

Aus der Neurochirurgischen Klinik und Poliklinik

der Universität München – Grosshadern

Direktor: Prof. Dr. med. Jörg-Christian Tonn

**Die oberflächlichen anastomosierenden Venen des humanen  
Cortex und deren Bedeutung in der Neurochirurgie**

-

**Eine mikroneurochirurgische und anatomische Studie**

Dissertation zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorgelegt

von

Christian A. Erös

aus München

2005

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. P.A. Winkler

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. J. Herms  
Prof. Dr. med. W. Lange  
Prof. Dr. med. H. Brückmann  
Prof. Dr. med. N. Dieringer

Mitbetreuung durch den  
promovierten Mitarbeiter: Priv.-Doz. Dr. med. P. A. Winkler  
Dekan: Prof. Dr. med. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 05.10.2006

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1 Bedeutung der Erhaltung der Venen bei allen Operationen.....</b>	<b>6</b>
1.1.1 Allgemeines.....	6
1.1.2 Pathophysiologie und klinische Symptomatik venöser Verschlüsse .....	7
<b>1.2 Historisches und Anatomie.....</b>	<b>10</b>
1.2.1 Embryologische Entwicklung des Venensystems.....	11
1.2.2 Venöse Drainage der Großhirnhemisphären .....	12
1.2.3 Zuflüsse zu den Sinus durae matris.....	13
1.2.4 Zuflüsse zum Sinus sagittalis superior .....	13
1.2.4.1 Frontallappen.....	16
1.2.4.2 Parietallappen .....	17
1.2.4.3 Okzipitallappen .....	18
1.2.5 Zuflüsse zum Sinus transversus .....	18
1.2.5.1 Temporallappen.....	19
1.2.5.2 Okzipitallappen .....	20
1.2.6 Vena anastomotica superior (Trolard).....	21
1.2.7 Vena anastomotica inferior (Labbé).....	22
1.2.8 Vena cerebri media superficialis (Sylvische Vene) .....	23
1.2.9 Tiefes Venensystem .....	24
<b>1.3 Operative Zugänge mit besonderem Bezug zu den anastomosierenden Venen</b>	<b>26</b>
1.3.1 Transsylvische Zugänge.....	26

1.3.2.	Zugänge zum Temporallappen.....	27
1.3.2.1	Anteriore temporale Kraniotomie .....	27
1.3.2.2	Mittlere temporale Kraniotomie.....	29
1.3.2.3	Posteriore temporale Kraniotomie .....	29
1.3.3.	Subtemporale Zugänge zu pontomesencephalen Strukturen .....	30
1.3.4	Interhemisphärische Zugänge .....	35
1.3.5	Operationen im Bereich der Zentralregion.....	36
1.3.6	Basale Zugänge .....	37
1.3.7	Entlastungskraniotomie.....	38
<b>2.</b>	<b>ZIELE UND FRAGESTELLUNG .....</b>	<b>40</b>
<b>2.1</b>	<b>Lagebestimmung der Venen.....</b>	<b>40</b>
<b>2.2</b>	<b>Abstandsmessung .....</b>	<b>40</b>
<b>2.3</b>	<b>Verteilungstypen.....</b>	<b>41</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1</b>	<b>Untersuchungsmaterial (Gehirnpräparate).....</b>	<b>42</b>
<b>3.2</b>	<b>Anatomische Leitstrukturen .....</b>	<b>43</b>
<b>3.3</b>	<b>Messstrecken.....</b>	<b>46</b>
<b>3.4</b>	<b>Dokumentation .....</b>	<b>47</b>
<b>3.5</b>	<b>Statistische Analyse .....</b>	<b>47</b>
<b>4.</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>48</b>

<b>4.1</b>	<b>Lagebestimmung der Venen.....</b>	<b>49</b>
<b>4.2</b>	<b>Abstände.....</b>	<b>50</b>
4.2.1	Sulcus centralis zu Sulcus calcarinus und Sulcus frontomarginalis.....	50
4.2.2	V. Trolard an der Einmündung in den Sinus sagittalis superior .....	51
4.2.3	V. Labbé an der Einmündung in den Sinus transversus.....	54
<b>4.3</b>	<b>Verteilungstypen.....</b>	<b>55</b>
<b>5.</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>63</b>
<b>5.1</b>	<b>LAGE DER VENE.....</b>	<b>63</b>
<b>5.2</b>	<b>Abstände.....</b>	<b>63</b>
<b>5.3</b>	<b>Verteilungstypen.....</b>	<b>65</b>
<b>5.4</b>	<b>Klinische Bedeutung anhand von Fallbeispielen.....</b>	<b>67</b>
5.4.1	Patient A.F.: Verschluß der V. Labbé bei der Präparation eines Meningeoms....	67
5.4.2	Pat F.A. Erhaltung der V. Labbé und einer akessorischen V. Labbé im Rahmen einer ausgedehnten linksseitigen temporo-okzipitalen Focusresektion bei pharmakoresistenter posttraumatischer Epilepsie .....	70
<b>6.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....</b>	<b>72</b>
<b>7.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>75</b>
<b>8.</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>80</b>
<b>9.</b>	<b>CURRICULUM VITAE.....</b>	<b>81</b>

