

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K10134

研究課題名（和文）顎変形症患者における鼻咽腔領域における気道形態変化のシミュレーションモデルの考案

研究課題名（英文）The construction of a simulation model to explain the nasopharyngeal airway morphologies in patients with jaw deformity

研究代表者

長谷部 大地（Hasebe, Daichi）

新潟大学・医歯学総合病院・助教

研究者番号：30571905

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の結果、手術により上顎骨の移動量はA点において 0.2 ± 1.4 mm前方、 0.2 ± 1.3 mm上方、PNSで 0.5 ± 1.5 mm後方、 1.5 ± 2.3 mm上方であった。下顎骨の移動量はB点において 6.0 ± 4.1 mm後方、 0.7 ± 2.5 mm下方、Pogにおいては 5.7 ± 5.1 mm後方、 0.7 ± 2.5 mm下方であった。術前後の鼻咽腔領域の容積ならびに表面積は術後に有意に減少していた。一方で、上気道流体シミュレーションにおける咽腔領域における術前後の最大陰圧の変化量には術前後で有意差はなかった。また、気流と顎骨移動量、容積、表面積の変化量において有意な相関関係を認めるものはなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究結果では顎矯正手術により顎骨形態や鼻咽腔領域の気道形態は大きく変化しているにも関わらず、同領域の気流状態には著名な変化が起こっていなかった。このことから上顎に関しては5mm以内、下顎においては10mm程度の顎骨移動であれば気道領域への影響はほとんど出ないことが推測された。今回、患者への負担が少ない鼻腔通気度測定やスパロメトリー検査を用いて、術後の顎変形症患者における鼻咽腔領域の気流状態に関連するものを検索してみたが、鼻咽腔領域の気流と関連性のある項目を見つけることはできなかった。生命機能の維持に関わる気道には複雑な生体反応が起こっていると考えられるため、今後、さらなる検証が必要である。

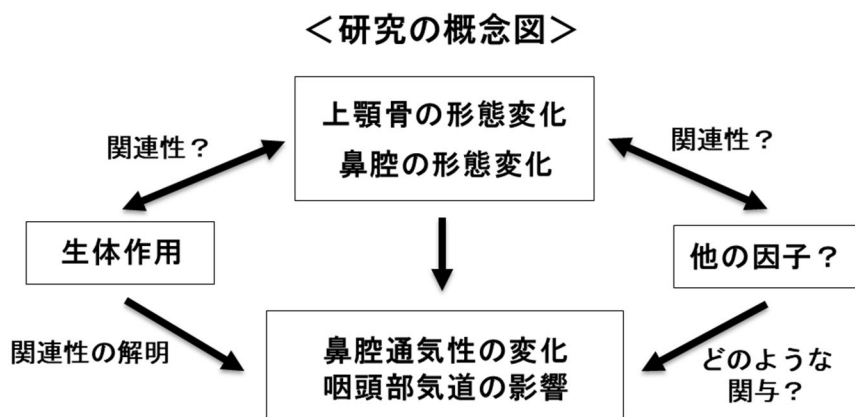
研究成果の概要（英文）：The maxillary bone movement was 0.2 ± 1.4 mm anterior and 0.2 ± 1.3 mm superior at point A and 0.5 ± 1.5 mm posterior and 1.5 ± 2.3 mm superior at PNS, respectively, as a result of surgery. The mandibular movement was 6.0 ± 4.1 mm posterior and 0.7 ± 2.5 mm inferior at point B and 5.7 ± 5.1 mm posterior and 0.7 ± 2.5 mm inferior at Pog. The volume and surface area of the nasopharyngeal region were significantly decreased in the pre- and postoperative periods. On the other hand, there was no significant difference between the pre- and postoperative changes in maximum negative pressure in the nasopharyngeal region in the upper airway fluid simulation. In addition, there was no significant correlation between airflow and the amount of change in the jawbone displacement, volume, and surface area.

研究分野：口腔外科

キーワード：顎変形症 上気道

1. 研究開始当初の背景

外科的矯正治療は顎矯正手術と術前後の矯正治療を組み合わせることで顔貌や口腔機能の改善を目的に行われる。近年、顎矯正手術により気道形態が変化して睡眠時無呼吸症などの睡眠呼吸障害が出現するという報告が散見される。われわれは「顎矯正手術が鼻腔通気性に及ぼす影響の検討」という研究演題で側面頭部 X 線規格写真と鼻腔通気度検査、CT 画像データを用いて顎顔面形態の変化が鼻腔通気性に及ぼす影響について検証し、鼻腔通気性は鼻腔や咽頭の形態変化に影響を受けている可能性が推察された。そのため、さらなる検証として、上気道流体シミュレーションという新たな評価方法を用いて、顎骨と鼻腔ならびに上気道の通気度との関連性について検討を行ったが、その関連性については不明確であった。その要因として鼻咽腔領域が複雑な形態を呈していること、同部で代償性生体作用が出現したと推測したが、そのメカニズムは不明であり、さらなる検証が必要と考えられた。



