

学 位 論 文 題 名

歯列模型形状計測システムを用いた歯列・歯槽部の
三次元的な位置関係の分析と矯正治療による変化の観察

学位論文内容の要旨

I. 緒言

歯科矯正学において、重要な概念の一つに歯槽基底に対する考え方がある。しかし、これまでは歯槽部の三次元的形態を充分把握することは非常に困難で、限られた計測点間の距離を計測しているに過ぎなかった。そこで、今回歯列模型の持つデータを三次元的に数値化する歯列模型形状計測システムに改良を加え、歯槽部の計測を可能にし、さらに上下顎の位置合わせを行い計算機内で咬合状態を再現した。また、臨床面の応用として正常咬合者の歯列・歯槽部の三次元的な位置関係の分析と上顎側方拡大を行った患者の矯正治療による歯列・歯槽部の形態変化の分析を行った。

II. 歯列模型三次元形状計測装置

本装置は、一般的に用いられている三角測量法に基づく測距方式を採用し、レーザとイメージセンサにより非接触で三次元データの採得が可能である。しかし計測点によっては、イメージセンサがレーザに対し35度の角度で固定されているため、その散乱光が歯列模型の他の部位に遮蔽されイメージセンサに集光されず計測不可能な部位があり、またレーザが歯列模型に対し垂直的な角度で固定されているため、レーザが照射されず計測不可能な部位があった。そこで、今回前者の問題に対してはθテーブルを導入し、歯列模型の正面、右90度、左90度の三方向から計測を行えるようにし、また、後者の問題に対しては前歯部および臼歯部に反射鏡を設置し、レーザを側方から照射して計測する方法を考案した。

III. 資料の分析方法

①比較評価の方法

2時点間の比較評価は口蓋深部形状の三次元データを、上顎と下顎の位置合わせはバイトブロックの上面形状と上顎歯冠部形状の三次元データを、最小値探索法で重ね合わせることにより行った。

②分析方法

本研究では、歯列・歯槽部の三次元的な位置関係の分析を、歯列弓・歯槽弓・歯槽頂弓を設定することにより行った。歯列弓は歯冠部の等高線表示上で各歯冠の近遠心接触点相当部をマウスでクリックすることにより設定した。歯槽弓は各歯冠の近遠心的中央での断面図上で歯槽部の最陥凹点を、歯槽頂弓は同様の断面図上で頬側と口蓋側あるいは舌側歯槽形態を用いてスプライン曲線により歯槽形態を補完し、その歯頸部中央をマウスでクリックすることにより設定した。

IV. 臨床応用

正常咬合者の歯列・歯槽部の三次元的な位置関係の分析を行い、その結果を上下顎歯列弓、歯槽頂弓、歯槽弓として三次元表示した。また、上顎緩徐側方拡大を行ったもの2名と上顎急速側方拡大を行ったもの2名について、歯列・歯槽部の三次元的位置の分析、および矯正治療による形態変化の分析を行った。そしてその結果を、術前術後それぞれの下顎歯槽頂弓に対する上顎歯槽頂弓、下顎歯槽弓に対する上顎歯槽弓、術前上顎歯槽頂弓に対する術後上顎歯槽頂弓、術前上顎歯槽弓に対する術後上顎歯槽弓として三次元表示した。

最後に、上顎緩徐側方拡大と上顎急速側方拡大を行ったものについて、術前術後の重ね合わせの三次元立体表示を行った。

V. 考察

①計測システムについての検討

今回、 θ テーブルによる計測と反射鏡による計測を応用したこと

により、ほぼ完全な形で歯列模型の三次元計測が可能となった。これにより、歯列・歯槽部の三次元的な位置関係の分析や、矯正治療による歯ばかりではなく歯槽部も含めた形態変化の観察および分析が可能となった。

②比較評価法についての検討

1) 2時点間の比較評価法について

経時的に隔たった2時点間の形態を比較評価するためには、両者に共通する基準点を設定し、位置のずれを補正する必要がある。そこで、本研究では形態学的に比較的安定とされている口蓋深部の三次元データを重ね合わせるにより位置合わせを行った。このとき、各症例ごとに成長・発育や矯正治療で大きく変化した部分を基準域から除外し、基準としての口蓋の信頼性を向上させるため、口蓋のどの部分を用いるのが妥当であるか検討を加えた。その結果、上顎緩徐拡大では口蓋最深部より5mm，上顎急速拡大では口蓋最深部より3mmの範囲の口蓋形態の変化量が、正常咬合者の口蓋形態変化量と比してもほとんど変化がなく、基準として用いることが妥当と考えられた。

2) 上顎と下顎の位置合わせについて

上下一対の歯列模型データを用いて上顎と下顎の形態の比較評価を行うには、計算機上で咬合状態を再現する必要がある。そこで、本研究ではバイトブロックの上面形状と上顎歯冠部形状を重ね合わせるにより、計算機上で咬合状態を再現した。さらに、本法による咬合状態と、従来より用いられているブラックシリコン法による咬合接触面積との比較検討を行った。この結果、本法による咬合状態での上下歯列間距離が0~200 μm の場合、ブラックシリコン法での咬合接触面積との相関係数は0.980で、そのときの回帰係数は0.839であった。また、正常咬合者1例における上顎歯列の各歯毎の本法による咬合状態での上下歯列間距離が0~200 μm の面積とブ

ラックシリコン法による咬合接触面積を比較したところ、各歯ともほぼ同程度であり、本システムにより得られた計算機上での咬合状態は、生体における咬合状態をほぼ再現していると考えられた。