# **1. Einleitung**

## **1.1 Bedeutung der Erhaltung der Venen bei allen Operationen**

### **1.1.1 Allgemeines**

Das Ziel eines jeden operativen Eingriffes ist es, das geplante Ergebnis unter Vermeidung von Komplikationen zu erreichen. Je kritischer das Gebiet ist, in dem operiert wird, desto gravierender können die Komplikationen sein. Eingriffe am Gehirn gehören damit zu den Operationen, bei denen Komplikationen schwerste postoperative Defizite hervorrufen können. Neben der direkten Zerstörung von Gehirngewebe spielen dabei besonders vaskuläre Komplikationen eine besondere Rolle. Dabei muss zwischen Komplikationen im Bereich des arteriellen von jenen des venösen Systems unterscheiden werden.

Verletzungen an arteriellen Gefäßen können zu Blutungen führen, die einmal direkt durch den Volumenverlust und andererseits durch eine Minderperfusion der versorgten Areale das postoperative klinische Ergebnis verschlechtern können. Ungeplante Verschlüsse von Arterien können durch die resultierende Ischämie Nekrosen hervorrufen, die zu schweren neurologischen Defiziten führen. Die für Komplikationen verantwortliche Eigenschaft des arteriellen Systems ist dabei die Versorgung des Gewebes mit Nährstoffen, das venöse System hingegen ist für den Abtransport des Blutes verantwortlich und auch in diesem Bereich können unphysiologische Flussverhältnisse Gewebsschäden hervorrufen. Wie bei arteriellen Flussstörungen können auch im venösen System Blutungen und Verschlüsse auftreten, die zu Blutverlust und cerebralem Ödem respektive führen können.

Der Verlauf und die Lage arterieller Gefäße behindern seltener den operativen Zugang, venöse Strukturen, insbesondere große oberflächliche Venen und Brückenvenen können den Neurochirurgen jedoch im Operationsverlauf deutlich behindern, insbesondere da kortikale

Venen aufgrund ihrer oberflächlichen Lage, ihres geringen Perfusionsdruckes und ihrer geringen Wandstärke vulnerabler als vergleichbar kaliberstarke zerebrale Arterien<sup>1</sup> sind. Bisher wurde in der neurochirurgischen Literatur den Venen eine untergeordnete Rolle beigemessen, da jedoch mit den immer komplexer werdenden Operationen auch die damit verbundenen venös bedingten Komplikationen zunehmen<sup>2-7</sup>, nimmt das Interesse an der Beschäftigung mit diesen Strukturen stetig zu. Insbesondere eine genaue Kenntnis der Topographie ist dabei von entscheidender Bedeutung.

### **1.1.2 Pathophysiologie und klinische Symptomatik venöser Verschlüsse**

Durch den Verschluss einer Vene kommt es bedingt durch den erhöhten intravasalen Druck zu einem Flüssigkeitsaustritt in das Interstitium, es entsteht ein Ödem. Sekundär entstehen petechiale Hämorrhagien, Infarzierung und damit Nekrosen<sup>2,8-10</sup>, wobei eine zusätzliche intravasale Thrombosierung diesen Vorgang noch verstärken kann<sup>11</sup>.

Die Lokalisation der kortikalen Schädigung liegt dabei nicht an der Stelle der ursächlichen venösen Okklusion, sondern im Bereich der Endstrombahn im zugehörigen Drainagegebiet und ist oftmals viele Zentimeter von der Stelle des eigentlichen Venenverschlusses entfernt.

Der Grund für die Tatsache, dass die Obliteration nur in einem Teil der Fälle zu einer Schwellung oder einer venösen Infarzierung führt, liegt in der diffusen Anastomosierung der Venen. Das Vorhandensein einer ausreichenden Anastomosierung vermag den venösen Druck niedrig zu halten und die Folgen eines Verschlusses abzuschwächen oder zu verhindern<sup>10</sup>.

Die lokale hämorrhagische Infarzierung führt zu fokalen neurologischen Defiziten, die je nach Lage des Infarktes mehr oder weniger schwerwiegende Folgen haben können, während die Entstehung des begleitenden Ödems sich in Form von Schwellungszuständen bemerkbar macht. Diese Schwellungszustände können je nach Ausprägung einen Anstieg des intrakraniellen Drucks mit begleitenden schweren neurologischen Ausfällen, wie Aphasie,

Hemiparese, Koma bis hin zum Tode des Patienten zur Folge haben. Diese klinischen Folgen des Verschlusses einer Vene können mit einer großen Latenz auftreten und erst dann offensichtlich werden, wenn der Eingriff schon längst beendet worden ist. Die Patienten zeigen häufig initial einen unauffälligen postoperativen Verlauf und entwickeln dann im weiteren Verlauf, in manchen Fällen erst nach einem Zeitraum von mehreren Tagen, neurologische Auffälligkeiten<sup>1,12-14</sup>.

