

**5. Workshop
Automatisierungstechnische
Verfahren für die Medizin vom
15.-16. Oktober 2004 in
Saarbrücken**



„Navigation in der Neurochirurgie“

V. Rohde, V. Coenen
Neurochirurgische Klinik, Universitätsklinik Aachen, Aachen
E-Mail: vrohde@ukaachen.de

Band: „Tagungsband, Automed 2004“
Editors: W. I. Steudel
ISBN: 3-00-013509-X
Pages: 11-12

Navigation in der Neurochirurgie

V. ROHDE, V. COENEN

Neurochirurgische Klinik, Universitätsklinik Aachen
Pauwelsstraße 30, 52057 Aachen

E-Mail: vrohde@ukaachen.de

EINLEITUNG

Für die erfolgreiche, komplikationsarme neurochirurgische Behandlung einer intrakraniellen Läsion tumoröser oder vaskulärer Genese ist die exakte Platzierung der Trepanation ebenso wichtig wie die zweifelsfreie Lokalisierung des zerebralen Prozesses. Für eine exakte Trepanation und Lokalisierung wurden zunächst die Computertomographie [CT] und die Magnetresonanztomographie [MRT] herangezogen, um den Ort einer Läsion in Beziehung zu setzen zu radiologisch darstellbaren und intraoperativ aufzufindenden Landmarken des Schädels (z. B. Bregma). Seit circa 15 Jahren finden Navigationssysteme in der Neurochirurgie Anwendung. Mittels dieser Systeme erfolgt computergestützt der Abgleich der Position des Kopfes bei der Operation mit der präoperativen CT-MRT-Darstellung. Dadurch ist die Neuronavigation ein wichtiges Lokalisierungsinstrument geworden und verdrängt zunehmend die landmarken-basierten Messmethoden. Gegenstand des Beitrags ist die Darstellung der Wertigkeit der Neuronavigation aus heutiger Sicht, inklusive existierender Probleme und möglicher Perspektiven.

AKTUELLE APPLIKATIONEN

Tumorchirurgie: Neben standardisierten Trepanationen (z. B. pterional) gibt es eine Vielzahl von Trepanationen, die sich allein nach der Lokalisation der Läsion richten müssen (Abb. 1).

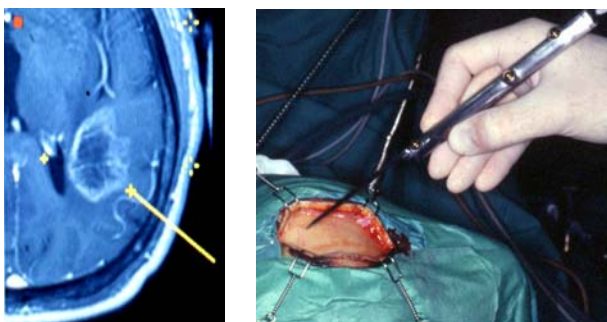


Abb. 1: Parietooccipitale Metastase: Neuronavigatorische Trepanationsplanung

Der Einsatz der Neuronavigation ermöglicht, die Trepanation exakt über dem Tumor zu platzieren, was zu einer Minimierung der Knocheneröffnung führt (Wegfall des "Sicherheitsabstands" für etwaige Messfehler bei landmarken-basierten Messverfahren). Nach dem Schritt der Trepanation wird die Navigation bei sichtbaren Prozessen nicht mehr benötigt. Bei subkortikalen Läsionen,

aber auch bei Schädelbasisprozessen, die eines längeren zisternalen Präparationsweges bedürfen, dient hingegen die Neuronavigation der Festlegung der Zugangsrichtung (Abb. 2).

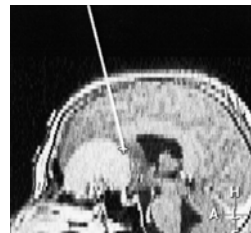


Abb. 2:

Olfaktoriumsmeningeom: Neuronavigatorische Festlegung der anterior-interhemisphärischen Präparationsrichtung

Perkutane Verfahren: Die Neuronavigation wird heute zur perkutanen Biopsie von Läsionen, zur perkutanen Punktion und Drainage von Zysten, Abszessen und intrazerebralen Hämatomen sowie in der Neuroendoskopie eingesetzt [Rohde2000]. Dies wird bewerkstelligt entweder durch die extraoperative Festlegung eines Trajektes, an den dann die Achse des verwendeten Instruments angehängen wird, oder durch die virtuelle Verlängerung von navigatorischen Zeigerinstrumenten (Abb. 3).

