

Aus der Klinik für Neurochirurgie der Ludwig Maximilians-Universität München

**Direktor:
Professor Dr. med. J.-C. Tonn**

**Minimal-invasive Zugänge zur temporomesialen Region
in der Epilepsiechirurgie – eine mikroanatomische Studie von Zugängen zum
Amygdalon-Hippocampus-Komplex**

**Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München**

vorgelegt von

**Klaus Daniel Martin
aus
Marienberg**

2005

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

1. Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. univ. Peter A. Winkler

2. Berichterstatter: Prof. Dr. W. Lange

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. E.M.Grasbon-Frodl

Priv. Doz. Dr. M. Suckfüll

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter:

Priv. Doz. Dr. med. univ. Peter A. Winkler

Dekan:

Prof. Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 10.11.2005

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

- 1.1 Philosophie des Labors für Neurochirurgische Mikroanatomie
- 1.2 Einführung in die Epilepsiechirurgie: Entwicklung
- 1.3 Embryologische Entwicklung
 - 1.3.1 Entstehung der Fissuren und Sulci
 - 1.3.2 Entwicklung der Insula
 - 1.3.3 Entwicklung der Gyri
 - 1.3.4 Postnatale Entwicklung der Sulci cerebri
- 1.4 Häufige Läsionen im Bereich der temporomesialen Region
- 1.5 Etablierte mikrochirurgische Zugänge zur temporomesialen Region
 - 1.5.1 Anteriorer, mittlerer temporaler und subtemporaler Zugang
 - 1.5.2 Posteriorer temporaler Zugangsweg

2 Ziele und Fragestellungen

- 2.1 Oberflächenbeschreibung, Typisierung und Abmessungen des Temporallappens
- 2.2 Detailbeschreibung und Typisierung der Sylvischen Fissur
- 2.3 Zuverlässige Landmarken für den transsylvischen Zugang in der Epilepsiechirurgie sowie exakte topographisch-morphologische Beschreibung der transsylvischen Präparation zur selektiven Amygdalohippokampektomie und zur modifizierten anteromesialen Temporallappenteilresektion
- 2.4 Minimal-invasive Dissektion der hippocampalen und parahippocampalen Strukturen

3 Material und Methoden

- 3.1 Hirnpräparate
- 3.2 Messtechnik und Messinstrumentarium
- 3.3 Oberflächenbeschreibung des Temporallappens
- 3.4 Abmessungen des Temporallappens
- 3.5 Magnetresonanztomographische Untersuchung der Gehirne
- 3.6 Mikroanatomische Präparation der Sylvischen Fissur
 - 3.6.1 Transsylvische Präparation zur selektiven Amygdalahippokampektomie
 - 3.6.1.1 Oberflächliche Landmarken
 - 3.6.1.2 Tiefliegende Landmarken
- 3.7 Minimal-invasive Diskonnektion der hippokampalen und parahippokampalen Strukturen
 - 3.7.1 Definition der Mittelhirnebene
 - 3.7.2 Magnetresonanztomographie
- 3.8 Dokumentation
- 3.9 Statistische Analyse

4 Ergebnisse

- 4.1 Oberflächenbeschreibung, Typisierung und Abmessungen des Temporallappens
 - 4.1.1 Statistische Auswertung der Messergebnisse
- 4.2 Detailbeschreibung und Typisierung der Sylvischen Fissur
- 4.3 Zuverlässige Landmarken für den transsylvischen Zugang in der Epilepsiechirurgie sowie exakte topographisch-morphologische Beschreibung der transsylvischen Präparation zur selektiven Amygdalahippokampektomie und zur modifizierten anteromesialen Temporallappenteilresektion
 - 4.3.1 Retroinsulärer transventrikulärer Zugang
 - 4.3.2 Eröffnung der basalen Zisternen

- 4.3.3 Eröffnung der Sylvischen Zisterne
- 4.3.4 Retrosylvische Exploration
- 4.3.5 Intraventrikuläre Dissektion
- 4.3.6 Untere Inselvene als neu beschriebene Landmarke des transsylvischen Zuganges

- 4.4 Minimal-invasive Diskonnektion der hippocampalen und parahippocampalen Strukturen
 - 4.4.1 Minimal invasive Inzision als Zugang für die Diskonnektion
 - 4.4.2 Diskonnektion der hippocampalen und parahippocampalen Fasern

5 Diskussion

- 5.1 Oberflächenbeschreibung, Typisierung und Abmessungen des Temporallappens
- 5.2 Detailbeschreibung und Typisierung der Sylvischen Fissur
- 5.3 Zuverlässige Landmarken für den transsylvischen Zugang in der Epilepsiechirurgie sowie exakte topographisch-morphologische Beschreibung der transsylvischen Präparation zur selektiven Amygdalohippokampektomie und der modifizierten anteromesialen Temporallappenteilresektion
 - 5.3.1 Transsulcaler Zugang
 - 5.3.2 Venöse Inseldrainage
- 5.4 Minimal-invasive Diskonnektion der hippocampalen und parahippocampalen Strukturen
 - 5.4.1 Anatomische Lokalisation der Hippocampusformation und Zuordnung zum MRT-Befund

6 Zusammenfassung

7 Literaturverzeichnis

8 Curriculum Vitae

9 Danksagung

10 Erklärung

1. Einleitung

1.1 Philosophie des Labors für Neurochirurgische Mikroanatomie

Das Labor für Neurochirurgische Mikroanatomie der Neurochirurgischen Klinik am Universitätsklinikum München unter Leitung von Priv. Doz. Dr. med. Winkler hat sich zum Ziel gesetzt, Medizinstudenten, Assistenzärzten und auch erfahrenen Operateuren die Möglichkeit zu geben, neue wissenschaftliche Beiträge im Bereich der Neurochirurgie zu erarbeiten. Darüber hinaus ist dieses Labor geeignet, um Neuroanatomie zu erfahren, neue Denkweisen zu entwickeln und mikroneurochirurgische Handfertigkeiten zu erlernen, auszubauen und weiterzuentwickeln. In diesem Labor sind die in der vorliegenden Arbeit dargestellten Forschungsergebnisse erarbeitet worden (*siehe Abbildung 1*).



Abbildung 1: Mikrochirurgischer Arbeitsplatz im Labor für Neurochirurgische Mikroanatomie am Klinikum Großhadern

1.2 Einführung in die Epilepsiechirurgie: Entwicklung

Die erste, zumindest aus der Literatur bekannte, anteriore temporale Lobektomie bei einem Patienten mit therapieresistenter Epilepsie wurde im Jahre 1953 durch Wilder Penfield am Montreal Neurological Institute in Montréal (Kanada) durchgeführt.

Er verwendete mit seinem klinischen Partner, dem Epileptologen Herbert Jasper, die intraoperative Elektrokortikographie (45). Der Zugang und das Resektionsvolumen waren noch sehr ausgedehnt, die Elektrokortikographie half bei der Lokalisation der pathologischen EEG-Aktivität.

Eine standardisierte Möglichkeit der temporalen Lobektomie für die Indikation Epilepsiechirurgie gab Murray Falconer aus London im Jahre 1955 an (16).

Im Jahre 1957 führte Paolo Niemeyer in Rio de Janeiro die erste Amygdalohippokampektomie über einen transcortical-transventrikulären Zugang durch. Im Jahre 1973 stellte Niemeyer in einer seiner Arbeiten 42 nach dieser Methode operierte Patienten vor, welche eine zufriedenstellende Anfallskontrolle in 74% der Fälle - bei einer Nachuntersuchung in einem Zeitraum von 6 Monaten bis 10 Jahren nach Operation - zeigten. Somit wurden mit dieser Technik ähnliche Resultate erzielt wie mit der konventionellen Lobektomie bei 35 Patienten (32,33).

Eine Modifikation im Sinne einer Minimierung der Invasivität des Eingriffes schlug 1984 Spencer vor, der einen strikt anteromesialen Zugang vorstellte, bei dem möglichst wenig an neocorticalem Gewebe reseziert wird (50).

Wir haben diesen Zugang modifiziert und als anteromesiale Temporallappenteilresektion in den letzten Jahren favorisiert (64).

Yaşargil stellte 1982 die selektive Amygdalahippokampektomie vor, welche minimal-invasiv über einen transsylvischen Zugangsweg durchgeführt und bei welcher die Hippocampusformation auf transventrikulärem Wege reseziert wird (57).

Dabei wird die Sylvische Fissur eröffnet und möglichst weit exponiert. Im Bereich des Sulcus limitans insulae erfolgt sodann die Inzision des temporalen Stammhirns, um das Lumen des Temporalhorns zu erreichen und somit die Oberfläche des Hippocampus (Alveus hippocampi) einzusehen.

Für alle hier kurz skizzierten Zugangsmöglichkeiten hat die vorliegende Studie Details erarbeitet, die praktische Anwendung finden können.

1.3 Embryologische Entwicklung

1.3.1 Entstehung der Fissuren und Sulci

Die Fissurae cerebri, die Sulci cerebri sowie die Fossa lateralis cerebri entstehen nicht durch Einfaltungen, sondern stellen Bezirke primär oberflächlicher Hirnteile dar. Mit zunehmender Ausdehnung der Hemisphärenbläschen rücken ihre einander zugekehrten medialen Flächen immer mehr zusammen und begrenzen miteinander die Fissura longitudinalis cerebri. Die Fissura transversa cerebri entsteht durch das dorsalwärts gerichtete Wachstum des Corpus callosum, über Fornix und das Diencephalon hinweg.

Während des fünften Fetalmonats entstehen nach *Cunningham (1891)* der Sulcus calcarinus und der Sulcus parieto-occipitalis, Ende des fünften und zu Beginn des sechsten Fetalmonats die Sulci centralis et occipitalis transversus als flache Einsenkungen durch Wachstum benachbarter Windungen (4). Diese, wie auch der Sulcus cinguli, der Sulcus pericallosus sowie der Sulcus olfactorius posterior, werden wegen ihres frühen Auftretens als Primärfurchen von den sich später bildenden Sekundärfurchen unterschieden. Der Sulcus pericallosus soll sich nach *Hochstetter (1898-1924)* erst beim Feten von 125 mm Länge entwickeln und geraume Zeit nach Auftreten des Balkens sichtbar werden (20). Nach *Stephan (1975)* kann er als flache Einkerbung bereits früher angelegt sein (52).

Die Tertiärfurchen entstehen zum Teil erst nach der Geburt. Gleichzeitig tritt eine weitere Differenzierung der Rindenbezirke auf. Gegen Ende des 6. und Anfang des 7. Monats vertiefen und verlängern sich die bestehenden Furchen.

Zusätzlich entwickeln sich die Sulci precentralis, frontalis inferior, temporalis interior et frontalis superior. Im basalen Neocortexbereich treten Furchen und Windungen am spätesten auf.

Während des letzten Schwangerschaftsmonats bilden sich vorwiegend Verzweigungen und Verbindungen vorhandener Furchen (Sekundärfurchen) aus.

Alle Sulci entstehen nicht durch Einfaltungen, sondern durch steifenförmiges Dickenwachstum der Hemisphärenwand in benachbarten Bezirken. Diese imponieren als wulstartige Erhebungen die Oberfläche des Endhirnes und stellen später die Gyrierung dar (5,27).

1.3.2 Entwicklung der Insula

An der Seitenfläche des Colliculus ganglionaris wird die Hirnrinde weniger weit von durchwachsenden weißen Fasermassen nach der Seite abgedrängt als in übrigen Endhirnabschnitten. Dieser zurückbleibende Hirnteil wird von benachbarten Teilen der Lobi frontalis, parietalis et temporalis überwachsen (Opercula). Das Feld sinkt scheinbar in die Tiefe und wird deshalb als Insula bezeichnet. Zwischen den aufeinander zuwachsenden Opercula entsteht der Sulcus lateralis cerebri, die Sylvische Fissur. Zuerst bildet sich das Operculum temporale, dann das Operculum parietale, schließlich das Operculum frontale (5,27).

1.3.3 Entwicklung der Gyri

Nach *Rüdinger (1882)* entwickeln sich im siebten bis neunten Fetalmonat die Gyri insulae und stellen sich radiär ein (49). *Cuningham (1891)* konnte schon bei früheren Stadien im fünften Monat die Ausbildung der Inselgyri nachweisen (4). Sie entstehen nicht durch Impressionen von den Arterienverzweigungen, sondern durch stärkeres Wachstum der Oberfläche. Nach der Geburt erscheinen fünf bis sieben einzelne Erhöhungen (5,27)

1.3.4 Postnatale Entwicklung der Sulci cerebri

Im frühen postnatalen Stadium vertieft sich der Sulcus precentralis, der immer noch einen oberen und unteren Teil besitzt. Der Sulcus frontalis medius wird deutlicher, die Insel ist nun von den Opercula vollständig bedeckt. Lediglich im Bereich des Operculum frontale besteht eine Lücke zwischen frontoparietalem und temporalem Operculumabschnitt, während der Hauptstamm des Sulcus lateralis vollständig entwickelt ist. Das Gebiet über dem Stamm des Sulcus lateralis cerebri ist wesentlich komplexer als in früheren Stadien aufgebaut. Im Bereich des Operculum orbitale entsteht ein deutlicher Ramus anterior (horizontalis). Ein in Richtung Polus frontalis aufsteigender Schenkel wird als Ramus ascendens bezeichnet. Im Bereich des Gyrus subcentralis, welcher vom vorderen und hinteren Sulci begrenzt wird, hat ein deutliches Größenwachstum des Operculum frontoparietale stattgefunden. Im Operculum frontoparietale lässt sich der Sulcus diagonalis, welcher nach aufwärts in einer Linie mit dem Sulcus praecentralis inferior liegt, erkennen. Er bildet die vordere Grenze des Gyrus subcentralis.

Im Alter zwischen zwei und achtzehn Jahren werden die Sulci tiefer. Der Sulcus precentralis bleibt unterteilt in einen oberen und unteren Abschnitt. Zwischen beiden kann sich ein Sulcus praecentralis medius, welcher inkonstant auftritt, entwickeln. Der obere Abschnitt des Sulcus praecentralis superior ist nach rückwärts gewendet. Die horizontalen Abschnitte der Sulci sind relativ lang und komplexer geformt. Der Sulcus frontalis superior und der Sulcus frontalis inferior schneiden in die Sulci praecentrales superior et inferior ein. Zwischen beiden liegt oft ein deutlicher Sulcus frontalis medius, der sich in der Regel vorn und hinten aufspaltet. Der Sulcus praecentralis medius (*Eberstaller 1890*) verweilt in der ursprünglichen Form (11). Es erscheint jedoch ein eigener Sulcuszweig aus dem Sulcus praecentralis inferior.

Turner (1948) untersuchte 39 Gehirne (Neonatus bis 20 Jahre) und bezog außerdem Daten anderer Autoren ein (54). Seinen Befunden zufolge besteht während der ersten sechs Lebensjahre ein außerordentlich starkes Wachstum der freien Gehirnoberfläche. Ein erster Wachstumsschub erfolgt zwischen Geburt und zweitem Lebensjahr. In dieser Zeitspanne verdreifacht sich die kortikale Fläche. Eine zweite, nicht ganz so starke Wachstumsphase liegt zwischen dem zweiten und sechstem Lebensjahr vor, mit einer Oberflächenvergrößerung um 25%. Somit vervierfacht sich die Gesamtoberfläche des Cerebrums von Geburt bis zum 6. Lebensjahr (5,27).

1.4 Häufige Läsionen im Bereich der temporomesialen Region

Typische Läsionen im Bereich der temporomesialen Region sind Aneurysmen der Arteria basilaris und ihrer Äste, anteriore temporale Tumore, Kavernome und arteriovenöse Malformationen (AVM's), die Hippocampusklerose, Tumore der mittleren Schädelgrube und des Sinus cavernosus, Tumore des Cavum Meckeli, Tumore im Bereich des Tentoriumschlitzes, des oberen Klivumdrittels und Kavernome, d.h. gutartige Gefäßgeschwülste im Bereich des Mesencephalon (17,51).

1.5 Etablierte mikrochirurgische Zugänge zur temporomesialen Region

Die nachfolgenden ausgeführten Standards haben sich als guter Kompromiss zwischen kosmetischen Aspekten, Effizienz und Sicherheit herauskristallisiert (59).

1.5.1 Anteriorer, mittlerer temporaler und subtemporaler Zugang

Die anteriore temporale/subtemporale Kraniotomie wird für temporopolare Läsionen unterschiedlichster Genese sowie für subtemporale Zugänge zum Mesenzephalon und den umliegenden Strukturen verwendet (*siehe: 1.4 Häufige Läsionen im Bereich der temporomesialen Region*).

Die bisher gebräuchlichen anatomischen Leitstrukturen sind die Arteria temporalis superficialis, der Musculus temporalis, das Os zygomaticum, das Pterion, die zygomatischen Äste des N. facialis, die Arteria menigea media, das Foramen spinosum, die V. Labbé, der Sinus petrosus superior, der Tentoriumrand, der Nervus trochlearis, der Nervus oculomotorius, die Arteria cerebri posterior, die Arteria cerebelli superior, Arteria basilaris und Arteria carotis interna.

Grundsätzlich wird eine Rückenlagerung mit Kopffrotation um 60 Grad zur Gegenseite angewendet (*Abbildung 2A*). Es muß ein Keil unter die ipsilaterale Schulter gelegt werden, um eine Kompression der gegenseitigen V. jugularis zu vermeiden. Eine Hyperextension der Schädelbasis von etwa 10 Grad ist für subtemporale Zugänge notwendig.

Bei subtemporalen Zugängen ist eine lumbale oder ventrikuläre Liquordrainage von grossem Nutzen, um das Ausmass der notwendigen Spatelretraktion zu minimieren.

Die Hautinzision wird standardmäßig fragezeichenförmig gezogen, wobei das laterale Ende der Inzision 5 mm vor dem Tragus am Zygoma liegt und das mediale Ende circa 4 cm lateral der Mittellinie an der physiologischen Haargrenze.

Bei kleinen Zugängen kann die fragezeichenförmige Standardinzision durch eine kurvilineare ersetzt werden.

Die Hautinzision wird temporal primär nur bis zur Fascia temporalis geführt. Subgaleal wird die A. temporalis superficialis dargestellt und geschont. Meist kann mindestens ein Ast der A. temporalis superficialis erhalten werden. Falls ein Ast durchtrennt werden muss, soll dies kontrolliert erfolgen. Dabei werden die beiden Enden mittels Ligatur versorgt.

Das „Keyhole“ (Bohrloch am Orbitapfeiler) bei der Kraniotomie ist mit demjenigen der pterionalen Kraniotomie identisch, wobei beim Bohren wiederum darauf geachtet werden muss, dass die Zielrichtung von der Orbita wegführt, um eine Eröffnung derselben zu vermeiden. Das zweite Bohrloch sollte je nach Bedarf 4 bis 8 cm direkt hinter dem Keyhole auf einer Linie parallel zur Furche der Sylvischen Fissur angelegt werden. Das dritte Bohrloch wird im rechten Winkel zur Verbindung der ersten beiden Bohrlöcher unmittelbar oberhalb des Zygomaansatzes angebracht. Das vierte Bohrloch wird temporo-polar soweit basal wie möglich platziert. Die Verbindung der Bohrlöcher 1 und 4 wird von den beiden Seiten mit einer Stanze und zentral im Bereiche des Pterions mit dem Rosenbohrer durchtrennt. Die anderen Verbindungen werden mit der *GIGLI-SÄGE* oder dem Kraniotom angelegt (*Abbildung 2B*).

Bei einem subtemporalen Zugang muss die Basis der mittleren Schädelgrube absolut flach freigelegt werden. Dies ist mit Stanzen als auch mit dem Walzendrill zu erreichen. Für die Duraeröffnung ist eine subtemporale läppchenförmige nach basal gestielte Inzision ein optimaler Zugang. Für eine vollständige Freilegung des Temporalpoles ist eine bogenförmige Inzision vom Zygoma bis zum Pterion am

besten, wobei sich eine Entlastungsinzision nach antero-basal notwendig macht (*Abbildung 2 C&D*).

Vor einer Retraktion müssen Mannitol 1 g/kg Körpergewicht gegeben und 50-100 ml Liquor abgelassen werden. Die V. Labbé wird identifiziert und sorgfältig geschont. Wenn die Verhältnisse vollständig relaxiert sind, wird der abgedeckte Temporallappen vorsichtig angehoben bis, je nach Bedarf, der freie Tentoriumrand identifiziert ist. Der Situs wird mit einem oder zwei Retraktoren fixiert. Rolltupfer sind hilfreich, allerdings ist eine gewisse Vorsicht angebracht, da beim Einlegen Brückenvenen verletzt werden können (1,2).

Zum Wundverschluß wird die Dura wie üblich mit Einzelknopf- oder fortlaufenden Nähten verschlossen. Es ist darauf zu achten, dass die Nahtlinie nicht unter Spannung steht, da sonst ein Galeaperiostpatch einzusetzen ist. Temporo-polar ist immer eine Durahochnaht anzulegen, da auch kleine Epiduralhämatome in dieser Region zur Einklemmung führen können.

Beim Bohren des Knochenlappens müssen zwei Fadenlöcherpaare an der Linea temporalis angebracht werden. Vor Reimplantation des Lappens werden nicht resorbierbare Fäden durch diese Löcher vorgelegt. Nach Reimplantation des Knochens ist der M. temporalis daran zu fixieren. Diese Methode hat sich zur Vermeidung einer Temporalisatrophie und einem Abrutschen des Muskels am besten bewährt.

Potentielle Fehler und Gefahren bestehen in der inadäquaten Exposition der Basis und des Temporalpoles, einem Retraktionsschaden am Temporallappen durch ungenügende Relaxation, die Verletzung der V. Labbé, ein postoperatives Weichteilhämatom bei durchtrennter und nicht adäquat versorgter A. temporalis superficialis, eine postoperative subgaleale Liquoransammlungen bei Duranaht unter Spannung.

Der Hautlappen wird zusammen mit dem partiell oder vollständig abgelösten M. temporalis nach antero-basal reflektiert und mit 3 Galeahaken fixiert, wobei eine gerollte Kompresse zur Vermeidung einer Quetschung des Lappens unterlegt wird (18,61).

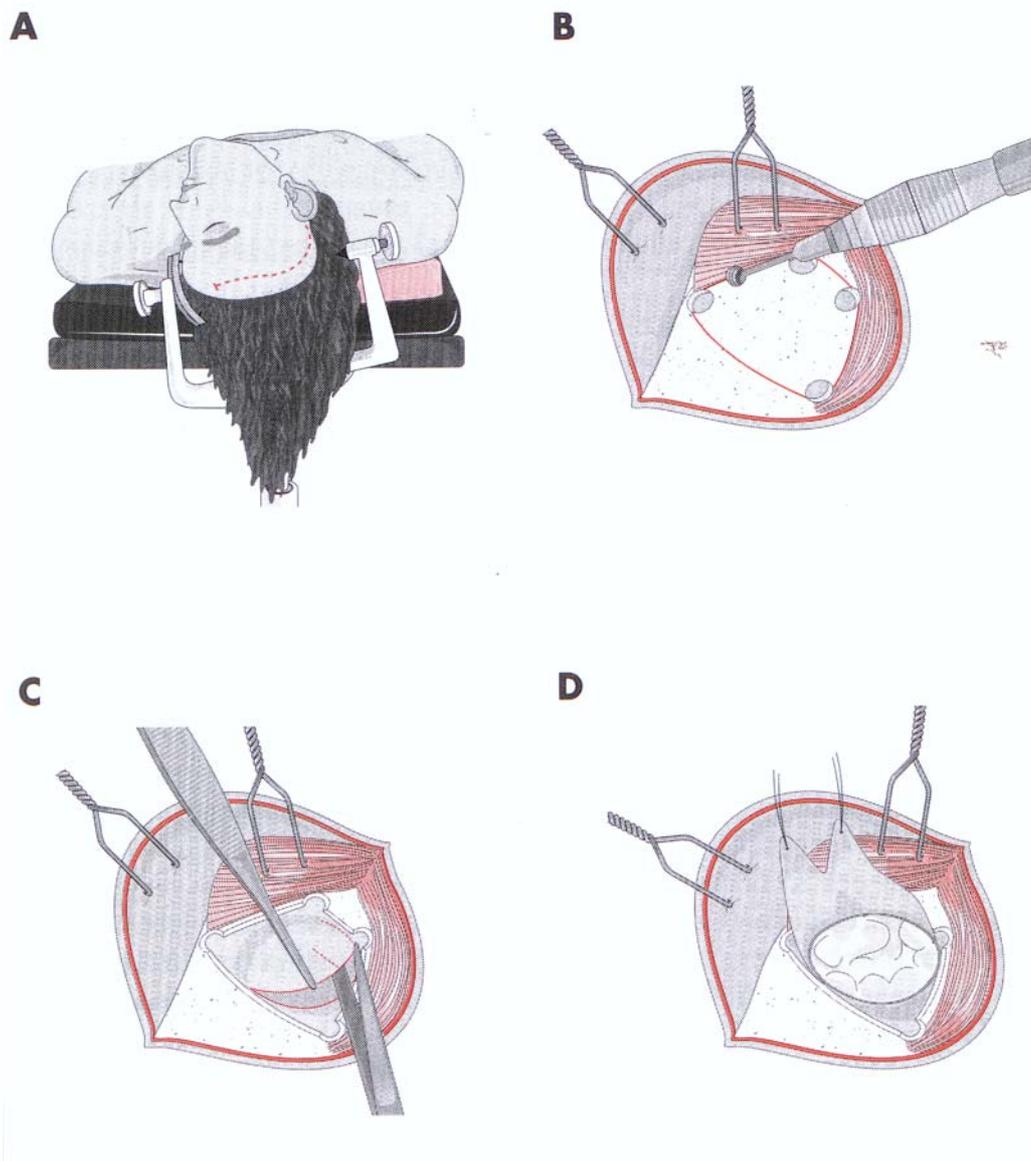


Abbildung 2:
 Anteriore temporale/subtemporale Kraniotomie
 A: Kopflagerung
 B: Anlage der Bohrlöcher
 C: Duraeröffnung
 D: Subtemporale Exposition

aus: Winkler PA, Steiger H-J. Anteriore temporale/subtemporale Kraniotomie. In: Reulen H-J, Steiger H-J, Hrsg: Manual Neurochirurgie, Ecomed, Landsberg, 1999: 323-325 (61).