Im Jahre 1909 legte Korbinian Brodmann (1868 – 1918) eine Gliederung der kortikalen Oberfläche des Endhirns vor und kartierte somit die topische Verteilung der Funktionen des zerebralen Kortex<sup>15</sup>. Diese bis heute gängige und verbreitete Referenz erleichtert das Verständnis der neurologischen Symptome bei fokalen kortikalen Schädigungen spezifischer Rindenareale. Wird eine kortikale Vene verschlossen und kommt es infolgedessen zu einem venösen Infarkt im zugehörigen Drainagegebiet, so zeigen sich je nach Lokalisation der kortikalen Läsion typische neurologische Defizite. Hiervon ist die Lokalisation der venösen Okklusion zu unterscheiden, die in beträchtlicher räumlicher Distanz zur kortikalen Schädigung, beispielsweise an der Einmündung des Hauptstammes der Vene als Brückenvene in den zugehörigen Sinus, liegen kann.

Bereits während des ersten Weltkrieges beschrieben Holmes und Sargent<sup>16</sup> eine beinbetonte Form der Hemiplegie, die durch einen kontralateralen traumatischen Verschluss von Brückenvenen im Bereich der Zentralregion hervorgerufen wurde. Im Jahre 1942 beschrieb Merwarth<sup>17</sup> im gleichen Sinne ein „Syndrom der rolandischen Vene“, das durch einen Verschluss derselben nach der Resektion parasagittaler Meningeome anzutreffen war. Man erkannte, dass, in Anbetracht der wichtigen Funktionen des Gyrus praecentralis und postcentralis, ein Verschluss von Venen, die aus dieser Region zum Sinus sagittalis superior aufsteigen, häufig zu motorischen, sensorischen oder sensomotorischen Ausfällen führt<sup>18</sup>.

Die ascendierenden frontalen Venen sind bei Eingriffen wie Frontallappenresektionen betroffen. Ist bei einem Verschluss dieser Venen keine ausreichende kompensatorische Drainage zum Sylvischen Venensystem vorhanden, so werden häufig transiente postoperative Dysphasien beobachtet, die eher eine Folge der venösen Okklusion als der kortikalen Resektion zu sein scheinen.

Eine Unterbrechung einer Brückenvene, die vom unteren Teil der Hemisphäre zum Sinus transversus und zu tentoriellen Sinus hin zieht, bringt nicht selten eine kontralaterale gesichts- und armbetonte Hemiparese mit sich, die – falls die dominante Hemisphäre betroffen ist – von einer Aphasie begleitet sein kann.

Bei den oberflächlichen Venen des Cerebrums sind es besonders die prominenten Venen Vena anastomotica superior (Vena Trolard), Vena anastomotica inferior (Vena Labbé) und die Gruppe der Sylvischen Venen, die gefährdet sind, insbesondere, da sie im Zugangsbereich zu verschiedenen Strukturen liegen.

Die venöse Drainage durch die V. Trolard kann je nach Lage sowohl den frontalen wie auch den parietalen Kortex betreffen, daher führt ein Verschluss dieser Vene besonders in diesen beiden Lappen zu einem Ödem und Infarzierung. Neurologische Ausfälle mit Hemiparese, Aphasie und Wesensänderung können entstehen<sup>1,2</sup>.

Eine Unterbrechung der V. Labbé führt häufig zu schweren Ödemen im Bereich des Temporallappens, die sich aber auch auf parietale und okzipitale Areale ausweiten können. Hämorrhagische Infarzierungen sind oftmals in diesem Zusammenhang anzutreffen. Als klinisches Symptom imponiert in vielen Fällen eine Aphasie, es kann jedoch, je nach Ausdehnung der zerebralen Schädigung, auch zu einer Hemiparese, fokalen epileptischen Anfällen und Bewusstseinsstörungen bis hin zum Tode des Patienten kommen<sup>1,2</sup>.

Eine Obliteration der Sylvischen Vene kann epileptische Anfälle und motorische Lähmungen zur Folge haben. Wenn der Verschluss auf der dominanten Hemisphäre stattfindet, kann eine Sprachstörung resultieren.

## **1.2 Historisches und Anatomie**

Charcot beeinflusste durch seine Theorie, die topographische Verteilung von Erkrankungen des Gehirns folge derjenigen der Hirnarterien, die er in seiner Schrift „Lecons sur les localisations dans le maladies du cerveau“ (1876, Paris) veröffentlichte, die Neuropathologie nachhaltig, so dass sorgfältige Beschreibungen der zerebralvenösen Anatomie, die von Anatomen bis Ende des 19. Jahrhunderts verfasst wurden, nur wenig Eingang in die Lehrbücher des frühen 20. Jahrhunderts fanden. Auch in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts, als die Untersuchung mittels Dissektion durch angiographische Verfahren ergänzt und teilweise ersetzt wurde, kam den Venen des Gehirns nur eine untergeordnete Rolle zu, da man glaubte, dass diese aufgrund ihrer Variabilität und häufigen Anastomosenbildung irrelevant für die Entstehung von Erkrankungen seien. Erst mit dem Aufkommen der modernen Neurochirurgie, die es wagte, ein so wichtiges, unersetzliches und sensibles Organ wie das Gehirn anzugehen, kamen die Venen direkt in das chirurgische „Schussfeld“ und erregten somit verstärkt Interesse. Denn wie man schnell bemerkte, stellt die Intaktheit des venösen Abflusses des zerebralen Kortex einen entscheidenden Faktor für das Ergebnis der chirurgischen Intervention dar. Die postoperative Funktionalität der venösen Drainage ist mitentscheidend für Erfolg oder Misserfolg der Operation und kann auch bei vermeintlich „leichten Operationen“ desaströse Konsequenzen für den Patienten nach sich ziehen.

