

氏名	田井 尚子
学位	博士
専門分野の名称	歯学
学位授与番号	博甲第4845号
学位授与の日付	平成25年9月30日
学位授与の要件	医歯学総合研究科機能再生・再建科学専攻 (学位規則(文部省令)第4条第1項該当)
学位論文題目	三次元MRI画像を用いたセファロ分析の研究
学位論文審査委員	浅海 淳一 教授      山城 隆 教授 飯田 征二 教授

## 学位論文内容の要旨

### 緒言

近年のX線ならびにコンピュータ技術の進歩により、放射線画像診断の領域の発展が図られ、三次元(3D)コンピュータ断層撮影法(以下CT)の開発は、多くの診療の現場において実態像が視覚化されたことから治療の面においても画期的な発展をもたらした。また、歯科用のコーンビームCT(以下、CBCT)の普及が、矯正歯科領域での3D評価の一般化に拍車をかけている。一方、顎顔面の成長ならびに形態の計測評価を行う矯正歯科領域においては、被曝がない方法での検査、成長の評価が望まれている。そのため我々は被曝がなく生体への安全性にすぐれている磁気共鳴撮像法(MRI)から顎顔面骨組織像を三次元的に構築する手技を確立し、その精度についてCBCTと比較検討を行い、硬組織描出においてCBCTには劣るものの、セファロメトリック(セファロ)な基準点の描出は可能であったとの結論を得た。矯正歯科臨床の成長や治療の評価に関しては、3Dセファロ分析に関する報告は散見されるが、いまだ体系的な方法は確立されておらず、二次元(2D)セファロ分析が主流である。

そこで本研究ではMRIから得た3D顎顔面骨表面組織像を構築後、投影することで2D側面セファロを作成し、その精度について同患者の従来型側面セファロと比較検討を行った。また特に成長期の患者に対しても、MRIより得られた硬組織像を用いて顎骨の成長評価の臨床導入ならびにその問題点について検討を行った。

### 材料および方法

#### 研究1 MRIの顎骨投影画像を用いたセファロ分析評価の精度

日本人成人6名(男性3名、女性3名、平均26歳4カ月)より得られた従来型側面セファロ画像とMRIデータより得られた側面セファロ画像を利用した。

MRIの側面セファロ画像はMRI輪郭強調法で得られたsurface renderingに対して、Volume-Rugle(Medic Engineering、京都)、MicroAVS(Cybernet system(株)、東京)ソフトウェア作成された側面セファロを利用した。5年以上のQuick Ceph Systems(Quick Ceph Systems, Inc. サンディエゴ、米国)の使用経験を有する3名の矯正医によって、Quick Cephのマニュアルに準じて基準点のプロットिंगがなされ、自動的に角度計測と線計測がなされた。MRIより投影されたセファロの正確さを評価するために従来型側面セファロと比較した。

#### 研究2 MRIセファロによる成長評価

日本人混合歯列期患者3名(男性1名、女性2名、平均8歳7カ月)より得られたMRIセファロと同時期の従来型セファロを用い、初診時(A-stage)および18か月後(B-stage)のデータを検討した。

なお、統計学的検討はSPSSソフトウェア(version 16.0, SPSS, Chicago, III)を使用し、多重比較はTukey検定によって行った。(P < 0.05)

## 結果

### 研究1

#### 1) MRI投影画像のセファロメトリック基準点の同定

硬組織輪郭強調法によるMRIセファロ画像では、多くの点が明瞭に描出されたが、いくつかの点が同定困難であることが示された。また硬組織輪郭強調法で閾値を変化させたが、この閾値で明瞭であった点が不鮮明になることが確認された。そこで軟組織強調画像法を導入することにより、両画像の基準点を一つの画像上に集約することですべての基準点の同定が可能となった。

#### 2) 軟組織強調画像作成時の閾値の違いによる基準点判別の変化

軟組織強調セファロ画像の閾値をわずかに変えることで、基準点の判別成績は変化することが確認できた。閾値を微調整することにより、各基準点において最適値が存在する可能性が認められた。従って、患者の年齢や性別、撮影時の条件により、この閾値を微調整することで、より明瞭に基準点を同定することができた。

