行った。さらに舌骨の運動速度、食塊の先端、後端の嚥下反射中の速度、上記に挙げたパラメータとの時間的な位置関係を対応させた。

食塊の口腔、咽頭通過時間 (OTT, PTT) の延長や口腔や咽頭への食物残留 (ORES, PRES) に関して評価を行い、定量的に口腔・咽頭残留量 (OR, PR) を評価する。それらのパラメーターから嚥下効率 (OPSE) を評価した。

#### (3) 同時解析

発声発語器官と、食事形態の解析を L0、L2、L3、液体で同一の時間軸で座標に基準点を設定し、軌跡の変化から食事形態によって発声発語器官の動きが異なることを明らかにした。

#### (4) 研究が計画通り進まないときの対応

嚥下動態の解明が計画通りに進まなかったため、嚥下活動の長時間無拘束モニタリング装置 (特許 5353479 号 嚥下活動モニタリング装置、嚥下活動モニタリングシステム、生体情報記録装置および嚥下活動モニタリングプログラム) を併用し、嚥下呼吸、吸息相で起こる嚥下の割合、嚥下後吸息相が再開するまでの潜時の情報を追加し、「テララモード嚥下調整食」の探索を進めた。

## 4. 研究成果

研究代表者は様々な疾患の摂食嚥下障害者に対して、物性調整された検査食を用いて嚥下造影検査を行い、検査食別の嚥下動態の特徴を検証した (永見 他 2016)。しかし、物性を厳密に規格化した嚥下造影検査食の嚥下パターンには一定の傾向があるものの、「いつ」、「どのような所見によって」、「どのような食品」の経口摂取が困難となるのかを明らかにすることが出来なかった。これに対し、嚥下音・喉頭変位・呼吸運動の 3 要素間の相互関係で嚥下活動を認識する、無拘束長時間嚥下活動記録解析システムを開発し、慢性閉塞性肺疾患 (COPD) 患者における嚥下と呼吸の整合性を検証するための観察研究を行った。その結果、ゼリーとペーストの嚥下時に吸息が発生する頻度が高い患者群は急性増悪しやすい (図 1) (Nagami et al 2017) ことを明らかにした。しかし、呼吸 嚥下パターンの吸息頻度が増加する因果関係は明確にならなかった。今後は、食品の特性と呼

吸 嚥下パターンの関連を明らかにする研究を計画する必要がある。さらに、シーティングや頭頸部の姿位、肺機能等と呼吸 嚥下パターンを検証し、最良の嚥下を探索する必要がある。

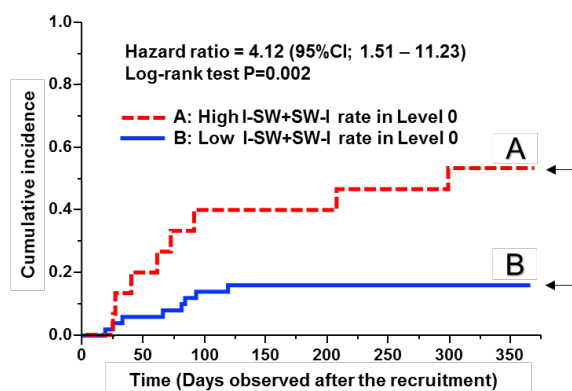


図1. A. LO 検査食嚥下時の I-SW/SW-I 頻度が多い群。B. LO 検査食嚥下時の I-SW/SW-I 頻度が少ない群。I-SW/SW-I pattern の頻度が多い群が増悪しやすい。

#### 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 8 件)

Using Machine Learning and a Combination of Respiratory Flow, Laryngeal Motion, and Swallowing Sounds to Classify Safe and Unsafe Swallowing. Inoue K, Yoshioka M, Yagi N, Nagami S, Oku Y. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 1-1. 10.1109/TBME.2018.2807487, IEEE. [査読有り]

Clinical Benefits of Videofluoroscopic Examination of Swallowing Using Texture Modified Test Food. Nakajima A, Nagami S, Yamagata Y, Kayashita J. EC NUTRITION. 13.1(2018): 24-31. [査読有り]

