HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	連結したインプラント 周囲におけるストレスシールディング［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	堀, 聖尚
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第13854号
Issue Date	2020-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/78191
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Kiyotaka_Hori_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　堀　聖尚

学　位　論　文　題　名
連結したインプラント周囲におけるストレスシールディング

キーワード　インプラント，有限要素解析，上部構造の連結，ストレスシールディング，
骨質

インプラント治療は，欠損補綴治療の選択肢のひとつとして広く普及しており，良好な長期予後が報告されている一方，経過不良例も報告されており，特にインプラント周囲炎が大きな問題となっている．インプラント周囲炎は周囲粘膜の炎症と生理的な骨のリモデリングを超える進行性の骨吸収を生じるインプラント周囲の炎症性疾患である．インプラント周囲の骨吸収が，プラーク(バイオフィルム)を原因とする炎症のみによるものなのか，機械的な荷重負担（オーバーローディング）や，異物反応，喫煙やその他の宿主の因子などによるものなのかはまだ議論の余地がある．淵上らは，日本におけるインプラント周囲骨吸収の長期経過による臨床的評価において，インプラントの表面性状，残存歯，対合歯の状態，補綴装置の連結がインプラント周囲骨吸収の発症率に影響を与えたと述べている．また，Kollerらは，82人の患者のうち，上部構造が単独歯のものよりも，２～３本の連結されたものにおいてインプラント周囲骨吸収が有意に大きかったとしている．このように，連結されたインプラント頸部に骨吸収が認められるが，その原因については不明な点が多い．一方，整形外科領域においては，様々な疾患や外傷により股関節の軟骨，骨が破壊された場合，人工股関節置換術が行われる．人工股関節置換術後，大腿骨側の人工関節(ステム)周囲には骨形成が起こり，より強固な固定が得られるが，ステム遠位で強固な固定がなされると，近位部では骨萎縮が起こることがある．この骨萎縮は，応力がヤング率の高い構造体に優先的に負荷され，周囲骨への正常な応力伝達が阻害されるストレスシールディング(応力遮蔽)が主たる原因と考えられている．本研究においては，連結されたインプラント周囲に起こる骨吸収にはストレスシールディングが関係しているという仮説を構築し，インプラント上部構造に荷重を加えた場合の顎骨内のひずみ分布に及ぼす影響を三次元有限要素法により解析した．

Uedaら, Sugiuraらの報告を参考にしてMSC Software社製 Marc.Mentatを用いて解析モデルを作成した．解剖学的平均値を基に角丸直方体で皮質骨と海綿骨からなる歯槽骨のモデルを作成した．インプラント体はφ4.0×10mmのチタン製とした．上部構造は形状を簡略化して直方体とした．インプラント体，アバットメント，および上部構造は完全に一体化しているものと想定した．これらを第一小臼歯部，第二小臼歯部，第一大臼歯部に3本埋入したモデルを作成した．節点数は425269，要素数は423296となった．皮質骨，海綿骨，インプラント，アバットメント，上部構造は全て均質で等方性とみなし，インプラントは骨と完全なオッセオインテグレーションが得られているものとした．本研究に用いた材料のヤング率およびポアソン比はPoelertら，O'Mahonyらの報告に準拠し設定した．歯槽頂部の皮質骨の厚みは0.55mmと1.10mmの2種類，海綿骨のヤング率を２種類，計４種類の組み合わせについて解析した．各モデルの上部構造の上面でインプラントの中心軸上の位置に計３点の荷重点を設定し，この中から選択した1点または２点，あるいは，３点すべてに荷重を加えた.荷重方向は垂直方向から頬側に30°傾斜させた方向とした．荷重点の選択により，1点荷重として第一小臼歯部，第二小臼歯部，第一大臼歯部に負荷したものを，それぞれF4，F5，F6，2点荷重として同様にF45，F46，　F56，3点荷重をF456とした．荷重量は総計で100N，または200Nとした．モデルの拘束は，下顎骨の近遠心面の断面における近遠心方向と，下縁を構成する節点のすべての方向の変位を拘束した．上部構造はその連結状態により，全て単冠のもの（S4+5+6），全て連結したもの（S456），第一小臼歯と第二小臼歯を連結し第一大臼歯は単冠のもの（S45+6），第一小臼歯は単冠で第二小臼歯と第一大臼歯を連結したもの(S4＋56)の4種類を用意した．有限要素解析にはMSC Software社製　MSC.Marc2010を用いた．

Frostはストレスシールディングが起こる条件が50～200microstrain以下としている．解析結果の評価はこの小さいひずみの下顎骨における分布を調べることにより行った．全て単冠S4+5+6の場合，全ての条件下で全てのインプラントの周囲に適正なひずみが生じる荷重条件が存在した．2本連結モデルS45+6とS4+56において，歯槽頂部皮質骨厚み0.55mm，海綿骨ヤング率500MPaのモデルについて解析した結果，荷重総計100Nの場合連結されたインプラントの間には適正なひずみは生じなかったが，200Nの荷重総計では全てのインプラント周囲に適正なひずみが生じた．S456での解析では，相当ひずみの最も小さい，歯槽頂部の皮質骨厚1.10mm，海綿骨ヤング率1,370MPa，荷重総計100Nのモデルについて，どの荷重条件においても第二小臼歯部のインプラント周囲には，200 microstrain 以下の小さいひずみしか生じていなかった．特にインプラント間距離の狭い第一小臼歯と第二小臼歯間は50 microstrain以下となる条件も多く見られた．さらに，このモデルにおいて荷重総計を200Nとした場合でも，第二小臼歯部のインプラントの周囲には200 microstrain 以下の小さいひずみしか生じていなかった．一方、相当ひずみが最も大きくなる，歯槽頂部皮質骨厚み0.55mm，海綿骨ヤング率500MPaのモデルについて，荷重総計100Nの場合であっても，第二小臼歯部のインプラント周囲に

は200 microstrain 以下の小さなひずみしか生じていなかった．これらの結果より，3本連結したインプラントの中央のインプラント周囲には，どのような荷重条件でも適正なひずみが生じないことがわかった．結論：上部構造のパターン，歯槽頂部の皮質骨の厚さ，海綿骨のヤング率，荷重量の条件により，連結されたインプラント周囲にストレスシールディングが生じる可能性が示唆された．特に３本連結した中央のインプラント周囲に生じやすいと考えられた．

今後、さらにインプラント間距離，インプラントの埋入方向や位置，インプラントの長さの変更を加え，骨質を加味した顎骨モデル等を使用し研究する予定である．