## 1.2.1 Embryologische Entwicklung des Venensystems

Nach seiner Entstehung aus der Verschmelzung der ektodermalen Neuralfaltens wird das Neuralrohr zunächst durch einen oberflächlichen Venenplexus drainiert<sup>15,19</sup>. Mit der Expansion der Hemisphären und Basalganglien und der folgenden Verdickung der Wände der Seitenventrikel wird ein superfizieller Abfluss der periventrikulären weißen Substanz und der Basalganglien ungünstig und die Drainage dieser Strukturen erfolgt nach zentral hin über die sich sekundär entwickelnden basalen Plexus. Hieraus entsteht das sogenannte tiefe zerebrale Venensystem (Venae cerebi profundae)<sup>19-21</sup>.

Die Hirnrinde und das subkortikale Mark werden dagegen von zentral nach peripher über die primären oberflächlichen Venen (Venae cerebri superficiales) und die der Schädelkalotte anliegenden peripheren Sinus drainiert<sup>19-21</sup>.

In vielen Studien wurde eine Verbindung zwischen diesen beiden Stromgebieten gesucht, postuliert oder verworfen<sup>21,22</sup>. Während Schlesinger 1939<sup>23</sup> von „intrazerebralen anastomotischen Venen“ sprach, konnte Padget 1956<sup>19</sup> diese nicht nachweisen. Auch Ferner fand 1958<sup>24</sup> nach Untersuchung von 87 Gehirnen keinen Hinweis auf derartige Verbindungen und sprach von einer „venösen Wasserscheide“ zwischen dem oberflächlichen und dem tiefen zerebralen Venensystem<sup>22</sup>. Hassler fand 1966<sup>25</sup> tausende dünnkalibriger Anastomosen, vor allem im Bereich des Centrum semiovale<sup>21,25</sup>, bemerkte jedoch, dass diese wohl zu klein wären, um funktionell von Bedeutung zu sein.

Da in der Entwicklung keine räumliche Parallelität zwischen arteriellem Blutzustrom und venösem Abstrom besteht, zeigt auch der Verlauf der Venen auf dem ausgewachsenen Gehirn eine Unpaarigkeit von venösen und arteriellen Gefäßen und gewisse Gegensätzlichkeiten in Bezug auf Anordnung und Verlauf<sup>19-21,26</sup>.

Die Vv. cerebri superiores setzen sich nach den Nomina Anatomica von 1977 aus den Vv. praefrontales, frontales, parietales und occipitales zusammen<sup>27</sup>.

Die in dieser Arbeit beschriebenen superfiziellen zerebralen Venen beinhalten die Venen der Konvexität beider Großhirnhemisphären einschließlich der duralen Sinus, in die sie münden. Die Venen, die die mediale Seite der Großhirnhälften im Interhemisphärenspalt drainieren, sowie die venösen Abflüsse der der Schädelbasis zugewandten Unterseite des Gehirns, des Kleinhirns und des Hirnstammes, die allesamt ebenfalls zu den oberflächlichen Hirnvenen zu rechnen sind, sollen in diesem Rahmen unerwähnt bleiben, da diese Dissertation auf die Anwendung der Venendarstellung für neurochirurgische Eingriffe an der Großhirnkonvexität beschränkt ist.

### **1.2.2 Venöse Drainage der Großhirnhemisphären**

Die oberflächlichen Hirnvenen entstehen aus dem pialen Venennetz, welches die Rinde über die Vv. corticales und die subkortikale Markzone bis etwa 2 cm Tiefe über die Vv. medullares drainiert und unterhalb des arteriellen Gefäßplexus liegt<sup>15,20,21</sup>. Im Gegensatz zu arteriellen Strukturen, die vorwiegend in den Sulci zu liegen kommen, verlaufen die oberflächlichen Venen meist unabhängig von der gyralen Struktur durch den Subarachnoidalraum<sup>15,28</sup>. Sie verbleiben über ihren ganzen Verlauf bis zur Einmündung in den Sinus an der Oberfläche des Gehirns sichtbar. Diese Vv. cerebri superficiales treten aus der Pia mater aus und verlaufen innerhalb des Subarachnoidalraumes mit Adhärenzen an die Arachnoidea mater<sup>26,27</sup>. Meist vereinigen sich zwei bis fünf kleinere Zweige zu größeren Stämmen<sup>27</sup>. In Sinusnähe liegen diese direkt der Dura mater an und sind im weiteren Verlauf an dieser fixiert, indem ihre parietale Wand in die Dura einbezogen wird<sup>15,27</sup>. Diese intraduralen Verlaufstrecken, die man als Brückenvenen bezeichnet<sup>15</sup>, sind gewöhnlich etwa 3 cm lang, können aber auch bis zu 7 cm lang sein und besitzen im Gegensatz zum vorher rundlichen Querschnitt der Venen ein ovales, teilweise erheblich abgeplattetes Lumen<sup>27</sup>. Auch weisen die Brückenvenen in ihrem subduralen Abschnitt mitunter eine deutlich dünnere Wandstärke als in ihrem

