

令和 4 年 5 月 30 日現在

機関番号：12601
研究種目：若手研究
研究期間：2020～2021
課題番号：20K19237
研究課題名（和文）バイオエンジニアリング分析を用いた胃ろう造設後の経口摂取促進プロトコルの開発

研究課題名（英文）Development of protocol for promoting oral feeding for patients with percutaneous endoscopic gastrostomy by bioengineering analysis

研究代表者
三浦 由佳（Miura, Yuka）
東京大学・大学院医学系研究科（医学部）・特任助教

研究者番号：30791587
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：AIを用いたエコーによる梨状窩の残留物の検出方法の開発と、残留物の視認性を向上させるための気泡を含む検査食の評価を目的とした。残留物を自動で検出するAIによる咽頭残留物の検出の感度・特異度はそれぞれ100%、87.5%であり、AIを用いずに看護師が観察した結果を上回っていた。気泡ありの検査食を用いた場合、看護師4名中3名が咽頭残留物の検出の感度・特異度が気泡なしの場合に比べ向上していた。AIの適用と気泡を含む検査食の利用は、いずれも残留物の検出の感度・特異度を向上させた。今後は、エコーで咽頭残留物や逆流物を観察することにより胃ろう造設後の経口摂取を促していけるか、介入研究にて評価していく必要がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、在宅や施設では誤嚥の要因となる摂食嚥下機能や胃食道逆流症のアセスメントが十分できず、医療者が誤嚥性肺炎のリスクを恐れることや実際に誤嚥性肺炎に至ってしまうことから、胃ろう造設後の経口摂取が進まないことが課題となっていた。本研究により、今後、非侵襲で施設・在宅でも使用可能なエコーを用いた残留物や胃食道逆流症の観察を看護師が自信を持って行うための手段として、AIの利用や気泡を含んだ検査食の利用を本研究の成果から提案できたと考えられる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop a method for detecting residue in the pyriform fossa by ultrasonography using AI and to evaluate test foods containing bubbles to improve the visibility of residue. The sensitivity and specificity of detection of pharyngeal residues by AI, which automatically detects residues, were 100% and 87.5%, respectively, exceeding the results observed by nurses without AI. The sensitivity and specificity of detection of pharyngeal residuals using the test food with bubbles were improved in 3 out of 4 nurses compared to those without bubbles. In the future, it is necessary to evaluate in an interventional study whether the observation of pharyngeal residues by these methods can promote oral intake even after making the percutaneous endoscopic gastrostomy.

研究分野：老年看護学

キーワード：超音波検査 誤嚥 咽頭残留 人工知能 画像処理 看護理工学

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

本邦における胃ろう造設患者の約80%は70歳以上の高齢者である。病院で胃ろう造設後、多くの患者は自宅や施設へ移るが、在宅や施設では胃ろうから経口摂取への移行が進んでいないことが問題となっている。これまで、胃ろう造設時には24%が経口摂取に移行できる可能性があることが判断されていたにもかかわらず、実際に経口摂取へ移行できたのは2.3%のみであったという報告がある。理由として、在宅や施設では誤嚥の要因となる摂食嚥下機能や胃食道逆流症のアセスメントが十分できず、医療者が誤嚥性肺炎のリスクを恐れることや実際に誤嚥性肺炎に至ってしまうことが挙げられる。

胃ろう造設後に経口摂取への移行を促進するための嚥下機能のアセスメント方法に求められる要件として、患者の療養先である在宅や施設で看護師が実施できること、療養者や家族に受容される非侵襲的な手法であること、が挙げられる。ここで、非侵襲的な摂食嚥下機能のアセスメント方法として超音波検査（エコー）を用いた誤嚥物と残留物の観察方法がある。これまで研究者らは、エコーと嚥下造影検査および嚥下内視鏡検査との同時撮影の結果、誤嚥や残留した食物が高エコーとして観察されることを示した。さらに、AIによる画像処理手法を用いた結果、誤嚥物の検出の感度は91%、特異度は94%であったことを報告している（Miura et al, *J Nurs Sci Engeneer*, 2014）。この手法は胃ろう造設後の療養者の嚥下機能ならびに胃食道逆流症のアセスメントとしても適用できる可能性がある。

2. 研究の目的

看護師が胃ろう造設後の高齢者に対して実施可能な、嚥下機能と胃食道逆流症のアセスメント方法とを確立し、経口摂取への移行を促進するプロトコルを確立することを目指す。そのために本研究では、

