学位論文題名

歯に再荷重を加えた際の圧迫側歯周組織の変化

学位論文内容の要旨

緒言

日常の矯正歯科臨床においては、多くの場合、歯に加えている矯正力を1カ月に1度調整し、荷重を繰り返して負荷することにより歯の移動が行われている。これは、ゴム、弾線等を用いた矯正装置では、歯の移動とともに初期に与えた矯正力が減衰するため、定期的な調整が必要なことによる。しかし、矯正力の再負荷により生じる歯周組織の変化についてはほとんど報告がされておらず、また効果的な再荷重の与え方に関する臨床的指標も得られていない。そこで本研究では、再荷重を加えた際の圧迫側歯周組織の変化と歯の挙動について検索することを目的として、ネコの上顎犬歯を遠心に牽引する実験を行い、組織学的手法ならびに三次元再構築法を用いて検討を行った。

材料ならびに方法

1. 実験方法

実験動物として、全身状態および歯周組織の健康な雄の成ネコ4匹を用い、上顎第三前臼歯を固定源に矯正用クローズドコイルスプリングを用いて上顎犬歯を遠心に牽引した。荷重の大きさは初期荷重、再荷重ともに100gに調節した。また、荷重の作用期間については、3匹のネコの左側に初期荷重を1週、2週および4週間加え(1週例、2週例、4週例)、右側に4週間の初期荷重後、再荷重をそれぞれ1週、2週および4週間加えた(4+1週例、4+2週例、4+4週例)。また別のネコに対して、左側に4週間の初期荷重を、右側にはさらに1週間の再荷重を加えた(4週例、4+1週例)。

2. 組織切片作製法

実験終了後、ブアン固定液によって灌流固定を行い、犬歯を歯周組織とともに切り出し、脱灰後、試料を通法に従いセロイジンに包埋した。これらの試料を厚さ30 μ mで連続薄切し、ヘマトキシリン・エオジン染色を施した後、光学顕微鏡で観察を行った。

3. 三次元再構築法

連続切片から4枚おきに1枚切片を抽出し、顕微鏡写真を撮影した。その印画上で基準点、歯根、歯槽壁、変性組織、破骨細胞の位置と分布をトレースした。これらのデータから、三次元画像解析ソフト(コスモゾーン2SB)を用いて、三次元再構築を行った。

結果

1) 初期荷重例(1週、2週、4週)

(1) 組織像

遠心側歯頸部では、1週例で変性組織が帯状に幅広く認められたが、穿下性骨吸収や淺部での背部骨吸収の進行により、4週例では変性組織と歯槽骨が柱状にいく

つかに分かれて認められた。近心側根尖部では1週、2週、4週例と時間の経過とともに、変性組織は次第に縮小していた。

(2) 三次元再構築像

遠心側歯頸部では、1週例で頬舌的に幅が広く、根尖方向へ舌状にのび出した変性領域がみられ、その周囲に穿下性骨吸収および直接性骨吸収に関与する破骨細胞がきわめて広く分布していた。2週例ではその変性領域の輪郭がやや不規則になり、変性領域に重なって浅部での背部骨吸収に関与する破骨細胞がみられた。4週例では変性領域の輪郭はきわめて不規則になっていた。直接性骨吸収の領域では破骨細胞が減少していたが、変性領域の周囲ならびにこの領域に面した歯槽壁には穿下性骨吸収や背部骨吸収に関与する破骨細胞が多く分布していた。また別の4週例では、変性領域はいくつかに分割された細長い島状領域として確認され、破骨細胞の多くはその周囲に分布していた。近心側根尖部では、1週例で根尖部付近に頬舌的に幅が狭く歯頸側に向かって細長い変性領域がみられたが、2週、4週例と経時的に小さくなっていった。破骨細胞は、1週例では根尖から歯根の中央部にまで幅広く密に分布していたが、2週、4週例と経時的に減少していた。

2) 再荷重例(4+1週、4+2週、4+4週)

