

氏名	下村 侑司
授与した学位	博士
専攻分野の名称	歯学
学位授与番号	博甲第7021号
学位授与の日付	令和6年3月25日
学位授与の要件	医歯薬学総合研究科機能再生・再建科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	インプラント周囲炎患者の患部歯槽骨密度を定量測定する新規評価法の信頼性
論文審査委員	上岡 寛 教授 浅海 淳一 教授 岡田 正弘 准教授

学位論文内容の要旨

1. 緒言

口腔インプラント治療は、予知性の高い欠損補綴治療として広く普及しているが、インプラント周囲炎という新たな病態に直面している。インプラント周囲炎はデンタルエックス線画像による骨吸収の評価が必須とされているが、重篤化した状態で初めて診断されることも多い。また、インプラント体周囲の歯槽骨の状態を定期的に定量して重篤化の進行を予測できるような、歯槽骨の状態を定量する手法は確立されていない。

一方、デンタルエックス線画像をデジタル解析し、歯の周囲の歯槽骨密度を定量できることが示された。この方法をインプラント周囲歯槽骨密度の定量化に応用できれば、より早期にインプラント体周囲の骨吸収や歯槽骨密度変化を検知できる可能性がある。

そこで本研究では、近年開発された、デンタルエックス線画像から歯槽骨密度(a1-BMD)を評価できるソフトウェアを用いて、信頼性の高いインプラント周囲炎に罹患したインプラント体周囲の a1-BMD の定量法として、4つの関心領域を考案し、その信頼性を評価することを目的とした。また、本法をベースにインプラント周囲炎の進行を予測するための定量法を将来的に確立させるため、各関心領域の a1-BMD を比較した。

2. 対象と方法

1) 研究対象

2022年5月から12月に、岡山大学病院歯科・口腔インプラント科部門にてメンテナンスに来院した患者のインプラント体周囲にデンタルエックス線画像においてエックス線透過性の亢進を肉眼的に認め、かつプロービングデプス値が4mm以上、プロービング時に出血あるいは排膿の既往があるインプラント体とした。研究参加の同意が得られなかった患者のインプラント体は除外した。(岡山大学臨床研究審査専門委員会承認番号：研2009-052)

2) 信頼性の検討方法

テスト・リテスト法を用いた。同日に2名の歯科医師が独立して、デンタルエックス線写真を撮影することによって得られた2枚のデンタルエックス線画像(画像1, 2)に対して、事前にキャリブレーションを行った2名の検者(検者1, 2)が a1-BMD を定量した。また、a1-BMD 再定量時に検者が同一画像を特定できないようにするため、検者以外の第三者が異なる画像識別番号を付与し、読影順序がランダムになるよう

にした。

① 関心領域設定操作を含む歯槽骨密度定量の信頼性(歯槽骨密度定量の信頼性)

信頼性を評価には、級内相関係数(ICC)を用いた。2名の検者が画像1を用いて、1週間の間隔をあけて、それぞれ2度 a1-BMD の定量を行い、同一画像に対する検者内・検者間信頼性を示す ICC を算出した。検者間信頼性の算出には、1回目の定量結果を用いた。

② デンタルエックス線撮影を含む検査全体の信頼性(検査全体の信頼性)

歯槽骨密度定量の信頼性と同様に、信頼性を評価には、級内相関係数(ICC)を用いた。画像1と2に対する検者1の定量結果を用いて、異なる画像に対する検者内信頼性を示す ICC を算出した。また、通常最も厳しい信頼性の検討条件である、画像2に対する検者1の定量結果と、画像1に対する検者2の定量結果を用いて、異なる画像に対する検者間信頼性を示す ICC を算出した。

3) デンタルエックス線撮影方法

撮影には、アナログ式口外汎用歯科エックス線診断装置マックスアイエックス(株式会社モリタ製作所、京都、日本)を使用した。既製のインジケーターに、参照体を貼付し、イメージングプレート CS7600 (Carestream Dental 社、ジョージア州アトランタ、アメリカ合衆国)を用いて、平行法にてデンタルエックス線撮影を行った。

4) 歯槽骨密度定量方法

歯槽骨密度評価ソフトウェア BoneRight(デンタルグラフィック・コム社、姫路、日本)を用いた。a1-BMDの定量手順は、ソフトウェアの操作マニュアルに従った。

5) 関心領域の設定方法

インプラント体周囲に、エックス線透過性亢進領域(領域 A)、領域 A 周縁の肉眼的非エックス線透過性亢進領域(領域 B)、対照として骨辺縁の肉眼的非エックス線透過性亢進領域(領域 C)および領域 A 下部の肉眼的非エックス線透過性亢進領域(領域 D)の4つの関心領域を設定し、それぞれ近心・遠心の2箇所を定量した。領域 A は、検者が用いたパーソナルコンピューターのモニター上で、インプラント体に沿って肉眼でエックス線透過性の亢進した範囲が最大面積に含まれるように設定した。領域 B はエックス線透過性亢進領域に隣接し、帯状形態になるよう設定した。領域 C は骨辺縁部に、領域 D は領域 A 直下に、それぞれ正方形になるように設定した。