subarachnoidalen Verlauf auf, was zusammen mit einer unterschiedlichen Anordnung des Kollagens in der Venenwand eine Erklärung für die Fragilität dieser Abschnitte bietet<sup>29,30</sup>. Oft bilden kortikale Venen aus angrenzenden Arealen eine gemeinsame Brückenvene<sup>31</sup>. Für gewöhnlich findet man im frontalen und parietalen Bereich die längsten und an der Außenseite des Lobus temporalis die kürzesten Brückenvenen<sup>27,32-34</sup>. Diese münden schließlich in die Sinus durae matris, die das Blut den Vv. jugulares internaeführen. Während das obige Schema des venösen Rückflusses aus dem Gehirn bis auf wenige Ausnahmen<sup>35</sup> bei allen adulten Gehirnen zu finden ist, unterliegen die genaue Anzahl, die Lage, der Verzweigungsmodus, der Durchmesser und die vorhandenen Anastomosen der zerebralen Venen einer enormen Variabilität<sup>12,19,20,31,33,36-38</sup>. Diese zeigt sich nicht nur interindividuell, sondern auch in einer Differenz der linken und rechten Hemisphäre bei ein und demselben Gehirn<sup>31,39</sup>.

### **1.2.3 Zuflüsse zu den Sinus durae matris**

Von besonderem Interesse sind in dieser Arbeit der Sinus sagittalis superior und der Sinus transversus, da die Vena Trolard und die Vena Labbé diese beiden Sinus als Drainage verwenden.

### **1.2.4 Zuflüsse zum Sinus sagittalis superior**

Der Sinus sagittalis superior erstreckt sich von Foramen caecum bis zur Protuberantia occipitalis interna entlang der Oberkante der Falx cerebri und weist einen dreieckigen Querschnitt auf. Er kann Verbindungen zu den Venen der oberen Nasenhöhle besitzen, doch in vielen Fällen findet sich ein atretisches Teilstück in den ersten Zentimetern nach dem

Foramen caecum<sup>37,38</sup>. Er enthält in seinem Lumen bindegewebige Trabekeln und im okzipitalen Abschnitt ein längliches Septum, welches den Blutstrom auf die Sinus transversus verteilt, wobei zumeist der rechte Sinus transversus den größeren Teil des Blutes abführt<sup>15,21,27,31</sup>.

