

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 15 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25293420

研究課題名(和文) 気道通気障害と口蓋扁桃肥大が小児の咀嚼・嚥下機能におよぼす包括的研究

研究課題名(英文) The comprehensive studies that an airway ventilation disorder and hyperplasia of palatine tonsil give to chewing and the deglutition function of children

研究代表者

山崎 要一 (Yamasaki, Youichi)

鹿児島大学・医歯学域歯学系・教授

研究者番号：30200645

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：口は咀嚼だけでなく、呼吸機能もかねており、慢性的な鼻疾患に罹患している場合、咀嚼と呼吸の両方に大きな負担がかかり、咀嚼機能への影響が予想される。

本研究では気道通気障害と口蓋扁桃肥大が小児の咀嚼・嚥下におよぼす、影響を明らかにするため、気道通気状態、口蓋扁桃肥大、嚥下時の舌の動きについて評価を行った。その結果、気道通気障害がある場合、舌が低位になり、口蓋扁桃肥大がある場合、舌は前方位になり、水の嚥下時にはその量により舌の動きが影響することを明らかにできた。

研究成果の概要(英文)：When the mouth serves as not only the chewing but also the respiratory function and has a chronic nose disease, a large burden has both chewing and respiration, and the influence on chewing function is expected.

We evaluated airway ventilation condition, hyperplasia of palatine tonsil, lingual movement at deglutition to clarify the influence that an airway ventilation disorder and hyperplasia of palatine tonsil gave to chewing, the deglutition of children in this study. As a result, it was, and, as for the tongue, ante-position was able to clarify what lingual movement influenced by the amount at the deglutition of the water when a tongue became the low position when there was an airway ventilation disorder, and there was hyperplasia of palatine tonsil.

研究分野：小児歯科学

キーワード：気道 通気障害 嚥下 摂食

1. 研究開始当初の背景

申請者はこれまでに小児の咀嚼機能の発達と歯列咬合状態が咀嚼運動におよぼす影響について顎機能の面から研究を行ってきた。

一方、呼吸機能にも着目して、気道通気状態と顎顔面歯列咬合状態との関連についての研究を進め、気道通気障害がある場合は、上顎前突や反対咬合、低位舌等を認めることを明らかにし、高い評価を得ている(表彰業績)。また、一連の気道に関する研究で気道通気障害がある小児では、口唇が弛緩し離開しているだけではなく、食が細い、いつまでも口の中に食べ物がある、食べた物を吐き出す、丸呑みする等、口腔機能の発達に影響が出ているエピソードをよく耳にしてきた。

そこで、気道通気障害や口蓋扁桃肥大が原因で食行動に問題を抱える小児がいるのではないかとこの着想に至り、これまで行った咀嚼運動を中心とした顎機能に関する研究に、鼻腔から咽頭までの上気道の機能も融合した呼吸と嚥下との関連性についての包括的な研究が必要であると考えた。

2. 研究の目的

口は咀嚼だけでなく呼吸機能もかねており、慢性的な鼻疾患に罹患している小児では咀嚼と呼吸の両方に大きな負荷がかかり、咀嚼機能への影響が予想される。一方、咽頭は嚥下のための消化管であるが、呼吸器官でもあり、小児に多い口蓋扁桃肥大があると、呼吸に影響すると考えられる。

しかし、これまで鼻疾患や口蓋扁桃肥大が小児の気道通気状態にどのように影響するか明らかにされていない。

そこで、鼻腔から咽頭までの上気道の機能を融合した呼吸と嚥下の関連性についての包括的な研究を行い、これらの相互的な関係を明らかにしたい。本研究は鼻閉、アデノイド、口蓋扁桃肥大が原因で咀嚼や嚥下の機能障害が疑われる小児に対して、改善のための有用な情報を提供することになる。

3. 研究の方法

対象は歯列咬合に対する主訴があり、精査の必要性が認められ、CBCTの撮影を行ったClass I, II, IIIの小児各20名と研究に協力が得られモーションキャプチャシステムにより解析が出来た成人10名である。

平成25年度

【方法】

(1) 捕食から嚥下までの計測

捕食から嚥下までの計測はモーションキャプチャシステム(インターリハ社製VICON: 現有設備)を用いて行う。本システムは、計測法が簡便なため、被験者の負担が少ない。計測標点は頭部動揺の標点としてメガネフレームに5点(a)、咀嚼運動の標点として口唇周囲と顎に6点(b)、嚥下動作の標点と

