

氏名・(本籍)	たか おか まさ お (鹿児島県) 高 岡 昌 男			
学位の種類	博士 (医学)			
報告番号	甲第1544号			
学位授与の日付	平成27年3月24日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当(課程博士)			
学位論文題目	3次元CTデータ6自由度探索法を応用した 下顎枝矢状分割術前後における硬組織・軟組織 の変化に対する新たな定量的評価法：初期 臨床経験			
論文審査委員	(主 査) 福岡大学	教授	喜久田 利 弘	
	(副 査) 福岡大学	教授	中 川 尚 志	
	福岡大学	教授	吉 満 研 吾	
	福岡大学	講 師	末 田 尚 之	

内 容 の 要 旨

【目的】

顎変形症の患者に対し適切な治療を提供するためには、術前後の顔面骨格形態や周囲軟組織の評価が不可欠である。その評価は顔面X線セファロ撮影による画像評価が一般的であるが、立体を評価することは不可能であった。そこで我々は3次元CTデータより6自由度探索法を応用した下顎枝矢状分割術の術前後における硬組織および軟組織の変化に対する新たな定量的評価法の確立を行った。

【研究対象と方法】

対象は福岡大学病院歯科口腔外科で下顎前突症例患者において、下顎枝矢状分割法のみを施行した患者10例とした。

研究方法と評価法は、撮影条件を合わせ術前、術後1ヶ月、術後12ヶ月時に3D-CT撮影を行った。術前画像において座標系を設定し、6自由度探索法を用いて3次元画像の重ね合わせを行った。次に下顎骨表面座標を抽出し、術前後の下顎骨表面におけるすべての点の距離を計算し、カラーマッピング画像を作成し距離計測評価を行った。さらに評価には面積、角度を求めて、術前・術後1ヶ月と術前・術後12ヶ月で検証した。術前後の重ね合わせにおいて、面積は、術前後の画像が重なっていない部位の面積の平均を求めた。角度計測は、術前画像の重なりのない部位の重心点および術後画像の重なりのない部位の重心点をそれぞれ求め、矢印にて角度方向を示し、それを術前後の移動方向とした。またそれを極座標で表現した。以上を定義し、下顎枝矢状分割法臨床例の10例に適用した。本手法において、今回は下顎枝矢状分割法症例に対する適用を目的としたため、下顎歯槽基底の前方限界を示す点B点を検討した。

【結果】

1. 対象症例の背景

下顎枝矢状分割術症例は10例（男性4例、女性6例）で、平均年齢は21.4歳（男性22.5歳、女性20.7歳）であった。

2. 距離計測評価

1) 硬組織

代表症例では、術前と術後1ヶ月の重ね合わせから得られた全体の対応点の平均移動距離は1.97mmであった。この代表症例は、正面像では、左右下顎骨骨体部は変化がなく、オトガイ部や右筋突起から下方外斜線に続く右下顎枝前縁は変化がカラーで表示された。右上方からの画像では、右下顎骨体部や左内側骨外表面、右下顎角部に変化がないことが確認できた。後方からの画像では、右側近位骨片の変化を確認した。他の9症例に関しても同様に、左右下顎骨体部は変化がないカラーで示された。全10症例の術前と術後1か月の全ての下顎骨対応点の平均移動距離は、2.25 mmであった。

2) 軟組織

代表症例では、オトガイ部、下顎骨体部に相当する頬部周辺に大きな形態変化が確認できた。この症例の全対応点の平均移動距離は3.41mmであった。さらに対応点に対して術前から術後1ヶ月への移動をベクトル表記し、左頬部、顎下部の移動の確認ができた。全10症例の術前と術後1か月の全ての顔面軟組織対応点の平均移動距離は、3.39mmであった。

3. 面積および角度計測評価

1) 硬組織

代表症例では、水平断、冠状断および矢状断上での術後の下顎骨の形態変化において、下顎骨水平断のB点が左側方および後方の5時方向へ移動しており、移動面積は478mm²、方向は288°であった。冠状断では、B点が左側方および上方の1時方向へ移動し、移動面積は405mm²、方向は61°であった。また、矢状断では下顎骨が上方および後方の10時の方向へ変位しており、移動面積は181mm²、方向は132°であった。

全10症例の術後1ヶ月における平均面積および平均角度も同様に確認した。

2) 軟組織

下顎骨に相対する術前と術後1ヶ月、術前と術後12ヶ月の軟組織の形態変化を水平断、冠状断および矢状断で示した。代表症例では、水平断において移動面積は、390mm²、方向は273°であった。冠状断において移動面積は、445mm²、方向は62°であった。また、矢状断において移動面積は、296mm²、方向は136°であった。下顎骨のB点の形態変化と軟組織のB点の形態変化は同一方向への移動が確認できた。また、顔面軟組織の移動方向は臨床視覚的評価結果として示した。術後1ヶ月および術後12ヶ月において移動方向は全例、同様の移動方向を示していることを確認した。

3) 術前後の硬組織と軟組織の相関係数

術後1ヶ月後において、下顎骨硬組織面積と同部軟組織面積の相関係数(R)は、水平面で0.656、冠状面が0.785、矢状面が0.718で、冠状面と矢状面に強い相関があった。術後1ヶ月後において、下顎骨硬組織と同軟組織の角度の相関係数は、水平面が0.341、冠状面が0.794、矢状面が0.482で、冠状面に強い相関があった。

