

平成 23 年 6 月 3 日現在

期間番号 : 33602

研究種目 : 若手研究 (B)

研究期間 : 2008 ~ 2010

課題番号 : 20791449

研究課題名 (和文) ポスト装着破折歯の応力解析と実証実験との比較

研究課題名 (英文) Comparison between stress analysis and clinical study for root fractured teeth treated with metal post.

研究代表者

新村 弘子 (NIIMURA HIROKO)

松本歯科大学・歯学部・助教

研究者番号 : 70329473

研究成果の概要 (和文) : 三次元有限要素法による応力解析を行い, 下顎小白歯の歯槽骨吸収の原因となる荷重成分の方向を調べるため, 歯槽骨吸収型と歯槽骨非吸収型の三次元有限要素モデルを作成し, 頬側, 舌側, 近遠心方向からの荷重を行った. 歯根膜の圧縮応力を示すマイナス値の第 3 主応力の分布を調べた.

その結果, 舌側から荷重した歯槽骨非吸収モデルにおいて頬側歯頸部中央部と近遠心隅角部に応力集中帯が認められたのに対し, 歯槽骨吸収モデルでは応力集中帯が認められなかった. 一方, 頬側, 近遠心方向からの荷重に対して, 応力集中帯は認められなかった. これらより, 舌側からの荷重成分による圧縮応力により頬側の歯槽骨吸収が生じることが示唆された.

研究成果の概要 (英文) : A cause of alveolar bone absorption of mandibular premolar was investigated using three dimensional finite element models with and without alveolar bone absorption.

For model weighted from lingual side without alveolar bone absorption, zone of stress concentration was found in central part of neck and corner of mesial or distal direction of the tooth. However, for model weighted from lingual side with alveolar bone absorption, stress concentration was not found. Also, for models weighted from buccal side and mesial or distal directions, stress concentration was not found.

Therefore, alveolar bone absorption is caused by compressing stress from lingual side load.

交付決定額

(金額単位 : 円)

	直接経費	間接経費	合 計
2008 年度	2,100,000 円	630,000 円	2,730,000 円
2009 年度	349,463 円	104,838 円	454,301 円
2010 年度	450,537 円	135,161 円	585,698 円

年度			
年度			
総 計	2,802,000 円	869,999 円	3,779,999 円

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：歯台築造・有限要素・歯根破折

1. 研究開始当初の背景

補綴臨床においては失活歯を利用する頻度は非常に高く、中でもコアの維持部としてポストは重要な役割を担っている。その一方で補綴処置を施した支台歯歯根部歯質に亀裂や破折が継発し、抜歯に至ることが報告されている。

従来失活歯に用いるポストは、残存歯質を補強するといわれてきたが、場合によっては補強効果はなく、むしろ応力が集中することで、歯根破折を招く可能性があるとも近年報告されるようになってきた。

そこで歯根破折の研究を進める過程で、口腔内で破折している歯には頬側に歯槽骨吸収を生じていることが明らかになった。これを受け、歯槽骨吸収の後、歯根破折が起こるのではないかと推測し、まず、歯槽骨吸収を起こす力の方向を調べるため、有限要素モデルを作成した。

2. 研究の目的

小白歯歯根部が歯根を近遠心方向に二分する頬舌的な歯根破折を起こす原因は、咬合力の作用ではなく解剖学的な特徴によるものであるとの報告もあるが、具体的にどのような解剖学的特徴によるものかは断定できないとも報告されている。

通常、口腔内の硬組織の診査にはX線写真を用いるが、デンタルX線写真では観察方向が限定され、亀裂や破折が確実に把握できないことがある。したがって口腔内で発生した亀裂の状態を調べることができず、患歯の状態を抜歯前に詳しく検査し診断することはできなかった。さらに歯槽骨についても二次元的な観察しかできないため、歯根破折と歯槽骨吸収部位との位置関係やそれぞれの形状についての三次元的関係は把握できなかった。

そこで以前、歯科用小型X線CT（3DX Multi-Image Micro CT: 3DX, モリタ, 以下3DXと略す）で、下顎小白歯を観察した結果、歯根破折と頬側の歯槽骨吸収が同時に発現している頻度の高いことを報告した。さらに、歯根破折を起こしていない生活歯においても頬側に歯槽骨吸収を多く認めた。これをもとに三次元有限要素法で応力解析を行った結果、頬側に歯槽骨吸収がある場合は、近心側または遠心

側方向からの咬合力が加わった時に歯根破折が生じやすくなることを報告した。しかし、歯槽骨吸収の原因は十分に解明されていなかった。

本研究では頬側に歯槽骨吸収を引き起こす力の方向を検討すること、さらに先の研究では不十分であった、歯根膜の応力集中を検討することを目的に、三次元有限要素法による応力解析を行い、歯槽骨吸収の原因となる荷重方向を分析した。そして、歯根破折のメカニズムを解明する。

