

Original Article

Optimization of Ozonation Process for Disinfection of Dental Unit Waterlines Using Response Surface Methodology

応答曲面法を用いた歯科ユニットウォーターライン消毒用オゾン処理プロセスの最適化

Mohsen Haghghi, Vahid Kazemi Moghaddam, Arasb Dabbagh Moghaddam, Nastuna Ghanbari Sagharloo & Reza Kouhi

ABSTRACT

The reduction of microbial contamination in dental unit waterlines (DUWLs) appears to be necessary because of a potential risk of infections in immunocompromised patients and medical staff, which are regularly exposed to water and aerosols generated from DUWLs. In the present study, the qualitative and quantitative microbial contamination of water in DUWLs were determined and the conventional biomedical diagnostic tests were applied to identify microorganisms. A 3-level, 2-factor central composite design was utilized to investigate the effects of chief operating parameters and optimize ozone disinfection conditions. Also, the activity of three disinfectant (ozone, NaOCl, and peracetic acid) in microbial decontamination of DUWLs were compared. The results indicated that *Microbacterium laevaniformans* were the most prevalent genera (21%) among both Gram-negative and positive species in all samples. Regression analysis illustrated the good fit of the experimental data to the predicted model with  $R^2$  and  $R^2_{adj}$  correlation coefficients of 0.988 and 0.980, respectively. Moreover, under the optimal circumstances (Ozone concentration = 1.2 ppm and reaction time = 13.5 min) the disinfection efficiency was 97.52%. The results also revealed that ozone was effective disinfectant to reduce prevalent genera (with the removal of 93.75%, 92.57% and 96.15% of *Pseudomonas aeruginosa*, *Microbacterium laevaniformans*, and *Alcaligenes faecalis*, respectively) and already formed biofilms under optimum conditions. Based on achieved results, ozone was highly effective on microbial decontamination compared to peracetic acid and NaOCl disinfectant and can be used for disinfection of DUWLs.

歯科用ユニットウォーターライン (DUWL) の微生物汚染を低減することは、DUWL から発生する水やエアロゾルに定期的に曝露される免疫不全患者や医療スタッフにおける感染症の潜在的リスクのために必要であると考えられる。本研究では、DUWL における水の質的および量的な微生物汚染を測定し、微生物を同定するために従来の生物医学的診断検査を適用した。3水準2因子中心複合計画法を用いて、主要運転パラメータの影響を調査し、オゾン消毒条件を最適化した。また、DUWL の微生物汚染除去における3種類の消毒剤 (オゾン、NaOCl、過酢酸) の活性を比較した。その結果、すべての試料において、*Microbacterium laevaniformans* がグラム陰性菌種および陽性菌種の中で最も多い属 (21%) であった。回帰分析では、 $R^2$  および  $R^2_{adj}$  の相関係数がそれぞれ 0.988 および 0.980 であり、予測モデルに対する実験データの適合性が良好であることが示された。さらに、最適環境下 (オゾン濃度 = 1.2 ppm、反応時間 = 13.5 分) での消毒効率は 97.52% であった。また、オゾンは、最適条件下で、緑膿菌、*Microbacterium laevaniformans*、*Alcaligenes faecalis* のそれぞれ 93.75%、92.57%、96.15% を除去

し、すでに形成されたバイオフィルムを減少させる有効な殺菌剤であることが明らかになった。この結果から、オゾンは過酢酸および NaOCl 消毒剤と比較して微生物汚染除去に高い効果を示し、DUWL の消毒に使用できることがわかった。

**KEYWORDS:** Dental Unit, Waterlines, Microbial Biofilm, Ozonation, Disinfection, Optimization  
Central Composite, Design

キーワード：デンタルユニット、ウォーターライン、微生物バイオフィルム、オゾン、消毒、最適化、  
セントラル・コンポジット、デザイン