The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	骨量の不足した下顎臼歯部におけるインプラント体の選択に関する力学的検討
Author(s)	荒木, 悠
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61675
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　荒木　悠　）	
論文題名	骨量の不足した下顎臼歯部におけるインプラント体の選択に関する力学的検討

論文内容の要旨

【背景】

現在，口腔インプラント治療は，欠損補綴治療法の一つとして広く用いられている．近年では高齢者や全身的な基礎疾患を有する患者など，低侵襲のインプラント治療が求められる患者が増加しており，ショートインプラントやナロー径のインプラントを使用して骨造成を回避する治療の需要が増大してきている．

インプラント体のデザインには，プラットフォームの高さが粘膜下に位置する一回法インプラント（以下，TL）と，骨頂に位置する二回法インプラント（以下，BL）が存在するが，TLとBLの生体内での力学的挙動の違いは明らかにされていない．

また，近年ではインプラント体の材質として，生体親和性に優れ，純チタン（以下，cpTi）よりも高い機械的強度を有するチタンジルコニウム合金(以下，TiZr)が用いられるようになり，大きい負荷が加わる場合にインプラント体の破折防止に有用である可能性が期待されている．しかしながら， cpTiとTiZrのインプラント体の力学的な挙動の違いは明らかにされていない．

そこで本研究では，骨量の不足した下顎臼歯部において長径や直径の小さいインプラント体を用いる場合に重要な力学的示唆を得ることを目的として，三次元有限要素解析を用いて，インプラント体のデザインと材質の違い，ならびにインプラント体の長径と直径の違いがインプラント体とその周囲骨へ及ぼす力学的影響について比較検討した．

【材料と方法】

実験1：インプラント体のデザインの違いがインプラント周囲骨とインプラント体に及ぼす力学的影響の検討

実験1-1：インプラント体の機械的特性の計測

臨床で使用されているインプラント体に用いられているTiZrは，三次元有限要素解析に必要な弾性率が文献上示されていないため，cpTi製とTiZr製のインプラント体を用いて，機械的特性の計測を行った．cpTi製とTiZr製のインプラント体から2.0 mm×2.0 mm×6.0 mmの試験片を作製し，圧縮試験を行った．作成した応力ひずみ曲線から，cpTiとTiZrの弾性率を計測した．

実験1-2：三次元有限要素解析を用いた力学的検討

CADソフトウェアSolidWorks2014 (DS SolidWorks Corp.) を用いて，下顎臼歯部を想定した骨モデルと，骨内長10 mmのTLとBLのインプラント体，上部構造，スクリューのインプラント構成要素のCADモデルを作製した．作製したインプラントを骨モデルに埋入し，咬合面相当部に対して，インプラント長軸方向から頬側に30度傾斜させた方向から100 Nの静荷重を負荷した．骨モデルの近遠心面を完全拘束とし，インプラント体の機械的特性は，実験1-1で得られたcpTiとTiZrの計測値を用いた．解析項目は皮質骨での最大主応力の最大応力値と，インプラント体のvon Mises応力の最大応力値とした．

実験2：インプラント体の長径の違いがインプラント周囲骨とインプラント体に及ぼす力学的影響の検討

垂直的に骨量が不足した下顎臼歯部において，インプラント体の長径の違い（骨内長10 mm，8 mm，6 mm，4 mm，骨内長4 mmはTLのみ）による影響を明らかにするため，インプラント体のデザイン，材質の違いと併せて実験1-2と同様の解析項目を比較検討した．

実験3：インプラント体の直径の違いがインプラント周囲骨とインプラント体に及ぼす力学的影響の検討

水平的に骨幅が不足した下顎臼歯部において，長径10 mmのBLを用い，直径の違い（レギュラー径 4.1 mm，以下Rp，ナロー径 3.5 mm，以下Np）による影響を明らかにするため，インプラント体の材質の違いと併せて，実験1-2および実験2と同様の解析項目を比較検討した．

