

学位論文内容の要旨

愛知学院大学

論文提出者

林 尚史

論文題目

マルチスライス CT および歯科用コーンビーム CT を用いた歯科インプラント唇側骨の実験的検討

本研究では、前歯部のインプラントの唇側骨に関して、マルチスライス CT および歯科用コーンビーム CT 画像上で観察できる最小の厚さを実験的に検討した。インプラントの唇側部の皮質骨を既知の厚さに調整する事は困難であるため、皮質骨の代わりにアルミニウム階段を用い、アルミニウム当量での値を検討した。

I. 研究1 マルチスライス CT を用いた歯科インプラント唇側骨の実験的検討

1. 実験方法

1) 被写体

乾燥下顎骨 1 体の左側下顎犬歯を抜歯して、その部位の唇側骨を削除した。その抜歯窩に、歯科インプラント体を想定して直径 4mm、長さ 15 mm のチタン製（純度：99.5%）棒を挿入した。また、唇側骨の代わりに、0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mm の厚みの 5 段階のアルミニウム（純度：99%）階段をチタン棒に接するように配置した。各階段の高さは、0.2 mm 厚のみ 6mm で他の厚みはすべて各々 3mm とした。チタン棒底部とアルミニウム階段の底部（1.0mm 厚側）が一致するように配置し、チタン棒上部に 0.2 mm 厚のアルミニウム板が 3mm 突出するようにした。直径 15cm のアクリル製の容器の底面に咬合平面が平行になるように下顎骨を設置した。また、下顎正中部の唇側骨表面を容器の外周から 10mm 内部の位置に配置させた。さらに、第 1 から第 3 の 3 個の頸椎を容器中に配置し、下顎骨の周りの軟組

織の代わりに容器を水で満たした。

2) マルチスライス CT による画像取得

マルチスライス CT 装置は、HiSpeed Nx/i Pro (GE, 東京, 日本) と Asteion (東芝, 東京, 日本) の 2 種類とした。その撮影条件は、HiSpeed Nx/i Pro では、管電圧 120kV、管電流は 2 種類 150mA と 200mA とした。Asteion では、管電圧 120kV、管電流 120mA と 180mA で撮影を行った。下顎骨を入れた容器は、下顎の咬合平面が床に対して垂直になるように設置した。マルチスライス CT はそれぞれの条件で 2 回ずつ撮影を行った後、軸位断像の DICOM データを外付けハードディスクに保存した。その軸位断像の画像再構成範囲(Field of view)は、160mm に設定し、ピクセルの大きさは、1 辺 0.31mm となった。

3) マルチスライス CT 画像解析

チタン棒の中心を通る歯列直交断像は、パーソナルコンピュータ (Macintosh G4, Apple) と 3-D 画像解析ダイコムビューワソフトウェア (OsiriX ver2.7.5, ジュネーブ, スイス) を用いて再構築を行った。その画像が薄い場合、雑音 (ノイズ) の影響を受ける事が考えられ、画像の厚さは、チタン棒の直径を考慮して、1.2mm に設定した。この 1.2 mm の両端は、チタン棒の直径の 95% に相当している。画像保存の際、画像データは 16-bit から自動的に 8-bit に変換された後、TIFF データとして保存した。最初に、各アルミニウム厚 (長さ 3mm) の上下的な中央部でのピクセル値のプロフ

ファイルを解析した。次に、そのプロファイルからそれぞれのアルミニウム階段での最大値を計測した。また、水のピクセル値は、周囲の種々な影響を受けて、場所によって異なっていた。そこで、その代表値としてアルミニウム 1.0mm 厚の部位での値を計測した。そして、同様の計測を 5 回繰り返して、その平均を求めた。その後、各アルミニウム厚でのピクセル値の最大値を 1.0mm 厚のアルミニウムのピクセル値の最大値に対する割合として計算した（これからは、この割合を PVR（ピクセル値割合）と呼称することとする）。

$$\text{PVR} = (\text{各アルミニウム厚の最大値} - \text{水の平均値}) / (\text{1.0mm 厚のアルミニウムの最大値} - \text{水の平均値}) \times 100 (\%)$$

マルチスライス CT の 2 回の撮影に対して、歯列直交断像を再構築して同様の方法で各アルミニウム厚の最大値と水の部分のピクセル値を計測して PVR を計算した。その後その 2 回の PVR の平均を求めた。これらの一連の計測は同一人が一人で行った。

4) マルチスライス CT 画像の視覚的評価

前述の歯列直交断像を OsiriX ソフトウェア (ver2.7.5) を用いて、拡大率 200% の設定でモニター上に表示し、その画像上で表記ツールを用いて 1.0mm 厚のアルミニウムの基底側から視覚的にアルミニウム板が目視できる部位に印を記入した。この記入は、臨床経験 4 年～30 年の 5 名がそれぞれ独立して行った。その後その画像上で計測ツールを用いて 1.0mm のア

