

D2-19

インプラント体より発生する金属アーチファクトが、インプラント体周囲部に発生する新生骨の CT 値に与える影響の分析

Influence to CT number of metallic artifact in postoperative assessment of peri-implant tissue

○上田大輔¹, 青木和夫²

*Daisuke Ueda¹, Kazuo Aoki²

Abstract : The purpose of this study is to analyze the influence of metallic artifact generated from the oral implant body on computed tomography(CT) measurement. We made two kinds of experimental phantom and the CT number was measured after scanning, these phantoms. As a result, the measurement of the CT number was possible with high reliability, even if the influence of metallic artifact had been affected.

1. 目的

現在、口腔顎顔面領域におけるインプラント治療を行う上で computed tomography (以下 CT) による画像診断は術前診断や術後評価に欠かせない。しかしインプラント埋入後の CT 画像には、金属製インプラント体が存在することから金属アーチファクトが現れ、インプラント体周囲部に発生する新生骨の評価に影響する。インプラント体周囲骨に対する CT 画像または CT 値による術後評価の有用性について研究がなされてきたが、金属アーチファクトにより CT 値にばらつきが生ずるため正確なデータを得ることが困難であり有用性に乏しいとされてきた^{1) 2)}。埋入後のインプラント体周囲骨の評価方法は CT 以外では従来から行われてきた単純 X 線写真に限られており、CT における CT 値によって定量的な評価が可能になれば今後のインプラント術後評価に寄与するものと考えられる。そこで、臨床で実際に使用されている口腔用インプラント体を使い実験用ファントムを作成して、インプラント体周囲物質の CT 値を変えて CT 値の変化を分析した。

2. 方法

<ファントム作成>

市販食用顆粒状ゼラチン (森永製菓株式会社製 森永クックゼラチン) 5g を 98°C の湯 200ml で溶かした (以下ゼリー液)。ゼリー液をそのまま使い CT 値を約 +10HU にした軟部組織ファントムと、ゼリー液に CT 用ヨード造影剤を混ぜることで CT 値を約 +1000HU にした骨ファントムの 2 種類のファントムを作成した。容器は市販 500 ml ペットボトルを利用し、インプラント体 (株式会社アドバンス製 AQB インプラント 4MM) を横向きに容器中央に固定した(Fig 1)。HU は CT 値の単位である Hounsfield unit を表す。

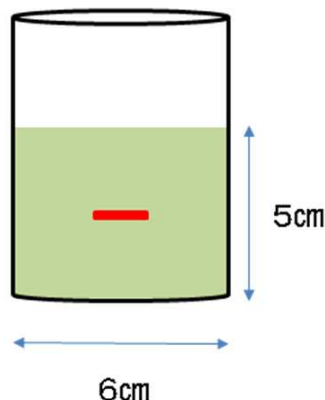


Figure 1 soft tissue phantom

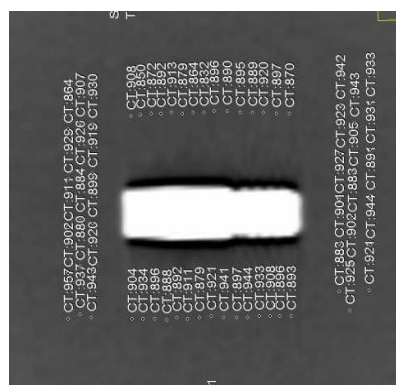


Figure 2 MPR

<撮影方法>

CT は SOMATOM Emotion16 (Siemens 社製) を使用。撮影は管電圧 130 kV, 管電流 200 mA, 管球 1 回転当たりの時間 1 秒, Scan field of view (以下 FOV) 15 cm, コリメーション 0.75 mm, ピッチ 0.8 の条件で行った。また撮影時に

