

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：13802

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22591726

研究課題名(和文)三次元音声可視化装置を用いた複数呼吸音の同時解析

研究課題名(英文)Three dimensional sound visualization system to analyze breath sounds

研究代表者

鈴木 明 (Suzuki, Akira)

浜松医科大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：30322142

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円、(間接経費) 750,000円

研究成果の概要(和文)：胸壁聴診器に接続したマイクロフォンを用いて実際の患者の呼吸音を雑音の混入を防いで収集し、音声可視化装置を用いリアルタイムに視覚化し周波数分布、経時変化、音の特徴を明らかにすることが出来た。呼吸音は、100-500Hzに分布していた。マイクロフォンアンプとラップトップコンピューターを直接接続し多くの機器が稼働している手術室内でも使用可能とした。また、可視化装置が手術に用いる他の機器に影響を与えないようにも考慮した。そして、小児患者において胸壁をとおして集音した呼吸音を可視化し、麻酔科医師がその画像を用いて通常の聴診器と同等に片肺挿管を診断することが可能であった。

研究成果の概要(英文)：We created a system that allows the visualization of sounds making it possible to visualize breath sounds. It allows real-time fast Fourier transformation of the sound signal and three dimensional (frequency-amplitude-time) rendering of the results on a personal computer while processing two individual sound signals simultaneously. The frequency band of breath sound is located between 100 and 500 Hz. The system could be used to display bilateral breath sounds in pediatric patients. It could detect unilateral breath sound as a tracheal tube was advanced from the trachea to the bronchus. The results were equivalent to those obtained with conventional auscultation.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・麻酔・蘇生学

キーワード：可視化 呼吸音

1. 研究開始当初の背景

- (1) 浜松医科大学麻酔蘇生学講座では、呼吸聴診音可視化技術の実験機器を開発し臨床モニタリング・診断・医学教育へ導入を行ってきた。
- (2) これまでの研究の結果、医師個人の経験によって診断が行われていた呼吸音を視覚的に表現し客観性を持たせることが可能となってきた。
- (3) 呼吸音を周波数解析する事により様々な病態における呼吸音の特徴的な周波数分布が明らかになり、さらに3次元表示することにより時間経過の情報が加わり呼吸音の経時的な特徴が視覚化された。
- (4) 音源となる呼吸音自体は従来の耳で聴く聴診器で聞いていた音と同じであり、診断、治療に結びつく新たな情報を獲得するには至っていない。

2. 研究の目的

- (1) 呼吸音を環境雑音から分離し正確に収集する方法を確立する。
- (2) 胸壁、鼻腔、口腔、気管内、食道、呼吸回路内等様々な場所で呼吸音を収録する。それぞれの部位に適した機器、收音方法を明らかにする。
- (3) 収録した各呼吸音を音声可視化装置を用い視覚化し周波数分布、経時変化、音の空間的広がりの特徴を明らかにする。
- (4) 視覚化した各呼吸音を相互に比較解析し、客観的評価に耐える新たな指標の導出を検討する。音の空間的な広がりや加味した新たな指標を用いることにより、従来の単一の聴診音では評価することが出来なかった病態を視覚化、数値化させる。
- (5) 実際の臨床で成人及び小児の呼吸音を可視化し客観的な指標となり得るか検討する。

3. 研究の方法

平成 22 年度

- (1) 呼吸音を環境雑音から分離し正確に収集する方法を確立する。環境雑音は皮膚を介して聴診器の集音面を振動させ聴診条件を悪化させる原因となっている可能性が高い。さらに呼吸音は雑音に対して圧倒的に小さい(S/N比が悪い)ため、非常に小さな音を選択的に收音出来る音響機器の使用、コンピューターによる音声信号処理ソフトウェア等能動的な雑音対策を活用する。
- (2) 胸壁、鼻腔、口腔、気管内、食道等様々な場所で呼吸音を収録する。それぞれの部位に適した機器、收音方法を明らかにする。気管内や食道内等の体の内部で発生する音を収録する際は、生体に対する侵襲を出来るだけ少なくする

- ため、気管チューブ内の呼吸音を呼吸回路経由、食道を経由した呼吸音を食道聴診器経由で集音する方法を用いる。
- (3) 収録した各呼吸音を音声可視化装置を用い視覚化し周波数分布、経時変化、音の空間的広がりの特徴を明らかにする。
 - (4) 視覚化した各呼吸音を相互に比較解析し、客観的評価に耐える新たな指標の導出を検討する。音の空間的な広がりや加味した新たな指標を用いることにより、従来の単一の聴診音では評価することが出来なかった病態を視覚化、数値化させる。

平成 23 年度

- (1) 全身麻酔下気管挿管患者の左右胸壁2カ所の呼吸音を同時にリアルタイムで可視化する。
- (2) 複数呼吸音の可視化画像を比較する際、何を指標にすべきか検討する。
- (3) その指標がコンピューターソフトウェアを用いて自動解析可能であるかを検討する。

平成 24 年度

- (1) 音声可視化を行うための機器を実際の手術現場で使用するため、機器の小型化、患者に装着する機器の安全確保、また、他の手術機器との干渉防止等の対策を行う。
- (2) 手術室において成人全身麻酔下患者の呼吸音を複数の部位から集音、可視化し画像を比較検討する。
- (3) 成人と同様に小児患者の左右の胸壁から集音した呼吸音を可視化し比較解析する。
- (4) 全身麻酔導入後の小児患者に気管挿管を行い、音声可視化装置を用いて左右の呼吸音を同時に画像化し、気管チューブの位置異常を画像を用いて診断できるか検討する。

