

【資料3】

歯科用ハンドピースの水質改善の検討

1. 研究概要

1. 目的

歯科用ユニット給水系の水質調査の結果（資料2）、術者用テーブルからハンドピース出口までの管路が従属栄養細菌繁殖の温床となっており、フラッシングだけではハンドピース排出水は水道水質基準および目標に適合させることは困難であることが判明した。これを受け、本研究では経済性、実効性および実現性の高いハンドピース排出水の水質管理法を考案し、新たな技術開発および歯科用ユニット給水系における院内感染対策ガイドラインの提案に繋げることを目的とした。

2. 研究方法

【実験1】 外部取り付け型洗浄装置が水質改善に及ぼす影響

➤ 目的

『市販の外部取り付け型洗浄装置』が歯科用ユニットの水質改善に及ぼす影響を検証すること。

➤ 対象歯科用ユニット

東北大学病院で使用されている、感染管理機能を搭載していない従来型の歯科用ユニット（A社製、2012年9月より稼働：以下、『一般ユニットA』）を用いた。このユニットは、毎朝使用前に、専用フラッシングタンクにハンドピース等全ての経路を接続し、水道水を豊富な水流量で7分間循環させて残留水排出（フラッシング）を行い、使用している。

➤ 実験条件

ユニット内の水路部品を新しく交換し、市販（A社製）の外部洗浄装置を取り付け、『外部洗浄装置取り付けユニットA』とした。

➤ 歯科用ユニット給水の洗浄方法

装置を取り付けた後、毎週末にAgイオンを含む0.1%過酸化水素水をチェア給水管路内に循環させ、約2日間滞留させた。加えて、従来通り、毎朝使用前に、専用フラッシングタンクを使用したフラッシングを継続させた。

➤ 採水方法

1分間のフラッシング前後にハンドピース水25mLを無菌チューブ内に採水した。なお、25mLの採水量は、対象歯科ユニットにおける30秒間のフラッシングで排出される水量に相当するため、フラッシング前に行った採水を30秒間のフラッシングとして、フラッシング時間を含めて検討した。

➤ 評価方法

採水後ただちに、従属栄養細菌数および遊離残留塩素濃度を測定した。遊

離残留塩素濃度はジエチル - p - フェニレンジアミン反応の吸光度法により測定し、厚生労働省が示す水道水質基準 (<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/ki jun/ki junchi.html>) の基準値 (0.1 mg/L 以上) をもとに合否を判定した。従属栄養細菌は R2A 寒天培地上での低温・長期培養法を用いて検出し、水質管理目標設定項目 (<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/ki jun/dl/ensotsuika-j.pdf>) としての目標値 (2,000 CFU/mL 以下) をもとに判定した。

【実験 2】 高濃度薬液を用いた集中的洗浄が水質改善に及ぼす影響

➤ 目的

『1%水酸化ナトリウム溶液を用いた1回の集中的な水路管内洗浄』が歯科用ユニットの水質改善に及ぼす影響を検証すること。

➤ 対象歯科用ユニット

東北大学病院で使用されている、2種類の歯科用ユニット(以下、一般ユニットAおよびB)を用いた。どちらの歯科用ユニットも感染管理機能を搭載していない従来型のもので、それぞれのユニットに付属したマニュアルに従い毎朝フラッシングして使用されている。

一般ユニットA:A社製、2012年9月より稼働。毎朝使用前に、専用フラッシングタンクにハンドピース等全ての経路を接続し、水道水を豊富な水流量で7分間循環させてフラッシングを行い、使用している。

一般ユニットB:A社製、2009年12月より稼働。毎朝使用前に、ハンドピース水では歯科用ユニット付属プログラムによる約200mlほどの残留水を3分間で排出、含漱水ではコップ8杯分(約800ml)の水を排出させてフラッシングを行い、使用されている。

➤ 集中的化学洗浄の方法

集中的化学洗浄対象歯科用ユニットの製造・販売メーカー(A社)に協力を依頼した。一般ユニットAおよびBの水回路内にエアを流し、回路内の水道水を除去した後、1%水酸化ナトリウム溶液を充填し、1時間滞留させた。滞留後、ユニット水回路内にエアを流して回路内の洗浄薬液を除去し、各排出口(ハンドピース水や含漱水等)から出る水のpHが中性になるまでユニット水回路内を水道水で洗浄した。

