

学位論文審査の結果及び最終試験の結果の要旨

学位申請者氏名	江花 照夫	
学位論文名	クワドヘリックスにおける歯の移動メカニクス —有限要素法シミュレーション— Mechanics of tooth movement produced by quad-helix appliance —Finite element simulation—	
論文審査委員	主査：	松本歯科大学 准教授 影山 徹
	副査：	松本歯科大学 教授 黒岩昭弘
	副査：	松本歯科大学 教授 倉澤郁文
	副査：	
	副査：	
最終試験	実施年月日	2020 年 4 月 16 日
	試験方法	<input type="checkbox"/> 口答 ・ <input checked="" type="checkbox"/> 筆答
学位論文の要旨		
<p>【目的】有限要素法を用いてクワドヘリックス装置の作用により歯の移動する過程をシミュレーションし側方拡大の様子を力学的側面から検討した。</p> <p>【材料と方法】クワドヘリックスを上顎歯列に装着した場合、歯の移動を有限要素法によってシミュレーションした。クワドヘリックスは、線形弾性体として、3次元ビーム要素で分割し、そのヤング率を200 GPaとした。クワドヘリックスはSTロックによって大白歯に完全に固定されていると仮定した。クワドヘリックスを活性化する方法は、平行または扇状に広げて活性化する方法の2種類とし、両側を平行に活性化、両側を扇状に活性化、片側を平行に活性化、片側を扇状に活性化させる場合の4種類とした。クワドヘリックスを歯列に装着し、最初に活性化直後の力系を解析し、その後に経時的な矯正学的歯の移動についてもシミュレーションした。</p> <p>【結果】両側を平行に活性化した時のクワドヘリックスのモーメントおよび曲げ応力は、左右のアームを平行に片側1.9mm、両側で3.8mm広げて活性化させたクワドヘリックスを歯列に装着した場合、STロックから作用する力とモーメントは、舌側方向に2.7 N、10 N・mmと20 N・mmであった。大白歯には、これらと大きさが同じで反対方向の力とモーメントが作用した。応力は、正中とヘリックスで大きくなった。その大きさは最大400 MPa程度であり、矯正用ステンレス鋼ワイヤーの降伏応力(約1500 MPa)の半分以下によりクワドヘリックスが弾性範囲にあることが確認できた。クワドヘリックスの形状は活性化した装着前の形状となり、大白歯は頬側方向に歯体移動した。犬歯と小白歯は傾斜移動し歯根中央やや上を中心にして回転し、根尖が舌側へ、歯冠が頬側へ移動した。両側を平行に活性化した場合は平行に両側を扇形に活性化した場合も歯列は扇状に拡大した。どちらの場合も大白歯は、ほぼ歯体移動し、犬歯と小白歯は歯冠が頬側に傾斜移動した。</p> <p>【考察と結論】有限要素法による歯の移動シミュレーションにおいて、活性化したクワドヘリックスを上顎第一大臼歯に装着した場合、すべての活性化の条件においてほぼ装着前の活性時の形状となり、歯列が拡大された。クワドヘリックスを左右対称に広げた両側を平行に活性化もしくは扇状に活性化した場合では、歯列が左右対称に平行あるいは扇状に拡大し、クワドヘリックスのアームは、ほとんど弾性変形せずに、歯を目標の位置まで移動させた。その際、大白歯は歯体移動し、犬歯と小白歯は傾斜移動し、また、犬歯と側切歯の間に空隙が生じながら拡大していた。クワドヘリックスを片側のみ非対称に活性化させた場合、片側</p>		

(様式第 13 号)

を平行および扇状に活性化したどちらの場合でも、大臼歯の作用する力は左右で非対称となったが、大臼歯は両側ともに近遠心方向にはほとんど移動しなかった。

これらの結果から、クワドヘリックスの片側の活性化による非対称の歯の移動状態を、今回のシミュレーションにより明らかにすることができた。

学位論文審査結果の要旨

本研究は、クワドヘリックス装置の作用により歯の移動する過程を有限要素法によりシミュレーションし、側方拡大の様子を力学的側面から検討することを目的として実施された。その結果、ヘリカル調整によりブリッジ部およびアンテリアアームを平行に活性化もしくは扇状に活性化した場合では、歯列が左右対称に平行あるいは扇状に拡大した。その際、大臼歯は歯体移動し、犬歯と小臼歯は傾斜移動した。パラタルブリッジ部およびアンテリアアームを片側のみ非対称に活性化させた場合、片側を平行および扇状に活性化したどちらの場合でも、大臼歯に作用する力は左右で非対称となった結果は臨床的知見に則しており、得られた結果は妥当であると評価した。なお、本論文は、Orthodontic Waves-Japanese Edition (2019) 78 : 99-106 に掲載されている。

最終試験結果の要旨

申請者の学位申請論文“クワドヘリックスにおける歯の移動メカニクス —有限要素法シミュレーション—”を中心に、この研究に関する基礎知識、論文の内容に関わる事柄について、COVID19の影響により Web 会議形式による口頭試問を行った。

1. 拡大時に大臼歯が歯体移動したのはなぜか。
2. 片側性拡大時に非拡大側の犬歯の移動が大きいのはなぜか。
2. 拘束点は何処にあるのか。
3. この研究のモデルは、何歳くらいが対象なのか。
4. 歯槽骨は、剛体と定義しているが、歯槽骨は移動しないのか。
5. 犬歯と小臼歯の歯根長に違いは有るが、この研究ではどのように考えているか。
6. このモデルでのデータと臨床の結果は同じか。

以上の質問が出されたが、申請者は論文の内容および歯科医学上の関連事項に的確に回答した。本審査委員合議の結果、申請者は博士(歯学)としての学力および知識を有すると認め、全員一致で最終試験を合格と判定した。

判定結果

合格

不合格

備考

- 1 学位論文名が外国語で表示されている場合には、日本語訳を()を付して記入すること。
- 2 学位論文名が日本語で表示されている場合には、英語訳を()を付して記入すること。
- 3 論文審査委員名の前に、所属機関・職名を記入すること。