

学位論文内容の要旨

愛知学院大学

論文提出者

相宮秀俊

論文題目

歯科用コーンビーム CT におけるボクセル値の安定性
についての検討

歯科用コーンビーム CT 装置は、現在では広く一般歯科診療所に導入されている。歯科用コーンビーム CT 画像の寸法精度は高く、加えて微細な解剖学的構造を観察し得る特徴を有していることから、歯科インプラント治療や埋伏歯、根尖病変などの診断に応用されている。歯科インプラント術前画像診断においては、顎骨骨密度の測定も重要な事項である。歯科用コーンビーム CT でボクセル値を定量的に評価するためには、歯科用コーンビーム CT の撮影領域内におけるボクセル値の安定性を検討しておく必要がある。

そこで、本研究では歯科用コーンビーム CT のボクセル値の安定性を評価するために、ファントムを用いた実験的な手法を提案し、歯科用コーンビーム CT の専用機 2 機種と近年開発が目覚ましいパノラマ X 線撮影と歯科用コーンビーム CT 検査が可能な複合機 1 機種でボクセル値の安定性を評価した。

(方法) 被験体の材質として 3 種類、塩化ビニル、ポリオキシメチレン、ポリカーボネートを用いた。直径 16cm のアクリル容器を精製水で満たし、その切歯正中部、右側第一大臼歯部、左側第一大臼歯部に相当する 3 部位に同一の材質の被験体を設置し、ファントムとした。マルチスライス CT を用いた予備実験において、塩化ビニルは皮質骨、ポリオキシメチレンは海綿骨、ポリカーボネートは治癒過程の抜歯窩に近似した CT 値を示した。被験体は円柱状で、その大きさは直径 15mm、長さ 10cm とした。歯科用コーンビーム CT 装置は、フラットパネルディテクタを採用している装置を用いた。

専用機では2機種、Alphard VEGA (朝日レントゲン工業、京都、日本) と 3D eXam i (カボデンタルシステムズジャパン、東京、日本) とした。また、パノラマ X 線撮影との複合機は AUGE SOLIO ZCM (朝日レントゲン工業、京都、日本) を用いた。撮影条件は、Alphard VEGA では、通常の 360° 回転で、撮影領域の直径は I モードの直径 102mm、ボクセルの 1 辺は、0.2mm であった。管電圧と管電流は、製造業者の推奨値である 80kV、5mA に設定した。3D eXam i では、オフセットスキャンを用い、撮影領域の直径は 140mm、ボクセルの 1 辺は、0.25mm であった。管電圧と管電流は、製造業者の推奨値である 120kV、5mA に設定した。複合機の AUGE SOLIO ZCM では、撮影領域の直径は 2 種類、直径 97mm の通常の 360° 回転の I モードと直径 161mm のオフセットスキャンの A モードとし、ボクセルの 1 辺は I モードでは 0.19mm、A モードでは 0.31mm であった。管電圧と管電流は、製造業者の推奨値である 85kV、4mA に設定した。ファントムの歯科用コーンビーム CT 装置への設置においては、ファントムの底面は床と平行とし、水平的には正中部においてファントムの辺縁と撮影領域とが一致するようにした。歯科用コーンビーム CT は同一条件で 3 回撮影を繰り返し、軸位断面像を DICOM 形式で保存した。また、円柱状の被験体を設置しない精製水のみでの撮影も同様に行った。歯科用コーンビーム CT 画像の計測においては、3 次元画像構築ソフトウェア (OsiriX 画像ソフトウェア、ver3.9) を用いて、円柱状の被験体および精製水のボクセル値を計測した。軸位断面画像のス

ライス厚は、Alphard VEGA と 3D eXam i では 1.0mm、AUGE SOLIO ZCM の I モードでは 0.95mm、AUGE SOLIO ZCM の A モードでは 0.94mm に調整し、円形の関心領域 (Region of interest、ROI) を上下的に 5 つのレベルに設定した。それらは、撮影領域の中央レベル (C)、上端から 10mm 下方レベル (A)、下端から 10mm 上方レベル (E) とした。残りの 2 つのレベルは、A と C の中間レベル (B) と C と E の中間レベル (D) とした。ROI の大きさは、Alphard VEGA と AUGE SOLIO ZCM の I モードおよび A モードでは 0.85cm^2 に設定した。また、3D eXam i では 0.87cm^2 に設定した。各々の計測は同一箇所ですら 3 回繰り返した。各円柱状の被験体および精製水、各部位、各レベルのボクセル値は 3 回の歯科用コーンビーム CT と 3 回の計測を平均した。また、切歯正中部のレベル C でのボクセル値を基準として、各部位や各レベルでのボクセル値の差を計算し、さらにその差の絶対値の平均を求めた。

