

Aysun Tekbaş  
Dr. med.

## **Anwendung computergestützter Verfahren in der Therapie von Lebertumoren am Beispiel der computergesteuerten Leberbiopsie im Vergleich zur konventionellen Biopsie**

Fach/Einrichtung: Chirurgie  
Doktorvater: Priv.-Doz. Dr. med. S. A. Müller

Tumorbiopsien und Thermoablationsverfahren sind in den Klinikalltag integrierte Verfahren zur Tumordiagnose und -behandlung. Während der physiologischen Atembewegung bewegen sich allerdings abdominelle Zielstrukturen, wie die Leber, sodass es eine Herausforderung sein kann, Nadeln zielgesteuert in die Leber einzuführen. In der vorliegenden Dissertation wurde ein Navigationssystem zur Durchführung von minimalinvasiven Intervention an Organen mit atemabhängiger Deformation am Beispiel der Leberpunktion bzw. -biopsie in-vitro und in-vivo bzgl. der Genauigkeit und der Vorteile gegenüber der konventionellen Biopsie evaluiert. Das Weichgewebe-Navigationssystem kann mithilfe von optisch trackbaren Navigationshilfen, die mittels Ultraschall in die Leber eingeführt werden, und eines real-time Deformationsmodells die Position eines Zielpunktes während eines Eingriffs abschätzen. Hierzu werden die Navigationshilfen mit retroreflektiven Markern versehen und in der Nähe des Zielpunktes angebracht. Während der Intervention misst ein optisches Trackingsystem die Positionsänderungen der Navigationshilfen, wodurch die Lage des Zielpunktes ebenfalls permanent abgeschätzt wird. Das Trackingsystem strahlt Infrarotlicht aus, welches von den retroreflektiven Markern der Instrumente reflektiert wird. Somit kann auch ein trackbarer Applikator (z. B. eine Biopsienadel) in Relation zum beweglichen Zielpunkt visualisiert werden.

Die Evaluation des Systems erfolgte in drei Schritten: In einem Modell zur Simulation der Leberbewegung wurde zunächst die Genauigkeit des Systems durch die Punktion von 20 Leberläsionen, die im Voraus mittels einer Agar-Agar Mischung in eine ex-vivo Schweineleber injiziert worden sind, eruiert. Hierbei betrug der mittlere finale Abstand zwischen der Instrumentennadelspitze und dem Schwerpunkt jeder segmentierten Läsion  $3,5 \pm 1,1$  mm.

Zur Ermöglichung einer klinischen Implementierung des Systems wurde der Arbeitsablauf erweitert und auf ein in-vivo Setting übertragen. Zwei Anwender führten insgesamt 32 Leberpunktionen an zwei intubierten und beatmeten Schweinen durch. Mit einer durchschnittlichen Genauigkeit von  $3,7 \pm 2,3$  mm waren auch in-vivo präzise Punktionen von Leberläsionen möglich.

Das System wurde in der dritten Studie bzgl. seiner klinischen Anwendbarkeit im Rahmen des in-vivo Vergleichs der konventionellen Leberbiopsie mit der neuen navigierten Leberbiopsie ausgetestet. Hierbei wurden während der Leberbiopsien an insgesamt 20 Leberläsionen in fünf Schweinelebern Parameter erhoben, die die Vergleichbarkeit der Genauigkeit, Schnelligkeit, Strahlenexposition, Invasivität und Anwendbarkeit ermöglicht haben. Das Navigationssystem bewies sich als überlegen in der Genauigkeit, der einfachen Anwendbarkeit und der deutlich geringeren Strahlenexposition. Die Biopsien wurden bei beiden Methoden im Durchschnitt in 20 Minuten durchgeführt. Die Invasivität bemessen u.a. an der Anzahl der Leberkapselpenetrationen durch eingeführte Nadeln konnte nicht deutlich durch die navigierte Methode gesenkt werden, da pro Läsion im Minimum drei Leberkapselpenetrationen zur erfolgreichen Biopsie benötigt werden.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die zielgenaue Ansteuerung von Läsionen in der Leber zur Durchführung von interventionellen radiologischen Verfahren mit dem

vorgestellten Navigationssystem innovativ und im internationalen Vergleich sehr vielversprechend ist. Jedoch stellt die Invasivität einen großen Nachteil dar und erschwert die klinische Implementierung des Systems in der im Rahmen dieser Dissertationsarbeit dargestellten Funktionsweise. Aus diesem Grund arbeitet die Arbeitsgruppe unseres Kooperationspartners derzeit an der Entwicklung von real-time Ultraschall-gestützten Punktionen anhand eines elektromagnetischen Feldgenerators, welches an einen Ultraschallkopf angebracht wird. Dadurch sollen präzise navigierte Interventionen ohne Verwendung von invasiven Navigationshilfen möglich werden. Die ersten wissenschaftlichen Ergebnisse hierzu versprechen Erfolg, doch sind weitere Studien notwendig, um (Ultraschall-gesteuerte) Navigation für Interventionen wie Leberbiopsien oder zur Tumorbehandlung mittels RFA langfristig in den klinischen Alltag zu integrieren.