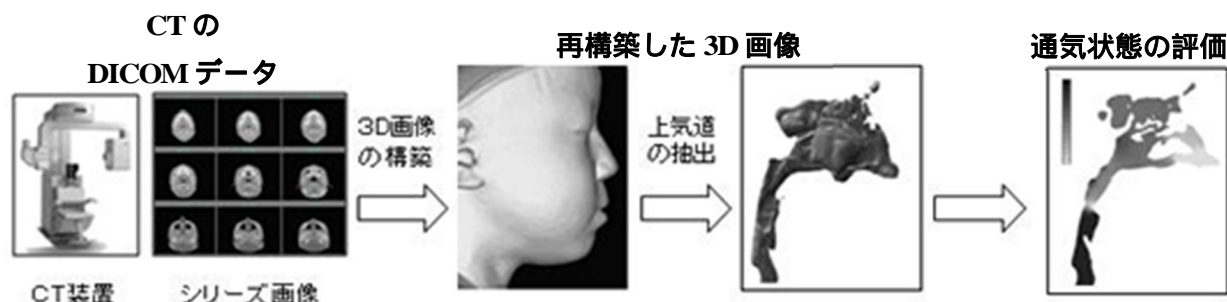
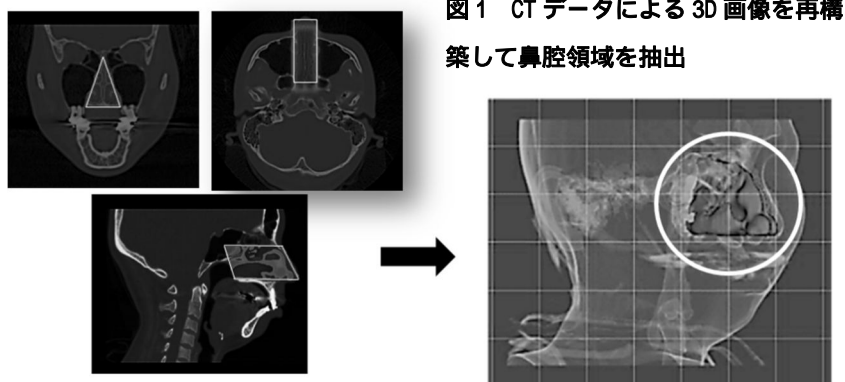
2. 研究の目的

本研究は、呼吸機能を含めた鼻咽腔領域の気道形態・機能変化を検証して同領域における生体作用の解明が目的であり、このメカニズムが解明することにより、同領域のシミュレーションモデルの考案につなげ、今後の顎矯正手術の治療成績の向上に寄与したいと考えている。

3. 研究の方法

顎矯正手術直前と術後 6 か月以上経過時に治療のために撮影している頭部 X 線規格写真ならびに CT 画像データから顎骨形態の変化を、さらに同時期に計測する鼻腔通気度、スパイロメトリー検査から鼻咽腔領域の気流変化を分析した。

CT 画像の DICOM データより三次元画像構築ソフトで鼻咽腔領域の気道の抽出を行い、鼻咽腔領域の形態変化に関して解析した(図 1)。さらに抽出した 3 次元の 3D 画像と熱流体解析ソフト PHOENICS® (CHAM 社)を用いて気道の通気状態を解析する上気道流体シミュレーションを用いて、術前後の鼻咽腔領域の通気状態を算出して検討した(図 2)。さらに本研究結果を総合的に検証して、鼻咽腔領域の生体作用のメカニズムについても検討した。



4 . 研究成果

頭部 X 線規格写真分析の結果、手術による上顎骨の移動量は A 点において $0.2 \pm 1.4 \text{ mm}$ 前方 (最大 2.0 mm 前方) $0.2 \pm 1.3 \text{ mm}$ 上方 (最大 2.1 mm 上方)、PNS で $0.5 \pm 1.5 \text{ mm}$ 後方 (最大 2.8 mm 後方) $1.5 \pm 2.3 \text{ mm}$ 上方 (4.6 mm 上方) であった。下顎骨の移動量は B 点において $6.0 \pm 4.1 \text{ mm}$ 後方 (11.3 mm 後方) $0.7 \pm 2.5 \text{ mm}$ 下方 (4.0 mm 下方)、Pog においては $5.7 \pm 5.1 \text{ mm}$ 後方 (12.4 mm 後方) $0.7 \pm 2.5 \text{ mm}$ 下方 (最大 4.1 mm 下方) であった。CT 画像データの分析結果より、術前後の鼻咽腔領域の体積変化量は $8.1 \times 10^3 \pm 14.5 \text{ mm}^3$ 、表面積の変化量は $4.3 \times 10^3 \pm 10.5 \text{ mm}^2$ といずれも術後に有意に減少していた。上気道流体シミュレーションにおける鼻咽腔領域における術前後の最大陰圧の変化量は $-6.7 \pm 13.0 \text{ Pa}$ で、術前後で有意差はなかった。術前後のスパイロメトリー検査の結果も統計学的有意差はなかった。鼻腔通気度測定に関しては、計測時に鼻閉や鼻炎等が原因で今回の全対象でデータを取得することができなかったが、データを採取できた対象のみの検証では統計学的に有意差はなかった。

各計測項目間の相関を検討してみたが、気流と顎骨移動量、容積、表面積の変化量において有意な相関関係を認めるものはなかった。術前後の変化量においては、鼻咽腔領域の表面積の変化量と肺活量 VC と 1 秒率 FEV1 の変化量に強い相関関係を認めたと、気流変化においては有意な相関関係を認める項目はなかった。

本研究結果より、術後に顎骨形態や鼻咽腔領域の気道形態は大きく変化しているにも関わらず、同領域の気流状態には大きな変化が起こっていないが判明した。また、顎矯正手術において上顎骨は 5 mm 以内、下顎骨は 10 mm 程度の移動量であれば術後に呼吸機能には影響が出ないことが推測された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	齋藤 大輔 (Saito Daisuke) (50826261)	新潟大学・医歯学系・助教 (13101)	
研究分担者	小林 正治 (Kobayashi Tadaharu) (80195792)	新潟大学・医歯学系・教授 (13101)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	岩崎 智憲 (Iwasaki Tomonori)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関