

Karolina Schymik

Dr. med.

## **Einfluss der dreidimensionalen Projektion auf die intraoperative Operationsplanung in der Leberchirurgie**

Promotionsfach: Chirurgie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Wolfram Lamadé

Primäre und sekundäre Lebermalignome nehmen weltweit zu. Die Leberchirurgie bietet als einzige Disziplin Therapiemöglichkeiten mit potentiell kurativer Zielsetzung. Jedoch können lediglich 25 % der Patienten mit Lebermetastasen kolorektaler Tumore, zum Zeitpunkt der Diagnosestellung einer operativen Therapie zugeführt werden. Trotz fortschrittlicher Bildgebung und der Möglichkeit einer virtuellen Operationsplanung liegt der Anteil der nicht *in sano* resezierten Tumore seit zwei Jahrzehnten unverändert zwischen 6 % und 24 % (R1- bzw. R2-Resektionen).

Die Grundlage bisheriger Operationstechniken war die Lebersegmenteinteilung nach Couinaud, der acht voneinander unabhängige Segmente entlang der großen Gefäßstämme (Pfortader, Lebervenen) unterschied. Computergestützte Untersuchungen sowie detaillierte anatomische Analysen wiesen jedoch eine hohe Diskrepanz zwischen den Couinaud'schen und den tatsächlichen Segmentgrenzen nach. Daher ist vor allem bei schwierigen Tumorlokalisationen eine individualisierte Operationsplanung sinnvoll, um dem Patienten das größtmögliche Volumen an funktionsfähigem Lebergewebe zu erhalten.

Navigierte Operationen haben in der Weichteilchirurgie bislang nur in kleineren Serien rein experimentell stattgefunden. Die Übertragung der Resektionsebenen in den Operationssitus ist noch nicht gelöst. Vor allem zwei Probleme spielen hier eine entscheidende Rolle:

1. Die Registrierung der inneren Gefäßarchitektur der Leber.
2. Die Frage nach der Schnittstelle, d. h. wie diese Information dem Chirurgen präsentiert werden soll.

Standardmäßig werden Operationsplanungen im Operationssaal auf einem Bildschirm oberhalb des Patienten auf einem Monitor gezeigt und müssen vom Operateur manuell in den Situs übertragen werden. Nachteil dieser Methode ist es, dass der Operateur seinen Blick vom Situs wegrichten muss und damit teilweise die Kontrolle über das OP-Geschehen verlieren kann. Von Vorteil wäre aus diesem Grund eine direkte Projektion in den Operationssitus hinein.

Bevor jedoch eine Projektion in den OP hineingebracht wird, sollte sie in ihrer Wirkung getestet werden. Daher wurde ein neues Verfahren entwickelt, um die Wirksamkeit der Projektion zunächst unter standardisierten Bedingungen außerhalb des Operationssaals zu überprüfen. Der Versuchsaufbau benutzte stellvertretend für eine reale Operation, die Sonografie. Als Surrogatfaktor zur Untersuchung der Wirksamkeit der Projektion wurden die

Zeit und der räumliche Weg des Ultraschallkopfes bis zur Auffindung einer Zielstruktur der Leber gemessen, d. h. in der Pilotstudie wurde das Operieren durch die Sonografie ersetzt.

Die virtuelle Projektion sollte die Orientierung des Sonographeurs, stellvertretend für den Operateur, verbessern, ohne dass dieser den Blick von der Leber abwenden muss, um sich auf einem Monitor Überblick zu verschaffen. Um eine möglichst aussagekräftige Validierung zu erreichen, wurde eine navigierte Sonographiestudie unter standardisierten Bedingungen außerhalb des Operationsraumes durchgeführt, an der sowohl erfahrene als auch weniger erfahrene Mediziner teilnahmen.

Die Durchführung der hier präsentierten Pilotstudie bestand aus drei wesentlichen Komponenten:

1. Entwicklung eines Konzeptes zur Messung eines Projektionsverfahrens
2. Aufbau eines Projektionssystems durch Technologiezusammenführung
3. Durchführung der Pilotstudie zur Testung der Machbarkeit.

Tatsächlich zeigten sich subjektiv wie objektiv erste Hinweise auf einen Vorteil der Navigation. Subjektiv erleichterte die Projektion vor allem erfahrenen Probanden das Aufsuchen der geforderten Organstrukturen und ermöglichte ihnen eine gute räumliche Vorstellung der Leber. Die anatomische Korrektheit der projizierten Organstrukturen wurde von ihnen bestätigt. Als sehr hilfreich wurden auch zusätzlich mitgeteilte Angaben, in welcher Tiefe sich die jeweilige Organstruktur befand, empfunden. Die erfahrenen Nutzer schienen hier eine eher dreidimensionale Vorstellung der Leber zu haben als die in der Sonografie unerfahrenen Probanden, die mit dieser Zusatzinformation wenig anfangen konnten.

Objektiv profitierten 61 % aller teilnehmenden Probanden mit einem Signifikanzniveau von 75 % ( $\alpha = 0,25$ ) von der Projektion ( $p = 0,23$ ). Während in der Sonographie unerfahrene Mediziner hauptsächlich von der Projektion leicht aufzufindender Organstrukturen profitierten, verhalf die Projektion schwierig darzustellender Organstrukturen besonders erfahrenen Probanden zu einem zielsichereren und schnelleren Auffinden. Vor allem komplexe Projektionen des *Ductus choledochus* oder der *Arteria hepatica* verhalfen ihnen zu einer besseren räumlichen Orientierung.

Die gewählte Stichprobengröße von 22 Probanden war willkürlich festgelegt worden, da keine Vorerfahrungen mit diesem neuen Untersuchungsmodell existierten. Auf der Basis der nun vorliegenden Pilotergebnisse unter Berechnung mittels eines 2-Stichproben-Testes für Verhältnisse müssten 7000 Probanden in die Studie eingeschlossen werden, um bei gleichem Versuchsaufbau und Probandenselektion signifikante Ergebnisse erreichen zu können.

Diese Voruntersuchung mit deskriptiver Analyse stellt die Basis für weitere größere Studien zur Einschätzung des Nutzens von Projektionshilfen in der Leberchirurgie dar.