

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 23 日現在

機関番号：37201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25871010

研究課題名(和文)人工呼吸器装着患者の嚥下パターンと摂食リスクとの関連性に対する研究

研究課題名(英文) Study of the relevance of swallowing and breathing of patients who are using a ventilator

研究代表者

植田 友貴 (Ueda, Tomotaka)

西九州大学・リハビリテーション学部・助教

研究者番号：90647463

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：人工呼吸器装着患者用の嚥下と呼吸(換気)の関連性を調査し、安全な食事を支援するための基礎データを収集することを目的とした。

そのために、人工呼吸器装着患者の嚥下と呼吸のタイミングを同期させ、分析するシステムを作成した。人工呼吸器を装着した患者の嚥下-呼吸パターンは、人工呼吸器が換気をしていない休止期に嚥下をしている「休止中の嚥下」であった。

研究成果の概要(英文)： This study investigated whether sense of cooperation of breathing and the swallowing changed by the wearing of the respirator. We have developed a sensor and analyzer for acquiring data in this study.

Swallowing by using a respirator had most stop phase swallowing. The patients using a respirator may swallow it to a stop phase swallowing.

研究分野：摂食嚥下障害 神経筋難病 福祉用具

キーワード：嚥下 人工呼吸器 神経・筋疾患

1. 研究開始当初の背景

(1) 人工呼吸器を装着した患者の摂食・嚥下のタイミングに関して

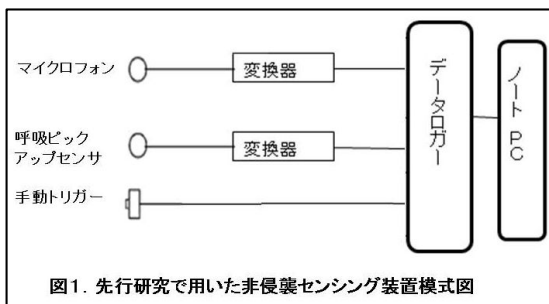
正常な摂食・嚥下運動は誤嚥を起こさないように、呼吸と嚥下の協調が図られており、そのほとんどが吸息から呼息に変わった時点で嚥下性無呼吸を呈し、その間に嚥下を行っている。

一方で、気管切開をして人工呼吸器を装着している患者は、換気は気管切開部のカフ付きカニューレを通して行われるため、嚥下性無呼吸を呈することができない。さらに、吸気は人工呼吸器からの陽圧換気であり、胸郭を拡張させて行う正常の自発呼吸とは異なる。

そのため、人工呼吸器を装着した状態での呼吸と嚥下の協調性については、健常者と異なる呼吸と嚥下パターンが存在する可能性があるが、先行研究が見当たらない。さらに、人工呼吸器装着患者に特徴的な症状として人工呼吸器関連肺炎があるが、このメカニズムの解明も不十分であり、人工呼吸器装着患者の嚥下状態を調査する必要がある。

(2) これまでの研究成果 研究代表者による先行研究(前所属施設にて)

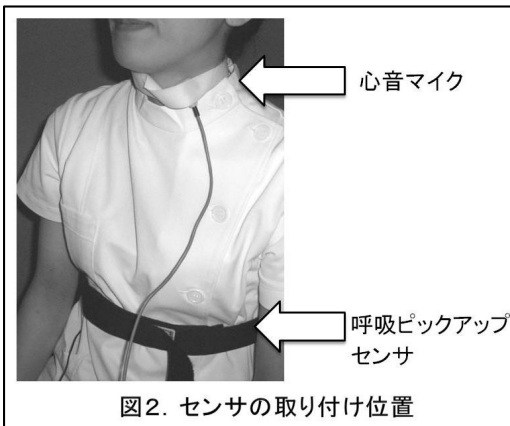
前所属施設にて、東嶋らの考案した非侵襲センシング装置を用いた呼吸と嚥下の評価方法を応用し、人工呼吸器を装着し食事を経口摂取している患者への先行研究を行った。先行研究では、人工呼吸器装着患者の呼吸と嚥下のパターンについて、基礎データを収集して報告した(植田友貴, 他: 保健学研究2012)。先行研究の問題点としては、二つのセンサを変換器(アンプ)に接続し、さらに時系列を合わせて測定するために、データロガーに接続して、さらに観測用としてノート型PCに接続するという煩雑で、重量かつ大型のシステム構成であった。そのため人工呼吸器装着患者のベッドサイドに常時設置することは困難であり、データ収集は嚥下訓練ゼリーを用いた限られた評価のみ実施し、実際の食事場面を通してのデータ収集は困難であった。



