

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 19 日現在

機関番号：30110

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23593040

研究課題名(和文) 歯と顎顔面骨格の空間的配置特徴に基づく新しい矯正診断システムの構築

研究課題名(英文) Development of a new diagnostic system for orthodontics based on spatial arrangement features of teeth and maxillofacial skeleton

研究代表者

上地 潤 (UECHI, Jun)

北海道医療大学・歯学部・講師

研究者番号：80372879

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、患者のデジタルデータから生成した仮想患者モデルの歯列および頭蓋顎顔面骨格の空間的配置に基づく幾何学的データから患者固有の形態学的特徴を定量化することによって、この患者の問題点を抽出・整理・理解できる客観的矯正診断法を確立した。これにより、これまで困難または不可能とされてきた顔面非対称を伴う不正咬合患者に対する明確な三次元的治療目標の設定が可能となった。

研究成果の概要(英文)：In this study, an objective orthodontic-diagnosis method which is capable of extracting, organizing and grasping problems of an orthodontic patient was established by quantifying the morphological features from geometrical data based on the spatial arrangement of teeth and elements of the cranio-maxillofacial skeleton of a virtualized patient model generated from digital data of a real patient. As a result, it became possible to clearly define three-dimensional treatment goals for malocclusion patients with facial asymmetry that had been difficult or impossible to be defined by using the conventional methods.

研究分野：歯学

科研費の分科・細目：矯正・小児系歯学

キーワード：コンピュータ支援診断 三次元画像解析 外科的矯正治療 顔面非対称 顎変形症 デンタルコンペーション

1. 研究開始当初の背景

顔面非対称を伴う患者に適用する矯正治療は、咬合や顎顔面骨格形態を三次元的に大きく変化させるものであり、治療目標や治療方針の設定を三次元的に精度よく行うことが肝要となる。そのため我々の研究室では、コンピュータ支援診断・治療計画立案・手術システムの開発を行ってきた。このシステムにより、チーム医療を構成する複数の医師との診断情報の共有と治療目標の一元化を可能にし、治療成績を大きく向上させることができた。しかし顔面非対称を伴う症例では、その骨格系の不調和を補償する三次元的に複雑なデントアルペオラー・コンペンセーションを呈す場合が多く、その様相を客観的に捉える三次元的手法の確立はなされていなかった。

2. 研究の目的

本研究では、矯正患者の三次元デジタルデータから生成した仮想患者モデルの歯および頭蓋顎顔面骨格を構成する要素の空間的配置特徴から患者の形態学的特徴を定量化することによって、患者の問題点を抽出・整理・理解できる客観的矯正診断法を確立すること、加えて従来手法では困難とされてきた顔面非対称を伴う患者に対する三次元的治療目標の設定を可能にすることを目標とした。

3. 研究の方法

(1) 頭蓋顎顔面骨格情報と歯列情報の取得・処理

X線CTのDICOMデータから頭蓋顎顔面骨格モデルを生成した。また開口位と咬頭嵌合位の咬合状態を三次元計測して得た点群データに画像処理を行い、2つの顎位的位置情報を持つ歯列モデルを生成した。

(2) 三次元画像融合

頭蓋顎顔面骨格モデルと歯列モデルとを校正マーカーを基にIterative Closest Point法による位置合わせを行い、患者の詳細な頭蓋顎顔面骨格形態と歯列形態を表現した仮想患者モデルを生成した。

(3) 仮想化患者モデルの細分化

仮想化患者モデルを脳頭蓋・上顎複合体と下顎骨、上顎歯列、下顎歯列の4要素に細分化した(図1)。

(4) 空間的基準座標系の設定

脳頭蓋・上顎複合体から表面形状基準法を用いて正中矢状平面を抽出し、これを作業平面に左側外耳道上縁点と眼窩下縁点を指定して座標系を設定した。他の3要素に対しても同様に正中矢状平面を抽出後、各要素の持つ解剖学的特徴点を2点指定して座標系を設定した(図2)。

