

学位論文内容の要旨

愛知学院大学

論文提出者

佐分利 清信

論文題目

歯科用コーンビーム CT における

下顎臼歯部インプラントの金属アーチファクト

本研究では、第一の研究として、CBCTにおける金属アーチファクトの状態を把握するために、臨床例においてCBCT画像とパノラマエックス線画像の両画像上でインプラント周囲のほぼ同じ部位に関心領域を設定し、CBCT画像でのボクセル値とパノラマエックス線画像でのピクセル値を計測して比較検討した。第二の研究として、骨と同等のエックス線吸収係数をもつ材料（骨等価材料）で作製した骨ブロックを用いて下顎骨ファントムを作製し、インプラントの本数の違いや、インプラントからの距離の違いによって金属アーチファクトの出現がどのように異なるかを実験的に検討した。

I. 臨床的研究（研究1）

1. 材料と方法

対象症例：

下顎臼歯部のインプラント治療を受け、2007年10月から2009年12月の間にCBCTを使用して術後の撮影を行った22人の患者(男性7名、女性15名、平均年齢56.3歳)を対象とした。

CBCT検査の目的はインプラントの追加埋入が9名、インプラントの経過観察が13名であった。合計61本のインプラントを評価した。

全てのインプラントは、術後の経過観察期間中に動揺はみられず、また周囲に炎症所見もなく臨床的に安定していた。インプラント埋入後の経過観察の期間は、平均25.0カ月（SD:14.7）であった。

歯科用コーンビーム CT 画像とパノラマエックス線画像の計測：

CBCT 画像において、臼歯部の歯列平行断像を 3 次元表示計測ソフトウェア (OsiriX イメージングソフトウェア、Ver 3.9、ジュネーブ、スイス) とパーソナルコンピュータ (Macintosh G5、Apple Computer Inc、カリフォルニア、米国) を用いて構築した。その厚みは、インプラントの直径を考慮して 2mm に設定した。ボクセル値の計測部位をインプラントとインプラントの間 (インプラント間)、インプラントと天然歯の間 (インプラント天然歯間)、インプラントの遠心部 (インプラント遠心) および天然歯と天然歯の間 (天然歯間) の 4 つに分類した。インプラント間は 33 か所、インプラント天然歯間は 36 か所、インプラント遠心は 21 か所、天然歯間は 29 か所であった。それぞれの部位に矩形の関心領域 (Region of interest、ROI) を隣接するインプラントや歯根に重ならないようにできるだけ大きく設定した。上下的には 4 つの部位がほぼ同じになるようにして、下端はインプラントおよび歯根の下端とほぼ同じになるようにした。ROI 内のボクセル数やボクセル値の平均はソフトウェアによって自動的に算出される。ここでは 16 ビットの画像を使用した。

2. 結果

歯科用コーンビーム CT 画像：

ボクセル値の平均はインプラント間で-97、天然歯間で 600 であった。イ

インプラント間、インプラント天然歯間、インプラント遠心のボクセル値は天然歯間のボクセル値との間に有意差を認め、天然歯間と比較して小さい値であった。

パノラマエックス線画像：

インプラント間のピクセル値の平均は 153、天然歯間のピクセル値の平均は 146 であった。天然歯間のピクセル値と比較してインプラント間とインプラント天然歯間では有意差はみられなかった。しかし、インプラント遠心で有意差を認め、天然歯間と比較して大きい値であった。

3. 小括

CBCT 画像において、インプラント間、インプラント天然歯間、インプラント遠心で近遠心的な金属アーチファクトが出現することが明らかとなった。

II. 実験的研究 (研究 2)

1. 材料と方法

下顎骨ファントムの作製と歯科用コーンビーム CT：

下顎骨の海綿骨を模擬するために、骨等価材料(タフボーンファントム、BE-N、京都科学、京都、日本)を用いて、縦 20mm、横 10mm、高さ 32mm の骨ブロックを作製した。下顎第 2 小臼歯、第 1 大臼歯、第 2 大臼歯を想定し、インプラント埋入用の直径 3mm のインプラント窩を 3 か所に形成したもの

を4個準備した。間隔は近心のインプラントと中央のインプラント間を3mmおよび中央のインプラントと遠心のインプラント間を4mmとした。インプラントを埋入していない骨ブロックをコントロールとした。他は中央のインプラント窩(骨ブロック1)、両端のインプラント窩(骨ブロック2)、さらにすべてのインプラント窩(骨ブロック3)にインプラントを埋入した。インプラントは長径10mm、直径4mmのPrevail®454(BIOMET 3i、フロリダ、米国)を使用し、可及的に平行となるように埋入した。

骨ブロックは、直径15cmの亚克力容器にヒト乾燥下顎骨の左半側と第1～3頸椎とともに設置し、下顎骨ファントムとした。それらを水に浸漬した状態でCBCT検査を行った。