1.5.2 Posteriorer temporaler Zugangsweg

Die postero-temporale Kraniotomie dient zur Exposition von Prozessen der Temporal- oder Subtemporalregion, deren Zentrum über dem äußeren Gehörgang oder dahinter liegt. Weiterhin beginnt die anteriore Petrosektomie (Kawase) wie auch die posteriore Petrosektomie mit einer kleinen posterioren temporalen Kraniotomie als Einstieg.

Typische Indikationen dieses Zugangsweges sind Aneurysmen der A. cerebri posterior sogennantes P2- und P3-Segment, Aneurysmen des Basilarisstammes unterhalb der A. cerebelli superior, Tumoren und andere Prozesse der hinteren Temporal- oder Subtemporalregion, pathologische Prozesse der Felsenbeinpyramide, Tumore und andere Läsionen im Tentoriumschlitz.

Als anatomische Leitstrukturen dienen die Arteria temporalis superficialis, der Musculus temporalis, der Nervus auriculotemporalis, die Äste des Nervus facialis, das Zygoma, das Asterion, der Meatus acustikus externus, der Sinus sigmoideus, die V. Labbé, der Tentoriumrand, die Eminentia arcuata, der Nervus oculomotorius, der Nervus trochlearis, die Arteria cerebri posterior, die Arteria cerebelli superior und die Arteria basilaris.

Bei der Lagerung muss der Kopf genau horizontal zu liegen kommen (*Abbildung 3A*). Im Allgemeinen kommt man dann mit einer Rückenlage aus, wenn die Schulter mit einem dicken Keil unterlegt wird. Es muß streng darauf geachtet werden, dass der Kopf nicht exzessiv zur Gegenseite rotiert. Falls eine völlig horizontale Lagerung nicht ohne Risiko für den venösen Abfluss zu erreichen ist, kann eine leichte Seitwärtssklippung des Operationstisches helfen. Ausnahmsweise muss bei Zweifel am freien venösen Abfluß eine Seitenlage verwendet werden.

Bei subtemporalen Zugängen soll der Kopf in einer Überstreckung von circa 10 Grad gelagert werden, damit das Gehirn spontan von der Basis wegfällt. Bei subtemporalen Zugängen ist eine primäre Anlage einer lumbalen oder allenfalls ventrikulären Drainage obligat.

Die Hautinzision wird 5 mm vor dem Tragus auf dem Zygoma angesetzt und senkrecht nach oben geführt. Die Inzision wird primär nur bis zur Temporalisfaszie geschnitten. Nun wird die A. temporalis superficialis identifiziert. Der parietale Ast muss bei dieser Kraniotomie selten durchtrennt werden, wobei dieses Gefäß mit einer Ligatur oder einem kleinen Hämoclip zu versorgen ist. Bei Prozessen vorwiegend an der vorderen Grenze der Exposition, kann die Hautinzision ab 1 cm oberhalb des Zygomas nach vorne geschwungen werden, ohne sich der Gefahr der Verletzung der Fazialisäste auszusetzen. Für subtemporale Zugänge reicht ein Hautlappen und eine Kraniotomie von 4 mal 5 cm. Die Hautinzision wird als ein nach basal gestieltes flaches „U“ angelegt, wobei der hintere Schenkel der Hautinzision basal hinter der Oberkante des Ohres aufhört. Der hintere Anteil des Temporalmuskels wird entlang dem vorderen Schenkel der Hautinzision inzidiert und mit dem Hautlappen zusammen reflektiert.

Zur Kraniotomie wird das erste antero-basale Bohrloch in der Nische des Zygomaansatzes angelegt. Danach werden die zwei oberen Bohrlöcher realisiert und am Schluss das postero-basale, welches unmittelbar oberhalb des Asterions plaziert werden soll. In diesem Bereich ist unbedingt eine Verletzung des Sinus sigmoideus zu vermeiden.

Bei basalen Zugängen muss das laterale Felsenbein bis an die Basis flachgeschliffen werden. Die dabei eröffneten pneumatisierten Zellen sind sofort mit Wachs sorgfältig abzudichten. Eine Eröffnung des Meatus acusticus externus oder der Paukenhöhle soll vermieden werden. Falls dies trotzdem geschieht, darf kein Wachs zum Abdecken verwendet werden.

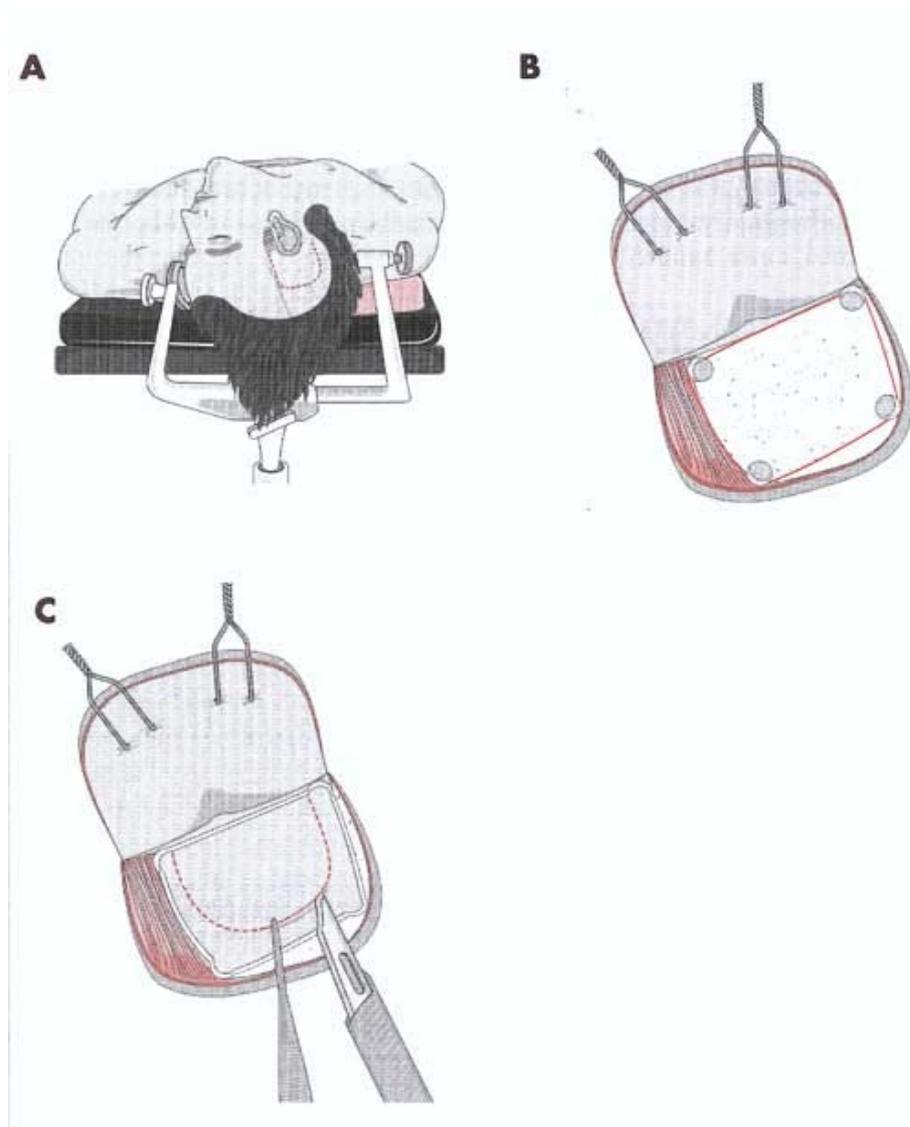


Abbildung 3:
Posteriore temporale Kraniotomie
A: Lagerung des Kopfes
B: Anlage der Bohrlöcher
C: Duraeröffnung

aus: Winkler PA, Steiger H-J. *Posteriore temporale Kraniotomie*. In: Reulen H-J, Steiger H-J, Hrsgb: *Manual Neurochirurgie*, Ecomed, Landsberg, 1999: 327-330 (61).

Die Dura wird basal gestielt hufeisenförmig eröffnet (*Abbildung 3C*). Bevor die subtemporale Exposition begonnen wird, muss die Hirnrelaxation mit Mannitol 1g pro kg Körpergewicht sowie mittels Drainage von 50-100 ml Liquor sichergestellt sein. Die V. Labbe muß zuerst identifiziert werden. Danach wird der Temporallappen sorgfältig mit einem oder zwei Retraktoren angehoben. Rolltupfer können helfen, das Gehirn gleichmäßiger abzustützen, wobei auf eine mögliche Verletzung von Venen beim Einlegen geachtet werden muss (1,2,29).

Eine spannungsfreie, wasserdichte Duraadaptation ist bei eröffneten Mastoidzellen oder Gehörgang essentiell um eine postoperative Liquorfistel zu vermeiden. Durahochnähte und Knochenreimplantation werden in üblicher Weise durchgeführt. Gefahren und Komplikationen des posterioren Zugangsweges bestehen in der Verletzung der Fazialisäste, des äußeren Gehörganges, des Sinus sigmoideus, der V. Labbé sowie temporaler Retraktionsschaden bei ungenügender Hirnrelaxation und postoperativer Liquorfistel bei eröffneten pneumatisierten Zellen (65).

2 Ziele und Fragestellungen

2.1 Oberflächenbeschreibung, Typisierung und Abmessungen des Temporallappens

Ziel der Oberflächenbeschreibung des Temporallappens und Typisierung der Oberflächenbeschaffenheit, der interindividuellen Varianz des Reliefs der Gyri superior, medius und inferior sowie der korrespondierenden Sulci soll eine weitere Bereicherung zur der bereits vorhandenen Literatur geben und somit die präzise Beschreibung der Topographie ermöglichen. Dem Neurochirurgen soll es noch besser möglich sein, eine ausgezeichnete Orientierung im Bereich des Temporallappens, gerade bei sehr kleinen Zugängen und daraus folgend, nur kleinen Einblicken auf die Temporaloberfläche, zu bekommen. Es sollte überprüft werden, ob die in den Anatomielehrbüchern und auch in den bisher publizierten wissenschaftlichen Abhandlungen (7) festgehaltene Einteilung der Gyrierung des Temporallappens reproduzierbar immer wieder gefunden wird oder ob die Variabilität der Hirnrindenzeichnung hier ein Umdenken erfordert.

Im Rahmen der Oberflächenbeschreibung und Typisierung nahmen wir auch eine genaue Vermessung der Gyri temporalis superior, medius und inferior vor, um somit die Kenntnisse über die Gyrierung des Temporallappens weiter zu vertiefen und für die später im Verlauf der Studie selektive modifizierte anteromesiale Temporallappenteilresektion und die minimal invasive Diskonnektion mit Nutzen zu können.

2.2 Detailbeschreibung und Typisierung der Sylvischen Fissur

Wir setzten uns die Aufgabe, die Sylvische Fissur, in Anlehnung an einen Vorschlag von Yaşargil (70), in verschiedene Typen zu klassifizieren. Diese Klassifikation betrachtet die anatomische Beziehung vom Frontallappen und dem Temporallappen in Bezug zueinander und zur Sylvischen Fissur. Das dadurch gewonnene Wissen kann dem Operateur in dieser Region das Vorgehen erleichtern und Sicherheit geben.

2.3 Zuverlässige Landmarken für den transsylvischen Zugang in der Epilepsiechirurgie sowie exakte topographisch-morphologische Beschreibung der transsylvischen Präparation zur selektiven Amygdalohippokampektomie und der modifizierten anteromesialen Temporallappenteilresektion

Im Rahmen der mikroanatomischen Präparation war geplant, einzelne anatomische Strukturen als Landmarken zu erfassen und auf ihre Konstanz, Reproduzierbarkeit und leichte Auffindbarkeit hin zu überprüfen (14).

Die tiefgelegenen und entwicklungsgeschichtlich sehr alten Hirnstrukturen, die Hippocampusformation, der Gyrus parahippocampalis, der Uncus hippocampi und die Amygdala, sind in der Epilepsiechirurgie als häufiger Generator für Temporallappenepilepsien von besonderem Interesse.

Die topographische Lage, die Beziehung zu den Nachbarstrukturen sowie die genaue Vorgehensweise bei der Amygdalohippokampektomie und der modifizierten anteromesialen Temporallappenteilresektion sollen hier eingehend beschrieben und diskutiert werden (18).

Die Zielsetzung von chirurgischen Eingriffen in der tempomesialen Region ist kurativer Art. Es kommen nämlich in dieser Region sehr häufig gutartige Läsionen vor, wie zum Beispiel arteriovenöse Malformationen, Hamartome, sonstige benigne Tumoren sowie Narben, als Ursache einer posttraumatischen Epilepsie. Desweiteren werden klinisch stumme Gliome, die im Rahmen einer aus anderen Gründen erfolgten Abklärung entdeckt werden, Metastasen und sekundär malignisierte Gliome, hervorgegangen aus einer langen Vorläuferzeit als primär gutartige Prozesse in dieser Region, operiert. Das Ziel des mikroneurochirurgischen Korridors ist der Amygdala-Hippocampus- Komplex (*Abbildung 4*). Vorrausgesetzt in beiden therapeutischen Konzepten wird die zusammenhängende Exzision von einer bestimmten Menge an angrenzendem Gewebe benötigt, in dem nachgewiesenermaßen die Ursache für die Entstehung der klinischen Symptomatik vorhanden ist (Syn.: Hippocampussklerose, Ammonshornsclerose, mesiale Sklerose).

Übereinstimmend mit dieser Sichtweise ist die Chirurgie in der temporomesialen Region ein lebendiges Beispiel für die „Neurologische Chirurgie“, wobei neurophysiologische und neuropsychologische Dimensionen in die operative Strategie eingeschlossen sind (12,48).

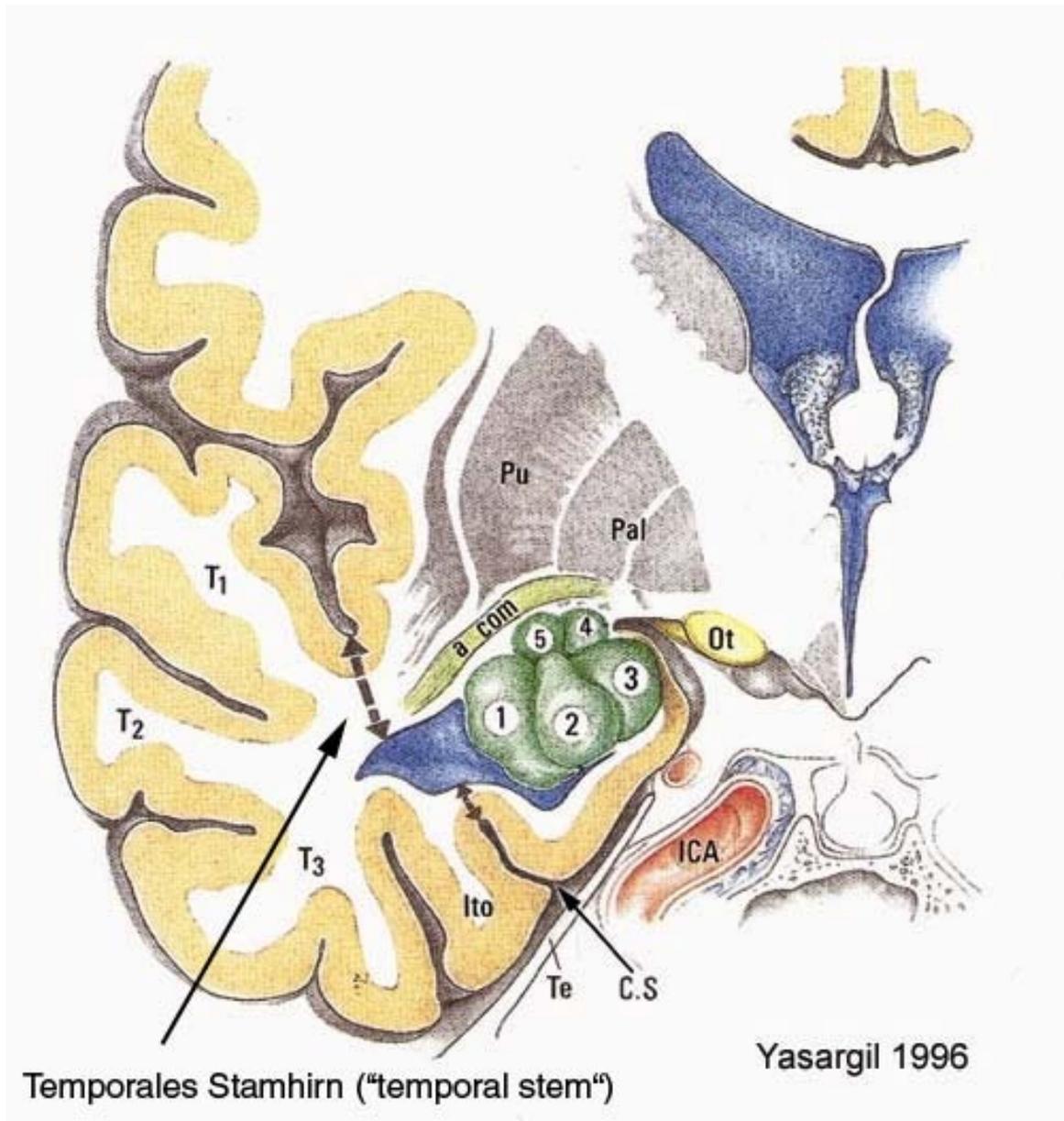


Abbildung 4. Zielgebiet des Zuganges
 aus: Yaşargil MG, *Microneurosurgery of CNS Tumors*,
 Georg Thieme Verlag Stuttgart – New York: 255 (70).

Mit der Einführung des retroinsulären transventrikulären Zuganges im Jahre 1958 brachte *Niemeyer P.* den ersten transventrikulären Weg zur Entfernung der temoro-mesialen Region, als eine Vorgehensmöglichkeit für die isolierte Temporallappenepilepsie ein.

Dieses war die erste Methode, welche die selektive Freilegung der temporomesialen Region erlaubte, ohne Teile des lateralen Temporallappens opfern zu müssen. Dieser Zugang kam nicht zur umfangreichen Anwendung, bis Yasargil ihn wiederentdeckte, modifizierte und ausbaute und so zu einem der faszinierendsten Verfahren in der modernen Neurochirurgie machte (48,62).

Die temporomesialen Strukturen, das heißt, Hippocampus, Gyrus parahippocampalis, Uncus und Amygdalon sollten in der MR-Bildegebung in Bezug zur neu definierten Mittelhirnlinie aufgesucht und vermessen werden.

2.4 Minimal-invasive Diskonnektion der hippocampalen und parahippocampalen Strukturen

Um die minimal-invasive Diskonnektion des Hippocampus und des Gyrus parahippocampalis exakt zu planen, später die Ergebnisse auf Patientendaten anwenden zu können und unser Vorgehen durch eine zweite, von der Präparation unabhängige Methode, evaluieren zu können, untersuchten wir die Gehirne im Kernspintomographen und verglichen die Präparationsergebnisse mit der MRT-Bildgebung.

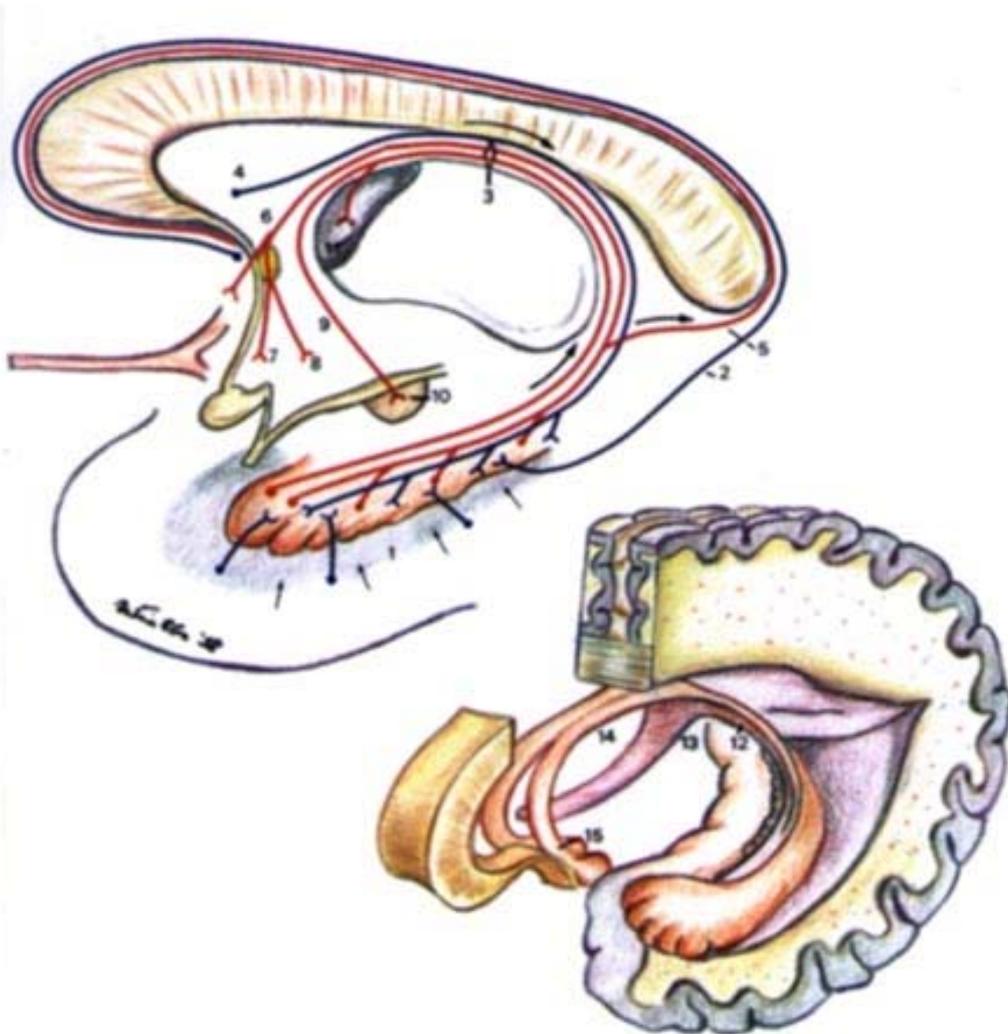


Abbildung 5: Hippocampale Faserverbindungen (67)
aus: Winkler PA et al.: Transcallosal interforaminal transforaminal approach for removing lesions occupying the third ventricular space: clinical and neuropsychological results
Neurosurgery 2000: 879-888 (67).

Aufgabe dieses Präparationsschrittes ist es, aufgrund der teilweise bekannten Topographie der hippocampalen und parahippocampalen Faserverbindungen zur Fornix und den übergeordneten Gehirnstrukturen, diese selektiv zu durchtrennen (*Abbildung 5*). Ziel ist es nun, für diesen mikroneurochirurgisch neuen Ansatz Landmarken und Vorgehensweisen in der Präparation, der Wahl der Inzision und der Diskonnektion zu studieren und exakt zu beschreiben (17,23,25,34-39,44,46,56,58,63).

3 Material und Methoden

3.1 Hirnpräparate

Wir untersuchten im Zeitraum von April 2001 bis Mai 2004 15 formalinfixierte (5% Formalin) ganze Erwachsenengehirne (30 temporale Hemisphären) ohne pathologische Veränderungen aus dem Obduktionsgut des Gerichtsmedizinischen Institutes der Ludwig-Maximilians-Universität München. Die Gehirne wurden unmittelbar nach der Entnahme in Formalinlösung fixiert. Das durchschnittliche Alter betrug 33,7 Jahre (22 bis 49), wobei es sich in 66,6% um männliche und in 33,3% der Fälle um weibliche Hirne handelte. Das Gewicht wurde direkt bei Entnahme bestimmt, unterlag jedoch durch unterschiedliche Todesursachen erheblichen Schwankungen. Das durchschnittliche Gewicht bei Entnahme betrug 1447 g (von 1204 g bis 1634 g,: männlich durchschnittlich 1490 g, durchschnittlich weiblich 1361g).

Nach Fixierung wurde das Gewicht der Gehirne nicht bestimmt, da aufgrund der Fixierung Gewichtszunahmen von bis zu 50% vorkommen können (*Blinkov, 1968*).

Aufgrund von naturgemäß auftretenden Schädigungen bei der Entnahme der Präparate konnten einzelne Daten nicht ermittelt werden (Einzelheiten im Kapitel „Ergebnisse“).