4. 研究成果

平成 22 年度

- (1) 胸壁聴診器に接続したマイクロフォンに環境雑音が混入しないような加工を施し、また、マイクロフォンアンプまでは有線接続し音楽収録用プリアンプで信号を増幅し十分なS/N比を確保することができた。この段階では音声信号処理ソフトウェアは必要とされなかった。
- (2) 胸壁からの集音では、胸壁聴診器はすべての症例で小児用のサイズが適切であること、市販の円形両面テープを用いて聴診器と皮膚と密着させることで良好に集音出来ることが明らかになった。また、食道からの集音では、特に加工せず市販の食道聴診器に直接接続することにより、体内に機器を挿入することなく良質な呼吸音を収録出来た。

また、気管内の呼吸音は、人工呼吸器と気管チューブの間の呼吸回路から収録できた。回路内に直接挿入したマイクロフォンが呼吸回路内の圧力（気道内圧）に耐えられるかの検証は出来ないため、継続的な使用の可否については不明である。

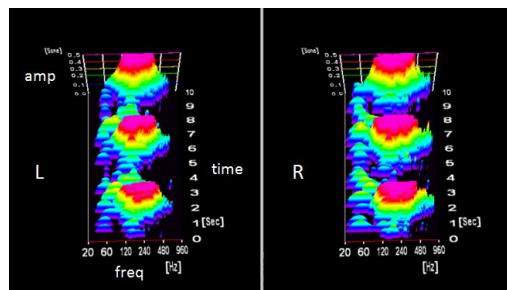
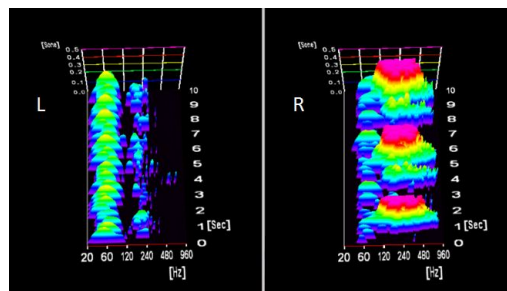
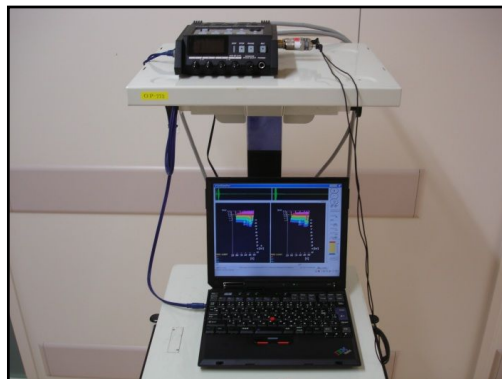
- (3) 収録した各呼吸音は、マイクロフォンアンプを用いて信号を増幅した後、必要な周波数帯のみを音声可視化装置を用い視覚化し周波数分布、経時変化、音の空間的広がりの特徴を明らかにすることが出来た。呼吸音及び心音は、それぞれ、100-500Hz、50-100Hz に分布し画像上で明確に区別することが出来た。
- (4) 従来用いていたものよりも高速な処理が可能なコンピューターを用いることにより左右の胸壁から収録した呼吸音を同一画面上にリアルタイム表示が可能であった。
- (5) 二つの呼吸音信号を単純に引き算する等の方法では新たな指標を見いだすことは出来なかった。

平成 23 年度

- (1) 周りのスタッフに静かにしてもらったり、不要な機器の動作を止めたりした理想的な環境で全身麻酔下気管挿管患者の左右胸壁 2 カ所の呼吸音を同時にリアルタイムで可視化することが出来た。しかし、音声可視化装置は、手術機器を操作する音などわずかなノイズも画面に反映させてしまう事が判明した。
- (2) 複数呼吸音の可視化画像を比較する際は、同一周波数での信号の強度を指標とすることが有用であることがわかった
- (3) 実際の環境では雑音が多数混入してし、信号の強度をコンピューターソフトウェアで自動的に解析し、差の有無を自動的に判定するには制約が多いことがわかった。

平成 24 年度

- (1) 小型マイクロフォンアンプとラップトップコンピューターを直接接続し多くの機器が稼働している手術室内でも使用可能とした。前述のようにマイクロフォンとアンプは有線接続し他の機器の影響を受けないようにした。
- (2) 実際の臨床現場において、全身麻酔下患者の呼吸音を可視化し、複数の可視化画像を画面上でリアルタイムに比較解析する事が可能であった。
- (3) 小児患者において胸壁をとおして集音した呼吸音を可視化し、麻酔科医師がその画像を用いて通常の聴診器と同等に片肺挿管を診断することが可能であった。



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)

Kimura T, Suzuki A, Mimuro S, Makino H, Sato S: Bronchial intubation could be detected by the visual stethoscope techniques in pediatric patients. Paediatr Anaesth 22: 1185-90, 2012. (IF:2.100) 査読あり

〔学会発表〕(計 2 件)

木村哲朗、鈴木 明、御室総一郎、牧野 洋、佐藤重仁: 小児の気管支挿管検出における音声可視化装置の有用性. 日本麻酔科学会第 59 回学術集会, 2012.6.7-9, 神戸.

Kimura T, Suzuki A, Mimuro S, Makino H, Sato S: Bronchial Intubation Could be Detected by the Visual Stethoscope Techniques in Pediatric Patients. Annual Meeting of the American Society of Anesthesiologists, 2011.10.15-19. Chicago, Illinois USA.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 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 0 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
なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 明 (SUZUKI, Akira)

浜松医科大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：3 0 3 2 2 1 4 2

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：