Beurteilung des präoperativen Brain shift mit Hilfe des Neuronavigationssystems EasyGuide Neuro

Marcus H. T. Reinges, Hong-Ha Nguyen, Uwe Spetzger, Wilhelm Küker*,
Joachim M. Gilsbach

Neurochirurgische Universitätsklinik und *Abteilung Neuroradiologie
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH), 52057 Aachen

Zusammenfassung: Brain shift, d.h. die Verschiebung des Gehirns gegenüber seiner knöchernen Umhüllung, führt zu Einschränkungen der Verläßlichkeit beim intraoperativen Einsatz der heute gebräuchlichen Neuronavigationssysteme. Bei 12 Patienten wurde untersucht, ob unterschiedliche Kopfpositionen während der präoperativen Bilddatenerfassung für die intraoperative Neuronavigation einen ähnlichen Einfluß auf die intraoperative Verläßlichkeit des Navigationssystems haben, d.h., ob auch schon vor Eröffnung der Dura eine relevante, gravitationsabhängige Verschiebung des Gehirns auftritt. Die erhaltenen Ergebnisse sprechen dafür, daß die Kopfposition während der Bilddatenerfassung keinen wesentlichen Einfluß auf die intraoperative Verläßlichkeit der Neuronavigation hat. Jedoch sind zur Beurteilung des Problems des Brain shift weitere, insbesondere intraoperative, Untersuchungen nötig.

Schlüsselwörter: Neuronavigation, Brain shift, minimal invasive Neurochirurgie, digitale Bildverarbeitung

1 Einleitung

Ungenauigkeit aufgrund intraoperativer Gewebeverschiebungen durch Hirnödem, Liquorverlust und Tumorhöhlung ist eines der wichtigsten Defizite der heute gebräuchlichen Neuronavigationssysteme, welche i.d.R. mit präoperativ erhobenen Bilddatensätzen arbeiten [1-11]. Diesem intraoperativen Brain shift wird in jüngster Zeit experimentell mit der Anpassung der präoperativ erhobenen Daten an die tatsächliche intraoperative Situation mit Hilfe intraoperativer Datenaquirierung zu begegnen versucht [3].

Inwieweit aber auch schon präoperativ bzw. vor Eröffnung der Dura ein Brain shift existiert und von klinischer Bedeutung ist, war unklar. Erklärbar wäre ein präoperativer Brain shift beispielsweise durch Unterschiede der Kopfposition der Patienten während der präoperativen Bilddatenerfassung und der später im OP in Narkose herbeigeführten Lagerung des Kopfes mit konsekutiver, gravitationsabhängiger Lageveränderung des Gehirns in seiner knöchernen Umhüllung oder eine ventilationsbedingte intraoperative Hirnvolumenänderung [7].

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, zu beurteilen, ob die Kopfposition während der präoperativen Erfassung der für die intraoperative Neuronavigation benötigten Bilddaten einen bedeutsamen Einfluß auf die spätere intraoperative Genauigkeit und Verläßlichkeit des Neuronavigationssystems hat.

2 Patienten und Methode

In der Zeit zwischen Juni 1996 und Januar 1998 wurden 12 Patienten (m:w = 7:5; Durchschnittsalter 47 [23 - 70] Jahre) mit unterschiedlichen intrakraniellen Tumoren auf einen eventuellen präoperativen Brainshift untersucht.

Als Referenzpunkte wurden vor der MR-tomographischen Datenaquirierung jeweils 12 kontrastmittelhaltige Marker (fiducial marker) auf den Köpfen der Patienten fixiert. Die Datenaquirierung selbst erfolgte jeweils mit den für das Neuronavigationssystem EasyGuide Neuro (Philips Medical Systems, Best, The Netherlands) gebräuchlichen Meßparametern mit dem 0,5T MR-Tomographen Gyroscan T5 (Philips Medical Systems, Best, The Netherlands) in Rückenlage mittels Kopfspule: 3D scan mode, fast field echo, TE: 4,5ms, TR: 30ms, FOV: 240mm, Flipwinkel: 30°, Schichtdicke: 3mm, 256*256 Bildmatrix.

Für jeden Patienten wurden unmittelbar nacheinander zwei kernspintomographische Datenerfassungen mit jeweils unterschiedlicher Kopfposition durchgeführt: einmal in neutraler Kopfposition und einmal in annähernd der für eine pterionale Kraniotomie benutzten Kopfposition, d.h. um jeweils etwa 45° retroflektierter und rotierter und um etwa 30° zur ipsilateralen Schulter abduzierter Kopf.

Für beide Datensätze wurden daraufhin mit Hilfe des Neuronavigationssystems EasyGuide Neuro bei einer virtuellen Pointer-Verlängerung von 10-15mm, um Haut- und Kalottendicke auszugleichen, und bei senkrechtem Aufsetzen des Pointers auf die Kopfhaut, um Meßungenauigkeiten aufgrund der Pointer-Verlängerung zu vermeiden, der Sulcus centralis, die Fissura Sylvii und die Sulci temporales superior und inferior beidseits auf die Kopfhaut gezeichnet (Abb. 1). Anschließend wurden etwaige Unterschiede der auf diese Weise mit beiden Datensätzen erhaltenen Linien ermittelt und Abweichungen entsprechender Punkte beider Datensätze mit Hilfe des Navigationssystems berechnet.