して喉頭隆起上体に3点(c)を貼付しておく。

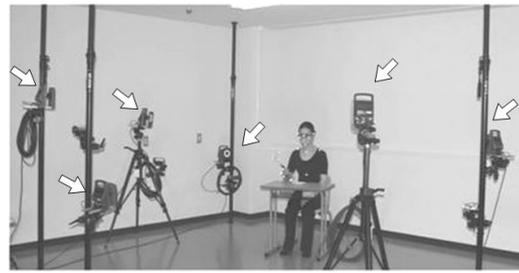


図 咀嚼から嚥下までの計測風景  
計測用カメラ6台(矢印)が、被験児のあらゆる動作下での標点を3次的に把握できるように配置されている。

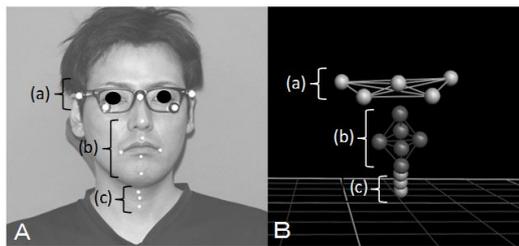


図 マーカーの貼付(A)と計測されたマーカー例(B)  
小児の咀嚼と嚥下動作中の標点を追跡し、計測を行う。

(2) 上気道の3次元形態評価

CTデータは、64 bit ワークステーション、医用画像構築ソフトで上気道を3次元画像構築し、上気道の気道断面積、気道長径、幅径および気道体積を計測する。

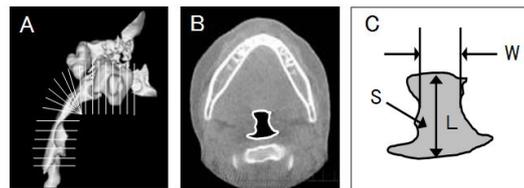


図 10 下咽頭部の気道断面の計測

A: 3次元構築された上気道  
B: 気道断面  
C: 気道断面の計測部位。S: 断面積、L: 長径、W: 幅径

(3) 上気道通気状態の評価

3次元構築された上気道モデルをSTL化し、FEMメッシュモーフイングソフトウェアにてメッシュ処理し、流体解析ソフトウェア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。

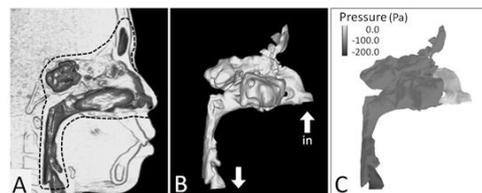


図 上気道通気状態の評価

A: CTデータから上気道部分の抽出。B: 抽出した3次元上気道モデルの吸気の流体シミュレーション。C: 得られた上気道の圧力状態から上気道通気状態を評価する。

平成26年以降

(1) 上気道通気障害改善後の咀嚼および嚥下運動と呼吸の相互関係の評価

上気道通気障害治療前後の咀嚼運動、嚥下、呼吸を評価し、上気道通気障害の改善がそれぞれにおよぼす影響について検討する。

(2) 上気道通気障害改善治療後の上気道形態および通気状態の評価

平成27年度

(1) 上気道通気障害改善治療後の上気道および顎顔面形態の評価

上顎骨側方急速拡大ならびに下顎前方誘導による上気道通気障害改善後の上気道および顎顔面形態を比較して、治療前後におけるそれぞれの形態変化を評価する。

(2) 上気道通気障害改善後の呼吸に伴う気道周囲圧の変化と顎顔面形態に及ぼす影響の評価

上気道通気障害改善後の咽頭部に生じる呼吸時の気道周囲圧を流体構造連成解析で求め、その軽減効果とそれに伴う顎顔面形態への影響を評価する。

#### 4. 研究成果

上顎側方拡大により、鼻腔抵抗値は 0.50 Pa/cm<sup>3</sup>/sec から 0.14 Pa/cm<sup>3</sup>/sec に有意に減少し、気道最大陰圧は上咽頭部で -112.1 Pa から -35.2 Pa、中咽頭部で -125.0 Pa から -48.7 Pa、下咽頭部で -130.1 Pa から -54.2 Pa にそれぞれ有意に軽減した。

Class II の鼻抵抗はその他の2つの群のそれより有意に高かった、そして、Class II 群の咽頭気道陰圧 (-247.64 Pa) は Class I 群 (-43.51 Pa) と Class III 群 (-31.81 Pa) より有意に大きかった (P < 0.001)。

