

論文内容要旨

氏 名 生 宏

【目的】活性酸素の一種であるヒドロキシルラジカル ($\text{HO}\cdot$) は非常に強い酸化力を有しており、細菌に作用させることで殺菌効果が得られる。本研究は、過酸化水素 (H_2O_2) の光分解および水の超音波分解という2つの $\text{HO}\cdot$ 生成系の併用による $\text{HO}\cdot$ 生成動態と殺菌活性および細菌細胞に対する酸化障害を評価することを目的とした。

【方法】各種濃度の H_2O_2 に超音波照射、レーザー光照射および両者の併用を行い、 $\text{HO}\cdot$ 生成動態の分析を電子スピン共鳴 (ESR) スピントラップ法により行った。照射時間は各条件とも1分間とした。超音波照射は、周波数：1.6 MHz、出力：30 Wで、光照射はレーザー装置を用い、波長：405 nm、放射照度 0, 46, 91 mW/cm^2 で行った。殺菌試験には、*Staphylococcus aureus* を用いて、細菌懸濁液に各種濃度の H_2O_2 を添加した試料に対し、上記と同条件で超音波と光を2分間照射した。照射後に寒天培地を用いた培養法により残存生菌数を評価した。細菌細胞に対する酸化障害は、脂質過酸化に加え、DNA酸化ストレスマーカー 8-OHdG の生成量で評価した。

【結果および考察】 $\text{HO}\cdot$ 生成動態分析の結果、超音波照射では H_2O_2 濃度に関係なく一定量の $\text{HO}\cdot$ が生成されたのに対して、光照射では H_2O_2 濃度に依存した $\text{HO}\cdot$ 生成が認められた。また両者の併用によって $\text{HO}\cdot$ 生成量は増加した。殺菌試験においては、超音波照射のみによる殺菌効果は認められなかった。このことから、超音波は細菌の細胞壁を通過できない可能性が示唆された。しかしながら、 H_2O_2 光分解に超音波照射を併用することで殺菌効果が増強された。例えば、0.5 M H_2O_2 を放射照度 91 mW/cm^2 で光分解した場合には菌数の減少が 1-log 程度であったのに対して、超音波照射を併用することで 3-log となった。分散分析により、 H_2O_2 濃度、光照射および超音波照射の有意な相互作用 ($p < 0.01$) が確認されたことから、 H_2O_2 光分解と超音波照射の併用による殺菌効果は相乗的であることが示唆された。酸化障害の評価の結果、 H_2O_2 への光照射では、脂質過酸化物は有意に増加したが、超音波照射の併用による脂質過酸化物生成の増強は認められなかった。しかしながら、DNAの酸化的傷害においては、 H_2O_2 への光照射反応による 8-OHdG の増加は、超音波照射を併用することによりさらに増強された。以上、 H_2O_2 光分解により細菌の細胞壁などの外表が傷害された結果、超音波が細菌細胞内に浸透し、細胞内局所で生成された $\text{HO}\cdot$ が DNA などの酸化損傷を引き起こすことにより相乗的な殺菌効果が得られると考察した。

【結語】本併用殺菌法では、殺菌活性の増強に加え、殺菌時間の短縮および H_2O_2 濃度の低減化ができることから、 H_2O_2 光分解殺菌単独に比し、医療器具や歯科補綴物の洗浄殺菌など応用範囲を拡大することが可能になったと考えている。