

論文の内容の要旨

氏名：安 田 裕 康

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：下顎遊離端 3 歯欠損モデルにおける固定性インプラント義歯の力学的解析

従来、遊離端欠損症例に対する治療法は可撤性部分床義歯が中心であったが、近年、インプラント治療による固定性義歯の適応例が増加している。固定性インプラント義歯は、天然歯に近い咬合力の獲得、左右で均衡した咬合力の回復が可能であり、従来の可撤性義歯に比べ口腔関連 QOL の向上に有用であると考えられる。

インプラント治療においては、インプラント体の埋入数と埋入位置に伴う補綴装置、すなわち上部構造の形態の違いが、予後に大きく影響する。そこで本研究は、下顎片側遊離端 3 歯欠損症例において固定性インプラント義歯を用いて処置を行った場合を想定し、三次元有限要素法を用いて欠損部顎堤へのインプラント体の埋入数、埋入位置の相違および上部構造の違いがインプラント体頸部皮質骨に及ぼす力学的影響を検討した。これにより同症例におけるインプラント体の埋入数、埋入位置および上部構造の選択基準を示すことを目的とした。

解析モデルは、下顎左側第二小臼歯、第一大臼歯および第二大臼歯の 3 歯が欠損した遊離端欠損症例を想定した。解析モデルの構成要素は、皮質骨、海綿骨、顎堤粘膜、歯、歯根膜、インプラント体、および上部構造とした。

解析モデルの下顎骨外形は、頭蓋骨複製模型（P10 - SB.1, ニッシン）をデュプリコーン（松風）を用いメーカー指示にて印象採得後、デブコン ET（藤倉応用化工）を注入・成型したものをモデル原型とした。この原型をマルチディテクター CT（Asteion™ Super4 Edition, 東芝）により撮像し、その撮像データを基に、汎用 CAD プログラム Rhinoceros Ver.1.0（Robert McNeel & Associates）、汎用有限要素解析プログラム ANSYS Re.15.0（ANSYS Inc）および、三次元ダイレクトモデラー（Space Claim Co.）を用いて下顎骨外形を構築した。インプラント体は、ブローネマルクシステム（Nobel Biocare Holding AG）のカタログ値を参考にプラットホームの直径を 4.1 mm、インプラント体の直径を 3.75 mm、長さ 10.0 mm のスクリュータイプとした。

欠損部位の第二小臼歯、第一大臼歯、第二大臼歯相当部にインプラント体を 3 本埋入し、上部構造を三連結したモデルをモデル A とし、第二小臼歯、第二大臼歯相当部にインプラント体を 2 本埋入し、ブリッジ形態としたモデル B、第一大臼歯相当部、第二大臼歯相当部にインプラント体を 2 本埋入し、第二小臼歯をポンティックとした近心側への延長ブリッジ形態としたモデル C、および第二小臼歯、第一大臼歯相当部にインプラント体を 2 本埋入し、第二大臼歯をポンティックとした遠心側への延長ブリッジ形態としたモデル D とし、計 4 モデルを製作した。

材料特性値は、皮質骨、海綿骨、歯、顎堤粘膜、インプラント体、および上部構造の材料特性値は従来の報告を参考に設定した。歯根膜の材料特性値は、荷重変位特性が生体における実測値と近似するように設定した。

荷重条件は、左右両側臼歯部における噛みしめ時の筋収縮を想定した荷重とし、拘束条件は、両側下顎頭上面、および咬合接触点 12 か所を完全拘束とした。

解析項目は、インプラント体頸部皮質骨の骨吸収の評価項目として、最小主応力分布図、最小主応力値とし、インプラント-骨界面の破壊の評価として、せん断応力分布図およびせん断応力値について行った。

インプラント体頸部皮質骨の最小主応力分布は、モデル A において、インプラント体頸部皮質骨の圧縮応力は後方に行くに従い集中が認められ、モデル B, C, D においても同様であった。

第二小臼歯相当部に埋入したインプラント体は、モデル A, B, D とともに頬側部に圧縮応力の集中が認められた。第一大臼歯相当部に埋入したインプラント体は、遠心頬側部に、第二大臼歯相当部に

埋入したインプラント体は、遠心部に圧縮応力が認められた。この結果より、すべてのモデルにおいて前方のインプラント体頸部皮質骨は頬側部より骨吸収が発生し、後方のインプラント体頸部皮質骨は遠心部の広範囲で骨吸収が発生する可能性が示唆された。

第二小臼歯相当部インプラント体頸部皮質骨の最小主応力値は、モデル B, D と比較してモデル A が減少した。第一大臼歯相当部インプラント体頸部皮質骨の圧縮応力値は、モデル A, C と比較し、モデル D に顕著な増加が認められ、モデル D はモデル A と比較し、約 2.6 倍であった。第二大臼歯相当部インプラント体頸部皮質骨の圧縮応力値はモデル A と比較して B, C の順にわずかに増加する傾向が認められた。これは、インプラント体を 3 本埋入しているモデル A は、インプラント体を 2 本埋入しているモデル B, C, D と比較し、各 1 本の応力値は減少したためと考えられる。

モデル C, D は、通常のブリッジ形態とは異なり延長ブリッジ形態であるため、異なるこの作用による影響を受けたと考えられる。

インプラント体頸部皮質骨せん断応力分布は、第二小臼歯相当部に埋入したインプラント体において遠心頬側部にせん断応力の集中が認められた。第一大臼歯相当部に埋入したインプラント体は遠心頬側部にせん断応力の集中が認められ、モデル D において応力の集中している範囲が広がる変化が認められた。第二大臼歯相当部に埋入したインプラント体は、遠心頬側部にせん断応力の集中が認められた。

これより、前方に埋入したインプラント体は、インプラント体頸部皮質骨の遠心頬側部よりインプラント-骨界面が破壊し、後方に埋入したインプラント体も、インプラント体頸部皮質骨の遠心頬側部よりインプラント-骨界面を、破壊する可能性が考えられる。

インプラント体頸部皮質骨のせん断応力値は、すべてのモデルにおいて最後方のインプラント体頸部皮質骨が最も高かった。モデル A と比較し、モデル C は第一大臼歯相当部インプラント体頸部皮質骨、第二大臼歯相当部インプラント体頸部皮質骨ともに応力値の軽微な増加を認め、モデル D は、第二小臼歯相当部インプラント体頸部皮質骨の応力値が増加し、第一大臼歯相当部インプラント体頸部皮質骨は、モデル A と比較して約 2.2 倍と顕著に高い応力値を示した。延長ブリッジ形態で補綴処置をする場合、モデル D は、モデル C より後方のインプラント体のインプラント-骨界面を、破壊するせん断応力が顕著に大きく、インプラント体の予後の悪化を招く可能性が示唆された。

以上より下顎遊離端 3 歯欠損には 3 本のインプラント体を埋入することが望ましいが、2 本のインプラント体を埋入する場合は、ポンテックが中央か、近心におかれる上部構造とすることにより、良好な予後を得られる可能性が示唆された。