



Title	上顎後方牽引力に対する鼻上顎複合体の生体力学的反応：有限要素法による三次元解析
Author(s)	松原，進
Citation	大阪大学，1994，博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38644">https://hdl.handle.net/11094/38644</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	まつばらすすむ 松 原 進
博士の専攻分野の名称	博 士 (歯 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 1 4 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 6 年 3 月 1 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	上顎後方牽引力に対する鼻上顎複合体の生体力学的反応：有限要素法による三次元解析
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 作 田 守 (副査) 教 授 高 橋 純 造    助教授 菅 原 利 夫    講 師 久 保 和 子

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 【目的】

上顎部の過大あるいは頭蓋底に対して前方位を呈する成長期の上顎前突症例に対しては、上顎部の成長コントロールを目的として上顎後方牽引力による顎整形的治療を行う。

鼻上顎複合体の顎整形的变化には縫合部に惹起される応力が深く関与し、その応力は同複合体の変位の様相と関連性を有することが示唆されている。また、鼻上顎複合体の変位をコントロールするためには、力の作用線と複合体の抵抗の中心との位置関係が重要となる。したがって、顎整形的治療の作用機序を解明するためには、鼻上顎複合体の抵抗の中心の位置、ならびに鼻上顎複合体における縫合部に惹起される応力とその分布パターンを明らかにすることがきわめて重要であるものの、これらの点についてはほとんど解明されていない。

本研究は、まず成長期のヒト脳顔面頭蓋複合体の三次元有限要素モデルを用いて鼻上顎複合体における抵抗の中心の位置の検討を行い、次いで上顎部への後方牽引力を上顎第一大臼歯に負荷した場合に、鼻上顎複合体を構成する縫合部に生じる応力分布パターンと、先に求めた鼻上顎複合体の抵抗の中心との関係を明らかにしようとしたものである。さらに、得られた成績を臨床的に検討するため、後方への牽引方向が異なるサービカルプル・ヘッドギア、ハイプル・ヘッドギアを使用した症例について、上顎部の形態変化を側面位頭部 X 線規格写真により分析を行った。

### 【研究方法】

#### 1. 解析モデル

本解析モデルは正中矢状面に対する面对称モデルで、要素は、2,918個の節点、1,776個の固体要素より構成され、脳顔面頭蓋複合体を構成する18縫合を含む。解析に際しては、大後頭孔外周部に位置する20節点の自由度を全て拘束した。

18各縫合は同じ座標値を共有する2つの要素面より構成されており、外力に際しては隣接する骨がそれぞれ独立した動きをとれるように工夫した。

#### 2. 鼻上顎複合体における抵抗の中心の位置の検討

上顎咬合平面に対して平行に後方へ、および垂直に上方へ作用する荷重を負荷した場合の鼻上顎複合体の変位解析をもとに、本解析モデルにおける鼻上顎複合体の抵抗の中心の位置を検討した。

#### 3. 顎整形力により鼻上顎複合体周囲の縫合部に惹起される応力の検討

片側500gfの荷重をヘッドギアの顎整形力として負荷した。負荷点は上顎第一大臼歯歯冠頰側中央部とした。牽引は正中矢状面に平行に行い、方向は上顎咬合平面に対して下方30°、平行、上方30°、60°の方向、ならびに先の解析で求めた抵抗の中心(CRe)を通る5方向の牽引力により鼻上顎複合体における縫合部に惹起される応力解析を行った。

なお、応力については八面体面法線応力と八面体面せん断応力を評価の対象とした。

#### 4. 側面位頭部X線規格写真を用いた上顎部の形態変化の検討

後方への牽引方向が上顎咬合平面に対し、約-30°と約60°であると確認されたサービカルプル・ヘッドギアとハイプル・ヘッドギアによる上顎部の形態変化を検討する目的で、側面位頭部X線規格写真を用いた形態分析を行った。計測値は、性差、成長の影響を除くため、各被験者とほぼ同じ年齢層に属する日本人正常咬合者の標準値と標準偏差により計測値の規準化を行い、ヘッドギア使用前後における規準化された値の差の平均と標準偏差を求めた。

##### 【研究結果および結論】

1. 上顎咬合平面に平行な後方への荷重と垂直な上方への荷重を加えて検討した結果、本モデルにおける鼻上顎複合体の抵抗の中心は両側の翼口蓋窩後上縁を結ぶ線と正中矢状面との交点付近に位置することが示された。矢状面に投影した場合、この点と上顎第一大臼歯の歯冠頰側中央とを結ぶ線分は、上顎咬合平面に対して上方52.4°であった。
2. 上顎咬合平面に対し下方30°、平行および上方30°の方向への牽引力により、蝶上顎縫合の下部で大きな圧縮応力とせん断応力を認め、篩骨篩板の前部、前頭上顎縫合の後部で大きな引張り応力とせん断応力を認めた。また、蝶上顎縫合の中央部から頬骨側頭縫合、蝶頬骨縫合の下部にかけては引張り応力を認めた。
3. 上顎咬合平面に対し上方52.4°および60°の方向への牽引力により、ほとんどの縫合でほぼ同じ大きさの圧縮応力が認められた。また、法線応力、せん断応力はともに下方30°、平行および上方30°の方向への牽引と比較して約1/2程度にまで減少した。
4. 牽引方向が抵抗の中心へ近づくにしたがい、蝶頬骨縫合の下部、前頭頬骨縫合の後部、前頭上顎縫合の後部および篩骨篩板の前部で法線応力はほぼ接近した圧縮応力(2.5gf/mm<sup>2</sup>)を呈することが明らかとなった。
5. サービカルプル・ヘッドギアは上顎の後下方への回転を伴った前方成長の抑制を、ハイプル・ヘッドギアは上顎の回転を伴わない前下方への成長を抑制することを認め、応力解析の結果を支持する所見が臨床的に示された。

以上のことより、上顎後方牽引力により縫合部に誘発される応力は、鼻上顎複合体の顎整形的变化に関与する重要な因子であることが明らかとなった。

### 論文審査の結果の要旨

本研究は、上顎後方牽引力に対する鼻上顎複合体の反応を三次元有限要素モデルを用いて生体力学的に解析し、同複合体の抵抗の中心の位置と縫合部に惹起される応力との関係を検討したものである。

本研究により、鼻上顎複合体の抵抗の中心は両側の翼口蓋窩後上縁を結ぶ線と正中矢状面との交点付近に位置することが初めて示された。

上顎第一大臼歯からの後方牽引力と抵抗の中心との関係を矢状面に投影して検討した結果、牽引方向が抵抗の中心付近に近づくに従い、縫合部に惹起される法線応力はほぼ近似した圧縮応力を、また、せん断応力は減少することが明らかとなった。さらに、臨床例からこれらの結果を支持する成績が得られた。

本研究で得られた新たな知見は、上顎後方牽引力による顎整形的变化の作用機序を理解する上できわめて重要であるばかりでなく、今後顎整形的治療を行う際に有効な指針を与えるものであり、博士(歯学)の学位請求に十分値する業績であると認める。