

6 Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war die klinische Testung und Erprobung eines neuartigen DC-gepulsten Neuronavigationssystems bei kraniellen neurochirurgischen Eingriffen.

Das System basiert auf einem elektromagnetischen Positionsmesssystem bei dem ein Transmitter ein gepulstes elektromagnetisches Gleichstromfeld aussendet. Das ausgesendete Magnetfeld definiert das Koordinatensystem in welchen die Position verschiedener mit Sensoren ausgestatteter Instrumente ermittelt werden kann. Um ferromagnetische Einflüsse zu minimieren wird ein gepulstes Gleichstromfeld verwendet. Die Positionsmessung erfolgt zum Ende eines Impulses, da hier die durch metallische Objekte induzierten Störfelder bereits abgeklungen sind.

Zur Erstellung eines Bilddatensatzes werden CT oder MRT-Datensätze durchgeführt. Hierzu werden künstliche Landmarken in Form von Klebmarkern am Patientenkopf befestigt. Anschließend werden die Bilddaten auf das Navigationssystem übertragen und der Navigationsdatensatz vorbereitet. Hierbei können Zielpunkte und die geplante Trajektorie für die Operation festgelegt werden.

Nach Aufbau des Systems und Lagerung des Patienten im Operationssaal erfolgt eine „Punkt zu Punkt“ Bilddatenregistrierung. Zur Kontrolle der Applikationsgenauigkeit werden vom System nach erfolgreicher Registrierung der FRE(rms) sowie der TRE angezeigt. Nach Kontrolle der Bilddatenregistrierung durch den Anwender, kann die Navigation gestartet werden.

Das System wurde von Juli 2001 bis Mai 2005 bei 128 Patienten eingesetzt. Hierbei wurde das System für folgende Einsatzgebiete verwendet:

- Bestimmung des Zielpunktes und des Zugangsweges,
- Bestimmung des Resektionsausmaßes,
- Navigations-geführte Biopsien,
- Transsphänoide / Transnasale Zugänge,
- Eingriffe an der Schädelbasis und am Neurokranium,

- Funktionelle Neuronavigation

Die zur Operation führenden Pathologien waren in 37,5% der Fälle hirneigene Tumore (Gliome WHO II-IV°), in 32% cerebrale Metastasen, gefolgt von Meningeomen, Kavernomen und weiteren intra- und extrakraniellen Prozessen.

In 124 der 128 Fälle konnte eine erfolgreiche Bilddatenregistrierung erfolgen und die Navigation gestartet werden. Der Mittelwert des FRE(rms) lag bei 1,73 mm, der Mittelwert des TRE bei den 124 Fällen lag bei 1,49 mm. In drei Fällen konnte keine Einmessgenauigkeit unter 4 mm erreicht werden und die Navigation nicht gestartet werden. In einem weiteren Fall konnte aufgrund eines Systemfehlers nach Wechsel der Systemsoftware keine Navigation erfolgen.

Mit dem Einsatz des E.N.S. assoziierte Komplikationen wie Blutungen, Fehlleitungen des Operateurs oder erhöhte Infektionsraten konnten nicht beobachtet werden.

Es lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Die Applikationsgenauigkeit des in dieser Arbeit vorgestellten DC-gepulsten elektromagnetischen Neuronavigationssystems ist vergleichbar mit denen der gängigen optischen, mechanischen und ultraschallbasierten Navigationssysteme.
- Ein Vorteil des elektromagnetischen Systems ist die Unabhängigkeit des Positionsmessverfahrens von einer ungestörten Sichtachse von Sender und Empfänger wie bei optischen Systemen („line of sight“), ebenso ist das elektromagnetische Messverfahren unabhängig von konstanten Umweltfaktoren (Raumtemperatur, Reflektion, Konvektion) welche für die ultraschallbasierte Navigation wichtig sind.
- Störungen des elektromagnetischen Positionsmessverfahrens durch ferromagnetische Einflüsse im Operationsgebiet können durch die Verwendung des gepulsten Gleichstromsignals und die Anwendung hochlegierter Stähle im Operationssaal deutlich minimiert werden.

- Das Haupteinsatzgebiet des DC-gepulsten elektromagnetischen Navigationssystems ist die Bestimmung des Zielpunktes und des Zugangsweges zur Operation kleiner subkortikaler Läsionen oder der Biopsie tiefliegender Prozesse. Mit Hilfe des Systems kann das Operationstrauma durch die Optimierung des Zugangsweges und der Kraniotomie minimiert werden.
- Das System konnte weiterhin erfolgreich bei transssphenoidalen/transnasalen Zugängen, bei Eingriffen der Schädelbasis, in Kombination mit funktionellen Verfahren sowie zur Bestimmung des Resektionsausmaßes bei hirneigenen Tumoren eingesetzt werden.
- Ein Problem aller Neuronavigationssysteme stellt die intraoperative Verschiebung des Hirnparenchyms, der so genannte Brain Shift, dar. Hier werden zukünftig weitere Forschungen notwendig sein um die Applikationsgenauigkeit von Neuronavigationssystemen über den gesamten Operationsverlauf zu optimieren.