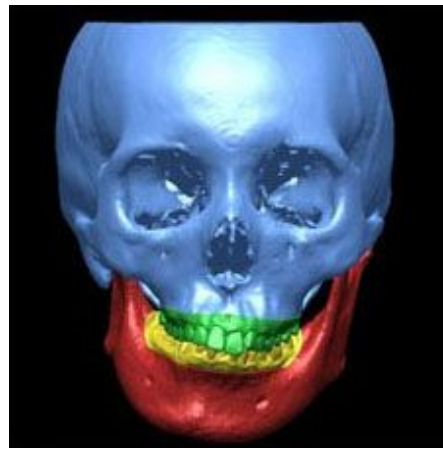


図1 4要素に細分化した仮想患者モデル

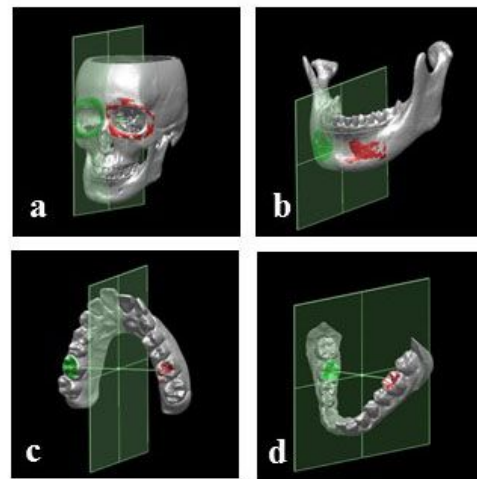


図2 空間的基準座標系の設定

a : 頭蓋・上顎複合体、b : 下顎骨、c : 上顎歯列、d : 下顎歯列

(5) 各要素間の相対位置・姿勢の定量

三次元空間に存在する物体が剛体であると仮定したとき、物体間の相対位置・姿勢は、X、Y、Z軸に沿った相対距離と、X、Y、Z軸周りの相対角度の計6つの変数で表現される。本研究では、理論的に左右対称性に影響して値が変化すると推定できる前頭面での相対姿勢と体軸面での相対姿勢、左右的相対位置の3つの変数を対象とした。

脳頭蓋上顎複合体に対する下顎骨の位置・姿勢の定量：脳頭蓋上顎複合体に対する下顎骨の位置・姿勢については、脳頭蓋上顎複合体に設定した基準座標系に下顎骨座標系を読み込み、下顎骨のX軸と原点を前頭面に、下顎骨のX軸をFH平面に各々投影し、前頭面におけるX軸の相対姿勢と原点の左右的相対位置、体軸面におけるX軸の相対姿勢を計測し定量化した。

脳頭蓋上顎複合体に対する上顎歯列の位

置・姿勢の定量：脳頭蓋上顎複合体に対する上顎歯列の位置・姿勢については、脳頭蓋上顎複合体に設定した基準座標系に上顎歯列座標系を読み込み、上顎歯列の X 軸と原点を前頭面に、上顎歯列の X 軸を FH 平面に各々投影し、前頭面における X 軸の相対姿勢と原点の左右的相対位置、体軸面における X 軸の相対姿勢を計測し定量化した。

下顎骨に対する下顎歯列の位置・姿勢の定量：下顎骨に対する下顎歯列の位置・姿勢については、下顎骨に設定した基準座標系に下顎歯列座標系を読み込み、下顎歯列の X 軸と原点を下顎骨前頭面、下顎歯列の X 軸を下顎骨体軸面に各々投影し、前頭面における X 軸の相対姿勢と原点の左右的相対位置、体軸面における X 軸の相対姿勢を計測し定量化した。

4. 研究成果

(1) 仮想患者モデルを構成する 4 要素にローカル座標系を設定し、これらの相対位置・姿勢を基準座標系の 3 平面上で観察することで患者の持つ特徴量を抽出することが可能となった(図 3)。

