

Title	A comparative study of most suitable miniplate fixation for mandibular symphysis fracture using a finite element model
Sub Title	下顎正中骨折ミニプレート固定方法の安定性に関する有限要素解析による比較研究
Author	木村, 章子
Publisher	慶應医学会
Publication year	2006
Jtitle	慶應医学 (Journal of the Keio Medical Society). Vol.83, No.2 (2006. 6) ,p.13-
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	号外
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00069296-20060602-0013

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

A comparative study of most suitable miniplate fixation for mandibular symphysis fracture using a finite element model

(下顎正中骨折ミニプレート固定方法の安定性に関する有限要素解析による比較研究)

木村 章子

内容の要旨

下顎正中中部は、下顎骨骨折の約20%を占め好発部位のひとつである。偏位の大きい骨折は観血的整復術の対象となるが、その際重要なのは咀嚼負荷に耐える安定した固定を得ることである。これまでは術者の経験的判断により、下顎前面のミニプレート1ないし2枚固定が行われてきた。

本研究では、下顎正中骨折においてコンピューターモデルを作成し、咀嚼時にかかる応力解析を行い、ミニプレートの使用枚数、固定部位による安定性の差異につき検討した。

ヒト乾燥頭蓋骨のCT前頭断面画像から8個の3次元無歯下顎モデルを構築し、コンピューターで下顎正中骨折を作成後、ミニプレートの数、位置を変えた下顎モデルを設定した。比較群は、下顎前面ミニプレート1枚固定(1枚群)、下顎前面ミニプレート2枚固定(平行2枚群)、下顎前面・下面ミニプレート各1枚固定(垂直2枚群)の3群とした。

左臼歯相当部に300Nの垂直荷重をかけ、3次元有限要素解析を行い、骨折面上縁のずれ幅、プレート/スクリューの最大発生応力、ネジ穴周囲の最大発生応力の3点について統計学的有意差を検討した。

応力分布：正常モデルでは正中中部への応力発生はわずかだったが、正中骨折モデルでは、固定法によらず荷重側骨縁のスクリューに応力が集中した。

骨折面上縁のずれ幅：1枚群(中央値0.29mm)と比べ、平行2枚群(0.25mm)は有意差がなかったが、垂直2枚群(0.17mm)は有意にずれ幅が少なかった。骨折面のずれ幅と骨折治癒に関しては、動物実験より正常な治癒にはずれ幅が0.15mmを超えないようにすべきとの報告があるが、垂直2枚群が最もその値に近かった。ミニプレートを2枚使用する場合、異なる2つの面で固定した方が、より安定していると言える。

プレート/スクリューに発生する最大応力：最大応力が発生した負荷側骨縁のスクリューの応力値は、1枚群(中央値15.5MPa)、平行2枚群(10.3MPa)、垂直2枚群(8.0MPa)の順に小さくなったが、グループ間に有意差を認めなかった。

ネジ穴周囲の最大応力：最大応力が発生した負荷側骨縁のネジ穴周囲の応力値は、1枚群(中央値13.9MPa)、平行2枚群(6.6MPa)、垂直2枚(2.6MPa)の順に小さくなり、垂直2枚群の値は残り2グループに比べ有意に小さかった。

これらの結果より発生応力に関しては、骨折部位を固定するプレートシステム上に生じる応力に有意差はないが、付随して生じるネジ穴への発生応力にはミニプレートの固定方法による有意差が生じており、骨への負担は、2枚使用した場合では、前面に2枚固定するより前面と下面にわけて固定した方が、骨への負担が少ないと考えられる。

本研究により、下顎正中骨折においてミニプレートによる固定を行う場合、スクリュー周囲の骨への負担を最小限にし、かつ力学的に安定させるには、下顎前面1枚、下顎前面2枚、下顎前面・下面に各1枚の中では、下顎前面と下面にそれぞれ1枚ずつ固定するのが良い可能性が示唆された。

論文審査の要旨

下顎正中中部骨折は、偏位が大きい場合は観血的整復術の対象となる。その際重要なのは咀嚼負荷に耐える安定した固定を得ることである。これまでは術者の経験的判断による手術が行われてきた。

本研究では、下顎正中骨折のコンピューターモデルを作成し、咀嚼時にかかる応力解析を行い、ミニプレートの使用枚数、固定部位による安定性について検討した。その結果、骨折部位を固定するプレートシステム上に発生する応力に有意差はないが、付随して生じるネジ穴への発生応力にはミニプレートの固定方法による有意差が生じており、下顎正中骨折でスクリュー周囲骨への負担を最小限にし、かつ力学的に安定させるには、下顎前面1枚、下顎前面2枚、下顎前面・下面に各1枚の中では、下顎前面と下面にそれぞれ1枚ずつミニプレート固定するのが良いと結論づけられた。

審査では、まず実験に用いた8個の下顎モデルの違いについて質問がなされ、モデルのもとになった乾燥頭蓋骨の人種や性別の情報はないが、モデル毎に、モデル全体の高さや幅が異なるとの説明がなされた。

また、軟部組織を伴う新鮮死体を用いた実測による検証をしなかった理由につき質問がなされたが、軟部組織を伴った状態でかつ本研究のモデルに相当する条件に合致した新鮮死体で実測するのは現実的に困難であり、ダミー人形などで検討していきたいとの回答がなされた。

次いで、垂直2枚固定では下顎下面のネジの引き抜きも考慮されるが、どの程度でぬけるのかとの質問がなされた。これについて、今回はミニプレート/スクリューおよびネジ穴に発生した応力のみを検討したため、この問いには追加の検討を要するが、解析プログラムの設定により答えを導くことは可能であるとの説明がなされた。

また4穴ミニプレートのみで比較検討したが、6穴プレートや形状の異なるプレートとの比較をするべきでないかとの質問に対し、手術侵襲を一定にするため今回は形状の一定な4穴プレートのみの実験を行ったとの回答がなされた。

最後に無歯顎で1本のインプラントを片側臼歯部に埋入した状況設定は、実際のどのような患者を想定したのかとの質問がなされ、今回はプレート固定方法の差異を比較することが目的であり、また固定に歯牙を用いないため、条件設定をより簡素化したとの回答がなされた。また、切歯部での咀嚼負荷によるシミュレーションも並行して行っていることが追加された。それに対し、1箇所での咬合は現実的ではなく、咀嚼負荷を検討する上では、両側臼歯部、片側臼歯部、前歯部で検討するのが好ましいとの助言がなされた。

以上のように、本研究では今後検討されるべき課題を残しているものの、術者の経験的判断により行われてきた下顎骨折のミニプレート固定に対し、有限要素法によるコンピューター解析により手術法の説明を行ったことは手術手技の改善につながり、臨床的意義があると評価された。

論文審査担当者 主査 形成外科学 中島 龍夫
歯科・口腔外科学 中川 種昭 耳鼻咽喉科学 小川 郁
整形外科 戸山 芳昭

学力確認担当者：

審査委員長：中川 種昭

試問日：平成18年 1月30日