(1) 組織像

遠心側歯頸部では、4+1週例で4週例と同様に変性組織と歯槽骨の柱状の構造がみられ、この変性組織は内変性帯とその両側の無細胞帯で構成されていた。しかし、4+2週および4+4週例では、無細胞帯のみが観察されるものや、狭い内変性帯とその両側の広い無細胞帯から構成されているものがみられた。また特に4+4週例では、歯槽骨表面から骨が短い突起状に残存する部位もみられた。近心側根尖部では、4+1週例の2個体ともに変性組織が観察されず、歯槽壁に沿って直接性骨吸収に関与する破骨細胞として観察された。4+2週および4+4週例では、柱状の歯槽骨に面して変性組織が観察された。破骨細胞は変性組織の周囲にわずかにみられた。

(2) 三次元再構築像

遠心側歯頸部では、4+1週例で歯槽頂部に限局して、破骨細胞のみられない変性組織の小さな領域が観察された。しかし、4+2週例では歯槽頂部近くの変性領域にも、破骨細胞がみられた。4+4週例では修復がすすんで変性領域の輪郭は極めて不規則になり、その大きさもさらに縮小していた。近心側根尖部では、変性領域は4+1週例の2個体ともに認められなかったが、4+2週、4+4週例では、限局した小さな領域として観察された。破骨細胞は、4+1週例では根尖部から歯頸側約2/3を越えて密に分布していたが、4+2週、4+4週例と経時的に分布領域は縮小していた。

考察

今回の実験において、変性組織がいくつか分割して残存するようになる初期荷重4週例および再荷重例では、内変性帯と無細胞帯は様々な様相を呈していた。すなわち4週例や4+1週例のように変性組織やこれに面する残存歯槽骨の幅がまだ広い場合には、広い内変性帯とその両側の幅の狭い無細胞帯から構成されるものが観察され、4+2週例や4+4週例では、内変性帯の狭いものや無細胞帯のみで構成されるものが多くみられた。さらに4+4週例では、短い突起状の歯槽骨に面する部位で、変性組織が修復組織に置き換わっている例もみられた。これらの変性組織の様相は、以下の機序によるものと考えられる。再荷重時に変性組織の周囲では穿下性骨吸収や浅部での背部骨吸収等がすすみ、散在する変性領域はさらにいくつか分割される。その後、小区域に散在する変性組織と、これに対応して残った歯槽骨は側方からの吸収を受ける。この時、歯槽骨の吸収が先行するために変性組織の両端部で圧が減じて組織液が還流し、内変性帯であった部位に無細胞帯が生じる。さ

らに歯槽骨の吸収がすすみ狭い柱状を呈するようになると、変性組織全体にゆるみが生じ、無細胞帯のみになっていくことが推測された。また、このように4+2週例の変性組織は、内変性帯の狭いものや無細胞帯のみで構成されるものが多くみられたこと、さらに三次元再構築像の4+1週例では変性領域の残る歯槽頂部付近に破骨細胞がほとんど見られなかったが、4+2週例ではみられるようになったことから、再荷重後2週間で初めて再荷重に対する組織反応が生じたことが示唆された。さらに、実験歯の挙動については、4+1週例で近心側根尖部の破骨細胞の分布が1週例に比して歯頸側に向かって分布がより拡大したこと、遠心側歯頸部の歯槽頂部付近で破骨細胞がみられない領域が認められたことから、再荷重直後、実験歯は遠心側歯頸部歯槽頂付近に強く押しつけられ、回転中心が歯根中央部から歯槽頂部に变化したことが考えられた。このような再荷重時の歯の挙動は、歯冠の遠心移動が停滞するとともに、歯根の近心移動により歯の傾斜のみが強くなったことを示すものであり、結果的に矯正臨床の観点からは好ましくない移動様相であった。このような歯の挙動を避けるためには、再荷重時には荷重の大きさとともに歯体移動の適用を考慮すべきことが示唆された。

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

歯に再荷重を加えた際の圧迫側歯周組織の変化

審査は担当者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多くの場合月に1度の割合で矯正装置を調整し歯に再荷重を加えている。しかし再荷重を加えた際の歯周組織の変化に関する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、再荷重による圧迫側歯周組織の変化と歯の挙動につき組織学的手法と組織像の三次元再構築法を用いて検討を行っている。

