

平成 22 年 6 月 19 日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008 ～ 2009

課題番号：20791652

研究課題名(和文) 小型・高機能圧電超音波トランスデューサを用いる抗齲蝕作用促進に関する研究

研究課題名(英文) Enhancement of anticaries effects using a small and efficient piezoelectric ultrasound transducer

研究代表者

戸田 真司 (TODA SHINJI)

神奈川歯科大学・歯学部歯学科・非常勤講師

研究者番号：00329202

研究成果の概要(和文)：

本研究では、歯科領域での臨床応用に必要な条件を満たすために、厚み振動型圧電トランスデューサの小型化・高機能化を図り、牛歯エナメルブロックへのフッ化物取り込み実験を実施することにより、*in situ* model への発展を検討した。

液中超音波発生用の厚み振動型圧電トランスデューサの小型化を図り、設計および作成を行った。

牛歯エナメルブロックを超音波照射の有無による2つのテストグループに分け(n = 5)、両グループ共にNaF溶液(1,000 ppm F)へ1分間浸漬した。超音波照射下における1,000 ppm FのNaF溶液中のF取り込み量は $0.23 \pm 0.02 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、コントロール群は $0.15 \pm 0.01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ であった。統計学的有意差は認められなかったものの(P = 0.154)、超音波照射下では、牛歯エナメルブロックへのF取り込みが57%増加した。

研究成果の概要(英文)：

Existence of ultrasound is expected to be effective for improving the effects of medicines. An ultrasonic method is studied to enhance a fluoride intake effect for the prevention of dental caries. A small and efficient piezoelectric ceramic transducer in thickness-mode operation is used for ultrasound irradiation into NaF aqueous solution, which is designated to satisfy the request for human oral cavity.

Fluoride intake testing into bovine enamel block was experimentally measured for 1,000 ppm F NaF aqueous solution under the conditions with and without ultrasound irradiation. A PZT-family piezoelectric ceramic plate with a rectangular shape of 8.0 x 20.0 x 1.0 mm³ (Fuji Ceramic Co.) was used for generating a longitudinal wave beam in NaF aqueous solution contained in a plastic capsule via a water layer. Prepared bovine enamel blocks were classified into two groups for the F intake testing for 1 minute of immersion with and without ultrasound (n = 5). The data were statistically analyzed by Student's *t* test.

The amount of fluoride intake in NaF aqueous solution, with and without 2.25 MHz ultrasound irradiation from the down-sized piezoelectric transducer, were $0.23 \pm 0.02 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, and $0.15 \pm 0.01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$, respectively. Although there was no statistically significant difference between these two groups, the intake value with ultrasound irradiation was improved by 57% compared that without ultrasound.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,400,000	700,000	3,120,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,200,000	940,000	4,160,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・社会系歯学

キーワード：齲蝕予防，超音波，フッ化物，電子デバイス・機器，牛歯エナメル，厚み振動型トランスデューサ

1. 研究開始当初の背景

超音波の利用は医学領域で多岐にわたり研究されており、様々な形で臨床に還元されようとしている。その一つとして超音波の化学反応の促進による薬物療法の改善の可能性が期待されている。齲蝕予防のためのフッ化物応用は、今日に至るまで多くの研究者が様々な角度から研究し、その優れた効果により世界中の国と地域で利用されている。しかしながら、フッ化物の抗齲蝕作用を高めることを目的とした、超音波照射に関する研究への取り組みは未だほとんどなされていない。

我々はこれまで超音波による歯質の非破壊検査に関する研究など、歯科領域における超音波工学の導入を積極的に進めてきた。

本研究では、適切な超音波照射条件のもとで、人体への悪い影響を与えることなく、フッ化物溶液からエナメル質へのフッ化物の取り込みが促進されることを企図している。これにより、使用するフッ化物の量を抑える形でフッ化物の取り込み量が増加し、より安全にエナメル質の耐酸性の向上を期待できる。超音波によりこのようなフッ化物の抗齲蝕作用が向上されるならば、将来的には professional care を中心としたフッ化物局所応用の場で活用され、齲蝕予防に寄与できるものと期待される。

2. 研究の目的

本研究では、歯科領域での臨床応用に必要となる条件を満たすために、厚み振動型圧電トランスデューサの小型化・高機能化を図り、牛歯エナメルブロックへのフッ化物取り込み実験を実施することにより、*in situ model* への発展を検討した。

3. 研究の方法

(1) ネットワーク・アナライザーにて、作成した小型化厚み振動型トランスデューサの動作特性を測定し、評価する。具体的には 10 V 以下の低電圧駆動下で効率のよい超音波照射パワー・レベルを実現するとともに、安定な動作条件を確保できることが必須条件である。

(2) エナメルサンプルの準備：精密低速切断機にてウシの歯から唇側エナメル質表面を切り出し、牛歯エナメルブロックを作製する。耐水ペーパーにてエナメル質表面を平行研磨後、偽セメント質を除去するとともに、鏡面研磨した平坦なエナメル質に加工する。

(3) ネイルバーニッシュエナメル露出実験面を作成する。牛歯エナメルブロックを超音波照射の有無による 2 つのテストグループに無作為に分ける。

(4) 水槽の基底面の外側に、(1)～(2) で用意した小型の厚み振動型トランスデューサを固定する。1,000 ppm F の NaF 溶液が収納されているプラスチック容器の底面と水槽の基底面からの離間距離は数 mm 以内とする。

(5) 信号発生器、トランスデューサ、オシロスコープ、ハイドロフォンで超音波実験系を構成する。

(6) HA プレートに NaF 溶液へ浸漬する時間は両グループ共に 1 分間とする。超音波作用グループには、信号発生器から連続正弦波をトランスデューサに印加することにより、プラスチック容器内の NaF 溶液中に縦波超音波を発生させ、NaF 溶液浸漬中の牛歯エナメルブロックの試験面に超音波が照射されるように配置する。なお、事前に超音波ハイドロフォンにて NaF 溶液中に発生される超音波の状態を確認する。

(8) 浸漬処理を施した牛歯エナメルブロックを、蒸留水による洗浄後に乾燥する。牛歯

エナメルブロックは HClO_4 水溶液による酸処理などを行った後に、F イオン電極法により F イオン濃度を測定する。この結果を基にして、牛歯エナメルブロックの単位面積当たりの F 取り込みが得られる。

(9) 統計処理には、Student's t-test を用い、グループ間の有意差検定を行う。

4. 研究成果

超音波照射下における 1,000 ppm F の NaF 溶液中の F 取り込み量は $0.23 \pm 0.02 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 、コントロール群は $0.15 \pm 0.01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ であった。統計学的有意差は認められなかったものの ($P = 0.154$)、超音波照射下では、牛歯エナメルブロックへの F 取り込みが 57%増加した。厚み振動型圧電セラミックトランスデューサの使用のもと、低電圧駆動下で高効率の超音波照射パワー・レベルの向上を実現するとともに、安定な動作条件の確保により人体への安全性という点でも優れた特徴を有している。牛歯エナメルブロックを用いた今回の実験結果と合わせて超音波照射下での F 取り込みの向上を図る本方式は、*in situ model* への発展を十分に期待できるものと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

Shinji Toda, Wenqun Song, Hirohisa Arakawa, Kohji Toda; Enhancement of fluoride intake into hydroxyapatite under ultrasound irradiation. International Association for Dental Research 87th general session, 2009 年 4 月 2 日. (Miami Beach).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

戸田 真司 (TODA SHINJI)

神奈川歯科大学・歯学部歯学科・非常勤講師

研究者番号 : 00329202