検査は前述のCBCT装置(Alphard VEGA)を用いて、撮影領域は、インプラント診断に用いる直径51mm(Dモード)と直径102mm(Iモード)の2種類とした。それぞれのボクセルサイズは $0.1 \times 0.1 \times 0.1$ mm、 $0.2 \times 0.2 \times 0.2$ mmであった。撮影条件は、メーカー推奨の80kV、8mA(撮影領域直径51mm)と80kV、5mA(撮影領域直径102mm)とした。得られた軸位断像をDICOMファイルとして保存した。

視覚的評価：

画像構築は、前述のOsiriX(Ver 3.9)を用いた。インプラント長軸方向の中心部での軸位断像において視覚的に金属アーチファクトを評価した。

定量的評価：

一連の軸位断画像から骨ブロック部の歯列平行断像を前述のソフトウェアを用いて構築した。断層画像の厚さは、インプラントの直径を考慮し、2mmとし、TIFF (Tagged Image File Format) 形式で8ビット階調画像を保存した。その画像をPhotoshop CS3 (ver. 10.0.1、Adobe System、カリフォルニア、米国)のヒストグラム機能を用いて各ブロックの4か所に関心領域(ROI)を設定し、ボクセル値を計測した。ROIの大きさは、高さ5mm、幅1.6mmとした。ROIのボクセル数は、CBCTの撮影領域が直径51mm(Dモード)の場合は16000、直径102mm(Iモード)の場合は2000となった。計測はそれぞれの部位を5回ずつ行い、ボクセル値の平均値を求めた。各骨ブロックについて計測を行い、コントロールと比較した。また、コントロールに対する各々の骨ブロックでの変化率を計算した。統計解析として、マンホイットニーのU検定を用い、有意水準は $p < 0.05$ とした。

2. 結果

視覚的評価の結果：

上下的にインプラントの中央レベルの画像を観察すると、撮影領域やインプラントの数によらず、インプラントを中心に放射状にボクセル値の低い領域と高い領域が交互に出現するアーチファクトが認められた。また、骨ブロック2および骨ブロック3では、インプラント間に著明な帯状のボ

クセル値の低い領域が認められ、骨ブロック 2 の場合より骨ブロック 3 の場合の方がより著明であった。

定量的評価の結果：

1) Dモード（撮影領域直径 51mm）での結果

コントロールのボクセル値の平均は、A では 73.8、B では 75.3、C では 74.9、D では 75.3 であった。骨ブロック 1、骨ブロック 2、骨ブロック 3 のすべての箇所 (A, B, C, D) でコントロールに比較して有意差を認めた。骨ブロック 3 では、B、C でボクセル値は極端に低下した。骨ブロック 2 では、A、B、C、D すべてでボクセル値の低下を認めた。しかし、骨ブロック 1 では、B、C のボクセル値は上昇していた。

2) Iモード（撮影領域直径 102mm）での結果

コントロールのボクセル値は、A では 93.1、B では 91.8、C では 90.4、D では 88.7 であった。すべての骨ブロックの測定部位 (A, B, C, D) のボクセル値はコントロール比較して有意差を認めた。骨ブロック 3 では B、C で極端にボクセル値の低下を認めた。骨ブロック 2 では A、B、C でボクセル値の低下を認めた。骨ブロック 1 では A、B、C、D 全てで、ボクセル値は上昇していた。

3. 小括

CBCT においてインプラント周囲の金属アーチファクトを実験的に検討し

たところ、埋入されたインプラント1本、2本、3本のすべての骨ブロックの軸位断画像でインプラントを中心に、放射状にボクセル値の低い領域と、高い領域が交互に出現する金属アーチファクトが視覚的に認められた。歯列平行断像においては、撮影領域の大小に関わらず、近遠心的にインプラント周囲にはボクセル値の変化が認められた。埋入されたインプラントが2本、3本の場合は、インプラント間において著明なボクセル値の低下がみられた。また、インプラントが3本の場合では、インプラント間の距離によってボクセル値の低下が異なり、3mmのほうが、4mmの場合より低下が著明であった。

III. 結論

1. CBCT 画像ではインプラント間、インプラント天然歯間、インプラント遠心で金属アーチファクトが出現することが確認できた。
2. 金属アーチファクトを実験的に検討したところ、CBCT 軸位断画像においてインプラントを中心に、放射状にボクセル値の低い領域と、高い領域が交互に出現する金属アーチファクトが確認できた。
3. CBCT 歯列平行断像において、撮影領域の大小に関わらず、近遠心的にインプラント周囲にはボクセル値の変動が認められた。インプラント数の多いほど、またインプラントの間隔が狭いほどその変動は大きくなった。

以上より、インプラント埋入後の診断には金属アーチファクトの様相を

(論文内容の要旨)

No. 8

愛知学院大学

十分に考慮して読影を行い、特に骨密度の計測には注意が必要であると結論とした。

平成 27年 7 月 15日