

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5月1日現在

機関番号：17701
 研究種目：若手研究(B)
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22792061
 研究課題名(和文) 上気道流体シミュレーションによる小児OSASの新しい診断法と歯科
 的対応法への展開
 研究課題名(英文) Development to new diagnostic procedure of pediatric OSAS and dental
 treatment by upper airway fluid simulation
 研究代表者
 深水 篤(FUKAMI ATSUSHI)
 鹿児島大学・医学部・歯学部附属病院・助教
 研究者番号：20452948

研究成果の概要（和文）：

流体機械のシミュレーション（FMS）は、上気道閉塞の位置を検出するために効果的であることが示された。調査は、OSAS 治療を予定する際に重要かもしれない上気道の妨害を診断するために FMS と CBCT を併合する効果を明らかに証明した。そして、上顎骨急速拡大（RME）の鼻腔通気状態、舌位、咽頭気道体積への効果を評価した。RME は、鼻腔通気状態の改善の有無にかかわらず、咽頭気道を増大した。この効果は小児 OSAS に有効である。

研究成果の概要（英文）：

Fluid mechanical simulation (FMS) was proved effective for detecting the location of upper airway obstructions. The investigation clearly proved the effectiveness of combining FMS and CBCT to diagnose obstructions of the upper airway that might be important in planning OSAS treatment. And it was comprehensively examined that the effect of rapid maxillary expansion (RME) on the nasal airway ventilation condition, tongue posture and pharyngeal airway volume. RME enlarges the pharyngeal airway both with and without improvement in nasal obstruction. This effect is effective for OSAS of children.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2011年度	500,000	150,000	650,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・矯正・小児歯科学

キーワード：小児 OSAS、上気道流体シミュレーション、上顎骨急速拡大、鼻腔通気状態、舌位、咽頭気道体積

1. 研究開始当初の背景

小児 OSAS の発現頻度は 0.7 から 2.9% といわれ、重症例では高血圧、知的障害、呼吸不全、心不全、昏睡が生じるといわれている。しかし、第一選択とされるアデノイド口蓋扁桃除去での治癒率は 70% 前後と言われ、改善をみない場合、持続陽圧呼吸療法が選択されることが多い。しかし、この持続陽圧呼吸療法は良好なコンプライアンスを継続して得ることは難しい。小児 OSAS の原因部位は鼻腔、上咽頭、中咽頭、下咽頭と広範囲にあり、しかもその半数は複数に原因部位があるといわれている。しかし、現在行われている検査方法では複雑な形態をした上気道から障害部位を特定することは困難である。そのため、適切な治療方法が選択されず、良好な治療成績が得られていないと考える。

このように、小児 OSAS では通気障害部位の特定が、良好な治療成績を収めるために最も重要であると考えられるが、その方法は、未だ確立されていない。

我々は顎顔面形態と歯列咬合状態の異常に対し、気道形態および上気道の通気状態の研究を行い、その結果確立した、上気道流体シミュレーションが通気状態の評価に有効であることを明らかにしてきた。この方法は上気道の空気の流れをシミュレーションし、通気状態を動的に評価するもので、形態的に複雑な鼻腔の評価や、外鼻孔から下咽頭までをひとつの管腔としてトータルに評価するため、障害の程度だけでなく、複数の障害部位の検出も出来る。

そこで今回、小児 OSAS の通気障害部位の特定方法として、上気道流体シミュレーションの有効性を検討し、通気障害部位の特定と実際の治療に役立つものにした。

次に、小児 OSAS の治療として上顎骨急速拡大と下顎前方誘導の有効性について検討し

たい。

具体的には、これらの治療前後の気道形態のデータを解析し、それぞれの治療前の気道形態から治療後の予測モデルを作製できるようにする。得られたモデルのシミュレーションを行い通気障害の改善状態を予測する。その結果、小児 OSAS に対する上顎骨急速拡大、下顎前方誘導の治療による通気状態改善のための目標値が設定可能になり、実際の治療に有用なものになると考える。このような、試みは申請者が知る限り、他に行なわれておらず、かつ、実際の臨床に役立つ可能性が高いものとする。

