

歯科用ユニットの水質管理 — “フラッシング” の重要性 —

Water quality management in dental unit — Importance of “flushing” —

¹ 東北大学大学院歯学研究科 分子・再生歯科補綴学分野

² 東北大学大学院歯学研究科 口腔生化学分野

山田 将博¹ / 鷺尾 純平² / 高橋 信博² / 江草 宏¹
Masahiro YAMADA¹, Jumpei WASHIO², Nobuhiro TAKAHASHI² and Hiroshi EGUSA¹

1 はじめに

昨今、歯科医療機関における院内感染対策が国民の大きな関心事となっており、そのトピックスの1つとして、歯科用ユニットの給水系の水質管理の重要性が取り上げられている。平成28年度に全国の開業歯科医師700名を対象に行われたアンケート調査の結果¹⁾、約30%の歯科医師が感染管理機能を搭載した歯科用ユニットを導入しており、歯科用ユニットの水質管理に対する歯科医師の意識の高まりが伺われる。一方で、毎朝歯科用ユニットを使用する前に、給水管路内に滞留した水（残留水）の排出（フラッシング）を実施している歯科医師の割合は、作業が容易であるにもかかわらず71%にとどまっており、早急に歯科医療スタッフに対して歯科用ユニットの水質管理に必要な知識の普及、啓発を図る必要がある。

本稿では、歯科用ユニットの水質管理における法令・基準について概説し、われわれが行った現状調査の結果¹⁾を基に、歯科用ユニットの水質管理に必要な情報を整理したい。

2 歯科用ユニットの水質管理における基準値および目標値

水道法または建築物衛生法により、患者の口腔内で使用される歯科用ユニット水は「飲料水と同等」と解釈されるため、水道法水質基準に適合しなければいけない。水道水の水質基準は、水道法第4条に基づき「水質基準に関する省令」に定められている。主な基準項目には、「一般細菌は1mLの検水で形成される集落数が100 CFU/mL以下であること」、「大腸菌は非検出であること」、「給水栓における水が遊離残留塩素を

0.1 mg/L以上保持すること」等がある。さらに、水質管理上留意すべき項目として、水質基準の下に水質管理目標設定項目が位置づけられている。この項目には、暫定的目標値として「従属栄養細菌は2,000 CFU/mL以下であること」が示されている。

従属栄養細菌は、有機物を比較的低濃度に含む培地を用いて低温度で長時間培養した際に集落を形成する細菌の総称である。自然界の水中には低有機栄養環境であるが、従属栄養細菌はこの環境に適応し、微量の有機物を利用して生息している。したがって、水中で一般細菌よりもはるかに多数の検出が可能である従属栄養細菌は、水質管理上の指標として利用されてきた。ただし、われわれの身の回りの水に棲む従属栄養細菌は通常は病原性をもたず、この目標値を多少超えたとしても健康人に対してただちに健康被害を及ぼすものではないと思われる。しかしながら、従属栄養細菌は免疫力の低下した易感染宿主に対しては日和見感染の原因菌となる可能性が報告されている²⁾。また、米国疾病予防管理センター（CDC）は、日常の歯科治療に米国の飲料水基準である500 CFU/mL以下の従属栄養細菌数の水を使用することを勧告しており³⁾、American Dental Association（ADA）は、歯科用ユニット水の従属栄養細菌数を200 CFU/mL以下と規定⁴⁾していることを鑑みると、歯科用ユニットの水質管理には従属栄養細菌を可能な限り低く保つことが求められる。

3 歯科用ユニットの水質管理の現状

歯科用ユニットの給水系は、細くて長く複雑な管路構造のため、潜在的に細菌増殖やバイオフィーム形成

が促進されやすい。特に、休診日等の非稼働時にはユニット中の残留水の遊離残留塩素濃度は低下しており消毒効果が期待できないため、微生物の増殖が助長される。フラッシングは歯科用ユニットの給水系の細菌汚染を軽減させる代表的な方策であり、その励行が呼びかけられている⁵⁾。さらに、給水管内のバイオフィーム排除は容易ではないことから³⁾、より確実に歯科用ユニットの水質を管理するために、消毒薬を用いた給水管路の化学的洗浄や中性電解水等の応用が取り組まれている^{5,6)}。

われわれは、歯科用ユニットの水質について現状を把握するため、東北大学病院で使用している歯科用ユニットの水質調査を行った¹⁾。調査では、感染管理機能を搭載していない従来型のA社製歯科用ユニット（以下、一般ユニット：使用年数約9年）および消毒薬（0.1%過酸化水素水）を用いた感染管理機能を搭載したB社製歯科用ユニット（以下、感染管理機能搭載ユニット：使用年数約3年）を対象とした。調査にあたり、毎朝のフラッシング前の残留水試料として、「ハンドピース排水水」および「口腔内すぎ水（含嗽水）」を採取した。フラッシング後の試料として、ハンドピースでは1分間、含嗽水ではコップ8杯分の排水を行った後に採取した水を用いた。また、水道水の試料として、歯科用ユニット傍の水栓から排出される「手洗い水」を開栓直後および30秒間流水後に採取した。採水後、ただちに一般細菌数、従属栄養細菌数および遊離残留塩素濃度を測定し、前述の水道法水質基準値および目標値に準じて合否を判定した。