3.2 Messtechnik und Messinstrumentarium

Für Distanzmessungen an Strukturoberflächen verwendeten wir Millimeterpapierstreifen, die gestrafft wurden, so dass keine Einsenkungen im Gewebe in das Messergebnis einfließen konnten. Für Distanzmessungen im Raum bedienten wir uns entweder Folienstreifen mit Millimeterskala, eines elektronischen Messschiebers oder des Zirkels.

Für die Herstellung der MRT-Sequenzen der Präparate bedienten wir uns des Magnetresonanztomografen vom Typ Vision[®] (SIEMENS AG, Medizinische Technik, Erlangen) mit einer magnetischen Feldstärke von 1,5 Tesla. Die Präparate wurden in einem Hirntopf, gefüllt mit Wasser und fixiert durch Schwämme, gelagert.

3.3 Oberflächenbeschreibung des Temporallappens

Zur genauen Beschreibung der gyralen Oberflächenstruktur des Temporallappens mit Abmessung der Gyri und der genauen Verläufe der Sulci verwendeten wir zum einen die Digitalkamera Nikon D1[®] sowie ein genaues Abzeichnen der Temporallappen mit Eintragen der Messergebnisse. Somit stehen uns zwei unterschiedliche Methoden zur Oberflächenerfassung zur Verfügung, die in der Zusammenschau die Ergebnisse liefern konnten.

3.4 Abmessungen des Temporallappens

Der Temporallappen wurde in der rostro–kaudalen Ausdehnung sowie auch in der ventro–dorsalen Ausdehnung vermessen. Ebenfalls wurden mit der Beschreibung der temporalen Oberfläche die einzelnen Gyri vermessen und in ihrer Lage bestimmt.

3.5 Magnetresonanztomografische Untersuchung der Gehirne

Um die mikrochirurgische Präparation genau zu planen und die Lokalisation der Zielstrukturen richtig festlegen zu können, wurden die Gehirne magnetresonanztomographisch untersucht und die daraus gewonnenen Bilder mit Hilfe eines zentralen Brainview-Rechners durch das klinikinterne Datennetz auf die Medienstation im Neurochirurgischen Forschungslabor geladen und konnten so während der Präparation direkt neben dem Operationsmikroskop für die Präparation genutzt werden. Das Brainview-Programm ermöglicht es, die Hirne in 3 Ebenen darzustellen und selbständig jede Schnittebene anzuwählen, so dass eine dreidimensionale Darstellung gegeben war. Des Weiteren verwendeten wir zur Distanzbestimmung das Programm MRlcrow, in in welchem die MR-Datensätze geladen und dreidimensional dargestellt werden können. Somit ist eine exakte millimetergenaue Vermessung der Hirnpräparate möglich.

3.6 Mikroanatomische Präparation der Sylvischen Fissur

3.6.1 Transsylvische Präparation zur selektiven Amygdalahippokampektomie

Zur Präparation entlang der Sylvischen Fissur erfolgte die Lagerung gemäß der intraoperativen, das heißt, das Gehirn liegt horizontal in der Sagittalebene (Präparation linke Hirnseite: rechts rostral, links kaudal; analog dazu bei der Präparation der rechten Hirnseite: rostral links, kaudal rechts), um eine möglichst authentische Operationssituation zu simulieren. Dabei wurden die Präparate in eine speziell konstruierte Plastikschaale gelegt, die als Boden den Ausguss einer Hirnoberfläche darstellt. Wir verwendeten ausschließlich mikroneurochirurgisches Operationsinstrumentarium sowie ein Operationsmikroskop der Firma Zeiss (OPMI®; Zeiss, Oberkochen).

3.6.1.1 Oberflächliche Landmarken

Als oberflächliche Landmarken ist die Vena Labbé zu identifizieren und die Einmündungsstelle in die Sylvische Vene darzustellen. Vom Temporalpol ausgehend ist die Sylvische Fissur nach kaudal zu verfolgen, immer entlang des Gyrus temporalis superior bis zum Gyrus supramarginalis. Des Weiteren identifizierten wir an jedem Präparat den Sulcus centralis und den daraus folgenden Gyrus prä- und postcentralis. Da unsere Zielregion der Temporallappen ist, konzentrierten wir uns auf den Sulcus temporalis superior, der den Gyrus temporalis superior vom Gyrus temporalis medius abgrenzt und den Sulcus temporalis inferior, der den Gyrus temporalis medius vom Gyrus temporalis inferior abgrenzt. Zuerst suchten wir am Temporalpol den Sulcus temporalis superior auf, wobei die genaue Identifizierung nur durch das Erfassen der Gesamtstruktur des Temporalpols und des Temporallappens möglich war. Bei einem sehr schlanken Temporalpol war häufig der Gyrus temporalis interior auf der basalen Hirnseite lokalisiert und trat erst im mittleren Teil des Temporallappens auf die laterale Gehirnseite.

3.6.1.2 Tiefliegende Landmarken

Nachdem wir die Sylvische Fissur eindeutig identifiziert hatten, präparierten wir vorsichtig in die Tiefe. Die Präparation begann immer am Temporalpol, der von dem Frontallappen abgelöst wurde. Als erste bekannte Landmarke konnten wir die Arterie cerebri media (MCA) in jeder Hemisphäre finden. Die Präparation erfolgte weiter Richtung Limen insulae an dessen rostralen Boden wir mit einer Mikroschere die Inzision des inferioren Temporallappenhornes des Seitenventrikels durchführten. Alle interessanten Befunde der einzelnen Präparationsschritte dokumentierten wir mit der Digitalkamera Nikon D1®.

3.7 Minimal-invasive Diskonnektion der hippokampalen und parahippocampalen Strukturen

3.7.1 Definition der Mittelhirnebene

Die Mittelhirnebene definierten wir als eine coronare Ebene, welche genau den vierten Ventrikel schneidet und somit die Hirnstammebene darstellt. Technisch setzten wir dies mit Hilfe der MR-Bilder und dem Computerprogramm MRlcrow und MRIConvert um.

In der Präparation stellten wir unsere Mittelhirnebene mit einer Sonde, welche genau in den Aqueductus mensencephali eingeführt und bis zum Durchtritt des Corpus callosum vorgeschoben wurde, dar.

3.7.2 Magnetresonanztomographie

Vor der Präparation bestimmten wir aus den Daten der MRT-Bildgebung die Distanzen von der Mittelhirnebene bis zum Temporalpol und von der Großhirnbasis bis zum Temporalhorn des Seitenventrikels, jeweils in der Sagittal- und in der Coronarebene. Des weiteren bestimmten wir die Distanz von der lateralen temporalen Hirnoberfläche bis zur lateralen und medialen Temporalhornwand des Seitenventrikels. Auch die Distanz von der Sylvischen Fissur bis zum Boden und dem Dach des Temporalhornes des Seitenventrikels wurde von uns bestimmt.

3.8 Dokumentation

Folgende Daten wurden von uns dokumentiert:

- Alter und Geschlecht der/des Verstorbenen
- Todesursache
- Gewicht des Gehirns bei Entnahme
- Entnahmedatum
- Datum der MR-Bildgebung sowie der Präparationen
- Identifizierung des Präparates
- Messwerte der MR-Vermessung sowie der Präparationsvermessungen

Des weiteren wurden von jedem Präparat Magnetresonanzdatensätze erstellt und jedes Gehirn photographisch in digitalisierter Form festgehalten. Unsere Standardaufnahmen zeigen jedes Gehirn von beiderseits lateral, beiderseits laterale Zielaufnahme des Temporallappens, von dorsal und basal.

3.9 Statistische Analyse

Alle Messdaten wurden in tabellarischer Form für jedes einzelne Präparat dokumentiert. Mittels des statistischen Programms Microsoft Excel und SPSS sind von jeder Messgröße die Anzahl der Messungen, die Minimal- und Maximalwerte, die Mittelwerte und die statistischen Wahrscheinlichkeiten für die Aufgestellten Hypothesen festgestellt und errechnet worden.

4 Ergebnisse

4.1 Oberflächenbeschreibung, Typisierung und Abmessungen des Temporallappens

Beim exakten Studium des Oberflächenreliefs des Temporallappens und der die Sylvische Fissur umgebenden Gyri stellten wir fest, dass es einige relativ konstante Landmarken gibt, wodurch eine Typisierung anhand von wiederkehrenden Einzelstrukturen möglich ist.

Jedoch weisen große Teile der Oberfläche eine starke Varianz auf (*Abbildung 6 und 7*). Das geometrische Mittel der Längen der untersuchten Temporallappen beider Seiten beträg 108,5 mm, für rechts ergibt sich ein Wert von 109,0 mm für links der Wert 109,1 mm. Die durchschnittliche Höhe der Temporallappen beider Seiten beträg 51,8 mm, die rechte Seite zeigt den Wert von 52,6 mm, die linke Seite 52,3 mm. Das geometrische Mittel der Breite des Gyrus temporalis superior beider Seiten betrug 11,4 mm (*Tabelle 1 & Graphik 1*), der rechten Hemisphären 12,2 mm und der linken Hemisphären 10,8 mm (*Tabelle 2 & Graphik 2*).

Gyrus temporalis medius und inferior erwiesen sich derart inkonstant, so dass verlässliche Abgrenzungen und dementsprechend auch zuverlässige Messdaten nicht zu liefern waren oder nur durch eine allzu willkürliche Einteilung und Abgrenzung hätten festgehalten werden können (*siehe Diskussion*).

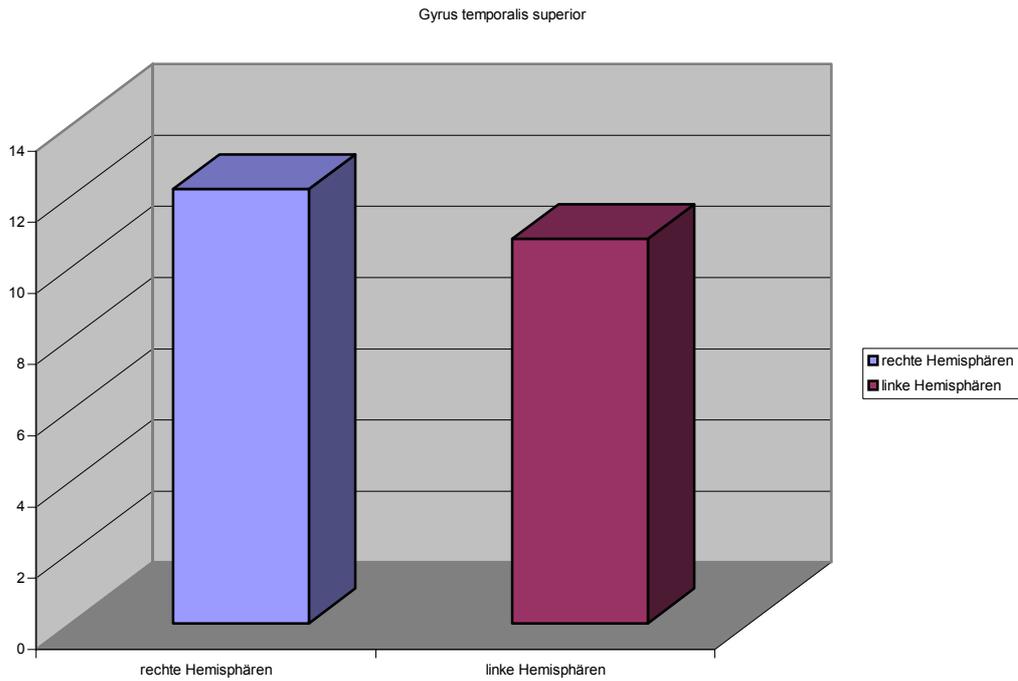
Folgende Tabelle zeigt die bestimmten oberflächlichen Temporallappen-
abmessungen:

Hemi- sphäre Nummer	Hirnseiten- identifikation Seite	Gyrus temporalis superior (Gts)	Gts- Höhe Masse in mm	Gyrus temporalis medius versus Gyrus temporalis inferior	Temporal lappen	
					Länge	Höhe
					Masse in mm	
1	rechts	gut abgrenzbar	12,3	mäßig abgrenzbar	109	53
2	links	gut abgrenzbar	10	schlecht abgrenzbar	114	56
3	rechts	gut abgrenzbar	10,6	mäßig abgrenzbar	125	45
4	links	gut abgrenzbar	9	schlecht abgrenzbar	111	47
5	rechts	gut abgrenzbar	10,6	schlecht abgrenzbar	108	51
6	links	gut abgrenzbar	9,7	schlecht abgrenzbar	110	54
7	rechts	gut abgrenzbar	11,5	gut abgrenzbar	123	82
8	links	gut abgrenzbar	11	gut abgrenzbar	125	59
9	rechts	gut abgrenzbar	13	mäßig abgrenzbar	118	56
10	links	gut abgrenzbar	10,7	mäßig abgrenzbar	120	61
11	rechts	gut abgrenzbar	13,4	mäßig abgrenzbar	102	50
12	links	gut abgrenzbar	10,6	mäßig abgrenzbar	98	46
13	rechts	gut abgrenzbar	12	schlecht abgrenzbar	119	72
14	links	schlecht abgrenzbar	13,5	schlecht abgrenzbar	97	55
15	rechts	gut abgrenzbar	16,6	gut abgrenzbar	105	45
16	links	gut abgrenzbar	14,2	mäßig abgrenzbar	115	66
17	rechts	gut abgrenzbar	12	gut abgrenzbar	125	49
18	links	gut abgrenzbar	12,8	gut abgrenzbar	121	51
19	rechts	gut abgrenzbar	14	gut abgrenzbar	102	51
20	links	gut abgrenzbar	11,8	mäßig abgrenzbar	125	45
21	rechts	gut abgrenzbar	11	mäßig abgrenzbar	93	48
22	links	gut abgrenzbar	10,6	mäßig abgrenzbar	91	39
23	rechts	gut abgrenzbar	11,5	mäßig abgrenzbar	98	47
24	links	gut abgrenzbar	11,3	mäßig abgrenzbar	103	52
25	rechts	gut abgrenzbar	11,6	mäßig abgrenzbar	105	45
26	links	gut abgrenzbar	9	mäßig abgrenzbar	101	56
27	rechts	gut abgrenzbar	11	gut abgrenzbar	100	46
28	links	gut abgrenzbar	10	schlecht abgrenzbar	109	49
29	rechts	gut abgrenzbar	12	gut abgrenzbar	103	49
30	links	gut abgrenzbar	9	schlecht abgrenzbar	96	49
Geometri.	Mittel		11,4		108,5	51,8

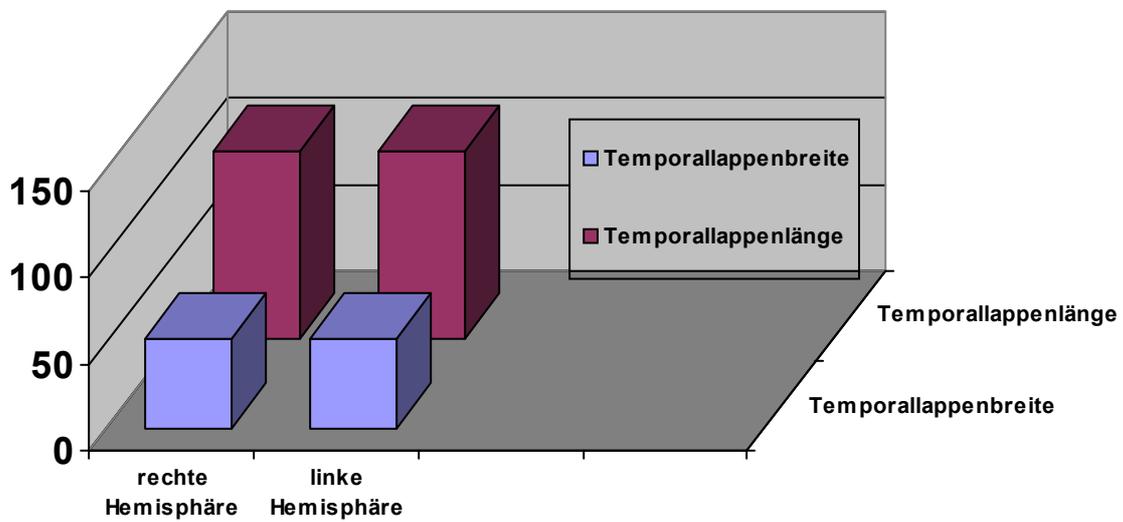
Tabelle 1: Messwerte der linken und rechten Hemisphären

Hirn- identifikation Rechte Hemi- sphären Präparate- nummer und Seite	Gyrus temporalis superior Masse in mm	Temporal lappen		Hirn- identifikation Linke Hemi- sphären Präparate- nummer und Seite	Gyrus temporalis superior Masse in mm	Temporal lappen	
		Länge	Höhe			Länge	Höhe
		Masse in mm				Masse in mm	
1 rechts	12,3	109	53	2 links	10	114	56
3 rechts	10,6	125	45	4 links	9	111	47
5 rechts	10,6	108	51	6 links	9,7	110	54
7 rechts	11,5	123	82	8 links	11	125	59
9 rechts	13	118	56	10 links	10,7	120	61
11 rechts	13,4	102	50	12 links	10,6	98	46
13 rechts	12	119	72	14 links	13,5	97	55
15 rechts	16,6	105	45	16 links	14,2	115	66
17 rechts	12	125	49	18 links	12,8	121	51
19 rechts	14	102	51	20 links	11,8	125	45
21 rechts	11	93	48	22 links	10,6	91	39
23 rechts	11,5	98	47	24 links	11,3	103	52
24 rechts	11,6	105	45	26 links	9	101	56
25 rechts	11	100	46	28 links	10	109	49
26 rechts	12	103	49	30 links	9	96	49
Mittel	12,1	108,5	51,8		10,8	108,5	51,9

Tabelle 2: Messwerte der linken und rechten Hemisphären getrennt



Grafik 1: Unterschied der Breite des Gyrus temporalis superior von rechter und linker Hemisphäre



Grafik 2: Vergleich Temporallappenlänge und -höhe der rechten und linken Hemisphäre.

4.1.1 Statistische Auswertung der Messergebnisse

Messergebnisse der MR Bildgebung und der Präparation für die Abmessung des Temporallappens: Aus den Messwerten ist mit einer Wahrscheinlichkeit von $p=4.6\%$ der linke Temporallappen größer als der rechte. Verwendet wurde die Anzahl der Messwerte [9], die für links größer sind und die Zahl der Messwerte [13], bei denen ein Unterschied existiert. Als Statistik wurde die Binomialstatistik verwendet und getestet wurde die Hypothese, dass beide Hälften gleich sind.

Die Messungen für den Gyrus temporalis superior (gts) erbrachten, dass es einen Unterschied von rechts und links mit einem p-Wert von 1.9% gibt, der statistisch nicht signifikant ist.

Temporallappenlänge (tl) und Temporallappenhöhe (lh) haben zwischen rechts und links keinen statistisch gesicherten Unterschied.

Statistik für Test (b)

	Gyrus temporalis superior (Gts)	Temporallappenlänge (tl)	Temporallappenhöhe (lh)
Mann-Whitney-U	56.000	111.500	92.500
Wilcoxon-W	176.000	231.500	212.500
Z	-2.350	-.042	-.832
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.019	.967	.405
Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)]	.019(a)	.967(a)	.412(a)

a Nicht für Bindungen korrigiert.

b Gruppenvariable: Seiten

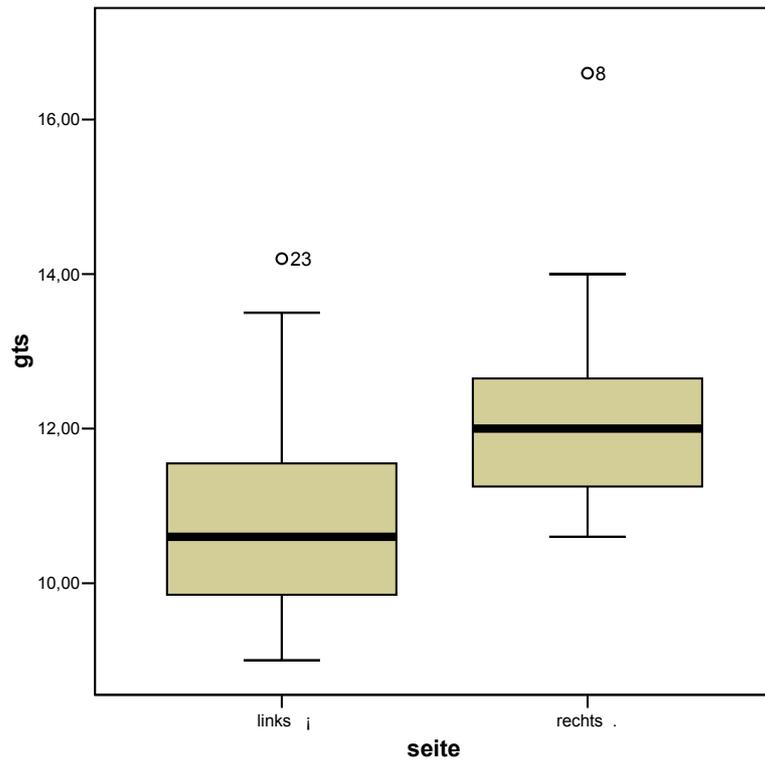


Abbildung 6: Boxplot der Gyrus temporalis superior- Höhe

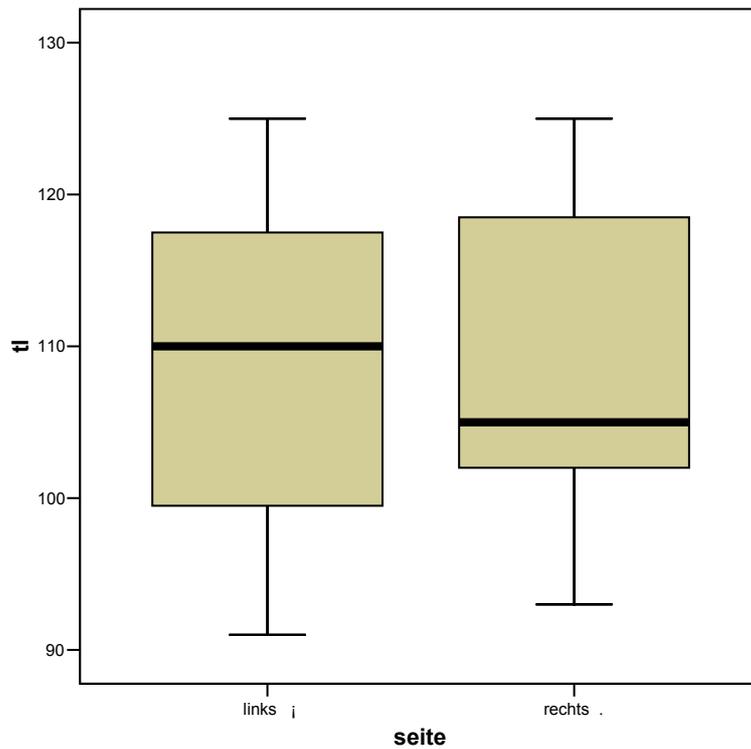


Abbildung 7: Boxplot der Temporallappenlänge

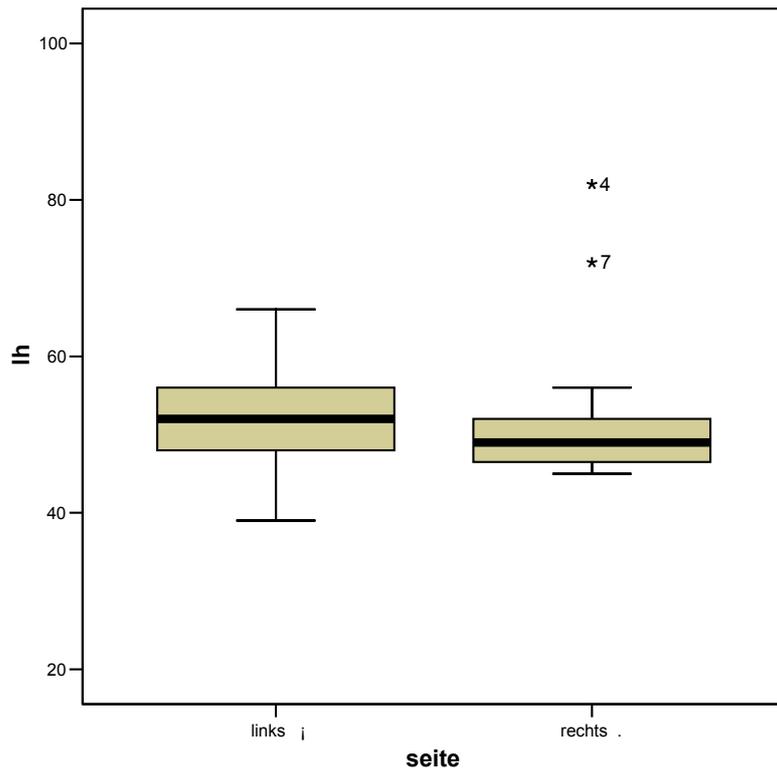


Abbildung 8: Boxplot der Temporallappenhöhen

Univariate Statistiken:

	Seite		Statistik	Standardfehler
Gyrus	links	Mittelwert	10.8800	.41601
temporalis superior		95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	9.9877	
		Untergrenze		
		Obergrenze	11.7723	
		5% getrimmtes Mittel	10.8000	
		Median	10.6000	
		Varianz	2.596	
		Standardabweichung	1.61121	
		Minimum	9.00	
		Maximum	14.20	
		Spannweite	5.20	
		Interquartilbereich	2.10	
		Schiefe	.779	.580
		Kurtosis	-.124	1.121
	rechts	Mittelwert	12.2067	.40326
		95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	11.3418	
		Untergrenze		
		Obergrenze	13.0716	
		5% getrimmtes Mittel	12.0519	
		Median	12.0000	
		Varianz	2.439	
		Standardabweichung	1.56181	
		Minimum	10.60	
		Maximum	16.60	
		Spannweite	6.00	
		Interquartilbereich	2.00	
		Schiefe	1.731	.580
		Kurtosis	3.683	1.121
Temporal-lappenzlänge	links	Mittelwert	109.07	2.846
		95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	102.96	
		Untergrenze		
		Obergrenze	115.17	
		5% getrimmtes Mittel	109.19	
		Median	110.00	
		Varianz	121.495	
		Standardabweichung	11.022	
		Minimum	91	
		Maximum	125	
		Spannweite	34	
		Interquartilbereich	22	
		Schiefe	-.034	.580
		Kurtosis	-1.217	1.121

Temporal-	rechts	Mittelwert		109.00	2.685
lappenlänge		95% Konfidenzinterv all des Mittelwerts	Untergrenze	103.24	
			Obergrenze	114.76	
		5% getrimmtes Mittel		109.00	
		Median		105.00	
		Varianz		108.143	
		Standardabweichung		10.399	
		Minimum		93	
		Maximum		125	
		Spannweite		32	
		Interquartilbereich		17	
		Schiefe		.401	.580
		Kurtosis		-1.144	1.121
Temporal-	links	Mittelwert		52.33	1.783
lappen- höhe		95% Konfidenzinterv all des Mittelwerts	Untergrenze	48.51	
			Obergrenze	56.16	
		5% getrimmtes Mittel		52.31	
		Median		52.00	
		Varianz		47.667	
		Standardabweichung		6.904	
		Minimum		39	
		Maximum		66	
		Spannweite		27	
		Interquartilbereich		9	
		Schiefe		.094	.580
		Kurtosis		.104	1.121
	rechts	Mittelwert		52.60	2.725
		95% Konfidenzinterv all des Mittelwerts	Untergrenze	46.76	
			Obergrenze	58.44	
		5% getrimmtes Mittel		51.39	
		Median		49.00	
		Varianz		111.400	
		Standardabweichung		10.555	
		Minimum		45	
		Maximum		82	
		Spannweite		37	
		Interquartilbereich		7	
		Schiefe		2.156	.580
		Kurtosis		4.224	1.121

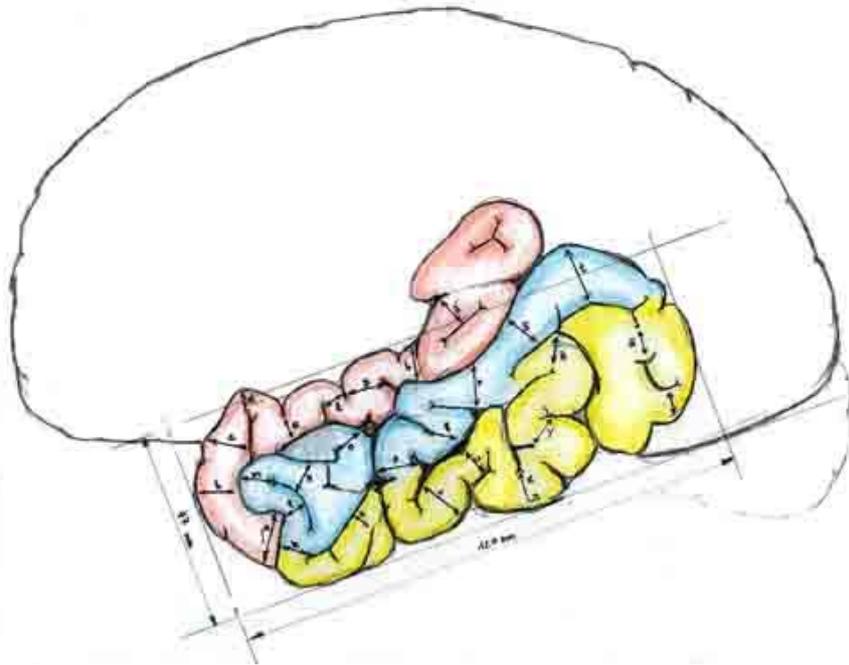


Abbildung 9: Übersichtsfarbbild des linken Temporallappens
Gyrus temporalis superior (rot), medius (blau) und inferior (gelb)

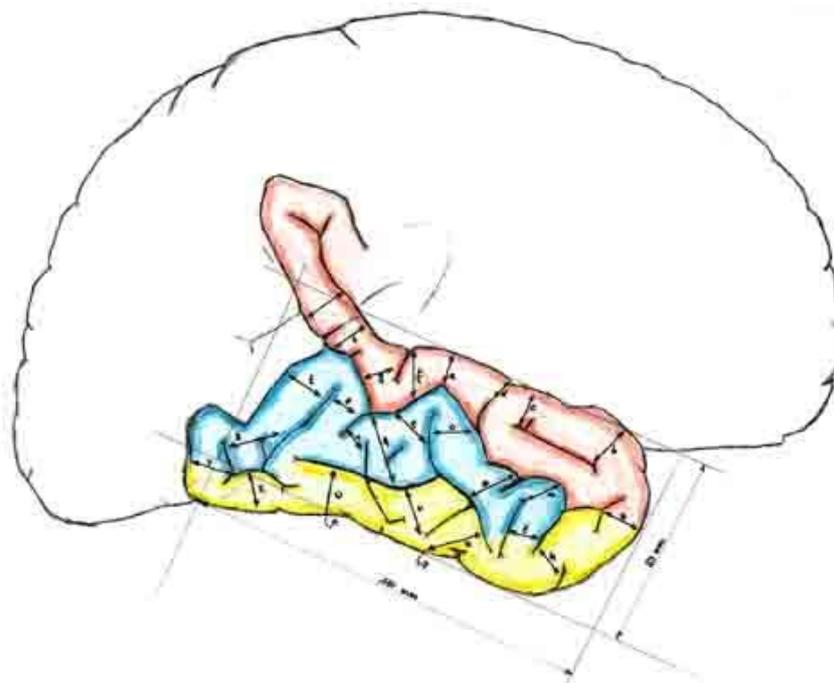


Abbildung 10: Übersichtsfarbbild des rechten Temporallappens
Gyrus temporalis superior (rot), medius (blau) und inferior (gelb)

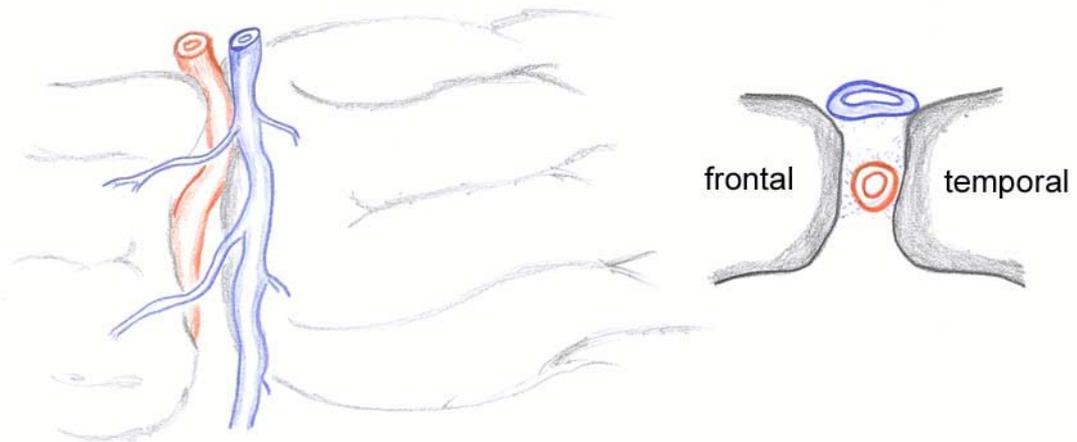
4.2 Detailbeschreibung und Typisierung der Sylvischen Fissur

Wir klassifizierten die Sylvische Fissur angelehnt an den Vorschlag von Yaşargil jeweils in einen Typus A, B und C.

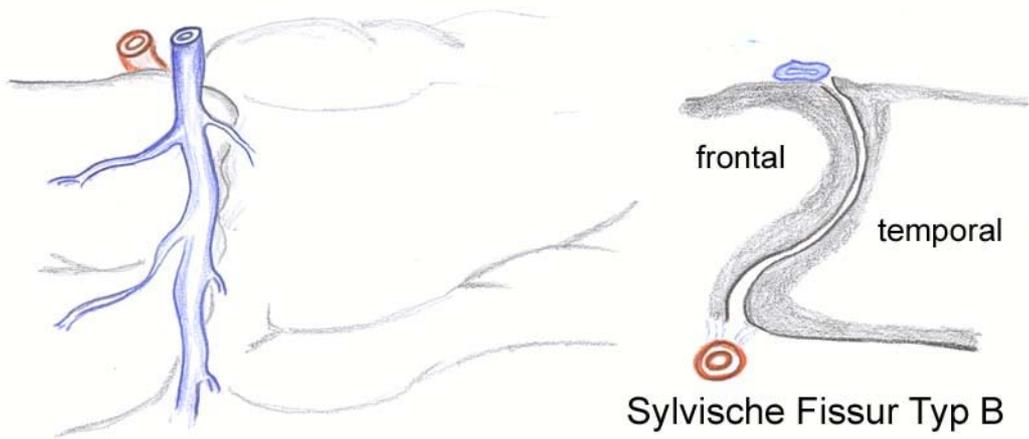
Unter Typus A verstehen wir eine senkrecht zur Hirnoberfläche in die Tiefe eintretende Sylvische Fissur, das heißt weder der Temporallappen noch der Frontallappen überragen sich gegenseitig (*siehe Abbildung 11A*)

Der Typ B bezeichnet einen Typus, wo in der Tiefe der Frontallappen den Temporallappen überragt. Bei der Präparation weicht der Präparationsspalt der Sylvischen Fissur nach temporal ab (*siehe Abbildung Nr.11B*).

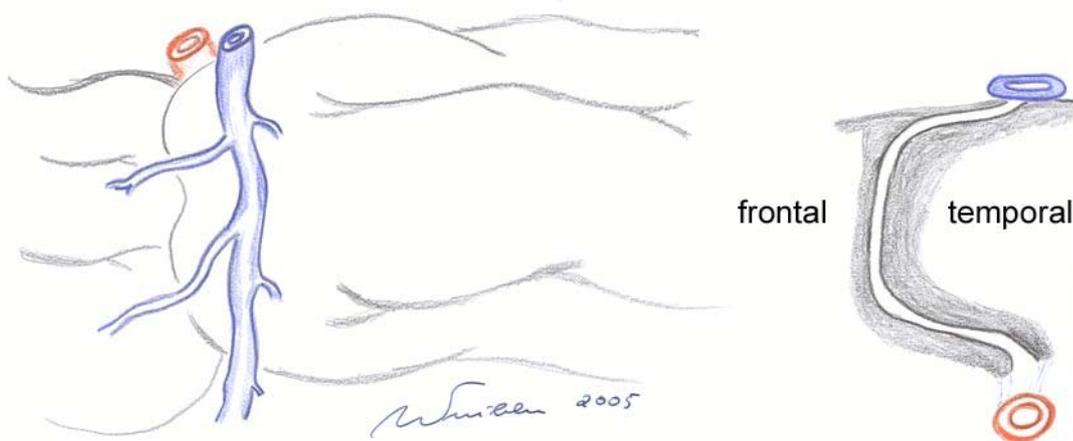
Der dritte Typ beschreibt eine Fissur welche bei der Präparation in die Tiefe nach frontal abweicht, bedingt durch ein Überlappen des Temporallappens über den Frontallappen (*siehe Abbildung Nr.11C*).



Sylvische Fissur Typ A



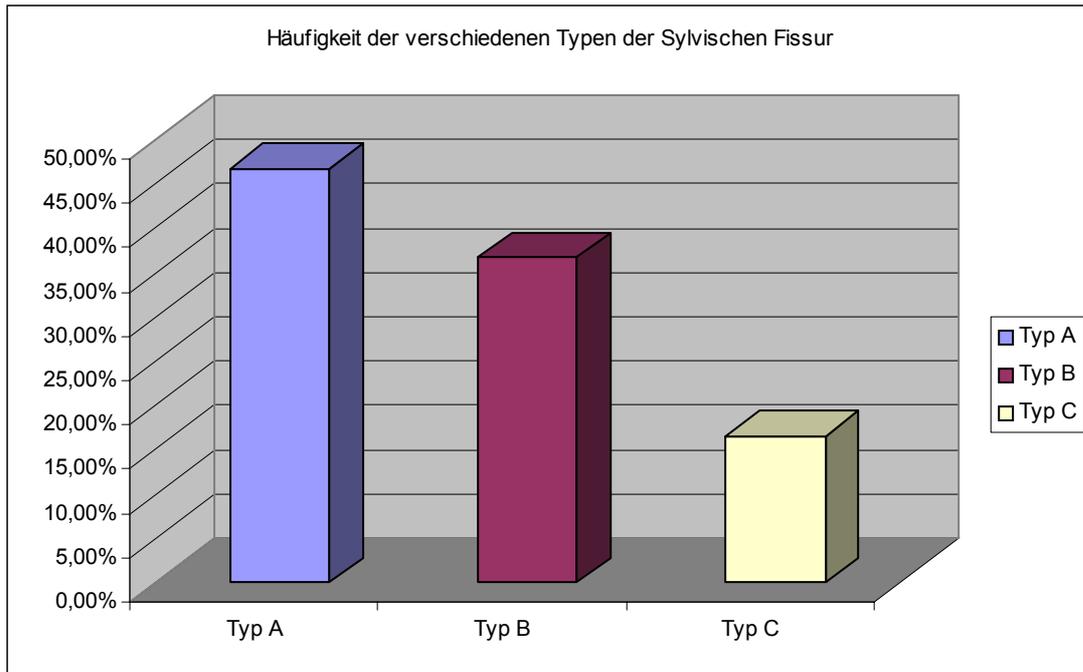
Sylvische Fissur Typ B



Sylvische Fissur Typ C

Abbildung 11: Die drei Typen der Sylvischen Fissur (Zeichnung: Winkler 2005)

Wir fanden den Typ A in 46,7% der Fälle (14 Hemisphären), Typ B in 36,7% (11 Hemisphären) und Typ C in 16,6% der Fälle (5 Hemisphären).



Grafik 3: Statistische Verteilung der drei Typen der Sylvischen Fissur

Die statistische Auswertungen der Daten zur Sylvischen Fissur ergeben, dass es keine Zusammenhänge zwischen dem Typ und der Seite bzw. dem Geschlecht gibt. Auch für die Seiten bzw. Geschlechter getrennt betrachtet gibt es keine Beziehung zum Geschlecht bzw. zur Seite. Verwendet wurde der exakte CHI**2 Test, der auch bei gering besetzten Zellen der Tafeln funktioniert.

Abschließend kann man sagen, dass die Ergebnisse unabhängig von Hemisphärenseite und Geschlecht gelten.

4.3 Zuverlässige Landmarken für den transsylvischen Zugang in der Epilepsiechirurgie sowie exakte topographisch-morphologische Beschreibung der transsylvischen Präparation zur selektiven Amygdalohippokampektomie und zur modifizierten anteromesialen Temporallappenteilresektion

4.3.1 Retroinsulärer transventrikulärer Zugang

Niemeyer verwendete als Erster für die Resektion der medio-basalen Region einen transventrikulären Zugang, als Therapieoption bei pharmakoresistenter Temporallappenepilepsie (33). Diese Methode war die erste selektive Eröffnung der temporomesialen Region ohne Teile des lateralen Temporallappens zu opfern. Das Grundprinzip des Vorgehens ist eine Verbindung von zwei Hauptzugangswegen in der Neurochirurgie, zum einen über die Sylvische Fissur und zum anderen das Eingehen in das inferiore Temporalhorn durch eine kleine Inzision in der temporo-retroinsulären Region, auch „temporal stem“ genannt (*siehe Abbildung 4*). Folglich wird ein kleiner Anteil von Fasern des temporalen Stammhirnes unterbrochen, worin der Vorteil des transventrikulären Zuganges liegt, der durch die geringe Verletzung des Hirngewebes deutlich wird (3).

4.3.2 Eröffnung der basalen Zisternen

Der Inzision der Dura mater folgend wird die opticochiasmatische Zisterne sichtbar und eröffnet, wenn die subfrontale Freilegung 1 cm hinter dem frontalen Operculum liegt. Dieser Schritt verlangt keine Retraktion des Gewebes, da dies sehr leicht mit einem kleinen Sauger und einer Zange mit adäquater Länge durchzuführen ist. Der zerebrospinale Fluss wird drainiert, bis die opticochiasmatische Zisterne kollabiert, was das Einsetzen eines Spatels ohne Kompression des frontobasalen Hirns erlaubt. Der nächste Schritt ist es, die anteriore Wand der Carotiszisterne zu eröffnen und der Reihenfolge nach die Lage der lateralen Orbita, der basalen temporalen Gyri, den

anatomischen Typ der lateralen Carotisaufspaltung und die Position des Uncus zu ermitteln. Kenntnisse der basalen fronto-temporalen Beziehungen erleichtern die weitere Präparation der basalen Teile der Sylvischen Fissur. Das Studium der individuellen Gefäßkonfiguration entlang der lateralen Carotiswand liefert bedeutsame Informationen, die wichtig sind für die verschiedenen Gefäßmuster der anterioren hippocampalen Region. Unserer Meinung nach sollte die Exploration der basalen Zisterne eingeschlossen werden. Wenn anatomisch durchführbar, ist die Liliequist-Membran zwischen der Arterie carotis und der medialen Grenze des Nervus opticus zu eröffnen. Dieses Vorgehen gestattet gleich zu Beginn die Beurteilung des P1-Segmentes der Arteria cerebri posterior in der Cisterna interpeduncularis.

4.3.3 Eröffnung der Sylvischen Zisterne

Die dorsale Arachnoidea der lateralen Zisterne sollte frontal entlang der oberflächlichen Sylvischen Venen eingeschnitten werden, wenn die dominante frontale operculäre Venen übereinstimmt mit Yasargil, Teddy and Roth 1986. Unserer Erfahrung nach wäre eine laterale (temporale) Eröffnung dann hilfreich, wenn Klarheit besteht, dass der laterale orbitale Gyrus in temporalen Richtung verlagert ist. Die erste Inzision beeinflusst allein das Zisternendach und ist außerhalb des Inselkompartments unter der arachnoidalen Verdickung, welche die sylvische Zisterne von der Carotiszisterne trennt. Die hintere Durchtrennung entfernt die glatte Arachnoidea, welche in dieser Schicht das Limen insulae und die Bifurkation der Arteria cerebri medialis überdacht. Am Ende der Präparation gibt es unter anderem einen Einblick auf das M1- und M2- Segment der Arteria cerebri media, der Bifurkation der Arteria carotis und der lateralen Carotisaufzweigung.

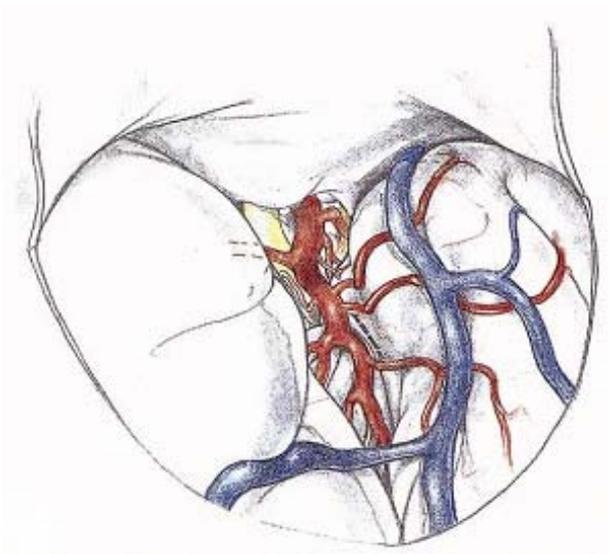


Abbildung 12: Eröffnung der Sylvische Zisterne, modifiziert nach Yaşargil, Teddy and Roth, 1986 (70).
aus: Yaşargil MG, *Microneurosurgery of CNS Tumors*, Georg Thieme Verlag Stuttgart – New York: 254 .

In diesem Abschnitt der mikroanatomischen Beurteilung sind unmittelbar drei Aspekte wichtig:

Das erste Segment der Arteria chorioidea anterior kann leicht zu der medialen Fläche des Uncus verfolgt werden. Dieses Gebiet ist sorgfältig abzusuchen, auf inkonstante chorioidale Gefäße, die vor dem uncalen Ast aus der Carotis interna oder der proximalen Arteria cerebri medialis entspringen, und um eine anteriore infratentorielle Herniation zu entdecken. Das vaskuläre Muster des lateralen Astes des M1-Segments und im Besonderen die Lage der Arteria temporalis anterior stehen in Beziehung zur medialen Bifurkation. Der temporale Teil des zirkulären Inselsulcus kann nun freilegt werden. Diese Landmarke kann schwierig zu identifizieren sein, da er teilweise unter dem ventralen Teil des temporalen Truncus der Bifurkation verborgen ist. Bei einem dominanten temporalen Truncus ist der inferiore Teil des Sulcus unsichtbar. Nun kann leicht und ohne Risiko der perforierende Ast mobilisiert werden. Dieser Präparation folgend, kann der zirkuläre Sulcus direkt identifiziert werden, vorausgesetzt, es wird entlang der Gefäße präpariert.

4.3.4 Retrosylvische Exploration

Der zirkuläre Sulcus ist eine essentielle Landmarke für die Eröffnung des medio-basalen Teils des Temporallappens bei der Präparation über die laterale Fissur. Eine Inzision von weniger als 20 mm in der Länge, gelegen zwischen dem inferioren Truncus, der Mediabifurkation und der mediale Fläche des temporalen Operculum gestattet eine selektive Resektion des latero-basalen Amygdalon und die subpiale Aspiration des Uncus. Auf diese Weise bekommt man Zutritt zu der Ventrikelhöhle.

Die Bestimmung der retroinsulären Eröffnungsrichtung sollte mit großer Aufmerksamkeit erfolgen, da durch die weitere Präparation der cortico-mediale Teil des Amygdalonkörpers und des Thalamus gefährdet und verletzt oder der Ventrikel verfehlt werden kann. Man sollte medial oder lateral eine gedachte Verbindungslinie zwischen dem Mittelpunkt des zirkulären Sulcus und der Ventrikelspitze ziehen.

4.3.5 Intraventrikuläre Dissektion

Die Eröffnung des inferioren Ventrikelhornes verdeutlicht die seitliche Höhe des Pes hippocampi und des Corpus hippocampi. Die Fimbria fornicis, der chorioidale Plexus und die mit ihm in Verbindung stehenden Taeniae sowie der inferioren Thalamus formen die dorso-mediale Wand der Ventrikelhöhle wie in den *Abbildungen 13* und *14* gezeigt (4,5).

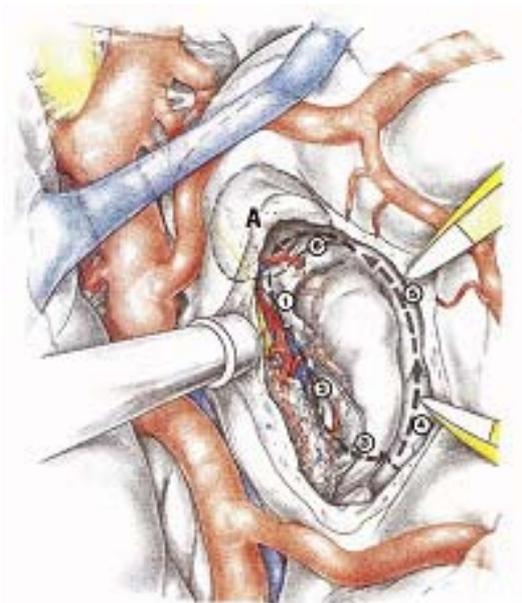


Abbildung 13: Inzision des "temporal stem" und Eröffnung der Hippocampusformation (70).
aus: Yaşargil MG. *Microneurosurgery of CNS Tumors*, Georg Thieme-Verlag Stuttgart – New York: 254 (71).

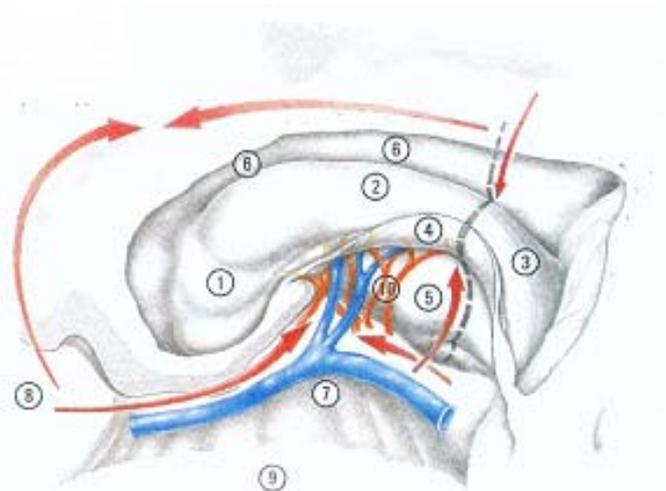


Abbildung 14: Arterielle Versorgung und venöse Drainage des Ammonshornes (Uchimura's artery, 1928) modifiziert von Yasargil (70) 1996.
aus: Yaşargil MG. *Microneurosurgery of CNS Tumors*, Georg Thieme Verlag Stuttgart – New York: 259 (71).

