

Research Article

Preliminary Study: Comparative Analysis of the Effects of Ozone and Ultrasound on *Streptococcus Mutans*

予備的研究 : *Streptococcus Mutans* に対するオゾンと超音波の効果の比較研究

Pâmela Maria Moreira Fonseca, Debora Alicia Buendía Palacios, Paulo Luiz de Sá Júnior, Walter Miyakawa, Álvaro José Damião, Adriana Barrinha Fernandes & Carlos José de Lima

ABSTRACT

*Streptococcus mutans* is one of the principal pathogens of the human oral habitat, being one of the principal etiological agents of carious lesions. Ozone is a powerful oxidant, it has the ability to inactivate microorganisms in general, and ultrasound is an acoustic system generated through a piezoelectric crystal that also presents microbicidal effects. In the present study, a comparative analysis was made of the damage caused to *Streptococcus mutans* in vitro by ultrasound and ozone, through scanning electron microscopy (SEM) and atomic force microscopy (AF) analysis. In addition, flow cytometry was used to determine microbial viability and the formation of Reactive Oxygen Species (ROS) after the application of different techniques. The data obtained by means of microscopic analysis reveal that both ozone and ultrasound produce morphological alterations in bacteria, which become rod-shaped organisms. In addition to this deformation, on the microbial surface it was possible to identify crater-like impressions. In contrast, the irregularity of protuberances on the surface of the microbial wall was only detected when ozone was employed. Regarding the formation of ROS, it was observed that that ozone induces a significant growth ( $p < .05$ ) of these molecules, while ultrasound does not present this effect. Ozone and ultrasound present microbicidal effects, however, ozone is more efficient.

ストレプトコッカス・ミュータンス (*Streptococcus mutans*) は、ヒト口腔環境における主要な病原菌のひとつであり、むし歯病変の主要な病因のひとつである。オゾンは強力な酸化剤であり、微生物全般を不活性化する能力があり、超音波は圧電結晶を通して発生する音響システムであり、殺微生物効果も示す。本研究では、走査型電子顕微鏡 (SEM) と原子間力顕微鏡 (AF) 分析により、超音波とオゾンが in vitro でストレプトコッカス・ミュータンス *Streptococcus mutans* に与える損傷の比較分析を行った。さらに、フローサイトメトリーを用いて、微生物の生存率と、異なる技術を適用した後の活性酸素種 (ROS) の形成を測定した。顕微鏡分析によって得られたデータから、オゾンと超音波の両方が細菌に形態変化をもたらし、棒状の生物になることが明らかになった。この変形に加え、微生物表面にはクレーターのようなものを確認することができた。一方、微生物壁表面の突起の凹凸は、オゾンを使用した場合にのみ検出された。活性酸素の形成については、オゾンはこれらの分子の有意な増殖 ( $p < 0.05$ ) を誘導するのに対し、超音波はこの効果を示さないことが観察された。オゾンと超音波は殺微生物効果を示すが、オゾンの方がより効率的である。

KEYWORDS: Ozone, Ultrasound, *Streptococcus mutans*, Disinfection, Microbial viability, Dental

## applications

キーワード：オゾン、超音波、ストレプトコッカス・ミュータンス、殺菌、微生物生存率、歯科用途