

## 学位論文審査の結果及び最終試験の結果の要旨

学位申請者氏名	宮林 秀企		
学位論文名	画像解析を用いた再生骨骨質の評価法の開発 (Development of a novel analyzing method for the quality of regenerated bone using image-based analyses)		
論文審査委員	主査：	松本歯科大学 准教授	内田 啓一 (印)
	副査：	松本歯科大学 教授	川上 敏行 (印)
	副査：	松本歯科大学 准教授	山下 照仁 (印)
	副査：		(印)
	副査：		(印)
	副査：		(印)
最終試験	実施年月日	2015 年 12 月 10 日	
	試験方法	□答 ・ 筆答	
学位論文の要旨			
<p><b>〔背景と目的〕</b> インプラント治療においては、歯槽骨量が不足する症例も多く、骨再生治療が頻用されている。しかしながら、再生された骨の性状や経時的変化については十分検討されてこなかった。その理由として、再生骨を評価するための低侵襲で有用な解析手法がないことがあげられる。本研究では、骨再生の新たな評価法として、画像解析技術に着目した。画像処理によって CT 画像から骨梁を抽出し、その変化によって骨再生の程度や経時的変化を解析する方法の有用性を検討することである。</p> <p><b>〔対象と方法〕</b> 対象は、東京大学医科学研究所附属病院において、自己骨髄間質細胞を用いた歯槽骨再生臨床研究にエントリーされた 15 症例中、細胞移植から 12 か月以上経過した 5 症例である。骨再生の方法としては、自己の骨髄間質細胞を担体である <math>\beta</math>-TCP 顆粒とともに培養を行い、得られた培養骨を上顎洞底部へ移植した。細胞移植後 3 か月、6 か月、12 か月の時点で撮影された CT の Axial 画像を用いた。解析法は ImageJ (NIH) による骨梁構造の抽出と、骨梁構造計測ソフトを用いた定量的解析である。骨梁構造計測ソフトとして、ラトック社の TRI/3D-BON を用いた。ImageJ による解析では、細胞移植後 3 か月の画像を用いて、既存骨の骨梁は描出されるが、再生骨中の人工骨顆粒は描出されない処理条件を決定した。得られた条件にて再生骨を経時的に観察し、骨梁様構造の再生とインプラント埋入可能な骨質との関係を検討した。次に、TRI/3D-BON では既存骨と細胞移植後 3 か月のデータを比較することで、再生骨の特徴を描出することのできるパラメーターを抽出した。また、インプラント埋入は全例細胞移植 6 か月に可能であったため、この時点のパラメーター値をインプラント可能な骨質の評価値として使用することで、インプラント埋入時期の推測に使用できる可能性について検討を行った。</p> <p><b>〔結果〕</b> 通常の CT 画像では、細胞移植 3 か月の時点において <math>\beta</math>-TCP 顆粒様の構造が確認できるものの、再生骨と <math>\beta</math>-TCP 顆粒とを区別することは困難であった。また、経時的に両者の境界はさらに不明瞭になっていった。ImageJ を用いた検討では、術後 3 か月の CT データを用い、骨梁構造を抽出するための画像処理条件について検討を行った。バックグラウンドの補正を行った後に高周波ノイズをフィルタリングにて除去することで、可及的に <math>\beta</math>-TCP は除去され、骨梁は維持される条件を設定した。この画像処理条件において細胞移植 3 か月、6 か月、12 か月後の CT 画像を解析したところ、経時的に再生骨の骨梁様構造は増加した。また骨梁の再生は移植部位全体に認められた。しかしながら、細胞移植 6 か月後の CT 画像においてはインプラント埋入部にはまだ骨梁が描出されておらず、骨質と Image J による骨梁抽出との関連は明かではなかった。次にソフトウェアによる骨梁の定量的解析を行った。</p>			

(様式第 13 号)

再生骨に特有のパラメーターを抽出するため、既存骨と細胞移植 3 か月後の移植部位のデータを比較し、有意差を示す項目を抽出した。抽出された項目 (BV/TV、Fractal dimension、TBPf) の経時的変化を検討したところ、3 か月後から 12 か月後にかけて徐々に既存骨の平均値に近づいていった。インプラント埋入が可能であった細胞移植 6 か月後のパラメーター値は、細胞移植 6 か月後における骨密度の平均値は 61%、Fractal dimension の平均値は 2.25、TBPf の平均値は 0.11 (1/mm) であった。

【考察と結語】

本研究から、CT 画像の処理によって人工骨を排除し、骨梁様構造を抽出する再生骨評価法の可能性が示唆された。しかしながら、インプラント埋入が可能であった細胞移植 6 か月後においてもインプラント埋入部では十分な骨梁が認められない症例が多く、ImageJ による骨梁様構造の描出画像をインプラント埋入時期の判断に使用することは困難と考えられた。一方で、CT 画像を骨梁構造計測ソフトにより解析することで、通常の CT 画像の読影のみでは得られない骨の定量的な解析が可能であった。インプラント埋入が可能であった細胞移植後 6 か月時のパラメーター値は、インプラント埋入可能な骨質を CT 画像上で評価するパラメーター値と考えられることから、今後さらにデータ数を重ねることで、外科処置の前にインプラント埋入部位の骨質を判定出来る可能性が示唆された。今後はコーンビーム CT 画像など、より解像度の高い画像を用いることで、評価法としての信頼性が高まるものと考えられた。CT 画像や他のエックス線画像における画像解析技術の組み合わせによって低侵襲な再生骨の骨質評価が可能となれば、インプラント治療の予知性を高めるとともに、適切な治療時期の選択によって患者の負担軽減につながる事が期待される。

学位論文審査結果の要旨

本研究では、CT 画像を用いた新たな再生骨の骨質の評価法の可能性について検討を行った。CT 画像の処理によって骨梁様構造を抽出し、画像形態計測によって定量的評価を行った。BV/TV、Fractal dimension、TBPf 等のパラメーターを用いることで、インプラント埋入が可能な時期を CT 画像から低侵襲に評価することが可能と考えられた。本研究の結果は、適切なインプラント埋入時期の選択につながる事から、臨床的有用性が期待される。

以上から、本論文が博士(歯学)の学位論文に値すると判断した。

最終試験結果の要旨

申請者の学位論文【画像解析を用いた再生骨骨質の評価法の開発】を中心に、本研究に関する基礎的知識、論文内容、研究手法、研究結果、専門的知識および今後の本研究の展開などについて、口答による試験を行った。

質問事項の内容は以下のとおりである。(順不同)

1. 本研究における新知見について。
2. 本研究で用いた方法と従来の方法との違いについて。
3. 本研究の結果を実際のインプラント治療に応用する可能性について。
4. ImageJ の解析から再生骨から骨梁構造を分離できたのか？
5. 再生骨の画像解析によりインプラントの埋入時期についての確な判断ができるのか？
6. 本研究によりインプラント埋入時期やその方法は明らかな検討はされたか？

申請者は、本研究に内容についての上記の質問事項に対して専門的な知識を踏まえて、適切な回答があり、その説明は明確であり適切であった。本審査会合議の結果、学位申請者は博士(歯学)過程修了者として十分な学力及び知識を有するものと認め、最終試験を合格と判定した。

判定結果

合格

・ 不合格

備考

- 1 学位論文名が外国語で表示されている場合には、日本語訳を( )を付して記入すること。
- 2 学位論文名が日本語で表示されている場合には、英語訳を( )を付して記入すること。
- 3 論文審査委員名の前に、所属機関・職名を記入すること。