

Muaath Abu-Owaimer

Dr. med.

Experimentelle Untersuchung zur Applikationsgenauigkeit verschiedener Neuronavigationssysteme

Geboren am 07.04.1972 in Zarqa / Jordanien

Reifeprüfung in 07/1989

Studiengang der Fachrichtung Medizin vom WS/1991 bis SS/1998

Physikum am 27.08.1993 an der Universität Heidelberg

Klinisches Studium in Heidelberg

Praktisches Jahr in Heidelberg

Staatsexamen am 12.11.1998 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Neurochirurgie

Doktorvater: Prof. Dr. med. V. Tronnier

Eines der größten Anliegen in der Neurochirurgie ist die Reduzierung des chirurgischen Traumas. Mikrochirurgische Techniken mit präziser Lokalisierung intrakranieller Läsionen können die Invasivität mikrochirurgischer Eingriffe minimieren. Die großen Fortschritte auf den Gebieten der Neuroradiologie und der Computertechnologie haben zur Entwicklung des Verfahrens der Neuronavigation geführt. Grundprinzip der Neuronavigation ist die virtuelle Verknüpfung der digitalen neuroradiologischen Daten mit ihren zugehörigen anatomischen Strukturen, was eine exzellente dreidimensionale Orientierung erlaubt. Von mehreren Herstellern wurden inzwischen Systeme angeboten, die unterschiedliche Verfahren zur räumlichen Lokalisierung verwenden.

In der Neurochirurgischen Klinik Heidelberg wurden seit 1993 verschiedene Systeme in die klinische Routine eingeführt. In der vorliegenden Arbeit wurden drei, auf unterschiedliche Grundprinzipien basierende Neuronavigationssysteme auf ihre Genauigkeit hin untersucht, um die Methode als solche zu beurteilen, sowie die Systeme untereinander zu vergleichen. Diese Systeme sind: das MKM (Mikroskop-Robotersystem), OAS (passives Gelenkarm-System) und das OTS (Infrarot-System). Neben der Präzision der verwendeten Geräte, haben die Genauigkeiten der Bildgebung und der Referenzierung einen Einfluß auf die Navigationsgenauigkeit, mit der die Bilddaten auf den Operationssitus übertragen werden.

Die Genauigkeitsmessungen wurden experimentell an einem Plexiglas-Phantom mit integrierten Zielpunkten durch die drei Navigationssysteme durchgeführt. Es wurden für die Untersuchung Datensätze dreier verschiedener Bildgebungsmodalitäten in die Untersuchungen einbezogen, EDGE-MR, OPEN-MR und PICKER-CT.

Die Zielpunktkoordinaten wurden jeweils mit einer Präzisionsmeßmaschine vor der Untersuchung mit der Software der Navigationssysteme auf dem Bilddatensatz und mit den Navigationssystemen bestimmt und in einer Datenbank festgehalten.

Die gebildeten Koordinatensysteme wurden nach den verschiedenen Variablen gruppiert und untereinander verglichen. Dadurch konnten folgende Genauigkeiten ermittelt werden:

- Systemgenauigkeit (Genauigkeit der Digitalisierungskomponenten): Diese wurde durch Vergleich der Navigationskoordinaten mit den CNC-Koordinaten ermittelt,

und betrug für das MKM $0,35 \pm 0,11$ mm, für das OAS $0,68 \pm 0,15$ mm und $0,87 \pm 0,18$ mm. Die Unterschiede zwischen den Systemen waren signifikant, MKM < OAS < OTS.

- Softwaregenauigkeit (STP-3-, und Radionics-Software) wurde durch Vergleich der Bilddatenkoordinaten mit den CNC-Koordinaten ermittelt, und betrug für die STP3-Software $0,69 \pm 0,24$ mm und für die Radionics-Software $0,83 \pm 0,14$ mm. Der Unterschied war jedoch nicht signifikant.
- Bildgebungsgenauigkeit (OPEN-MR, EDGE-MR und PICKER-CT): Mit der STP3-Software betrug die Genauigkeit $0,45 \pm 0,02$ mm für EDGE-MR, $0,53 \pm 0,42$ mm für OPEN-MR und $1,00 \pm 0,04$ für PICKER-CT. Das PICKER-CT war signifikant ungenauer.

Mit der Radionics-Software waren die Genauigkeiten $0,69 \pm 0,06$ mm für EDGE-MR, $0,78 \pm 0,04$ mm für OPEN-MR und $1,00 \pm 0,07$ für PICKER-CT. Die Unterschiede waren nicht signifikant.

- Navigationsgenauigkeit: Diese wurde durch Vergleich der Bilddatenkoordinaten mit den CNC-Koordinaten ermittelt. Das MKM hat eine Navigationsgenauigkeit von $1,15 \pm 0,58$ mm, das OAS $1,32 \pm 0,54$ mm und das OTS $1,56 \pm 0,62$ mm. Der Unterschied zwischen dem MKM und dem OTS war statistisch signifikant.