2. 研究の目的

小児の閉塞性睡眠時無呼吸症候群(OSAS)の治療には、現在、アデノイド口蓋扁桃除去が第一選択とされるが、その治療効果は必ずしも良好なものでない一方、上顎骨急速拡大の有効性を示唆する報告があるものの、十分なエビデンスが得られているとは言えない。これらの理由として、閉塞部位にはバリエーションがあり、その閉塞の原因も必ずしも、アデノイドや口蓋扁桃肥大ではないことが考えられる。つまり、通気障害部位の特定方法、通気障害部位の改善方法を確立することを目的とした。

3. 研究の方法

資料は連携研究者が開設しているクリニックにおいて、歯列不正の診断目的で撮影された 6 歳から 12 歳までの小児で上顎骨急速拡大を行なったもの 30 名と下顎前方誘導の治療を受けたもの 30 名の CT データとした。

【 方法 】

1. 3次元上気道の形態評価

CT データは、64 bit ワークステーション

ンにて、医用画像構築ソフトで上気道の3次元モデルの構築を行ない、上気道について気道断面積、気道長径、幅径および形態の計測を行なった。

2. 上気道流体シミュレーション

構築された上気道モデルをSTL化し、熱流体解析ソフトにて上気道流体シミュレーションを行い、上気道の圧力分布、速度分布の状況から通気状態を評価する。その後、通気障害部位の特定方法としての有効性を検討するため、従来行なわれてきた形態的検査方法である、上気道の断面画像や3次元構築された画像と上気道流体シミュレーションの結果を比較検討した。

1. 上顎骨急速拡大、下顎前方誘導による通気状態の変化の解析

上顎骨側方拡大量や下顎前方位量と上気道形態の計測データならびに上気道通気状態のデータとの関連を調べ、各治療による上気道形態ならびに上気道通気状態の変化の予測値を得た。

2. 治療予測モデルの作製と実際治療による通気状態の改善の確認

治療前の3次元形態データから、各治療による形態変化の予測値を参考に、治療後のモデルを作製した。モデルの作製には、メッシュモーフィングソフトウェアを用いて、その後、実際の治療後におけるCTデータからの形態と予測モデルを使用した形態との流体シミュレーションの結果を比較し、予測モデルの有効性を評価した。

4. 研究成果

流体シミュレーション (FMS) は、上気道閉塞の位置を検出するために効果的であることが示された。調査は、OSAS 治療を予定する際に重要かもしれない上気道の妨害を診

断するために FMS と CBCT を併合する効果を明らかに証明した (図 1, 2)。そして、上顎骨急速拡大 (RME) の鼻腔通気状態、舌位、咽頭気道体積への効果を評価した。RME は、鼻腔通気状態の改善の有無にかかわらず、咽頭気道を増大した。この効果は小児 OSAS への有効性を示すものとする。

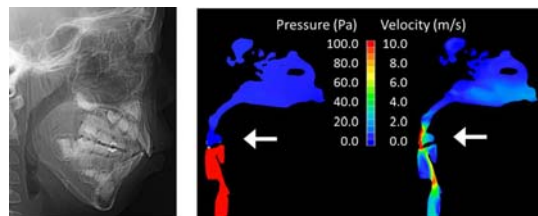


図 1 流体シミュレーションによる通気障害部位の特定



図 2 CBCT による通気障害部位の特定

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 4 件)

1) Iwasaki T, Saitoh I, Takemoto Y, Inada E, Kakuno E, Kanomi R, Hayasaki H, Yamasaki Y, Tongue posture improvement and pharyngeal airway enlargement as secondary effects of rapid maxillary expansion: A cone-beam computed tomography study, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Vol.143, pp.235-245 (2013).(査読有) doi: 10.1016/j.ajodo.2012.09.014.

2) Iwasaki T, Saitoh I, Takemoto Y, Inada E, Kanomi R, Hayasaki H, Yamasaki Y, aluation of improvement of nasal airway

ventilation following rapid maxillary expansion using computational fluid dynamics, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, Vol.141, No.3, pp.269-278 (2012). (査読有) doi: 10.1016/j.ajodo.2011.08.025.