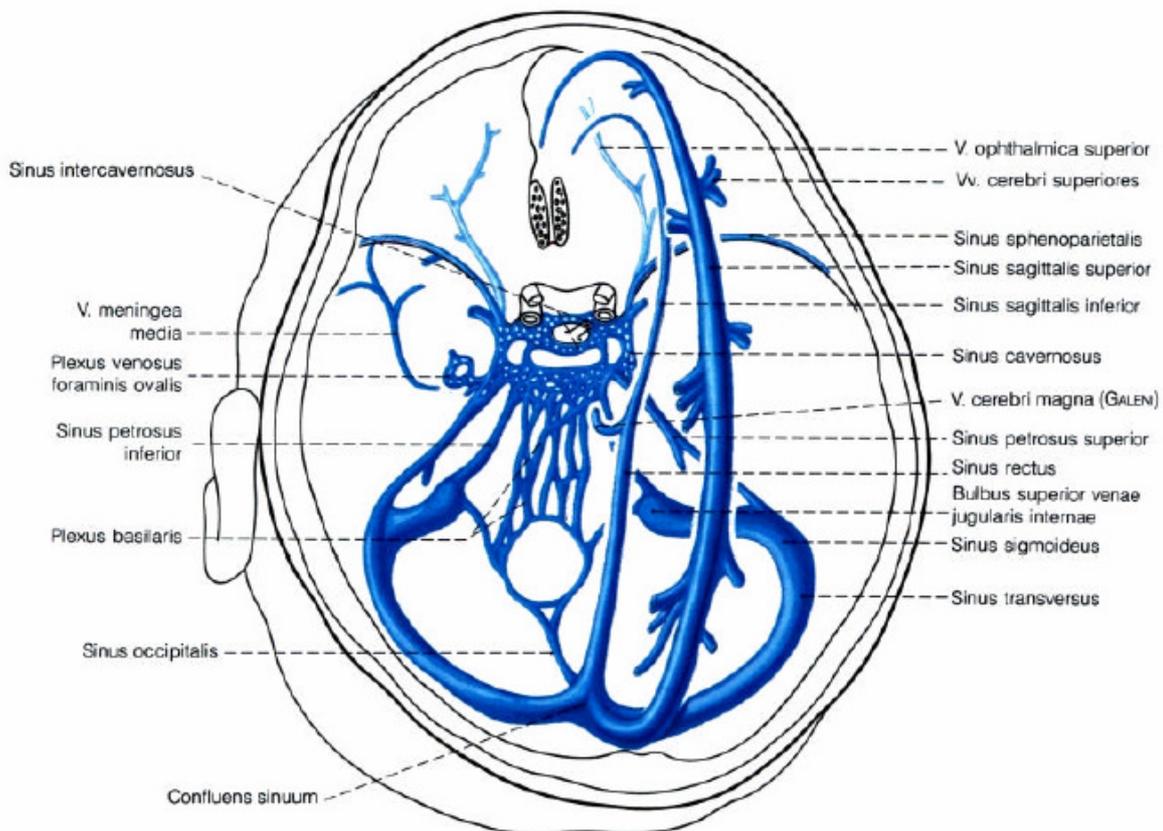


Abb. 1.1: Schema der Sinus durae matris in ihrer Projektion auf die Schädelbasis. (aus Benninghoff<sup>15</sup>)

Die lateralen kortikalen Venen münden meist direkt in die seitlichen Wände des Sinus sagittalis superior, vor allem in der hinteren Frontal- und der Parietalregion. Sie können aber auch über der Konvexität etwa 0,5 cm bis 3 cm vom Sinus sagittalis superior entfernt meningeale Sinus bilden, die wiederum vor Eintritt in diesen konfluieren können und bevorzugt in der vorderen Frontalregion und der hinteren Parietalregion auftreten<sup>33</sup>. Die Venen der medialen Hemisphärenoberfläche vereinigen sich meist mit denen der lateralen Konvexität, bevor diese in den Sinus münden<sup>21</sup>.

Beidseits des Sinus sagittalis superior finden sich vor allem im parietalen Bereich die Lacunae laterales, unregelmäßig strukturierte Nischen, die mit dem Sinus in Verbindung stehen und auch Zuflüsse aus meningealen und diploischen Venen besitzen<sup>15,21,27,31</sup> (siehe Abb. 2.3). In der Literatur ist umstritten, ob die Vv. cerebri superficiales immer direkt in den Sinus<sup>21</sup> oder gelegentlich in diese Nischen<sup>15</sup> münden. Neuere Untersuchungen von Rhoton<sup>31</sup> zeigen gelegentliche Verbindungen zwischen Venen und Lakunen, wobei die Venen meist direkt in den Sinus münden, indem sie unter den Lakunen durchziehen, manchmal mit diesen eine gemeinsame Einmündung aufweisen und selten direkt in diese münden. Häufig findet man im Sinus sagittalis superior und gehäuft in den Lacunae laterales Granulationes arachnoidales, die sich in das Lumen vorbuchten<sup>15,21,31,33</sup>.

Das Territorium, das der Sinus sagittalis superior drainiert, umfasst den oberen Teil der lateralen und medialen Hemisphärenoberfläche des Frontal-, Parietal- und Okzipitallappens sowie den vorderen Teil der Facies orbitalis des Frontallappens<sup>20,31,33</sup>.

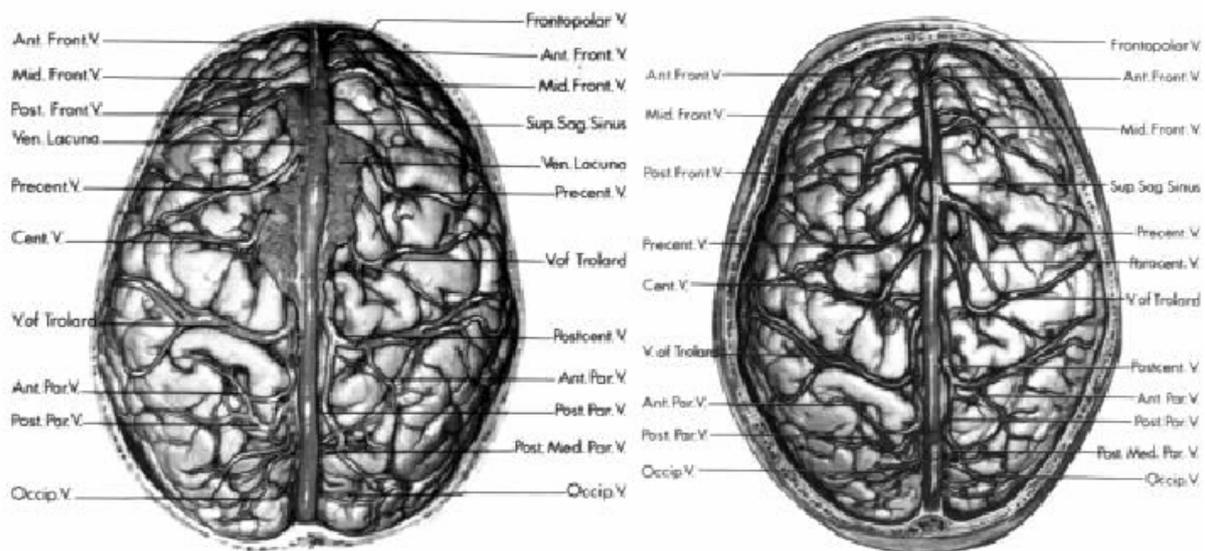


Abb.1.2: Linkes Bild: Sinus sagittalis superior mit angrenzenden Lacunae laterale.  
Rechten Bild: Die Lakunen wurden entfernt.  
(aus Oka et al.<sup>33</sup>)