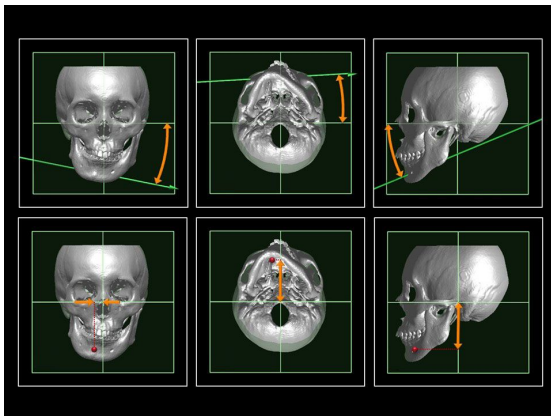


図 3 各要素間の相対位置・姿勢の定量

(2) この新しい分析手法を活用して顔面非対称症例がもつ形態学的特徴を明らかにする目的で、仮想患者モデル (n=16) の上顎複合体に対する下顎の不調和と上下顎歯列に対する各顎骨の不調和との関連性を三次元で検討した。結果、前頭面における上顎複合体に対する下顎骨の姿勢と下顎骨に対する下顎歯列の姿勢との間に負の相関を認め (r=-0.76)、体軸面における上顎複合体に対する下顎骨の姿勢と下顎骨に対する下顎歯列の姿勢との間に負の相関 (r=-0.64)、上顎複合体に対する下顎骨の左右的位置と下顎骨に対する下顎歯列の左右的位置との間に負の相関 (r=-0.59)、前頭面における上顎複合体に対する下顎骨の姿勢と上顎複合体に対する上顎歯列の姿勢との間に正の相関 (r=0.92)(図 4) 上顎複合体に対する下顎骨の左右的位置と上顎複合体に対する上

歯列の左右的位置との間に正の相関 (r=0.80) を各々認めた。一方、体軸面における上顎複合体に対する下顎骨の姿勢と上顎複合体に対する上顎歯列の姿勢との間には、唯一相関を認めなかった (r=0.28)。測定誤差について、角度計測では平均 0.20° (0.15° - 0.25°) の誤差、距離計測では平均 0.34 mm (0.23 mm - 0.46 mm) の誤差であった。また、1 名の仮想患者モデルを 10 回計測した標準偏差について、角度計測では平均 0.16 (0.10 - 0.24)、距離計測では 0.13 (0.07 - 0.20) であった。以上のことより、顔面非対称症例における上下顎歯列は、顎間関係の不調和と左右差の程度に対応し、各顎骨内でそれをマスクするような位置と姿勢を示すことが明らかとなった。

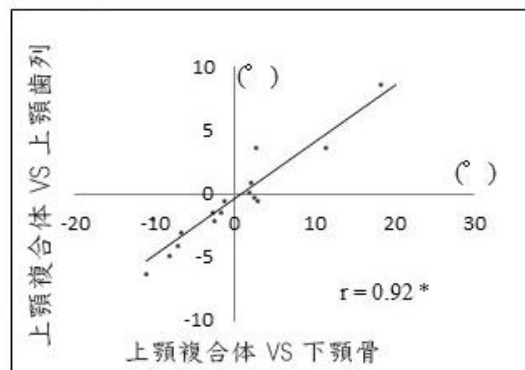


図 4 前頭面における相対姿勢

(3) 顔面非対称を伴う不正咬合症例の術前歯科矯正治療で十分な臨床的效果得られているかについて、本手法を用いてレトロスペクティブに検証した。顔面非対称を伴う顎変形症と診断された患者の中から、T1 と T2 で仮想患者モデルを用いて診断を行った 8 名の資料を用いた。仮想患者モデルを脳頭蓋・上顎複合体と下顎骨、上顎歯列、下顎歯列の 4 要素に細分化し、各要素に設定した基準座標系間の前頭面での相対姿勢、矢状面での相対姿勢、体軸面での相対姿勢、左右的相対位置、垂直的相対位置、前後的相対位置で計測し、T1 と T2 の違いを統計学的に分析した。その結果、T1 と T2 の間には前頭面、矢状面における下顎骨に対する下顎歯列の姿勢と脳頭蓋・上顎複合体に対する上顎歯列の前後的位置で有意差を認め、その他の項目では差を認めなかった。本研究に用いた症例の術前矯正終了時においては、上下顎歯列と各顎骨との間に十分な幾何学的調和をみなかった。この結果は顔面非対称を伴う症例の術前歯科矯正治療が困難であることを示唆していた。

