Asymmetrie des Planum temporale und Prognose von Aphasien: Methodische Probleme bei der morphometrischen Vermessung anatomischer Hirnstrukturen in dreidimensionalen MRT-Datensätzen

Anna de Simone (1), Volker Hesselmann (2), Axel Klusmann (3), Georg Polis (1), Armin Thron (2), Walter Huber (1)

(1) Neurolinguistik und Neuropsychologie an der Neurologischen Klinik, Universitätsklinikum der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

(2) Abteilung für Neuroradiologie, Universitätsklinikum der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

(3) Interdisziplinäres Zentrum für Klinische Forschung (IZKF): „Prävention und Kompensation von Störungen des Zentralnervensystems (ZNS)“, Universitätsklinikum der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

email: desimone@neuroling.rwth-aachen.de

In zahlreichen morphologisch-anatomischen und funktionellen Untersuchungen konnte eine deutliche interindividuelle Variabilität der Sprachlateralisation nachgewiesen werden. Neue Forschungsergebnisse weisen darauf hin, daß nach Läsionen der sprachdominanten Hemisphäre der Rückbildung von Aphasien neben reparativen Vorgängen auch eine Funktionsverlagerung zur nicht-dominanten Hemisphäre zugrunde liegt. Ausgehend von dieser Prämisse soll in der vorliegenden Studie geprüft werden, ob durch die Bestimmung der individuellen Sprachlateralität anhand MR-morphometrischer Vermessungen der dafür relevanten Hirnstrukturen (Planum temporale, Corpus callosum) Aussagen zur Verlaufsprognose von Aphasien getroffen werden können. Ziel dieser Präsentation ist die Darstellung der Methodik zur Strukturerkennung, Konturerfassung und MR-morphometrischen Vermessung anatomischer Hirnstrukturen sowie die Diskussion der dabei auftretenden Schwierigkeiten.

Keywords: magnetic resonance imaging techniques, magnetic resonance morphometry, language laterality

1 Medizinisches Ziel

Die geplante Studie geht von der Annahme aus, daß nach Läsionen der sprachdominanten Hemisphäre neben reparativen Vorgängen und kortikaler Umorganisation in der betroffenen Hemisphäre auch eine Funktionsverlagerung zur nicht dominanten Hemisphäre stattfindet [1].

An 90 Patienten mit Aphasien sollen durch kernspintomographische Darstellung und Ausmessung der Rechts/links-Asymmetrie des Planum temporale und der dazugehörigen interhemisphärischen Komissurenfasern im Isthmus corporis callosi [2] morphologische Indikatoren für die Lateralisierung von Sprache gewonnen werden und mit dem Verlauf der Aphasien verglichen werden.

Das geplante Vorhaben soll folgende Hypothese überprüfen: Die individuell unterschiedlich stark ausgeprägte Sprachlateralisation [3,4,5] ist ein prognostisch bedeutsamer Faktor in der Rückbildung von Aphasien, da eine prämorbid gering ausgeprägte Sprachlateralisation die Funktionsübernahme durch die nicht dominante Hemisphäre begünstigt.

Ziel der Studie ist die weitere Aufklärung der interhemisphärischen Reorganisation nach Läsionen der sprachdominanten Hemisphäre und die Suche nach funktionell relevanten morphologischen Indikatoren für die Rückbildung von Aphasien.

2 Bildauswertung

Bei der Darstellung und Vermessung des Planum temporale und des Corpus callosum (CC) wird jeder MRT-Datensatz interaktiv auf einer Unix Workstation mit dem Bildanalyseprogramm „ANALYZE“ ausgewertet. Das Kortexrelief des Planum temporale wird entsprechend der Beschreibung von Steinmetz [6] in sagittaler Schichtführung Schicht für Schicht manuell nachgezeichnet (vergleiche Abb. 1).