この処理を行った一般ユニットAを『集中的化学洗浄ユニットA』、Bを『集中的化学洗浄ユニットB』とした。

➤ 集中的洗浄後の水質管理方法

集中的化学洗浄後も、従来通りにユニット付属のマニュアルに準じた方法毎朝使用前にフラッシングを行った。

➤ 採水方法

【実験1】に準じて採水した。

➤ 評価方法

【実験1】に準じて行った。

【実験3】 日常生活水における従属栄養細菌数の評価

➤ 目的

身の回りにおける生活水にどの程度の従属栄養細菌が存在するかを、水質管理目標値（2,000 CFU/ml）を指標に検討すること。

➤ 実験条件および採水方法

東北大学歯学研究科建物内において、朝使用直後の水道および市販のウォーターサーバー（給水器）から、水道水および給水器水を常温でそれぞれ10 mL採水した。実験条件として、以下を設定した。

● 採取した水道水を『台所用洗剤で洗浄したガラスビーカー』あるいは『滅菌ガラスビーカー』に入れ、蓋をせずに大気圧下にて『室温』あるいは『4℃』で7日間保管

● 常温で採取した『水道水』もしくは『給水器水』を湯煎にて70℃に加熱

➤ 評価方法

採水直後に加え、大気下で保管した水道水は1日後及び7日後に、湯煎加熱した水は加熱後ただちに、実験1と同様の方法で従属栄養細菌数を測定。

【実験4】 加温がハンドピース排出水に存在する従属栄養細菌に及ぼす影響

➤ 目的

加温殺菌における従属栄養細菌の温度感受性を検討すること。

➤ 対象歯科用ユニット

一般ユニットB：3台

➤ 実験条件および採水方法

フラッシング前のハンドピース排出水25 mLを無菌チューブ内に採水した。湯煎にて常温から加温していき、30℃から60℃まで、5℃ごとに従属栄養細菌数を評価した。

➤ 評価方法

採水後ただちに、実験1と同様の方法で従属栄養細菌数を測定した。

【実験5】 中等度加温がハンドピースの水質改善に及ぼす影響

➤ 目的

歯科用ユニット給水タンク内における貯留水の中等度加温とフラッシングの併用が、ハンドピース排出水の水質改善に及ぼす影響を検討すること。

➤ 対象歯科用ユニット

一般ユニットA：1台

外部洗浄装置取り付けユニットA'：1台、A社製外部洗浄装置付き

➤ 実験条件および採水方法

歯科用ユニットの給水タンク（図1 赤囲み部分に内蔵）に最高温度約65℃の加温装置（図1 白矢印）を取り付けた。10分間の加温後に行ったフラッシング30秒、1分および2分後のハンドピース排出水を25 mL無菌チューブ内に採水した。



図1 加温装置の外観

➤ 評価方法

採水後ただちに、水温を測定するとともに実験1と同様の方法で従属栄養細菌数および遊離残留塩素濃度を測定した。

・研究結果の概要

【実験 1】 外付け洗浄装置の運用とフラッシングを併用することにより、ハンドピースの良好な水質管理が長期間に渡り可能であることが示された。

【実験 2】 感染管理機能を搭載していない一般ユニットであっても、給水管路全体に 1%水酸化ナトリウム溶液を 1 時間滞留させて化学的に洗浄した後にフラッシングを行えば、ハンドピース排出水の遊離残留塩素濃度および従属栄養細菌数はそれぞれ基準値および目標値に適合した。ただし、この一回の集中的な化学的洗浄とフラッシングの併用では、遊離残留塩素濃度を水道水基準に長期間保つことは可能であるが、従属栄養細菌数の目標値に適合した水準を維持することは困難であった。

【実験 3】 室温で採取した水道水や市販の給水器水に存在する従属栄養細菌数は、必ずしも目標値に適合しなかった。また、洗剤で洗浄したガラスビーカー中に、大気圧下、室温で保管した水道水は、保管 1 日後には従属栄養細菌数の目標値に適合しない状態であった。滅菌したガラスビーカー中に室温で水道水を保管すると、1 日後では目標値に適合したが、7 日後には目標値を超える多数の従属栄養細菌が検出された。一方、4 で 7 日間保管した水道水や 70 以上に加熱した水道水および給水器水では、従属栄養細菌はほとんど検出されなかった。