Class II 群の吸気と呼気の圧差 (-27.38 Pa) は、Class I 群 (-5.17 Pa) と Class III 群 (0.68 Pa) 群 (P = 0.006) のそれより大きかった。

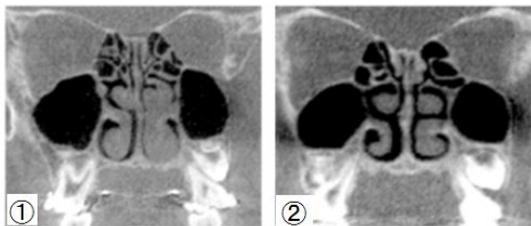


図 上顎側方急速拡大による鼻腔の変化(前頭面)

- ① 拡大前：両側鼻腔が狭窄している。
- ② 拡大後：両側鼻腔の狭窄が改善している。

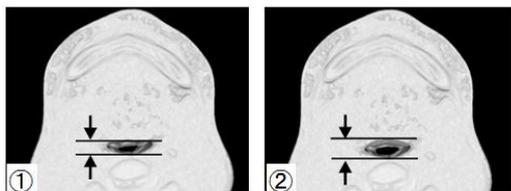


図 下顎前方誘導による咽頭気道断面の変化(水平面)

- ① 前方誘導前：前後的な圧平を認める。
- ② 前方誘導後：前後的に拡大している。



図 上気道通気障害改善に伴う下顎後退咬合の改善(予想図)

- A: 改善前、吸気時陰圧(黒矢印)により下顎の後退を認める。
- B: 改善後、吸気時陰圧が軽減し、下顎は本来の前方への成長(白矢印)が期待される。

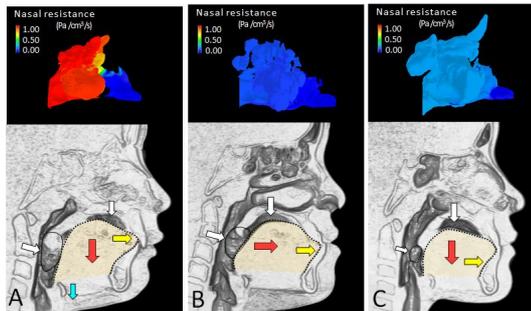


図 鼻腔通気状態、口蓋扁桃、アデノイド、舌位と顎顔面歯列形態との関連

- A Class II 鼻閉と低位舌、舌骨の下方変位
- B Class III 口蓋扁桃肥大による下顎切歯ならびに下顎の前方位
- C Class III 下顎のサイズが大きいことに起因する低位舌

#### 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 6 件)

Liu SY, Huon LK, Iwasaki T, Yoon A, Riley R, Powell N, Torre C, Capasso R. Efficacy of Maxillomandibular Advancement Examined with Drug-Induced Sleep Endoscopy and Computational Fluid Dynamics Airflow Modeling. Otolaryngol Head Neck Surg. 2016 Jan;154(1):189-95.(査読有) doi: 10.1177/0194599815611603.

Iwasaki T, Takemoto Y, Inada E, Sato H, Saitoh I, Kakuno E, Kanomi R, Yamasaki Y: Three-dimensional cone-beam computed tomography analysis of enlargement of the pharyngeal airway by the Herbst appliance. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 146:776-785, 2014. (査読有) <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.08.017>

Iwasaki T, Takemoto Y, Inada E, Sato H, Suga H, Saitoh I, Kakuno E, Kanomi R, Yamasaki Y: The effect of rapid maxillary expansion on pharyngeal

airway pressure during inspiration evaluated by computational fluid dynamics. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 78:1258-1264, 2014. (査読有)  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2014.05.004> (日本睡眠学会ベストプレゼンテーション賞)

Iwasaki T, Yamasaki Y: Relation between maxillofacial form and respiratory disorders in children, Sleep and Biological Rhythms, 12(1):2-11, 2014. (査読有)  
doi:10.1111/sbr.12041 (日本睡眠学会 Highlight article)

岩崎 智憲、山崎 要一：特集 睡眠関連呼吸障害：イビキを考える - ストップザイビキ - , - 小児歯科での睡眠医療への取り組み - , 睡眠医療, ライフ・サイエンス, 東京, 8: 313-317 頁, 2014. (査読無)

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 & Dentofacial Orthopedics, 143(2): 235-45, 2013. 査読有

〔学会発表〕(計 9 件)

對木 悟, 服部佳功, 小森 成, 岩崎智憲, 山崎要一 他 2 名: 閉塞性睡眠時無呼吸症候群に対する次世代型治療装置の開発現状と将来, 第 31 回「歯科医学を中心とした総合的な研究を推進する集い」, 日本歯科医学会, 日本歯科医師会館 1 階大会議室 (東京都・千代田区), 2015.9.19.

