

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：15501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26462606

研究課題名(和文) いびきの音響解析と立体モデルによる睡眠呼吸障害患者の上気道閉塞部位診断法の確立

研究課題名(英文) Obstruction site detection of SDB patients with acoustic analysis of snoring sound and three dimensional model

研究代表者

原 浩貴 (HARA, Hirotaka)

山口大学・医学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：90274167

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、いびき・睡眠呼吸障害のある患者について、1)いびきの音響特性 2)覚醒時の3次元CTによる呼吸様式毎の上気道形態 3)流体解析 4)立体モデル作成 の4つの項目を組み合わせ、世界的に使用できる上気道形態評価を試みた。その結果、CTデータを元に3次元上気道モデルの作成を行い、いびきの責任部位の1つである軟口蓋に、流体解析で得られた気流速度と圧情報をもとにした粘膜の振動を加えると模擬いびき音の発生が可能であることを確認した。

研究成果の概要(英文)：In this study, I tried the upper respiratory tract form evaluation that could use in combination four items of 3 4 upper respiratory tract form fluid analysis solid model making every breathing style by the three dimensions CT at the time of 2 acoustic feature awakening of 1 snoring worldwide about a patient with snoring, the sleep breathing disorder. As a result, I made the three-dimensional upper respiratory tract model for the cause by CT data and confirmed that the outbreak of the simulation snoring sound was possible when I added the vibration of a mucous membrane made from current of air speed and pressure information provided by fluid analysis to the soft palate which was one of the responsibility parts of snoring.

研究分野：耳鼻咽喉科

キーワード：いびき 3次元CT 音響解析

### 1. 研究開始当初の背景

睡眠呼吸障害は、いびき・睡眠時無呼吸症候群を中心とした睡眠時の呼吸異常を包括する病態である。治療の基本は経鼻的持続陽圧呼吸とされてきたが、対症療法にすぎず、根治療法として手術を希望する患者が多い。手術成功の鍵は、睡眠中の上気道閉塞部位の把握であるが、未だ世界基準となる評価法は確立されていない。

### 2. 研究の目的

本研究では、いびき・睡眠呼吸障害のある患者について、(1)いびきの音響特性 (2)覚醒時の3次元CTによる呼吸様式毎の上気道形態 (3)流体解析 (4)立体モデル(STIデータの有限要素法解析による3次元気道モデル)作成の4つの項目を組み合わせて、世界的に使用できる上気道形態評価を試みた。

### 3. 研究の方法

3次元CTを安静仰臥位で(1)鼻呼吸(閉口)(2)口呼吸(「開口距離」を基本とする)の2条件で撮影した。次いでINTAGE volume editorを用いてVolume Rendering法で上気道3次元構築を行った。さらにINTAGE volume editorで作成した上気道3次元構築像から、STIデータを作成し、流体解析ソフトウェアPHENICS上で、呼吸様式毎の流体解析を行った。解析項目は、圧変化と流速変化を基本とした。さらに、軟口蓋をいびきの音源部位と仮定し、気流解析で得られた上気道圧変化と流速変化のデータを入力し流体騒音解析ソフトウェアであるActran上で流体騒音モデルを作成し、Actranの持つ解析音の再生機能を用いて振動音を発生させた(MSCソフトウェア社への委託解析)。この振動・流体騒音を模擬いびき音と定義し、周波数特性と音圧を確認し、MDVPで解析した実際のいびき音の音

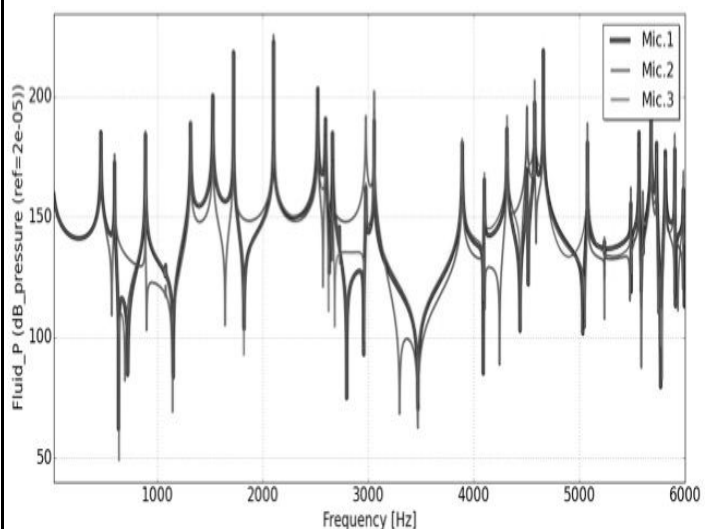
響特性との相関性を確認した。

なお、当初は、3Dプリンターによる実際の立体モデルを用いて解析を行う予定であったが、現時点では軟組織の立体モデルの作成には高額な資金と長時間の作成期間がかかることから、立体モデルの作成方法を改変し、STIデータから有限要素法解析による3次元気道モデルを作成して研究を行った。

