

学位論文内容の要旨

愛知学院大学

論文提出者

木瀬 祥貴

論文題目

下顎前突を伴う顎変形症患者における CT 検査条件
低減に関する臨床的および実験的研究

I. 諸言

Computed Tomography (CT) から得られる 3 次元画像は頭蓋顔面領域の様々な疾患の診断や治療において重要な役割を果たしている。CT 画像はセファログラムに比べて拡大や歪みなどの影響を受けることが少なく計測が正確なこと、軟組織の評価が可能なこと、さらに 3 次元再構築画像によって手術をシミュレーションできることなどの利点を有し、顎変形症の術前評価に応用されることが多くなった。一方で、CT の利用が頻繁に行われるようになると被曝量の増大が懸念される。特に顎変形症で手術を希望する患者は 20 代を中心に若年者がほとんどであり、その被曝量に関しては考慮が必要である。しかし、被曝量を低減させるために管電流等の検査条件を低く設定すると画質の低下が起こることは周知である。

我々の施設では、顎変形症患者に対する CT 検査の条件を 120 kV、200 mA から 120 kV、100 mA へと低減した。本研究では、まずこの臨床例における撮影条件低減の妥当性を検証し、さらに低減が可能か否かを実験的に検討した。そのために下顎前突を伴う顎変形症の術前検査として重要と考えられる解剖学的な指標を設定し、その評価を視覚的に行った。続いてランドマーク設定の再現性を 95% 確率楕円の手法を用いて評価した。

II. 対象および方法

1. 臨床的研究

対象は、下顎前突を伴う顎変形症のため愛知学院大学歯学部附属病院を

受診し外科的手術を必要とされた 15 歳以上の患者 20 名の CT 画像である。患者の内訳は 120 kV、200 mA で撮影された 10 名および 120 kV、100 mA で撮影された 10 名である。前者を 200 mA 群、後者を 100 mA 群とした。

1) 視覚的評価

手術を行う際、CT 画像で注意深い観察が必要な領域として 10 項目を評価した。すなわち下顎孔、下顎管の走行、下顎管と頬側皮質骨の間の海綿骨の状態と幅、プレート固定部近隣となる下顎犬歯と第一小臼歯の歯根形態、オトガイ孔、下顎頭、側頭筋の下顎枝への付着の最下端、内側翼突筋の下顎枝への付着の最上端の描出が臨床的に使用可能か否かを評価した。さらに volume rendering 法により構成された 3 次元画像も評価した。この 10 項目を 10 名の歯科医師（歯科放射線科医 5 名、歯科口腔外科医 3 名、歯科矯正科医 2 名）が Visual Analog Scale (VAS) 法で評価した。分析は Mann-Whitney U 検定を使用し、 $P < 0.05$ を有意とした。

2) ランドマーク設定の再現性

対象とした 15 ランドマークを 5 名の歯科医師（歯科放射線科医）が 3 次元画像上に 2 回プロットした。プロットによって得られた 3 次元座標 (x、y、z) の数値を統計解析ソフト (JMP SAS Institute Japan 株式会社) で解析し 95% 確率楕円を求め、得られた確率楕円の体積を算出した。この体積を用いて再現性を評価した。分析は Mann-Whitney U 検定を使用し、 $P < 0.05$ を有意とした。

2. 実験的研究

対象は、乾燥頭蓋骨を埋入したアクリルファントム5体のCT画像である。それらのファントムを、管電圧は120 kVに固定し、管電流を100 mA、60 mA、40 mA、20 mAとしてCT検査を行った。それぞれ100 mA群、60 mA群、40 mA群、20 mA群とした。

1) 視覚的評価

前述の臨床的研究の視覚的評価の項目から側頭筋および内側翼突筋の項目を除外した8項目を評価した。8項目を5名の歯科医師（歯科放射線科医5名）がVAS法で評価した。分析はTukey HSD検定を使用し、 $P < 0.05$ を有意とした。

2) ランドマーク設定の再現性

前述の臨床的研究と同様、得られた確率楕円の体積を算出して各群の再現性を比較評価した。分析はTukey HSD検定を使用し、 $P < 0.05$ を有意とした。

III. 結果

1. 臨床的研究

1) 視覚的評価

評価項目すべての項目において両者に統計学的有意差はみられなかった。VAS値の平均は評価項目すべてにおいて両者とも80前後を示した。また、歯科放射線科医とその他の歯科医師との比較を行ったところ、すべてにお

いて歯科放射線科医の方が有意に高い値を示した。歯科口腔外科医と歯科矯正科医との比較では、いくつかの評価項目において歯科矯正科医の方が有意に高い値を示し、他の項目に関して両者に有意差は認められなかった。

2) ランドマーク設定の再現性

200 mA 群の画像と 100 mA 群の画像の比較を行ったところ、すべてのランドマークにおいて両者に有意差はみられなかった。

2. 実験的研究

1) 視覚的評価

すべての評価項目ともに管電流の低下に伴って VAS 値の低下がみられたが、ほとんどの項目において統計学的有意差はなかった。しかし、3次元画像の評価において、100 mA 群と 40 mA 群 ($p=0.019$)、100 mA 群と 20 mA 群 ($p=0.004$) および 60 mA 群と 20 mA 群 ($p=0.015$) との間に統計学的有意差がみられた。