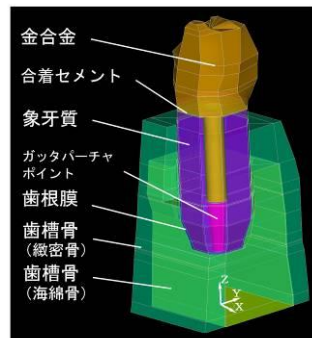
3. 研究の方法

今回使用したのは以前に3DXを撮影した歯の中で、頬側に垂直性骨吸収を示した失活歯に対して、ポストコアを装着したモデルである。歯根膜の圧縮応力を観察するだけであれば、ポストコアを装着する必要はなかったが、今後、歯根破折のメカニズムを解明するために、このようなモデルをあえて選択した。また、歯冠部歯質の残存量については、破折強度の観点から最も条件が厳しく、一方で臨床で遭遇頻度の高い支台歯を想定して、歯冠部残存歯質のないモデルを用いた。解析モデルの座標軸をXは近心側または遠心側方向、Yは舌側方向、Zは歯冠側方向に定めた後、歯槽骨吸収前である三次元歯槽骨吸収非モデルと、歯槽骨吸収後である三次元歯槽骨吸収モデルをそれぞれ作成し、要素分割した。要素数は三次元歯槽非骨吸収モデルで22,256、節点数は4,543、三次元歯槽骨吸収モデルの要素数は31,944、節点数は6,697に設定した。このモデルの歯冠頬側咬頭頂に、座標軸にしたがって頬側方向、舌側方向および近心側または遠心側方向の3方向からそれぞれ0.10kgfの水平荷重を負荷した。

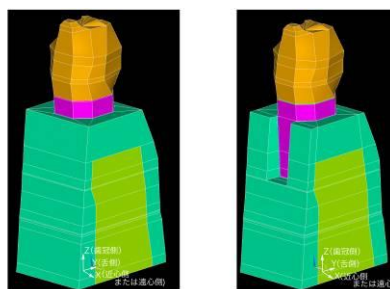
各種材料定数を設定した上で有限要素プログラム（ANSYS Rev 8.0, ANSYS製）を用いて計算を行った。そして歯槽骨吸収を惹起する荷重方向を調べるために、歯根膜の圧縮応力を示す第3主応力（最小主応力）について歯槽骨吸収モデル、歯槽骨非吸収モデルのそれぞれにおいて観察した。

各種材料定数

材料	ヤング率 (GPa)	ポアソン比
金合金	95	0.33
MMA レジンセメント	4.1	0.35
象牙質	14	0.15
ガッタパーチャポイント	0.1	0.39
歯根膜	0.01	0.49
緻密骨	20	0.30
海綿骨	1.4	0.30



形状モデルの構成 (透過図)



歯槽骨非吸収モデル

歯槽骨吸収モデル

形状モデルの形態



三次元有限要素モデルにおける荷重方向

4. 研究成果

三次元有限要素法による応力解析を行い、下顎小臼歯の歯槽骨吸収の原因となる荷重成分の方向を調べるため、歯槽骨吸収型と歯槽骨非吸収型の三次元有限要素モデルを作成し、頬側、舌側、近遠心方向からの荷重を行った。歯根膜の圧縮応力を示すマイナス値第3主応力の分布を調べた。

その結果、歯槽骨非吸収モデルでは、舌側荷重に対し頬側歯頸部中央部と近遠心隅角部に応力集中帯が認められた。一方、歯槽骨吸収モデルでは、歯根膜全体に応力が分散し、歯槽骨吸収部の最も根尖よりの部分では応力集中は観察されなかった。

なお、歯槽骨非吸収モデル、歯槽骨吸収モデルともに頬側荷重に対しては舌側歯頸部、近心側または遠心側荷重に対しては、近心又は遠心歯頸部に集中がみられ頬側歯頸部付近への応力集中はみられなかった。

上顎前歯部に対する歯槽骨吸収を設定しない模型への荷重実験と、歯質内に発生した亀裂の立体的様相およびこれに基づく有限要素応力解析を行い、根面部付近に亀裂が1本発生し、その亀裂に続いて根尖方向に亀裂がもう一本発生することを報告している論文もあるが、以前の研究で口腔内で歯根破折を起こした歯について観察したところ、亀裂は1本のみで、同時に歯槽骨吸収が観察された。この荷重実験と実際の口腔内での相違は、歯槽骨吸収を設定しなかったことが、実際の口腔内での歯根破折の様相とは異なっていたためと判断される。したがって、今回の実験で三次元有限要素モデルに歯槽骨吸収を設定したことは妥当であったと考える。また、実際の口腔内でも歯槽骨吸収後に歯根破折を惹起している可能性が高いことが推測できる。

