

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月13日現在

機関番号： 15501
研究種目： 研究活動スタート支援
研究期間： 2011～2012
課題番号： 23890141
研究課題名（和文） いびきの音響解析を用いた睡眠中の気道狭窄部位の診断法の開発
研究課題名（英文） Development of the diagnostic method of the sleeping airway stenosis site by the sound analysis of the snoring
研究代表者 菅 北斗（SUGA HOKUTO） 山口大学・医学部附属病院・医員 研究者番号： 40610621

研究成果の概要（和文）：

- OAの作用機序を流体力学的に検討した結果、固定型OAでは舌根部レベル、半固定型OAでは軟口蓋レベルで気道の断面積が拡大し、同部での気流速度は減少し、陰圧も減弱し流体力学的に改善している事が分かった。すなわち両装置の作用部位が異なることを明らかにした。
- いびきは聴覚的に振動型いびきと狭窄型いびきにわけられ、振動型いびきは、基本周波数150Hz以下で、比較的正確な周期が保たれるのに対し、狭窄型いびきは、基本周波数500Hz程度で、不規則な周波が特徴である。今後さらなるいびきの音響解析を行い、いびきの特徴を明らかにすることができれば、OSASの診断に有用な音響学的パラメータが検出できると考えられる。

研究成果の概要（英文）：

- Computational fluid dynamics demonstrated that the levels of the base of the tongue and the soft palate improve airflow in the rigid OA group and in the Silensor group, respectively. It was suggested that both the rigid OA and the Silensor improve respiratory status, but that there are differences in the regions affected by each of the appliances.
- The snoring is divided into vibration type and stenosis type. In the vibration type, basic frequency is 150Hz or less, and it keeps a relatively correct period. On the other side the stenosis type, basic frequency is around 500Hz, and characteristically, it has an irregular cycle. We think that we can find an acoustic parameter to help a diagnosis of OSAS if we can clarify an acoustic characteristic of the snoring.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2011年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2012年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,500,000	750,000	3,250,000

研究分野： 口腔外科

科研費の分科・細目： 歯学、外科系歯学

キーワード： 睡眠時無呼吸症候群、流体解析

1. 研究開始当初の背景

- (1) 一般的に閉塞性睡眠時無呼吸症候群 (OSAS) は睡眠時に上気道が閉塞することによって生ずるといわれている。この気道の閉塞を防ぐために、Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) や口腔内装置 (OA) など様々な治療法が適応されている。我々口腔外科領域では、主として OA を用いた治療が行われているが、OA の作用機序についてはいまだ不明な点が多い。
- (2) 一方、OSAS の代表的な症状であるいびき音の特徴を基に、OSAS を診断しようとする試みがある。単純いびきと OSAS に伴ういびきの音響学的相違について①単純いびきと OSAS ではいびき音の周波数分布が異なる。②いびき症では、いびきの周波数はほとんどが 800Hz 未満に分布する。③OSAS では 800Hz 以上の高周波数帯の音響学的パワースペクトルが増大すると、いびき症と OSAS に随伴するいびきは音響学的に異なることを明らかにしている。

2. 研究の目的

これらの背景をふまえ本研究では次の事を目的とした。

- (1) OA の作用機序を明らかにすること。
- (2) OSAS に随伴するいびき音の音響分析法を開発し、これを用いて睡眠中の気道の狭窄部位を診断する方法を確立すること。

3. 研究の方法

- (1) OA の作用機序の解明

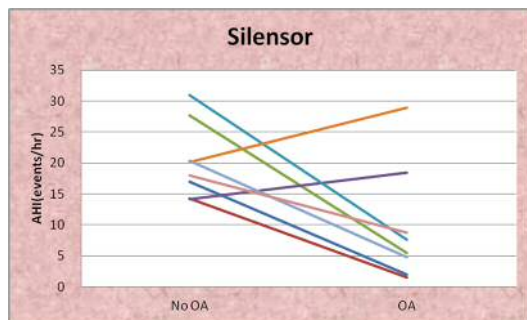
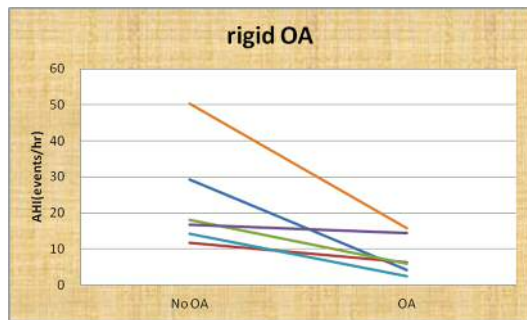
固定型 OA と半固定型 OA を用いて治療した OSAS 患者を対象とし、Polysomnography および CT 撮影を、当科初診時および OA 治療の後の計 2 回検査した。CT データから気道を 3 次元構築し、計算格子作成ソフトを用い、非構造四面/三面体のハイブリッドメッシュを作成する。さらに数値流体解析ソフトを用いて流体解析を行う。

