



ANTIMIKROBIELLE PHOTODYNAMISCHE THERAPIE

Aufgabenstellung

Die antimikrobielle Photodynamische Therapie (aPDT) wird zur Behandlung bakterieller Infektionen angewandt. Die Therapie ist zwar wegen der zunehmenden bakteriellen Resistenz relevant, jedoch stellt die mangelnde Beobachtbarkeit des Therapieerfolgs während oder unmittelbar nach der Behandlung noch ein Hindernis dar. Um messbare Größen zur Beobachtbarkeit des Therapieverlaufs zu identifizieren, werden die Methoden der Modellierung und Simulation zur Untersuchung der aPDT angewandt.

Vorgehensweise

Das Wirkprinzip der aPDT beruht auf einer laserinduzierten elektronischen Anregung photoaktiver Chemikalien, sogenannter Photosensitizer, bei geringer Leistung (~ mW). Resonante Stöße des angeregten Photosensitizers mit molekularem Sauerstoff erzeugen hochreaktiven und cytotoxischen Singulett-Sauerstoff. Innerhalb der kleinen Lebensdauer (~ ns) des Singulett-Sauerstoffs werden Bakterien geschädigt und schließlich inaktiv. Die räumlich und zeitlich verteilten Prozesse (Propagation, Streuung und Absorption der Laserstrahlung, Fortschritt biochemischer Reaktionen) werden durch ein System von Reaktions-Diffusionsgleichungen beschrieben.

Ergebnis

Als Ergebnis wird ein dynamisches und räumlich zweidimensionales mathematisches Modell angegeben, dessen Lösung das Fortschreiten der Reaktionsfront und das erfolgreich therapierte Gebiet beschreibt. Zur Lösung des Modells und

zur Analyse der Lösungseigenschaften liegt ein Simulationstool vor. Um geeignete Behandlungsprotokolle zu entwickeln, wird die Abhängigkeit des Therapieerfolgs von relevanten Parametern untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Konzentrationen an Photosensitizer und Sauerstoff sowie die Eigenschaften der Laserstrahlung relevant sind. Messbare und mit dem Therapieerfolg veränderliche Größen werden identifiziert und auf ihre Eignung zur Beobachtung des Therapieverlaufs in Echtzeit überprüft.

Anwendungsfelder

Das entwickelte Modell ist auf die aPDT zur Behandlung von Parodontitis ausgerichtet. Wir erwarten, dass eine Modifikation des Modells ebenfalls zur Beschreibung der Therapie von Wundinfektionen oder lokalen Infektionen mit multiresistenten Keimen angewandt werden kann. Eine Simulation zur Beschreibung der Photodynamischen Therapie bei der Tumorbehandlung ist eine weitere aussichtsreiche Anwendung des Modells.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Lisa Bürgermeister
 Telefon +49 241 8906-610
 lisa.buergermeister@ilt.fraunhofer.de

Prof. Wolfgang Schulz
 Telefon +49 241 8906-204
 wolfgang.schulz@ilt.fraunhofer.de

- 3 Intensitätsverteilung im Zahnhalteapparat bei der aPDT nach 0 s und 80 s Bestrahlung.
- 4 Überlebensrate der Bakterien bei der aPDT nach 80 s Bestrahlung.