

機関番号：14401

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21791850

研究課題名（和文） デンタルユニット給水系バイオフィームに対する効果的な管路洗浄装置の開発

研究課題名（英文） Development of an effective cleaning device in dental unit water line biofilm

研究代表者

薮根 敏晃（YABUNE TOSHIAKI）

大阪大学・大学院歯学研究科・助教

研究者番号：90423144

研究成果の概要（和文）：

近年、歯科用ユニットの給水チューブ内面に細菌バイオフィームが形成され、治療に使用される水が細菌の汚染を受けていることが問題視されている。そこで、本研究では、汚染防止対策として細菌バイオフィームを洗い流す機能を備えた管路洗浄装置を試作して歯科用ユニットに搭載し、実際に診療で使用してその効果を検討した。その結果、10ppm の次亜塩素酸ナトリウムを薬剤として使用し、洗浄装置を搭載した臨床使用 6 ヶ月後のユニットから放出される細菌数は未搭載のユニットの約 1/100 となり、また、チューブ内面にバイオフィームの形成を認めなかった。

研究成果の概要（英文）：

It has been a matter that biofilm formation was observed inside of the tube in dental unit waterline, and that contaminated water by bacterium biofilm was released in dental treatment. Therefore, we made a prototype of cleaning device equipped with cleaning by sodium hypochlorite and flushing in dental unit waterline, and examined the effect of this device to prevent dental unit waterline contamination. The number of bacteria discharged from the unit equipped with this device was decreased and no biofilm formation was observed inside of the tube during 6 months after installation.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・保存治療系歯学

キーワード：歯学、細菌、バイオフィーム、デンタルユニット、管路洗浄

1. 研究開始当初の背景

高齢者人口や易感染性宿主の増加に伴い、院内感染の防止は医科領域全般における重

大な問題として認識されるようになってい
る。近年、デンタルユニットの給水系チュー
ブ内面に細菌バイオフィームが形成され、治

療に使用される水から日本の水道法をはるかに超える量の細菌が検出されているとの報告がある。平成 20 年 4 月 1 日より施行された日本の水道法では、水質管理目標設定項目として従属栄養菌が新たに追加され、目標値として 2,000 CFU/ml 以下 (R2A 寒天平板培地法にて 20±1℃で 7 日間培養) と設定されている。我々は平成 21,22 年度の科研 (若手研究 (B)) において、新規に導入されたデンタルユニットのチューブ素材として、細菌の付着が少ないフッ素積層チューブを用いてその効果を検討した。その結果、フッ素積層チューブでは従来使用されてきたウレタンチューブで観察されたバイオフィルムの形成が観察されず、感染防止対策として有効であることが示された。

しかし、デンタルユニットの長期間の使用を考えた場合、チューブへの付着細菌が次第に増え、バイオフィルムが形成される可能性がある。そのため、給水系の日常のメンテナンスとして何らかの細菌の除去対策が必要であると思われる。

2. 研究の目的

本研究では、デンタルユニット給水系に薬剤を送り込む機能と洗い流す機能を持つ管路洗浄装置を試作して、その効果を検討することを目的とした。すなわち、まず、使用する効果的な薬剤とこの薬剤に対して腐食の少ない金属を選定し、さらに管路洗浄装置を試作して実際に診療室で使用し、その効果を検討した。

3. 研究の方法

(1) 使用薬剤の検討

管路洗浄装置に使用する最適な薬剤として、歯科領域で使用頻度が多いという点から次亜塩素酸ナトリウムと酸化水を選択した (表 1 にその詳細を示す)。これら各種薬剤 1ml 中に 1×10^7 CFU/ml に調整した菌液を加えて 5 分間放置し、その後、滅菌蒸留水にて 10 倍段階希釈を行い、100 μ ml を従属栄養菌の培養に適した R2A 寒天平板培地 (Becton Dickinson) に播種して 25℃で 7 日間の好気培養を行い、細菌数を測定した。