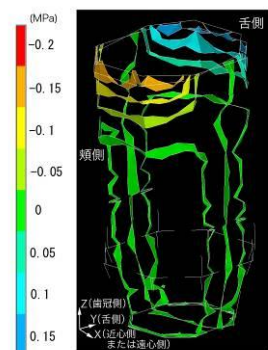
一方、歯根が垂直破折した場合の歯周組織破壊を病理組織学的に明らかにするため、人工的にビーグル犬の歯を破折させる実験を行った文献では、根管から破折部に進入増殖した細菌が、歯根膜や歯槽骨に炎症性破壊を引き起こす最も重要な因子であると述べている。しかし、3DXで生活歯においても頬側の歯槽骨吸収が観察されることから、歯根破折した部位から細菌感染し歯槽骨吸収が起こったとは考えにくい。

3DXの頬側歯槽骨吸収像の観察とあわせ、有限要素応力解析により、頬側の歯槽骨が吸収していると近心側または遠心側方向からの荷重により歯根破折が生じることを報告している。今回の応力解析で、3DX画像の歯槽骨吸収部位と歯槽骨非吸収モデルの歯根膜における、マイナス値の第3主応力発現部位とが一致しているため、舌側荷重によって破骨細胞が出現し歯槽骨が吸収したものと思われる。また歯槽骨吸収モデルとあわせて

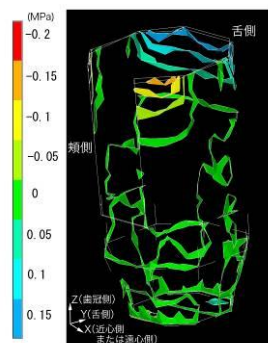
考察すると、歯槽骨吸収部の最も根尖側部位では応力集中は観察されないことから歯槽骨吸収がさらに進展しているとは考えにくい。

歯槽骨吸収モデルでは、舌側からの荷重時に歯根膜の頬側中央には圧縮応力の集中は観察されないが、歯頸部近心及び遠心頬側隅角に圧縮応力の集中が観察される。これは、3DX から歯槽骨吸収モデル及び、歯槽骨非吸収モデルを作成する際に歯根膜腔の幅をほぼ均一とし、歯根膜腔の拡大や水平的な骨吸収を配慮していないために、圧縮応力集中部位と、歯槽骨吸収部位の差が生じたと考えられる。圧縮応力の集中部位はゆくゆく歯槽骨が吸収するので、歯頸部頬側近遠心隅角の歯槽骨吸収により、舌側からの荷重時における応力集中部位には当然変化がみられるはずである。しかしながら、3DX の画像において頬側歯槽骨の吸収が根尖側 2/3 を越えるものがないことをあわせて考えると、歯槽骨吸収モデルの頬側中央部に応力集中が生じていないことには変わりがないため、今回の舌側方向からの荷重により歯槽骨の吸収が生じるという結果に変化はないと思われる。

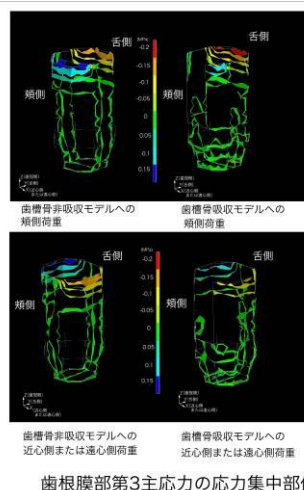
以上より、ポスト装着歯の歯槽骨吸収の原因は、舌側方向からの荷重により発生する歯根膜の圧縮応力であると考えられる。



歯槽骨非吸収モデルにおける舌側荷重時の
歯根膜部第3主応力の応力集中部位



歯槽骨吸収モデルにおける舌側荷重時の
歯根膜部第3主応力の応力集中部位



歯根膜部第3主応力の応力集中部位

また、臨床的に舌側方向からの荷重成分によって歯槽骨吸収が引き起こされる原因として、側方ガイダンス不良による咬頭干渉や、歯質の欠損や歯の欠損に伴う不正咬合によるくいしばり、歯の欠損に伴う咬合の変化などが考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

- ① 新村弘子、土屋総一郎、滝嶋 博、大島和成、山下秀一郎、三次元有限要素応力解析による下顎小白歯歯槽骨吸収に関する研究、松本歯学、査読有、35 巻、2009、144—149

6. 研究組織

(1) 研究代表者

新村 弘子 (NIIMURA HIROKO)
松本歯科大学・歯学部・助教
研究者番号：70329473

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：