

令和 4 年 6 月 24 日現在

機関番号：17301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2021

課題番号：19K24100

研究課題名（和文）ナノバブルを用いた新規根管洗浄システムの開発

研究課題名（英文）Root canal irrigation with nanobubble

研究代表者

中園 史子（NAKAZONO, Ayako）

長崎大学・病院（歯学系）・助教

研究者番号：90836256

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：17%EDTA溶液と比較した際のヒトの抜去歯におけるナノバブル水のスメア層除去効果を比較する実験を行った結果、生理食塩水群と比較してナノバブル水群およびEDTA群では根管壁に付着したスメア層の除去効果を認めたが、ナノバブル水に統計学的有意差は認められなかった。今回の結果は、サンプル数が少なかったために群間の有意差が認められなかったことが考えられるため、今後サンプル数を増やして解析を行っていく。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の目的は、ナノバブル水をヒトの抜去歯の根管洗浄に用いた際のスメア層除去効果を明らかにすることである。根管治療におけるナノバブル水の有用性に関してはいまだ不明であるため、本研究は世界最先端で非常に新規性の高い研究である。また、オゾンナノバブル水を歯周治療に応用した研究はいくつか報告があるものの、根管治療への応用を目指す研究グループは世界でも稀であるため、学術的独自性が非常に高いといえる。また、本研究によって新しい歯科医療の形が生み出される可能性があるという点において、非常に創造性の高い研究である。

研究成果の概要（英文）：More smear layer was removed in Nano-bubble group and EDTA group compared with negative control. However, no significant difference was observed between Nano-bubble group and EDTA group. This may be because of small sample size, thus more sample size will be required.

研究分野：歯内治療学

キーワード：根管洗浄

1. 研究開始当初の背景

根管治療の主目的は根管内の無菌化である(Kakehashi et al. 1965, Yamamura 1985, Sjogren et al. 1997)。しかしながら、根管系は主根管のみならず側枝や副根管を有し、さらに狭窄や湾曲により非常に複雑な形態を有する。また根管壁は数 μm の径およびピッチの象牙細管が開口しているため、細菌は象牙質内部へ奥深く侵入できる。さらに、細菌はバイオフィーム形成により薬剤が効かない環境を作り出す。よって、根管の無菌化には機械的清掃だけでなく、化学的清掃、すなわち根管洗浄ならびに貼薬が必須である(Bystrom & Sundqvist 1985)。根管洗浄は、根管内に洗浄液を灌流させることで機械的清掃後に生じた削片を物理的に洗い流すこと、根管内のバイオフィームやエンドトキシンを化学的に不活化すること、および残存歯髄やスメア層を化学的に溶解することを目的とする。スメア層は機械的清掃後に根管壁に生じる厚さ $10\mu\text{m}$ 以下の層であり、ハイドロキシアパタイトなどの無機質および、有機質(歯髄組織、コラーゲン、細菌やその産生物等)が含まれる。このスメア層は、象牙細管内に $2\sim 5\mu\text{m}$ 入り込むことにより象牙細管開口部を閉塞し、良好な洗浄や貼薬による無菌化を妨げてしまう。これまで次亜塩素酸ナトリウム溶液は、有機質溶解作用と優れた殺菌作用から根管洗浄液のゴールドスタンダードとされてきた(Clegg et al. 2006)。しかしながら、次亜塩素酸ナトリウム溶液にはスメア層の除去効果がないため、象牙細管内あるいは根管系の深くまで侵入した細菌に対して優れた殺菌作用を発揮できず、根管系の無菌化は完全ではない。したがって、一般的にスメア層除去のために無機質溶解作用のあるEDTA溶液が根管洗浄時に併用されている。しかし、EDTA溶液は根管壁を脱灰し機械的強度を減少させるため、頻回使用により歯根破折のリスクを高めるという問題点がある(Calt & Serper 2002)。したがって、根管系の無菌化のためには、根管壁の機械的強度を変えずに、殺菌作用のある薬剤を複雑な根管系全体に十分に作用させることができる新規根管洗浄液の開発が必須である。

2. 研究の目的

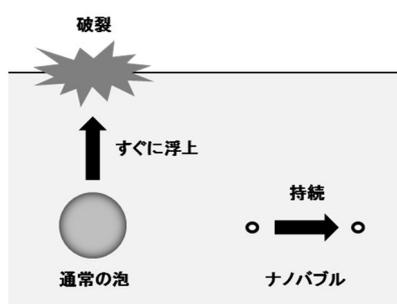


図1 通常の泡とナノバブルの違い

ナノバブルとは、液体中に存在する直径 200nm 以下の気泡である(Agarwal et al. 2011)。通常の泡がすぐ水面に浮かびあがり破裂するのに対して、ナノバブルはバブル表面がマイナス電荷を有しているため、長時間水中で持続することができる(図1)。また、ナノバブルは圧壊現象を引き起こすことでフリーラジカルを発生する特徴を持つことから、水質の浄化や金属表面の洗浄など多様な分野に応用されている。