【実験 4】 一般ユニット 3 台から採取したフラッシング前のハンドピース排出水に共通して、従属栄養細菌数は 45 から減少し始め、50 から目標値以下を示し、55 以降では菌はほぼ検出されなかった。この結果から、歯科用ユニット水路管中の従属栄養細菌は 50 以上の加温で殺菌される可能性が示された。

【実験 5】 ハンドピース排出水の温度は、給水タンク貯留水の加温前は常温の約 20 で、加温後に 30 前後に上昇し、フラッシング 2 分後も、その温度は維持された。また、排出水中の遊離残留塩素濃度は、加温によって上昇し、水道水質基準値以上を保った。さらに、フラッシング 30 秒後以降には、従属栄養細菌数は管理目標値以下に減少した。この結果から、歯科用ユニット内に 65 程度に加温する装置を装備しフラッシングを併用すれば、ハンドピース排出水の遊離残留塩素濃度を基準値以上に保ち、かつ、排出水中の従属栄養細菌数を目標値以下に管理できる可能性が示された。

以上の実験結果から、一般ユニットの水質を管理する方策として、以下の知見が示された。

- 市販の外付け洗浄装置およびフラッシングを併用することで、水道水の水質基準および目標値に適合した水質の管理が可能である。
- 一般ユニットに 1%水酸化ナトリウム溶液を用いて 1 回の集中的な水路管内

洗浄を行い、フラッシングを併用することで、ユニット給水系は水道水質基準および目標値に適合するが、この効果は1か月程度しか維持されない。

- 朝使用直後の水道水や市販のウォーターサーバー（給水器）の常温水における従属栄養細菌数は、必ずしも目標値に適合しない場合を認めた。従属栄養細菌数の目標値は病原微生物の存在と直接結びつくわけではなく、あくまでも水質の指標として達成することが望ましいと設定されたものである。したがって、今回の実験結果をもってこれら日常生活水や歯科用ユニット排水が体内に入ったからと言って、直ちに健康被害が出るというものではないと思われる。
- 歯科用ユニット内部の給水タンクの貯留水を中等度加温しフラッシングを併用することで、水道水質基準の遊離残留塩素濃度を保ちながら、ハンドピース排水中における従属栄養細菌数を目標値に適合させる可能性が示された。

研究結果

1.【実験1】外部取り付け型洗浄装置がハンドピースの水質に与える影響（図2）

外部洗浄装置を取り付ける前の一般ユニットAのハンドピース排出水では、フラッシングの有無にかかわらず、遊離残留塩素濃度および従属栄養細菌数はそれぞれ水道水質基準および目標に適合しなかった。一方、外部洗浄装置を取り付けた後にフラッシングを行うことにより、遊離残留塩素濃度は基準値以上となり、その効果は取り付け後1か月経過しても持続していた。一方、従属栄養細菌数は、外部洗浄装置の取り付け後に著しく減少し、取り付け1か月後においても、取り付け前の水準まで増加することはなかった。外部洗浄装置の取り付け後の従属栄養細菌数は、フラッシングによって常に目標値に適合した状態に抑えることが可能であった。