Während der gesamten retroinsulären Freilegung ist der zirkuläre Sulcus eine wichtige Landmarke, und die chorioidale Fissur stellt den Schlüssel für die intraventrikuläre Präparation dar. Die Eröffnung des am weitesten inferior liegenden Punktes der chorioidalen Fissur erfordert besondere Vorsicht, da man sich jetzt dorsal zu dem perforierten Ast der Arteria chorioidea befindet, vorbeigehend am Corpus geniculatum laterale (43).

4.3.6 Untere Inselvene als neu beschriebene Landmarke des transsyilvischen Zuganges

Als neue Landmarke des transsyilvischen Zugangsweges, wie er zum Beispiel bei der Amygdalohippokampektomie in der Epilepsiechirurgie zur Anwendung kommt, fanden wir in 76,6% der Fälle (in 23 Hemisphären) eine untere Inselvene. Diese Inselvene verlief in 91,3% der Fälle, in denen sie vorhanden war, (21 von 23 Hemisphären) am unteren Limen insulae. Sie diente uns als Orientierungspunkt für die transsyilvische Inzision im Bereich des temporalen Stammhirnes („temporal stem“) zum Ventrikelhorn. Wir sind immer lateral dieser Vene in den Ventrikel eingegangen und gelangten in jeder so durchgeführten Präparation in das Temporalhornlumen.

Die von uns als neue Landmarke suggerierte untere Inselvene drainiert die Insel durch fächerförmig angeordnete kleine Venen und kommt als ca. 1mm starke Vene am Limen insulae zum Vorschein (*Abbildung 15, 16 und 17*). Sie drainiert in die Vena cerebri media profunda und weiter in die Vena basalis Rosenthal.

Die statistische Auswertungen der Daten zur unteren Inselvene ergeben, dass es keine Zusammenhänge zwischen der unteren Inselvene und der Seite bzw. dem Geschlecht gibt. Auch für die Seiten bzw. Geschlechter getrennt betrachtet gibt es keine Beziehung zum Geschlecht bzw. zur Seite. Verwendet wurde der exakte CHI**2 Test, der auch bei gering besetzten Zellen der Tafeln funktioniert.

Abschließend kann man sagen, dass die Ergebnisse unabhängig von Hemisphärenseite und Geschlecht gelten.

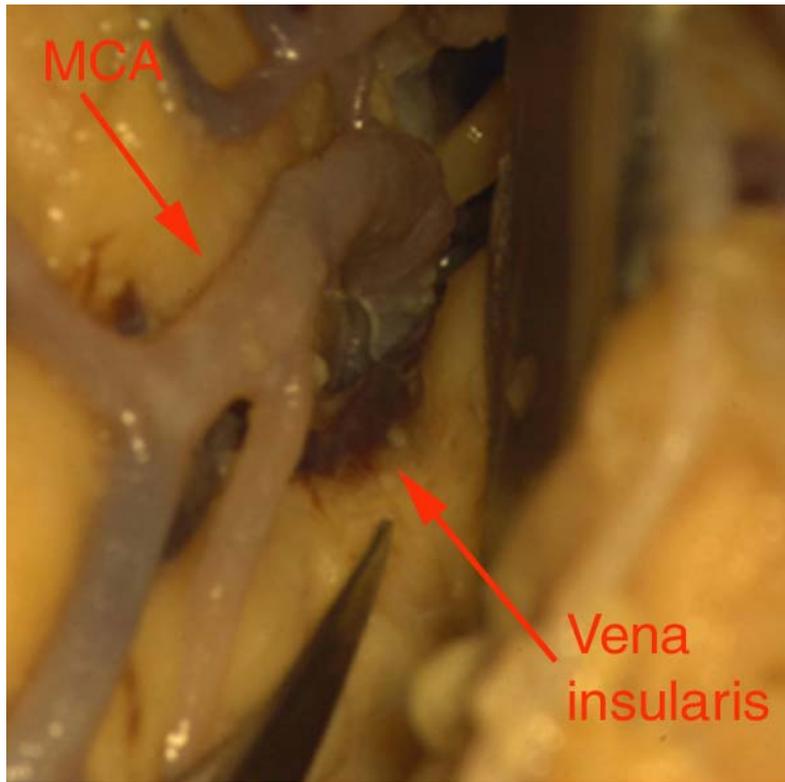


Abbildung 15: Inselvene als Landmarke
 Aufgenommen über Zeiss: OPMI®-Präparationsmikroskop
 fotografiert durch Nikon D1®-Kamera

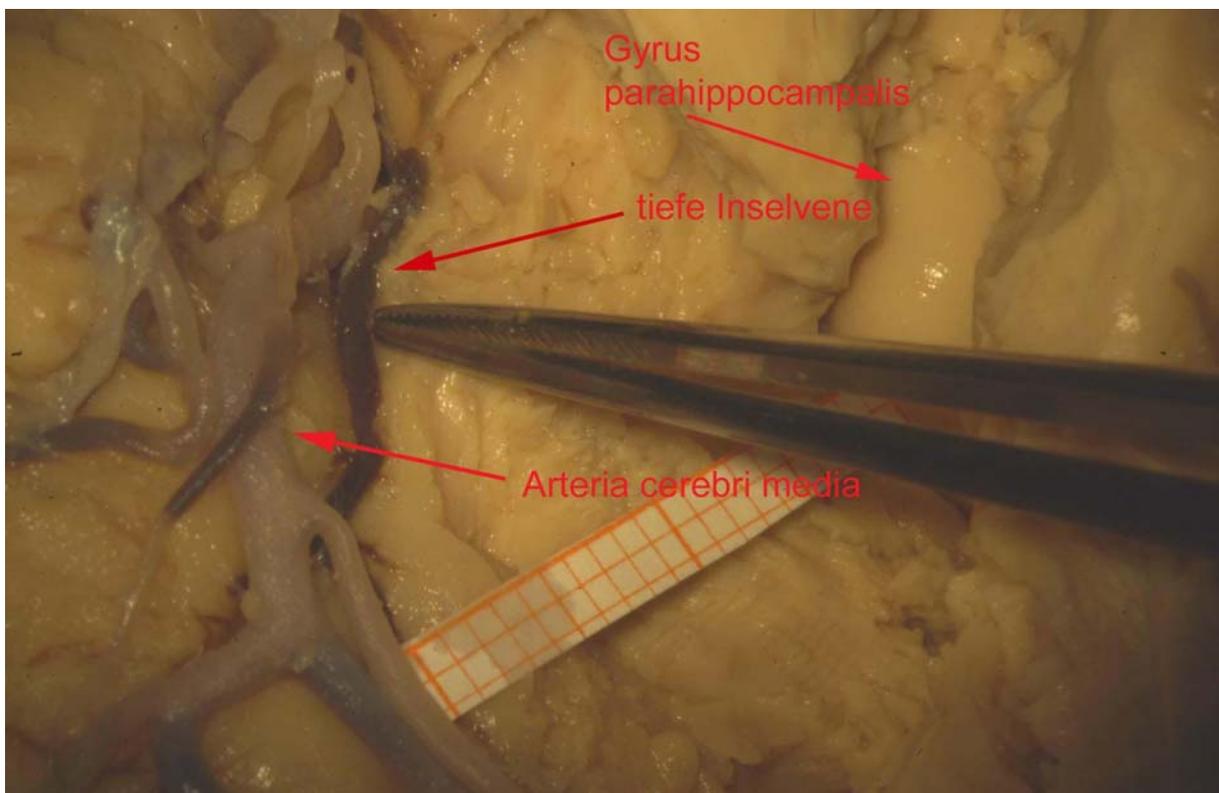


Abbildung 16: Tiefe Inselvene als neue Landmarke

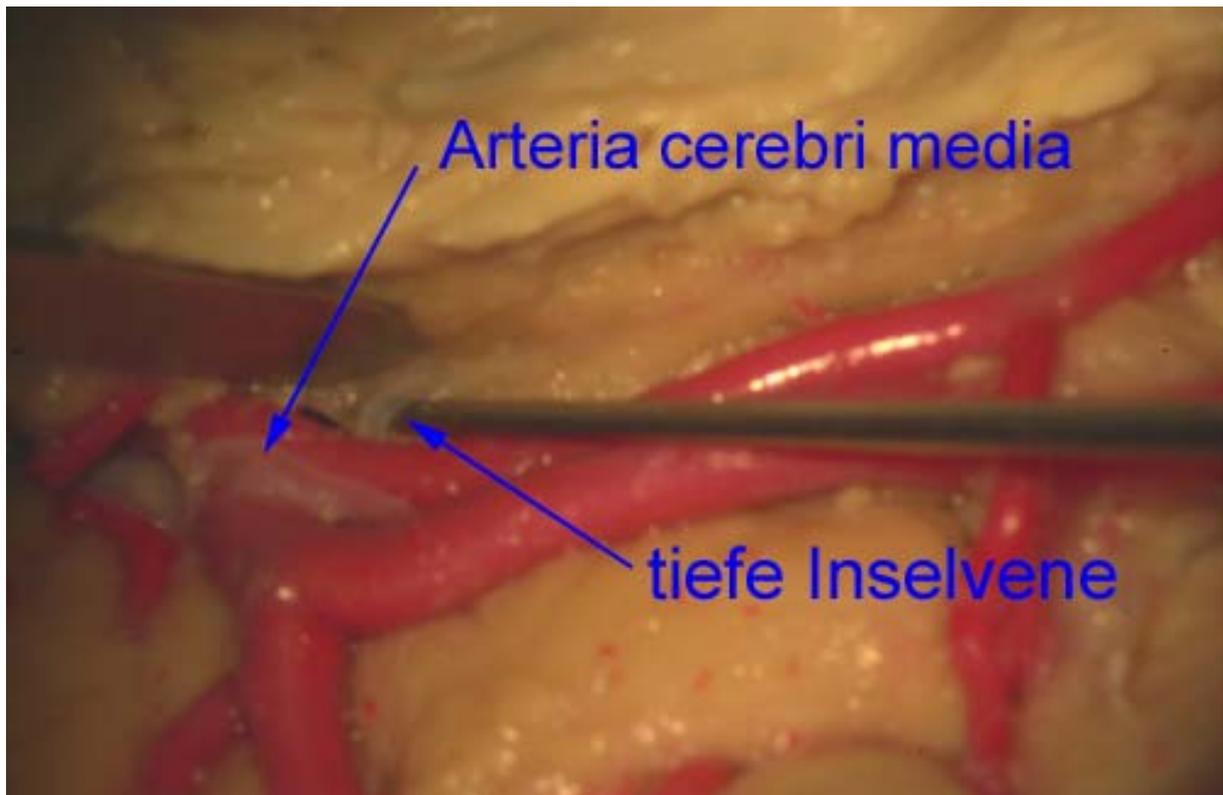


Abbildung 17: Tiefe Inselvene bei Präparat mit Farbinjektion in die Arterien. (Venen weiß)

4.4 Minimal-invasive Diskonnektion der hippokampalen und parahippokampalen Strukturen

4.4.1 Minimal invasive Inzision als Zugang für die Diskonnektion

Zuallererst stellte sich uns die Frage, wie der Diskonnektionspunkt in den einzelnen Ebenen definiert werden soll. Die erste entscheidende Koordinate legten wir in der Coronarebene fest, die von uns neu benannte „Mittelhirnebene“. Wir definierten sie als einen Coronarschnitt, der genau an den vierten Ventrikel angelegt wurde und somit eine Neigung nach vorn aufweist, die dem Winkel zwischen Hirnstamm und Großhirnbasis entspricht. Alle Messungen erfolgten in dieser definierten Mittelhirnebene (*Abbildung 18*).

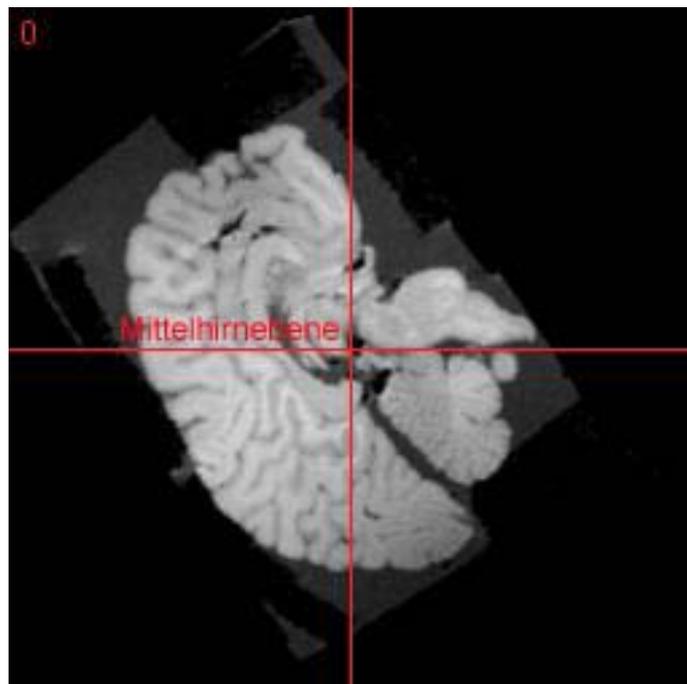
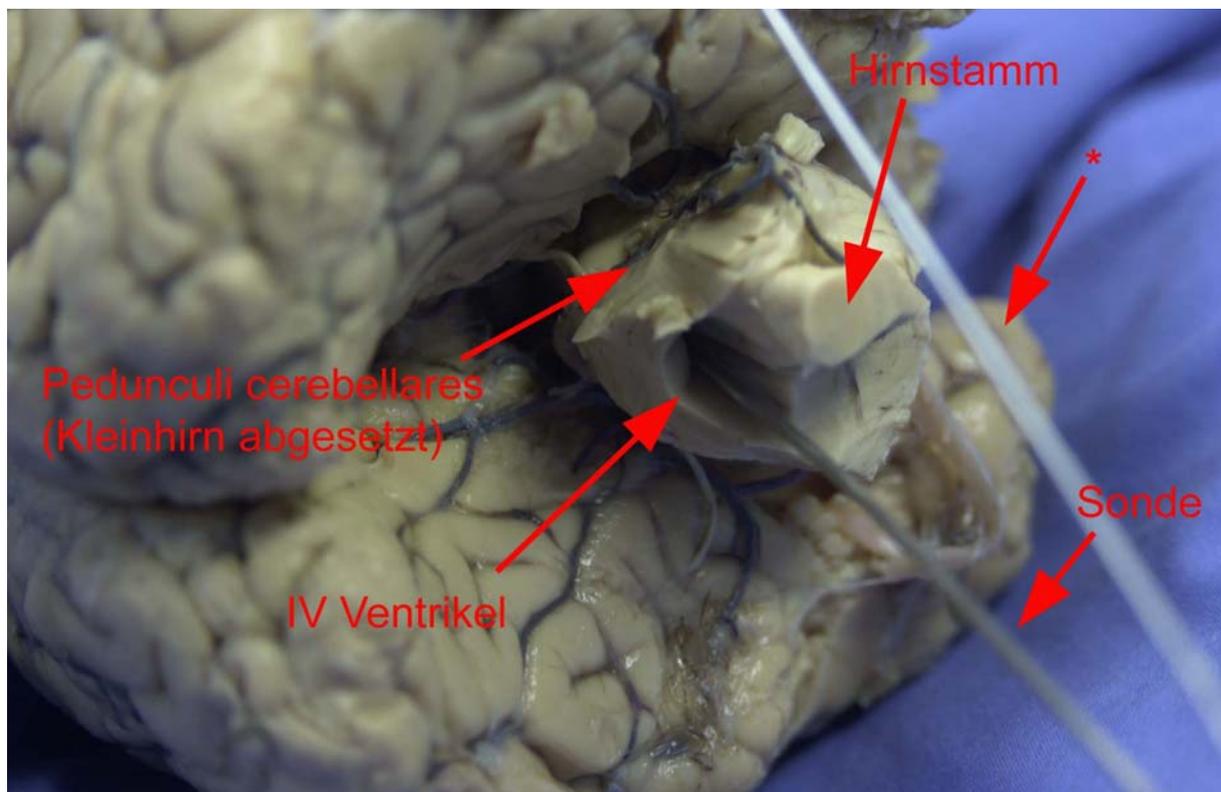


Abbildung 18: MR-Sagittalschnitt mit Mittelhirnlinie durch den Boden des IV. Ventrikels

Das praktische Vorgehen bei der Bestimmung des Diskonnektionspunktes war folgendermaßen: Es wurde eine Sonde in den Aqueductus mesencephali gelegt, welche nun genau durch die Ebene des vierten Ventrikels und parallel zum

Hirnstamm verläuft (*Abbildung 19*). Diese Sonde wurde durch das Corpus callosum bis in den Interhemisphärenspalt vorgeschoben, bis sie die Hirnkonvexität überragte (*Abbildung 20*). Nun legten wir einen Faden von dem distalen unteren Sondenende, der in Höhe des vierten Ventrikels sich befand, und dem distalen Ende, welches aus dem Interhemisphärenspalt herausragte. Somit konnten wir unsere Mittelhirnebene auf die Hirnoberfläche projizieren und stellte die hintere Begrenzung des minimal-invasiven Zuganges für die Diskonnektion der hippokampalen und parahippokampalen Strukturen dar.



* Projektion der Diskonnektionsebene auf die Hirnoberfläche

Abbildung 19: Sonde in definierter Mittelhirnebene – Boden des IV. Ventrikels
Kleinhirn an den Stielen abgetragen

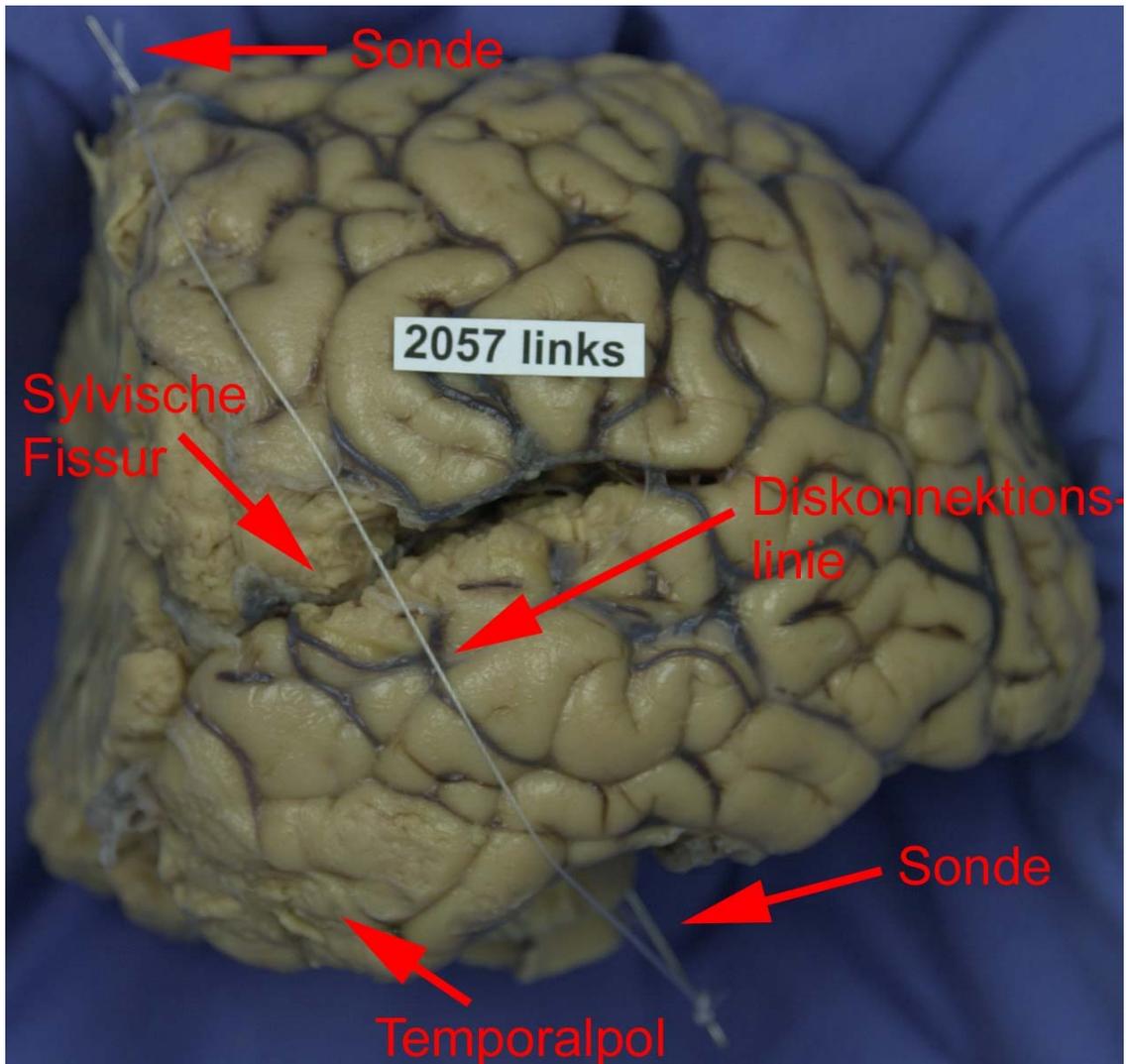


Abbildung 20: Projektion der Mittelhirnebene auf den Temporallappen (Winkler & Martin)

Als Orientierungswert für die Höhe der Inzision, das heißt den Abstand von der Temporobasis bis zum Temporalhorn des Seitenventrikels, nahmen wir die Messwerte aus der MRT-Bildgebung (Tabelle 3 und Abbildung 21).

Dabei stellten wir fest, dass der ideale Inzisionspunkt auf der Oberfläche etwa bei 17 mm lag, was dem durchschnittlichen Abstand von der Temporobasis bis zum Ventrikelboden in der MR-Bildgebung entspricht (Tabelle 3). Bei 91,6% der Präparationen, was 22 Hemisphären widerspiegelt, wurde genau in dieser Inzisionshöhe der Temporallappen eröffnet und der Hippocampus dargestellt. Bei 2 Hemisphären musste die Inzision erweitert werden, um den Temporallappen eröffnen zu können.

Die Inzisionstiefe bis zur Eröffnung des Temporalhornes betrug im Mittelwert 29 mm. Der Abstand vom Temporalpol bis zu der Inzision, das heißt, bis zu der von uns definierten Mittelhirnvene, betrug im Mittel für beide Hemisphären 45 mm. Die Inzision selbst hatte durchschnittlich eine Ausdehnung von 10 mal 10 mm (*Abbildung 22*).

Wir fanden eine gute Übereinstimmung von den ermittelten MRT-Messwerten und den tatsächlichen Messwerten bei der Präparation.

Als letzter und entscheidender Schritt durchtrennten wir den Hippocampus und den Gyrus parahippocampalis.

