

GEOMETRISCHE ANPASSUNG VON MER-DATEN UND 3D-STN-MODELL



IKNTEC

O. Gronz, H.-J. Scherer, P. Gemmar, F. Hertel, C. Decker

PROBLEMSTELLUNG

Bei der tiefen Hirnstimulation des Nucleus Subthalamicus (STN) kommt es zu Abweichungen zwischen dem Gewebepunkt, der aufgrund der Operationsplanung erreicht werden soll und dem Punkt, der tatsächlich getroffen wird. Für diese Abweichungen gibt es unterschiedliche Gründe:

- Begrenzte räumliche Auflösung der Bildgebung
- Geometrische Verzerrung der verwendeten Bilder
- Begrenzte Genauigkeit des stereotaktischen Rings
- Brain-Shift
- Im Verhältnis zu diesen Fehlern relativ kleines Zielobjekt
- ...

Zum Ausgleich dieser Abweichungen werden zunächst bis zu 5 Testelektroden verwendet und die neuronale Aktivität an der Elektrodenspitze gemessen. Während der Operation liefern diese Ableitungsdaten das genaueste Bild, da sie die tatsächliche Lage der Spitze angeben.

Der Arzt muss aus verschiedenen fehlerbehafteten Informationsquellen – Ableitungsdaten, Bildgebung, Trajektorie – während der Operation ein gedankliches Bild formen, um sich die Lage der Testelektroden innerhalb des STN vorzustellen und eine richtige Entscheidung zur Platzierung der endgültigen Elektrode zu treffen.

ZIEL

Zur Vereinfachung der Operation soll die tatsächliche Lage der Elektroden innerhalb des STN berechnet werden. Diese Lage soll anschaulich visualisiert werden. Auch für die postoperative Versorgung – etwa das Auswählen eines anderen Kontakts der Elektrode – soll eine Dokumentationsgrundlage geschaffen werden.

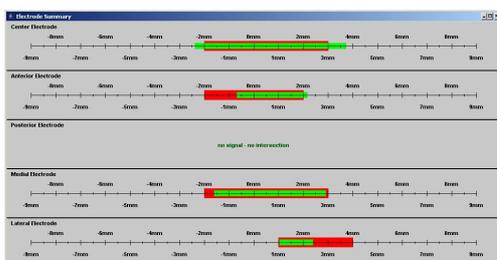


Abb. 1 Übersicht der Überlappung von:
 • den STN-Abschnitten der Elektroden, die sich aufgrund der Ableitungsdaten ergeben (rot)
 • den STN-Abschnitten, die sich aufgrund der Schnittpunktberechnung zwischen Elektrodenmodell und STN-Modell ergeben (grün)

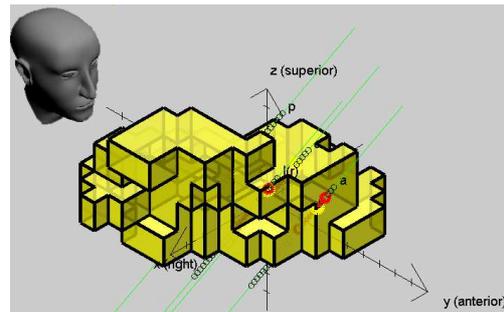


Abb. 2 STN-Modell mit berechneter Lage der Elektroden

METHODE

Es wurden unterschiedliche Modelle entwickelt und bewertet, die den STN und die Elektroden repräsentieren. Das letztendliche Verfahren beruht auf einer effizienten Schnittpunktberechnung zwischen dem STN- und dem Elektrodenmodell. Aus diesen Schnittpunkten ergeben sich die Strecken entlang jeder Elektrode, die STN-Signale zeigen sollten. Die Differenzen zwischen diesen Strecken und den Strecken, die aufgrund der Ableitungsdaten innerhalb des STN liegen, werden anhand eines definierten Gütemaßes minimiert. Das Resultat ist eine Lage der Elektroden innerhalb des STN, in der die gemessenen STN-Abschnitte entlang der Elektroden möglichst gut zu den berechneten passen.

ERGEBNIS

Das entwickelte Verfahren wurde an 5 Patienten getestet. Der Algorithmus zeigte dabei unter der Verwendung von 4 oder mehr Elektroden stabile Ergebnisse. Eine Verifikation ist vorgesehen, sobald die tatsächliche postoperative Lage der Elektrode aus CT-Aufnahmen bestimmt werden kann.

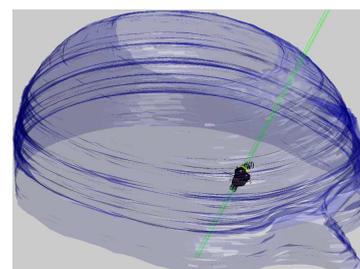


Abb. 3 Visualisierung der berechneten Lage innerhalb der segmentierten Schädelhülle.