表 1 薬剤一覧

薬剤	有効塩素濃度	生成装置
滅菌蒸留水	0ppm	
次亜塩素酸 ナトリウム A	10ppm	
次亜塩素酸 ナトリウム B	50ppm	
次亜塩素酸 ナトリウム C	250ppm	
酸化水 A	30ppm	アシデント
酸化水 B	50ppm	アクアプロ 21

(2) 金属に対する薬剤の影響

次に、デンタルユニット給水系の管路に使用されている金属に対して腐食などの影響がないかを調べるために金属に対する薬剤の影響について調べた。

表 1 の次亜塩素酸ナトリウム A (30ppm)、酸化水 A (30ppm)、酸化水 B (50ppm)、蒸留水 (コントロール) などの薬剤中に、各種金属 (Fe-Cr 系および Fe-Cr-Ni ステンレス鋼、真鍮、表 2 に詳細を示す) を浸漬し、室温で浸透保管した。その後、IPC 発光分光分析装置 (SPS7800、エスアイアイ・ナノテクノロジー、千葉) を用いて金属溶出量を測定した。なお、ステンレス鋼では Fe、Ni、Cr の量を、真鍮については Cu、Zn の量を測定した。

さらに、各種薬剤に浸漬した金属試料表面を 1 週間ごとに色彩色差計 (CR-100、コニカミノルタセンシング、大阪) を用いて測定し、CIE1-76L*a*b*表色系にて得られた計測値を浸漬前試料と比較して、JIS Z 8730 に準じて色差 ΔE^*ab を算出した。

表 2 金属一覧

Fe-Cr 系ステンレス鋼	SUS430F
Fe-Cr-Ni 系ステンレス鋼	SUS303, SUS304, SUS316
真鍮	C3664BD

(3) 試作管路洗浄装置の臨床使用における汚染防止効果

大阪大学歯学部附属病院保存科診療室において、新規に導入された未使用の 2 台のデンタルユニット (Spaceline®EMCIA、モリタ製作所、京都) のうち 1 台に、すべての給水管路に薬剤を送り込み、薬剤洗浄後に洗い流す機能を備えた試作管路洗浄装置を搭載した (図 1)。

もう 1 台はコントロールとし、2 台とも通常通り診療に供した。

診療開始前に薬剤を用いたデンタルユニ

ット内の給水管路の洗浄を新規導入6ヵ月後まで行った。薬剤には、前述の実験から良好な殺菌作用と金属溶出量の少なかった10ppmの次亜塩素酸ナトリウムを使用した。管路洗浄装置の使用前にデンタルユニットのエアータービンハンドピースより放出される5mlの水を滅菌容器に回収し、R2A寒天平板培地(Becton Dickinson)に播種して25°Cで7日間の好気培養を行い、細菌数を測定した。

また、メインチューブから分岐した付近で、各ユニットのエアータービン用チューブの一部を採取し、縦断した後、2%パラホルムアルデヒド/2.5%グルタルアルデヒド溶液に浸漬して固定した。0.1M カコジル酸(pH7.4)で30分ずつの洗浄を3回行った後、上昇エタノール系列(50%、70%、80%、90%、95%、100%)にて脱水し、t-ブタノールによる置換後、凍結乾燥を行った。その後、プラズママルチコーター(PMC5000、明和商事、大阪)により白金蒸着を施し、チューブ内面を走査型電子顕微鏡(SEM、JSM-5310LV、日本電子、東京)にて観察した。

図1 試作管路洗浄装置を搭載したデンタルユニット



4. 研究成果

(1) 使用薬剤の検討

今回使用したすべての薬剤において、殺菌作用を認めた(表3)。

表3 薬剤の殺菌効果

薬剤	細菌数(CFU/ml)
滅菌蒸留水	750
次亜塩素酸ナトリウムA	0
次亜塩素酸ナトリウムB	0
次亜塩素酸ナトリウムC	0
酸化水A	0
酸化水B	0

(2) 金属に対する薬剤の影響

① 金属溶出量の変化

SUS430F、SUS303、C3664BDでは、すべての浸漬期間において酸化水A>酸化水B>次亜塩素酸ナトリウムAの順に金属溶出量が多かった。SUS303では酸化水Aのみ浸漬4週後以降において金属溶出量の増加を認めた。SUS304では主に酸化水Aのみで金属の溶出を認め、酸化水Bと次亜塩素酸ナトリウムAにおける金属溶出量はごく少量であった。SUS316では浸漬8週後でいずれの薬剤においても金属の溶出を認めなかった。