### 1.2.4.1 Frontallappen

Die zum Sinus sagittalis superior aszendierenden frontalen Venen, die die laterale Seite der Hemisphären entbluten, beinhalten die V. frontopolaris, V. frontalis anterior, V. frontalis media, V. frontalis posterior, V. praecentralis und die V. centralis (auch V. rolandica genannt)<sup>33</sup>.

Die aus dieser Gruppe am meisten rostral gelegene V. frontopolaris, die parallel zum Sinus sagittalis superior um den Frontalpol zieht und den anterioren Teil des Gyrus frontalis superior, medius und inferior sowie Teile des Gyrus orbitalis drainiert, mündet in einer mittleren Entfernung von 2,5 cm bis 3 cm vom Frontalpol in den Sinus sagittalis superior<sup>21,31,33,38</sup>, kann jedoch bei Vorliegen eines atretischen rostralen Sinus auch bis zu 9 cm mediokaudalwärts ziehen und durch Aufnahme anderer frontaler Venen den Sinus auf dieser Länge ersetzen<sup>34,37</sup>.

Die Vv. frontales entbluten die frontale Konvexität in dem Gebiet zwischen dem der V. frontopolaris und V. praecentralis. Sie entstehen über dem oberen Teil des Gyrus frontalis inferior und ziehen über den Gyrus frontalis medius und anterior zum Sinus hin. Die V. frontalis anterior erreicht diesen im Mittel etwa 6,8 cm vom Frontalpol entfernt, die V. frontalis media in einem mittleren Abstand von 8,3 cm und die V. frontalis posterior bei etwa 10,5 cm<sup>31,33</sup>.

Die V. praecentralis entsteht aus Zuflüssen aus dem unteren Teil des Gyrus praecentralis, dem operkulären Teil des Gyrus frontalis inferior und Teilen des Gyrus frontalis inferior, medius und superior. Sie verläuft entlang des Sulcus praecentralis und zieht unter den Lacunae laterales hindurch zum Sinus, in den sie oft gemeinsam mit der V. frontalis posterior mündet<sup>31,33</sup>.

Die V. centralis, auch rolandische Vene genannt, drainiert die den Sulcus centralis begrenzenden Teile des Gyrus praecentralis und postcentralis und verläuft entlang des Sulcus

zum Sinus, in den sie in einer durchschnittlichen Entfernung von 12,5 cm vom Frontalpol mündet<sup>31,33</sup>.

Die Venen der frontalen Gruppe weisen im Schnitt Durchmesser von 1,5 mm bis 2,8 mm auf<sup>33,40</sup>. In der frontalen Venengruppe stellt die V. praecentralis in der Regel das stärkste Gefäß dar<sup>27,33,40</sup>.

#### **1.2.4.2 Parietallappen**

Zu den Venen, die die laterale Oberfläche des Parietallappens in Richtung des Sinus sagittalis superior drainieren, zählen die V. centralis, V. postcentralis, V. parietalis anterior und V. parietalis posterior<sup>31,33</sup>.

Die V. centralis (rolandica), die an den Sulcus centralis angrenzende Teile des Frontal- und Parietallappens drainiert, ist bereits bei der frontalen Venengruppe beschrieben worden.

Die V. postcentralis erhält Zuflüsse vom vorderen Teil des Gyrus supramarginalis, vom lateralen oberen Teil des Parietallappens und von hinteren Anteilen des Gyrus postcentralis. Sie steigt entlang des Sulcus postcentralis zum Sinus sagittalis superior auf, mit dem sie sich etwa 13,9 cm vom Frontalpol entfernt vereinigt<sup>31,33</sup>.

Die V. parietalis anterior führt venöses Blut von der Oberfläche des Gyrus supramarginalis und des Gyrus angularis dem Sinus sagittalis superior zu und zeigt dabei einen leicht nach posterior konvexen Verlauf. Vor ihrer zirka 16,1 cm occipital des Frontalpol gelegenen Einmündung in den Sinus erhält sie häufig Zuflüsse von Venen der medialen Hemisphärenoberfläche<sup>21,31,33</sup>.

Die V. parietalis posterior drainiert den hinteren Teil des unteren Parietallappens und angrenzende Teile des Okzipitallappens. Sie kann sich in ihrem Verlauf kurzzeitig dem Sulcus interparietalis annähern, doch kreuzt sie diesen in den meisten Fällen. Sie zeigt eine starke posteriore Konvexität und kann, nachdem sie über den oberen Parietallappen zur

Mantelkante aufgestiegen ist, lange Strecken nahezu parallel zum Sinus sagittalis superior verlaufen, bis sie in diesen, für gewöhnlich etwa 17,9 cm vom Frontalpol entfernt, einmündet<sup>21,31,33</sup>.