1 : 日大理工・院 (前)・医療福祉 2 : 日本理工・教員・医療福祉

は撮影台を変位させて、ファントム内のインプラント体が FOV 中心から 2 cm 下方に位置するようにした。以上の撮影条件で、それぞれ 5 回撮影を行った。

<CT 値の測定>

本実験の撮影方法では、金属アーチファクトはインプラント体に対して短軸方向に影響していることからインプラント体の上下側を金属アーチファクトの影響を受けている領域（以下影響群）とし、インプラント体の左右側を金属アーチファクトの影響を受けていない領域（以下非影響群）とした。矢状断面方向の multi planar reconstruction（以下 MPR）画像のスライスは、インプラント体の長軸方向に平行でファントムに垂直かつインプラント体の中心部を通過するように作成した。そして、MPR 画像上で CT 値測定に必要な region of interest（以下 ROI）を設定し、影響群は、アンダーシェーディングの影響を避けるためにインプラントの中心から 10 mm 離れた位置で測定した。測定数は上下それぞれ 15 点。非影響群は、CT 値の不均一性の影響を避けるためにインプラント体から 5 mm 以上 20 mm 以下離れた位置で、左右それぞれ 15 点測定した。従って CT 値測定数は 1 枚の MPR 画像上で影響群が 30 点、非影響群が 30 点の合計 60 点となり（Fig 2）、両ファントムの 5 回の撮影で総計 600 点測定した。

3. 結果

1) 得られたデータの各統計値を Table 1 に示す。

Table 1 statistic in each phantom (HU)

	bone phantom		soft tissue phantom	
	influence	no influence	influence	no influence
presence of influence				
average	880.3	902.1	15.2	9.3
s ,d,	16.4	19.7	16.2	7.6
max	922	963	62	28
min	836	845	-33	-13
median	879	902	15	9
width (max-min)	86	118	95	41

2) 測定した CT 値のうち両ファントムについて、影響群と非影響群の撮影毎の平均値 (n=5) を求めて t 検定を行った。結果、どちらのファントムにおいても $P < 0.05$ で有意差があった。

4. 考察

検定の結果から、同じ物質の CT 値を測定しても金属アーチファクトの影響を受けると CT 値の平均値が変化することが改めて確認された。次に Table 1 より、CT 値の幅は骨ファントムでは非影響群 (118) より影響群 (86) の方が幅が小さくなり、逆に軟部組織ファントムでは非影響群 (41) より影響群 (95) の方が幅が大きくなった。これはビームハードニング効果が原因と考えられる。透過前の X 線は低いエネルギーの X 線も高いエネルギーの X 線も含む X 線束であり、そのため CT 値はもともとばらつきをもっている。しかし高吸収物質透過後の X 線束は、吸収物質によって低いエネルギーの X 線が吸収されある一定以上の高いエネルギーの X 線しか存在しない。この透過前後の X 線束の線質変化がビームハードニング効果である。骨ファントムでは約 +1000HU のゼリー層とインプラント体により線質変化し X 線エネルギーがある程度均質化したことで CT 値の幅も狭くなったが、高吸収物質がない軟部組織ファントムでは線質硬化があまり起こらなかったため、金属アーチファクトの影響がそのまま現れ幅が広がったと考えられる。また、人体において軟部組織が骨化した場合は +700HU 以上の CT 値の変化²⁾があるとされている。Table 1 より、金属アーチファクトの有無とゼリーの CT 値の高低に関わらず、軟部組織ファントムの最大値は 62、骨ファントムの最小値 836 であり、その差は 774 である。この変化に比べると最大 118 の幅で CT 値がばらついていても、新生骨形成される地点を経時的に CT 値測定する経過観察において、+700HU 以上 CT 値が上昇する骨形成を捉える事は可能であると考えられる。

5. 参考文献

- 1) 市川勝弘,村松禎久：標準 X 線 CT 画像計測；オーム社,東京,2009.
- 2) 柴田徳思,中谷儀一郎：放射線物理学；通商産業研究社,東京,2011.