3) Iwasaki T, Saitoh I, Takemoto Y, Inada E, Kanomi R, Hayasaki H, Yamasaki Y, Evaluation of upper airway obstruction in Class II children using fluid-mechanical simulation, *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, Vol.139, No.2, pp.e135-e145 (2011). (査読有) doi: 10.1016/j.ajodo.2010.08.014.

4) Fukami A, Saitoh I, Iwase Y, Oku T, Inada E, Takemoto Y, Yamada C, Iwasaki T, Hasegawa H, Kubota K, Murakami T, Harada K, Nishi M, Kinjo S, Igata N, Hayasaki H, Yamasaki Y, Development of Labial-Closure Strength in Preschool Children. *Journal of Craniomandibular Practice*, Vol.28, No.4, pp.232-237 (2010). (査読有)

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21032977>

[学会発表] (計 8 件)

1) Iwasaki T, Saitoh I, Harada M, Miyashita K, Matsune S, Takemoto Y, Fukami A, Sato H, Inada E, Hasegawa H, Kakuno E, Kanomi R, Hayasaki H, Kurono Y, Yamasaki Y, Detection of specific obstruction sites using fluid-structure interaction analysis in children with upper airway obstruction, THE 7TH ASIAN SLEEP RESEARCH SOCIETY CONGRESS, 2012, 2012 年 11 月 30 日 Taipei

2) 深水 篤, 長谷川大子, 稲田絵美, 佐藤秀夫, 山崎要一: 進行性骨化性線維異形成症 (FOP) 患児への継続的口腔管理の一例、第 30 回日本小児歯科学会九州地方会大会 2012 年 10 月 28 日 長崎市

3) 岩崎智憲, 嘉ノ海龍三, 武元嘉彦, 齊藤一誠, 覚野恵梨子, 早崎治明, 山崎要一, CBCT を用いた上顎骨側方急速拡大による舌位改善と咽頭気道拡大の評価, 第 71 回日本矯正歯科学会, 2012 年 9 月 28 日 盛岡市

5) 岩崎智憲, 齊藤一誠, 原田みずえ, 宮下圭一, 松根彰志, 武元嘉彦, 深水 篤, 佐藤秀夫, 稲田絵美, 長谷川大子, 覚野恵梨子, 嘉ノ海龍三, 早崎治明, 黒野祐一, 山崎要一, 上気道流体シミュレーションを用いた上顎骨急速拡大による歯科治療前後の吸気時咽頭気道圧の評価, 第 37 回日本睡眠学会, 2012 年 6 月 29 日 横浜市.

6) Yamasaki Y, Iwasaki T, Saitoh I, Takemoto Y, Inada E, Kakuno E, Kanomi R, Hayasaki H: Analysis of upper airway obstruction in Class II children using fluid-mechanical simulation, the 8th Biennial Conference of the Pediatric Dentistry Association of Asia (PDAA), Sanur Paradisw Plaza Hotel, Bali in Indonesia, 24-26 May, 2012. The 5 finalists of Scientific competition in Research Poster Session.

7) 村上大輔, 稲田絵美, 齊藤一誠, 海原康孝, 奥 猛志, 岩崎智憲, 長谷川大子, 深水 篤, 佐藤秀夫, 武元嘉彦, 窪田直子, 伊藤千晶, 乃村俊樹, 田中みゆき, 井形紀子, 香西克之, 山崎要一: 小児の口呼吸における関連因子の

抽出と口唇閉鎖力との関連性についての先行研究 第50回日本小児歯科学会大会
2012年5月12、13日 東京

8) Iwasaki T, Saitoh I, Kanomi R, Hayasaki H, Yamasaki Y, Improving tongue posture and pharynx airway as a side effect of rapid maxillary expansion in children: A cone-beam computed tomography study, American Association of Orthodontists (AAO) 112th Annual Session, 2012年5月3日 Honolulu

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

深水 篤 (FUKAMI ATSUSHI)

鹿児島大学・医学部・歯学部附属病院・

助教

研究者番号：20452948

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

岩崎 智憲 (IWASAKI TOMONORI)

鹿児島大学・医学部・歯学部附属病院・講師

研究者番号：10264433

山崎 要一 (IWASAKI TOMONORI)

鹿児島大学・医歯(薬)学総合研究科・教授

研究者番号：30200645