③臨床応用についての検討

従来までの歯列・歯槽部の分析法は、限られた計測点間の距離を計測したり、設定平面への投影像として分析したりしていたため、その形態を三次元的に充分把握することは不可能であった。また、その計測点の設定も歯列模型に加工を加えるなど非常に困難であった。本システムを用いて計測を行うことにより、歯列模型の表面形状全体が三次元座標として数値化されるため、任意の部位の三次元立体表示や断面表示が可能であり、計測点の設定も容易に行うことができた。

今回正常咬合者の歯列・歯槽部の三次元的位置関係の分析および上顎側方拡大による歯槽形態の変化に関する分析を行った。その結果、今後本システムを用いてさらに詳細に、歯列・歯槽形態を分析することにより不正咬合の新たな角度からの分析の可能性が示唆された。さらに、各種矯正装置による歯槽部の形態変化の違いを分析することにより、歯槽部の不調和を改善するための使用装置や使用期間などをあらかじめ知ることが可能となり、治療方針の決定に大いに役立つものと考えられた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 中 村 進 治
副 査 教 授 内 山 洋 一
副 査 教 授 川 崎 貴 生

学 位 論 文 題 名

歯列模型形状計測システムを用いた歯列・歯槽部の
三次元的な位値関係の分析と矯正治療による変化の観察

審査は内山・川崎および中村審査員全員出席のもとに、申請者に対し口頭試問により提出論文の内容と、それに関連する学科目につき行われた。

歯科臨床において歯列模型から得られる情報は最も重要なものであり、補綴物作成用の作業模型としてばかりではなく、診断用資料としても欠かせないものである。特に矯正歯科治療においては歯列弓と歯槽部との調和が治療後の咬合の安定に最も重要な要因であるにもかかわらず、これまでノギスによる歯列模型の二点間の計測により分析するに過ぎなかった。

そこで本論文は、本学歯学部歯科矯正学講座ならびに本学工学部生体システム工学講座で共同開発した非接触式歯列模型形状計測システムに改良を加え、これまで計測不可能であった歯槽部形態を計測できるようにして、歯列弓と歯槽部の形態を三次元的に分析し、検討を加えている。

I 齒列模型形状計測装置

本装置はレーザとイメージセンサにより非接触で三次元データの採得が可能であるが、計測点によっては、齒列模型に対する走査方向が固定されているため、散乱光が齒列模型の他の部位に遮蔽され計測不可能であり、またレーザ照射方向が齒列模型に対し固定されているため、レーザが照射されず計測不可能であった。そこで、今回前者の問題に対しては θ テーブルを導入し齒列模型の三方向から計測を行えるようにし、また後者の問題に対しては前齒部および左右臼齒部に反射鏡を設置し、レーザを側方から照射して計測する方法を考案した。

II 資料の分析方法

① 比較評価の方法

2 時点間の比較評価は口蓋深部形状の三次元データを、上顎と下顎の位置合わせはバイトブロックの上面形状と上顎齒冠部形状の三次元データを、最小値探索法で重ね合わせるにより行った。

② 分析方法

本研究では、齒列弓を各齒の近遠心接触点相当部を連ねたものとして、齒槽弓を各齒の近遠心的中央における唇側側齒槽部の最陥凹点を連ねたものとして、齒槽頂弓を齒槽上での各齒の近遠心的中央と頬舌的中央の交点を連ねたものとして定義、設定し、上下顎齒列・齒槽部の三次元的な位置関係の分析を行った。

III 臨床応用

正常咬合者の齒列・齒槽部の三次元的な位置関係の分析を行い、その結果を上下顎齒列弓、齒槽頂弓、齒槽弓として三次元表示した。

また、上顎の緩徐および急速拡大を行ったもの各2名について、歯列・歯槽部の三次元的な位置関係の分析、および矯正治療による形態変化の分析を行い、その結果を術前術後それぞれの下顎歯槽頂弓に対する上顎歯槽頂弓、下顎歯槽弓に対する上顎歯槽弓、術前上顎歯槽頂弓に対する術後上顎歯槽頂弓、術前上顎歯槽弓に対する術後上顎歯槽弓として三次元表示した。

最後に、上顎の緩徐および急速拡大を行ったものについて術前術後の重ね合わせの三次元立体表示を行った。

4) 結果および考察

① θテーブルの導入と反射鏡の設置により、歯ばかりではなく歯槽部も含め、歯列模型全体をほぼ完全な形で数値化することが可能になった。

② バイトブロックデータを用い、計算機内で咬合状態を再現した。さらに、従来より用いられているシリコンブラック法による咬合診査の結果と比較し、本法による計算機内で再現された咬合状態は、生体における咬合状態をほぼ再現していることが確認された。

③ 上顎の緩徐および急速拡大を行った患者の歯列模型重ね合わせの基準として、口蓋最深部より前者は5mm、後者は3mmまでを使用することが妥当であると考えられた。

④ 歯列・歯槽部の三次元位置関係の分析を行った。その結果、今後本システムを用いて歯列・歯槽形態をさらに詳細に分析することにより、不正咬合の新たな角度からの分析の可能性が示唆された。

⑤ 上顎側方拡大による歯槽形態の変化に関する分析を行った。その結果、今後本システムを用いて各種矯正装

置による歯槽部の形態変化の違いをさらに詳細に分析することが可能であることがわかった。

本研究は従来ほとんど分析されていなかった歯槽部形態を歯列弓との関連において、しかも上下顎の咬合状態も含めて三次元的に分析する手段を確立した点、今後の矯正歯科診断に大いに役立つものと考えられる。よって申請者は博士(歯学)の学位を授与される資格をもつものと認められる。