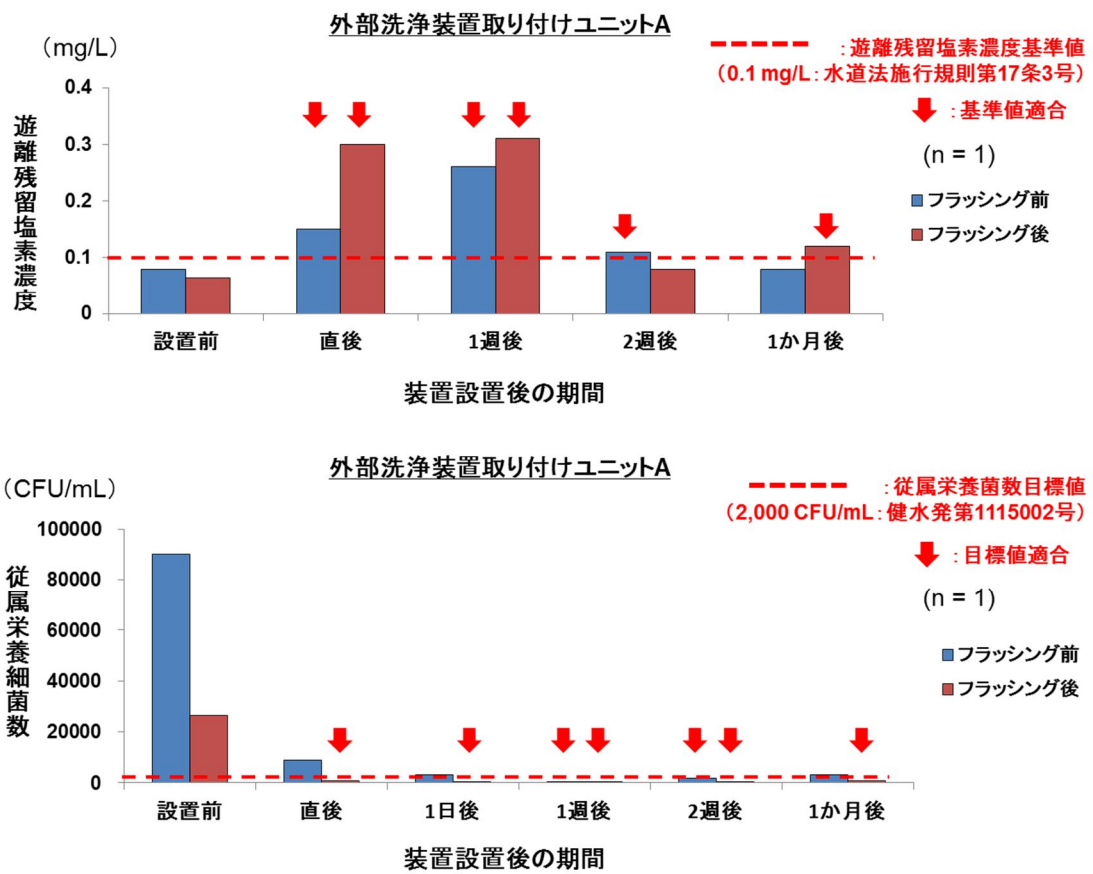


図2 .外部洗浄装置ユニットAの遊離残留塩素濃度(上)と従属栄養細菌数(下)

2.【実験2】歯科用ユニット水路管内の集中的薬液洗浄が水質改善に及ぼす影響（図3、4）

集中的化学洗浄前の一般ユニット A におけるハンドピース排出水の遊離残留塩素濃度および従属栄養細菌数は、水道水質基準値および目標値に適合していなかった（図3）。1%水酸化ナトリウムによる一回の集中的化学洗浄後では、フラッシングの併用により遊離残留塩素濃度は常に基準値に適合した。遊離残留塩素濃度に対する集中的化学洗浄の効果は洗浄1か月後まで継続した。一方、従属栄養細菌数は、集中的化学洗浄後1日目までは目標値に適合したが、2週目以降は洗浄前と同程度に増加した。フラッシングにより、従属栄養細菌数は集中的洗浄2週間までは目標値に適合したが、1か月後では菌数は著しく減少するものの目標値に適合しなかった。

