

## 歯に矯正力を加えた際の圧迫側歯周組織の三次元的様相について

### 学位論文内容の要旨

矯正歯の移動を行った際の歯周組織の変化は、歯根と歯槽壁の間に生じる応力に対応する、あるいは適用しようとする組織の変化である。したがって、その変化はこれらの間で三次元的に生じることが自明である。しかし、従来までの報告の多くは、組織切片の一断面の観察をもとにしている。この手法では特定部位の詳細な形態を観察するには適しているが、立体的な歯周組織の変化を把握するのには不十分である。

そこで今回の実験は、歯に矯正力を加えた際の歯周組織の初期変化をコンピュータグラフィックスで三次元再構築を行い、その変化を三次元的にとらえ、圧迫側歯根膜の変性組織および破骨細胞の状態とその分布領域を明らかにすることを目的に行った。

#### <材料と方法>

実験動物には雄の成ネコを用いた。上顎左側犬歯を実験歯とし、右側同名歯を対照歯として、上顎左側第三前臼歯を固定源とし、矯正用クローズドコイルスプリングで実験歯を遠心に傾斜移動させた。実験前後にX線写真、口腔内写真、歯列模型を採得した。実験条件は初期荷重を100g、200gとし、それぞれ4日間および7日間実験を行った。

実験の所定の期間終了後、Bouin固定液で灌流固定し、Plank-Rychlo液で5日間脱灰した。通法に従ってパラフィンおよびセロイジンに包埋した。パラフィンブロックは5 $\mu$ mに薄切し、ヘマトキシリン-エオジン染色およびアザン染色した。セロイジンブロックは薄切面に垂直に2箇所穴をあけて三次元再構築の基準点として設定し、30 $\mu$ mの横断連続切片を作製し、ヘマトキシリン-エオジン染色した。

セロイジン連続切片を5枚おきに顕微鏡写真撮影し、歯根、歯槽骨、無細胞帯、破骨細胞の分布領域、および2つの基準点をトレースして、それらをコンピュータに入力し、三次元画像構築ソフト（Cosmozone II SA Nikon社製）で三次元再構築像を作製した。

## <結果>

### 1. 組織学的所見

今回の実験で、歯頸部圧迫側歯根膜に2種類の変性帯が分類された。一つは、従来から硝子様変性と言われている領域で、これを無細胞帯と呼んだ。エオジンに均質に染色され、歯根膜細胞の核がほとんどみられず、また、線維構造やこれらの間に存在する脈管神経隙もほとんどみることのできない光学顕微鏡的に均質無構造な領域であった。他方は、上記の無細胞帯の間に挟まれて存在する領域で内変性帯と呼んだ。線維芽細胞の核濃縮像と圧迫された血管像が認められ、アザン染色では橙黄色に染色された。

さらに、破骨細胞を出現方法および上記の二つの変性帯との関連により穿下性骨吸収、直接性骨吸収、背部骨吸収の三つの骨吸収を行う破骨細胞に分類した。すなわち圧迫側歯根膜において、一つは上記の無細胞帯の外縁に接して分布し、穿下性骨吸収を行っている破骨細胞であった。二つ目はその外側の圧迫された歯根膜の歯槽骨表面に分布し直接性骨吸収を行っている破骨細胞であった。また、三つ目は内変性帯に接する歯槽骨の骨髓内において背部骨吸収を行っている破骨細胞であった。

### 2. 三次元再構築像の観察

#### 1) 100g 4日間例

遠心面観では歯頸部約1/3に内変性帯を囲むように環状に無細胞帯がみられ、近心面観では根尖部に帯状に無細胞帯がみられた。破骨細胞は無細胞帯の周囲にわずかにみられた。