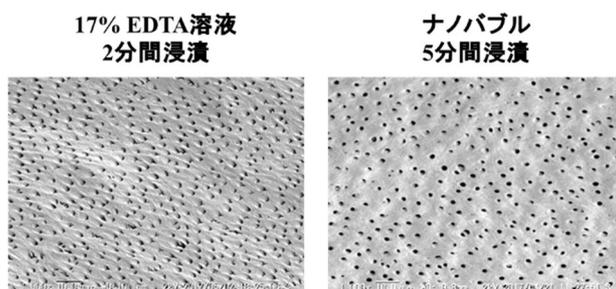


図2 ナノバブルのスメア層除去効果

長寿医療研究センターの庵原らは、高圧空気を含有する直径約 120nm のナノバブルを高密度に発生できる歯科用ナノバブル発生装置を開発した。このナノバブル水をブタ抜去歯根管拡大後の洗浄に用いると、17%EDTA溶液と同様にスメア層が除去され(図2)、しかも歯質は一切脱灰されないことを明ら

かにした。しかし上記のナノバブル水がヒトの歯において同様の効果を示すのかはいまだ不明であるため、今回本研究を計画した。

3. 研究の方法

本研究では、以下の手順で実験を進めることによって、17%EDTA溶液と比較した際のヒトの抜去歯におけるナノバブル水のスメア層除去効果の非劣性を証明することを目標として実験を行う。

ヒト新鮮抜去歯(上顎智歯および下顎智歯)を髓腔開拓後、ニッケルチタンファイルを用いて根管拡大・形成し、6%次亜塩素酸ナトリウム2mlにて洗浄後、生理食塩水で洗浄し根管乾燥する。その後、生理食塩水、17%EDTA溶液、ナノバブル水、の3種類の溶液(2ml)を根管内に浸漬する。浸漬時間は、1分間、2分間、3分間、5分間、の4通りで行う。その後生理食塩水で洗浄後、抜歯柑子にて半分に分割し、固定・脱水・蒸着後、走査型電子顕微鏡(S3500N, 日立)を用いて根管中部を観察することによって、スメア層除去効果を評価する。

4. 研究成果

解析の結果、生理食塩水群と比較しナノバブル水群およびEDTA群ではスメア層の除去効果を認めしたが、ナノバブル水に統計学的有意差は認められなかった。

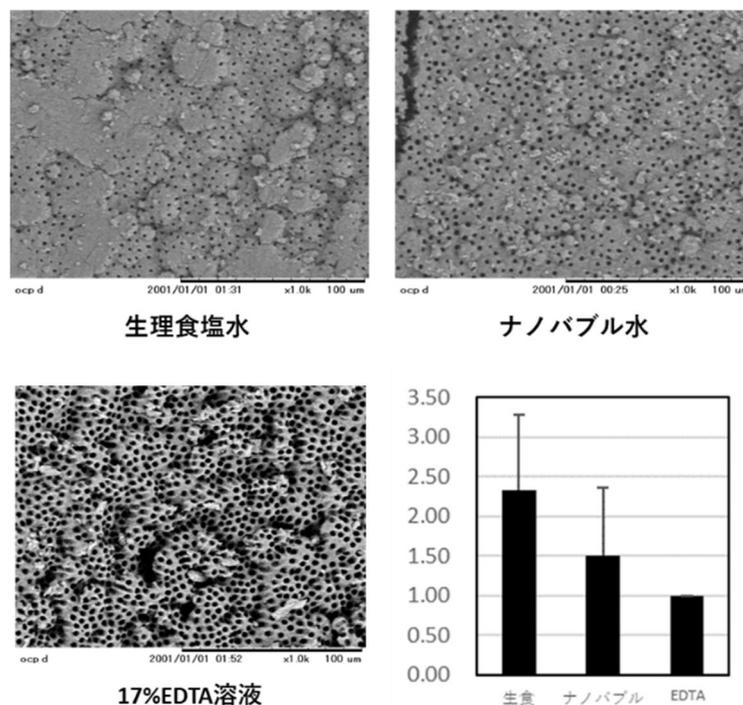


図3 ヒト抜去歯に対するナノバブルのスメア層除去効果

サンプルサイズが小さかったために統計学的有意差を認めなかった可能性があるため、今後この実験をもとにサンプルサイズを計算し、再度同様の実験を行っていく計画である。

引用文献

Agarwal A, Ng WJ, Liu Y (2011) Principle and applications of microbubble and nanobubble technology for water treatment. Chemosphere 84, 1175-80.

Bystrom A, Sundqvist G (1985) The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in

60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 18, 35-40.

Calt S, Serper A (2002) Time-dependent effects of EDTA on dentin structures. *J Endod* 28, 17-9.

Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR (2006) The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *J Endod* 32, 434-7.

Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ (1965) THE EFFECTS OF SURGICAL EXPOSURES OF DENTAL PULPS IN GERM-FREE AND CONVENTIONAL LABORATORY RATS. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 20, 340-9.

Sjogren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G (1997) Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J* 30, 297-306.

Yamamura T (1985) Differentiation of pulpal cells and inductive influences of various matrices with reference to pulpal wound healing. *J Dent Res* 64 Spec No, 530-40

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中園史子、松裏貴史、山田志津香、庵原耕一郎、吉村篤利
2. 発表標題 ナノバブル水を用いたヒト抜去歯根管洗浄の有効性の検討
3. 学会等名 第24回日本歯科医学会学術大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------