さらに、人工呼吸器装着患者では、嚥下音が小さく、かつ胸郭運動も少ないためセンサの再検討が必要と考えられた。

表1 測定装置の取り付け位置とその目的

測定装置名	目的
A/D 変換装置 (PowerLab8, AD Instruments 社製)	各センサーを接続し、波形データを PC に取り込むために使用
ピエゾ呼吸ピックアップセンサ (MLT1132/D, AD Instruments 社製)	胸郭運動を検出し、人工呼吸器による吸気・呼気の指標とした。
心音マイク+アンプ (マイク: MLT201, AD Instruments 社製) (アンプ: ML142, AD Instruments 社製)	嚥下音を採取し、嚥下タイミングの指標とした。



2. 研究の目的

人工呼吸器を装着し食事を経口摂取している患者の、人工呼吸器による換気と嚥下タイミングの分析を詳細に行うことで、以下の内容を明らかにする。

(1) 人工呼吸器装着患者の嚥下タイミングの分析のために、非侵襲センシング装置を用いた、より正確な人工呼吸器の換気タイミングと、嚥下タイミングのデータ収集方法を確立する。

(2) 人工呼吸器装着患者の日常の食事場面における、呼吸・嚥下パターンに関する臨床データを収集し、個別に異常嚥下パターンと正常嚥下パターンについて分析して、食事の両パターンの出現率より、誤嚥や人工呼吸器関連肺炎の可能性を導き出す。

3. 研究の方法

(1) 人工呼吸器装着者用の小型センシング装置への改良

新たに、小型でアンプ等を内蔵し、USB パスパワーのみで動作可能なデータ収集装置本体を開発する。これにより、各センサを小型化したセンシング装置に直接接続することができる。機器がコンパクトになったことで、患者のベッドサイドにて、リアルタイムにデータ収集が可能である。

さらに、トリガーが手動式ではなく上下の唇がタッチするセンサ式のスプーンへと変更

になっているため、患者の捕食と同時にトリガが入力されタイムラグが軽減する。これにより、先行研究では困難だった、患者が捕食してから嚥下するまでの嚥下潜時の評価が可能となる。