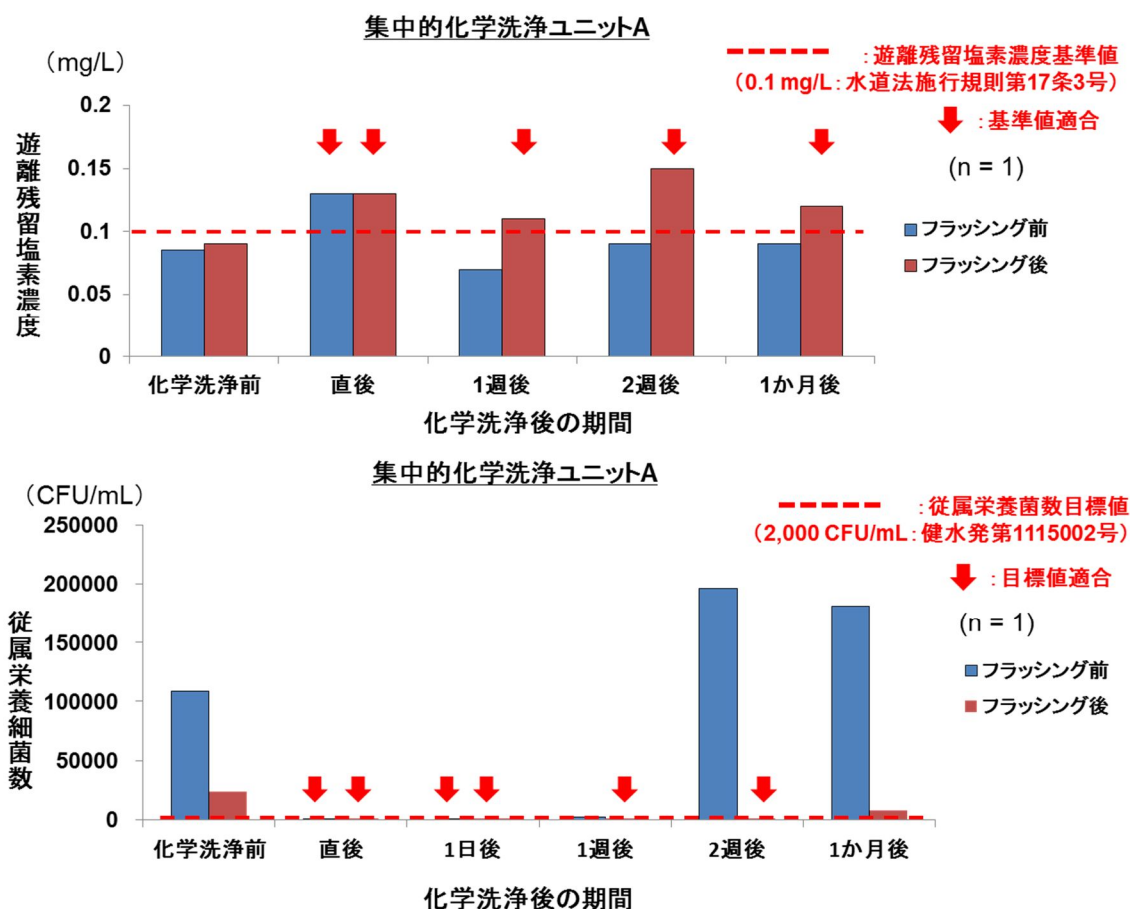


図3．集中的化学洗浄ユニット A における遊離残留塩素濃度（上）と従属栄養細菌数（下）

一般ユニット B のハンドピース排出水においても同様に、一回の集中的化学洗浄とフラッシングにより、遊離残留塩素濃度はほぼ継続して水道水質基準値に適合し、その効果は6か月後にも認めた(図4)。また、従属栄養細菌数は一回の集中的化学洗浄直後から1日後までは目標値に適合したが、1週目以降では洗浄前の水準まで増加した。集中的化学洗浄1週目以降の従属栄養細菌数は、フラッシングにより著しく減少するものの目標値に適合しなかった。

