

学位論文題名

歯の矯正移動により生じた歯根吸収の
光学顕微鏡的ならびに三次元的研究

学位論文内容の要旨

【緒言】

矯正治療中に移動歯の根尖部分にしばしば歯根吸収が生じる現象はよく知られている。Reitanは、前歯部の歯を唇側や口蓋側へ急激に傾斜移動した場合には、歯槽骨壁の吸収のみならず歯根の吸収も引き起こしやすいと報告している。しかしながら、矯正治療中に生じる歯根吸収に関しては歯牙X線写真やオルソパントモグラフ、セファログラムなどを用いたX線学的研究が多く、前歯部歯根吸収に関する組織学的な報告は少なく不明な点が多い。そこで本研究では、矯正的歯牙移動時に生ずる歯根吸収のメカニズムを明らかにすることを目的として、成ネコ上顎犬歯を唇側傾斜させた時に生じる歯根吸収を光学顕微鏡的ならびに三次元立体構築学的に検索した。

【材料と方法】

1. 実験動物および実験装置

実験には成ネコ12匹を用いた。屈曲した矯正用ワイヤーを用い、上顎第三前臼歯を固定源として上顎犬歯を唇側傾斜させた。初期荷重は100g、実験期間は1,2,3,4週間とし、それぞれの期間において各々3~4匹のネコを用いた。

2. 光学顕微鏡的および三次元立体構築学的観察

所定の実験期間終了後、全身麻酔を施し、10%中性ホルマリン溶液で灌流固定した。固定後、上顎犬歯を含んだ上顎骨を一塊として摘出し、同一固定液にて1週間浸漬固定を行った。試料は5週間脱灰し、上昇アルコール系列で脱水後、通法に従いパラフィン包埋した。

パラフィンブロックの一部は歯軸に対して垂直な方向で薄切し、根尖部から歯冠側に向かって厚さ5 μ mの連続切片を作製してヘマトキシリン・エオジン染色を施し、光学顕微鏡で観察した。また三次元立体復構する試料については、Domon and Wakitaの方法に準じて互いに直交する2方向から試料の薄切を行った。

三次元立体復構に際しては、切片を100 μ m間隔に選択し、顕微鏡写真撮影後、歯根表面、口蓋側歯槽骨表面、ならびに破骨細胞と破歯細胞をトレースし、三次元画像解析ソフトにより三次元的に復構した。

【結果】

1. 対照群

上顎犬歯の根尖より0.3mm歯冠側の位置における切片標本では、根尖部の唇側、口蓋側、近心側、遠心側のすべてに広い骨髓腔と骨梁を有する海綿骨が観察され、根尖より1.7mm歯冠側の位置における切片標本では、歯根の唇側、近心側、遠心側に骨髓腔と骨梁が観察されるが、口蓋側では骨髓腔はほとんど観察されなかった。根尖より2.4mm、2.9mm歯冠側の位置における切片標本では、口蓋側の歯槽骨壁の厚さは根尖より1.7mmの位置とほぼ同様であった。なお、対照群においては歯根膜線維の走行の乱れ、特別な弛緩や緊張等は観察されず、骨吸収や歯根吸収も認められなかった。

2. 実験群

1週間唇側傾斜させた上顎犬歯では、口蓋側歯根膜に歯根膜線維の走行の乱れを伴

う変性像が観察された。これらの変性像は主に口蓋側歯槽骨に面した部分に認められ、歯根膜の変性領域は検索した4歯のうち3歯でみられた。しかし、検索した4歯のいずれにも歯根吸収や歯槽骨穿孔は認められなかった。

2週間唇側傾斜させた上顎犬歯の口蓋側歯根膜においても、同様の変性像が観察された。また、破骨細胞による骨吸収は検索した4歯すべてに認められた。一方、1週の実験群とは異なり、破歯細胞による歯根吸収が検索した4歯中3歯で認められた。また、1週の実験群では認められなかった口蓋側歯槽骨壁の骨穿孔も検索した4歯のうち2歯で観察された。

3週間唇側傾斜させた上顎犬歯においても変性像が観察された。また、骨吸収も検索した3歯すべてにみられた。一方、破歯細胞による歯根吸収も検索した3歯すべてに認められ、このような歯根吸収が認められる範囲は様々であった。歯槽骨穿孔は検索した3歯のうち2歯で認められ、これらの歯には歯根吸収も認められた。

