

Roland Metzner

Dr. med.

Optimierte neurofunktionelle Magnetresonanztomographie vor navigierten neurochirurgischen Eingriffen. Entwicklung schneller, exakter und kostengünstiger Methoden.

Geboren am 07.03.1968 in Backnang

Reifeprüfung am 19.06.1986 in Wertheim

Studiengang der Fachrichtung Medizin vom WS 1988/1989 bis WS 1995/1996

Physikum am 21.08.1990 an der Universität Heidelberg

Klinisches Studium in Heidelberg

Praktisches Jahr in Schwetzingen

Staatsexamen am 25.04.1996 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Radiologie (DKFZ)

Doktorvater: Prof. Dr. med. G. van Kaick

In der vorliegenden Arbeit wurden Methoden entwickelt, die den Neurochirurgen vor Eingriffen in der Nähe eloquenter Hirnareale unterstützen sollen. Durch die schnelle Bereitstellung räumlich exakter dreidimensionaler Daten bezüglich der Lage zerebraler Läsionen und wichtiger kortikaler Funktionszentren wie Motorik und Sprache können Entscheidungen bezüglich Operabilität und Radikalität maßgeblich beeinflusst werden

Diese Informationen können im Rahmen der Neuronavigation intraoperativ in das Gesichtsfeld des Operateurs eingeblendet werden. Hierdurch läßt sich prinzipiell eine radikalere Tumorexstirpation erreichen, die eine längere Rezidivfreiheit ermöglicht.

Die hier verwendeten Prinzipien der Darstellung von Hirnaktivität beruhen auf magnetischen Suszeptibilitätsunterschieden von oxygeniertem und desoxygeniertem Hämoglobin, die mit Hilfe von T2*-sensitiven Meßsequenzen im Rahmen der neurofunktionellen MRT (fMRT) erfaßt werden können.

Die fMRT erfährt heute breite Anwendung zur Darstellung kortikaler Hirnfunktionen, da sie sich als sensitive, nichtinvasive und valide Methode mit hoher räumlicher Auflösung erwiesen hat und mit heute allgemein verfügbaren Standard MR-Systemen durchgeführt werden kann.

Untersuchte Patienten, Methodik

Im Rahmen dieser Arbeit erfuhren 77 Patienten mit zerebralen Läsionen insgesamt 92 fMRT-Untersuchungen. Hiervon wurden beginnend mit den ersten derartigen Messungen 65 konsekutive Untersuchungen an 52 Patienten detaillierter ausgewertet bezüglich der Qualität der darstellbaren kortikalen Aktivierungen. Es handelt sich um Patienten, die überwiegend von der Neurochirurgischen Universitätsklinik Heidelberg zur präoperativen Evaluierung übersandt wurden.

Die methodischen Entwicklungen und Kriterien umfaßten:

- Auswahl und Entwicklung geeigneter Untersuchungsparadigmen, z.B. Herstellung einer CD zur akustischen Stimulation des Wernicke-Zentrums.
- Testung und Wahl geeigneter Meßsequenzen und –parameter sowohl für die funktionellen Messungen als auch für den Navigationsdatensatz.
- Entwicklung und Testung von Verfahren zur Kopffixierung während der Messung.
- Validierung durch einen Vergleich von Probanden- und Patientenmessungen.
- Erstellen eines optimierten Untersuchungsprotokolls.
- Effektiver Datentransfer zum Auswerterechner, beginnend noch während der Messung.
- Entwicklung effektiver Auswerteverfahren mit Hilfe sog. shell-scripts.
- Integration der Verzeichnungskorrektur zur räumlich exakten Überlagerung.
- Bereitstellung des fMRT-Navigationsdatensatzes innerhalb einer Stunde.
- Erstellen von Hilfsmitteln für die anschauliche Präsentation der Daten.
- Ausschließliche Beschränkung auf die Verwendung von Standard Hardware für Messung und Auswertung, Verzicht auf kostspielige Software.

Ergebnisse

Mit den verwendeten Paradigmen gelang in 98 % der ausgewerteten Patienten eine Darstellung des Sulcus centralis, in 73 % der Patienten die Identifikation des Wernicke- bzw. bei 70 % des Broca-Zentrums. Dies stellte sich im Literaturvergleich als sehr gute Werte heraus. Eine intraoperative Validierung der ermittelten kortikalen Aktivierungen an 5 Patienten zeigte eine gute bis sehr gute Übereinstimmung.

Die bereitgestellten Informationen wurden wesentlich in die Entscheidungsfindung bezüglich Operabilität und Radikalität des Eingriffs einbezogen.

Die entwickelten Auswerteverfahren stellten sich als sehr effektiv bezüglich Genauigkeit und Geschwindigkeit heraus. Diese sind kostengünstig einsetzbar.

Eine detaillierte Untersuchung und Bewertung der einzelnen Messungen erbrachte keine durchgehende Empfehlung einer bestimmten Aktivierungsaufgabe. Vielmehr ist die Auswahl der Paradigmen auf die gewünschten kortikalen Aktivierungen und die Möglichkeiten des Patienten abzustimmen.

Die besten Ergebnisse lassen sich erzielen, wenn eine differenzierte Indikationsstellung zur Eingrenzung der kritischen Hirnfunktion vorliegt – dies ermöglicht die Anwendung mehrerer geeigneter Paradigmen – und der Patient vor der Untersuchung Gelegenheit hat, die geforderten Aufgaben zu üben. Dieser Übungseffekt ließ sich insbesondere bei den mehrfach untersuchten Patienten belegen.