

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：17701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K20605

研究課題名(和文) いびきの音響解析を用いたOSAS診断のための新たな検査法の開発

研究課題名(英文) Development of the new examination for OSAS diagnoses using the sound analysis of the snoring

研究代表者

菅 北斗 (SUGA, Hokuto)

鹿児島大学・医歯学域歯学系・助教

研究者番号：40610621

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、閉塞性睡眠時無呼吸症候群(OSA)の新たな検査法を確立する事を目的とした。口腔内装置(OA)治療を行ったOSAに対し、治療前後に流体力学解析(CFD)を行い、上気道の通気状態を評価した。その結果、気流速度および気道内圧力は軟口蓋部および舌根部で有意に改善する事を明らかにした。また、治療前の気道内圧力とAHIに相関を認めた。これらの結果から、CFDから得られる気流速度は、通気障害部位の検出に有効であり、また、気道内圧力はOSAの重症度を予測する方法として有効である可能性が示唆された。更なる研究が必要だが、CFDはOSAの新たなスクリーニング検査法になる可能性があると考えられた。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study was to development of the new examination for obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) diagnoses.

As a computational fluid dynamics (CFD) result, the oral appliance (OA) treatment improved a ventilation condition of the pharyngeal airway. And apnea-hypopnea index (AHI) of the OSAS patients before the OA treatment and pressure of epiglottic tip level showed a correlation. In conclusion pressure of CFD showed OSAS severity and velocity of CFD showed ventilator impairment site of OSAS. CFD was thought to have possibilities to become the new screening test of OSAS.

研究分野：小児歯科

キーワード：閉塞性睡眠時無呼吸症候群 流体力学解析 口腔内装置

1. 研究開始当初の背景

小児閉塞性睡眠時無呼吸症候群 (OSAS) は、いびき・無呼吸とともに、注意欠陥多動障害症状、知能指数の低下、夜尿、胸郭変形など多くの健康障害を生じると言われている。更には顔面発育にも影響し、成人後に OSAS 再発の誘因となる事が指摘され、早期発見・早期治療の必要性について関心が高まっている。

小児 OSAS の罹患率は 2% との報告もあるが、入院下での Polysomnography (PSG) 検査が診断に必要なため、受診率が低く実際の有病率はさらに高いと考えられている。現在 OSAS のスクリーニング検査として簡易 PSG 検査も行われているが、検査データの精度はそれほど高くはない。このため、小児 OSAS を早期発見し早期治療へと結びつける簡便で精度の高い新たなスクリーニング検査法の確立が待ち望まれている。

2. 研究の目的

流体力学解析法 (CFD) を応用し、上気道の通気状態の評価や、気道狭窄部の検出などをおこない、更には OSAS の簡便なスクリーニング検査法の確立を目的とする。より簡便に OSAS の診断が可能となれば、小児 OSAS の早期発見・早期治療につながり、将来的な OSAS 発症の抑制にも貢献できるものと考えられる。

3. 研究の方法

(1) 対象

口腔内装置 (OA) 治療が適応と診断された OSAS 患者を対象とした。

(2) 睡眠時呼吸障害の計測

睡眠時呼吸障害の検査 (PSG 検査) は、OA 治療前および治療後に、日中の眠気、睡眠時の無呼吸・いびき等の自覚症状が改善を認めた時点の計 2 回検査する。

(3) CT 撮影

CT 検査は OA 治療前および治療後に、日中の眠気、睡眠時の無呼吸・いびき等の自覚症状が改善を認めた時点の計 2 回撮影する。CT 画像はヘリカルマルチスライステクニックを用いて、0.6mm スライスで撮影する。撮影は OA 非装着時、装着時とする。CT 検査は同じ条件で撮影できるように、呼吸を停止して撮影する。

(4) 気道の流体力学解析

CT データより得られた DICOM データを、3次元画像構築ソフト INTAGE Volume Editor により上気道を抽出し、表面形状データとして STL 化後に、FEM メッシュモーフティングソフト MeshWorks/Morpher でメッシュ処理する。その後、熱流体解析ソフト PHOENICS を用いて流体力学解析し、通気状態を評価する (図 1)。

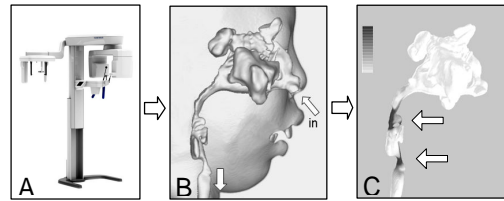


図 1 上気道流体シミュレーション解析の流れ

A: CT 撮影 B: 上気道モデルの流体解析

C: 通気状態の評価

4. 研究成果

本研究では OA 治療により、AHI は有意に改善した (表 1)。

表 1 OA 治療前後の睡眠データ

Variable	Before		After		Treatment Change		p
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	
AHI (events/h)	23.1	12.0	10.1	6.0	-13.0	10.7	<0.001
AI (events/h)	10.5	12.0	3.3	4.0	-7.2	8.5	0.005
HI (events/h)	12.6	6.7	6.8	4.1	-5.8	7.7	0.011
Lowest SpO ₂ (%)	82.1	7.9	88.7	4.4	6.1	5.6	0.001