山崎要一: 日本歯科医学会 公開フォーラム 口から食育を考える - 歯科医療における子どもの食の問題 - , 日本歯科医師会館 (東京都・千代田区), 2015.5.31.

岩崎智憲: 小児期の上気道通気障害がもたらす顎顔面歯列咬合形態への影響と小児歯科からの睡眠医療への貢献, 平成 26 年度日本小児歯科学会学術賞 “LION AWARD”. (第 53 回日本小児歯科学会大会にて授与), 広島国際会議場 (広島県・広島市), 2015.5.22-23.

岩崎智憲, 武元嘉彦, 稲田絵美, 齊藤一誠, 覚野恵梨子, 嘉ノ海龍三, 山崎要一: 上気道通気状態が小児の前後の顎間関係に及ぼす影響 - 吸気と呼気の流体力学的研究 -, 第 52 回日本小児歯科学会, 2014 年 5 月 17 日, 品川区立総合区民会館 (東京都・品川区)

山崎要一: 上気道流体シミュレーションから見た小児期の睡眠呼吸障害と顎咬合状態の関連性の検討, 第 3 3 回日本小児歯科学会中四国地方会大会及び総会メインテーマ: 「すくすく育つ健口生活 - 現代の子ども呼吸・睡眠・食事 - 」, 松山市総合コミュニティセンター (愛媛県・松山市), 2014.11.2.

Iwasaki T: Can We Prevent OSA? - Tongue posture improvement and pharyngeal airway enlargement as secondary effects of rapid maxillary expansion, Discussion symposium, The 5th World Congress on Sleep Medicine, Valencia, Spain, 2013.10.1.

岩崎智憲: 小児 OSA に対する上顎骨急速拡大の有効性の検討, シンポジウム, 第 12 回日本睡眠歯科学会, 近畿大学 (大阪府・東大阪市), 2013.9.8.

岩崎智憲: 閉塞性睡眠時無呼吸症 (OSA) の予防に向けた課題と戦略, シンポジウム, 第 38 回日本睡眠学会, 秋田キャッスルホテル (秋田県・秋田市), 2013.6.27.

Yamasaki Y: Early treatment of mandibular displacement cases in primary dentition stages, the Lectures 9 (Early Orthodontics), The 24th Congress of International Association of Paediatric Dentistry (IAPD), Coex Seoul Korea, 2013.6.12-15.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 3 件)

名称: 診断装置、診断システム、診断方法及びプログラム

発明者: 岩崎 智憲

権利者: 鹿児島大学

種類: 特許

番号: 2014-142076

出願年月日: 平成 26 年 7 月

国内外の別: 国内

名称: 歯冠の誤飲防止具

発明者: 岩崎 智憲

権利者: 鹿児島大学

種類: 特許

番号: 2014-075685

出願年月日: 平成 26 年 4 月

国内外の別: 国内

名称: 顎顔面部の流体構造連成解析を用いた気道通気状態解析システム,

発明者: 岩崎 智憲

権利者: 鹿児島大学

種類：特許  
番号：JP2015/069666  
出願年月日：平成 27 年 7 月  
国内外の別：国外

取得状況（計 0 件）

〔その他〕  
ホームページ等

## 6．研究組織

### (1)研究代表者

山崎 要一 (YAMASAKI, Youichi)  
鹿児島大学医歯学域歯学系・教授  
研究者番号：30200645

### (2)研究分担者

岩崎 智憲 (IWASAKI, Tomonori)  
鹿児島大学医歯学域歯学系・准教授  
研究者番号：10264433

早崎治明 (HARUAKI, Hayasaki)  
新潟大学医歯学総合研究科・教授  
研究者番号：60238095

原田 みずえ (HARADA, Mizue)  
鹿児島大学医歯学域医学系・助教  
研究者番号：20585103

### (3)連携研究者

嘉ノ海 龍三 (KANOMI, Ryuzou)  
鹿児島大学医歯学総合研究科・客員研究員  
研究者番号：70411444