Für alle Patienten, bei denen im Rahmen der nachfolgenden operativen Therapie eine entsprechend lokalisierte Kraniotomie durchgeführt wurde, wurde zudem die Lage der erhaltenen Linien mit der intraoperativen tatsächlichen Lage der entsprechenden Sulci verglichen.

3 Ergebnisse

Bei allen untersuchten 12 Patienten war die Übertragung des Sulcusreliefs aus dem MR-Datensatz auf die Kopfhaut schnell und einfach möglich (Abb. 2).

Die exakte Positionierung der erhaltenen Linien konnte bei allen Patienten, bei denen im Rahmen der nachfolgenden operativen Therapie eine entsprechende Kraniotomie durchgeführt wurde, für den Bereich der Kraniotomie mit einer Abweichung von maximal 1,0mm bestätigt werden.

Der Vergleich der mit beiden Datensätzen unabhängig voneinander erhaltenen Linien auf der Kopfhaut zeigte in allen Fällen eine Abweichung von unter 1,0mm.

4 Diskussion

Die erhaltenen Ergebnisse sprechen dafür, daß bei noch verschlossener Dura kein lageabhängiger Brain shift auftritt, welcher für die Verläßlichkeit der heute gebräuchlichen Navigationssysteme von Bedeutung ist. Die Kopfposition während der Datenerfassung scheint für die spätere Verläßlichkeit der Navigation nicht von entscheidender Bedeutung zu sein. Es ist somit nicht notwendig, die Datenaquirierung in annähernd der Kopfposition durchzuführen, in der später operiert werden soll. Dies hat entscheidende Vorteile sowohl in der Simplizität und Standardisierbarkeit, als auch in der für den Patienten erhöhten Bequemlichkeit der präoperativen Datenerfassung in Neutralposition des Kopfes verglichen mit der später im OP in Narkose hergestellten Kopfposition, z.B. der oben beschriebenen Kopflagerung für eine pterionale Kraniotomie.

Natürlich muß berücksichtigt werden, daß die bisher untersuchte Fallzahl sehr gering ist, und daß weitere, insbesondere auch intraoperative, Untersuchungen folgen müssen. Zudem sind die bisherigen Untersuchungen nur an Patienten mit normaler Weite der äußeren Liquorräume durchgeführt worden. Es müssen somit auch noch analoge Untersuchungen bei Patienten folgen, deren äußere Liquorräume erweitert sind, beispielsweise Patienten mit fortgeschrittener Hirnatrophie oder mit Arachnoidalzysten. Auch die Bedeutung einer subduralen Flüssigkeitskollektion - z.B. eines chronischen Subduralhämatoms - oder eines postoperativen Pneumatocephalus bedarf noch weiterer Untersuchungen hinsichtlich der Verläßlichkeit der Neuronavigationssysteme und eines - in diesen Fällen sicher nicht auszuschließenden - präoperativen, positionsabhängigen Brain shift.

5 Schlußfolgerung

Das Problem des Brain shift scheint - mit Ausnahme der bisher nicht beurteilbaren Patienten mit Erweiterung der äußeren Liquorräume und intrakranieller Luftansmmlung - für die intraoperative Verläßlichkeit der heute üblichen Neuronavigationssysteme nicht relevant zu sein. Hingegen ist eine Verschiebung des Gehirns gegenüber seiner knöchernen Umhüllung nach Eröffnung der Dura ein ernstzunehmendes Problem, welches man in Zukunft vielleicht durch intraoperative Anpassung der präoperativ erfaßten MR- oder CT-Bilddaten mittels intraoperativer Bildgebung wird lösen können. Solange solche Möglichkeiten jedoch noch nicht für die klinische Routine verfügbar sind, sollte man sich in unsicheren Fällen nicht auf die virtuelle Realität des Neuronavigationssystems verlassen, sondern bei bekannt hohem Shiftrisiko zusätzlich konventionelle Methoden, beispielsweise die intraoperative Sonographie, nutzen.

Abb. 1 Photographie des Bildschirms des Neuronavigationssystems EasyGuide Neuro (Philips, Best, the Netherlands) während der Übertragung des Sulkusreliefs eines Patienten auf die Kopfhaut mit einer virtuellen Pointer-Verlängerung von 15mm. Die Position der virtuell verlängerten Pointer-Spitze wird auf der sagittalen, coronaren und axialen Schnittebene im vorab aquirierten kernspintomographischen Bilddatensatz dargestellt. Hier: Fissura Sylvii. Die sagittalen und coronaren Schittbilder wurden aus dem Datansatz der axialen Schnittbilder rekonstruiert und sind daher in der Bildauflösung etwas reduziert.