

Lisa Paulina Bettscheider
Dr. med.

Potential einer Virtual-Reality-Umgebung für die Leberoperationsplanung und die studentische Lehre

Fach/Einrichtung: Chirurgie
Doktorvater: Prof. Dr. med. Beat Müller

Komplexe Leberoperationen sind noch immer mit einer hohen Morbidität und Mortalität verbunden, präzise patientenspezifische Operationsplanungen können diese Risiken jedoch senken. Radiologische Schnittbilder sind dabei ein zentrales Hilfsmittel und werden meist in traditioneller zweidimensionaler Form und separat von den restlichen Patienteninformationen angezeigt. Eine realitätsnähere Darstellungsform sind dreidimensionale patientenspezifische Organ- und Gefäßmodelle, welche die präoperative Identifizierung chirurgisch relevanter Strukturen erleichtern. Eine Sonderform stellt die virtuelle Realität dar, mit der sowohl dreidimensionale als auch zweidimensionale Darstellungen sowie relevante Patienteninformationen gesammelt in einem virtuellen Raum angezeigt werden können. Die vorliegende Dissertation besteht aus zwei Studien. Die erste untersuchte das Potential einer virtuellen Umgebung für die Leberoperationsplanung und die medizinische Lehre. Die zweite Studie untersuchte, ob Studenten operationsrelevante Anatomie und Pathologie sowie die adäquaten Resektionen in einer virtuellen Umgebung besser oder schneller identifizieren können als mit traditionellen dreidimensionalen und zweidimensionalen Darstellungen.

Die Universitätsklinik Heidelberg hat die relevanten Patienteninformationen sowie die prä- und postoperativen CT-Bilddaten von fünf Patienten mit komplexen Leberresektionen anonymisiert zur Verfügung gestellt. Aus den präoperativen CT-Bildern wurden dreidimensionale Modelle der Leber, der umliegenden Bauchorgane sowie der Gefäß- und Gallengangssysteme erstellt. Die Visualisierung der Modelle, CT-Daten und Patienteninformationen erfolgte in einer virtuellen Umgebung mit der Virtual-Reality-Brille Oculus Rift (Oculus Rift, Oculus VR, Menlo Park, Kalifornien, USA). Die verwendete Software wurde vom Karlsruher Institut für Technologie entwickelt. Im Rahmen der ersten Studie haben Oberärzte, Fachärzte, Assistenzärzte, Pflegekräfte und Medizinstudenten die virtuelle Umgebung anhand zehn subjektiver Fragen bezüglich ihres Potentials für die Operationsplanung und die medizinische Lehre evaluiert. In der zweiten Studie wurden Medizinstudenten auf eine der folgenden drei Visualisierungsmethoden randomisiert: virtuelle Umgebung (VR-Gruppe), dreidimensionale Modelle am Monitor (3D-Gruppe) und zweidimensionale Schnittbilder (2D-Gruppe). Mit dieser führten sie anschließend drei Leberoperationsplanungen durch. Die benötigte Bearbeitungszeit wurde gemessen und anhand elf anatomisch-chirurgischer Fragen erfasst, ob die relevante Anatomie, ihr Bezug zur Pathologie, die Risikostrukturen sowie die passenden Resektionen von den Probanden richtig erkannt wurden. Im Anschluss evaluierte jeder Proband die verwendete Methode anhand 15 subjektiver Fragen.

Im ersten Teil der vorliegenden Promotionsarbeit wurden 158 Probanden befragt, davon 13 Oberärzte (inklusive Fachärzte), 35 Assistenzärzte, 53 Pflegekräfte und 57

Medizinstudenten. Ein hohes bis äußerst hohes Potential der virtuellen Umgebung sahen 80,3 % der Probanden für den klinischen Gebrauch, 87,3 % für die studentische, 54,8 % für die pflegerische und 84,6 % für die ärztliche Lehre. 89,9 % empfanden die virtuelle Realität als angenehm. 91,8 % gaben an, dass ein komplexer Fall mit der virtuellen Umgebung besser und 84,8 %, dass er damit schneller bearbeiten werden könne. Zwischen den Antworten der Ober-, Fach- und Assistenzärzte sowie zwischen denen der Ärzte und der Studenten bestand bei keiner Frage ein signifikanter Unterschied. Die Pflege bewertete das Potential für die pflegerische (86,8 % vs. 38,5 %; $p < 0,001$) sowie für die ärztliche Aus- und Weiterbildung (92,5 % vs. 80,6 %; $p = 0,017$) durchschnittlich höher als die anderen drei Probandengruppen.

In den zweiten Teil wurden 90 Medizinstudenten eingeschlossen und im Verhältnis 1:1:1 auf die drei Visualisierungsmethoden randomisiert. Die Ergebnisse sind als Mittelwert \pm Standardabweichung angegeben. Die Probanden der VR- ($7,12 \pm 1,59$; $p < 0,001$) und der 3D-Gruppe ($7,14 \pm 1,56$; $p < 0,001$) beantworteten die elf gestellten anatomisch-chirurgischen Fragen besser als die 2D-Gruppe ($5,40 \pm 1,56$). Die Probanden der VR- ($6,39 \pm 2,89$ min; $p < 0,001$) und der 3D-Gruppe ($6,73 \pm 2,37$ min; $p < 0,001$) waren bei der Bearbeitung der Fälle schneller als die Probanden der 2D-Gruppe ($9,22 \pm 3,17$ min). Die VR- und die 3D-Visualisierungsmethoden wurden subjektiv besser bewertet als die 2D-Methode. Weder bei der Richtigkeit der Antworten noch bei der Bearbeitungszeit oder der subjektiven Bewertung zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen der VR- und der 3D-Gruppe.

Die Studien haben gezeigt, dass das medizinische Personal in der virtuellen Realität ein hohes Potential für den klinischen Einsatz, die medizinische Lehre und die ärztliche Ausbildung sieht. Zudem konnte gezeigt werden, dass Medizinstudenten anhand dreidimensionaler Darstellungsformen alle notwendigen Grundlagen für eine adäquate Operationsplanung besser und schneller erarbeiten können als anhand der zweidimensionalen Darstellung. Ein Vorteil der virtuellen Realität gegenüber der normalen dreidimensionalen Darstellung konnte nicht gezeigt werden, wobei das Potential der virtuellen Realität in diesen Studien noch nicht ganz ausgeschöpft wurde. Beide Technologien sollten vermehrt in der Lehre eingesetzt und weiter gefördert werden.