

論文の内容の要旨

氏名：加 瀬 武 士

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：残存骨量，顎義歯およびリコンストラクションプレートが辺縁切除後の下顎骨に及ぼす力学的影響

下顎骨の辺縁切除は，腫瘍の外科療法のひとつであり，下顎骨下縁を保存し，術後の下顎の形態的，機能的障害を最小限にとどめる利点がある。さらに，辺縁切除後の顎欠損部に装着される顎義歯により，顎顔面の形態を改善し，口腔機能や審美性を回復させ，患者の早期の社会復帰が可能となる。しかし，辺縁切除後は，偶発症として骨折が生じることがあり，骨折のリスク因子として残存骨量や咬合力の強さが報告されている。従来，辺縁切除後の骨折を防止する目的で，残存下顎骨に対してリコンストラクションプレートの装着が広く行われており臨床的にその有用性が認められているが，その効果を力学的に検討した報告は少ない。本研究は，残存骨量，顎義歯およびリコンストラクションプレート装着の有無が皮質骨に及ぼす力学的影響を三次元有限要素法を用いて検討した。

解析モデルの構成要素は，海綿骨，皮質骨，歯，顎堤粘膜，歯根膜，義歯床用レジン，メタルフレームワーク，チタン製プレートおよびスクリューとした。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欠損で顎骨欠損がないモデルと，下顎左側第二小臼歯，第一大臼歯および第二大臼歯相当部を辺縁切除したモデルを製作した。顎骨欠損がないモデルをⅠ，顎舌骨筋線相当部まで辺縁切除し，残存下顎骨の高さを約 16 mm としたモデルをⅡ，下顎管下縁相当部まで辺縁切除し，残存下顎骨の高さを約 10 mm としたモデルをⅢとした。Ⅰに義歯を装着したモデルをⅠD，ⅡおよびⅢに顎義歯を装着したモデルをそれぞれⅡD およびⅢD とした。モデルⅢおよびⅢD に厚さ 2 mm のリコンストラクションプレートを装着したモデルをⅢP2 およびⅢP2D とし，厚さ 3 mm のリコンストラクションプレートを装着したモデルをⅢP3 およびⅢP3D とした。義歯の設計は，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きニ腕鉤を設置した。リコンストラクションプレートは，下顎下縁に沿わせて設置し，両端をスクリューにて皮質骨と固定した。海綿骨，皮質骨，歯，顎堤粘膜，義歯床用レジン，メタルフレームワーク，チタン製プレートおよびスクリューの材料特性値は，過去の報告を参考に設定した。また，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，生体に近似した閉口運動時の筋収縮を考慮した方法を用いた。拘束条件は，両側下顎頭上面と咬合接触点相当部について全自由度に対して完全拘束とした。咬合接触点は，天然歯の咬頭嵌合位に準じて設定した。分析は，下顎左側第二小臼歯，第一大臼歯および第二大臼歯相当部皮質骨における，最大主応力および最大せん断応力について行った。

最大主応力は，Ⅰ，Ⅱ，Ⅲにおいて下顎枝前縁相当部に応力集中を認め，Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの順に，大きな応力のかかる領域に拡大が認められた。義歯，顎義歯を装着したⅠD，ⅡD，ⅢD では，全体的に応力値は減少した。最大主応力の最大値は，Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの順に大きくなるが，義歯，顎義歯を装着したⅠD，ⅡD，ⅢD では，最大値は減少した。最大値の減少率は約 13～16%であった。

最大せん断応力は，Ⅰでは下顎枝前縁相当部に，Ⅱ，Ⅲでは顎欠損部の近心頬側部に応力集中が認められ，Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの順に大きな応力のかかる領域に拡大が認められた。義歯，顎義歯を装着したⅠD，ⅡD，ⅢD では，下顎枝前縁相当部で応力値は減少したが，ⅡD，ⅢD において，顎欠損部の近心頬側部で応力値は増加した。最大せん断応力の最大値は，Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの順に大きくなり，特にⅢで著しく大きな値を示した。また，義歯を装着したⅠD では最大値は約 15%減少し，顎義歯を装着したⅡD，ⅢD では最大値は約 9%増加した。