#### 2) 100g 7日間例

遠心面観では内変性帯は広くなり、それを囲むように細い幅の無細胞帯が環状にみられ、さらにその外側に破骨細胞が多くみら

れた。また、頬側面観から、内変性帯に接する歯槽骨の浅い部分の骨髓内にも破骨細胞がみられた。

近心面観では根尖部にわずかに無細胞帯がみられ、破骨細胞がその周囲に広く分布し、頬側面観では破骨細胞が遠心歯頸部から近心根尖部まで連続してみられた。

### 3) 200g 4日間例

遠心面観では、歯頸部に内変性帯を囲むように無細胞帯が分布し、また、近心面観の根尖部では小さな無細胞帯がみられた。破骨細胞は歯頸部の無細胞帯の周囲にわずかにみられた。

### 4) 200g 7日間例

遠心面観では、歯頸部に限局する偏平で環状の無細胞帯がみられ、それに接して破骨細胞が存在した。また、破骨細胞は、頬側面観からの観察により内変性帯に接した歯槽骨の内深くの骨髓内まで数多くみられた。

また、近心面観では根尖部に無細胞帯が複雑に分散してみられ、その周りに破骨細胞が数多く観察された。

## <考察>

### 1) 組織学的考察

従来、圧迫側歯根膜に生じる組織変化は硝子様変性（または無細胞帯）や壊死と呼ばれているが、いずれも同一の変性組織として観察されてきた。今回の実験では、この硝子様変性を組織学的な所見から無細胞帯と内変性帯との二種類に区別して観察記載した。内変性帯は遠心歯頸部の圧迫側歯根膜のみにみられ、近心根尖部の圧迫側歯根膜では、はっきり区別できなかった。Reitan等は圧迫側歯根膜の変性領域を硝子様変性と半硝子様変性に区別しているが、いずれも今回の実験でみられた無細胞帯に隣接する領域について述べたもので、半硝子様変性は無細胞帯から破骨細胞の出現する歯根膜領域への移行部と考えられる。一方、今回の実験では内変性帯は無細胞帯に環状に囲まれて内側に存在した、この両者の境界は不明瞭であった。内変性帯についての報告はこれ

まで全くみられないが、これらの変性帯の組織像ならびに破骨細胞の出現の部位からも両者を区別すべきものと考えた。

## 2) 三次元再構築像からの考察

今回の実験では、4日目に無細胞帯、内変性帯、および少数の破骨細胞がみられた。このことは、4日間では応力に対する歪を解放するための反応として圧迫側歯根膜に前駆細胞が出現し、破骨細胞に分化していることを示している。7日目の100g例では頬側歯頸部から根尖部まで連続して幅の広い破骨細胞の分布がみられるのに対し、200g例では歯頸部の破骨細胞は無細胞帯の周辺に限局し、逆に歯槽骨深くの骨髓内にも背部骨吸収を行っている破骨細胞が多くみられた。この分布形態の違いから考えて、この実験系では100gの力の方が200gの力に比べてより至適な力であったと考えられる。

このように、今回の実験で、無細胞帯、内変性帯、および破骨細胞の三種類の組織の分布領域の関連性について立体的に観察することができ、その結果から、歯を介して歯槽骨に伝達される応力を三次元的に推測することが可能となった。

## 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 中 村 進 治  
副 査 教 授 脇 田 稔  
副 査 教 授 吉 田 重 光

### 学 位 論 文 題 名

歯に矯正力を加えた際の圧迫側歯周組織の  
三次元的様相について

審査は脇田、吉田および中村審査員全員の出席のもとで口頭試問により提出論文の内容と、それに関連する学科目の知識について行った。

矯正力による歯周組織の変化とくに圧迫側での歯槽骨吸収の様相を知ることは歯科矯正学にとってもっとも関心の深い問題である。したがって、これまで数多くの研究者が光学顕微鏡あるいは電子顕微鏡を用いて観察し報告しているが、いまだに立体的な歯周組織の変化として把握したものはなく、従ってこの点に関して十分に解明されていない。