- ① AIを用いたエコーによる梨状窩の残留物の検出方法の開発
 - ② 残留物の視認性を向上させるための気泡を含む検査食の評価
- を目的とした。

3. 研究の方法

(1) 目的①に対する方法：AIを用いたエコーによる梨状窩の残留物の検出方法の開発

研究デザイン：横断観察研究

対象者：摂食嚥下障害が疑われ嚥下内視鏡検査を受ける患者を対象とした。

包含基準：成人患者

除外基準：a) 頸部に瘻孔や創傷がありエコーを接触することができない者 b) 検査の指示に従うことが困難である者 c) 喉頭・舌の摘出術を受けた者

エコー画像の取得方法：嚥下内視鏡検査と同時に、携帯型エコー検査装置、5-10MHのリニアプローブを用いて、甲状軟骨を基準として横断走査にて観察を行った。

梨状窩の残留物の自動検出モデルの作成：16名から得た893枚のエコー画像を残留物の自動検出モデルの作成に用いた。まず、動画を静止画の連続フレームに変換してから、ノイズを除去した。次に、咽頭のエコー画像の観察の経験豊富な看護師1名が高エコーである残留物、低エコーである甲状軟骨、総頸動脈のマーキングを行い学習用画像を作成した。次に、工学系研究者がU-Net法を用いた機械学習を行い、残留物を自動で認識、赤色で着色する画像処理プログラムを作成した。残留物の誤検出を減らすために、一定の基準より面積が小さい領域は緑、前後10フレームにおいて連続して出現しない領域は青で着色し残留物と区別した。最後に、総頸動脈の位置から推定した梨状窩の領域の高輝度領域が一定面積を超えるか否かで残留物の有無を自動判定した。

評価用データ：学習用画像とは別に15名（男性8名、年齢63-93歳）から得た29枚のエコー画像を評価用データとして用いた。

評価の方法：咽頭残留の評価の経験の無い看護師5名がAIによる梨状窩の残留物の自動検出モデルを用いずに咽頭残留の有無を評価した。嚥下内視鏡検査の結果をリファレンスとして、看護師による梨状窩の咽頭残留の検出の感度・特異度とAIによる梨状窩の咽頭残留検出の感度・特異度を算出した。

(2) 目的②に対する方法：残留物の視認性を向上させるための気泡を含む検査食の評価

研究デザイン：横断観察研究

対象者：摂食嚥下障害が疑われ嚥下内視鏡検査を受ける患者を対象とした。

包含基準：成人患者

除外基準：a) 頸部に瘻孔や創傷がありエコーを接触することができない者 b) 検査の指示に従うことが困難である者 c) 喉頭・舌の摘出術を受けた者

気泡を含む検査食：検査食は日本摂食嚥下リハビリテーション学会で作成された「嚥下調整食分類2013」で作成された0jの付着性、凝集性、固さの基準値をもとに作成された。成分は、砂糖、寒天、増粘多糖類、香料、着色料から成る。1-2mmの気泡を含む検査食と気泡を含まない検査食2種類を作成した。エコーで検査食の表面にプローブを当てて直接観察したところ、気泡を含む

検査食は多数の点状高エコーを含んでいた。一方、気泡を含まない検査食では点状高エコーは観察されなかった。

評価の方法：嚥下内視鏡検査と同時に、携帯型エコー検査装置、6-10MH のリニアプローブを用いて、甲状軟骨を基準として横断走査にて観察を行った。気泡を含む検査食と気泡を含まない検査食の提供の順序はランダムに割り付けた。梨状窩の残留物の観察経験の無い4名の看護師が気泡を含む検査食、含まない検査食それぞれでのエコー画像上の残留の有無を評価した。気泡の有無については評価者である看護師に対して盲検化された。

4. 研究成果

(1) 目的①に対する結果：AI を用いたエコーによる梨状窩の残留物の検出方法の開発

AI による梨状窩の咽頭残留物の検出の感度・特異度はそれぞれ 100%, 87.5%であった。梨状窩の観察の経験が無い看護師による咽頭残留物の検出の感度・特異度はそれぞれ 30.8%-92%, 25.0%-68.8%であり、AI による咽頭残留物の検出は感度・特異度ともに看護師の結果を上回っていた。図1にAI が正しく咽頭残留の有無を検出した症例を示す。