1) 歯科用ユニットの給水系における一般細菌と従属栄養細菌の検出

一般ユニットの含嗽水およびハンドピース排水の残留水試料には、好気環境下で生育する一般細菌や嫌気環境下で生育する細菌は検出されなかった。一方、好気環境下の低温培養では多数の従属栄養細菌が生育し、コロニーを形成した。これらコロニーの細菌種を遺伝子解析により同定した結果、その大半は従来水中の従属栄養細菌として報告されている *Sphingomonas* 属や *Methylobacterium* 属が占め、明らかな病原性が疑われる細菌の存在は認めなかった。

2) 一般ユニット給水管路の各部位における汚染状況

調査に用いた一般ユニットの給水管路（図1）は、水道の元栓（P1およびP2）からユニット内へ入ってすぐに分岐（P3）し、含嗽水を供給するスピットン部（P4）、補佐用テーブル（P5）およびハンドピース（P6）に給水する術者用テーブル（P6）の三方へ至る。術者用テーブルに至った管路はそこでさらに多岐に分岐して細くなり、エアータービン、コントラアングル等のハンドピースに給水する（P7）。

一般ユニット給水管路における従属栄養細菌の生育部位を特定するため、毎朝のフラッシング前に給水管路の各部位（P1～7）から採水し、その水質を評価した。その結果（図2）、水道元栓からの距離が遠くなるに従い、各部位における従属栄養細菌数は増加し、遊離残留塩素濃度は低下する傾向を認めた。また、術者テーブル内部より下流の管路では、従属栄養細菌数

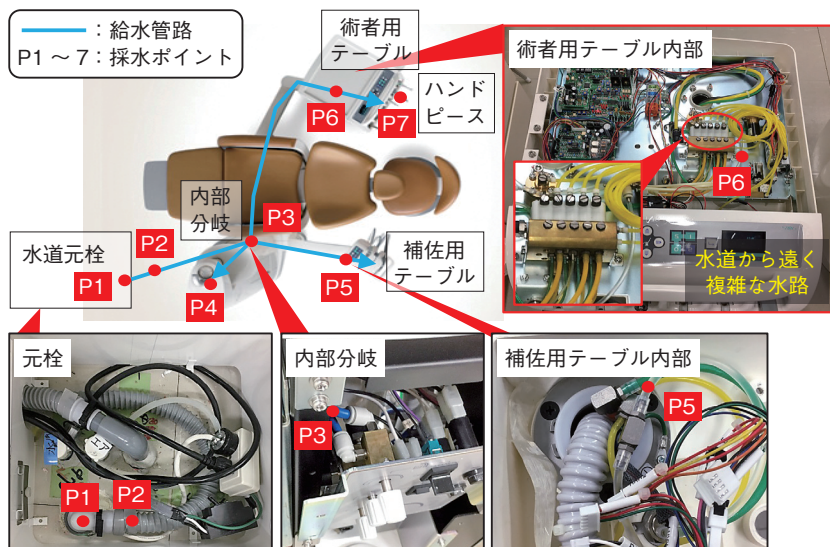


図1 歯科用ユニット給水管路の構造

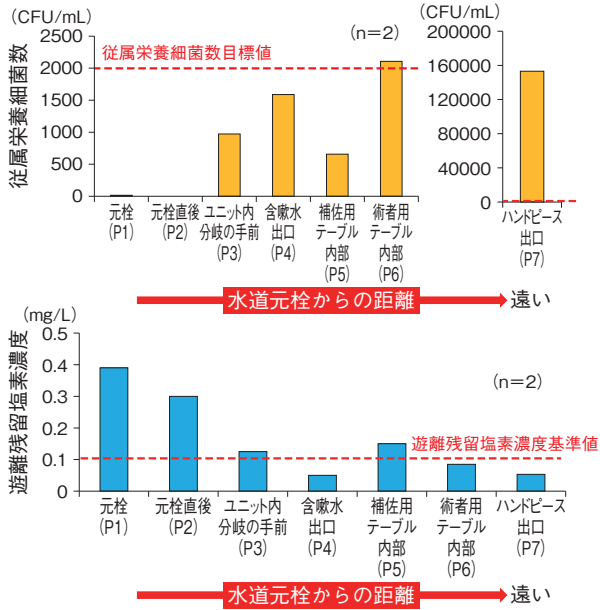


図2 給水管路の各部位 (図1中 P1~P7) における従属栄養細菌数および遊離残留塩素濃度 (文献1より改変引用)