5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計 5 件)

今野正裕、上地 潤、辻 祥之、柴田考典、溝口 到、顔面非対称を伴う不正咬合症例におけるデンタルコンペーションの三次元形態分析、日本顎変形症学会雑誌、査読有、Vol. 24、No. 1、2014、pp. 37-45

Rohit CL Sachdeva、久保田隆朗、林 一夫、上地 潤、Sharan Aranba、蓮田 基、SureSmile による顎変形症の治療パート 1、Journal of Orthodontic Practice、査読無、vol. 29、No. 10、2013、pp. 11-30
上地 潤、顔面非対称の三次元形態分析と外科的矯正治療、東北矯正歯科学会雑誌、査読有、Vol. 20、No. 1、2012、pp89-92
辻 祥之、上地 潤、武田成浩、今野正裕、北所弘行、溝口 到、柴田考典、表面形状基準法により抽出した顔面正中矢状面の再現性と妥当性 - CT DICOM データを用いた検討 -、北海道医療大学歯学会雑誌、査読有、Vol. 31、No. 2、2012、pp. 89-101
辻 祥之、上地 潤、北所弘行、溝口 到、柴田考典、表面形状基準法を用いた頭蓋顔面硬・軟組織の正中矢状平面の抽出とその一致度、日本顎変形症学会雑誌、査読有、Vol. 22、No. 3、2012、pp. 200-207

[学会発表](計8件)

今野正裕、上地 潤、宮田さえら、溝口 到、下顎頭長軸角の左右差と顔面非対称との関連性、第 72 回日本矯正歯科学会、2013/10/8-9、キッセイ文化ホール・松本市総合体育館(長野県松本市)
上地 潤、顔面非対称の三次元形態分析と外科的矯正治療、第 28 回東北矯正歯科学会大会(シンポジウム)、2012/5/19、良陵会館(宮城県仙台市)
今野正裕、上地 潤、松岡紘史、柴田考典、溝口 到、顔面非対称を伴う症例の外科的矯正治療における術前矯正の三次元評価、第 71 回日本矯正歯科学会、2012/9/27-8、盛岡市アイスアリーナ(岩手県盛岡市)
今野正裕、上地 潤、辻 祥之、柴田考典、溝口 到、顔面非対称症例における術前矯正治療の三次元評価、第 22 回日本顎変形症学会、2012/6/18-19、福岡国際会議場(福岡市)
重住玲佳、上地 潤、今野正裕、溝口 到、下顎骨三次元形態分析のための空間的基準座標系の設定、第 70 回日本矯正歯科学会、2011/10/18-20、名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)
今野正裕、上地 潤、辻 祥之、林 一夫、柴田考典、溝口 到、顔面非対称症例における歯列と頭蓋顎顔面骨格の空間的位置関係、第 70 回日本矯正歯科学会、2011/10/18-20、名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)
今野正裕、上地 潤、辻 祥之、柴田考典、溝口 到、歯列と頭蓋顎顔面骨格の空間的配置特徴に基づく三次元形態分析 - 顔面非対称における歯系の代償について -、第 21 回日本顎変形症学会、2011/6/16-17、学術総合センター(東京都)

上地 潤、今野正裕、辻 祥之、柴田考典、溝口 到、歯列と頭蓋顎顔面骨格の空間的配置特徴に基づく三次元形態分析 - システムの概要について -、第 21 回日本顎変形症学会、2011/6/16-17、学術総合センター(東京都)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上地 潤 (UECHI Jun)
北海道医療大学・歯学部・講師
研究者番号：80372879