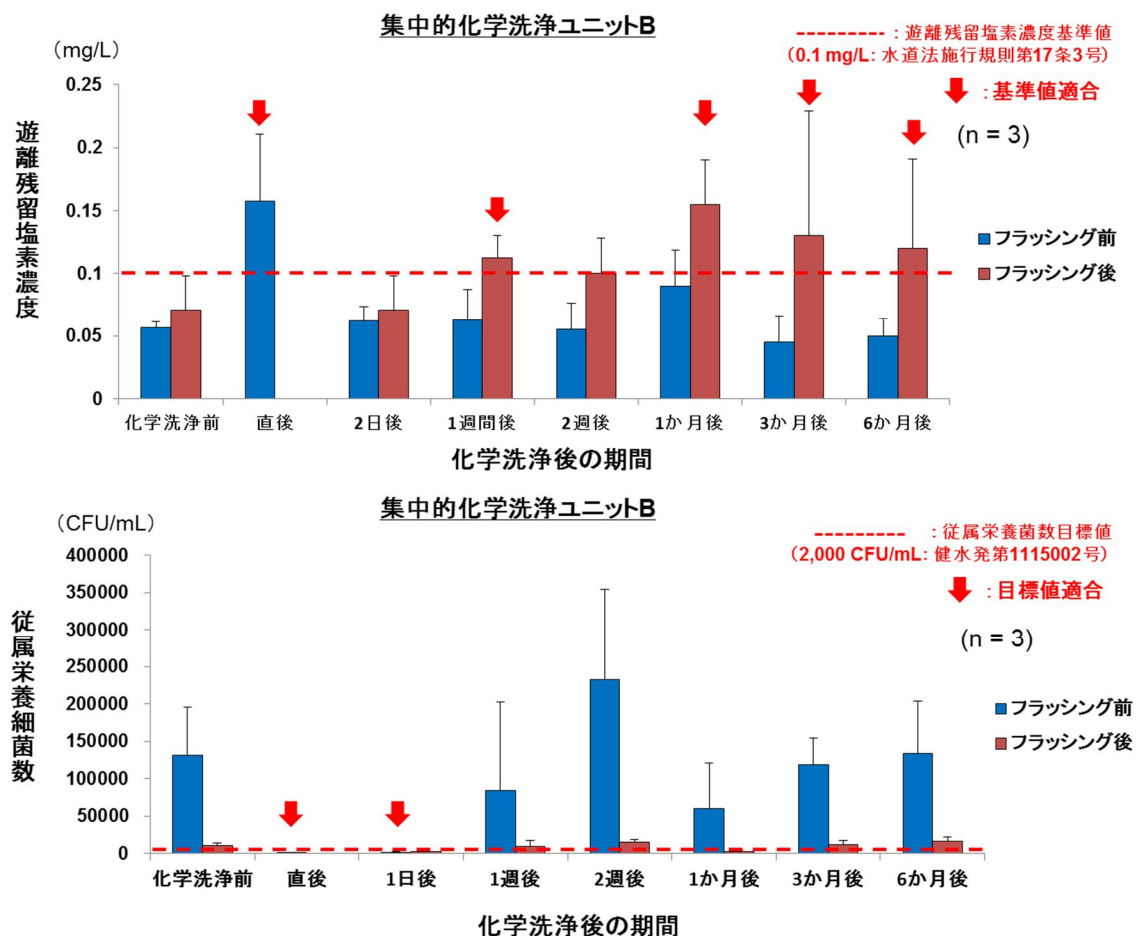


図4 . 集中的化学洗浄ユニット B における遊離残留塩素濃度 (上) と従属栄養細菌数 (下)

3.【実験3】日常生活水における従属栄養細菌数の評価 (図5)

洗剤で洗浄したガラスビーカー中に、大気圧下にて室温で蓋をせずに水道水を保管した場合、その従属栄養細菌数は保管1日後に目標値に適合した。滅菌済みのビーカー中へ保管したとしても、保管7日後に目標値以上の従属栄養細菌数が検出された。一方、4で保管した場合では、水道水中の従属栄養細菌数は7日後も目標値以下に保った。また、目標値以上に従属栄養細菌が検出された常温の水道水や給水器水を70に加熱すると、従属栄養細菌は非検出となった。