そこで本研究は歯に矯正力を加えた際の歯周組織の初期変化をコンピュータグラフィックスを用いて三次元再構築し、圧迫側歯根膜の変性組織および破骨細胞の分布状態を三次元的に明らかにしようと試みている。

## <材料と方法>

実験動物には雄の成ネコを用い、上顎左側犬歯を実験歯とし、右側同名歯を対照歯とした。上顎左側第三前臼歯を固定源とし、矯正用クローズドコイルスプリングで実験歯を遠心に傾斜移動させた。実験条件は初期荷重を100g、200gとし、それぞれ4日間および7日間牽引を行った。

実験の所定の期間終了後、Bouin固定液で灌流固定し、Plank-Rychlo液で5日間脱灰した。通法に従ってパラフィンおよびセロイジンに包埋した。セロイジンブロックの薄切面に垂直に2箇所穴をあけてこれを三次元再構築の基準点とした。この試料ブロックから30 $\mu$ mの横断連続切片を作製し、ヘマトキシリン-エオジン染色した。

セロイジン連続切片を5枚おきに顕微鏡写真撮影し、歯根、歯槽骨、無細胞帯、破骨細胞の分布領域、および2つの基準点をトレースして、それらをコンピュータに入力し、三次元画像構築ソフト(Cosmozone2SA Nikon社製)で三次元再構築像を作製した。

## <結果および考察>

### 1) 組織学的観察

従来、圧迫側歯根膜に生じる組織変化は硝子様変性(または無細胞帯)や壊死と呼ばれているが、いずれも同一の変性組織として観察されてきた。今回の実験では、この硝子様変性を組織学的な所見から無細胞帯と内変性帯との二種類に区別して観察記載した。内変性帯は遠心歯頸部の圧迫側歯根膜

のみにみられ、近心根尖部の圧迫側歯根膜では、明瞭に区別ができなかった。Reitan等は圧迫側歯根膜の変性領域を硝子様変性と半硝子様変性に区別しているが、いずれも今回の実験でみられた無細胞帯に隣接する領域について述べたもので、半硝子様変性は無細胞帯から破骨細胞の出現する歯根膜領域への移行部と考えられる。一方、今回の実験では内変性帯は無細胞帯にはさまれて内側に存在し、この両者の境界は不明瞭であった。内変性帯についての報告はこれまで全くみられないが、これらの変性帯の組織像ならびに破骨細胞の出現の部位からも両者を区別すべきものと考えた。

## 2) 三次元再構築像からの観察

今回の実験では、歯頸部圧迫側歯根膜には環状の無細胞帯がみられ、その内側に内変性帯が観察された。4日目に無細胞帯、内変性帯、および少数の破骨細胞がみられた。このことは、実験開始後4日間で、応力に対する歪を解放するための反応として圧迫側歯根膜に前駆細胞が出現し、破骨細胞に分化していたことを示している。7日目の100g例では頬側歯頸部から根尖部まで歯根膜内に連続して幅の広い破骨細胞の分布がみられるのに対し、200g例では歯頸部の破骨細胞は無細胞帯の周辺に限局し、逆に圧迫部位に一致する歯槽骨深部の骨髓内にも背部骨吸収を行っている破骨細胞が多くみられた。この分布形態の違いから考えて、この実験系では100gの力の方が200gの力に比べてより至適な力であったと考えられる。

このように、今回の実験で、無細胞帯、内変性帯、および破骨細胞の三種類の組織の分布領域の関連性について立体的に観察することができ、その結果から、歯を介して歯槽骨に伝達される応力を三次元的に推測することが可能となった。

本研究は、これまで漠然と推測していた矯正力に対する圧迫側歯槽骨吸収の様相を立体的に明確に観察する手法を確立した点、今後の矯正歯科治療において至適矯正力を考える上で非常に役立つものと考えられる。

よって申請者は博士(歯学)の学位を授与される資格をもつものと認められる。