

平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：32622

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06608

研究課題名(和文)インプラントのoffset 配列が周囲骨に及ぼす影響の検証

研究課題名(英文)Biomechanical effects of offset placement of dental implants

研究代表者

大森 美由紀(Omori, Miyuki)

昭和大学・歯学部・兼任講師

研究者番号：20756291

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：インプラントの長期的な安定のためには、適切なインプラント配置が重要である。近年、インプラント配置と応力の関係性を明らかにするために、多数の生体力学的解析が行われてきたが、同一条件で複数の解析を行った研究は認められない。本研究では下顎臼歯部欠損モデルにおいて、オフセット配置による生体力学特性を模型実験と三次元有限要素解析を用いて比較検討した。その結果、すべてのモデルで荷重側の圧縮ひずみが最も大きくなった。また、両解析の応力分布は同様の傾向を示した。以上のことから、下顎臼歯部欠損において、オフセット配置がストレート配置と比較し、生体力学的に必ずしも有効であるわけではないことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Proper implant placement is very important for long-term implant stability. Recently, numerous biomechanical studies have been conducted to clarify the relationship between implant placement and peri-implant stress. However, few studies have used multiple analyses to clarify the value of offset placement under identical conditions. The present study aimed to clarify the biomechanical effects of offset placement on the peri-implant bone in edentulous posterior mandibles by comparative investigation using FEA and model experimentation with strain gauges. The greatest stress and compressive strain was on the load side in all types of placements. Offset placement may not necessarily be more biomechanically effective than straight placement in edentulous posterior mandibles.

研究分野：インプラント補綴歯科

キーワード：インプラント 三次元有限要素解析 力学解析 オフセット

1. 研究開始当初の背景

高齢者の残存歯数は増加しているが、高齢者の増加により欠損補綴の必要性は増している。インプラントを利用した治療は、高齢者においても一般的に普及し、選択肢の一つとして認知されている。インプラントが長期間にわたりオッセオインテグレーションを維持し、機能を保持するためには、力学的因子が重要である。インプラントへの機能負荷が周囲骨の支持能力を超えると、負荷過重により骨吸収をまねくことが報告されている。特に、インプラントに対する過剰な水平力は、インプラント体に曲げモーメントが働くため、わずかな水平力でも周囲骨には大きな作用力となる。従来から、下顎遊離端欠損症例にインプラント体を3本埋入する場合、直線上に配列するかわりに、そのうちの1本を2~3mm横へずらすこと(オフセット配置)により、水平圧を20~60%減少させることができることとされている。オフセット配置が顎骨に及ぼす影響については、幾何学解析、光弾性試験、ストレインゲージ法、三次元有限要素解析などを用いた生体力学的検討が数多く行われている。しかし、研究者により報告結果が異なり、実際の口腔内での状況は明らかにはなっておらず、オフセット配置が顎骨に及ぼす力学的影響については統一見解が明確にされていない。また、同一条件下での複数の解析を行った報告は認められていない。

2. 研究の目的

本研究では、下顎臼歯部欠損において、オフセット配置によるインプラント周囲骨の生体力学的効果を明らかにすることを目的に、ひずみゲージによる模型実験と三次元有限要素解析(finite element analysis: FEA)を用いて比較検討を行った。

3. 研究の方法

(1) 実験モデルの製作

下顎左側第一大臼歯(#34)、第二小臼歯(#35)、第一大臼歯(#36)までの遊離端欠損を有する擬似下顎骨模型を使用した。インプラント埋入ガイドを用いて、直径3.75mm、長さ10mmのインプラント体を3本埋入した。3本のインプラント体を直線配置としたモデル(ストレート配置)を基準として、#35を頬側へ1.0mm、#36を舌側へ1.0mmオフセットさせたモデルを頬側オフセット配置(B-offset)、#35を舌側へ1.0mm、#36を頬側へ1.0mmオフセットさせたモデルを舌側オフセット配置(L-offset)の計3種類のインプラント配置の異なるモデルを作製した。解剖学的歯冠幅径を参考に、チタン製上部構造体を製作した。上部構造体の第一大臼歯相当部に、3か所の荷重点(頬側・中央・舌側)を設定した(図1)。

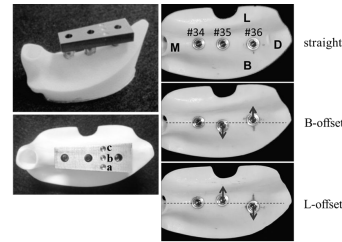


図1. 実験モデル

さらに、第一大臼歯相当部インプラント周囲骨表面に2線式ひずみゲージを4枚貼付した。ひずみゲージは、インプラントの近心、遠心、頬側、舌側の4カ所に貼付し、部位ごとにひずみM、D、B、Lとした(図2)。

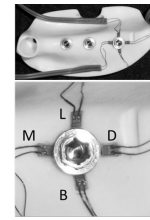


図2. ひずみゲージ

(2) FEAモデルの作成

実験モデルをmicro-computed tomography(CT)撮影し、CTデータから三次元有限要素解析ソフトを用いてFEAモデルを製作した(図3)。

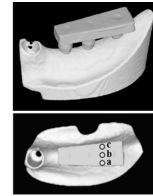


図3. FEAモデル

(3) 変位量の測定

実験モデルのインプラントの被圧変位量の測定をインストロン型万能試験機を用いて行なった。3カ所の荷重点に0.5mm/secの速度で、100Nの垂直荷重を加えた。作業台とジグの間にストレインゲージを取り付け、作業台とジグの間の距離の変化量を、インプラントの被圧変位量と想定して計測を行なった(図4)。



