



Title	片側遊離端欠損におけるインプラントに支持を求めた部分床義歯の有限要素解析 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	楯, えみり
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第15929号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/92481
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Emiri_Tate_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（歯学） 氏名 楯 え み り

学位論文題名

片側遊離端欠損における
インプラントに支持を求めた部分床義歯の有限要素解析

キーワード（5つ）有限要素法，片側遊離端欠損，インプラントオーバーデンチャー，支台装置，荷重方向

歯科インプラントは従来の有床義歯と比較して、患者QOLの向上に大きく寄与することが知られているが、全身疾患、骨の状態や経済的理由等のため、多数のインプラントを埋入できない症例も存在する。近年、埋入するインプラント数を減らし、インプラントを支持に利用するとした義歯（IARPD）が臨床応用されている。しかし、これまでの研究は両側遊離端欠損症例に関する検討であり、片側遊離端欠損症例についてはほとんどなされていない。また、側方力が加わった際の検討、および支台装置の違いがIARPDの支持組織に及ぼす力学的影響についてもほとんど検討されていない。そこで本研究では、片側遊離端症例のCTデータから、精密なIARPDの有限要素（FE）モデルを作成し、インプラントと義歯床との接触の有無、荷重方向および支台装置の違いが顎堤粘膜と支台歯に及ぼす影響の検討を行った。

北海道大学病院義歯科に来院した下顎右側臼歯4歯欠損を有する患者のCTデータから、モデル構築ソフトウェアを用いて、CT値に基づいて下顎骨と歯の外形を抽出し、ボクセルデータから表面形状データに変換した。CADソフトウェアにて第一大臼歯相当部には、直径3.75mm、長径8.5mmのチタン製インプラントを埋入し、ヒーリングアバットメントを装着した症例を想定した。歯肉は骨モデルに領域を指定し、約2mmオフセットして構築し、歯根、歯根膜、歯槽骨部分をそれぞれ別々に作成し、CADソフト上で自動分割した。右下犬歯に支台装置を設定し、フレームワーク設計用CADソフトウェアでサベイングおよびフレームワークの設計を行った。右下犬歯の直接支台装置は、遠心レスト付きAkersクラスプおよび基底結節レストとI-barクラスプの2種類とした。また間

接支台装置として、左下第一小臼歯に近心レスト、左下第二小臼歯と第一大臼歯に双子鉤を設定した。人工歯の形状は硬質レジン歯を全自動3Dスキャナにてスキャンして作成した。

上記の表面形状データを、CADソフトウェア上で四面体要素に変換して、有限要素ブリ・ポストプロセッサに取り込み、FEモデルを作成した。義歯と支台歯・粘膜・インプラント（ヒーリングアバットメント頂点）の間には接触滑走を考慮するため、接触要素（GAP要素）を設定した。唾液の介在を考慮して摩擦係数は0とした。インプラント頂部のGAP要素についてのみ、後述する垂直荷重で荷重量を100Nとしたときにインプラント頂部がちょうど義歯床と接触するように隙間を開けた状態から荷重を加えて解析を行った。比較対象としてインプラント頂部のGAP要素を取り除いて、臨床的にはインプラントと義歯床の接触がないモデルを作成した。接触のあるモデルをC、接触のないモデルをNCとした。また、支台歯と支台装置、粘膜と義歯床、インプラントと義歯床間にもGAP要素を使用し接触滑走を考慮した。拘束点は、両側の下顎頭と咬筋停止部に設定し、荷重条件は、咀嚼時を想定して右側第一大臼歯人工歯中心窩への1点荷重とし荷重量は200Nとした。荷重方向は垂直方向、およびこれに対して頰側から30°傾斜させた方向の2種類とした（以後それぞれ垂直荷重および傾斜荷重とする）。粘膜および歯根膜の物性値については、直接支台歯では60Nの歯軸方向への荷重で0.05mm、間接支台歯は10Nの歯軸方向への荷重で0.01mmそれぞれ変位するように設定した。また顎堤粘膜は6番相当部への100Nの垂直方向の荷重で義歯床後縁が約0.3mm変位するように設定した。尚、本研究は、本学病院自主臨床研究審査委員会（承認番号 自016-0152）承認の元で実施した。

垂直荷重での結果から、義歯床とインプラントを接触させた場合、義歯の変位量を減少させることが示された。また義歯床下のインプラントが支台歯の負担を減少させることも示された。一方、傾斜荷重ではAkers, I-barいずれもインプラントによる義歯の変位量はほとんど減少せず、むしろ水平的な変位は増加する傾向にあった。また支台歯の負担においてもあまり減少は見られなかった。その理由として、インプラントの側面を接触させずに上部の1点のみで接触させてインプラントと義歯床の間の滑りを許容する設定としたため、義歯床の水平的な動揺を抑制できなかったことが考えられる。臨床的には、ヒーリングアバットメントを支台とするオーバーデンチャーを考えた場合は側面が接することで動揺を抑制する可能性があるが、反面インプラントに有害とされる側方力が加わることになる。これを避けるために、咬頭傾斜の緩い人工歯の使用、間接支台装置の追加、犬歯誘導等など通常の部分床義歯の設計と同様に、IARPDにおいても極力側方力が加わらないように義歯の設計を考慮することが重要と考えられる。傾斜荷重においてはインプラント埋入の効果よりも支台装置の違いによる差の方が大きいことが示唆された。

支台装置の違いにおける検討としては、垂直荷重時において、Akersの方がI-barより

も支台歯の根尖部の変位が大きく、支台歯への負担が大きかった。Akersは把持力が強い
ため支台歯への負担が大きくなりやすく、また、支台歯の遠心にレストがあるため遠
心へ傾斜させるような側方力が加わりやすくなり負担が大きくなったことも考えられ
る。さらに、傾斜荷重時においてAkersでは把持力が強い
ため義歯床の変位に伴い舌側方向への傾斜力が加わりやすいことも、支台歯の咬合圧負担を増大させる原因になっ
たと考えられる。一方、I-barにおいては基底結節レストにより近遠心的には歯軸方向に咬
合力が伝達されたことが、変位の抑制につながったと考えられる。しかし頬舌的には垂
直、傾斜荷重時に頬側に傾斜していた。これは今回モデル作成に用いた症例における支
台歯である右下犬歯が頬側に傾斜して植立していることが原因と考えられる。このこ
とはまた、傾斜荷重では垂直荷重よりも歯軸方向への力が加わりやすくなったことで、支
台歯の傾斜が小さくなった可能性がある。解剖学的には下顎犬歯の植立方向は、近心舌
側に傾斜しているとされるが、本研究に用いた症例においては頬側に傾斜していたため、
予想していた動きとは異なると考えられる。

本研究は、下顎右側臼歯4歯欠損患者1例のCTデータで作成したモデルの結果である
ため、様々な条件によっては結果が変わることも考えられる。例えば、顎堤吸収が進行
している場合や支台歯の骨植が悪い場合等の義歯の水平的変位が大きくなるケースな
どについては今後検討する必要がある。また、本研究の症例では右側犬歯の歯軸が頬側
に傾斜していることから、支台歯の植立方向によって結果が変わることも考えられる。
本研究ではインプラント義歯床は単に接触させているだけであるが、臨床的には種々の
アタッチメントを併用する例もみられる。アタッチメントにより義歯の水平的な動揺を
抑制すると、より効果的に顎堤の負担を軽減できる可能性があるが、その場合の支台歯
やインプラントの咬合圧負担については今後検討すべきであろう。

(2,920文字)