Die Addition der Länge des Planum temporale in den einzelnen Schichten ergibt multipliziert mit der Schichtdicke die Gesamtfläche des Planum temporale. Nach bilateraler Ausmessung wird der Asymmetriekoeffizient der Plana temporalia nach der Formel berechnet:

$$k = \frac{R - L}{0{,}5(R + L)} \tag{1}$$

Die morphometrische Ausmessung der Schnittfläche des Corpus callosum erfolgt in der sagittalen Mittellinienschicht entsprechend der Beschreibung von Witelson [5]: Zuerst wird interaktiv die mittlere sagittale Schicht bestimmt, in der die nahezu punktförmigen Commissura anterior (AC) und die Commissura posterior (PC) aufgesucht werden. Danach wird die Schicht parallel zur AC-PC-Linie rotiert und das CC mit einem semiautomatischen Region-Growing Algorithmus segmentiert. Anschließend wird die Gesamtschnittfläche des CC geometrisch in

fünf topographisch und funktionell bedeutsame Regionen unterteilt (vergleiche Abb. 2). Die Aufteilung des CC in subpixelgenaue Streckenabschnitte sowie die Flächenbestimmungen erfolgen mit eigener Software.

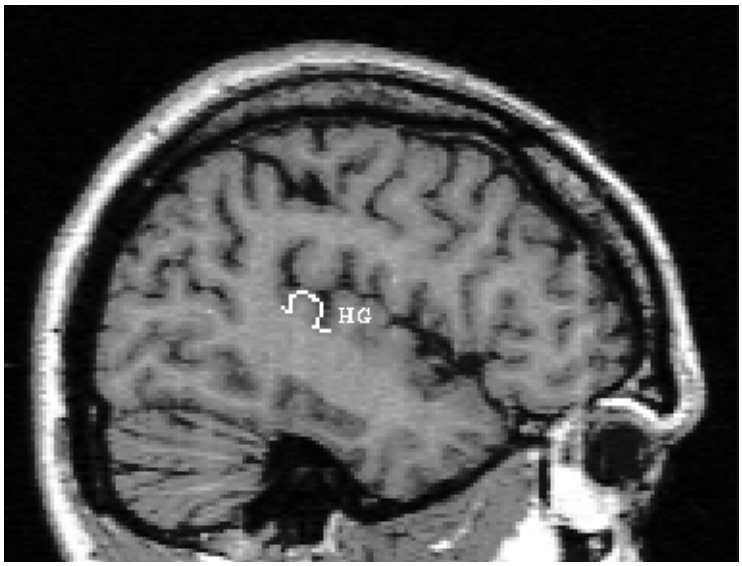

Abbildung 1: Vermessung des Planum temporale nach Steinmetz [6]

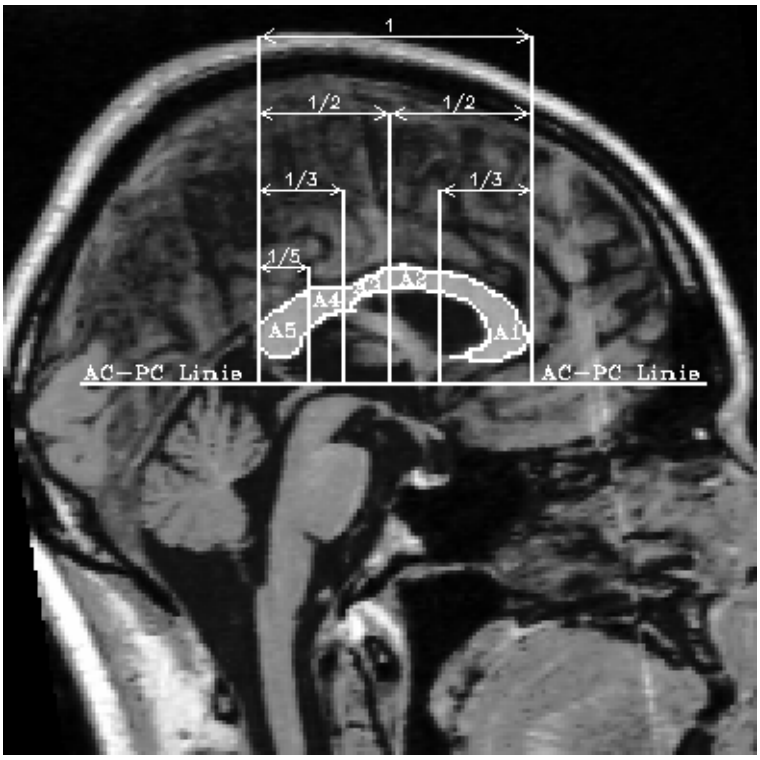

Abbildung 2: Vermessung des Corpus Callosum nach Witelson [5]