リコンストラクションプレートを装着したⅢP2，ⅢP3，ⅢP2D およびⅢP3D は，ⅢとⅢD に比べ，全体的に最大主応力の応力値は減少し，リコンストラクションプレートの厚さが増加すると，さらに最

大主応力の応力値は減少した。最大せん断応力も同様に、リコンストラクションプレートを装着すると、全体的に最大せん断応力の応力値は減少し、厚さが増加するとさらに最大せん断応力の応力値は減少した。厚さ 2 mm のリコンストラクションプレートを装着すると、最大主応力の最大値は、Ⅲに対してⅢP2 は 8%、ⅢD に対してⅢP2D は 4%減少し、最大せん断応力の最大値は、Ⅲに対してⅢP2 は 24%、ⅢD に対してⅢP2D は 27%減少した。また、厚さ 3 mm のリコンストラクションプレートを装着すると、最大主応力の最大値は、Ⅲに対してⅢP3 は 10%、ⅢD に対してⅢP3D は 8%減少し、最大せん断応力の最大値は、Ⅲに対してⅢP3 は 31%、ⅢD に対してⅢP3D は 33%減少した。

残存骨量が少なくなると、大きな最大主応力および最大せん断応力がかかる領域が拡大し、最大値も大きくなった。このような最大主応力および最大せん断応力の変化は、残存骨量が少なくなるほど、骨の強度は低下し、咬合時の筋収縮による下顎骨のたわみとねじれが大きくなることで生じる力学的挙動の変化であると考えられる。

顎義歯を装着すると、装着しない場合と比較して、下顎枝前縁相当部で最大主応力は小さくなり、顎欠損部の近心頬側部で最大せん断応力が大きくなった。すなわち、最大主応力の減少は、顎義歯の装着によって咬合接触点が増えることで下顎骨の上方への変位が抑えられ、たわみが小さくなったことで生じたと考えられる。また、最大せん断応力の増加は、咬合接触点より外側に主要な筋付着部位があるため、筋収縮による下顎骨の外側への回転が大きくなり、ねじれが大きくなったことで生じたと考えられる。最大せん断応力の最大値は、Ⅲは 57.7 MPa、ⅢD は 63.4 MPa であり、骨のせん断強度は 65~71 MPa であるので、顎義歯の装着により、骨折が生じるリスクが増加すると考えられる。

リコンストラクションプレートを装着すると、下顎枝前縁相当部で最大主応力が、顎欠損部の近心頬側部で最大せん断応力が減少した。このような最大主応力および最大せん断応力の変化は、下顎骨のたわみとねじれが抑えられたことで生じる力学的挙動の変化であると考えられる。厚さ 2 mm のリコンストラクションプレートの装着による最大主応力の最大値の減少率は、Ⅲに対してⅢP2 は 8%、ⅢD に対してⅢP2D は 4%、最大せん断応力の最大値の減少率は、Ⅲに対してⅢP2 は 24%、ⅢD に対してⅢP2D は 27%であった。最大主応力の最大値の減少率に比べ、最大せん断応力の最大値の減少率が大きいことから、リコンストラクションプレートの装着は、特に下顎骨のねじれの動きを抑えるのに有用であると考えられる。厚さ 3 mm では最大主応力の最大値の減少率は、Ⅲに対してⅢP3 は 10%、ⅢD に対してⅢP3D は 8%、最大せん断応力の最大値の減少率は、Ⅲに対してⅢP3 は 31%、ⅢD に対してⅢP3D は 33%であったことから、リコンストラクションプレートの厚さが増加すると、下顎骨のたわみとねじれの抑制効果が大きくなり、切除部に生じる応力集中を緩和させ、骨折の予防に有用であることが示唆された。

以上の結果から、残存下顎骨量の減少および顎義歯の装着は、骨折のリスクを増加させるが、リコンストラクションプレートを装着すると、下顎骨が補強され、特にねじれが抑えられ、顎義歯を装着したとしても、骨折のリスクが減少することが示された。