

Mussab Kouka

Dr. med.

## **Evaluation der Nutzung eines iPads für die innovative Darstellung volumenvisualisierter und patientenregistrierter radiologischer Bilddaten**

Fach/Einrichtung: Chirurgie

Doktorvater: Prof. Dr. med. Beat Müller

Die Zukunft der Medizin liegt in der besseren Vernetzung und Integration von Informationen. In der Notaufnahme und auf der Intensivstation müssen Chirurgen in kürzester Zeit wichtige Entscheidungen für den Patienten unter Berücksichtigung aller gegebenen Informationen und Bilddaten treffen. Die Anzeige von radiologischem Bildmaterial lässt sich mittels eines ER-Systems mit mobilen Geräten wie Tablet-PCs direkt am Patienten verwirklichen. In dieser Arbeit wurde ein mobiles, echtzeitfähiges System für die Darstellung volumenvisualisierter und patientenregistrierter, radiologischer Bilddaten im klinischen Alltag evaluiert.

Das mobile Tablet sollte dem Anwender einen Blick auf die Ziel- und Risikostrukturen ermöglichen. Höchste Priorität bei der Evaluation des Systems hatte die Integration in bestehende, klinische Prozesse mit möglichst hoher Genauigkeit. Bisher war für die Registrierung eine Markieranbringung vor der Generierung der radiologischen Bilddaten erforderlich, was zur Unterbrechung des klinischen Arbeitsablaufes führte. Ziel dieser Arbeit war eine Optimierung eines bestehenden ER-Systems durch Markieranbringung nach der Generierung radiologischer Bilddaten. Hierzu erfolgte die Markieranbringung anhand anatomischer Landmarken. Die Markieranbringung wurde in drei Gruppen evaluiert, die sich hinsichtlich des Zeitpunkts und der Art der Fixierung unterschieden. Die erste Gruppe war die Prä-Scan-Gruppe (PRÄS). In dieser erfolgte die Markieranbringung vor der Bildgebung. Die zweite Gruppe war die landmarkenbasierte Post-Scan-Gruppe (POSTSL), die dritte die maßbandbasierte Post-Scan-Gruppe (POSTSM). In der POSTSL erfolgte die Markieranbringung anhand anatomischer Landmarken nach der Bildgebung. Die POSTSM zeigte die Markieranbringung anhand eines Maßbandes nach der Bildgebung. Anschließend

wurde das System in einem realitätsnahen Setting und im klinischen Einsatz evaluiert und die Anwender des ER-Systems befragt. Für die Evaluation der Markieranbringung wurde für die Bildgebung ein 3D-Scanner verwendet. Zusätzlich wurde eine standardisierte Markerkonfiguration für eine punktbasierte, rigide Registrierung erarbeitet, die mittels Inside-Out-Tracking die Fusion der segmentierten Strukturen mit dem Kamerabild ermöglichen sollte. Der Registrierungsalgorithmus und die Fusion wurden von einem Hochleistungsrechner berechnet und mittels eines eigenen Drahtlosnetzwerks an das iPad® gesendet. Die Genauigkeit wurde durch den Überlagerungsfehler angegeben. Der Überlagerungsfehler war der Reprojektionsfehler als euklidische Distanz der wahren Position der Marker bis zum Mittelpunkt des jeweiligen überlagerten Markers. Die Ergebnisse der deskriptiven Statistik für die Evaluation der Markieranbringung ergaben für die PRÄS einen mittleren Fehler von 1,91 mm und eine Standardabweichung von 1,50 mm. Die POSTSL zeigte einen mittleren Fehler von 3,01 mm und eine Standardabweichung von 1,94 mm. Im Vergleich zur PRÄS vergrößerte sich der Reprojektionsfehler um 1,10 mm in der POSTSL ( $p < 0,001$ ). Die POSTSM zeigte einen mittleren Fehler von 6,21 mm und eine Standardabweichung von 4,02 mm. Im Vergleich zur PRÄS vergrößerte sich der Reprojektionsfehler um 4,30 mm in der POSTSM ( $p < 0,001$ ). Der zusätzliche Fehler von 1,1 mm in der POSTSL im Vergleich zur PRÄS, der sich durch die Markieranbringung nach der radiologischen Bildgebung ergibt, ist akzeptabel und zeigt eine ausreichende Genauigkeit. Nachdem die Genauigkeit des ER-Systems in der Evaluation der Art der Markieranbringung zufriedenstellend war, erfolgte eine problemlose Integration in die Klinik. Hierzu wurde das ER-System in einem realitätsnahen Setting an einem Probanden sowie an einem Patienten auf der Intensivstation erprobt. Bei der Evaluation im realitätsnahen Setting wurde das ER-System bei der Erfassung von komplexen Fällen als hilfreich bewertet (60% Zustimmung). Das Potenzial in der studentischen Ausbildung und ärztlichen Weiterbildung wurde als hoch eingestuft (80% Zustimmung). Auf der Intensivstation war eine vereinfachte Überwachung und Erfassung des aktuellen Zustandes des Patienten sowie eine schnelle und genaue Entscheidungsfindung möglich. Hier wurden insbesondere Drainagen und Verhalte visuell veranschaulicht. Der Einsatz eines mobilen, echtzeitfähigen ER-Systems zur Anzeige von 3D-radiologischen Daten im klinischen Alltag ist machbar. Die Integration erweiterter Realität in die bestehende Infrastruktur mit den vorhandenen Mitteln ist bettseitig

möglich ohne den klinischen Arbeitsablauf zu stören. Im Rahmen dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass eine Markieranbringung nach der Generierung radiologischer Bilddaten ausreichend genau ist. Getestet wurde das ER-System an einem Probanden sowie erstmals an einem Patienten auf der Intensivstation. Die Nutzung des ER-Systems wurde von den Anwendern positiv bewertet. Für den klinischen Einsatz ist der Einfluss von Gewebedeformationen und Organbewegungen nicht ausreichend erforscht. Um das ER-System zu optimieren, sollte zudem an der technischen Komponente für eine bessere Bildstabilität und Bildauflösung gearbeitet werden.