

氏名(本籍) : 佐藤 奨 (岩手県)

学位の種類 : 博士 (歯学) 学位記番号 : 歯博第503号

学位授与年月日 : 平成21年3月25日 学位授与の要件 : 学位規則第4条第1項該当

研究科・専攻 : 東北大学大学院歯学研究科(博士課程) 歯科学専攻

学位論文題目 : The Elastic Property of Rat Periodontal Ligament during Development Assessed by Scanning Acoustic Microscopy
(超音波顕微鏡を利用したラット臼歯歯根膜弾性の経時的変化に関する研究)

論文審査委員 : (主査) 教授 佐々木 啓一

教授 笹野 高嗣 教授 笹野 泰之

論文内容要旨

【目的】物質の機械的特性の一つである弾性率は、物質内を通過する音速の二乗および物質の密度に比例する。即ち、音速の変化と弾性率の変化には密接な相関関係がある。超音波顕微鏡 (Scanning Acoustic Microscopy ; 以下 SAM) は、「組織切片内を通過する音速を可視化しうる」および「光学顕微鏡と同等の画像解像度を有する」という特徴を有する。これまで、歯根膜弾性について種々の研究は報告されているが、SAM を用いた歯根膜弾性に関する研究は皆無である。そこで本研究では、生理的成長段階でのラット下顎第1臼歯歯根膜根間領域を通過する音速の経時的変化を SAM により計測し、歯根膜弾性の生理的発達を明らかにすることを目的とした。

【方法】被験動物には、生後3, 4, 5, 7 および10週齢雄性 Wistar 系ラット計35匹を用いた (7匹/群)。ラットを灌流固定後、下顎骨を取り出し、脱灰した。脱灰後、通法に従い厚さ5 μ m のパラフィン切片を作製した。これらの切片に対し SAM を用いて画像撮影を行った。また同切片に対しヘマトキシリン-エオジン (HE) 染色を施し組織を同定するとともに組織学的検討に供した。得られた SAM 像から歯根膜根間線維内を通過する音速を計測し、各群間において統計的に比較検討した。

【結果】SAM 像の画像解析度は、HE 染色像と比較して遜色はなく、組織内の音速の二次元分布を鮮明に可視化した。歯根膜根間領域を通過する平均音速は、生後3週齢では1,523 \pm 7.9m/s、生後4週齢では1,538 \pm 3.1m/s、生後5週齢では1,551 \pm 2.3m/s、生後7週齢では1,559 \pm 17.5m/s および生後10週齢では1,569 \pm 10.1m/sであった。歴齢の異なる群間の比較から、歯根膜根間領域を通過する音速は成長とともに有意に上昇することが示された。

【考察】以上より、SAM は歯科領域においても組織切片上での弾性率分布を解析しうる有用な顕微鏡であること、および歯根膜根間領域の弾性は生理的発達に応じて減少していくことが示唆された。本研究により示さ

れた歯根膜弾性の変化に関連する因子として、各種コラーゲン分子やプロテオグリカン類の産生や沈着などの形態的成熟および歯列弓完成に伴う咬合力の増加などによる生理的成熟の関与が推察される。

審 査 結 果 要 旨

生体を構成する諸組織の機械的特性、すなわち硬度、弾性、粘性などは、組織の機能を特徴づける大きな要因の一つである。特に強大な咬合力、咀嚼力を負担する歯、歯周組織、顎骨の機械的特性は、咀嚼等の顎口腔機能に密接に関連しているものと考えられる。またこれらの機械的特性は成長とともに変化し、機能の成熟に関与しているものと予想される。しかしこれらの知見は必ずしも多くはない。

一方、物質の機械的特性の一つである弾性率は、物質内を通過する音速の二乗および物質の密度に比例することが広く知られている。超音波顕微鏡 (Scanning Acoustic Microscopy : SAM) は、光学顕微鏡と同等の解像度をもって、組織切片内を通過する音速を可視化するツールである。本研究は、このような特徴を有する SAM を用いて、生理的成長段階でのラット下顎第 1 臼歯歯根膜の弾性の変化を世界に先駆けて定量的に明らかにしたものであり、歯根膜の生理的発達を論じた研究である。

被験動物には、生後 3, 4, 5, 7 および 10 週齢雄性 Wistar 系ラット計 35 匹 (7 匹/群) を用いている。ラットを灌流固定後、下顎骨を取り出し、脱灰後、通法によって厚さ $5\mu\text{m}$ のパラフィン切片を作製し、これらの切片を SAM 撮像の試料とした。実験では、得られた SAM 像の歯根膜根間線維内を通過する音速を計測し、各群間において統計的に比較検討している。また同切片に対して、ヘマトキシリン-エオジン (HE) 染色を施し組織を同定するとともに組織学的検討に供している。

得られた SAM 画像の解像度は、HE 染色像と比較して遜色はなく、組織の同定も容易に行われた。また SAM 画像は、組織内の音速の二次元分布を鮮明に可視化していた。歯根膜根間領域を通過する平均音速は、生後 3 週齢では $1,523 \pm 7.9\text{m/s}$ 、生後 4 週齢では $1,538 \pm 3.1\text{m/s}$ 、生後 5 週齢では $1,551 \pm 2.3\text{m/s}$ 、生後 7 週齢では $1,559 \pm 17.5\text{m/s}$ 、生後 10 週齢では $1,569 \pm 10.1\text{m/s}$ であり、群間比較から、歯根膜根間領域を通過する音速は成長とともに有意に上昇することが明確に示された。著者は、これらの歯根膜弾性の変化は各種コラーゲン分子やプロテオグリカン類の産生や沈着などの形態的成熟および歯列弓完成に伴う咬合力の増加などの生理的成熟に関与しているものと考察している。

すなわち本研究は、SAM が歯周組織など複雑な形態を有する顎口腔領域においても、組織切片上から弾性率分布を解析する、すなわち音速を可視化した画像情報から生体組織の機械的特性という機能情報を得ることを可能とする有用な顕微鏡であることを示したとともに、歯根膜根間領域の弾性が生理的発達に応じて減少していくという機能的成熟を定量的に明らかにしたものである。よって本論文は、博士 (歯学) の学位に相応しいものと判断する。