- (2) いびき音響解析

OA 非装着時のいびき音のデータから、線形予測符号化法 (LPC) を用い、ホルマント周波数など様々なパラメータを抽出する。それらのパラメータを多変量解析し、OSAS に随伴するいびき音の特徴を表現できるパラメータを探索する。さらにこれらのパラメータを摂動解析することにより、睡眠中の気道の変化を調べ、気道の狭窄部位を予測する。

4. 研究成果

- (1) われわれは、OA の作用機序を解明するため、OSAS 患者に対して OA 装着による気道の断面積の変化および気道の流体力学的変化を観察した。当科では主に固定型 (1 ピース下顎前方移動型) と半固定型 (2 ピース下顎前方移動型) の 2 種類を用いており、両者を比較した。その結果、両者とも OA 装着により AHI は有意に改善しており、また、固定型では舌根部レベルで気道の断面積が増大しているのに対して、半固定型では軟口蓋レベルで断面積が増大していることを明らかにした。

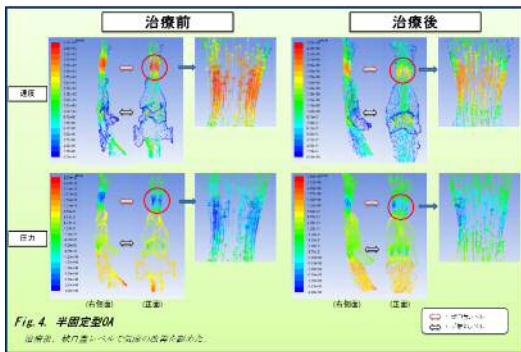
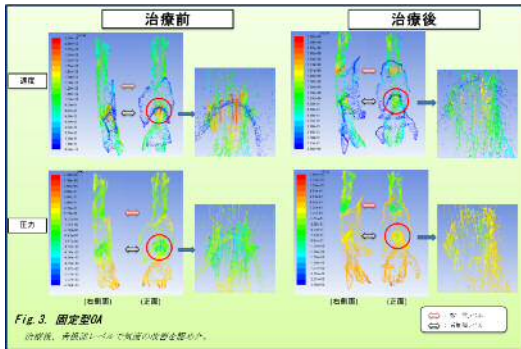


気道形態の変化							
	固定型 OA (7名)			半固定型 OA (13名)			
	OA非装着時	OA装着時	p値	OA非装着時	OA装着時	p値	
気道体積 (cm ³)	11607 ± 2980	13800 ± 4227	NS	10690 ± 4720	11399 ± 6851	NS	
HP平面	断面積 (cm ²)	325.0 ± 236.8	334.7 ± 241.0	NS	256.5 ± 191.5	336.9 ± 191.9	*
	前後径 (cm)	18.7 ± 13.1	19.2 ± 13.2	NS	15.5 ± 11.0	18.3 ± 9.3	NS
	左右径 (cm)	1.75 ± 1.25	1.88 ± 1.32	NS	1.68 ± 1.06	2.15 ± 1.12	NS
TU平面	断面積 (cm ²)	167.7 ± 59.9	170.1 ± 94.4	NS	127.4 ± 59.5	151.6 ± 100.0	NS
	前後径 (cm)	13.9 ± 2.3	13.2 ± 5.1	NS	11.5 ± 2.9	12.2 ± 5.8	NS
	左右径 (cm)	25.3 ± 6.2	25.0 ± 10.0	NS	19.9 ± 9.5	22.6 ± 10.9	NS
BE平面	断面積 (cm ²)	195.9 ± 62.1	258.4 ± 106.0	*	222.1 ± 139.0	221.5 ± 161.1	NS
	前後径 (cm)	11.7 ± 3.4	14.5 ± 5.0	NS	12.1 ± 4.1	12.2 ± 4.2	NS
	左右径 (cm)	27.8 ± 7.4	31.0 ± 9.8	NS	28.4 ± 9.8	25.2 ± 9.5	NS

NS: not significant; *p<0.05 Wilcoxon signed-rank test

次に流体解析ソフト (FLUENT ANSYS14.0, ANSYS) を用いて、気道の流体学的検討を行ったところ、OA 装着前の気道では舌根部レベルと軟口蓋レベルで気道狭窄を認め、これらの部位で気流速度が増加し、気道内圧は陰圧であった。つまり気道狭窄部ではさらに気道を狭窄させるよう作用していることが分かった。

固定型 OA では舌根部レベルで、半固定型 OA では軟口蓋レベルで気流速度は減少し、陰圧も減弱し流体力学的に改善していた。すなわち両装置の作用部位が異なることを明らかにした。