図4. 被圧変位量の測定

FEAモデルの擬似下顎骨底面の全節点を完全拘束し、3カ所の荷重点に100Nの垂直荷重を加え、弾性解析を行った。荷重点の垂直的変位量をインプラントの被圧変位量と想定し、3カ所の荷重点部位について解析を行った。

(4) ひずみの測定

実験モデルでは、インストロン型万能試験

機による圧縮試験の際に、ひずみの計測を同時に行った。100 N 荷重時におけるインプラント周囲骨のひずみを測定した。

FEA モデルでは、実験モデルのひずみゲージ貼付部を、FEA モデル上で座標点として表し、荷重前後での長さの変化量をひずみゲージの長さで除した値をFEA モデルのひずみとして算出した。

(5) FEA モデルにおける応力分布の評価

荷重時におけるインプラント周囲骨に発生する相当応力を#36 インプラントの頬舌的断面で観察し評価した。配置間における応力分布を比較した。

4. 研究成果

(1) 被圧変位量について

オフセット配置の効果を検討する際に、佐藤らの示した荷重支持域(Load supporting area)の概念がある(図5)。荷重支持域とはインプラント周囲を結ぶ線で囲まれた領域であり、この領域内に荷重点が収まれば、インプラント体への側方力が小さくなる。荷重支持域に荷重点が近接している条件である、頬側荷重のL-offset、舌側荷重のB-offsetでは、ストレートよりも被圧変位量が有意に小さくなった($p < 0.05$)(図6)。

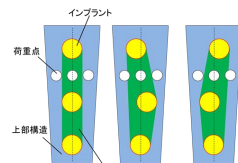


図5. 荷重支持域

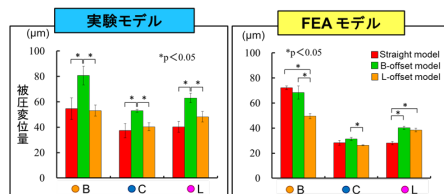


図6. 被圧変位量

(2) インプラント周囲骨のひずみについて

実験モデルにおいても荷重側のインプラント周囲骨において大きな圧縮ひずみが認められた。FEA モデルのひずみも実験モデルと同様に荷重側において大きな圧縮ひずみが認められた。配置の違いによるひずみへの影響に関して、荷重部位が荷重支持域から距離が大きくなるほど、ひずみが大きくなる傾向が認められた。またオフセット配置によりひずみが有意に小さくなる部位は認められなかった。今回の実験結果では、実験モデルとFEA モデルともに、オフセット配置がインプラント周囲骨への応力集中を減少させなかった。以上のことから、オフセット配置はストレート配置と比較して、生体力学的に必ずしも有効であるわけではないと考えられる(図7)。

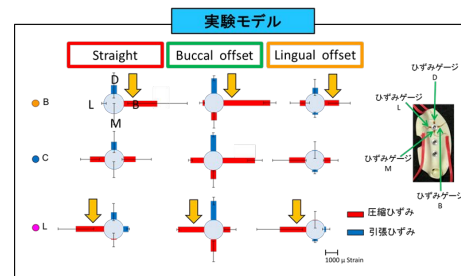


図7. 実験モデルのひずみ

(3) 応力分布について

頬側オフセットの頬側荷重および舌側オフセットの舌側荷重の#36 インプラント周囲骨において大きな応力集中が認められた。ひずみの結果と同様に、荷重部位が荷重支持域から離れた条件下で大きな範囲で応力が観察された。

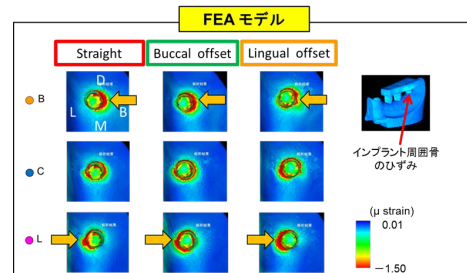


図8. FEAモデルの応力分布

(4) 結論

オフセット配置で荷重点が荷重支持域から距離が離れた条件下では、ひずみと応力分布が大きくなった。以上の結果より、オフセット配置がストレート配置と比較し、生体力学的に必ずしも有効であるわけではないことが示唆された。

< 引用文献 >

- Rangert BR, Sullivan RM, Jemt TM. Load factor control for implants in the posterior partially edentulous segment. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1997;12:360-370.
 佐藤裕二, インプラントのオフセット配列に関する一考察. *Quintessence Dental Implantology.* 2000;2:206-210

5. 主な発表論文等

(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)

- Shimura, Y., Sato, Y., Kitagawa, N. and Omori, M
 Biomechanical effects of offset placement of dental implants in the edentulous posterior mandible
International Journal of Implant Dentistry. 2:17, 2016. 6. 17
 DOI: 10.1186/s40729-016-0050-6
 査読有

〔学会発表〕(計2件)

大森美由紀, 佐藤裕二, 北川 昇, 大澤淡紅子, 今村嘉希, 志村雄太, インプラントの offset 配置が周囲骨に及ぼす影響, 第 23 回日本歯科医学会総会, 2016.10.23, 福岡国際会議場(福岡・博多)

志村雄太, 佐藤裕二, 北川 昇, 内田圭一郎, 大森美由紀, 下顎臼歯部欠損におけるオフセット配置の効果, 第 62 回昭和大学学士会総会, 2015.11.28, 昭和大学(東京・品川)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大森 美由紀 (OMORI, Miyuki)

昭和大学・歯学部・助教

研究者番号: 20756291