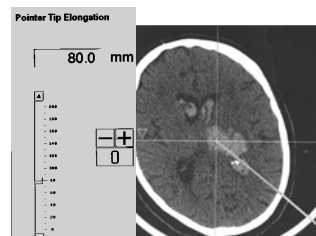


Abb. 3:

Thalamusblutung: Neuronavigatorische perkutane Punktion

(links: virtuelle Zeigerverlängerung auf 8 cm = Ziel)

Ausbildung: Die Möglichkeit der Trajektorplanung erlaubt den Einsatz der Neuronavigation als Instrument zur Aus- und Weiterbildung. Krombach et al. haben beispielsweise die Neuronavigation zur Erlernung der Anlage externer Ventrikeldrainagen eingesetzt [Krombach2000].

PROBLEME UND PERSPEKTIVEN

Darstellung funktionellen Gewebes: Die Integration von CT- und MRT-Daten in das Navigationssystem erlaubt, wie dargestellt, den Bildtransfer anatomischer Strukturen in den Operationssitus. Es fehlt allerdings die Zuordnung von Funktion (z. B. Motorik) zur Anatomie, was für ein morbiditätsarmes Operieren erforderlich ist. Die Fusion der anatomischen Daten mit 1) den Daten der funktionellen MRT (fMRT) und der Positronenemissionstomographie (PET) unter Aktivierungsbedin-

gungen für die Darstellung des eloquenten Kortex sowie mit 2) den Daten der diffusionsgewichteten MRT für die Bahnsystemdarstellung und der neuronavigatorische Transfer der fusionierten Daten in den Operationssitus sind die momentanen Lösungsansätze (Abb. 4) [Coenen2003], [Reinges2004].

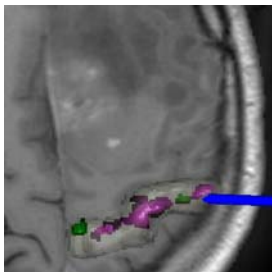


Abb. 4:

Präzentrales Gliom: Fusion der MRT- und fMRT-Daten, navigatorischer Transfer in den OP-Situs via Zeigeinstrument (blau).

Brain shift: Unter brain shift wird die Verlagerung des Hirngewebes während der Operation infolge Tumorresektion und Liquorverlust (negativer brain shift) sowie Schwellung (positiver brain shift) verstanden. Dadurch werden die präoperativ erhobenen Navigationsdaten im Laufe der Operation zunehmend ungenau. Lösungsansätze sind das intraoperative Bild-update entweder mittels MRT oder Ultraschall [Nimsky2000], [Coenen2005].

Gefäßdarstellung: Die Integration von Gefäß-Bilddaten in Navigationssysteme erfolgte bislang kaum. Unter Verwendung von Autosegmentierungs-Algorithmen konnte unsere Arbeitsgruppe zeigen, dass Hirngefäße und Gefäßmalformationen dreidimensional neuronavigatorisch abgebildet werden können. Der potentielle Nutzen für den Operateur ist Gegenstand momentaner Forschungsprojekte.

LITERATUR

[Coenen2003]

V. A. Coenen, T. Krings, J. Weidemann, P. Spangen

berg, J. M. Gilsbach, V. Rohde, "Intraoperative three-dimensional visualization of the pyramidal tract in a neuronavigation system (PTV) reliably predicts true position of principle motor pathways", *Surg Neurol* Vol 60, p 381, 2003

[Coenen]

V. A. Coenen, T. Krings, J. Weidemann, F. J. Hans, P. Reinacher, J. M. Gilsbach, V. Rohde, "Sequential visualisation of brain and fiber tract deformation during intracranial surgery with 3-D-ultrasound (3DUS): An approach to evaluate the effect of brain shift", *Neurosurgery* (akzeptiert)

[Krombach2000]

G. Krombach, A. Ganser, C. Fricke, V. Rohde, M. Reinges, J. Gilsbach, U. Spetzger, "Virtual placement of frontal ventricular catheters using frameless neuronavigation: An "unbloody training" for young neurosurgeons", *Minim Invas Neurosurg* Vol 43, p 171, 2000

[Nimsky2000]

C. Nimsky, O. Ganslandt, S. Cerny, P. Hastreiter, G. Greiner, R. Fahlbusch, "Quantification of, visualisation of, and compensation for brain shift using intraoperative magnetic resonance imaging", *Neurosurgery* Vol 47, p 1070, 2000

[Reinges2004]

M. H. T. Reinges, T. Krings, P. T. Meyer, M. Schreckenberger, V. Rohde, J. Weidemann, O. Sabri, E. J. M. Mulders, U. Buell, A. Thron, J. M. Gilsbach, "Preoperative mapping of cortical motor function: prospective comparison of functional magnetic resonance imaging and [15O]-H₂O-positron emission tomography in the same co-ordinate system", *Nucl Med Commun* Vol 25, p 987, 2004

[Rohde2000]

V. Rohde, I. Rohde, M. H. T. Reinges, L. Mayfrank, J. M. Gilsbach, "Frameless stereotactically guided catheter placement and fibrinolytic therapy of spontaneous intracerebral haematomas: Technical aspects and initial clinical results", *Minim Invas Neurosurg* Vol 43, p 9, 2000