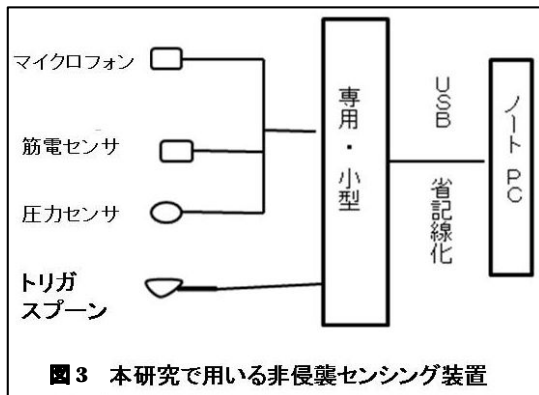


図3 本研究で用いる非侵襲センシング装置

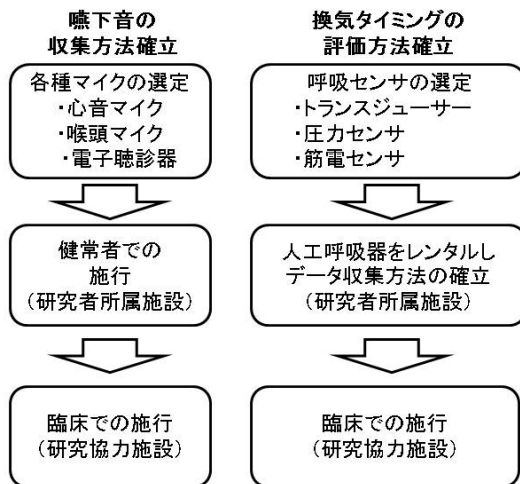


図4 プロトコル

(2) センサの作成

研究開始当初は嚥下音の収集を容易にするために、吸着式で外部との雑音をさけられる複数のマイクロフォンを用いてデータ採取方法の検討を行う予定であった。また、人工呼吸器による換気タイミングの収集に関しては、より正確なデータ収集のために、人工呼吸器に接続する圧力センサと、呼吸筋に使用する筋電センサを併用し、より正確な換気状態の収集を行う予定としていた。

しかし、市販のセンサ類を用いて予備実験を行った結果、市販品をそのまま使用するだけでは、我々が求める性能要件を満たすことは困難であった。

そのため、市販品を改良し、オリジナルのセンサを開発することになった。

(3) 対象

人工呼吸器を装着し、食事摂取をしている神経・筋疾患患者とした。

(4) 評価項目

評価項目は以下の表の内容を中心に実施

した。

表2.評価項目

人工呼吸器による加圧回数
加圧から嚥下反射までの潜時
換気と嚥下のタイミング
観察によるむせの回数
むせ出現のトリガ番号
トリガ回数
嚥下反射回数
全摂食時間
トリガ（捕食）から嚥下までの潜時
波形の活動時間
基本属性や他の摂食・嚥下機能

4. 研究成果

(1) データ収集機器の開発と信頼性の検証について(研究1)

簡便で患者の負担が少なく、長時間データ収集が可能なオリジナルのセンサの精度を検討することである。

【方法】

オリジナルで開発したセンサを、既存のセンサと同期させることで、センサの精度を検討した。作成したコンデンサマイク内蔵聴診器と電子聴診器を同期させ嚥下音を収集し波形解析により一致率を確認した。また、胸郭運動検出センサとピエゾ呼吸ピックアップセンサを同期させ、波形解析により吸気開始タイミングの一致を確認した。

【結果】

・コンデンサマイク内蔵聴診器と電子聴診器の相関

Spearman の順位相関係数の結果、相関係数 $rs0.998, p < 0.001$ と非常に強い相関が見られた。

・胸郭運動検出センサとピエゾ呼吸ピックアップセンサの相関

Spearman の順位相関係数の結果、相関係数 $rs1.000, p < 0.001$ と完全な相関であった。

【考察】

コンデンサマイク内蔵聴診器と胸郭運動検出センサは市販品と非常に強い相関が認められ、同一の性能であることが確認された。また、録音時間の制限が無くなったことやセッティングが容易になったことで、実際の食事場面で検査可能となった。

(2) 呼吸不全の進行した患者の自発呼吸と人工呼吸器装着後の嚥下パターンの比較
~ ALS 患者 1 症例での検討 ~

人工呼吸器装着の予定がある筋萎縮性側索硬化症の、気管切開前と人工呼吸器装着後の、嚥下と換気と同調性の変化について検討した。

【方法】

筋萎縮性側索硬化症の患者に対して、自発呼吸の時期に1度目のデータ収集を行い、人工呼吸器装着後に2度目のデータ収集を行なった。

データ収集及び分析方法は、非侵襲的呼吸-嚥下モニタリング装置を用いて、食事中的継時的な呼吸と嚥下のタイミングのデータを収集した。

【結果】

・各嚥下パターンの出現回数

気管切開前は、休止中嚥下：12回（30%）、吸気中嚥下：0回（0%）、呼気中嚥下：28回（70%）であった。

人工呼吸器装着後は、休止中嚥下：17回（68%）、吸気中嚥下：5回（20%）、呼気中嚥下：3回（12%）であった。

【考察】

自発呼吸時は、頻呼吸のために休止中嚥下の回数が増加し、嚥下直後に吸気が始まるため誤嚥の危険性が高かった。人工呼吸器装着後は休止中嚥下が68%と最も多く、自発呼吸時と嚥下タイミングが変化していた。人工呼吸器換気モード設定はSIMVであったため患者本人が換気タイミングをコントロールしていたと考えられた。そのため、呼吸タイミングに嚥下タイミングを同調させた結果、休止中嚥下が多くなった可能性が高いと考えられる。また、人工呼吸器の装着によって誤嚥の危険性は減少したと考えられる。