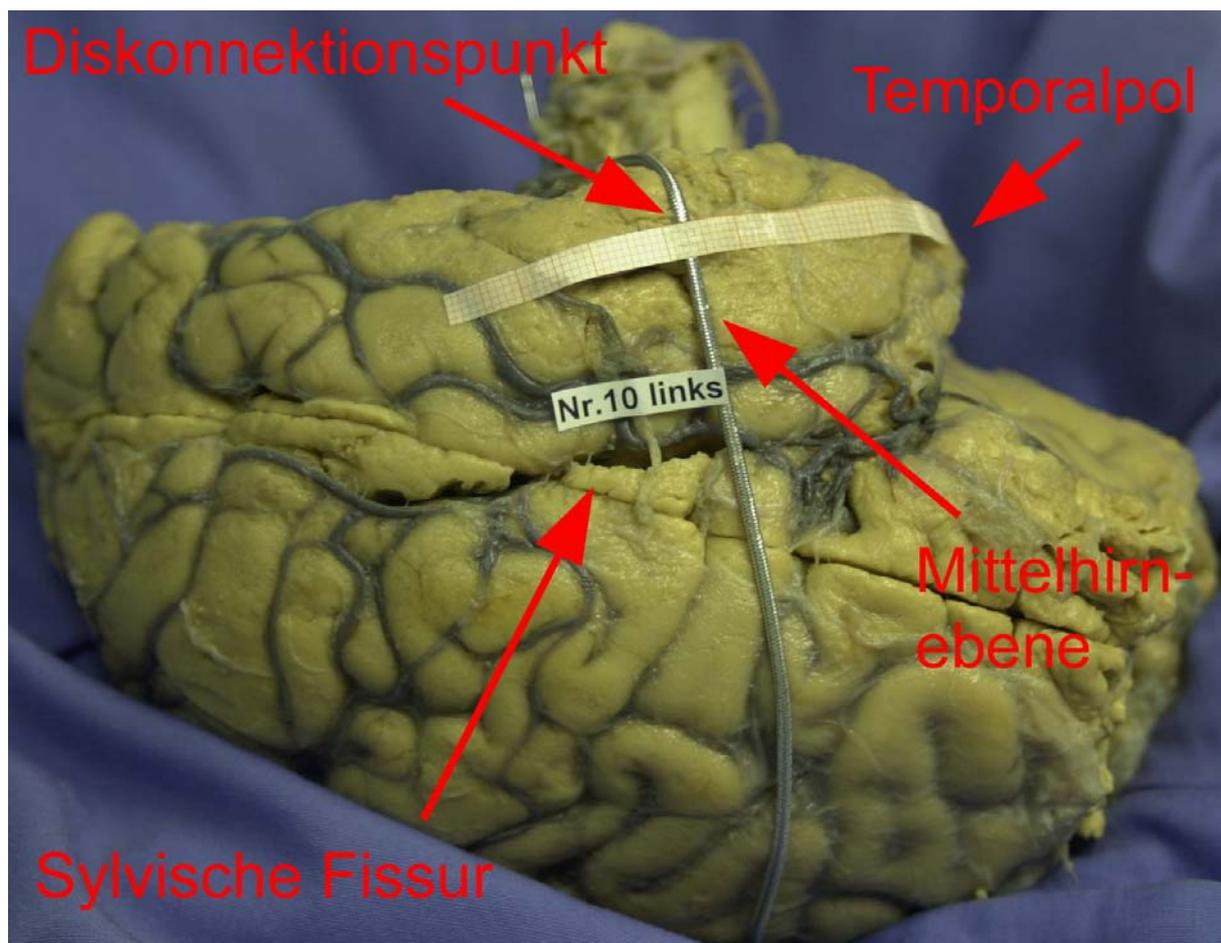


Abbildung 21: Lokalisation des Inzisionspunktes

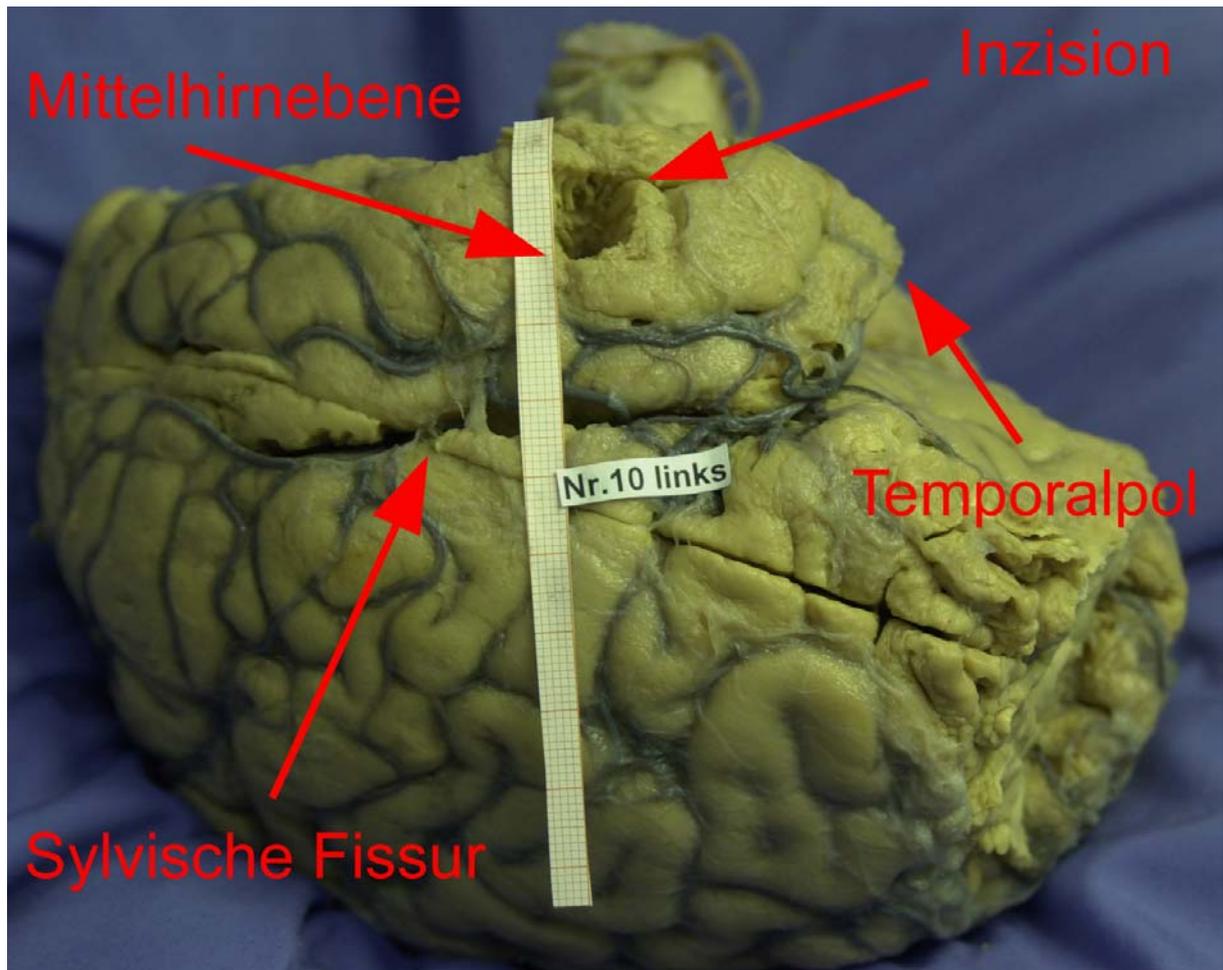


Abbildung 22: Präparat Nr. 10 mit Inzision

	Geome- trisches Mittel der 24 Hemis- phären in mm	Geome- trisches Mittel der 12rechten Hemis- phären in mm	Geome- trisches Mittel der 12 linken Hemis- phären in mm
MR-Bildgebung – Messwerte			
Abstand von der Sylvischen Fissur bis Temporalthorn-Dach (MRI - in coronar) in mm	20,5	22,6	18,6
Abstand von der Sylvischen Fissur bis Temporalthorn-Boden (MRI - in coronar) in mm	26,5	28,5	24,8
Abstand von der Temporallappenbasis bis zum Ventrikelboden (MRI in coronar) in mm	15,4	15,4	15,4
Abstand von der Temporallappenbasis bis zum Ventrikeldach in der (MRI in coronar) in mm	21,6	21,7	21,5
Abstand von der Temporallappenbasis bis zum Ventrikelboden in der Sagittalebene	16,7	16,4	16,9
Abstand von der Temporallappenbasis bis zum Ventrikeldach in der Sagittalebene	22,2	22	22,3
Ausdehnung des Temporalthornes in der Coronarebene bei fixiertem Hirn in mm	5,6	5,8	5,4
Ausdehnung des Temporalthornes in der Sagittalebene bei fixiertem Hirn in mm	5,3	5,5	5,2
Abstand vom Tempopol bis zur Inzision (MRI - in transversal & sagittal) in mm	49,9	50	49,9
Abstand von der lateralen Temporalthornventrikelwand bis zur lateralen Temporallappenbegrenzung	30	29,5	30,6
Abstand von der medialen Temporalthornventrikelwand bis zur lateralen Temporallappenbegrenzung	34,4	34,9	33,9
Ausdehnung des Temporalthornes in der Transversalebene bei fixiertem Hirn in mm	5,4	5,4	5,4
Präparation – Messwerte			
Abstand von der Temporallappenbasis bis zum Temporalthorn in mm	16,9	17	16,8
Abstand von der Tempopol bis zur Inzision (MRI - in transversal & sagittal) in mm	45,3	45,3	45,2
Abstand von der lateralen Temporallappenaußenseite bis zur lateralen Temporallappenbegrenzung (Inzisionstiefe) in mm	29,2	29,1	29,3

Tabelle 3: Messergebnisse der MR-Bildgebung und der Präparation

4.4.2 Diskonnection der hippocampalen und parahippocampalen Fasern

Der Hintergrund dieser Durchtrennung liegt in der Epilepsiechirurgie und im speziellen bei Foci im Hippocampus (*Abbildung 25*). Dieser Präparationsschritt erfolgte unter der Vorstellung, eine epileptogene Erregungsausbreitung über die Faserverbindungen vom Corpus amygdaloideum zum Fornix durch Diskonnection der Faserverbindungen im Hippocampus und Gyrus parahippocampalis im vitalen Gehirn später bei Patienten blockieren zu können (**siehe Diskussion**). Wir suchten das Temporalhorn des Seitenventrikels in der Tiefe auf, welcher im geometrischen Mittel bei 29 mm lag. Wir stellten den Hippocampus und Gyrus parahippocampalis dar und diskonnectierten diese Faserverbindungen (*Abbildung 23 und 24*).

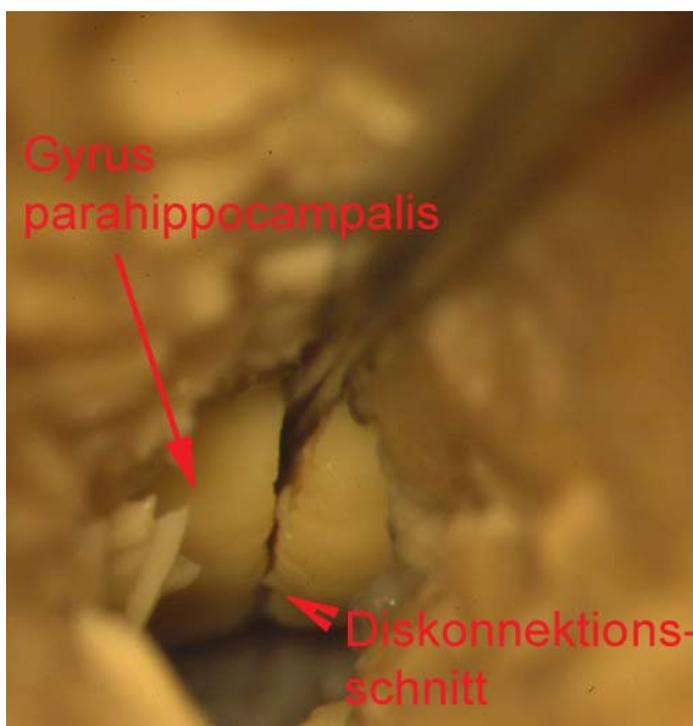


Abbildung 23: Diskonnection der hippocampalen und parahippocampalen Fasern (Vergrößerung 1,0)

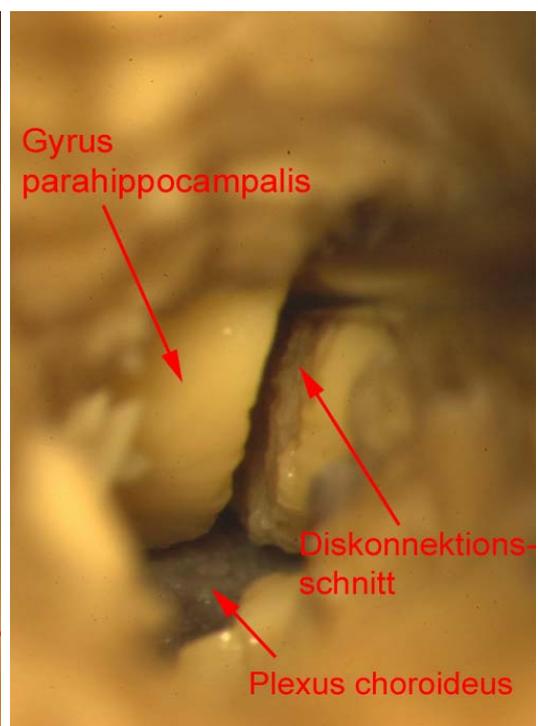


Abbildung 24: Diskonnection der hippocampalen und parahippocampalen Fasern (Vergrößerung 1,6)

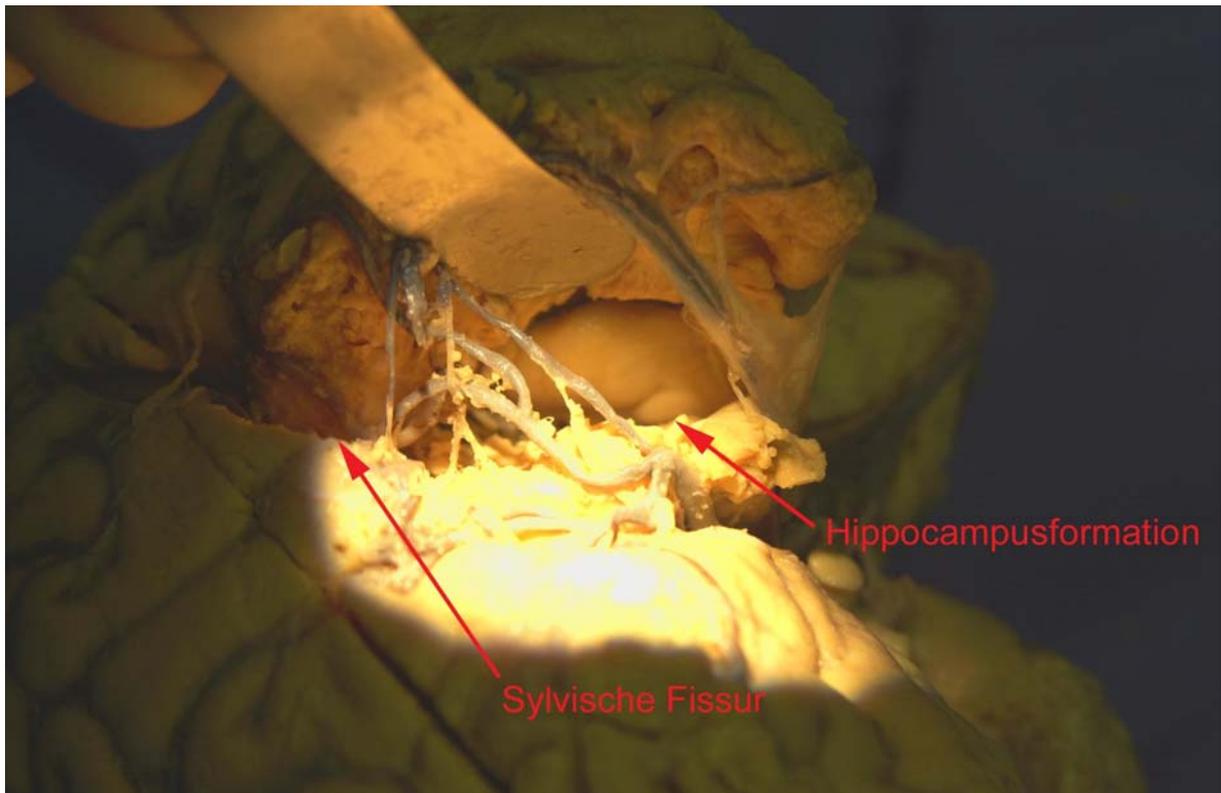


Abbildung 25: Hippocampusformation, transsylvischer Einblick nach umfangreicher Resektion.

5 Diskussion

5.1 Oberflächenbeschreibung, Typisierung und Abmessungen des Temporallappens

In der neuroanatomischen Literatur ist der Lobus temporalis nach kaudal ohne scharfe Grenze zum Lobus occipitalis durch eine gedachte temporooccipitale und temporoparietale Linie begrenzt. (41). In vielen Fällen wird diese Grenze als äusseres Zeichen von der sogenannten Incisura praeoccipitalis markiert. Nach dorsal wird der Temporallappen durch den Sulcus lateralis, von dem limbischen Kortex durch den Sulcus collateralis und rhinalis definiert (41). Der Sulcus setzt sich aus einem kurzen Stammteil und in der Regel drei Rami zusammen. Der Stamm beginnt an der unteren Oberfläche des Gehirns, und zwar am lateralen Winkel der Valleculla. Er zieht lateral und aufwärts zwischen der Facies orbitalis des Lobus frontalis und dem vorderen Teil des Lobus temporalis. Die Cisterna valleculae und dann die Cisterna lateralis cerebri polstern ihn hier gegen den Hinterrand des kleinen Kleilbeinflügels und dessen Auslauf, Crista Sylvii ab. Sowie er die Facies superolateralis erreicht, teilt er sich meist in den Ramus anterior (horizontalis), den Ramus ascendens und den Ramus posterior.

Der Ramus anterior geht von der vorderen Inselecke ab und zieht im Mittel rechts 17,7 mm, links 19,2 mm horizontal nach vorne. Er schneidet in den Gyrus frontalis inferior ein. Der Ramus ascendens wendet sich etwa 20,7 mm weit aufwärts und kerbt ebenfalls den Gyrus frontalis inferior ein. Der Ramus posterior, als längste Abzweigung, zieht links im Mittel 56,7 mm, rechts 50,6 mm weit rückwärts und aufwärts in den Lobus parietalis, dem Gyrus supramarginalis, ein. Am Grunde des Sulcus liegen, vorm Limen insulae, die größeren Zweige der A. cerebri media innerhalb der Cisterna insulae. Die seitliche Oberfläche des Lobus temporalis ist

durch drei etwa parallel ziehende Gyri und zwei Sulci modelliert. Der Sulcus temporalis superior beginnt etwas dorsal des Polus temporalis und zieht rückwärts und etwas aufwärts parallel zum Ramus posterior des Sulcus lateralis. Sein hinteres Ende schwenkt nach oben in den Lobus parietalis ein. Der Sulcus temporalis inferior verläuft unterhalb und parallel zum Sulcus temporalis superior. Häufig ist er in zwei oder drei kurze Teilstrecken zerlegt. Beide Sulci gliedern die Seitenfläche des Lobus temporalis in drei Gyri, die Gyri temporalis superior, medius et inferior (26).

Nach *Hyde und Mitarbeiter (1973)* ist der Gyrus temporalis superior bei Erwachsenen rechts signifikant größer als links (22). Bei Kleinkindern sind beide Gyri gleich breit. Die Autoren nehmen an, dass insbesondere akustische und visuelle Eindrücke im Gyrus temporalis superior gespeichert werden. Die Breite des rechten Gyrus temporalis superior Erwachsener beträgt nach *Hyde und Mitarbeitern* im Mittel 13,1 ($\pm 4,0$) mm, die des linken 12,5 ($\pm 4,1$) mm. Nach *Lang* ist der rechte Gyrus temporalis superior im Mittel in dorsalen Zonen 15,2 mm, in mittleren 12,7 mm und in vorderen 10,2 mm breit. Die entsprechenden Masse für den linken Gyrus temporalis superior betragen laut *Lang* (26) 14,2 mm, 13,3 mm und 12 mm. Seine gradlinige gemessene Länge beträgt rechts im Mittel 88,0 mm, links 92,8 mm. Die Länge seines Mittelstreifens mit allen Krümmungen misst laut *Lang* rechts 105,8 mm, links 110,8 mm.

Kopp und Mitarbeiter (1976) untersuchten 76 menschliche Gehirne (24). Eine Brücke zwischen Gyrus temporalis superior und Gyrus temporalis medius war in 53% an der linken, in 22% an der rechten Seite breiter. Bei den Untersuchungen von *Lang* (26) lagen nur in etwa 30% derartige Gyri transversi vor.

Die maximale Breite der Oberfläche des Gyrus temporalis medius war am Untersuchungsgut von *Kopp und Mitarbeitern (1976)* an der rechten Seite in 70%, an der linken Seite in 15% größer, Gleichheit bestand in 15% (24). Der Gyrus temporalis medius ist bei *Lang* in dorsalen Teilen rechts im Mittel 15,3 mm, in mittleren

Abschnitten 16,4 mm, in vorderen 12,7 mm breit (26). An der linken Seite fand *Lang* die entsprechenden Werte bei 15,7 mm, 16,3 mm und 12,7 mm. Die Länge des Gyrus beträgt rechts im Mittel 94,5 mm, links 96,3 mm.

Bei den Untersuchungen von *Lang* ist der Gyrus temporalis inferior in etwa 4% fast vollständig an die Facies interior gelagert (26). Er ist rechts im Mittel 70,2 mm, links 76,4 mm lang, signifikante Breitenunterschiede ergaben sich nicht (26).

In der Tiefe des Sulcus lateralis cerebri befinden sich 2-3 Gyri temporales transversi an der Oberfläche des Gyrus temporalis superior. Nach *Heschl (1878)*, der die Gehirne von 632 Männern und 455 Frauen untersuchte, steht der Gyrus transversus anterior über ein bogenförmiges Verbindungsstück mit dem Gyrus temporalis superior in 14,4% links und 0,3% rechts bei Männern und in 4,2% links und 0,2% rechts bei Frauen in Verbindung (19). Dieser Abschnitt kann in ein Planum temporale sowie in ein Planum polare untergliedert werden.

Das Planum temporale stellt den vorderen Teil der Oberfläche des Lobus temporalis dar. In diesem Teil kommen drei kleine Gyri, welche von den entsprechenden Sulci voneinander getrennt werden, vor. Beim Planum temporale werden die wichtigsten Abschnitte der Gyri transversi von *Heschl* dargestellt, obwohl diese in schräger Richtung von medio-okzipital nach latero-frontal verlaufen. Auf jeder Seite wird dieser Bezirk von einem Sulcus begrenzt. Der vordere wurde als Sulcus limitans anterior, der hintere als Sulcus supratemporalis transversus bezeichnet (26).

Kubik und *Ono* haben vier verschiedene Muster des Sulcus temporalis superior an 25 formalinfixierten Autopsiehirnen beschrieben (42).

Einen kontinuierlichen Sulcus (Typ A) fanden sie in 36% rechts und in 28% links. Eine Unterbrechung in zwei Sulcussegmente (Typ B) zeigte sich rechts zu 48% und links zu 32%. Drei unabhängige Abschnitte des superioren Temporalsulcus wies eine Inzidenzrate von rechts 16% und links ebenfalls 16 % auf. Der vierte Typ D

beschreibt vier Segmente des Sulcus und kam rechts in 20% und links in 56% der Fälle zum Vorschein. Sie haben mit der Untersuchung der Verbindungen zwischen den Sulci, der Ausdehnung der einzelnen Gyri und der Analyse der verschiedenen Gyrierungsmuster die Beobachtung der inkonstanten Gyri temporalis medius und inferior beschrieben, welche wir durch unsere Beobachtungen untermauern können (42).

Duvernoy untergliedert ebenfalls die laterale Oberfläche des Temporallappens in den Gyrus temporalis superior (T1), medius (T2) und inferior (T3), durch die Sulci temporalis superior und inferior getrennt (7). Auch er berichtet über einen inkonstanten Sulcus temporalis inferior und somit auch inkonstante Gyri temporalis medialis und inferior (7).

Zenker spricht von einer klareren Unterteilung der lateralen Oberfläche des Temporallappens in mehrere Windungszüge (72). Der oberste liegt parallel zum Sulcus lateralis und grenzt direkt an den Gyrus temporalis superior, der Windungszug, dessen hinterer Anteil in der Hemisphäre das sensorische Sprachzentrum - *Wernicke* enthält. Weiter basalwärts folgend werden die parallel verlaufenden Gyri temporalis medius und inferior beschrieben. Zwischen den Gyri temporalis superior und medius liegt der Sulcus temporalis superior, zwischen den Gyri temporalis medius und inferior der Sulcus temporalis inferior. Der Gyrus temporalis inferior bildet den stumpfen Rand (Margo interior), entlang dessen die laterale Hemisphärenfläche in die basale übergeht, wodurch er auch von basal her sichtbar ist. Da die basale Fläche der Hemisphäre auch etwas nach medial abgewinkelt ist, schlagen *Zencker und Drenckhahn* vor, mehr von einer mediobasalen Fläche zu sprechen (5).

In unseren Untersuchungen fanden wir für den Gyrus temporalis superior rechts eine Breite von durchschnittlich 12,2 mm, für den linken 10,8 mm. Somit steht unser Ergebnis im Einklang mit denen von *Langs*, dass der rechte gegenüber dem linken Gyrus temporalis superior statistisch signifikant ($p=1,9\%$) kräftiger ausgeprägt ist.

Der Gyrus temporalis superior stellte sich konstant dar. Die Abgrenzung des Sulcus temporalis inferior, und somit der Gyri temporalis medius und inferior konnte nicht klar vorgenommen werden, da ein eindeutiger Sulcus und somit die Grenze oftmals nicht vorhanden war. Uns begegneten häufig fließende Übergänge der Gyri temporalis medius in den Gyri temporalis inferior (*siehe Abbildungen 9 und 10*).

Bei den Gesamtmassen des Temporallappens, das heißt: bei Länge mal Breite ergaben unsere Untersuchungen, im Gegensatz zu *Lang* keinen Seitenunterschied (26).

5.2 Detailbeschreibung und Typisierung der Sylvischen Fissur

In anatomischen Standardwerken wie *Lang (von Lanz, Wachsmuth)* und anderen sehr detaillierten Atlanten und Lehrbüchern wie *Benninghoff, Sobotta, Duvernoy, Waldeyer* u.a. ist eine Typisierung der Sylvischen Fissur bisher nicht vorgenommen worden.

Yaşargil, beschreibt in seinem Band *Microneurosurgery Vol. I* auf den Seiten 36 bis 39 die verschiedenen Typen A und B der Fissur je nach Überlagerung von Frontal- und Temporallappen und nach Ausprägung der Öffnung der Sylvischen Fissur vor Präparation (70). Diese Beschreibung ist sehr cursorisch und ohne Zahlenangaben.