【結語】

顎顔面骨を対象とした骨切り術への応用として、3D-CTを用いた三次元画像から、6自由度全探索法にて術前後の画像重ね合わせを行い、その変化をカラー表示し、視覚的に直感画像評価する方法を呈示した。本手法で下顎枝矢状分割術後のわずかな硬組織および軟組織の変化を視覚的に評価でき、その定量化も可能であった。本研究は顎変形症患者の顔面骨格と周囲軟組織の術前後の形態的变化を新たに提案した評価方法により、初期の10例に適応し、全例において3次的に定量評価することができた。

審査の結果の要旨

本論文は、独自の6自由度探索法を使用し、顎変形症患者の骨切り手術前後の3D-CT画像の重ね合わせを行い、顎骨と周囲軟組織の変化を定量的・視覚的に評価を可能とするシステムを開発した研究である。術前後の重ね合わせで得られた画像から、距離変化をカラーマッピング画像にて示し、面積および角度の新たな定量的評価方法を示している。さらに本評価システムは下顎枝矢状分割術の10症例で検証を行い、顎骨硬組織および顔面軟組織画像は強い相関を示し、臨床上有用であることを示している。

1. 斬新さ

顎変形症患者の骨切り術前後の顔面骨格形態や周囲軟組織の評価は、顔面X線セファロ撮影による画像評価が一般的であるが、立体を評価することは不可能であった。そこで著者らは3次元CTデータより6自由度探索法を応用した下顎枝矢状分割術の術前後における硬組織および軟組織の変化に対する新たな斬新な定量的評価法の確立を行っている。

2. 重要性

三次元画像から正確に重ね合わせを行うことで、今まで二次元画像で得ることができなかった詳細情報を定量的、視覚的に評価することができるようになった。

3. 研究方法の正確性

今回使用した画像作成方法は、三次元画像の重ね合わせ法として既に報告している6自由度探索法を使用しており、正確性の精度検証は報告済みである。

4. 表現の明確さ

目的、方法、結果については、明確に表現されている。

5. 主な質疑応答

Q1：3D-CTを実際に撮影する時間と処理にかかる時間はどのくらいか。

A1：CT撮影時間は5分程度で、処理に関しては1症例あたり24時間を要する。

Q2：今までの評価法と比べて現実的にどのような利点があるか。

A2：骨格と顔面軟組織の変化量を距離、面積、角度で定量的、視覚的に評価可能としたことが利点である。

Q3：今までにこの論文のような評価はできなかったのか。

A3：今までは、重ね合わせが難しかったこと、ランドマークのプロットが難しかったことが挙げられる。また、その評価は難しかった。

Q4：軟組織の評価時の対策は何かあったか。

- A4：撮影時の仰臥位がまず問題になっているので、座位での撮影ができるよう検討したい。
- Q5：この研究での仮説は。
- A5：6自由度探索法を用いることで、距離、角度、面積の評価が定量的にできるのではないかとする新たな評価方法の立案が仮説である。
- Q6：この検証は、どこまで人が行って、どこから機械が行うのか。基準点を決めるのはどのようにするのか。
- A6：基準点の設定は人の手でマニュアルで行っている。その後はコンピュータが処理している。
- Q7：実際の検証時のオブザーバーは複数人いるか。
- A7：今回は2人で行っている。今後、3名以上の複数人で複数回の検証も検討したい。
- Q8：CT画像の硬組織および軟組織のCT値はどれくらいか。
- A8：硬組織は200HUより上限まで、軟組織は-200HUより上限までの値で画像を取得している。
- Q9：手術における術前後の移動距離を計測する意義は、どれ程あるのか。
- A9：正常咬合を目標としているため、1/10mm単位の評価が必要である。また、硬組織および軟組織で強い相関を認めたため、術後の安定性を数値で評価し、定量化できたことは非常に意義があると考えている。
- Q10：この手術の適応は美容的なものか。
- A10：正常咬合の獲得と口腔機能の改善が主で、それに追従して審美的（美容的）な改善があると考えている。健康保険での医療である。
- Q11：嚥下、発音で問題がある方の手術はしているか。
- A11：発音で問題がある顎変形症患者においては手術適応と考えている。現在、嚥下障害のみでは顎矯正手術の適応とは考えていない。
- Q12：今後の発展性はどのように考えているか。
- A12：顎骨の骨切り手術前後のシミュレーションが行える方法を加えた方法を開発していきたい。また、各種骨切り手術の定量的評価に応用したい。

本論文では、顎顔面骨と周囲軟組織の3D-CT画像から独自の6自由度全探索法にて手術前後の画像の重ね合わせを行い、新たな評価方法を開発している。その初期検証として、下顎枝矢状分割術の術前と術後1ヶ月、術前と術後12ヶ月の画像を重ね合わせ、その変化をカラー表示し、定量的、視覚的に直感画像で評価する方法を呈示している。本手法で下顎枝矢状分割術後の下顎骨体部の硬組織形態の術後変化は非常に少ないことを明らかにした。

本評価方法は、顔面の全ての面のいかなる点でも評価可能で、形状変化を扱う外科手術分野において臨床上大変有用な評価法になりうる事を示している。よって学位記に値すると評価した。