（3）気管切開部より人工呼吸器管理されている神経難病患者の機械換気と嚥下の同調性に関する研究～日常的な食事摂取場面での検討～

我々が考案した、非侵襲的呼吸-嚥下モニタリング装置を用いて、各症例の日常的な食事場面を通して、人工呼吸器装着患者の換気と嚥下タイミングの同調性を分析することが目的である。

【方法】

対象は、人工呼吸器を装着し日常的に経口摂取を行っている患者11名とした。

検査方法は、非侵襲的呼吸-嚥下モニタリング装置を用いて、換気状態と嚥下タイミングを同期させ波形を分析した。また、コンデンサマイクにより人工呼吸器の排気音も聴取し、呼吸器の動作タイミングも調べた。得られた波形を休止中嚥下、吸気中嚥下、呼気中嚥下に分類し、それぞれの出現割合を分析した。また、リークの有無による嚥下パターン

差異についても分析した。

【結果】

休止中嚥下が最も多いことが明らかとなった。また、気管切開部からのリーク有と診断されたケースは、呑気症と診断された症例と一致していた。

また、リーク有群とリーク無群の嚥下パターン出現率は、リーク有群（3名）：休止中嚥下55.5%、吸気中嚥下30.4%、呼気中嚥下14.1%。リーク無群（8名）：休止中嚥下85.6%、吸気中嚥下6.9%、呼気中嚥下7.5%であり、リーク有群は吸気中嚥下と呼気中嚥下の出現割合が多かった。

各症例の呼吸サイクル率（呼吸サイクルに対する吸気、呼気、休止の割合）に対する各嚥下パターンの出現率は、休止中嚥下：134.3%、吸気中嚥下：46.7%、呼気中嚥下：66.9%であった。

【考察】

本研究の対象者の人工呼吸器換気モードの設定は、すべての症例においてSIMVであった。また、呼吸回数の実測数は人工呼吸器の最低呼吸数の設定値よりも上回っていたことから、各症例は自発的に呼吸リズムを生み出していた状況であると考えられる。呼吸リズムを各症例がコントロールしている状況下において、休止中嚥下が最も多いという結果より、各症例は人工呼吸器の吸気・排気タイミングと嚥下タイミングを意識的に同調させている可能性が高いと考えられる。

気管切開部からのリークの無い8名とリークの有る3名を比較した結果、リーク有群は、吸気中嚥下が約4倍以上の出現率で、呼気中嚥下に関しては約2倍の出現率であった。一方で、休止中嚥下は出現率が減少していた。さらに、リーク有群3名は、すべて呑気症と診断されていた。また、リーク有群3名は音声での会話が可能であった。会話が可能な程度のリークがあるということは、人工呼吸器による加圧された空気が胸腔内だけではなく咽頭や口腔へも流れていることになる。以上のことから、リーク有群は人工呼吸器からの吸気中（送気中）や、呼気中（排気時）の空気が咽頭へリークし、そのリークした空気を食物と同時に嚥下し呑気症を呈した可能性が高いと考えられる。

（4）まとめ

本研究を通して、人工呼吸器装着患者の嚥下と呼吸に一定のパターンが存在している可能性が示唆された。しかし、人工呼吸器装着患者の「安全な食事」を実現するためには、より詳細なデータ収集が必要であると考えられるため、継続的な研究実施を予定している。

なお、本研究に関連する論文は、論文3編に編集し投稿中である。

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)

1) 植田友貴, 東嶋 美佐子, 古我 知成, 非侵襲的呼吸および嚥下のモニタリング装置の開発～センサ信頼性の検証～, 作業療法佐賀, 査読有, Vol.7, No.1, 2017, pp25-33.

6. 研究組織

(1)研究代表者

植田 友貴 (UEDA, Tomotaka)

西九州大学・リハビリテーション学部・助教

研究者番号：90647463