In der vorliegenden Arbeit wurde erstmalig eine ausführliche Detailbeschreibung und Typisierung der Sylvischen Fissur versucht und die zahlenmäßige Verteilung der einzelnen Typen, wie sie an den Präparaten gefunden werden konnten, festgehalten. Die Kenntnis dieser Typen der Sylvischen Fissur ist von eminenter Bedeutung für den Neurochirurgen, da er bei entsprechender Vorbereitung von schier unüberwindbaren und unübersichtlichen anatomischen Verhältnissen nicht mehr überrascht wird, sondern seine Präparationsschritte an die gegebene Situation anpassen kann.

Neben dem häufigsten und für die Eröffnung der Fissur am einfachsten Typus A, bei dem das Auseinanderdrängen von Frontal- und Temporallappen leicht gelingt, fand sich am zweithäufigsten die Situation mit der Indentation des Frontallappens nach temporopolar vor. Bei der letzteren Situation muss das Operculum frontale vorsichtig und sukzessive aus seiner Verzahnung mit dem vorderen Temporallappen gelöst werden. Gerade im Bereich der sprachdominanten Hemisphäre ist eine bestmögliche Schonung in diesem Areal sehr wichtig.

5.3 Zuverlässige Landmarken für den transsylyvischen Zugang in der Epilepsiechirurgie sowie exakte topographisch-morphologische Beschreibung der transsylyvischen Präparation zur selektiven Amygdalohippokampektomie und der modifizierten anteromesialen Temporallappenteilresektion

5.3.1 Transsulcaler Zugang

Der transsulcale Zugang zur temporomedialen Region kann entlang des anterioren oder posterioren Abschnittes des Gyrus temporalis superior durchgeführt werden. Der anteriore transsulcale Zugang benötigt die proximale Eröffnung der Arachnoidea über 3 cm, entlang des Gyrus temporalis superior.

Der Boden des Sulcus wird gewöhnlich in einer Tiefe von 15 - 20 mm Abstand erreicht. Es schließt sich die Mobilisation der sulcalen Arterien an. Zuerst wird die Lage des inferioren Ventrikelhornes exploriert. Was mit einer mittleren Cushing-Kanüle, die rückwärts gerichtet, ein wenig medial bis zu einer Tiefe von 15 - 20 mm eingeführt wird, möglich ist. Nach der 20 mm langen Eröffnung der dorsalen inferioren Temporalhornwand werden die intraventrikulären Strukturen, wie der Hippocampuskörper, sichtbar. Dieser Zugangsweg erlaubt, abhängig von der individuellen Beschaffenheit des inferioren Temporallappenhornes, einen ausreichenden Blick auf den Pes oder Schweif der Hippocampusformation. Ein Problem des transsulcalen Zuganges resultiert aus dem geraden Winkel der Freilegung, welcher einen ausreichenden Zutritt zu der interventrikulären Hippocampusformation und dem Gebiet lateral der ventrikulären Wand gewährt, aber nur ein eingeschränkter Blick auf die medialen Strukturen entlang der longitudinalen Achse des Temporalhornes ermöglicht. Folglich ist die Freilegung des latero-basalen Amygdalakörpers und der uncalen Region schwierig. In der Regel wird eine

zusätzliche anteriore Öffnung der Ventrikelwand und ein basales Auseinanderziehen notwendig. Des Weiteren lässt das inferiore Thalamushorn keinen ausreichenden Einblick auf die choroidale Fissur zu. Bei einer infratentoriellen Herniation der anterioren temporomesialen Region wird gewöhnlich durch die transsulcale dorsale Ventrikelwunderöffnung eine seitliche Vorwölbung sichtbar.

Abgesehen davon ist eine entsprechende Lagerung auf dem Operationstisch und eine genaue Einstellung des Sichtwinkels wichtig, um ein ausreichendes intraoperatives Blickfeld auf das Ammonshorn zu bekommen. Danach kann die Hippocampusformation entfernt werden.

Der posteriore trans-sulcale Zugang wurde von *Spencer et al. (1984)* eingeführt, bei welchem die temporomesiale Region eröffnet wird (13,47).

5.3.2 Venöse Inseldrainage

Der in der Tiefe der Sylvischen Zistene dominante venöse Truncus (Vena cerebri media profunda) resultiert, wie in Abbildung 26 zu sehen, aus dem Zusammenfließen der Inselvenen entlang des Limen insulae (15,16,71).

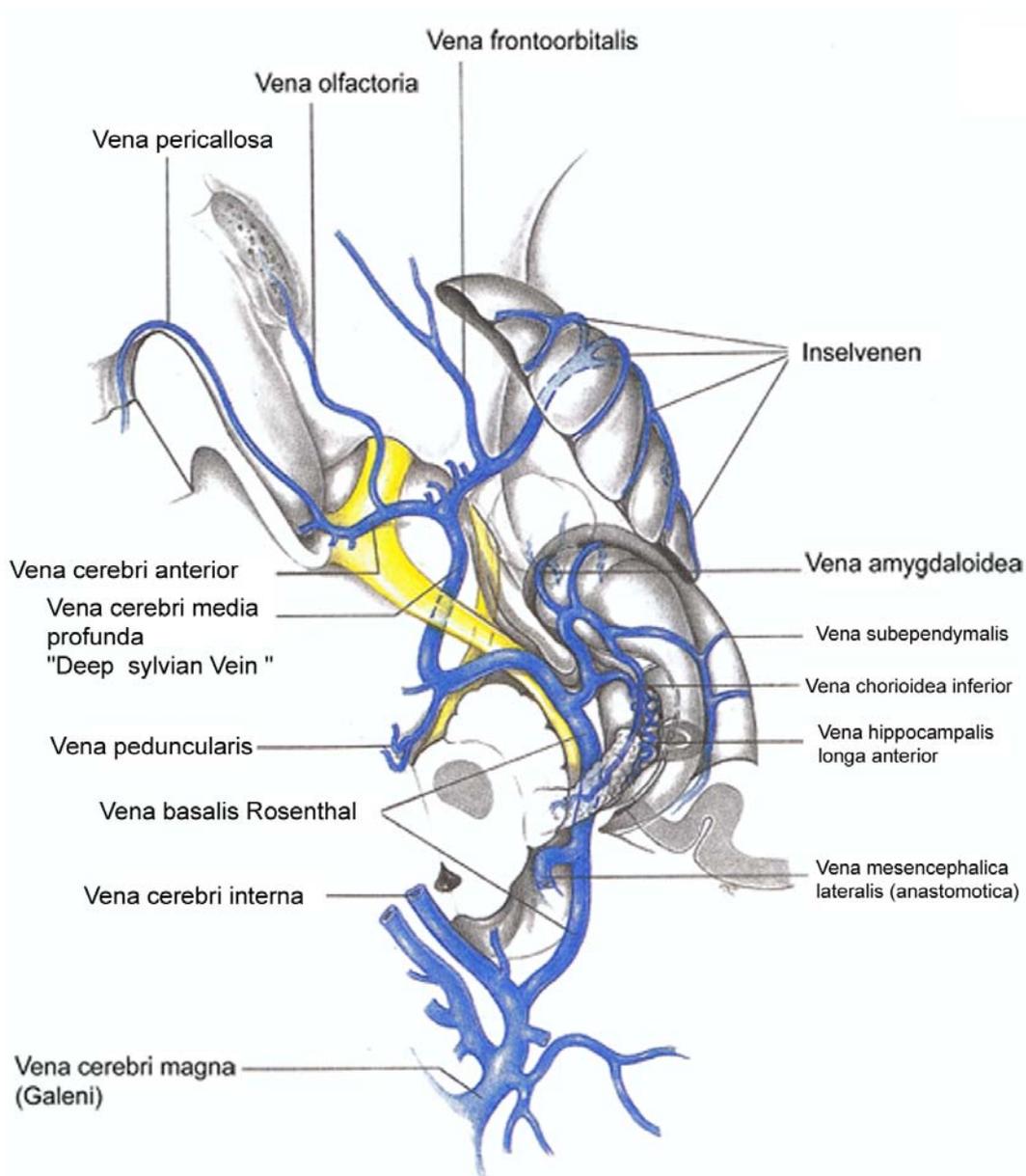


Abbildung 26: Venöse Inseldrainage
aus: Yaşargil MG. *Microneurosurgery of CNS Tumors*,
Georg Thieme Verlag Stuttgart – New York: 257 (71).

Nahe der Substantia perforata anterior vereinigen sich ihre Äste zur Vena basalis. Dieser Zusammenfluss befindet sich inferior-medial zum Confluens der Vena cerebri anterior und kann durch 2 bis 3 kleine uncale Venen verdeckt sein, die zusammen dorsal zu dem Ursprung der Arteria chorioidea anterior zufließen. Die Anwesenheit eines langen uncalen Nebenflusses welcher zu der „deep sylvian vein“ zusammenfließt, weist auf eine Hypoplasie oder Aplasie des proximalen Segmentes der Vena basalis hin. Diese Variante wurde in 7% der Präparate von *Renella (48)* und in 10 % der Fälle bei *Ono et al. (1984)* gefunden und war assoziiert mit einer Drainage der Vena cerebri profunda in den Sinus sphenoparietalis oder lateralen Sinus cavernosus (4%) oder sie drainierten durch Anastomosen in die Venae superficiales. Der beobachteten Verletzungsgefahr der superfiziellen Venen liegt zugrunde, dass die Erfassung des venösen Gefäßmusters erst nach der Eröffnung der Fissura lateralis cerebri möglich ist.

All diese kollateralen Nebenflüsse können mit an dem Ursprung der „Deep Sylvian Vein“ beteiligt sein. Lediglich die Vena insularis anterior und posterior ist regelmäßig zu finden (48). Meistens verlief die Vena posterior entlang dem anterioren Rand des posterioren Sulcus oberhalb des Tuncus inferior bis zum Limen insulae. Die Vena anterior ist ein kurzes Gefäß, welches in dem anterioren Sulcus, medial der inkonstanten zentralen und praezentralen insulären Nebenflüsse, fließt.

Der basale Teil der „Deep Sylvain Vein“ ist mit einer dichten Arachnoideaschicht überzogen und mit vielen Trabekeln an den Boden der Zisterne befestigt. Die strialen Zuflüsse passieren gemeinsam die Substantia perforata anterior und laufen bis zur ventro-lateralen Fläche zusammen. Diese anatomische Konfiguration verbietet die operative Mobilisation von diesem Venenabschnitt, anderenfalls riskiert man die strialen venösen Abflüsse. Konstante Anastomosen zwischen dem tiefen und oberflächlichen Venensystem der Sylvischen Fissur sind regelmäßig zu finden. Sie

sind häufiger um die laterale Wand der Arteria cerebri media herum, sowie entlang der medialen Fläche des Operculums. Somit stellen sie eine mögliche Landmarke für die Eröffnung der temporalen Sylvischen Zisterne dar (48).

Duvernoy (10) berichtet ebenfalls von einer „deep middle cerebral vein“, welche bei Renella (48) der V. cerebri media profunda entspricht.

In der Vergangenheit ist in Präparationsserien und Angiographiestudien immer wieder berichtet worden, dass die Insel Drainage hauptsächlich über die V. cerebri media profunda erfolgt (28,30,40,55,68). Huber (21) beschreibt die insulären Venen als ein zum Limen insulae zusammenfließender Fächer. Es ist nicht überraschend, dass die Inselvenen in dieser Region des Limen insulae sichtbar werden, da bei der Insel der frontale, parietale und temporale Operculus aufeinandertreffen und die Sylvische Fissur umgeben. Bevor die Inselvenen die oberflächlichen Venen erreichen, steigen sie größtenteils in Richtung Limen oder Pol in die Tiefe hinab bis zum Eingang der Sylvischen Fissur, wo sich die drainierenden Venen vereinigen. Die Inselvenen, die die Verbindung zum tiefen Venensystem herstellen sollen, laufen demzufolge am Limen insulae des „Sylvian Stem“ zusammen. Es gibt keinen anderen Weg, auf dem sonst die Insel mit den oberflächlichen Sylvischen Venen in Verbindung stehen könnte (40,53).

Stephens und Stilwell (53) zeigten sehr gut die Komplexität der venösen insulären Drainage, wie sie am Beispiel von einzelnen tiefen und oberflächlichen Verbindungen deutlich machten.

Varnavas und Grand (55) fanden in nur einer Hemisphäre eine alleinige Verbindung mit dem tiefen Venensystem. In den meisten Fällen fanden sie eine komplexe Mischdrainage aus tiefen und oberflächlichen Abflussverhältnissen. Die subapicale Region war in 90,6% der Fälle allein über die V. cerebri media profunda drainiert. Der restliche Teil der Inselvenenverbindungen zeigte große Variabilität. Die tiefen

venösen Verbindungen der Insel verdeutlichen, dass die V. cerebri media profunda primär die lateralen lentrikulären Venen und sekundär die Insel drainiert. Varnavas und Grand beobachteten zwei getrennte „deep middle cerebral veins“, eine obere und eine untere wie in Abbildungen 27 und 28 gezeigt (55).

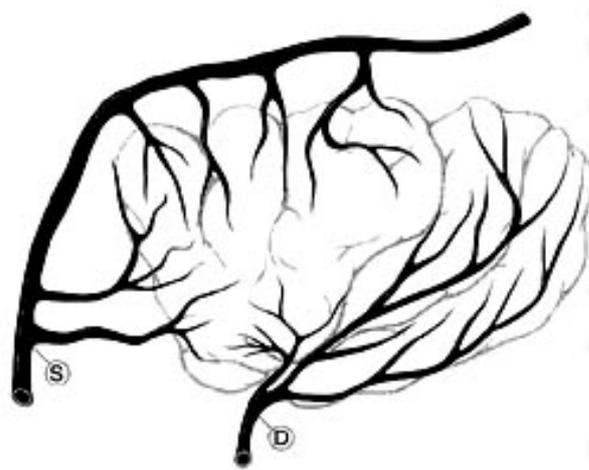


Abbildung 27: Inselndrainage
(Varnavas und Grand 1999)
S: obere Inselvene
D: untere Inselvene

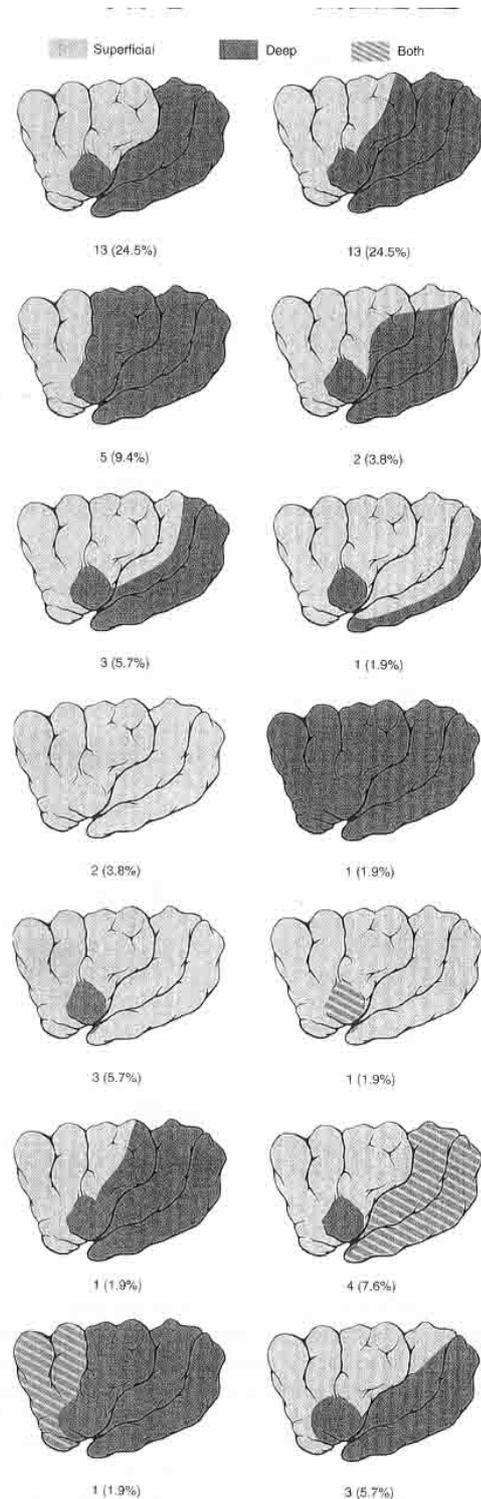


Abbildung 28:
Territorien der
Venöse Inselndrainage

aus: Varnavas GG und Grand W: *The insular cortex: morphological and vascular anatomic characteristics. Neurosurgery* 1999; 44: 127-136.

Unsere Untersuchungen, bei denen wir uns vor allem mit dem transsulcalen Zugangsweg zur Amygdalahippokampektomie beschäftigten, führten uns ebenfalls zu den insulären Venen. So fanden wir eine für uns interessante venöse Landmarke am Limen insulae. Wir beobachteten in 76,6% der Fälle eine untere Inselvene, die uns den Weg durch den „temporal stem“ in den inferioren temporalen Seitenventrikel zeigte. Nach Auffinden und Identifizieren der Vene inzidierten wir lateral dieses Gefäßes und gelangten so stets mit einer kleinen Durchgangsöffnung in den Ventrikelraum.

Die Inzidenz von 76,6% kann als eine sehr hohe Häufigkeit für das Vorhandensein dieser mikroanatomischen Landmarke angesehen werden, denn man muss davon ausgehen, dass die Venen in anatomischen Präparaten nur schwierig dazustellen sind, da bei einer Größe von ca. 1 mm diese bei Präparationen nur schwer zu visualisieren sind. Einige unserer Präparate boten uns die günstigen Umstände von einer postmortalen Asphyxie und venösen Staungssituationen, so dass in diesen Fällen die Venen besonders gut sichtbar wurden (*zum Beispiel: Präparatenummer 11: Z.n. Erhängen*).

Diese untere Inselvene, im Sulcus limitans gelegen, wurde bisher nicht systematisch untersucht und somit durch die vorliegende Arbeit erstmalig als Landmarke beschrieben.

Aus zwei Gründen ist die Kenntnis dieser Mikrostruktur von eminenter Bedeutung:

1. als Landmarke für den transsulcalen Zugang, wie dies im Ergebnisteil beschrieben wird, und
2. die Verletzungsgefahr dieser Vene, wenn der Operateur sie in dieser Lokalisation nicht vermutet. Daraus kann sich eine fortgesetzte Thrombosierung entwickeln mit der Gefahr der venösen Stauung im Bereich der Inselregion (*siehe Winkler PA und Ardeshiri A: Neurosurgery 2005: im Druck*). Somit steigt das Risiko einer hämorrhagischen Infarzierung weiter Teile einer Hemisphäre.

5.4 Minimal-invasive Diskonnektion der hippokampalen und parahippokampalen Strukturen

In der modernen Neurochirurgie besteht seit langem der Trend zur Minimierung der Invasivität der Eingriffe. Aus diesem Grunde wurden auch bereits verschiedenste operative Verfahren vorgeschlagen, wie einleitend in dieser Arbeit erwähnt. Alle bisherigen Verfahren gehen von einem resektiven, somit ablativen Ansatz aus.

In der Literatur ist die Idee von einer minimal-invasiven Diskonnektion nicht zu finden. Wir nahmen die Herausforderung an und simulierten an unseren Präparaten diese Zugangsmöglichkeit. Zu unserem eigenen Erstaunen konnten wir mit einer kleinen Inzision von ca. 10 mal 10 mm zuverlässig das Temporalhorn des Seitenventrikel eröffnen und den Hippocampus-Komplex diskonnektieren. Da unser Versuchsystem nicht in der Lage war, physiologische in vitro-Aktivitäten zu bestimmen, bleibt unklar, inwieweit diese Diskonnektion wirklich alle Hippocampusefferenzen unterbricht (17,23,31,60). Dies könnte eine Anregung sein, genau dies in einem Tierversuch zu überprüfen.

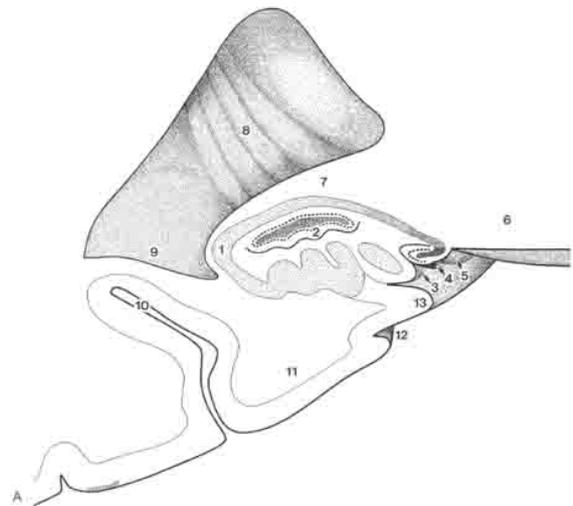
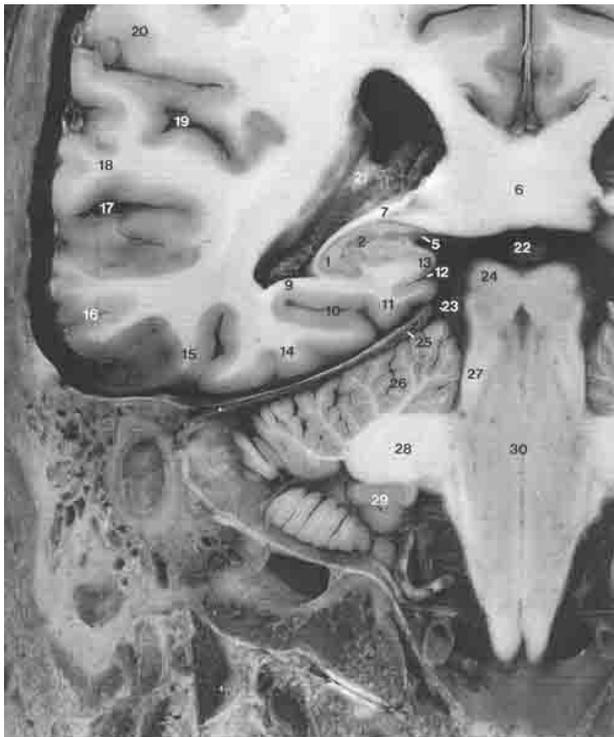
Die Frage, ob eine Diskonnektion, wie wir sie hier beschrieben haben, ausreicht, um den Hippocampus als epileptogenen Focus funktionell ausreichend auszuschalten, muss Gegenstand zukünftiger Untersuchungen bleiben und kann mit den vorliegenden Daten nicht erschöpfend beantwortet werden.

Auf jeden Fall konnte mit der vorliegenden Studie die morphometrisch-anatomische Grundlage für ein derartiges neues Verfahren geliefert werden.

5.4.1 Anatomische Lokalisation der Hippocampusformation und Zuordnung zum MRT-Befund

Die anatomisch-topographische Beziehung zwischen Hippocampus und den Nachbarstrukturen kann am besten anhand der Beschreibung des Coronarschnittes verstanden werden. Die coronare Schnittebene wurde dabei, entsprechend der von uns definierten Mittelhirnebene, durch den vierten Ventrikel gelegt, und die Strukturen dieser Region beschrieben. *Duvernoy 1988* (6,9) beschreibt in seinem Atlas die Hippocampusformation im analogen Coronarschnitt in unserer Mittelhirnebene mit dem vierten Ventrikel bzw. dem Boden der Fossa rhomboidea als Referenzebene (*Abbildung 29, ab hier Ziffern in eckige Klammern mit Bezug auf Abb. 29, Seite 76*). Zu sehen sind in dieser Ebene die Seitenventrikel mit dem Plexus chorioideus [21], und, von der Mantelkante Richtung Temporallappen bis zur Sylvischen Fissur [19] die Gyri postcentralis, parietalis superior und supramarginalis [20]. Im Temporallappen sind die Gyri temporalis superior [18], medius [16] und inferior [15] sowie der Gyrus fusiformis zu erkennen [14]. Weiter medial, getrennt vom Sulcus collateralis [10] und über das schmale Trigonum collaterale [9] verbunden, liegt der Gyrus parahippocampalis [11]. Die Hippocampusformation setzt sich zusammen aus die Cauda hippocampi (Hippocampusschweif) mit dem Cornu Ammonis (Ammonshorn) [1] und dem Gyrus dentatus [2]. Über diese Strukturen zieht als dünne Schicht das Crus fornicis [7]. Die mediale Ansicht des Hippocampuskomplexes besteht aus den Gyrus Retzii [3], der Fasciola cinerea [4] und dem Gyrus fasciolaris. Weiter kaudal schließt sich der Isthmus [13] an, welcher von dem Sulcus calcarinus anterior begrenzt wird (7).

Die genaue Kenntnis der MR-Schnittbildtopographie bekommt ihre Bedeutung in der prä- und postoperativen Interpretation und Kontrolle.