- (2) いびきは聴覚的に振動型いびきと狭窄型いびきにわけられ、振動型いびきは、軟口蓋を音源とするいびきで基本周波数は 150Hz 以下で、比較的正確な周期が保たれる。これに対し狭窄型いびきは、舌根沈下や扁桃肥大などの狭窄した空間を空気が無理やり通過する際に起こるいびきであり、基本周波数は 400~500Hz で、不規則な周波が特徴である。今後さらなる解析を行い、いびきの特徴を明らかにすることができれば、OSAS の診断に有用な音響学的パラメータが検出できると考えられるが、現在検討中である。

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 3 件)

- ① Nakano H, Mishima K, Matsushita A, Suga H, Matsumura M, Mano T, Fukuda T, Hara H, Yamashita H, Ueyama Y. Efficacy of the Silensor for treating obstructive sleep apnea syndrome, Oral and Maxillofacial Surgery (In print), 査読有, 2013, In print
DOI: 10.1007/s10006-012-0332-y
- ② Nakano H, Mishima K, Matsushita A, Suga H, Miyawaki Y, Mano T, Mori Y, Ueyama Y. Orthognathic surgery in an acromegalic patient with obstructive sleep apnea syndrome, Sleep and Breathing, 査読有, 17(1), 2013, 29-32
DOI: 10.1007/s11325-012-0711-5
- ③ Nakano H, Mishima K, Ueda Y, Matsushita A, Suga H, Miyawaki Y, Mano T, Mori Y, Ueyama Y. A new method for determining the optimal CT threshold for extracting the upper airway, DentoMaxilloFacial Radiology, 査読有, 42(3), 2013, 1-6
DOI: 10.1259/dmfr/26397438

〔学会発表〕 (計 9 件)

- ① 菅 北斗, 三島克章, 中野旬之, 松村真由美, 上山吉哉, 数値流体力学を用いた口腔内装置の作用機序についての検討, 第 67 回 NPO 法人日本口腔科学会学術集会, 2013 年 05 月 22 日~2013 年 05 月 24 日, 栃木県総合文化センター (栃木)
- ② 松村真由美, 三島克章, 中野旬之, 菅 北斗, 上山吉哉, 睡眠時無呼吸症候群に対して用いられる口腔内装置の作用機序について, 第 67 回 NPO 法人日本口腔科学会学術集会, 2013 年 05 月 22 日~2013 年 05 月 24 日, 栃木県総合文化センター (栃木)
- ③ Suga H, Mishima K, Nakano H, Matsumura M, Nakagawa S, Nakano A, Ueyama Y, Analysis of upper airway oral appliances in OSAS patients by computational fluid dynamics, The 7th Asian Sleep Research Society Congress, 2012 年 11 月 30 日~2012 年 12 月 02 日, 台北国際会議センター (台湾)
- ④ Matsumura M, Mishima K, Nakano H, Suga H, Nakagawa S, Nakano A, Miyawaki Y, Ueyama Y, Mechanisms of oral appliances for treatment of obstructive sleep apnea syndromes, The 7th Asian Sleep Research Society Congress, 2012 年 11 月 30 日~2012 年 12 月 02 日, 台北国際会議センター (台湾)
- ⑤ 松村真由美, 三島克章, 中野旬之, 中野

明日香, 菅 北斗, 中川進太郎, 真野隆
充, 上山吉哉, 睡眠時呼吸障害と気道形
態の関連について, 第 41 回日本口腔外
科学会中・四国地方会, 2012 年 04 月 28
日, 愛媛大学総合情報メディアセンター
(愛媛)

- ⑥ Suga H, Nakano H, Matsushita A,
Matsumura M, Mano T, Hara H, Mishima K,
Yamashita H, Ueyama Y, Differences
between a rigid oral appliance and a
semi-rigid appliance for the treatment
of Obstructive Sleep Apnea Syndrome,
World Sleep 2011, 2011 年 10 月 16 日
～2011 年 10 月 20 日, 京都国際会議場(京
都)
- ⑦ Nakano H, Mishima K, Matsushita A, Suga
H, Miyawaki Y, Mano T, Hara H, Mori Y,
Ueyama Y, Relationship between airway
volume and sleep-disordered breathing,
World Sleep 2011, 2011 年 10 月 16 日
～2011 年 10 月 20 日, 京都国際会議場(京
都)
- ⑧ Matsushita A, Mishima K, Nakano H, Suga
H, Miyawaki Y, Mano T, Hara H, Mori Y,
Ueyama Y, Effects of Orthognathic
Surgery on Airway and Sleep Disordered
Breathing, World Sleep 2011, 2011 年
10 月 16 日～2011 年 10 月 20 日, 京都国
際会議場 (京都)
- ⑨ Matsumura M, Mishima K, Nakano H,
Matsushita A, Suga H, Mano T, Hara H,
Fukuda T, Yamashita H, Ueyama Y,
Effects of the silensor treatment for
the Obstructive Sleep Apnea Syndrome
cases, World Sleep 2011, 2011 年 10
月 16 日～2011 年 10 月 20 日, 京都国際
会議場 (京都)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

菅 北斗 (SUGA HOKUTO)

山口大学・医学部附属病院・医員

研究者番号: 40610621