ルミニウムの基底側から記入された印までの長さを計測した。この計測は同一人が一人で行った。5名が印をつけた部位までの長さの平均値を視覚的評価値とした。

2. 結果

1) 画像解析による評価

歯列直交断像を基にピクセル値のプロファイルを解析し、それぞれのアルミニウム厚における PVR を表した。いずれの設定においても、チタン棒より上方においては今回の最小の厚さである 0.2mm でも計測ができ、PVR は 41.8%から 49.4%であった。しかし、チタン棒の影響を受ける部位においてはいずれの設定においても厚さ 0.2mm の部位では計測できなかった。Hispeed Nx/i Pro によるマルチスライス CT 画像においては 0.4mm 厚以上のアルミニウムでプロファイルのピークを確認でき、また、Asteion によるマルチスライス CT 画像においては 0.6mm からそれを確認できた。いずれの機種においても照射条件を変えたことによる差異は認められなかった。PVR が 50%以上の画像を得られたのはいずれの機種および照射条件でも 0.6mm 厚以上のアルミニウムであった。

2) 視覚的評価

それぞれの撮影条件による 5 人の歯科医師による計測の結果を表した。いずれの撮影条件でも 5 人の平均値は基底面よりほぼ 1mm まで目視できた。これは、アルミニウム厚 0.4mm であった。撮影条件による差異や個人によ

る差異は認められなかった。

Ⅱ. 研究2 歯科用コーンビーム CT を用いた歯科インプラント唇側骨の実験的検討

1. 実験方法

1) 被写体

研究1で作製、使用したファントムを研究2において使用した。

2) 歯科用コーンビーム CT による画像取得

使用したコーンビーム CT 装置は、フラットパネル検出器を備えた、Alphard VEGA (朝日レントゲン工業, 京都, 日本) を用いた。アクリル製の容器の底面を床と平行に設置した。撮影の照射野は3通りに設定した。照射野の直径 51mm の歯モード、直径 102mm のインプラントモード、直径 154mm のパノラマモードで撮影を行った。それぞれのボクセルの大きさは、直径 51mm では1辺 0.1mm、直径 102mm では 0.2mm、直径 154mm では 0.3mm となった。水平的には、直径 51mm では照射野の中心をチタン棒の中心に設定した。直径 102mm では2つの位置づけを行った。一つは空気層を含まないような水平的な位置づけ、もう一方では 15mm の空気層を含むように位置づけた。直径 154mm では容器の周囲に空気層を含まないように位置づけを行った。撮影条件は、管電圧は 80kV、管電流はメーカー設定の成人モードと小児モードの2種類で撮影を行った。歯科用コーンビーム CT での撮影はそれぞれの設定で3回ずつ行った後、軸位断像の

DICOM データを外付けハードディスクに保存した。

3) 歯科用コーンビーム CT 画像解析

画像構築と画像解析は研究 1 と同様に行った。3-D 画像解析ダイコムビューワソフトウェアは、OsiriX (ver1.7.1)を使用した。研究 1 での結果を踏まえて、PVR が 50%以上の場合を評価可能と定義した。歯科用コーンビーム CT を行った 3 回の撮影に対して、歯列直交断像を再構築して同様の方法で各アルミニウム厚の PVR を計算した。その後その 3 回の PVR の平均を求めた。これらの一連の計測は同一人が一人で行った。

2. 結果

51mm と 102mm の照射野の時は、0.4mm 厚以上のアルミニウムでプロファイルのピークを観察できた。しかし、154mm の照射野では 0.6mm 以上でのみピークを観察できた。また、51mm と 102mm の照射野では 0.6mm 厚以上のアルミニウムの時に PVR 約 50%以上の数値を示した。154mm の照射野では、0.8mm 以上の時に 50%以上の PVR を示した。成人と小児の照射条件では、いずれの照射野でも違いは認められなかった。同様に 102mm の照射野における、空気層を含む場合とそうでない場合においても違いは認められなかった。

III. 結論

今回の実験的研究により、インプラント周囲の薄い唇側のアルミニウム部分は、チタンの金属アーチファクトの影響を受け、薄い唇側のアルミニ

(論文内容の要旨)

No.7.....

愛知学院大学

ウム部分は定量的評価や視覚的に観察することができなかった。マルチスライス CT を用いた研究において、視覚的には 0.4mm 厚以上のアルミニウム当量が、また定量的な画像解析では 0.6mm 厚以上のアルミニウム当量が存在するときに評価できることが解った。歯科用コーンビーム CT を用いた定量的評価の場合、51mm と 102mm の照射野では、0.6mm 厚以上のアルミニウム当量が観察されることが解った。このアルミニウム当量の値は、アルミニウムでのエックス線吸収を考慮すると骨での値に近似していると考えられた。

平成 27 年 1 月 15 日