酸化水同士での比較では、SUS316以外の金属で酸化水Aからの溶出量は酸化水Bよりも多かった。これは、酸化水Aは弱酸性(約pH6.5)であり、酸化水Bは中性であるため、pHの違いによるものと思われる。

② 色彩変化

SUS430FとSUS303では浸漬4週後まではどの薬剤も徐々に色彩変化が大きくなったが、浸漬4週後以降では、酸化水Bと次亜塩素酸ナトリウムAでは変化があまりみられなかったのに対し、酸化水Aでは増大傾向を示した。すべての浸漬期間中で酸化水A>酸化水B>次亜塩素酸ナトリウムAの順に色彩変化が大きかった。SUS304、SUS316では、酸化水Aのみ他も薬剤よりも色彩変化が大きかった。C3664BDでは浸漬4週後まで酸化水Aと酸化水Bが次亜塩素酸ナトリウムAよりも色彩変化が大きかったが、浸漬8週後では同程度であった。

(2)①の金属溶出量の結果と同様に酸化水Aの色彩変化がほかの薬剤と比べて大きかった。

実験(1)(2)の結果より殺菌効果とデンタルユニットに使用されている金属への影響を考慮して、試作管路洗浄装置に使用する薬剤として次亜塩素酸ナトリウムA(有効塩素濃度:10ppm)を選択した。

(3) 試作管路洗浄装置の臨床使用における汚染防止効果

新規導入3ヵ月以降のエアータービンハンドピースから放出される細菌数は、管路洗浄装置未搭載のデンタルユニットからは $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^5$ CFU/mlであったのに対し、管路洗浄装置搭載のデンタルユニットからは、 1×10^3 CFU/mlのオーダーであり、洗浄装置の搭載によって放出される細菌数を約1/10~1/100に抑制できることがわかった。これは給水路に水が通るだけでは除去できないチューブに付着した細菌を次亜塩素酸ナトリウムにより殺菌しているからだと思われる。