2) ランドマーク設定の再現性

すべてのランドマークにおいて各群間に有意差はみられなかった。

IV. 考察

1. 臨床的研究について

顎変形症で外科的手術が必要とされる患者には、術前・術後の CT 検査が必要となることがあり、短期間のうちに CT 検査による被曝が大きくなる可能性がある。患者のほとんどは 20 歳前後の若年者であり、その被曝の増大

には考慮が必要である。我々の施設では予備的に視覚的な検討を行い、2004年に顎変形症患者のCT検査条件を低減した。そこで今回は臨床的研究として、変更前後の画像を視覚的およびランドマーク設定の再現性で評価し、その妥当性を検証した。結果として視覚評価的および再現性の評価ともに200mA群と100mA群の間に有意差はみられず、撮影条件低減の妥当性が示された。

1) 視覚的評価

下顎前突を伴う顎変形症に対する外科的手術の偶発症には、下顎管の損傷による下唇麻痺や、骨折、プレート固定時の歯根の損傷、下顎頭の変位などがある。視覚的評価では偶発症を防ぐために、術前CT画像で注意深く観察しなければならない10項目を取り上げた。視覚的評価におけるVAS値は200mA群、100mA群ともに平均80を超えており、臨床的使用を考える場合には両群ともに十分良好であったと考えられる。歯科放射線科医と他の歯科医を比較すると歯科放射線科医の方が有意に高いVAS値を示した。これは実際に診療を行う歯科口腔外科医や歯科矯正科医の方がより厳しく画像の評価を行っていることを示唆している。特に手術を行う口腔外科医にその傾向が強く、多数の口腔外科医による評価が必要であろう。

2) ランドマーク設定の再現性

ランドマークの設定はFuyamadaらが提唱した方法に従って行った。これは3次元画像の3断面(横断面、矢状断面、冠状断面)ごとに詳細な設定

方法を定義したもので、従来からのセファログラムの定義に基づいた方法に比較して、観察者内・観察者間ともに良好な再現性を得られる方法である。しかし、いくつかのランドマークでは確率楕円の体積が大きく、再現性に問題があるものがみられた。再現性の良し悪しについて、過去の報告では各成分 (x, y, z) の標準偏差が 1mm 程度であれば良好としている。

Fuyamada らの結果によると、確率楕円の体積が 10mm^3 以下であれば各成分 (x, y, z) の標準偏差は 1mm 程度を示している。従って、体積 10mm^3 を一つの基準とすることが可能と思われる。今回の結果では、FS・Ba・Po・ANS・PNS・Pog・U1・L1・Cp の体積は 10mm^3 以下であり高い再現性を有するランドマークと考えられる。S・Or・Me・U6・L6・Cd では 10mm^3 を超えているため今後の検討課題として、S・Or・Me・U6・L6・Cd のランドマーク設定においてばらつきが少なくできるような設定方法を検討する必要がある。

2. 実験的研究について

1) 視覚的評価

視覚的評価では、VAS 値を比較すると、多くの評価項目で有意差はないものの管電流の低下に伴って VAS 値も低下していた。CT 画像の画質は検査時の画像収集パラメータ (管電流・管電圧・スライス厚・FOV など) に依存することと矛盾しない結果と考えられた。3D 画像に関して、100 mA 群と 40 mA 群、100 mA 群と 20 mA 群、60 mA 群と 20 mA 群の VAS 値に有意差がみられた。断面画像よりもそれらを統合した 3 次元画像で、主観的評価の差は出

やすい傾向にあることが示された。

2) ランドマーク設定の再現性

ランドマーク設定の再現性については、臨床的研究とは異なり実験的研究では、U6・L6においても確率楕円の体積が 10mm^3 以下で良好な再現性を示した。これは、実験的研究では歯列矯正装置によるメタルアーチファクトがないためと考えられる。

今回の実験的研究の結果では、視覚的評価およびランドマーク設定の再現性の評価ともに 100 mA 群と 60mA 群の間に有意差はみられなかった。したがって、両者の CT 画像の画質に临床上問題となる差はないと考えられる。今後、実際の患者に対して 120 kV, 60 mA での撮影を行い、その画質を検証する必要がある。

V. 結語

臨床的研究として 120 kV、200 mA と 120 kV、100 mA で撮影された CT 画像を視覚的およびランドマーク設定の再現性で評価し、検査条件低減の妥当性を証明した。さらに、実験的研究として、さらなる検査条件の低減が可能かどうか検討した結果、視覚的およびランドマーク設定の再現性の評価項目すべてにおいて、120 kV、100 mA と 120 kV、60 mA とに有意差がないことがわかった。今後はこの検査条件の低減を臨床的に検証する必要がある。