### 4. 研究成果

安静鼻呼吸および開口口呼吸でCT撮影し、得られたDICOMデータから上気道を抽出し、流体シミュレーションを行い、鼻呼吸と口呼吸時における上気道気流に着き流体解析を加えた。測定部位は、retropalatal areaとretroglossal areaとし、気道内圧と吸気流速の変化について、比較検討した。解析の結果、(1)口呼吸では、retroglossal area / retropalatal areaの圧は増大する。(2)口呼吸になると、retroglossal area / retropalatal areaの流速は増大する傾向にある。(3)鼻呼吸時の、retropalatal areaの流速や圧には個人差がみられるという結果が得られた。

さらに、いびきの責任部位の1つである軟口蓋に、流体解析で得られた気流速度と圧情報をもとにした粘膜の振動を加えると模擬いびき音の発生が可能であることが確認できた。



以上の結果から、世界標準をめざす診断法の最終段階として、これまでの結果に基づき、3次元上気道モデルの複数の部位に振動騒音や流体騒音の要素を入力し得られる模擬いびき音と実際のいびき音の相関性を分析する必要が残された。

#### 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 7件)

1. 原 浩貴:呼吸様式に伴う上気道形態の変化～いびき音とCTを用いた評価法～. 顎顔面口腔育成会誌 5:15-27,2017 (査読なし)
2. 原 浩貴、田原晋作、山下裕司:睡眠障害ケースカンファレンス 夜尿と小児睡眠時無呼吸症 ～アデノイド切除術・両側口蓋扁桃摘出術後に改善をみた中学生の夜尿症の1例～.睡眠医療 10:607-612,2016 (査読なし)
3. 原 浩貴、田原晋作、山下裕司. 小児OSAに対する coblation adenoidectomy-手術のポイント と手術成績-. 小児耳鼻咽喉科 36(3): 301-305, 2015. (査読有り)
4. Shinsaku Tahara, HirotaKa Hara, Hiroshi Yamashita. Evaluation of body growth in prepubertal Japanese children with obstructive sleep apnea after adenotonsillectomy over a long postoperative period. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.79(11): 1806-1809, 2015. (査読有り) doi: 10.1016/j.ijporl.2015.08.005.
5. Ryuichi Kobayashi, Soichiro Miyazaki, Masayuki Karaki, Hiroshi Hoshikawa, Seiichi Nakata, HirotaKa Hara, Atsushi Kikuchi, Takuro Kitamura, Nozomu Mori. Obstructive sleep

apnea in Asian primary school children. Sleep Breath.18(3): 483-489, 2014. (査読あり)

doi: 10.1007/s11325-013-0909-1.

6. HirotaKa Hara, Kazuma Sugahara, Makoto Hashimoto, et al (他3名、筆頭). Effectiveness of the leukotriene receptor antagonist pranlukast hydrate for the treatment of sleep disorder in patients with perennial allergic rhinitis. Acta Oto-Laryngologica.(134): 307-313, 2014. (査読有り) doi: 10.3109/00016489.2013.861926.
7. Ryouichi Kobayashi, Soichiro Miyazaki, Masayuki Karaki, Hiroshi Hoshikawa, Seiichi Nakata, HirotaKa Hara, Satoru Kodama, Atsushi Kikuchi, Takuro Kitamura, Nozomu Mori. Evaluation of adenotonsillectomy and tonsillectomy for pediatric obstructive sleep apnea by rhinomanometry and the OSA-18 questionnaire. Acta Oto-Laryngologica. 134(8): 818-823, 2014. (査読有り) doi: 10.3109/00016489.2014.905703.

[学会発表](計 7件)

1. 原 浩貴:呼吸様式に伴う上気道形態の変化～いびき音とCTを用いた評価法～. 第5回 顎顔面口腔育成研究会学術大会 御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンター(東京都千代田区) 2016.10.8(特別講演)
2. 原 浩貴:小児の睡眠呼吸障害が身体に与える影響について.みんなで学ぼう睡眠呼吸障害研究会学術講演会 山口グランドホテル(山口県山口市) 2016.10.6(教育講演)
3. 原 浩貴:小児睡眠時無呼吸症候群-全身から考える-.第41回 日本睡眠学会定期学術集会 京王プラザホテル(東京都新

- 宿区) 2016.7.7 (シンポジスト)
4. 原 浩貴: 睡眠時無呼吸症候群の診断と治療. 第3回 山口睡眠時無呼吸症候群 (SAS)研究会学術講演会 YIC ビジネスアート専門学校 (山口県山口市) 2015.10.8 (特別講演)
  5. 原 浩貴: 小児 OSA に対する coblation adenoidectomy. 第10回 日本小児耳鼻咽喉科学会総会・学術講演会 軽井沢プリンスホテル (長野県北佐久郡軽井沢町) 2015.5.8 (ミニレクチャー)
  6. 原 浩貴: コプレーターによるアデノイド手術-手術のコツと小児睡眠呼吸障害に対する手術成績-. 第27回 日本口腔・咽頭科学会総会 ホテルライフオーソ札幌 (北海道札幌市) 2014.9.11 (イブニングセミナー講演)
  7. 原 浩貴: 単純いびきを粗末にしたら患者さんがかわいそう. 第39回日本睡眠学会定期学術集会 あわぎんホール (徳島県徳島市) 2014.7.3 (シンポジスト)

〔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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

原 浩貴 (HARA, Hirotaka)

山口大学・大学院医学系研究科・准教授

研究者番号 : 9 0 2 7 4 1 6 7

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし