

学 位 論 文 題 名

ラット臼歯の発育に伴う歯根膜血管網の変化

－血管鋳型走査電子顕微鏡法による観察－

学位論文内容の要旨

歯根膜血管網は、歯根膜への栄養供給や咬合力に対する緩衝作用など重要な役割を担っていることが知られている。そのため、これまで歯根膜血管網に関する光学顕微鏡や走査電子顕微鏡を用いた数多くの報告がなされているが、その形成過程についてはほとんど報告されていない。そこで本研究では、ラット上顎第一臼歯の発育に伴う歯根膜血管網の微細構築学的変化を血管鋳型走査電顕法を用いて観察した。

実験材料として生後5, 10, 15, 20, 30日目のWistar系ラットを各年齢ごとに3匹ずつ用いた。ペントバルビタールによる腹腔内麻酔下で開胸し、左心室より上行大動脈までカニューレを挿入して生理食塩水にて血液を洗い流し、10%ホルムアルデヒド液による灌流固定を行った後にメチルメタクリレート樹脂（Mercox、大日本インキ）を血管内に注入し、室温で重合させた。樹脂の重合完了後、上顎骨を一塊として切り出し、40℃の20%水酸化カリウム溶液に2-12時間浸漬して軟組織を腐食・除去した。次いで標本をt-ブチルアルコールに浸漬して凍結し、上顎第一臼歯歯冠の中央部を近遠心方向に凍結切断した後、蛋白分解酵素溶液に浸漬して残存する軟組織を完全に腐食・除去した。切断標本は水洗後、自然乾燥し、Pt-Pd蒸着を施して走査電子顕微鏡（日立S-4000）にて観察した。また、光学顕微鏡用試料として墨汁注入標本とパラフィン切片標本も併せて作製した。

生後5日目の上顎第一臼歯では象牙質形成とエナメル質形成が歯冠の全域で行われており、歯胚周囲を取り囲むエナメル器の毛細血管が密な血管網を構成している。

生後10日目では象牙質形成とエナメル質形成はさらに進行し、歯根形成が開始されている。この時期の歯根膜血管網はエナメル器血管網の下端から下方（根尖方向）に向けて、歯根長軸に沿って平行に伸び出す血管により構成されている。この段階ではエナメル器の血管網との境界部はやや不明瞭であるが、エナメル器血管網の方が歯根膜血管網よりも密度が高く、しかも網目模様を呈しているため、両者は容易に区別される。また、歯胚の基底部付近ではいくつかの毛細血管ループが観察される。

生後15日目になると歯胚は萌出の開始に伴って口腔側に近づいている。また、歯根

形成の進行に伴って歯根長軸に沿って伸びる歯根膜血管は長さを増し、互いに平行に走る血管同士が枝を出して連結するため、目の粗い血管網を呈するようになる。特にエナメル器血管網と歯根膜血管網の移行部では、エナメル器血管網下端の血管が両者を区別するかのように水平方向に直線的に連結するため、その境界は非常に明瞭となる。一方、歯根形成に伴って歯槽骨が形成され始めると、歯槽壁のフォルクマン孔を通して歯根膜に出てきた血管が、歯根膜血管と連結するようになるので、歯根膜血管網はこれまでの根尖方向からの血液供給に加えて、歯槽骨からの血管供給も受けるようになる。なお、根尖付近の歯根膜血管網は密度が高いバスケット様構造を呈し、いくつかの毛細血管ループが観察される。

生後20日目になると歯冠が口腔内に萌出するため、エナメル器の血管網は歯肉内縁上皮直下に分布する血管網となる。歯根膜血管網の基本構造は生後15日目とほとんど変わらないが、歯根中央部における血管網の分布密度のみが他の領域に比べて粗な傾向を示すようになる。

生後30日目では歯冠は完全に口腔内に萌出している。生後20日目と同様に、歯根膜血管網の基本構造は生後15日目とほとんど変わらないが、歯根中央部における血管網の分布密度は、他の領域に比べて明らかに粗になっている。また、根尖付近の歯根膜血管網も、生後15日目と同様に密度が高いバスケット様構造を呈し、いくつかの毛細血管ループが観察される。

本研究の結果、歯根膜血管網は歯根形成の開始に伴って、エナメル器血管網の下端から下方（根尖方向）に向かい、歯根長軸に沿って平行に伸び出す血管として形成が開始され、互いに吻合することによって目の粗い血管網を構成してゆくことが明らかとなった。この時、エナメル器血管網が非常に密な網目状の血管網を形成するのに対し、歯根膜血管網が目の粗い血管網しか形成しないのは、この二つの領域での栄養要求の違い、すなわちエナメル質形成ではセメント質に比べてより多くの栄養供給が必要となるためであろうと考えられた。

通常、歯根膜には3方向（根尖側、歯槽骨側、歯肉外縁上皮側）からの血液供給がなされていると言われている。しかし、本研究において歯根膜血管網の形成過程を血管鋳型走査電顕法で観察した結果、形成初期の歯根膜血管網は根尖側から血液供給を受けており、歯根形成の進行に伴って歯槽骨が形成されると歯槽骨側からの血液供給が加わることが明らかとなった。本実験では、生後30日以降の検索を行っていないが、岸（1982：イヌ）や吉田（1984：ラット）の歯肉内縁上皮と歯肉外縁上皮の血管網は歯が完全に萌出したしばらく後でないと連絡しないという報告と考え併せると、少なくとも形成過程の歯根膜血管網は2方向（根尖側、歯槽骨側）からしか血液供給を受けておらず、これに歯肉外縁上皮側からの血液供給が加わるのは歯の萌出後しばらくたってからであろうと考えられる。

一方、歯根膜血管網は歯根側を走行する血管網と歯槽骨側を走行する血管網の2層構造を呈していると言われている。イヌではこの2層が明瞭に区別されるのに対し、

本実験のラットでは起始部を確認しない限りこの2層を区別するのは困難であった。これはラットの歯根膜はかなり薄いことに起因していると思われる。また、歯根中央部における歯根膜血管網の目が粗いことについては他にも多くの報告があるが、歯頸部や根尖部では強い咀嚼圧を受けるために血管網が密であるのに対し、中央部はそれほど強い圧を受けないので粗になっているのであろうと思われる。このことはまた、一般的に歯根膜は中央部が薄いという報告とも一致している。

根尖部における歯根膜血管網が密度の高いバスケット様構造となっていることは、他の論文でも指摘されているが、これは強い咀嚼力を緩衝するため、および歯根形成に伴う活発なセメント質形成や象牙質形成に対応するためと思われる。なお、歯根膜血管網にはヘアープーン様ループが広い範囲で存在することがいくつかの論文で報告されており、咀嚼力の緩衝やセメント質形成との関係が示唆されているが、本研究においてはこのようなループは根尖部以外には全く観察されなかった。これが動物による違いによるものか、あるいは年齢によるものかは不明であるが、いずれにしても今後、歯根膜血管網の加齢的变化についても観察を行う必要があると考えている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 飯 田 順一郎

副 査 教 授 吉 田 重 光

副 査 教 授 脇 田 稔

学 位 論 文 題 名

ラット臼歯の発育に伴う歯根膜血管網の変化

－血管鑄型走査電子顕微鏡法による観察－

審査は主査、副査が申請者と個別に会して口頭でなされ、はじめに本論文の要旨の説明を求め、申請者から以下の内容についての論述がなされた。

歯根膜血管網は、歯根膜への栄養供給や咬合力に対する緩衝作用など、重要な役割を担っていることが知られている。そのため、これまで歯根膜血管網に関する光学顕微鏡や走査電子顕微鏡を用いた数多くの報告がなされているが、その形成過程についてはほとんど報告されていない。そこで本研究では、ラット上顎第一臼歯の発育に伴う歯根膜血管網の微細構築学的変化を、血管鑄型走査電顕法を用いて観察した。

実験材料として生後 5, 10, 15, 20, 30 日目の Wistar 系ラットを各年齢ごとに3匹ずつ用いた。走査電子顕微鏡用試料として、メチルメタクリレート樹脂(Mercox、大日本インキ)を血管内に注入した血管鑄型標本、光学顕微鏡用試料として墨汁注入標本とパラフィン切片標本を作製した。

本研究の結果から、歯根膜血管網は歯根形成の開始に伴って、エナメル器血管網の下端から下方(根尖方向)に向かい、歯根長軸に沿って平行に伸び出す血管として形成が開始され、互いに吻合することによって目の粗い血管網を構成してゆくことが明らかとなった。この時、エナメル器血管網が非常に密な網目状の血管網を形成するのに対し歯根膜血管網が目の粗い血管網しか形成しないのは、この二つの領域での栄養要求の違い、すなわちエナメル質形成ではセメント質に比べてより多くの栄養供給が必要となるためであろうと考えられた。通常、歯根膜には3方向(根尖側、歯槽骨側、歯肉側)からの血液供給がなされていると言われている。しかし、本研究において歯根膜血管網

の形成過程を血管鋳型走査電顕法で観察した結果、形成初期の歯根膜血管網は根尖側からのみ血液供給を受けており、歯根形成の進行に伴って歯槽骨が形成されると歯槽骨側からの血液供給が加わることが明らかとなった。本実験では、生後 30 日以降の検索を行っていないが、岸(1982: イヌ)や吉田(1984: ラット)の歯肉内縁上皮と歯肉外縁上皮の血管網は歯が完全に萌出したしばらく後でないと連絡しないという報告と考え併せると、少なくとも形成過程の歯根膜血管網は2方向(根尖側、歯槽骨側)からしか血液供給を受けておらず、これに歯肉側からの血液供給が加わるのは歯の萌出後しばらくたってからであろうと考えられる。一方、歯根膜血管網は歯根側を走行する血管網と歯槽骨側を走行する血管網の2層構造を呈していると言われている。本実験においても歯根膜血管網には由来の異なる2つの血管網が存在することが明らかになったが、イヌではこの2層が明瞭に区別されるのに対し、本実験のラットでは起始部を確認しない限りこの2層を区別するのは困難であった。これはラットの歯根膜はかなり薄いことに起因していると思われる。また、根尖部および歯頸部に比較して、歯根中央部における歯根膜血管網が粗であることが観察された。これは、歯頸部や根尖部では強い咀嚼圧を受けるために血管網が密であるのに対し、中央部はそれほど強い圧を受けないことによるものと考えられる。なお、歯根膜血管網にはヘアーピン様ループが広い範囲で存在することがいくつかの論文で報告されており、咀嚼力の緩衝やセメント質形成との関係が示唆されているが、本研究においてはこのようなループは根尖部以外には観察されなかった。これが動物による違いによるものか、あるいは年齢によるものかは不明であるが、いずれにしても今後、歯根膜血管網の加齢的变化についても観察を行う必要があると考えている。

以上の論述に引き続き実験方法、結果、考察、展望及び関連分野についての質疑応答を行い申請者はいずれにも明快な回答、説明を行った。申請者の説明から、本研究は、歯根形成と歯根膜微小血管の形成との関係を論じた点で独創性に富むものであり、また、歯胚周囲の血管の歯胚成長に伴う分布と、部位による形態の変化を初めて報告した研究である事が明瞭に理解された。加えて本研究により、歯根形成段階における生理的基本構造が明瞭にされたことは、臨床における病体変化を把握するのに大変重要なことであり、今後の歯科臨床の発展に寄与するところの大きい結果を提示したものと、高く評価出来るものである。さらに、試問の内容から、申請者は歯肉と歯根膜の血管分布に関して豊富な実験データと広範な基礎知識を有し、関連分野にも幅広い学識を有していると認められた。よって、審査担当者全員は、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。