#### 3) MRIセファロと側面セファロの精度の検証

角度計測では、計測者1のOcclusal pl.-SN, 計測者2のFacial Axis, Lower Facial height, 計測者3のY-Axisの項目で、従来セファロとMRIセファロの値に有意差を認めたが、他の62項目は有意差を認めなかった。また、線計測では、計測者2は、ANS-Menton, 計測者3は、Mandibular Lengthの項目で、従来セファロとMRIセファロの値に有意差を認めたが、他の28項目は有意差を認めなかった。本結果は、これまでセファロの精度の研究で報告されている結論と大きな違いは見いだせず、臨床的に影響は少ないと判断された。

### 研究2

#### MRIセファロによる成長評価

MRIセファロならびに従来型セファロでのA-stageからB-stage間の成長変化を評価するために、従来型セファロ、MRIセファロのトレースおよび重ね合わせを比較検討した。

MRIより硬軟両組織の輪郭強調画像にて作成した二次元的セファロ画像に関して、今回計測した、成人症例での22項目の角度計測および10項目の線計測について、従来型の側面セファロと同程度の精度を有していた。すなわちMRIセファロの臨床応用の可能性が示唆された。

### 結論

複数の閾値を用いた輪郭強調法でのMRI三次元硬組織像の構築により全ての基準点を描出した側方セファロ投影像を作成することが可能であり、その精度も従来のセファロ写真の同程度の精度であった。また、成長期の評価においても十分な精度を有していた。以上の結果より、顔面骨形態の評価および顔面領域のMRIデータの有用性が示され、矯正歯科における臨床活用に関して新たな可能性が示された。顔面の成長発育を全体的に評価できるMRIは、安全性を含め、臨床上有用な検査方法であることが示された。

## 論文審査結果の要旨

歯列のみならず顎骨や顔面の成長や形態の治療を行う矯正歯科分野においては、顎骨や軟組織を含めた顔貌の三次元的解析が臨床上有用であることは疑いのないところである。これまで当教室において、被曝がなく安全性においてCTより優位であり、かつ軟組織の性状も含めた評価ができる磁気共鳴撮影法（MRI）に着目し、MRIから硬組織画像を描出し、硬組織の三次元的画像の作成を確立し、顎顔面骨格の三次元評価の可能性について検討してきた。しかし硬組織の診断を主眼としたCTと比較してMRIより得られる三次元像では骨表面での基準点の描出が困難であった。そこで本研究では、MRIデータより構築した硬組織の立体像を透視投影した側面セファロを作成し、その精度について検討し二次元的硬組織評価法としてのMRIの可能性について検討を行った。

### 材料および方法

#### 1) MRI投影画像のセファロメトリック基準点の同定

日本人成人6名より得られたMRIデータおよび同時期に撮影された側方セファロを研究に用いた。MRIからの硬組織三次元像は以前の報告に従い画像ソフトウェアを使用し、硬組織輪郭強調法により作成し、本画像を側方投影して得られたセファロ画像（硬組織輪郭強調セファロ）を作成した。しかし本画像では顎骨の前方ならびに後方部の基準点の描出が困難であったことから、これら基準点を明瞭に描出するため、濃度帯を変化させて軟組織側から硬組織の表面を抽出する方法（軟組織輪郭強調法）を開発し、この方法にてセファロ（軟組織輪郭強調セファロ）を作成した。これら2つのセファロを一つの画像とし、全ての基準点を描出したセファロをMRIセファロとして、側方セファロと比較することで、その精度を検討した。なお、基準点の同定は矯正医師3名が行い、線ならびに角度計測は自動計測ソフトウェアを用い、それぞれの値について統計学的検討を行った。

#### 2) 成長評価としてのMRIセファロの有用性

混合歯列期日本人3名の初診時（A-stage）および18か月後（B-stage）におけるMRIセファロと側面セファロを用いて成長変化量を比較し、その精度について上記研究方法に従い検討を行った。

### 結果

1) MRIセファロでの計測値の精度を検討した。その結果、線計測30項目中2項目、角度計測では66項目中4項目に有意差が認められたが、その差はいずれも臨床上の許容範囲内であった。

2) 成長に伴う線計測ならびに角度計測の変化量については線計測項30項目中2項目、角度計測では66項目中4項目に有意差が認められたが、その差はいずれも臨床上の許容範囲内であった。本研究結果からMRIセファロの寸法精度は従来のセファロと同程度の精度を有しており、臨床応用が可能と判断された。

本研究は、軟組織の性状的検査診断法であるMRIの硬組織形態の評価方法としての新たな性格を示したものであり、今後の顎顔面領域での臨床応用が期待できるものである。以上の点から、審査担当者は一致して本申請論文に博士（歯学）の学位論文としての価値を認める。