4週間唇側傾斜させた上顎犬歯では、口蓋側歯根膜の変性像は検索した3歯のうち2歯で観察された。また、広範囲にわたる破骨細胞による穿下性、直接性の歯槽骨吸収が、検索した3歯すべてにおいて観察された。一方、歯根吸収は検索した3歯すべてに認められ、3歯のうち2歯で歯槽骨穿孔が認められた。

3. 三次元立体復構

対照群では、上顎犬歯根尖部の口蓋側歯槽骨壁は根尖から根尖5分の2の位置に至るまでほぼ均一な厚さを示し、骨穿孔は存在していなかった。1週の実験群では、口蓋側歯槽骨は対照群と同様の立体的形態を示しているが、根尖部分から2mmの範囲にわたる歯槽骨内面に破骨細胞が認められた。2週の実験群では、根尖部に円形の歯槽骨穿孔が認められたが、破骨細胞は骨穿孔領域に局限することなく、根尖から近遠心的に広い範囲にわたって存在しており、破歯細胞による歯根吸収部位も骨穿孔部位より歯冠側に偏位していた。3週の実験群では、円形を呈した歯槽骨穿孔が広い範囲で起こっており、破骨細胞は骨穿孔を取り囲むようにして分布していた。また、破歯細胞による歯根吸収は骨穿孔のほぼ中央部位で起こっていた。4週の実験群では、円形を呈した歯槽骨穿孔が根尖付近で起こっており、破骨細胞は骨穿孔領域以外の根尖部分から広い範囲にわたり近遠心的な広がりをもって分布していた。また、破歯細胞による歯根吸収は骨穿孔の部位より歯冠側に偏位しており、3カ所の独立した領域として観察された。

【考察】

結果より歯槽骨の薄い領域に矯正力による圧迫が加えられると、歯槽骨の吸収のみならず、歯槽骨穿孔や歯根吸収が高頻度で生ずることを示唆された。一方、矯正移動中に生じる歯根吸収の要因としては、この他にも炎症などの病的な原因、初期荷重の大きさ、再荷重の有無、過去に歯牙が受けた外傷の有無、jiggling force等が挙げられている。そこで、本研究における歯根吸収が矯正力ではなく、ここに挙げた種々の要因によって引き起こされた可能性があるか否かについて考察する。まず炎症などの病的な原因について、本研究で用いたネコは実験期間を通して歯肉や、組織標本において病的な異常像は認められなかった。次に、初期荷重の大きさについて、本研究と同じく、ネコ上顎犬歯を初期荷重100gで遠心傾斜させた金子、佐藤らの研究では歯根吸収はほとんど起こらなかった。また、再荷重の有無について、入江らの研究ではネコ上顎犬歯を初期荷重100gで4週間遠心傾斜させた後、再度荷重を加えた場合、歯根吸収がまれに見られることを報告されている。しかし、本研究では再荷重を加えていない。さらに、外傷の有無について、外傷時にみられるような壊死組織は本研究の結果には認められなかった。加えて、jiggling forceについて、本研究では初期荷重のみを加え力の作用方向を一定にしたので、観察された歯根吸収の要因としては考えられない。最後に、歯槽骨の厚みについて、Reitanは、ヒトでは歯槽骨の厚さが薄い前歯部で、歯の傾斜移動を行った場合、歯根吸収を生じやすいと報告した。以上の考察から本研究で観察された歯根吸収は、口蓋側歯槽骨が薄いことが大きな要因となっていると考えられる。以上より、ネコ上顎犬歯を傾斜移動した際に出現する歯根吸収は、歯に加わった応力を受ける圧迫側の歯根根尖部の歯周組織の解剖学的形態、特に歯槽骨壁の厚さの違いにより影響を受けることが示唆された。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 飯 田 順一郎

副 査 教 授 脇 田 稔

副 査 教 授 吉 田 重 光

学 位 論 文 題 名

歯の矯正移動により生じた歯根吸収の 光学顕微鏡的ならびに三次元的研究

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および関連分野について行った。

矯正治療中に移動歯、特に前歯の根尖部分に時として歯根吸収が生じ臨床上問題となることがあるが、この現象に関する組織学的な報告は少なく不明な点が多い。そこで申請者は成ネコ上顎犬歯を唇側傾斜させた時に生じる歯根吸収を光学顕微鏡的ならびに三次元立体構築学的に検索している。