【実験材料ならびに実験方法】

1. 実験方法

実験動物として、健康な雄の成ネコ4匹を用い、矯正用クローズドコイルスプリングを用いて上顎犬歯を遠心に牽引した。荷重の大きさは初期荷重、再荷重ともに100gに調節した。また、荷重の作用期間については、3匹のネコの左側に初期荷重を1週、2週および4週間加え(1週例、2週例、4週例)、右側に4週間の初期荷重後、再荷重をそれぞれ1週、2週および4週間加えた(4+1週例、4+2週例、4+4週例)。また別のネコに対して、左側に4週間の初期荷重を、右側にはさらに1週間の再荷重を加えた(4週例、4+1週例)。

2. 組織切片作製法

実験終了後、ブアン液によって灌流固定を行い、犬歯を歯周組織とともに切り出し、脱灰後、試料を通法に従いセロイジンに包埋した。これらを厚さ30 μ mで連続薄切片し、H-E染色の後、光学顕微鏡で観察を行った。

3. 三次元再構築法

連続切片から4枚おきに1枚切片を抽出し、顕微鏡写真を撮影した。その印画上で基準点、歯根、歯槽壁、変性組織、破骨細胞の位置と分布をトレースした。これらのデータから、三次元画像解析ソフト(コスモゾーン2SB)を用いて、三次元再構築を行った。

【実験結果】

1) 初期荷重例(1週例、2週例、4週例)

組織像で見ると、遠心側歯頸部の変性組織は1週例で帯状に幅広く認められたが、穿下性骨吸収や浅部での背部骨吸収の進行により、4週例では変性組織と歯槽骨が柱状にいくつか分割していた。近心側根尖部の変性組織は経時的に縮小していた。

三次元像では変性領域、破骨細胞ともに1週例で最大で経時的に縮小していた。1週例の近心側根尖部での破骨細胞の分布は根尖から歯根の1/2まで密に分布していた。

2) 再荷重例 (4+1 週例、4+2 週例、4+4 週例)

組織像では遠心側歯頸部の4+1週例において4週例と同様に変性組織と歯槽骨の柱状構造がみられた。しかし、4+2週例および4+4週例では、この柱状構造は様々な様相を呈していた。近心側根尖部では、4+1週例で変性組織はみられず、直接性骨吸収に関与する破骨細胞が観察された。4+2週例および4+4週例では、わずかな変性組織とその周囲に破骨細胞がみられた。

三次元像遠心側歯頸部では、4+1週例で歯槽頂部に局限して、破骨細胞のみられない変性組織の小さな領域が観察された。しかし、4+2週例、4+4週例では歯槽頂部にも、破骨細胞がみられた。変性領域は経時的に不規則な輪郭を呈しながら残存していた。近心側根尖部では、4+1週例で破骨細胞は根尖部から歯頸側約2/3を越えて分布していたが、経時的に分布領域は縮小していた。

【結論】

1. 初期荷重例の遠心側歯頸部では、経時的に歯槽骨の吸収が進行し、4週例では柱状の歯槽骨とこれに面する変性組織が残存して認められた。
2. 再荷重4+1週例では、遠心側歯頸部の変性領域の歯槽頂部付近に破骨細胞のみられない部位が認められ、同部の歯根膜は再荷重によって強く圧迫されていると考えられた。
3. 再荷重4+1週例の近心側根尖部では、初期荷重1週例に比べて、破骨細胞の分布が歯頸側方向により広がっていることから、再荷重によって実験歯の回転中心が歯頸側よりに移動したものと考えられた。その後4+2週例では破骨細胞の分布は縮小していた。
4. 再荷重4+2週例の遠心側歯頸部では、無細胞帯のみで構成される変性組織がみられ、歯槽頂部付近にも破骨細胞がみられたことから、再荷重に対する歯周組織の適応は再荷重後2週間で生じたものと考えられた。
5. 今回の実験では、再荷重後に遠心側歯頸部を支点として実験歯の傾斜のみが強くなったことから、再荷重時には荷重の減少や歯体移動を考慮すべきことが示唆された。

以上のように本論文は歯に再荷重を加えた際の歯周組織の変化および歯の挙動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である。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た。