

日浦 健 論文内容の要旨

Photocatalytic TiO₂ particles confer superior antibacterial effects in a nutrition-rich environment: an *in vitro* study

(富栄養条件下における酸化チタン微粒子の光触媒抗菌作用)

日浦健、小関弘展、白石公太郎、浅原智彦、弦本敏行、進藤裕幸、
馬場恒明、埴田博史、寺崎正

Biomedical Research 31 巻 2 号 151-154 2010 年

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科 医療科学専攻
(主任指導教員：尾崎誠 教授)

緒言

整形外科手術では金属製インプラントが多用されるが、全整形外科手術の 0.14%～17.3%に発生する術後感染症の治療には難渋することが多く、長期間の抗菌薬使用による耐性菌や複数回の手術による合併症などの問題も存在する。酸化チタン（以下 TiO₂）は、近紫外線（以下 UV）の光触媒反応によって種々の活性酸素を生成し、細菌やウイルスなどの有機物を融解する性質を有する。我々は、術後感染症の予防や治療に応用すべく TiO₂ 微粒子を作製し、その有効性を検証してきた。本研究では、細菌の生命維持・繁殖に有利な富栄養条件（擬生体環境）での TiO₂ 微粒子の殺菌効果を *in vitro* で評価した。

対象と方法

四塩化チタンガスから TiO₂ 超微粒子（直径 20nm）を作製し、これに光触媒反応を促進させる過炭酸ナトリウムや pH を調整するクエン酸を加えて固形粉末（TiO₂ 含有率：0.38%）とした。この固形粉末 1g を滅菌蒸留水 100ml と混合して 1.0%TiO₂ 溶液（TiO₂ 濃度 0.038mg/ml）を作製した。黄色ブドウ球菌（黄ブ菌）と表皮ブドウ球菌（表ブ菌）を TSB 培地内で培養し、 3×10^3 CFU/ml に調整した菌液 40 μ l に 1.0%TiO₂ 溶液 40 μ l を混合し、10%胎児牛血清溶液を 40 μ l 添加した。これに UV 照射を行った後、回収した菌液を 37°C で 48 時間培養し、UV 照射時間における各 CFU から生

菌率を算出した。TiO₂ 溶液と蒸留水、UV 照射の有無による生菌率は統計学的に比較した。

結果

蒸留水+UV(-)群および蒸留水+UV(+)群では、黄ブ菌・表ブ菌とも、180 分後まではほぼ 100%の生菌率を維持したのに対し、TiO₂ 溶液+UV(+)群では、黄ブ菌の生菌率が UV60 分で 43.8%、120 分で 4.0%であり、60 分以降は他群より有意差をもって生菌率を抑制した (ANOVA:P<0.05)。さらに表ブ菌は黄ブ菌よりも光触媒に対する感受性が高く、UV30 分で 6.0%、60 分、120 分で 1.5%であり、30 分以降は有意に生菌率が抑制された。

考察

酸化チタンは殺菌活性は、汚水や大気汚染の浄化などの環境分野で一部応用されつつあるが、医学的観点から検討した研究は極めて稀である。これまでの研究で TiO₂ が術後感染症の主な起因菌に対して殺菌性を発揮することは証明できた。一方、生体内では周囲に蛋白質が豊富で、温度も 37 度前後で一定しているため、細菌の生命維持、繁殖に有利な環境といえる。本研究では、培養温度を 37 度に設定し、胎児牛血清を混合した培養液を用いた。こうした富栄養条件下でも黄ブ菌・表ブ菌に対して殺菌効果を示したことから、生体内でも TiO₂ が有効な殺菌活性が発揮できる可能性を示した。但し、臨床応用するためには、可視光線の使用や更に低濃度での高い殺菌性を発揮できる TiO₂ の開発など、今後生体への影響を極力少なくする創意工夫が必要であると考えている。