【材料と方法】

1. 実験には成ネコ12匹を用い、上顎犬歯を唇側傾斜させた。初期荷重は100g、実験期間は1,2,3,4週間とした。
2. 所定の実験期間終了後、10%中性ホルマリン溶液で灌流固定し、上顎犬歯を含んだ上顎骨を一塊として摘出した。試料は脱灰後、通法に従いパラフィン包埋し、厚さ5 μ mの連続切片を作製した。染色はH-E染色を施し、光学顕微鏡で観察した。また一部の試料については三次元復構した。

【結果】

1. 対照群
上顎犬歯の根尖より0.3mm歯冠側の切片標本では、根尖部の唇、口蓋、近心、遠心側に海綿骨が観察され、根尖より1.7mmより歯冠側の位置における切片標本では、口蓋側では骨髓腔はほとんど観察されなかった。
2. 実験群
1週間唇側傾斜させた上顎犬歯の拡大像では、口蓋側歯根膜に変性像が観察された。それは検索した4歯のうち3歯でみられ、その周囲の骨吸収像は4歯すべてで認められた。しかし、検索した4歯のいずれにも歯根吸収像および歯槽骨穿孔は認められなかった。
2週間唇側傾斜させた上顎犬歯においても、同様の変性像が観察されたが、1週の実験群とは異なり、歯根吸収像が検索した4歯中3歯で認められ、口蓋側歯槽骨壁の骨穿孔も検索した4歯のうち2歯で観察された。
3週間もしくは4週間唇側傾斜させた上顎犬歯においても骨吸収像が検索したすべてにみられた。一方、歯根吸収像も検索した6歯すべてに認められた。歯槽骨穿孔は検索した6歯のうち4歯で認められ、これらの歯には歯根吸収像も認められた。
3. 三次元立体復構

対照群では、上顎犬歯根尖部の口蓋側歯槽骨壁は根尖から根尖5分の2の位置に至るまでほぼ均一な厚さを示し、骨穿孔は存在していなかった。1週の実験群では、歯槽骨内面に破骨細胞が認められた。2週の実験群では、根尖部に円形の歯槽骨穿孔が認められ、破骨細胞は根尖から広い範囲にわたって存在し、歯根吸収部位は骨穿孔部位より歯冠側に偏位していた。3週の実験群では、歯槽骨穿孔が広い範囲で起こっており、破骨細胞は骨穿孔を取り囲むようにして分布していた。また、歯根吸収は骨穿孔のほぼ中央部位で起こっていた。4週の実験群では、破骨細胞は骨穿孔領域周囲の根尖部分から広い範囲にわたり分布していた。また、歯根吸収は骨穿孔の部位より歯冠側に偏位して観察された。

【考察】

1. 歯槽骨壁の厚さと歯根吸収

本研究において、圧迫側にあたる口蓋側で高頻度に歯根吸収が生じたが、金子、佐藤らの上顎犬歯を遠心傾斜させた研究では、歯根吸収はほとんど認められなかった。この違いは、ネコ上顎犬歯根尖部における歯槽骨の厚さは口蓋側は近心側に比べて非常に薄いことに起因すると考えられる。すなわちこの結果は、歯根吸収が生ずるか否かに圧迫側の歯根根尖部の解剖学的形態、特に歯槽骨壁の厚さが大きな影響を与えることを示唆している。

2. 骨穿孔と歯根吸収の関係

佐藤らによると、矯正力による骨改造現象は圧迫側歯周組織の組織圧を軽減するための生体反応であると考察されている。この観点に立つと、本研究で観察された2週目以後の歯根吸収の現象は、骨吸収とともに組織圧の軽減に寄与しているものと考察される。さらに、歯根吸収の後に生じると考えられる歯槽骨の穿孔においても、歯根吸収と相互補完的に歯根膜圧の軽減に寄与する反応であると考えられる。

以上のように、本論文は、臨床的に矯正学の分野で時として見られ、好ましくない生体反応とされている歯根吸収を、実験的に究明するための基礎研究として実験系を確立したことに加えて、歯根吸収の一つの原因を、歯根を取り巻く歯槽骨の解剖学的形態、特に歯槽骨壁の厚さに関連させて解明した。このことは、臨床的に大いに価値の高い結果を提示したものと評価できる。さらに、歯槽骨壁の穿孔と歯根吸収の補完的關係の存在は、本研究で初めて明らかにされたもので、矯正学的にも、骨の吸収に関する基礎的研究としても、骨の研究全体に大いに貢献するものと考えられる。加えて、申請者は本研究に直接関係する事項のみならず、関連分野における基礎的、臨床的な広い学識を有していると認められた。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。