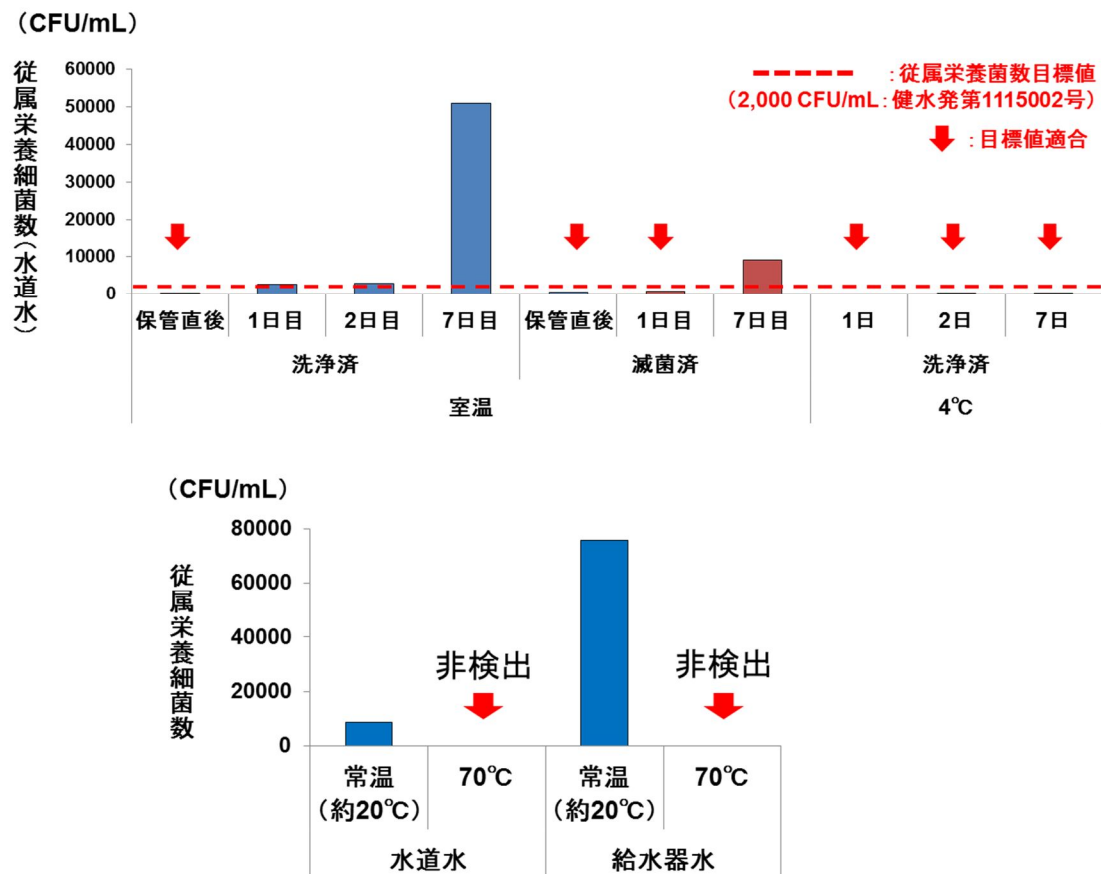


図5 . 保管容器の消毒方法および保管温度が異なる水道水中における従属栄養細菌数 (上)。加熱した水道水または給水器水中の従属栄養細菌数 (下)。

4.【実験4】加温がハンドピース排出水に存在する従属栄養細菌に及ぼす影響
(図6)

一般ユニット3台に共通して、ハンドピース排出水中の従属栄養細菌数は45 から減少し始めた。また、50 から1台のハンドピース水が目標値に適合し、55 以上で3台ともほぼ非検出となった。これら結果から、歯科用ユニット水路中の従属栄養細菌は50 程度の加温で殺菌されることが示された。

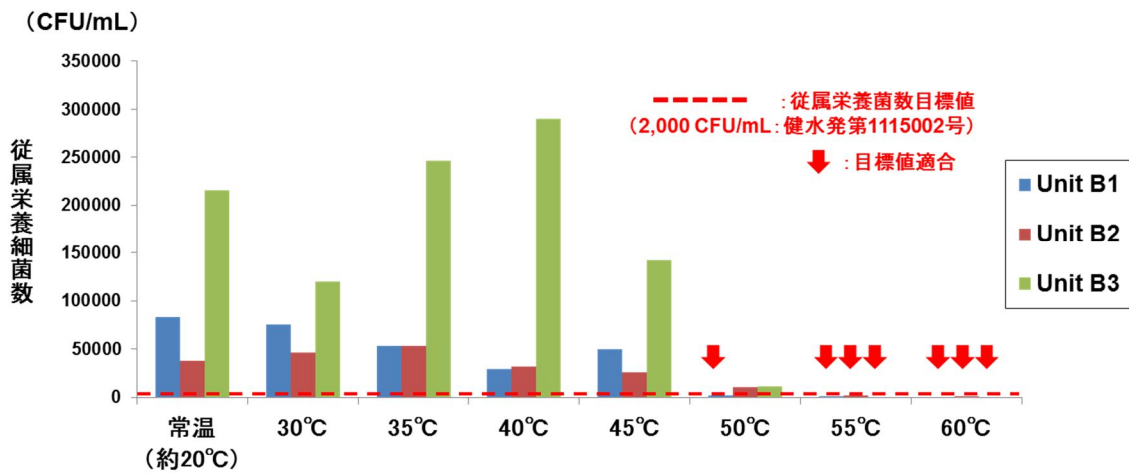


図6 . 3台の一般ユニット (Unit B1, B2, B3) から採取したハンドピース排出水に対する加温が排出水中の従属栄養細菌数に及ぼす影響

5.【実験5】中等度加温がハンドピースの水質改善に及ぼす影響（図7）

一般ユニットAおよびA'において、給水タンク内の水を加熱する前のハンドピース排出水はどちらも常温の約20であった。給水タンク加温後のハンドピース排出水は30前後まで上昇し、2分間のフラッシングの後もその温度は維持された。また、ユニットA'におけるハンドピース排出水中の遊離残留塩素濃度は、加熱後のフラッシングにより水道水質基準値に適合した。ユニットAおよびA'における従属栄養細菌数は、加熱後のフラッシング30秒以降に管理目標値以下となった。これらの結果から、歯科用ユニット内の給水タンクに貯留水を約65に加熱する装置を装備し、加熱後にフラッシングを行えば、ハンドピースから注水時に口腔内で使用可能な温度まで放熱されたとしても、排出水の遊離残留塩素濃度を基準値以上に保ち、かつ、その従属栄養細菌数を目標値以下に管理できる可能性が示唆された。

