

論文の内容の要旨

氏名：崎 山 宗 紀

博士の専攻分野の名称：博士（歯学）

論文題名：ナノ化ハイドロキシアパタイトによる軟化根管象牙質の再硬化

口腔唾液の接触が根管象牙質の再硬化におよぼす影響および再硬化人工軟化根管象牙質の硬さの経時変化

本研究室では以前、人工軟化根管象牙質を作製し、根管内にナノ化ハイドロキシアパタイト（ナノ化 HA）応用したところ、およそ 2 4 時間でナノ化 HA 粒子は自然に根管象牙質内に侵入し、ほぼ未脱灰の象牙質の硬さまで再硬化したことを報告した。

しかし、ナノ化 HA 応用によって未脱灰の象牙質の硬さまで再硬化した人工軟化根管象牙質は、その強度が経時的にどのように変化するのか興味のあるところである。

また、実験試料として用いた人工軟化根管象牙質は急速脱灰液で軟化させて作製したものであるため細菌は存在していない。臨床の場でみられる根管内における軟化象牙質には多数の細菌が存在しており、長期間にわたり唾液に晒されている。そこで、ナノ化 HA を使用して再硬化された人工軟化根管象牙質の硬さの経時変化および唾液を接触させた人工軟化根管象牙質にナノ化 HA を応用させることで、唾液が再硬化にどのような影響をおよぼすかについて検討した。

まず、人工軟化根管象牙質およびナノ化 HA による再硬化人工軟化根管象牙質を作製した。すなわち、牛歯歯根を即時重合レジン（ユニファスト II, GC）で包埋し、#80 K 型ファイルを用いて根管象牙質の表面のファイリングを行った。生成したスメア層を除去する目的で EDTA を 5 分間、NaOCl を 1 分間で処理した。そして、根管内部象牙質以外の象牙質をスティッキーワックス（大成歯科工業株式会社）で覆い、急速脱灰液（K-CX：藤沢薬品 PH1.2~2.0）を根管のみに 10 時間作用させた後、根管を十分に洗い流して人工軟化根管象牙質を作製した。また、人工軟化根管象牙質の再硬化は、軟化根管象牙質根管内にナノ化 HA 粒子と精製水を 1:2 の割合で混和してペースト状にしたものを可及的に填入し、超音波スケーラーに超音波チップを装着し、3 分間根管中心部に作用させ、湿箱中に 1 日放置させて作製した。その後、湿箱中に保存した。保存期間は 24 時間、1, 2 および 4 週間とし、それぞれヌーブ硬さ（KHN）硬さの測定をおこなった。

次に、唾液を接触させた人工軟化根管象牙質の根管内にナノ化 HA を応用した。上記と同様な方法で作製した軟化根管象牙質の根管内にヒト唾液を注入し、24 時間湿箱中に放置した。その後、根管を十分に洗い流して、ナノ化 HA を根管内に応用し KHN の測定をおこなった。

硬さの測定は、即時重合レジンで包埋した牛歯歯根を歯軸方向に切断しダイヤモンドペーストをつけたバフ（表面粗さ 6 μm , 1 μm , 0.25 μm ）で滑沢に仕上げ超音波洗浄を行い、微小硬度計（HMV-2000、島津製作所）を用いて荷重 25 g 負荷時間 15 秒の条件下で根管壁から歯根表面にむかって 200 μm 間隔で 2,000 μm までの KHN を測定した。測定部位は切断面の歯冠側 3 分の 1 のところに設定した。

硬さの測定結果、未脱灰の象牙質では、根管壁から歯根表面にむかって KHN 25 から 40 の範囲であった。脱灰液を 10 時間作用させた軟化根管象牙質は、根管壁からの距離 1,000 μm まで硬さはほぼ 0 に近い値を示し完全軟化が認められた。それより深部では、歯根表面にむかって KHN 5 から 10 の範囲であり、一定の軟化が認められた。再硬化された人工軟化根管象牙質において、ナノ化 HA 作用後、湿箱での保存期間が 24 時間のものは KHN 28 から 34 の範囲であった。1 週間のものは KHN 30 から 35 の範囲であった。そして、保存期間が 2 週間のものは KHN 36 から 40 の範囲であり、4 週間のものは KHN 37 から 42 の範囲であった。

また、唾液を接触させたナノ化 HA を応用した人工軟化根管象牙質の硬さの測定結果、未脱灰の根管象牙質は根管壁からセメント質にかけて KHN 25 から 35 の範囲であった。脱灰液を 10 時間作用させた軟化根管象牙質は、根管壁からの距離 300 μm まで KHN はほぼ 0 に近い値を示した。根管壁より 400 μm からセメント質にかけて KHN は 5~22 の範囲であり、一定の軟化が認められた。ナノ化 HA を作用させた軟化根管象牙質では根管壁からセメント質にかけて KHN は 25~33 の範囲であり、ほぼ未脱灰象牙質と同じ硬さであった。

また、菊地の実験による唾液を接触させない人工軟化根管象牙質の硬さの測定結果と比較した結果、未脱灰象牙質において、両者ともに KHN が約 25 から 35 の範囲であり、ほぼ同じ硬さを示した。脱灰液を 10

時間させた象牙質では、両者ともに根管壁から 300 μm まで KHN は 0 に非常に近い値を示し、根管壁から 300 μm から 1,000 μm では KHN は低い値を示した。それ以降ではほぼ同じヌーブ硬さを示した。ナノ化 HA 作用象牙質では、根管壁からセメント質にかけて KHN は 25~33 の範囲であり、ほぼ同じ硬さであった。

SEM 所見では、唾液接触させた軟化根管象牙質表面には多くの細菌が観察された。そして、唾液作用後、ナノ化 HA を作用させた軟化根管象牙質では、細菌表面にナノ化 HA 粒子が沈着している像が観察された。

以上より、再硬化された軟化根管象牙質の硬さは時間が経過しても硬度が維持することが判明した。また、唾液に晒された人工軟化根管象牙質の根管においてナノ化 HA を応用すると、ほぼ未脱灰象牙質の硬さと同じ硬さまで再硬化した。よって、唾液の影響はほとんど受けないことが判明した。