

学位論文題名

3次元有限要素法を用いたチタンインプラント周囲骨の応用解析
-インプラント体の直径と長径の違いが下顎骨の応力分布に与える影響-

学位論文内容の要旨

【目的】デンタルインプラントは口腔機能の回復と審美的な改善の手段として用いられるが、インプラントに加わる咬合力は歯周靱帯を介在しないため直接周囲骨に伝達される。そのため組織学的な長期安定性を獲得するためには歯槽骨への適切な応力の分散が不可欠である。本研究は右側下顎骨の第一大臼歯相当部に埋入したインプラント体の直径と長径の違いによる応力分布の状態を比較検討し、さらにインプラント体埋入後に発生する頸部皮質骨の吸収が応力分布に与える影響を調べるため、有限要素法を用いて解析した。

【方法】右側下顎第一大臼歯部に直径と長径の異なる 12 種類のインプラント体を埋入した 3 次元有限要素モデルを作製し、垂直方向 250N、水平方向 20N の 2 つの条件下で有限要素プログラム (ANSYS10.0, ANSYS, Inc.USA) を用いて解析を行った。次に 3 次元有限要素モデルを簡略化し、直径と長径の異なる 6 種類のインプラント体を埋入し、インプラント体頸部の皮質骨をカップ状に吸収させて解析を行った。

【結果】全モデルにおいてインプラント周囲骨の最大応力発生部位はインプラント体周囲の皮質骨表層部であり、長径を長くすることよりも、直径を太くすることが皮質骨に発生する最大応力値の減少に効果的であった。骨吸収モデルにおいては、骨吸収が進むと、皮質骨に発生する最大応力値は、垂直荷重時では一度減少した後、増加する傾向にあり、水平荷重時では、漸次増加する傾向にあった。また骨吸収が進むと、垂直荷重時、水平荷重時ともに海綿骨の応力値は増加した。

【結論】インプラント体の長径を長くするより、直径を太くする方が皮質骨の応力集中を減少させる効果が大きかった。特に水平方向荷重時にその影響は顕著に表れた。インプラント体頸部に皮質骨吸収がカップ状に発生すると、垂直荷重時、水平荷重時ともに初期の段階では応力が急激に増加することはなかったが、骨吸収が進行すると応力が急激に増加した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 大 畑 昇
副 査 教 授 亘 理 文 夫
副 査 教 授 横 山 敦 郎

学位論文題名

3次元有限要素法を用いたチタンインプラント周囲骨の応用解析 —インプラント体の直径と長径の違いが下顎骨の応力分布に与える影響—

審査は審査担当者が一同に会して約 2 時間かけて行った。まず申請者に本論文の概要の説明を求め、口頭試問形式で提出論文の内容及び関連分野について試問した。申請者は論文の概要を以下のように説明した。

【目的】デンタルインプラントは口腔機能の回復と審美的な改善の手段として用いられるが、インプラントに加わる咬合力は歯周靱帯を介在しないため直接周囲骨に伝達される。そのため組織学的な長期安定性を獲得するためには歯槽骨への適切な応力の分散が不可欠である。本研究は右側下顎骨の第一大臼歯相当部に埋入したインプラント体の直径と長径の違いによる応力分布の状態を比較検討し、さらにインプラント体埋入後に発生する頸部皮質骨の吸収が応力分布に与える影響を調べるため、有限要素法を用いて解析した。

【方法】右側下顎第一大臼歯部に直径と長径の異なる 12 種類のインプラント体を埋入した 3 次元有限要素モデルを作製し、垂直方向 250N、水平方向 20N の 2 つの条件下で有限要素プログラム (ANSYS10.0, ANSYS, Inc. USA) を用いて解析を行った。次に 3 次元有限要素モデルを簡略化し、直径と長径の異なる 6 種類のインプラント体を埋入し、インプラント体頸部の皮質骨をカップ状に吸収させて解析を行った。

【結果】全モデルにおいてインプラント周囲骨の最大応力発生部位はインプラント体周囲の皮質骨表層部であり、長径を長くすることよりも、直径を太くすることが皮質骨に発生する最大応力値の減少に効果的であった。骨吸収モデルにおいては、骨吸収が進むと、皮質骨に発生する最大応力値は、垂直荷重時では一度減少した後、増加する傾向にあり、水平荷重時では、漸次増加する傾向にあった。また骨吸収が進むと、垂直荷重時、水平荷重時ともに海綿骨の応力値は増加した。

【結論】インプラント体の長径を長くするより、直径を太くする方が皮質骨の応力集中を減少させる効果が大きかった。特に水平方向荷重時にその影響は顕著に表れた。インプラント体頸部に皮質骨吸収がカップ状に発生すると、垂直荷重時、水平荷重時ともに初期の段階では応力が急激に増加することはなかったが、骨吸収が進行すると応力が急激に増加した。

各審査委員が行った主な質問は、以下の通りである。

- 1) 有限要素法を用いた本研究の特徴（臨床に推奨できる直径と長径）について。
- 2) インプラント周囲組織の構造（皮質骨と海面骨）とオッセオインテグレーションについて。
- 3) インプラント体と骨組織の物理的性質（下顎骨の拘束とミーゼス応力の関係）について。
- 4) 骨吸収と骨応力の関係性と臨床における影響（生理的安全域、臨界域、骨吸収域の応力値の設定）について。
- 5) インプラント周囲に発生する応力分布（ミーゼス応力と主応力の相違）について。
- 6) 本研究の今後の方向性について。

これらの質問に対して、論文申請者から明快な回答と説明が得られ、さらに今後の研究の発展性についても明確な計画を持っていると判定した。

審査委員は全員、本研究が学位論文として十分値し、申請者が歯学博士の学位を授与される資格を有するものと認めた。