また、チューブ内面のSEM観察によりどちらのユニットにおいても少量の桿菌と糸状菌の付着を認めるものの、すべての期間においてバイオフィルムの形成を認めなかった。

本研究により次亜塩素酸を用いた試作管路洗浄装置はデンタルユニットから放出される細菌数の減少に有効であることがわかった。

図2 薬剤浸漬によるデンタルユニット使用金属の各種薬剤への溶出

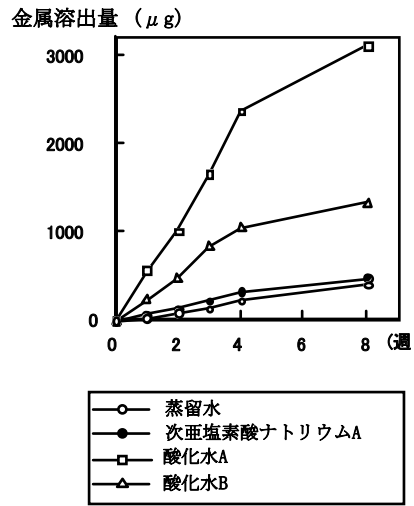
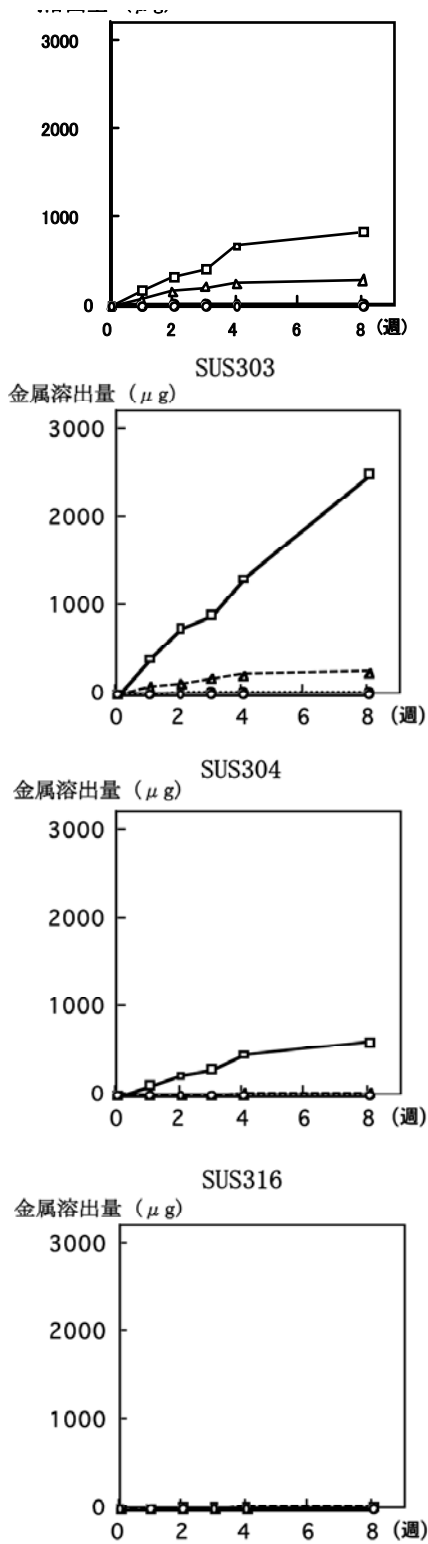
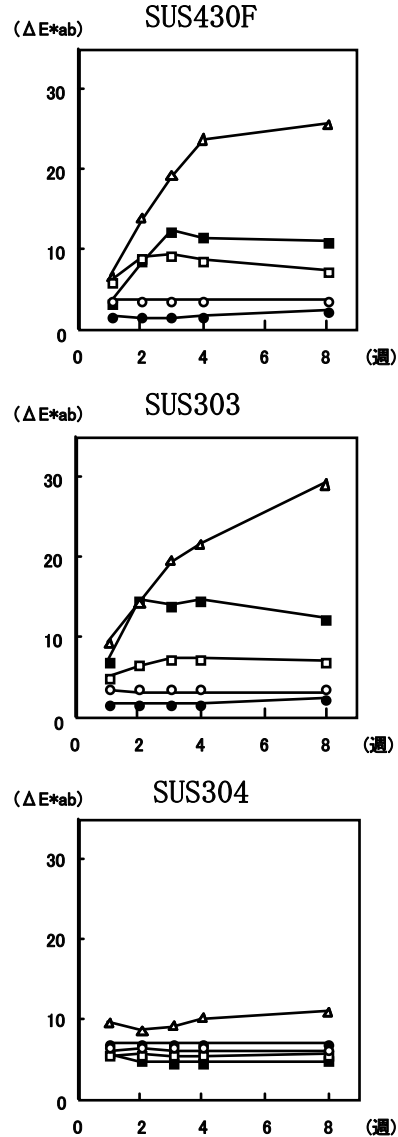