および遊離残留塩素濃度は目標値および基準値に適合していないことが明らかとなった。この結果は、術者用テーブル内部からハンドピースに至るまでの給水管路は、構造的に最も複雑であり、ここを通過する水勢も弱いため、従属栄養細菌数が増加する温床となっていることを示唆している。一方、ユニット内分岐 (P3) より上流の残留水は水道水に準じた水質を維持していることから、一般ユニットの水質を適切に管理するためには、この部分よりも下流の管路に対する対策が重要となる。

3) 一般ユニットにおけるフラッシングの重要性

一般ユニットのフラッシング前のハンドピース排出水には、目標値を大きく超える約 150,000 CFU/mL の従属栄養細菌が存在した (図3)。フラッシングにより残留水を排出することで、その数は目標値に近い水準まで減少したが、適合には至らなかった。含嗽水および手洗い水では、フラッシング前でも従属栄養細菌数は目標値にほぼ適合していたが、遊離残留塩素濃度については基準値に適合しない場合を認めた。残留水を排出することで、含嗽水における従属栄養細菌数および遊離残留塩素濃度は目標値および基準値に適合した。

次に、一般ユニットにおいてフラッシング時間がハンドピース排出水における従属栄養細菌数および遊離残留塩素濃度に及ぼす影響を検討した (データ未掲

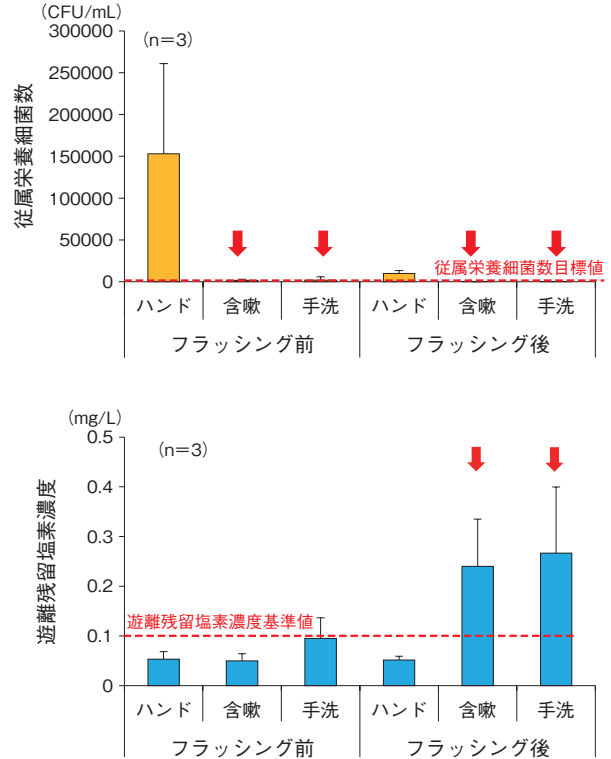


図3 一般ユニットのハンドピース排出水 (ハンド)、含嗽水 (含嗽) および手洗い水 (手洗) における従属栄養細菌数および遊離残留塩素濃度 (文献1より改変引用) 図中の下矢印は目標値あるいは基準値への適合を示す。

載)。その結果、フラッシングを1分間以上行うことにより、遊離残留塩素濃度は基準値に適合した。一方、従属栄養細菌数は、1分間のフラッシングにより著しく減少するが、フラッシングを4分間継続しても、菌数は目標値には達さなかった。ここで興味深いのは、フラッシングは1~4分の間でほぼ同等の水質改善効果を示したことである。この一般ユニットでは、1分間のフラッシングでハンドピースから排出される水は約 55 mL であり、これは細菌汚染が最も懸念される術者用テーブル内部 (図1内の P6) より下流の給水管路内の残留水を排出するには十分な量である。したがって、フラッシング時間が1分間であっても、汚染部位における残留水は完全に排出され、ハンドピース排出水における従属栄養細菌数は目標値に近づいたと考えられる。この結果は、給水管路の汚染部位の構造を把握することで、一般のフラッシング法 (3~5分間)⁵⁾ よりも短時間でハンドピース排出水の水質を管理できる可能性を示しており、給水管路の細菌汚染をピンポイントで効果的に防ぐ技術につながる事が期待される。