3 Methodische Schwierigkeiten

Die makroanatomische Begrenzung des Planum temporale ist interindividuell variabel und kann in einzelnen Fällen Probleme bereiten: Die Definition des Heschl-Gyrus, der vorderen Begrenzung des Planum temporale, ist in der Literatur nicht einheitlich. Die hintere Begrenzung des Planum temporale, das Ende der Sylvischen Fissur, weist mit der Anatomie des Ramus ascendens und des Ramus descendens eine große interindividuelle Variabilität auf.

Die Darstellung der AC-PC-Linie und die darauf bezogene geometrische Aufteilung des Corpus callosum in fünf Regionen umfaßt viele einzelne Arbeitsschritte und ist sehr zeitaufwendig. Die Kontur des Corpus callosum in der sagittalen Mittellinienschicht ist scharf und gut gegenüber der Umgebung abgrenzbar. Dies ermöglicht zur Flächenbestimmung die Anwendung von Region Growing Algorithmen. Probleme bereiten jedoch die großen interindividuellen Unterschiede in der Form des Corpus callosum, besonders im Bereich des sehr schmalen Isthmus corporis callosi. Durch die sehr kleine Fläche in diesem Bereich kommt es schneller zu relevanten Meßfehlern.

4 Lösungsansätze

Die Identifizierung der anatomischen Strukturen und ihrer Begrenzungen erfordert sehr gute neuroanatomische und neuroradiologische Kenntnisse. Die Definition der Begrenzungsstrukturen des Planum temporale muß die anatomische Variabilität mitberücksichtigen. Das Auffinden der Begrenzungen in der zu bearbeitenden Schicht wird durch das Einblenden der bereits gefundenen Konturlinie des vorangegangenen Bildes vereinfacht.

Bei der Flächenbestimmung des Corpus callosum ist eine Automatisierung einzelner Arbeitsschritte anzustreben. Hierzu wird in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Angewandte Mathematik, insbesondere Informatik der RWTH Aachen an der Segmentierung des Corpus callosum mit Hilfe von aktiven Konturmodellen gearbeitet [7].

5 Literatur

[1] Weiller C, Isensee Ch, Rijntjes M, Huber W, Müller S, Bier D, Dutschka K, Woods RP, Noth J, Diener HCh: Recovery from Wernicke's Aphasia: A Positron Emission Tomographic Study. Ann Neurol, 37:723-732, 1995.

[2] Aboitiz F, Scheibel AB, Zaidel E: Morphometry of the sylvian fissure and the corpus callosum, with emphasis on sex differences. Brain, 115: 1521-1541, 1992.

[3] Steinmetz H, Jäncke L, Kleinschmidt A, Schlaug G, Volkmann J, Huang Y: Sex but no hand difference in the isthmus of the corpus callosum. Neurology, 42: 749-752, 1992.

[4] Yazgan MY, Wexler BE, Kinsbourne M, Peterson B, Leckman JF: Functional significance of individual variations in callosal area. Neuropsychologia, 33: 769-779, 1995.

[5] Witelson SF: Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum. Brain, 112: 799-835, 1989.

[6] Steinmetz H, Radermacher J, Jäncke L, Huang Y, Thron A, Zilles K: Total surface of temporoparietal intrasylvian cortex: Diverging left-right asymmetries. Brain Lang, 39: 357-372, 1990.

[7] Weiler F, Dettmann J: Bildsegmentierung mit modellbasierten, aktiven Konturmodellen. Tagungsband Aachener Workshop: Bildverarbeitung für die Medizin, Vortrag: OP_017, 1996.