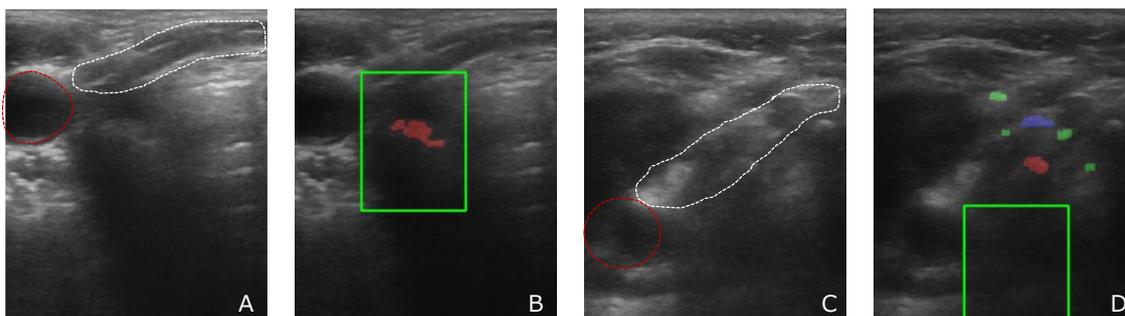


図1. AIが正しく咽頭残留の有無を検出した症例

(A) 元画像からは5名中2名の看護師は残留物を検出することができなかった (B) AI は正しく残留物を検出し赤で着色することができていた (C) 5名中4名の看護師は誤って残留物が無いと評価した (D) AI は正しく残留物が無いという判定をした
赤点線で囲まれた領域：総頸動脈；白点線で囲まれた領域：甲状軟骨；緑色の枠内：梨状窩と推定された領域
緑枠内の赤い着色が最終的にAIにより検出された誤嚥物を表す。緑で着色された領域はサイズが基準値より小さいため誤嚥物ではないとAIに判定された。青で着色された領域はフレーム間で連続して描出されなかったため誤嚥物ではないとAIに判定された。

(2) 目的②に対する結果：残留物の視認性を向上させるための気泡を含む検査食の評価

9名の患者から得られた画像を評価に用いた。内視鏡検査において気泡あり・なしの違いによる咽頭残留の評価は違いが無く、むせなど摂食時の症状にも違いが無かったことから、気泡による嚥下機能への影響は少ないと考えられた。気泡なしの検査食では咽頭残留物の検出の感度は 55.6%-66.7%であったが、気泡ありの検査食では感度は 50.0%-88.9%であった。気泡なしの検査食では咽頭残留物の検出の特異度は 0%-66.7%であったが、気泡ありの検査食では特異度は 50.0%-75.0%であった。1名のみ、気泡ありの検査食で感度がわずかに低下していたが、他3名は感度・特異度ともに気泡ありの方が無しに比べて上昇していた。図2に気泡あり・なしの検査食での残留物の見え方の違いについて示す。

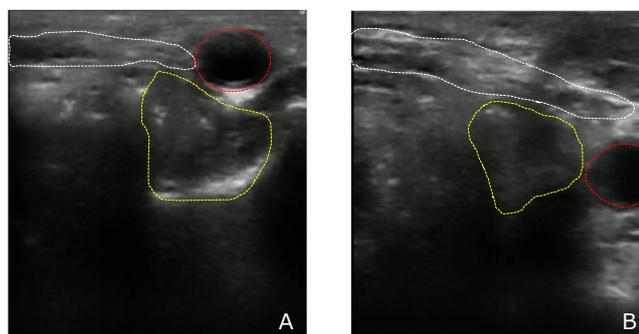


図2. 気泡あり・なしの検査食での残留物の見え方の違い

(A)気泡ありの検査食の場合 (B) 気泡なしの検査食の場合
白点線内は甲状軟骨を、黄色点線内は梨状窩を、赤点線内は総頸動脈を示す

これまでの結果より、エコーで梨状窩の咽頭残留を観察する際に、残留物を自動で検出するAIの適用と気泡を含む検査食の利用は、いずれも残留物の検出の感度・特異度の向上に効果的に働くことが示された。今後は、これらの方法を用いてエコーで咽頭残留や逆流物を観察することにより、看護師が自信を持って患者の嚥下機能や胃食道逆流症をアセスメントすることができるようになり、胃ろう造設後であっても経口摂取を促していけるか、介入研究にて評価していく必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Miura Yuka, Tamai Nao, Kitamura Aya, Yoshida Mikako, Takahashi Toshiaki, Mugita Yuko, Tobita Itoko, Arita Mikiko, Urai Tamae, Dai Misako, Noguchi Hiroshi, Matsumoto Masaru, Mukai Kanae, Nakagami Gojiro, Ota Erika, Sugama Junko, Sanada Hiromi	4. 巻 18
2. 論文標題 Diagnostic accuracy of ultrasound examination in detecting aspiration and pharyngeal residue in patients with dysphagia: A systematic review and meta analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japan Journal of Nursing Science	6. 最初と最後の頁 e12396
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/jjns.12396	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 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 Miura Yuka, Karube Mikihiro, Tamai Nao, Matsumoto Masaru, Sugama Junko, Sanada Hiromi.
2. 発表標題 Development of a software for the assessment of residues in the pyriform sinus by ultrasonography.
3. 学会等名 第40回日本看護科学学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 三浦由佳
2. 発表標題 口から食べることを可視化し支援するエコー技術
3. 学会等名 第10 回日本リハビリテーション栄養学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

東京大学大学院医学系研究科社会連携講座イメージング看護学Webサイト
<http://www.imagingnursing.m.u-tokyo.ac.jp/>

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
---------	---------