図3 デンタルユニット用金属の各種薬剤浸漬時における色彩変化



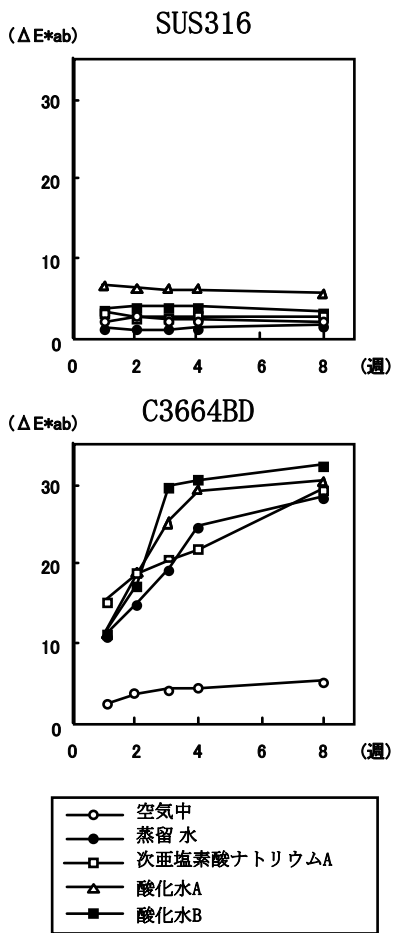


図4 試作管路洗浄装置の効果

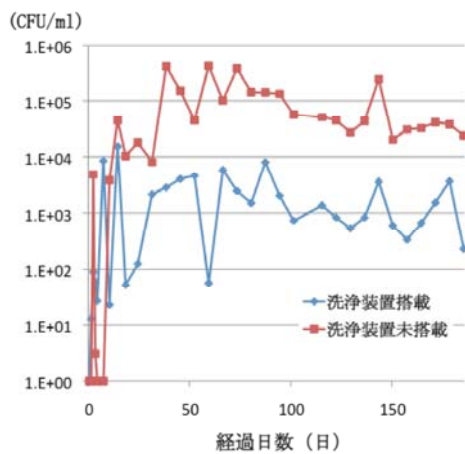
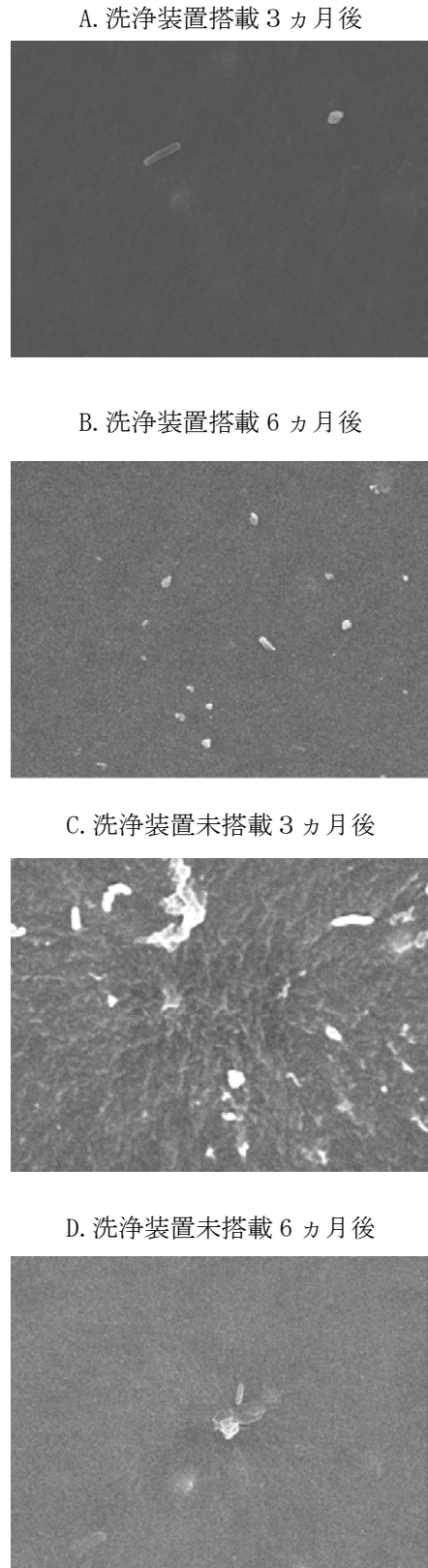


図5 各デンタルユニットのチューブ内面の走査型電子顕微鏡像 (3,500m倍像)



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)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藪根 敏晃 (YABUNE TOSHIAKI)
大阪大学・大学院歯学研究科・助教
研究者番号：90423144