

学位論文題名

実験的歯の移動時における圧迫側歯槽骨に
生じる背部骨吸収と血管分布

学位論文内容の要旨

緒言

実験的に歯を移動した時、圧迫側の歯槽骨にはいくつかの異なる部位で吸収が生じる。一つは、歯根膜腔に面する歯槽壁から始まる吸収で穿下性骨吸収や直接性骨吸収と呼ばれ、他方は変性歯根膜に面する歯槽骨の中に生じる吸収で背部骨吸収と呼ばれる。このような背部骨吸収は、その開始部位により浅部の背部骨吸収と深部の背部骨吸収とに分けられている。特に歯槽壁中で変性歯根膜に近接した部位で生じる浅部の背部骨吸収と、変性歯根膜外縁に沿って生じる穿下性骨吸収との間には組織学的類似性、あるいは圧力分布との関連性が指摘されている。しかし、このような歯周組織に生じる圧力分布と吸収開始部位との間の直接的な因果関係を説明するには不明な点が多い。本研究は浅部の背部骨吸収の開始部位から骨髓腔と歯根膜腔とを連絡する貫通管に注目し、墨汁注入標本および血管鋳型標本を検索し、圧迫歯周組織による骨吸収の様相と血管分布を詳細に検討した。

材料と方法

成ネコの右側上顎犬歯を実験歯、左側上顎犬歯を対照歯とした。実験歯は、100gの初期荷重を第3前臼歯を固定源として、7日ならびに14日間遠心移動させた。その後、両側の総頸動脈より10%ホルマリンにて灌流固定した。標本の一部は墨汁を注入した。脱灰の後、通法に従ってパラフィンまたはセロイジンに包埋し、連続薄切を行い光顕下で観察した。また、他の標本は合成樹脂(Mercox)を注入し、20%KOHで軟組織を溶解し遊離して、血管鋳型標本を作製した。標本は乾燥の後金を蒸着し走査電顕にて観察した。

結果

1. 墨汁注入標本

対照歯の遠心部では、歯根膜腔には歯槽壁に近接した太い血管が見られ、また歯槽壁から離れて小血管の集団が見られた。これらの血管は骨髓腔の血管と連絡しており、その連絡血管が通る管は貫通管と呼ばれている。また貫通管の中の血管は通常複数存在していた。実験開始7日後では、変性歯根膜の外側の穿下性骨吸収とともに変性歯根膜に面して歯槽壁に背部骨吸収が数カ所見られた。これらの背部骨吸収では、貫通管内で吸収が生じており、貫通管内に変性組織が押し込まれてその周囲には複数の血管が常に認められた。一方、変性歯根膜から離れた部位では、複数の血管が存在しても貫通管内には吸収が生じていなかった。実験開始14日後では、背部骨吸収の吸収像は様々な形態が見られた。隣接する2つの貫通管にそれぞれ生じた吸収領域が拡大するに伴って、互いに交通して吸収部位が急速に拡大したもの

も見られた。このような拡大した吸収領域の中央部では歯根膜組織の修復が生じていた。他方、同じ14日後でも貫通管内で吸収の生じていないものも見られた。この貫通管は直径が小さく、内部に押し込まれた歯根膜が少なく、血管がその歯根膜の先端の位置まで達していなかった。

2. 血管鑄型標本

対照歯では、歯根膜腔の血管は、歯槽壁に近接して太い血管からなる網目と、これより歯根側に細い血管からなる網目の二層からなっていた。これらの2つの血管網はところどころで互いに連絡し、全体的には血管網は歯の長軸方向に引き伸ばされたような形をしていた。これらの血管と貫通管の血管とは多くの交通が見られた。実験開始7日後では、圧迫されて血流が途絶えた変性歯根膜に対応する部分の歯槽壁が露出し、その表面には多くの貫通管の開口部が見られ、そのいくつかは拡大しており輪郭が不規則になっているものが見られた。それらの開口部は貫通管内部に吸収を生じていて輪郭は不規則になっていた。また、このような貫通管内部には血管のループや2次ループが観察された。実験開始14日後では、露出した歯槽骨の面積が7日後に比べ縮小していた。血管は本来歯軸と平行に走行する傾向を示すが、穿下性骨吸収の進行に伴って伸び出した血管は、複雑かつ不規則な走行を示し、特に吸収面に近い部位の新生血管は様々な形態で見られた。このような吸収窩にみられる多数の血管ループは貫通管内部に見られる単純なループと異なり、三次元的に極めて複雑な形態を示していた。このような吸収窩の血管網と貫通管の間あるいは隣接する貫通管の間にはこれらを連絡する血管が見られた。

考察

穿下性骨吸収は変性歯根膜組織内の無細胞帯の周辺に生じることが知られているが、貫通管内でも、押し込まれた変性歯根膜組織先端の無細胞帯がみられ、これに接して背部骨吸収が生じていた。また、穿下性骨吸収と背部骨吸収は、無細胞帯に近接して多数の細い血管が存在するという共通の所見が認められた。このように、背部骨吸収は穿下性骨吸収と組織学的には同様の機構で生じることが明らかになった。

歯槽骨中に浅部の背部骨吸収が生じる機構について次のように考えた。圧迫部で歯根膜の血流が途絶えると貫通管内の血流も途絶える。しかし一般に貫通管内には複数の血管が存在するので、そこにバイパスとして血管ループが形成され、これより骨髓側の血流が維持される。従って、この時このループに加わる圧力がある圧力の範囲内にあると、血管内の単核細胞の血管外への遊出が促進されこの部位で破骨細胞の前駆細胞の分化が誘導され、貫通管壁に背部骨吸収が生じると考えられる。同様に吸収の生じない場合も説明できる。すなわち、貫通管が細い場合や、バイパスが形成されなかった場合、あるいはループがある圧力の範囲内にない場合は吸収が起きないと考えられる。