6) 統計解析

統計解析には、統計ソフトウェア SPSS Statistics 28.0(日本 IBM 株式会社、東京、日本)を使用し、統計学的有意水準は5%とした。ICC を算出するために必要なサンプルサイズ(定量対象数)は、Doros らの研究と、樋口らの報告に基づいて計算し、検者2名、有意水準5%、ICC 推定値0.8、信頼区間幅0.2の条件を満たすための必要定量対象数を51と決定した。また、Steel-Dwass 検定を用いて、検者1のみの定量結果から、設定した4つの関心領域の a1-BMD を比較した。

3. 結果

1) 研究対象

解析対象は21名(平均年齢:70.5±7.9歳,男/女:7/14名),撮影フィルム28枚,インプラント体39本(上顎:7本/下顎32本,前歯:4本/臼歯35本),定量対象数は78であった。

2) 歯槽骨密度定量の信頼性

検者内信頼性を示す ICC は、検者1で0.900,検者2で0.941であった。また、検者間信頼性を示す ICC は0.851であった。

3) 検査全体の信頼性

検者内信頼性を示す ICC は 0.833 であった。また、検者間信頼性を示す ICC は 0.848 であった。

4) 各関心領域の a1-BMD の比較

領域 A の a1-BMD は、他の 3 領域よりも有意に低く ($p < 0.01$)、領域 B は領域 D よりも有意に低かった ($p < 0.01$)。領域 B と領域 C の a1-BMD には統計学的な有意差が認められなかった ($p = 0.99$)ことから、患者・部位ごとに異なる a1-BMD の正常値を規定する領域設定の必要性が示唆された。

4. 結論と考察

新たに考案したインプラント体周囲の a1-BMD 定量法に十分な信頼性があることが確認された。また、4 つの関心領域を比較した結果、対照である領域 D を正常値として、骨吸収が進行すると考えられる領域 B の a1-BMD の変化を追跡していくことで、インプラント周囲炎の進行を予測するための定量法を将来的に確立させることができる可能性が示唆された。

今後は、対象インプラント体の経時的なデンタルエックス線撮影を行い、本定量法が a1-BMD の変化を検知できるか否かを確認する必要がある。そのためには、エックス線透過性亢進が進行したと判定できる a1-BMD 変化の閾値を明らかにするため、インプラント周囲炎（エックス線透過性亢進）の進行の検出における信頼性や妥当性を明らかにする縦断診断研究を実施する必要がある。

論文審査結果の要旨

【目的】インプラント周囲炎は現時点では重篤化した状態で初めて診断される疾患であり、歯槽骨の状態を定期的に定量して重篤化の進行を予測すべきであるが、そもそも歯槽骨の状態を定量する手法が確立されていない。本研究では、信頼性の高いインプラント体周囲の歯槽骨密度(a1-BMD)の定量法として4つの関心領域を考案し、その信頼性を評価した。また、本法をベースに周囲炎の進行を将来的に予測するため、各領域のa1-BMDを比較した。

【方法】2022年5~12月に岡山大学病院歯科・口腔インプラント科部門にメンテナンスのため来院した患者のなかでインプラント周囲炎に罹患した歯槽骨を定量対象とした。インプラント体周囲のエックス線透過性亢進領域(領域A)を基準として、領域A周縁の一定領域(領域B)、骨辺縁の一定領域(領域C)、領域A下部の一定領域(領域D)を設定し、各領域のa1-BMDを定量した。本法の信頼性評価には級内相関係数(ICC)を用い、Dorosらの報告を参考に対象数は51以上とした。2名の歯科医師が同日に独立して撮影した2枚のデンタルエックス線画像(画像1と2)および2名の検者(検者1と2)を用意した。まず、各検者が画像1に対して2回繰り返して定量し、同一画像に対する検者内・検者間信頼性を示すICCを算出した。次に、画像1と2に対する検者1の定量結果をもとに、異なる画像に対する検者内信頼性を示すICCを算出した。また、画像2に対する検者1の定量結果と画像1に対する検者2の定量結果をもとに、異なる画像に対する検者間信頼性を示すICCを算出した。さらに、設定した4つの関心領域のa1-BMDをSteel-Dwass検定により比較した。

【結果】条件を満たす患者は21名(平均年齢:70.5±7.9歳、男/女:7/14名)、定量対象数は78であった。同一画像に対する検者内信頼性を示すICCは、検者1で0.900、検者2で0.941、同一画像に対する検者間信頼性を示すICCは0.851であった。異なる画像に対する検者内信頼性を示すICCは0.833、異なる画像に対する検者間信頼性を示すICCは0.848であった。骨吸収された領域Aのa1-BMDは他の3領域よりも有意に低く($p<0.01$)、骨吸収が進行する領域Bは正常骨と考えられる領域Dよりも有意に低かった($p<0.01$)。ただし、骨辺縁の領域Cと領域Bのa1-BMDに有意差は認められなかった($p=0.99$)ことから、患者・部位ごとに異なるa1-BMDの正常値を規定する領域設定の必要性が示唆された。

【結論】新たに考案したインプラント体周囲のa1-BMD定量法に十分な信頼性があることが確認され、新規性が認められた。4つの関心領域を比較した結果、正常骨と考えられる領域Dを正常値として、骨吸収が進行すると考えられる領域Bのa1-BMDの変化を追跡していくことで将来的にインプラント周囲炎の重篤化予測が可能になることも期待される。よって、審査委員会は本論文に博士(歯学)の学位論文としての価値を認める。