

自己評価報告書

平成23年 4月18日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008～2011

課題番号：20390487

研究課題名 (和文) 咬合力による骨組織改造の高精度予測

研究課題名 (英文) Highly accurate forecast of bone remodeling by occlusal force

研究代表者

魚島 勝美 (UOSHIMA KATSUMI)

新潟大学・医歯学系・教授

研究者番号：50213400

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：歯学・骨改造・咬合力・有限要素法

1. 研究計画の概要

(1) 実験系を確立するための予備実験としてラットを用いた動物実験を行なう。本研究は天然歯とインプラントを対象として行なう予定である。天然歯はラット上顎の臼歯を対象とし、通常通り固形飼料を与えて咬合機能を担う臼歯と、対合歯を抜去して咬合力を排除した臼歯を組織学的に比較し、必要に応じて免疫組織化学による骨関連タンパクの発現を検索する。

(2) 一方、ラット上顎への純チタンインプラント植立は既に藤井らによって確立されている方法に従って行なう。これに関しても、対合歯を抜去して咬合を与えないものと、埋入したインプラントがオッセオインテグレーションを獲得した後に金属板を合着して咬合力を負荷するものとで同様に比較する。

(3) 実験系を確立した後、ラット上顎臼歯歯根周囲の骨をマイクロCTにて撮影し、その画像データを3次元有限要素法の解析ソフトに入力する。応力分布の検索は、実際にかかる咬合力(固形飼料を砕く際の測定値を使用)を中心に、数種類の咬合負荷をプログラム上で想定して行なう。この結果得られた応力分布と、上記で得られた実際の組織学的観察結果を比較検討し、両者の相関を検索して、*in vivo* で起こる骨改造に相関する応力分布を示す条件を特定する。

(4) インプラントを埋入する患者様、特に自家骨移植併用による上顎洞底挙上後にインプラントを埋入する患者様のCT撮影を行い、埋入直後の撮影データを上記実験と同様に3次元有限要素法解析ソフトに入力し、一定条件で応力解析を行なう。この結果と、1年経過後のCT像とを比較することで、想定された応力分布に対して実際にどのように

骨改造が行なわれたかを検索する。

2. 研究の進捗状況

(1) 天然歯を対象とした咬合力による骨改造に関する実験は、当初ラットの通常咬合下の歯と対合歯を抜去して咬合しない状態の歯との比較を行う予定であった。しかしながら、咬合を挙上した歯と通常咬合下にある歯との比較をした方が、より明確な差が得られるという判断の下に、両者を組織学的に比較した。ただし、3次元有限要素法による咬合力の分析は、やはり歯根膜の存在ゆえに、現状の解析ソフトの限界を超えていると思われる、有意義な検索はできなかった。そこで、両者の歯根膜におけるMMP13の発現の差やコラーゲンクロスリンクの修飾酵素の発現の差を検索し、これらの結果について学会発表を数件行い、現在は論文投稿の準備中である。

(2) ラット上顎の歯を抜歯し、4週間経過後に特注の純チタン製インプラントを埋入した。さらに4週間後、特注のアバットメントをねじ止めして、咬合を与えた結果、組織学的観察において、咬合力が骨改造に与える変化を検索するために有効なモデルであることが見出され、新規動物実験モデルの開発として学会発表を行った。さらに、過剰な咬合を与えるモデルも作成し、数件の学会発表を行っている。これについては現在国際誌に投稿中である。

(3) 上記(2)で得られた動物実験試料をマイクロCTにて撮影し、そのデータを3次元有限要素法のモデルとして取り込んで、応力の分散や集中を検索した。また、3次元有限要素法解析に用いるための最適モデルを決定するために、ラット上顎の臼歯を抜歯し

た骨を上顎骨を形態的に計測し、分析に用いるモデルを決定した。これらは数件の学会にてその成果を発表し、論文としても発表した。(4) 患者様のデータは現在収集中であり、近年使用が可能となったデュアルエナジーCTによるデータを用いて、インプラント咬合前後のデータを比較する予定である。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

(理由)

天然歯を対象とした検索に関しては、当初の計画に若干の変更はあるが、これに関しても数件の学会発表を行い、論文投稿の準備をしている。咬合力と骨改造の関係を検索し、3次元有限要素法による骨改造の予測をするための比較に関しても、すでに多くの学会発表と論文発表を行っており、本研究は順調に進展していると考えられる。

4. 今後の研究の推進方策

今後はラットを用いたインプラントの咬合力負荷実験の結果と、資料をマイクロCTにて撮影し、データを3次元要素法のモデルとして取り込み、応力解析を行った結果を比較する。シミュレーション上で設定する荷重条件を変化させることによって、実際にin vivoで観察される骨改造を予測できる条件を検索し、3次元有限要素法による解析の妥当性を検証する。これにより、咬合力による骨改造の高精度予測が可能となると思われる。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① Ryohei Takano, Roxana Stegaroiu, Masako Nagasawa, Katsumi Uoshima: Towards the establishment of a 3-D finite element model to investigate stress distribution around an implant under excessive load in a rat model: Optimal implant location and dimensions. REVISTA ROMÂNĂ DE STOMATOLOGIE - VOLUMUL LVII, NR. 1, 62-66, 2011 査読なし

[学会発表] (計9件)

- ① Masako Nagasawa, Katsumi Uoshima, Maeda takeyasu: Histological Investigation on the Bone Surrounding Dental Implant upon Occlusal Load Using a Novel Rat Model. International Joint Symposium on Oral Sciences. Kuta, Bali. 2010.12.17-18
- ② 高野 遼平, 長澤 麻紗子, 八木 稔,

Stegaroiu Roxana, 魚島勝美: 3次元有限要素法によるシミュレーションと実際の骨改造との相関性検証を目的としたモデル構築. 日本口腔インプラント学会学術大会、札幌、2010.09.18

- ③ 長澤 麻紗子, 高野 遼平, 吉田 恵子, 川崎 真依子, 前田 健康, 魚島 勝美: ラット咬合モデルを用いた咬合力に対するインプラント周囲骨変化の組織学的観察、第119回日本補綴歯科学会学術大会、東京 2010.6.13
- ④ Masako Nagasawa, Keiko Yoshida, Ryohei Takano, Takeyasu Maeda and Katsumi Uoshima. The risks of early and over loading of the implants. IADR, Barcelona, Spain, July, 2010.
- ⑤ Takano R, Nagasawa M, Mikami S, Stegaroiu R, Uoshima K: Towards the establishment of a 3-D finite element model to investigate stress distribution around an implant under excessive load in a rat model, 5th Scientific Meeting of Asian Academy of Osseointegration, Nov. 20-22nd, 2009.