今後、生体力学的手法などを用いてこの圧力範囲、すなわち至適矯正力を究明することが必要であると考えられる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 脇 田 稔

副 査 教 授 中 村 進 治

副 査 教 授 吉 田 重 光

学 位 論 文 題 名

実験的歯の移動時における圧迫側歯槽骨に

生じる背部骨吸収と血管分布

審査は主査、副査がそれぞれ個別に申請者に対して口頭試問により提出論文の内容とそれに関連した学問分野について行った。

日常の矯正歯科臨床において適時矯正装置を調整し歯を移動させているが、その際の歯周組織の変化に関して変性歯根膜に面する歯槽骨の中に生じる背部骨吸収についての研究はほとんど報告されていない。そこで申請者はネコ上顎犬歯の遠心移動実験を行い、圧迫歯周組織による骨吸収の様相と血管分布を墨汁注入標本及び血管鋳型標本を用いて検討を行っている。

【実験材料ならびに実験方法】

成ネコの右側上顎犬歯を実験歯、左側上顎犬歯を対照歯とした。実験歯は、100gの初期荷重を第3前臼歯を固定源として、7日ならびに14日間遠心移動させた。その後、両側の総頸動脈より10%ホルマリンにて灌流固定した。標本の一部は墨汁を注入した。脱灰の後、通法に従ってパラフィンまたはセロイジンに包埋し、連続薄切を行い光顕下で観察した。また、他の標本は合成樹脂(Mercor)を注入し、20%KOHで軟組織を溶解し遊離して、血管鋳型標本を作製した。標本は乾燥の後金を蒸着し走査電顕にて観察した。

【実験結果】

1. 墨汁注入標本

対照歯の遠心部では、歯根膜腔には歯槽壁に近接した太い血管が見られ、また歯槽壁から離れて小血管の集団が見られた。これらの血管は骨髓腔の血管と連絡しており、その連絡血管が通る管は貫通管と呼ばれている。また貫通管の中の血管は通常複数存在していた。実験開始7日後では、変性歯根膜の外側の穿下性骨吸収とともに変性歯根膜に面して歯槽壁に背部骨吸収が数カ所見られた。これらの背部骨吸収では、貫通管内で吸収が生じており、貫通管内に変性組織が押し込まれてその周囲には複数の血管が常に認められた。一方、変性歯根膜から離れた部位では、複数の血管が存在しても貫通管内には吸収が生じていなかった。実験開始14日後では、背部骨吸収の吸収像は様々な形態が見られた。隣接する2つの貫通管にそれぞれ生じた吸収領域が拡大するに伴って、互いに交通して吸収部位が急速に拡大したものも見られた。このような拡大した吸収領域の中央部では歯根膜組織の修復が生じていた。他方、同じ14日後でも貫通管内で吸収の生じていないものも見られた。この貫通管は直径が小さく、内部に押し込まれた歯根膜が少なく、血管がその歯根膜の先端の位置まで達していなかった。

2. 血管鑄型標本

対照歯では、歯根膜腔の血管は、歯槽壁に近接して太い血管からなる網目と、これより歯根側に細い血管からなる網目の二層からなっていた。これらの2つの血管網はところどころで互いに連絡し、全体的には血管網は歯の長軸方向に引き伸ばされたような形をしていた。これらの血管と貫通管の血管とは多くの交通が見られた。実験開始7日後では、圧迫されて血流が途絶えた変性歯根膜に対応する部分の歯槽壁が露出し、その表面には多くの貫通管の開口部が見られた。それらのいくつかは拡大して、輪郭が不規則になっていた。このような開口部は貫通管内部に吸収を生じた結果と考えられ、内部には血管のループや2次ループが観察された。実験開始14日後では、露出した歯槽骨の面積が7日後に比べ縮小していた。血管は本来歯軸と平行に走行する傾向を示すが、穿下性骨吸収の進行に伴って伸び出した血管は、複雑かつ不規則な走行を示し、特に吸収面に近い部位の新生血管は様々な形態で見られた。このような吸収窩にみられる多数の血管ループは貫通管内部に見られる単純なループと異なり、三次元的に極めて複雑な形態を示していた。このような吸収窩の血管網と貫通管の間あるいは隣接する貫通管の間にはこれらを連絡する血管が見られた。

【結論】

1. 浅部の背部骨吸収は、圧迫によって生じた変性歯根膜に対応する歯槽骨骨壁内の貫通管内で生じる。
2. 背部骨吸収は、貫通管の歯根膜腔開口部近くで貫通管内に押し込まれた変性歯根膜の周囲で生じる。
3. 背部骨吸収の開始には、1) 貫通管の太さ、2) 貫通管内の血管の走行と分布、ならびに3) 変性歯根膜が押し込まれた結果貫通管内に生じる圧力分布が重要な要素となっている。
4. 背部骨吸収の開始と進行は、組織学的に穿下性骨吸収と同様の変化である。
5. 生体内で組織の圧迫によって骨の吸収が生じるためには、1) 破骨細胞の前駆細胞の供給路としての血管の存在と、2) それを閉鎖しない程度の圧力という物理的刺激の存在が必要条件でであると考えられる。
6. 上記の種々の条件の1つでも欠落する部位では背部骨吸収が生じていなかった。

以上のように本論文は歯に力を加えた時の骨吸収の様相と血管分布について詳細に検討した点、これからの矯正歯科臨床に資するところ大と考える。よって申請者は博士（歯学）の学位を授与される資格を有するものと認めた。