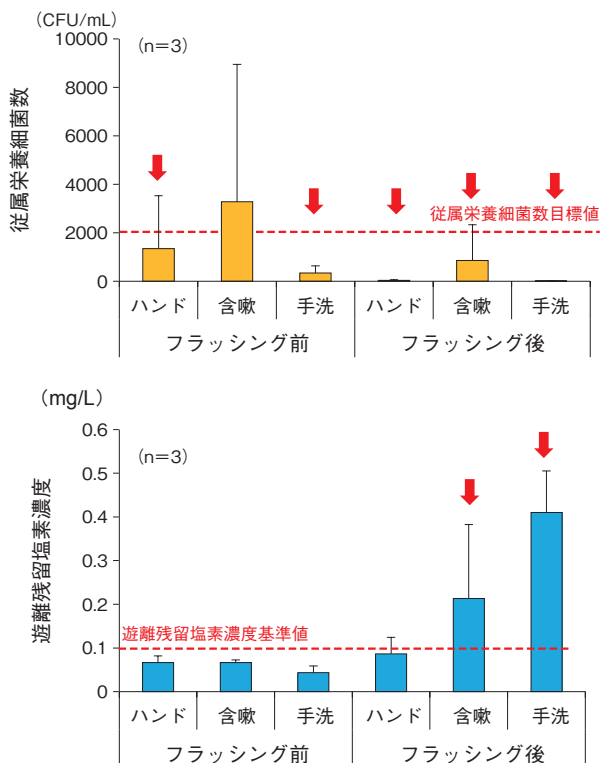


図4 感染管理機能搭載ユニットのハンドピース排出水（ハンド）、含嗽水（含嗽）および手洗い水（手洗）における従属栄養細菌数および遊離残留塩素濃度（文献1より改変引用）
図中の下矢印は目標値あるいは基準値への適合を示す。

4) 感染管理機能搭載ユニットの汚染状況とフラッシングの重要性、および一般ユニットとの比較

感染管理機能を搭載した歯科用ユニットであっても、フラッシング前ではハンドピース排出水および含嗽水における遊離残留塩素濃度は基準値未満となっており、目標値を超える従属栄養細菌が検出される場合を認めた（図4）。ただし、感染管理機能搭載ユニットの従属栄養細菌数の最大値は一般ユニットの場合よりも著明に低く、10,000 CFU/mLを超えなかった。フラッシングを行った後には、ほぼすべての試料が従属栄養細菌数および遊離残留塩素濃度の目標値および基準値に適合した。

消毒液を用いた感染管理機能搭載ユニットは、一般ユニットに比べて、給水系内部の細菌数を低く保つが、バイオフィルムを完全に排除できないことが報告されている⁷⁾。このように、感染管理機能を搭載したユニットであっても、最も汚染されている給水管路の残留水を排出しなければ、水質基準に適合した水を供

給できないことに留意すべきである。また、一般ユニットのハンドピース排出水では、最も汚染されている給水管路における残留水を排出すれば、目標値に適合しないまでも、従属栄養細菌数を著しく減少できることは注目に値する。したがって、現状ではどのような歯科用ユニットであれ、使用前に適正なフラッシングを実施することが、給水系の水質管理に最も重要かつ現実的な方策となる。

4 まとめ

歯科用ユニットから供給される水は、法令上、水道水と同等でなければならない。歯科用ユニット内の残留水を排出することで、含嗽水は水道水と同等の水質管理が可能であるが、水道元栓から遠く離れ、複雑な給水管路を経るハンドピースの水質管理には困難を伴う。したがって、一般歯科用ユニットでは、毎朝使用前に適正にフラッシングを実施することがきわめて重要であり、これによって水道水質基準の遊離残留塩素濃度を保ち、従属栄養細菌数を目標値に近づけることが可能となる。一方、感染管理機能が搭載されたユニットであれば、ハンドピースの水質を優れた水準に管理できるが、その場合にも毎朝使用前のフラッシングの併用が重要である。

もっと知りたい読者のために

- 1) 江草 宏ほか. 歯科ユニット給水システム純水化装置の開発に関する研究. 厚生労働科学研究成果データベース; 2018: 201721007B.
- 2) Ryan MP, et al. *Sphingomonas paucimobilis*: a persistent Gram-negative nosocomial infectious organism. *J Hosp Infect* 2010; 75: 153-157.
- 3) 米国疾病管理予防センター (樋口勝規ほか監訳). CDC 歯科医療施設における感染予防の手引き. 医歯薬出版; 2018. p.19.
- 4) Infection control recommendations for the dental office and the dental laboratory. *J Am Dent Assoc* 1996; 127: 672-680.
- 5) 日本歯科医学会監修. エビデンスに基づく一般歯科診療における院内感染対策実践マニュアル改訂版. 永末書店; 2015. p.27-33.
- 6) 中野雅子ほか. 歯科用チェアユニット給水管路の細菌汚染に対する衛生管理の取組み —ショックトリートメントおよびフラッシングの併用効果—. *日歯保存誌* 2017; 60: 306-312.
- 7) Meiller TF, et al. Dental unit waterlines: biofilms, disinfection and recurrence. *J Am Dent Assoc* 1999; 130: 65-72.