【結果と考察】

実験1：インプラント体のデザインの違いがインプラント周囲骨とインプラント体に及ぼす力学的影響の検討

実験1-1：インプラント体の機械的特性の計測

弾性率は，cpTiが110±3.9 GPa，TiZrが97.3±16.3 GPaであった．ポアソン比は，cpTiが0.34±0.025，TiZrが0.36±0.032であった．

実験1-2：三次元有限要素解析を用いた力学的検討

インプラント体の連結部に応力が分布し，TLは骨縁上，BLは骨縁下に応力集中を認めた．皮質骨ではインプラント体頸部に応力が集中し，TLでは頰側に引張応力，舌側に圧縮応力の集中を認めた．BLでは，舌側に引張応力の集中を認めた．TLとBLともに材質の違いよる影響はほとんどなく，cpTiとTiZrはほぼ同様の応力分布を示した．最大応力値は，皮質骨とインプラント体ともにTLがBLよりも，TiZrがcpTiよりも小さい値を示した．

実験2：インプラント体の長径の違いがインプラント周囲骨とインプラント体に及ぼす力学的影響の検討

インプラント体の長径が短くなるほど，皮質骨とインプラント体での応力は大きくなり，TLはBLよりも，TiZrはcpTiよりも，最大応力値は小さい値を示した．皮質骨では，長径の違いよりも，TLとBLのデザインの違いの方が大きく影響し，TLは2 mm長いBLと同程度の最大応力値を示した．

実験3：インプラント体の直径の違いがインプラント周囲骨とインプラント体に及ぼす力学的影響の検討

皮質骨とインプラント体における最大応力値は，NpがRpよりも，TiZrがcpTiよりも小さい値を示した．インプラント体頸部に加えてインプラント体側方からの皮質骨の支持が得られれば，Npのインプラント体は，Rpのインプラント体と比べて力学的に有用である可能性が示唆された．

【結論】

本研究では，骨量の不足した下顎臼歯部において長径や直径の小さいインプラント体を用いる場合に重要な力学的示唆を得ることを目的として，三次元有限要素解析を行い，インプラント体のデザインと材質の違い，ならびにインプラント体の長径と直径の違いがインプラント体とその周囲骨へ及ぼす力学的影響について比較検討し，以下の結論を得た．

1. 一回法インプラントは二回法インプラントよりも，またチタンジルコニウム合金は純チタンよりも，インプラント体とその周囲皮質骨に生じる応力が小さいことがわかった．
2. インプラント体の長径が短くなるほどインプラント体とその周囲皮質骨に生じる応力はともに大きくなったが，皮質骨では，インプラント体のデザインの違いによる影響が長径の違いによる影響よりも大きいことがわかった．
3. インプラント体頸部に加えてインプラント体側方からの皮質骨の支持が得られれば，直径の小さいインプラント体は，大きいインプラント体に比較して，インプラント体とその周囲皮質骨に生じる応力が小さくなることがわかった．

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　荒木　悠　）		
論文審査担当者	（職）	氏　名
	主 査　教授	矢谷博文
	副 査　教授	前田芳信
	副 査　准教授	橋本正則
	副 査　講師	山 田 聡

論文審査の結果の要旨

本研究は，骨量の不足した下顎臼歯部において長径や直径の小さいインプラント体を用いる場合に重要な力学的示唆を得ることを目的として，三次元有限要素解析を用いて，インプラント体のデザインと材質の違い，ならびにインプラント体の長径と直径の違いがインプラント体とその周囲骨へ及ぼす力学的影響について比較検討したものである．

その結果，一回法インプラントは二回法インプラントよりも，チタンジルコニウム合金は純チタンよりも，インプラント体とその周囲骨に加わる応力が小さいことから，骨量が不足している場合にも有用である可能性が示唆された．また，骨幅が不足する場合，インプラント体頸部に加えて側方からの皮質骨の支持が得られれば，ナロー径のインプラント体は，通常の直径のインプラント体と比べて力学的に有用である可能性が示唆された．

以上の研究結果は，骨量が不足した下顎臼歯部におけるショートインプラントおよびナロー径インプラントの有用性を力学的観点から示したものであり，博士（歯学）の学位授与に値するものと認める．