Inappropriate Timing of Swallow in the Respiratory Cycle Causes Breathing-Swallowing Discoordination. Yagi N, Oku Y, Nagami S et al. Front Physiol. 2017 Sep 22;8:676. [査読有り]

Breathing-swallowing discoordination is associated with frequent exacerbations of COPD. Nagami S, Oku Y, Yagi N et al. BMJ Open Respiratory. 4(1) e000202 2017 [査読有り]

脳血管性認知症患者の認知機能障害と摂食嚥下障害の関連 - 嚥下造影画像の定量的分析から. 福永 真哉, 池野雅裕, 時田春樹,

永見 慎輔. 川崎医療福祉学会誌 2017 年 27(1)139-146 [査読有り]

物性調整した食品別の嚥下動態の相違と適切な嚥下調整食選択への応用

永見 慎輔, 八木 直美, 魚住 龍史, 山縣 誉志江, 田中 信吾, 伊藤 圭子, 平位 知久, 延原浩, 森田 智視, 高橋 良輔, 栢下 淳, 越久 仁敬. 嚥下医学 5(2) 206-213 2016 年 [査読有り]

呼吸器疾患にける嚥下障害の病態生理  
越久仁敬, 永見 慎輔. 呼吸器内科 29(2) 155-159 2016 年 2 月【査読なし】【招待あり】

A non-invasive swallowing measurement system using a combination of respiratory flow, swallowing sound, and laryngeal motion. Yagi N., Nagami S., Lin M.-K et al Medical & Biological Engineering & Computing 1-17 2016 年 [査読有り]

[学会発表](計 3 件)

Noninvasive Assessment of Swallowing Function by Sound Frequency Analysis  
Yagi N, Nagami S, Ueno et al. IEEE EMBC 2015 年 8 月

嚥下音・喉頭変位・呼吸圧データに基づく嚥下障害判定の検討. 井上 勝文, 吉岡 理文, 八木 直美, 永見 慎輔, 上野 博司, 越久 仁敬. JSDNNM 2016 年 10 月

物性調整した食品別の嚥下動態の相違と適切な嚥下調整食選択への応用. 永見 慎輔, 八木 直美, 魚住 龍史, 山縣 誉志江, 田中 信吾, 伊藤 圭子, 平位 知久, 延原浩, 森田 智視, 高橋 良輔, 栢下 淳, 越久 仁敬. 第 39 回嚥下医学会 2016 年 2 月

[図書](計 4 件)

リハ栄養からアプローチするサルコペニアバイブル.  
永見 慎輔 (担当:共著, 範囲:医原性サルコペニア)日本医事新報社 2018 年 1 月  
ISBN:4784947264  
総頁数 220 頁、担当範囲 101 106 頁

臨床栄養 摂食嚥下障害へのアプローチ - 機能評価を嚥下調整食, 栄養指導につなぐ。

永見 慎輔 (担当:共著, 範囲:適切な嚥下調整食を提供するために 言語聴覚士と管理栄養士の連携)医歯薬出版 2017 年 9 月  
総頁数 754 頁、担当範囲 696-697 頁

リハビリテーション栄養 UPDATE - 医原性サルコペニアの廃絶をめざして  
永見 慎輔 (担当:共著, 範囲:リハビリテーション栄養における言語聴覚士の「これま

で」と「これから」)  
医歯薬出版 2017年 ISBN:4910093200873  
総頁数 総頁数 270 頁、担当範囲 172-175 頁

高齢者の栄養ケア Q&A55  
永見慎輔 (担当:分担執筆, 範囲:嚥下障害  
の間接訓練って何?)  
メディカ出版 2016年4月  
ISBN:978484045715-6  
総頁数 156 頁、担当範囲 54-55 頁

〔産業財産権〕

出願状況 (計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況 (計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

永見 慎輔 (Shinsuke Nagami)  
川崎医療福祉大学・医療技術学部・助教  
研究者番号：60744042

##### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：

##### (4) 研究協力者

越久 仁敬 (Yoshitaka Oku)  
八木 直美 (Naomi Yagi)  
高橋 良輔 (Ryosuke Takahashi)  
栢下 淳 (Jun Kayashita)  
山縣 誉志江 (Yoshie Yamagata)