次に CFD で吸気時における上気道通気状態を評価した (図 2)。

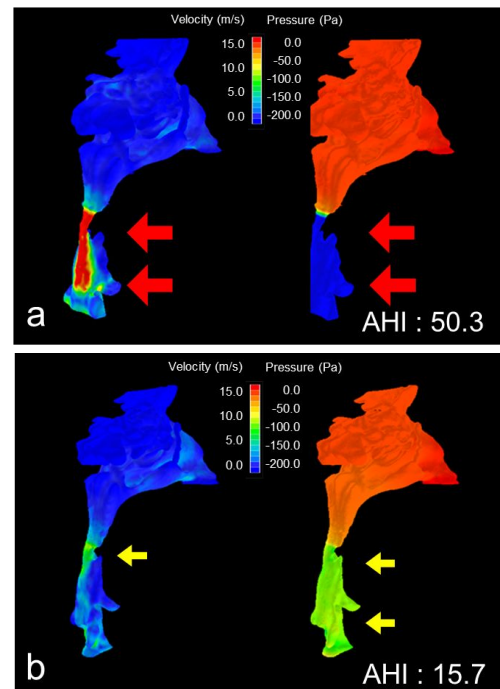


図 3 CFD

a. OA 治療前 左: 気流速度 右: 気道内圧力

b. OA 治療後 左: 気流速度 右: 気道内圧力

その結果、O A 治療により気流速度は、retropalatal level と epiglottic tip level で有意に減少し (表 2) また、気道内圧力 (陰圧) は、retropalatal level から epiglottic tip level にかけて有意に減少した (表 3)。

表 2 上気道の気流速度について

	Velocity (m/s)									
	Hard palate level		Retropalatal level		Uvular tip level		Epiglottic tip level		Site differences ^a	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	P	host hoc
Before	2.6	1.3	9.0	5.7	8.2	5.5	6.8	3.1	<0.001	12,13
After	2.1	0.9	5.3	2.9	6.6	3.2	4.8	2.0	<0.001	12,13,14
Treatment change	-0.5	1.0	-3.7	5.0**	-1.6	4.4	-2.0	2.9*	0.147	

** P < 0.01, * P < 0.05, ^a Friedman test with Bonferroni's correction: 12, Hard palatal level vs Retropalatal level; 13, Hard palatal level vs Uvular tip level; 14, Hard palatal level vs Epiglottic tip level

表 3 上気道の気道内圧力について

	Pressure (Pa)									
	Hard palate level		Retropalatal level		Uvular tip level		Epiglottic tip level		Site differences ^a	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	P	host hoc
Before	-50.9	44.2	-130.3	85.8	-163.1	119.8	-167.2	113.9	<0.001	13, 14
After	-27.8	21.0	-51.3	38.3	-76.4	45.4	-77.2	46.2	<0.001	13, 14
Treatment change	23.1	46.2	79.0	80.1**	86.7	100.8*	90.0	100.5**	0.006	

** P < 0.01, * P < 0.05, ^a Friedman test with Bonferroni's correction: 13, Hard palatal level vs Uvular tip level; 14, Hard palatal level vs Epiglottic tip level

以上の結果より、O A 治療は気道形態を変形させることにより、通気状態 (特に気道内にかかる陰圧) を改善させ、この陰圧の減少が、気道の Collapse の発生を防ぎ、AHI を改善させる可能性があることが示唆された。

次に O A 治療前の O S A S 患者の C F D データと P S G による睡眠データの関係性について検討した。その結果、epiglottic tip level の気道内圧力は A H I と相関を認めた (表 4)。

これらの結果より、C F D の気流速度は O S A S 患者の上気道の通気障害部位の検出に有効であり、気道内圧力は O S A S の重症度を予測する方法として有効である可能性が示唆された。更なる研究が必要だが、C F D は O S A S の新たなスクリーニング検査法になる可能性があると考えられた。

表 4 気道内圧力と PSG データの関係について

	Pressure (Pa)							
	Hard palate level		Retropalatal level		Uvular tip level		Epiglottic tip level	
	r _s	P	r _s	P	r _s	P	r _s	P
AHI (events/h)	0.247	0.376	-0.450	0.092	-0.496	0.060	-0.521	0.046
AI (events/h)	-0.127	0.652	-0.404	0.136	-0.386	0.156	-0.314	0.254
HI (events/h)	0.297	0.283	-0.129	0.648	-0.132	0.639	-0.232	0.405
Lowest SpO ₂ (%)	-0.006	0.985	0.317	0.270	0.387	0.171	0.387	0.171

r_s: Spearman's rank correlation coefficient

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 5 件)

