



Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
Fakultät für Klinische Medizin Mannheim
Dissertations-Kurzfassung

**Optimierung der interstitiellen Laserkoagulation an
parenchymatösen Organen durch Verwendung von Mehr-Sonden-
Verfahren**

Autor: Paul Vöhringer
Einrichtung: Urologische Klinik
Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. K. U. Köhrmann

In dieser Studie sollten die Optimierungsmöglichkeiten der Laserinduzierten Interstitiellen Thermo-therapie durch Mehr-Sonden-Verfahren hinsichtlich der Effizienz und der Behandlungskosten eruiert werden. Hierfür sollte das Transmissionsverhalten der Lasersonden nach Energieapplikation auf die Maximierung der Lebensdauer untersucht werden. Der Schwerpunkt dieser Arbeit lag in der Verbesserung der Gewebeablation durch den Einsatz der Mehr-Sonden-Verfahren wie paralleler Strahlteiler und sequentielle Laserapplikation. Um die Wirkung der Mehr-Sonden-Verfahren an verschiedenen Organen zu bestimmen, wurde dazu eine Computersimulation der laserinduzierten interstitiellen Lasertherapie herangezogen. Es sollte auch untersucht werden, ob diese Computersimulation die Realität hinreichend genau wiedergibt.

In ex vivo-Versuchen wurden ein Nd:YAG-Laser mit einer Wellenlänge von 1024nm sowie ein experimentelles Modell des parallelen Strahlteilers benutzt. Die sequentielle Laserapplikation wurde durch manuellen Sondenwechsel am Lasergenerator realisiert. Zur Transmission der Strahlung wurden mit Quarzglaskappen bestückte Sonden zur interstitiellen Thermo-therapie eingesetzt. Die ex vivo-Versuche wurden am Modell der ex vivo-Schweineniere durchgeführt, als Perfusionsmedien wurden isotone Kochsalzlösung und Schweineblut verwendet. Zur Evaluation der Wirkung der Mehr-Sonden-Verfahren auf Prostata- und Lebergewebe eine Computersimulation eingesetzt. Dabei wird die Wirkung der interstitiellen Laserstrahlung auf das Gewebe mit Hilfe der Fixed-Stepsize-Monte-Carlo-Methode und der Henyey-Greenstein-Gleichung berechnet. Für die Umrechnung der simulierten Ein-Sonden-Läsion auf drei Sonden (analog zu ex vivo-Versuchen) wurde geometrisch ein Umrechnungsfaktor hergeleitet. Außerdem wurde an allen drei Organen der Einfluß der Perfusion auf die Läsionsgröße untersucht.

Zunächst konnte nachgewiesen werden, daß die Transmission der Sonden nach Applikation hoher Energiemengen (bis 49,5 kJ) nicht abnimmt, wodurch eine Mehrfachverwendung der Sonden ermöglicht wird. Zur Verbesserung der Therapieergebnisse sollten die Sonden in regelmäßigen Intervallen auf die distale Austrittsleistung hin untersucht werden.

Mit Hilfe der Computersimulation der LITT konnte gezeigt werden, daß erstens der zur Korrektur der Computersimulation errechnete Korrekturfaktor (von einer auf drei Sonden) die untere Grenze der experimentell ermittelten Korrekturfaktoren bildete. Zweitens konnte eine gute Korrelation zwischen experimentell erzeugten und den simulierten Läsionen am Modell der in vitro Schweineleber nachgewiesen werden. Aufgrund dessen konnte davon ausgegangen werden, daß sowohl die Computersimulation der laserinduzierten Thermo-therapie als auch die Umrechnung dieser Ergebnisse auf drei Sonden näherungsweise die zu erwartende Wirkung eines Mehr-Sonden-Verfahrens beschreiben.

Es konnte gezeigt werden, daß die sequentielle Laserapplikation an der Prostata und an der Niere, nicht aber an der Leber eingesetzt werden kann; der parallele Strahlteiler ist dagegen für alle 3 Organe gut geeignet.

Durch Mehr-Sonden-Verfahren konnte die Effizienz (Läsionsvolumen / Minute) bei 3 verwendeten Sonden organ-, verfahrens- und perfusionsabhängig um den Faktor 3-11 gegenüber der herkömmlichen abgestuften Leistungsapplikation mit einer Sonde gesteigert werden. Der Unterschied zwischen der Einzelsonden-Applikation und den Mehr-Sonden-Verfahren liegt im wesentlichen darin, daß bei letzteren nicht nur an jeder Sonde eine Läsion induziert wird, sondern auch zwischen den

Einzelläsionen aufgrund der thermischen Interferenz eine Koagulationsnekrose in Form des sogenannten „Bridging“ ausgebildet wird. Die durch Mehr-Sonden-Verfahren induzierte Läsion entspricht somit nicht der Summe der Einzelläsionen, man beobachtet vielmehr einen überadditiven Effekt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß durch Mehr-Sonden-Verfahren eine Verkürzung der Behandlungszeit bei verminderter Belastung des (Risiko-) Patienten möglich ist und diese in Verbindung mit der Mehrfachverwendung der Lasersonden zur Kostensenkung im operativen Bereich beitragen können.

Im Vergleich zu Ein-Sonden-Verfahren stellt der Einsatz der Mehr-Sonden-Verfahren wie paralleler Strahlteiler und sequentielle Laserapplikation eine deutliche Optimierung der Laserinduzierten Interstitiellen Thermotheapie an parenchymatösen Organen dar.