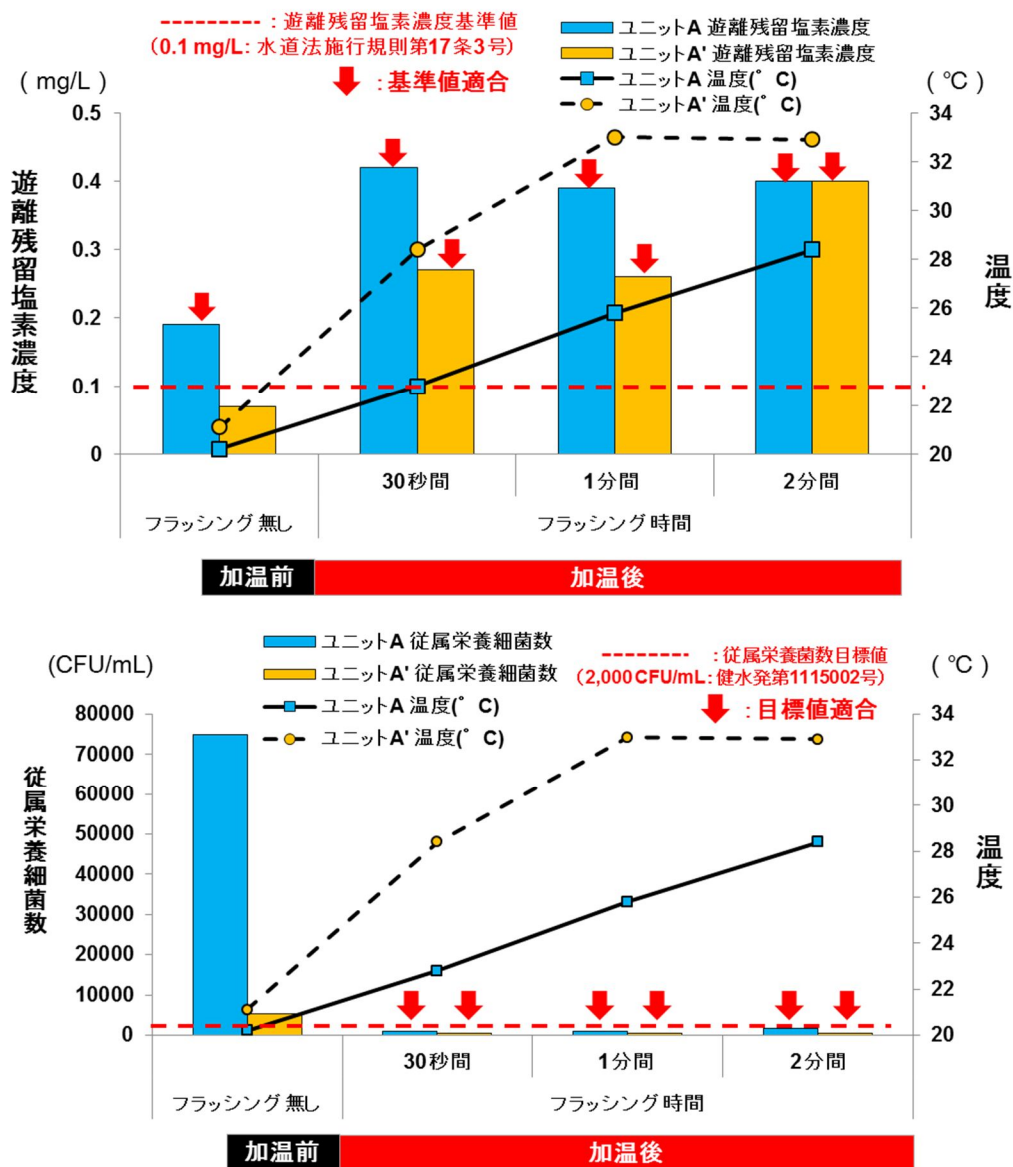


図7. 歯科用ユニット内部水路に加熱装置を装備した一般ユニットAおよびA'におけるハンドピース排出水の温度と遊離残留塩素濃度（上）あるいは従属栄養細菌数（下）