宮川 尚之, 岩崎 智慧, 菅 北斗, 伴 祐輔, 山崎 要一. 小児の口呼吸が睡眠ならびに日中の行動におよぼす影響のアンケート調査. 小児歯科学雑誌. 56 巻 1 号:19-25. 2018. 査読有

Fuchigami T, Kimura N, Kibe T, Tezuka M, Amir MS, Suga H, Takemoto Y, Hashiguchi M, Maeda-Iino A, Nakamura N. Effects of pre-surgical nasopalveolar moulding on maxillary arch and nasal form in unilateral cleft lip and palate before lip surgery. Orthod Craniofac Res. 20(4):209-215. 2017. 査読有

Iwasaki T, Sato H, Suga H, Takemoto Y, Inada E, Saitoh I, Kakuno E, Kanomi R, Yamasaki Y. Relationships among nasal resistance, adenoids, tonsils, and tongue posture and maxillofacial form in Class II and Class III children. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 151(5):929-940. 2017. 査読有

Iwasaki T, Sato H, Suga H, Takemoto Y, Inada E, Saitoh I, Kakuno K, Kanomi R, Yamasaki Y. Influence of pharyngeal airway respiration pressure on Class II mandibular retrusion in children: A computational fluid dynamics study of inspiration and expiration. Orthod Craniofac Res. 20(2):95-101. 2017. 査読有

Iwasaki T, Sato H, Suga H, Minami A, Yamamoto Y, Takemoto Y, Inada E, Saitoh I, Kakuno E, Kanomi R, Yamasaki Y. Herbst appliance effects on

pharyngeal airway ventilation evaluated using computational fluid dynamics. Angle Orthod. 87(3):397-403. 2017. 査読有

〔学会発表〕(計 7 件)

Using computational fluid dynamics to clarify the different therapeutic mechanisms of the rigid and semi-rigid mandibular repositioning devices in obstructive sleep apnea syndrome. Suga H, 3rd Annual Conference in Pediatric Dentistry between Gangneung-Wonju National University and Kagoshima University 2016/11/18 Kagoshima

合田義仁、稲田絵美、村上大輔、岩崎智恵、佐藤秀夫、菅 北斗、橋口真紀子、山本祐士、南 彩佳、山崎要一：小児における生活環境と齲蝕罹患に関する統計学的検討．第 34 回日本小児歯科学会九州地方会大会 2016年10月30日 宮崎市民プラザ（宮崎県宮崎市）

山本祐士、佐藤秀夫、岩崎智恵、南 彩佳、菅 北斗、橋口真紀子、稲田絵美、奥 猛志、山崎要一：上顎急速拡大により Down 症候群児 OSAS の改善を認めた 1 症例 流体シミュレーションを用いた閉塞原因部位の特定 ．第 33 回日本障害者歯科学会総会 2016年10月2日 ソニックシティ（埼玉県さいたま市）

中野旬之、三島克章、菅 北斗、吉村力、森 悦秀：歯科における閉塞性睡眠時無呼吸症に対する治療及びスクリーニング（シンポジウム）．第 41 回日本睡眠学会 2016年7月8日 京王プラザホテル（東京都）

佐藤秀夫、岩崎智恵、菅 北斗、橋口真紀子、南 彩佳、奥 猛志、田中 巽、山崎要一：ダウン症候群児への上顎急速拡大により OSAS の改善を認めた一症例．第 41 回日本睡眠学会 2016年7月8日 京王プラザホテル（東京都）

菅 北斗、稲田絵美、北上真由美、佐藤秀夫、橋口真紀子、村上大輔、合田義仁、山崎要一：本院小児歯科患者の歯ブラシの把持法と口腔衛生状態の関係性について．第33回日本小児歯科学会九州地方会 2015年11月15日 福岡県歯科医師会館（福岡県福岡市）

橋口真紀子、佐藤秀夫、菅 北斗、森園健、山崎要一：本院小児歯科における舌小帯短縮症児の実態調査．第 53 回日本

小児歯科学会 2015年5月21日 広島国際会議場（広島県広島市）

〔図書〕(計 1 件)

菅 北斗：外科的矯正治療カラーアトラス（編著：上山吉哉，森悦秀）：第4部 症例報告、pp.63-65、九州大学出版会（全 79 頁）、2017

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

菅 北斗 （SUGA, Hokuto）
鹿児島大学・歯学域歯学系・助教
研究者番号：40610621