- | | | | |
|----|------------------------------------|----|--------------------------------------|
| 1 | Hippocampusschweif; Ammonshorn | 15 | Gyrus temporalis medius |
| 1 | Hippocampusschweif; Gyrus dentatus | 16 | Sulcus parallis |
| 2 | Gyrus Retzii | 17 | Gyrus temporalis superior |
| 3 | Fasciola cinerea | 18 | Fissura lateralis (Sylvische Fissur) |
| 4 | Gyrus fasciolaris | 19 | Gyri supramarginalis |
| 5 | Corpus callosum; Splenium | 20 | Temporalhorn des Seitenventrikels |
| 6 | Crus fornicis | 21 | Cisterna quadrigeminalis |
| 7 | Calcar avis | 22 | Cisterna ambiens |
| 8 | Trigone collaterale | 23 | Colliculus superior |
| 9 | Sulcus collateralis | 24 | Tentorium cerebelli |
| 10 | Gyrus parahippocampalis | 25 | Kleinhirnhemisphäre |
| 11 | Sulcus calcarinus anterior | 26 | Pedunculus cerebellaris superior |
| 12 | Isthmus | 27 | Pedunculus cerebellaris medialis |
| 13 | Gyrus fusiformis | 28 | Flocculus |
| 14 | Gyrus temporalis inferior | 29 | Pons |

Abbildung 29: aus: Duvernoy HM. *Brain Anatomy*, In: Kuzniecky RI, Jackson GD, Hrsg: *Magnetic Resonance In Epilepsy*, Raven Press - New York, 1995, 49-105 (8).

In unserer Studie lokalisierten wir die Hippocampusformation mit Hilfe der MR-Aufnahmen unserer Präparate. Auf diese Weise gelang uns die exakte Freilegung dieses hochkomplexen und tief verborgenen Areal (69).

6 Zusammenfassung

Die zisternalen und vaskulären anatomisch-topographischen Verhältnisse der temporomesialen Region wurden zum Inhalt der mikroanatomischen Studie gemacht, welche an 30 Hemisphären durchgeführt wurde. Trotz unserer intensiven Bemühungen, eine möglichst detaillierte Beschreibung zu liefern, sind wir uns bewusst, dass unsere Anmerkungen lediglich eine gute Richtlinie für individuelles Training an anatomischen Präparaten darstellen. Tatsächlich erlaubt nur die Simulation der Operationsbedingungen im Labor die räumliche Orientierung in diesen komplex gebauten Hirnarealen und sollte unserer Meinung nach obligatorisch für die Planung von elektiven Eingriffen in dieser Region sein.

Die systematische Erfassung der anatomisch-topographischen und funktionellen Gliederung der Hirnrindenstruktur ist mit eine der ältesten Aufgaben der Hirnforschung und hat doch nichts von ihrer Bedeutung für die neurologisch-neurochirurgischen Wissenschaften verloren. Schon ausreichende Zeit vor Beginn der Trepanation, bei elektiven Eingriffen am besten einige Tage zuvor, muss der Neurochirurg mental vorbereitet sein, wo er bei subcortical lokalisierten Prozessen die Corticotomie anlegt entsprechend wie sich die tieferen Hirnstrukturen auf die Hirnoberfläche projizieren. Gerade in der minimal-invasiven Mikroneurochirurgie eröffnet sich dem Operateur nur ein kleiner Ausschnitt der Hirnoberfläche, an der er sich orientieren kann. Dies ist nur nach genauem Studium der Hirnoberfläche an anatomischen Präparaten und anhand der MR-Bildgebung möglich. Die Arbeitsgruppe des Labors für Neurochirurgische Mikroanatomie der Neurochirurgischen Klinik unter der Leitung von Priv. Doz. Dr. med. univ. Peter A. Winkler beschäftigt sich seit einigen Jahren mit der 3D-Visualisierung von Struktur und Funktion anhand eines eigens dafür entwickelten Algorithmus (66).

Entgegen den Angaben aus Lehrbüchern und aus der gängigen Literatur fanden wir als konstante Abgrenzung der gyralen Strukturen lediglich den Gyrus temporalis superior, während die übrigen beiden Gyri temporales eine nicht reproduzierbare und regelhafte Grenze zeigten. Für die praktische Anwendung heißt dies, dass man sich nur auf den Gyrus temporalis superior als konstante gyrale Grenze verlassen kann.

Da ein besonders interessanter Zugang zur Hippocampusformation der transsylyvische Weg darstellt und wir diesen genauer charakterisieren wollten, stießen

wir auf die von uns typisierten Arten der Sylvischen Fissur. Dem jungen Operateur kann die Kenntnis über die verschiedenen Konfigurationen helfen, sich leichter und schneller im Hirn zu orientieren. Als neue denkbare, gut praktikable Einteilung schlagen wir die Klassifikation der Sylvischen Fissur in

Typ A: keine Überlappung der Sylvischen Fissur, weder durch den Frontal- noch [46,7%] durch den Temporallappen, bei Auseinanderdrängen der Opercula Fissur leicht zu eröffnen,

Typ B: das frontale Operculum schiebt sich im Sinne einer Indentation [36,7%] (Verzahnung) unter der Oberfläche der Sylvischen Fissur in den Temporallappen vor,

Typ C: Entgegengesetzt zu B, das temporale Operculum indentiert den [16,6%] Frontallappen unter der Oberfläche der Sylvischen Fissur und versperrt durch diese Verzahnung den Weg zur Schicht der A. cerebri media und erschwert somit die Eröffnung der Sylvischen Fissur, vor.

Mit fortschreitender Präparation in die Tiefe konnten zuverlässige Landmarken für den transsylvischen Zugang in der Epilepsiechirurgie sowie die exakte topographisch-morphologische Beschreibung der transsylvischen Präparation zur selektiven Amygdalohippokampektomie und der modifizierten anteromesialen Temporallappenteilresektion beschrieben werden.

Als neue, sehr valide mikroanatomische Landmarke konnten wir in **76,6%** der Präparate eine **untere insuläre Vene in Höhe des unteren Sulcus limitans insulae** finden, welche einen funktionell wichtigen Teil der unteren Inseldrainage darstellt und erhalten werden muss. Diese stellt eine ideale und reproduzierbare Leitstruktur für die Eröffnung des Temporalhornes und somit für die Auffindung des Hippocampuskomplexes dar.

Mit unserer Arbeit gaben wir einen Ausblick in eventuelle zukünftige neurochirurgische Entwicklungen und stellt den **Diskonnektionsversuch der hippocampalen und parahippocampalen Strukturen** dar. Die Idee, die aus dem Hippocampus stammenden efferenten Fasern zu durchtrennen und somit die Erregungsausbreitung eines epileptogenen Focus in dieser Region zu unterbrechen, ist neu. Angesichts der Komplexität der Faserverbindungen der temporo-mesialen Strukturen ist hierbei ein erster Ansatz vorgestellt worden.

Dafür hat diese Arbeit die morphometrisch-anatomischen Grundlagen geliefert.

7 Literaturverzeichnis

1. Ardeshiri A, Ardeshiri A, Tonn JC, Winkler PA: Microanatomy of the venous drainage of the tentorial incisura. *Neurosurgery*, im Druck.
2. Ardeshiri A, Ardeshiri A, Holtmannspötter M, Wenger E, Winkler PA: Morphometrical aspects of the tentorial incisura and temporal lobe. *Neurosurgery*, im Druck.
3. Chabardes S, Kahane P, Minotti L, Hoffmann D, Benabid AL: Anatomy of the temporal pole region. *Epileptic Disord* 4 Suppl 1: 2002, 9-15.
4. Cunningham DJ: The development of the gyri and sulci on the surface of the island of reil of the human brain. *J Anat Physiol* 25: 1891, 338-348.
6. Duvernoy HM: Sectional Anatomy, the human hippocampus - an atlas of applied anatomy. Bergmann Verlag: München, 1988, 61-68.
7. Duvernoy HM: Surface anatomy of the brain. Springer Verlag: Wien-New York, 1991, 3-11.
8. Duvernoy HM: Brain anatomy. In Kuzniecky RI, Jackson GD, Hrsg: Magnetic resonance in epilepsy. Raven Press: New York, 1995, 76-77.
9. Duvernoy HM: Brain anatomy. In Kuzniecky RI, Jackson GD: Hrsg: Magnetic resonance in epilepsy. Raven Press: New York, 1995, 49-105.
10. Duvernoy HM: Regional architecture of the superficial veins. In: The larger superficial veins of the brainstem and of the base of the brain. Springer Verlag: Berlin-Heidelberg-New York, 1975, 19-27.
11. Eberstaller O: Das Stirnhirn, ein Beitrag zur Anatomie der Oberfläche des Großhirnes. Urban & Schwarzenberg: Wien, 1890.
12. Erdem A, Tun K, Ugur HC, Ereku S: Infratemporal and intraorbital metastasis of the glioblastoma multiforme. A case report. *Neurochirurgie* 50: 2004, 101-104.
13. Erdem A, Yaşargil MG, Roth P: Microsurgical anatomy of the hippocampal arteries. *J Neurosurg* 79: 1993, 256-265.
14. Erdem A, Yaşargil MG, Roth P: Microsurgical anatomy of the hippocampal arteries. *J Neurosurg* 79: 1993; 256-265.
15. Erös CA, Herzog C, Winkler PA. Topographie der oberflächlichen anastomosierenden Hirnvenen - eine mikroanatomische Studie. *Zentralbl.Neurochir. Suppl* 32: 1999.

16. Falconer MA, Meyer A, Mitchell W, Pond DA: Treatment of temporal lobe-epilepsy by temporal lobectomy. A survey of findings and results. *Lancet* 1: 1955, 827-835.
17. Francione S, Munari C, Hoffmann D, Lo RG, Le Bas JF, Pasquier B, Benabid AL: Relationship between anatomic lesions of the temporal lobe and temporal lobe epilepsy. *Chir Ital* 48: 1996, 39-48.
18. Herzog C, Winkler PA. Anatomische Landmarken zur Resektion des Amygdalokomplexes - eine mikroanatomische Studie. *Epilepsie-Blätter* 12: 1999, 3.
19. Heschl RL: Über die vordere quere Schläfenwindung des menschlichen Großhirns. Braumüller: Wien, 1878.
20. Hochstetter F: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des menschlichen Gehirns Teil I. Deuticke: Wien-Leipzig, 1919.
21. Huber P: Cerebral angiography. Thieme-Verlag: Stuttgart, 1982.
22. Hyde JB, Akesson EJ, Berinstein E. Asymmetrical growth of superior temporal gyri in man. *Experientia* 29, 1973, 1131.
23. Kahane P, Chabardes S, Minotti L, Hoffmann D, Benabid AL, Munari C: The role of the temporal pole in the genesis of temporal lobe seizures. *Epileptic Disord* 4 Suppl 1: 2002, 51-58.
24. Kopp N, Duvillard P, Tommasi M: Cerebral asymmetries in man: Bridge between first and second temporal circumvolution, superior face of second temporal circumvolution, fusiform gyrus. *C.R.Soc.Biol.Paris* 170: 1976, 120.
25. Kremer S, Braun M, Kahane P, Teil E, Pasquier B, Benabid AL, Le Bas J: Morphological abnormalities of limbic lobe structures in partial temporal lobe epilepsy: *J Radiol* 82: 2001, 481-487.
26. Lang J: Fossa cranialis media. In: Busche KA, Buschmann W, D.Linnert Hrsg: *Praktische Anatomie Band 1, Teil B*. 1979, 163-164.
27. Lang J, Wachsmuth W: Systema nervorum - Das Nervensystem des Kopfes - I. Gehirn. In: Jensen H-P, Schröder F. Hrsg: *Praktische Anatomie Erster Band Teil 1A*. 1985: 243-244.
28. Lasjaunias P, Berenstein A: *Surgical neuro-angiography: 3-Functional anatomy of brain, spinal cord and spine*. Springer-Verlag: Berlin, 1990.
29. Majchrzak H, Ladzinski P, Kopera M, and Maliszewski M: Approaches to posterior circulation aneurysms and results of the operations. *Neurol Neurochir Pol* 34 :2000, 27-34.

30. Moran CJ, Kido DK, Cross DT: Cerebral vascular angiography: Indications, techniques, and normal anatomy of the head and neck., Abrams Angiography: Vascular and Interventional Angiography. Boston, Little, Brown & Co:1997, 275-277.
31. Munari C, Kahane P, Tassi L, Francione S, Hoffmann D, Lo RG, Benabid AL: Intracerebral low frequency electrical stimulation: a new tool for the definition of the "epileptogenic area"? Acta Neurochir Suppl. Wien 58: 1993, 181-185.
32. Niemeyer P: The transventricular amygdalohippocampectomy in temporal lobe epilepsy. In Baldwin M, Baily P Hrsg: Temporal lobe epilepsy. Thomas-Verlag: Springfield, 1958, 461-482.
33. Niemeyer P, Bello H: Amygdalohippocampectomy for temporal lobe epilepsy. Excerpta medica 293: 1973, 20.
34. Noachtar S, Hufnagel A, Winkler PA. Chirurgische Behandlung der Epilepsien. In: Brandt T, Dichgans J, Diener J, Hrsg. Therapie und Verlauf neurologischer Erkrankungen. Kohlhammer-Verlag: München, 1998, 204-216.
35. Noachtar S, Pfänder M, Arnold S, Werhahn KJ, Henkel A, Eisensehr I, Winkler PA, and Lüders HO. Lateralizing seizure phenomena in frontal and temporal lobe epilepsy. J Neurol. Suppl 1:1999, 246: 39.
36. Noachtar S, Pfander M, Arnold S, Werhahn KJ, Müller A, Ebner A, Winkler PA. Lateralisierende Anfallsphänomene bei Temporallappenepilepsien. Research Festival '96, In: Demant Th, Klein HG, Seidel D, Hrsg: MMW-Verlag: München, 1997, 10:4.
37. Noachtar S, Pfander M, Arnold S, Werhahn KJ, Müller A, Winkler PA, Lüders HO. Different seizure patterns in frontal and temporal lobe epilepsy - advantage of a semiological seizure classification. Research Festival '96, In: Demant Th, Klein HG, Seidel D, Hrsg: MMW-Verlag: München, 1997, 246.
38. Noachtar S, Pfänder M, Arnold S, Werhahn KJ, Müller A, Winkler PA, Lüders HO. Different seizure patterns in frontal and temporal lobe epilepsy: advantage of a semiological seizure classification. Research Festival '98. In: Demant Th, Klein HG, Seidel D, Hrsg: MMW-Verlag: München, 1998.
39. Noachtar S, Winkler PA, Lüders HO: Surgical Therapy of Epilepsy. In Brandt T, Caplan LR, Dichgans J, Diener HC, Kennard C, Hrsg: Neurological Disorders: Course and Treatment. Academic Press: Amsterdam - New York, 2002, 235-244.
40. Ono M, Rhoton AL, Jr., Peace D, Rodriguez RJ: Microsurgical anatomy of the deep venous system of the brain. Neurosurgery 15: 1984, 621-657.
41. Ono M, Kubik S: Introduction, In: Abernathy CD, Hrsg: Atlas of the cerebral sulci. Georg Thieme Verlag: Stuttgart - New York, 1990, 8.

42. Ono M, Kubik S: Temporal Lobe: lateral surface. In: Abernathey CD, Hrsg: Atlas of the cerebral sulci. Georg Thieme Verlag: Stuttgart - New York: 1990, 75-85.
43. Paine JT, Batjer HH, Samson D: Intraoperative ventricular puncture. Neurosurgery 22: 1988, 1107-1109.
44. Pasquier B, Peoc HM, Fabre-Bocquentin B, Bensaadi L, Pasquier D, Hoffmann D, Kahane P, Tassi L, Le Bas JF, Benabid AL: Surgical pathology of drug-resistant partial epilepsy. A 10-year-experience with a series of 327 consecutive resections. Epileptic Disord 4: 2002, 99-119.
45. Penfield W, Jasper H: Epilepsy and the functional anatomy of the human brain. Little, Brown and Company – Boston, 1954, 497-539.
46. Pfänder M, Arnold S, Henkel A, Weil S, Werhahn KJ, Eisensehr I, Winkler PA, Noachtar S: Clinical features and EEG findings differentiating mesial from neocortical temporal lobe epilepsy. Epileptic Disord 4: 2002, 189-195.
47. Renella RR: Microsurgery of the temporo medial region. Springer Verlag: Wien - New York, 1989, 44.
48. Renella RR: Microsurgery of the temporo medial region. Springer Verlag; Wien New York, 1989, 127.
49. Rüdinger N: Ein Beitrag zur Anatomie des Sprachzentrums. Beiträge zur Biologie. Stuttgart: Cotta'sche Verlagsbuchhandlung, 1882.
50. Spencer DD, Spencer SS, Mattson RH, Williamson PD, Novelly RA: Access to the posterior medial temporal lobe structures in the surgical treatment of temporal lobe epilepsy. Neurosurgery 15: 1984, 667-671.
51. Spreafico R, Pasquier B, Minotti L, Garbelli R, Kahane P, Grand S, Benabid AL, Tassi L, Avanzini G, Battaglia G, Munari C: Immunocytochemical investigation on dysplastic human tissue from epileptic patients. Epilepsy Res 32: 1998, 34-48.
52. Stephan H: Allocortex: In Oksche A, Vollrath L, Hrsg: Nervensystem - Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Band 4, Teil 9. Springer-Verlag: Berlin - Heidelberg - New York, 1995.
53. Stephens RB, Stilwell DL: Arteries and veins of the human brain. Kapitel IV: Crainial venous system. Charles C Thomas - Verlag: Springfield, 1969, 124-167.
54. Turner OA: Growth and development of the cerebral cortical pattern in man. Arch Neurol Psychiat 59: 1948, 1-12.
55. Varnavas GG, Grand W: The insular cortex: morphological and vascular anatomic characteristics. Neurosurgery 44: 1999, 127-136.

56. Weil S, Noachtar S, Arnold S, Yousry TA, Winkler PA, Tatsch K: Ictal ECD-SPECT differentiates between temporal and extratemporal epilepsy: confirmation by excellent postoperative seizure control. Nucl Med Commun 22: 2001, 233-237.
57. Wieser HG, Yaşargil MG: Selective amygdalohippocampectomy as a surgical treatment of mesiobasal limbic epilepsy. Surg Neurol 17: 1982, 445-457.
58. Winkler PA. Münchner Protokoll zur epilepsiechirurgischen Behandlung fokaler Epilepsien. In: Research Festival '96 , Demant Th, Klein HG, Seidel D, Hrsg: MMW-Verlag: München, 1996, 126.
59. Winkler PA. Epilepsiechirurgische Operationen am Temporallappen - Indikationen, Technik, Neuropsychologie. In Prosiegel M, Hrsg: Klinische Hirnanatomie. Richard Pflaum Verlag: 2002, 278-282.
60. Winkler PA. Intraoperatives Sprachmonitoring. In: Prosiegel M, Hrsg: Klinische Hirnanatomie. Richard Pflaum Verlag: 2002, 283-286.
61. Winkler PA, Steiger H-J: Anteriore temporale / subtemporale Kraniotomie. In: Reulen H-J, Steiger H-J, Hrsg: Manual Neurochirurgie. Ecomed-Verlag: Landsberg, 1999, 323-325.
62. Winkler PA, Steiger H-J: Posteriore temporale Kraniotomie. In: Reulen H-J, Steiger H-J, Hrsg: Manual Neurochirurgie. Ecomed-Verlag: Landsberg, 1999, 190-198.
63. Winkler PA, Ilmberger J, Weis S, Holtmannspötter M, Reulen H-J. Hirnchirurgie am Beispiel der mikrochirurgischen Operationen im Bereich der III. Hirnkammer - direkte Anwendung von Forschungsergebnissen am Patienten. In: Research Festival '96: Demant Th, Klein HG, Seidel D, Hrsg: MMW-Verlag: München, 1996, 47.
64. Winkler PA, Muacevic A, Holtmannspötter M, Weis S. Microanatomical landmarks of the temporomesial region (TMR) and their significance for epilepsy surgery. Monduzzi Editore: Bologna, 1997, 1707-1710.
65. Winkler PA, Steiger H-J: Posteriore temporale Kraniotomie. In: Reulen H-J, Steiger H-J, Hrsg: Manual Neurochirurgie. Ecomed-Verlag: Landsberg, 1999, 327-330.
66. Winkler PA, Vollmar C, Herzog C, Pfluger T, Yousry TA. 3-dimensionale Rekonstruktion von kortikaler und funktionaler Anatomie bei extramesiotemporaler Epilepsiechirurgie. Zentralblatt Neurochirurgie Suppl. 1999; 96.
67. Winkler PA, Ilmberger J, Krishnan KG, Reulen H-J: Transcallosal interforniceal-transforaminal approach for removing lesions occupying the third ventricular space: clinical and neuropsychological results. Neurosurgery 46: 2000, 879-888.

68. Wolf BS, Huang YP: The insula and deep middle cerebral venous drainage system: normal anatomy and angiography. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 90: 1963, 472-489.
69. Wurm G, Wies W, Schnitzer M, Trenkler J, Holl K: Advanced surgical approach for selective amygdalohippocampectomy through neuronavigation. Neurosurgery 46: 2000, 1377-1382.
70. Yaşargil MG: Operative anatomy - sylvian cistern. In: Microsurgical anatomy of the basal cisterns and vessels of the brain, diagnostic techniques and pathological considerations of the intracraniele aneurysms. Georg Thieme-Verlag: Stuttgart - New York, 1984, 36-39.
71. Yaşargil MG: Limbic and paralimbic tumors. In Yaşargil MG Hrsg: Microneurosurgery of CNS tumors. Georg Thieme-Verlag: Stuttgart - New York, 1996, 252-290.
72. Zenker W: Makroskopische Anatomie des Endhirns. In Drenckhahn D, Zenker W, Hrsg: Benninghoff - Makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen. München-Wien-Baltimore, Urban & Schwarzenberg, 1994, 318-338.

8 Curriculum Vitae

Name: Klaus Daniel Martin
Anschrift: Schlüterstraße 42, 01277 Dresden
Tel.: 0351 / 3126298
e-mail: dan.martin@web.de

Geburtsdatum: 12.09.1976
Geburtsort: 09496 Marienberg
Staatsangehörigkeit: deutsch
Familienstand: verheiratet
Eltern: Siegfried Martin
Helga Martin

Schulbildung:

1983 –1992 Martin-Anderson-Nexö-Schule
1992 –1993 Mittelschule Pobershau
1993 –1996 Wirtschaftsgymnasium Marienberg
1996 Wirtschaftsabitur

1996 –1997 Zivildienst beim Deutschen Roten Kreuz in Marienberg

Medizinstudium:

1997 –2000 Vorklinisches Studium an der Ludwig Maximilians-Universität
München
März 2000 Ärztliche Vorprüfung
2000 –2004 Klinisches Studium an der Ludwig Maximilians-Universität
München
März 2001 1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
August 2003 2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
Oktober 2004 3. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
22. Oktober 2004 Approbation als Arzt

Berufliche Laufbahn:

seit 1. Januar 2005 Assistenzarzt der Neurochirurgischen Klinik des
Carl Gustav Carus Universitätsklinikums Dresden

Famulaturen

August /September 2000 Neurochirurgische Klinik am Klinikum
München-Großhadern

August / September 2001 Abteilung für Neuroradiologie am Klinikum
München-Großhadern

Oktober 2001 Rechtsmedizinisches Institut der Ludwig-
Maximilians-Universität München

Februar / März 2003 Allgemeinarztpraxis München

Praktisches Jahr

Oktober 2003 bis Februar 2004 Neurologische Klinik des Universitätspitals Basel /
Schweiz

Februar / März 2004 Neurochirurgische Klinik am Universitätsklinikum
München-Großhadern

April / Mai 2004 Chirurgische Klinik am Universitätsklinikum
München-Großhadern

Juni bis September 2004 Medizinische Klinik I für Kardiologie, Nephrologie
und Pulmonologie am Universitätsklinikum
München-Großhadern

Klaus Daniel Martin

9 Danksagung

Ich danke von ganzem Herzen meiner lieben Frau sowie meinen lieben Eltern, die mich – nicht nur während der Entstehung dieser Arbeit – unterstützt und liebevoll gefördert haben. Ihnen sei diese Arbeit gewidmet.

Mein herzlicher Dank gilt meinem Doktorvater und Betreuer dieser Dissertation Herrn Priv. Doz. Dr. med. univ. Peter A. Winkler für die immer vorhandene Unterstützung und Wertschätzung meiner Arbeit. Ihm bin ich zu tiefstem Dank verpflichtet. Ich konnte mich in jeder Situation und mit jeder Frage an ihn wenden. Er nahm sich immer Zeit, vor allem bei der Anleitung zur Präparation unter dem Operationsmikroskop und der praktischen Umsetzung der formulierten Ideen. Besonders schätze ich auch die von ihm angefertigten Illustrationen, die in dieser Arbeit zu sehen sind.

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. med. J-C. Tonn für die Möglichkeit der Durchführung dieser Arbeit an der Neurochirurgischen Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München, sowie Herrn Professor Eisenmenger, Leiter des Institutes für Rechtsmedizin der Ludwig-Maximilians-Universität München für seine Unterstützung.

Ich bedanke mich beim Personal der Abteilung für Neuroradiologie am Klinikum Großhadern unter der Leitung von Prof. Dr. H. Brückmann, ins besondere bei den Herrn Markus Holtmannspötter und Tim Wesemann.

Nicht zu letzt möchte ich mich bei dem Physiker, Herrn Dr. Volker Dimer, Neurochirurgische Klinik an dem Carl Gustav Carus Universitätsklinikum Dresden bedanken, welcher mich mit großem Interesse und Einsatz in Fragen der statistischen Auswertung unterstützte.

Klaus Daniel Martin

10 Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig angefertigt habe. Ich habe mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und habe alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen.

Ich habe bisher keine Dissertation eingereicht und keine Doktorprüfung abgelegt.

Die hier vorliegende Dissertation ist nicht in gleicher oder ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht worden.

Klaus Daniel Martin