

論文の内容の要旨

氏名：渋谷 哲 勇

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：インプラント支持を利用した片側遊離端部分床義歯の力学的解析
－インプラント埋入位置の影響－

近年、インプラント支持を利用した可撤性部分床型オーバーデンチャー (Implant Assisted Removable Partial Denture ; 以後 IARPD)による補綴治療の頻度が高くなりつつある。IARPD はインプラント固定性装置に比べ、インプラント埋入本数が少なく、かつ短いインプラントでも応用することが可能であり外科的侵襲が少なく、インプラントによる咬合支持域の確保により義歯の機能性と安定性が向上するといわれているが、詳細は明らかではない。そこで本研究は、下顎片側遊離端欠損症例において、IARPD で補綴治療した場合を想定し、歯牙欠損部顎堤へのインプラント埋入位置の相違が支台歯、義歯および床下組織の力学的挙動に及ぼす影響を三次元有限要素法を用いて検討した。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を欠損とし、従来の遊離端義歯(Conventional Removable Partial Denture ; 以後 CRPD)のみで補綴治療を想定したモデルをモデル A、モデル A の欠損部顎堤における第二小臼歯相当部、第一大臼歯および第二大臼歯相当部にそれぞれインプラントを 1 本埋入したモデルをモデル B, C および D とし、計 4 モデルを製作した。すべてのモデルにおいて、3 本の支台歯に対し義歯の前処置として、全部金属冠にて補綴処置を行い、左側第一小臼歯に RPI クラスプ、右側第一小臼歯に近心レスト、右側第一大臼歯に近心レスト付二腕鉤を設置し、リングバーにて連結した。モデル B, C, および D のインプラント体は、仮想咬合平面に対し垂直に埋入し、アバットメントとインプラントの中心軸を一致させた。インプラント上面部は皮質骨骨頂部の高さとも一致させ、アバットメント上縁は、顎堤粘膜最上縁と同等の高さとした。インプラント体と皮質骨の骨接触率は 100%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、義歯床、支台装置、床連結子、全部金属冠、インプラント体およびヒーリングアバットメントとした。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) を原型とし、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) および汎用有限要素解析プログラム ANSYS Re.14.5 (ANSYS Inc, Pennsylvania; 以後 ANSYS) を用いて構築した。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 のスクリュタイプとした。本解析モデルでは、各構成要素全接触面に対して、自動接触プログラムにより、接触要素を設定した。

解析モデルの構築に用いた絶対座標系は、XY 平面が前頭面、YZ 平面が矢状面、XZ 平面が水平面となる直交座標系であり、咬合平面は XZ 平面と平行になるように設定した。荷重量は、各筋の走行方向および収縮量を、全体座標 (X, Y, Z) におけるベクトルに換算し、算出した値を咬筋浅部、咬筋深部、内側翼突筋、側頭筋前部、側頭筋中部、側頭筋後部、外側翼突筋下頭、外側翼突筋上頭および顎二腹筋前部の附着相当部に与えた。拘束条件は、両側下顎頭上面を完全拘束とした。また、上顎対合歯の機能咬頭が接触する下顎左右犬歯尖端部、下顎左右第一および第二小臼歯の遠心窩、下顎左右第一大臼歯の中心窩および遠心窩、ならびに下顎左右第二大臼歯の中心窩相当部にあたる天然歯および義歯床上の人工歯の咬合接触点 12 ヶ所を完全拘束とした。解析項目は、支台歯および義歯床における変位と、義歯床下相当部皮質骨の最小主応力分布図および最小主応力値について行った。

支台歯の変位については、直接支台装置を設置している下顎左側第一小臼歯では、CRPD モデルであるモデル A において、歯冠部が歯根部と比較して遠心へ大きく変位し、歯軸は遠心方向に傾斜しながら沈下した。モデル A と比較して、IARPD モデル (モデル B, C および D)における歯根部の沈下方向への変位が同様に、極めて抑制された。歯冠部における遠心方向への変位は、モデル A, B, C, D の順で減少した。間接支台装置を設置した下顎右側第一小臼歯と下顎右側第一大臼歯では、すべてのモデル間で変位方向および量に大きな差は認められなかった。総変位量は、直接支台歯である左側第一小臼歯において、歯冠部、

歯根部ともに、モデル A、モデル B、モデル C、モデル D の順で減少しているのが認められた。これは、インプラントの支持能力により義歯床の沈下方向における変位が抑制されたためと考えられる。また、間接支台装置を設置している支台歯において、モデル間での変位方向および量に大きな差は認められなかった。すなわち、アバットメントの高さを、顎堤粘膜最上縁と同等とし、把持機能がないものとした本研究では、インプラントによる支持能力の向上は、直接支台装置を設置した支台歯の保護には有効であるが、間接支台装置を設置した支台歯には、影響が少ないことを示唆するものである。義歯床の変位については、CRPD モデルであるモデル A において、義歯床全体が遠心舌側方向かつ沈下方向へ変位していた。モデル A と比較して、IARPD モデル (モデル B、C および D) における義歯床の遠心舌側方向への変位は、モデル A と同様であったが、すべての計測点においてモデル B、C、D の順で変位量が減少し、かつ沈下方向への変位がモデル B、C、D の順で顕著に減少した。総変位量においては、全ての計測点においてモデル A、B、C、D の順で総変位量が減少した。これは、遊離端欠損症例に対してインプラントによる支台装置を応用することで、支持様式が歯根膜粘膜支持から、歯根膜およびインプラントによる支持となることにより義歯床の変位量が減少し、さらに、支台歯から遠位の遊離端欠損部にインプラントによる支持があることで、より義歯床の挙動が抑制されたためと考えられる。また、本実験におけるインプラントアバットメントの高さは、インプラント支持機能のみを評価するため、顎堤粘膜最上縁と同等の高さを付与し、把持機能がないものとしたが、支台歯および義歯の沈下を抑制するには、インプラント支持のみで十分な効果が認められたと考えられる。義歯床下皮質骨の応力については、CRPD モデルであるモデル A は、すべての IARPD モデルと比較して、顕著な応力集中は示さなかった。モデル A において、義歯床と義歯床下皮質骨の間に顎堤粘膜が介在することで、義歯床から伝わる応力が顎堤粘膜に緩衝されたためと考えられる。モデル B において、インプラント頸部遠心部に圧縮応力が集中し、モデル C、モデル D の順で遠心頬側部へと応力集中部位が頬側へ広がる変化が認められ、モデル B、モデル C、モデル D の順で、インプラント頸部遠心部における圧縮応力の軽微な増加を認めた。これは、噛みしめ時における皮質骨の上方、近心および頬側方向へのたわみの影響により、遠心部にあるインプラントほど、遠心頬側部への圧縮応力が集中したと考えられる。また、力点である咀嚼筋付着部に近接した、より遠心部にあるインプラントが圧縮応力の軽微な増加をしめしたと考えられる。

以上のことから、下顎左側第二小臼歯、第一大臼歯、第二大臼歯欠損症例に対し、IARPD で補綴治療をする場合、インプラントは最も遠心の第二大臼歯相当部に埋入することで、インプラント支台装置としての支持効果は高く、義歯の挙動を抑制し、直接支台装置を設置した支台歯の沈下および傾斜を抑制することが示唆された。