3 種類の被験体と精製水、3 部位 (切歯正中部、右側臼歯部、左側臼歯部) および 5 つのレベル (A~E) におけるボクセル値を比較した。統計処理はマン・ホイットニーの U 検定を用いて、有意水準は $p < 0.05$ とした。

(結果) レベル C (中央レベル) での各々の被験体のボクセル値は、装置や撮影モード、また設置部位において異なっていた。また、全ての装置および撮影モードにおいて右側臼歯部と左側臼歯部のグラフは近似していた。

Alphard VEGA 装置において、3 部位におけるボクセル値の平均は、塩化ビニルで 1057、ポリオキシメチレンで 293、ポリカーボネートで 137、精製水

で 102 であり、各々の部位での SD の範囲は 10~15 であった。3 種類の被験体および精製水のボクセル値には有意差を認めた。切歯正中部におけるボクセル値は、右側臼歯部および左側臼歯部のボクセル値より有意に大きかった。右側臼歯部と左側臼歯部でのボクセル値に有意差はみられなかった。撮影領域のレベルにおいては、レベル A のボクセル値はレベル C と比較して有意に小さく、またレベル B と比較して小さい傾向 ($P=0.0524$) がみられた。また、レベル D はレベル C および E と比較して小さい傾向 ($P=0.0505$ 、 $P=0.0522$) がみられた。また、差の平均 (SD) は塩化ビニルでは 75 (49)、ポリオキシメチレンでは 24 (16)、ポリカーボネートでは 18 (11)、精製水では 18 (11) あった。3DeXam i 装置において、3 部位におけるボクセル値の平均は、塩化ビニルで 554、ポリオキシメチレンで 48、ポリカーボネートで -127、精製水で -202 であり、各々の部位での SD の範囲は 5~22 であった。3 種類の被験体および精製水のボクセル値には有意差を認めた。切歯正中部におけるボクセル値は、右側臼歯部および左側臼歯部のボクセル値より有意に大きかった。右側臼歯部と左側臼歯部でのボクセル値に有意差はみられなかった。撮影領域のレベルにおいては、ボクセル値に有意差はみられなかった。また、差の平均 (SD) は塩化ビニルでは 72 (48)、ポリオキシメチレンでは 49 (33)、ポリカーボネートでは 43 (29)、精製水では 40 (29) あった。AUGE SOLIO ZCM 装置の I モードにおいて、3 部位におけるボクセル値の平均は、塩化ビニルで 797、ポリオキシメチレンで 200、ポリ

カーボネートで 76、精製水で 47 であった。3 種類の被験体および精製水のボクセル値には有意差を認めた。切歯正中部におけるボクセル値は、右側臼歯部および左側臼歯部のボクセル値より有意に大きかった。右側臼歯部と左側臼歯部でのボクセル値に有意差はみられなかった。撮影領域のレベルにおいては、レベル A は、レベル B、C、および D と比較して大きい傾向 ($P=0.0504\sim 0.0516$) がみられた。また、差の平均(SD)は、塩化ビニルでは 75(47)、ポリオキシメチレンでは 26(16)、ポリカーボネートでは 16(10)、精製水では 16(10)あった。AUGE SOLIO ZCM 装置の A モードにおいて、3 部位におけるボクセル値の平均は、塩化ビニルで 1178、ポリオキシメチレンで 311、ポリカーボネートで 132、精製水で 92 であった。3 種類の被験体および精製水のボクセル値には有意差を認めた。切歯正中部におけるボクセル値は、右側臼歯部および左側臼歯部のボクセル値より有意に大きかった。右側臼歯部と左側臼歯部でのボクセル値に有意差はみられなかった。また、撮影領域のレベルにおいても有意差はみられなかった。また、差の平均(SD)は、塩化ビニルでは 141(91)、ポリオキシメチレンでは 66(42)、ポリカーボネートでは 52(33)、精製水では 55(36)あった。

(結論) 歯科用コーンビーム CT におけるボクセル値の安定性を実験的に評価するためのファントムを提案した。また、それを用いて、歯科用コーンビーム CT の専用機およびパノラマ X 線撮影との複合機でのボクセル値を検討したところ、使用する装置や撮影モードにより計測されるボクセル値は

大きく異なっていた。また、ボクセル値の差の平均は、使用する装置や撮影モードにより異なっていた。歯科インプラント治療において、歯科用コーンビームCTのボクセル値を評価する場合には装置や撮影モードの特性を熟知していなければならない。