Die Venen der parietalen Gruppe besitzen meist einen ähnlichen Durchmesser wie die der frontalen Gruppe, also im Bereich von 1,7 mm bis 2,5 mm<sup>21,33</sup>.

### **1.2.4.3 Okzipitallappen**

Häufig sind die Venen der parietalen Gruppe die letzten Venen, die vor dem Confluens sinuum in den Sinus sagittalis superior münden. Gelegentlich findet sich eine im Mittel 2 mm starke V. occipitalis, die die oberen lateralen Anteile des Temporallappens drainiert. Sie weist ähnlich wie die V. parietalis posterior eine starke Konvexität auf und zieht nach rostral hin zum Sinus sagittalis superior, wo sie etwa 19,9 mm occipital des Frontalpol mündet<sup>20,21,33</sup>.

Im Falle ihres Fehlens wird diese Vene durch die posterioren parietalen Venen oder inferiore okzipitale Venen ersetzt<sup>20,21,33</sup>.

In der Regel findet sich ein Bereich von 4 cm bis 5 cm rostral des Confluens, in dem keine größeren Veneneinmündungen anzutreffen sind<sup>21,31,33,34</sup>.

### **1.2.5 Zuflüsse zum Sinus transversus**

Der rechte und linke Sinus transversus verlaufen im Sulcus sinus transversi vom Confluens sinuum am seitlichen Tentoriumrand entlang bis zur Basis des Felsenbeins, wo sie nach der Einmündung der Sinus petrosi superiores in die Sinus sigmoidei übergehen, die zu den Foramina jugularia ziehen<sup>15,21</sup>. Der rechte Sinus transversus ist in der Regel breiter als der linke und erhält im Confluens sinuum den größeren Teil des Blutes aus dem Sinus sagittalis superior, wohingegen der kleinere linke Sinus transversus meist den größeren Teil des Blutes

aus dem Sinus rectus fortführt<sup>15,21,31,33</sup>. Eine signifikante Asymmetrie der Sinus transversus existiert in 50%-80% der Fälle, in 5%-12% findet sich in angiographischen Studien eine komplette Atresie, meist des linken Sinus transversus<sup>41</sup>. Diese Asymmetrie ist entwicklungsbedingt und regelmäßig schon während der Embryonalperiode vorhanden<sup>19</sup>. Die Sinus transversus drainieren zerebelläre und inferiore zerebrale Venen. Viele Venen, die in die Sinus transversus münden, ziehen nicht direkt zu diesen, sondern bilden kurze tentorielle Sinus im Tentorium cerebelli<sup>15,21,31,33</sup>.

### **1.2.5.1 Temporallappen**

Die Venen der Konvexität des Temporallappens werden in eine aufsteigende und eine absteigende Gruppe unterteilt. Die aufsteigende Gruppe findet Anschluss an das System der Sylvischen Vene und soll dort behandelt werden. Die absteigende Gruppe, die sich aus der V. temporalis anterior, media und posterior zusammensetzt, drainiert in den Sinus transversus<sup>15,21,31,33</sup>.

Die V. temporalis anterior entblutet das vordere Drittel der lateralen Oberfläche des Temporallappens mit Ausnahme des Gyrus temporalis superior. Sie entsteht nahe dem Temporalpol über dem Gyrus temporalis medius. Nachdem sie den Sulcus temporalis inferior und den gleichnamigen Gyrus überkreuzt hat, zieht sie meist um den unteren Rand der Hemisphäre herum und mündet in einen anteriolateralen tentoriellen Sinus, den Sinus tentorialis lateralis, der Anschluss zum Sinus transversus findet. Sie kann aber auch über die Labbé'sche Vene oder direkt in den Sinus transversus münden<sup>31,33</sup>.

Die V. temporalis media entsteht aus Zuflüssen vom mittleren Teil der Konvexität des Temporallappens. Sie zieht schräg nach hinten über den Sulcus und Gyrus temporalis inferior zur Incisura praeoccipitalis, wo sie entweder in den Sinus tentorialis lateralis, die Labbé'sche Vene oder direkt in den Sinus transversus mündet<sup>31,33</sup>.

Die V. temporalis posterior drainiert das hintere Drittel der Temporallappenoberfläche, gelegentlich auch den Gyrus angularis und den vorderen Teil des Okzipitallappens. Sie zieht von oberhalb der Incisura praeoccipitalis mehr oder weniger senkrecht nach unten über den Gyrus temporalis medius und inferior zur okzipitalen Inzisur, wo sie sich in den meisten Fällen mit dem Sinus tentorialis lateralis verbindet<sup>31,33</sup>.

### **1.2.5.2 Okzipitallappen**

Die venöse Drainage des Occipitallappens geschieht meist über die hinteren parietalen Venen. Die Venen des unteren Drittels der lateralen Oberfläche des Okzipitallappens können sich mit der Labbé'schen Vene vereinigen oder mit posteroinferioren temporalen Venen, die im subduralen Raum auf der Unterseite des Temporallappens zum Sinus transversus ziehen. In etwas weniger als der Hälfte der Fälle lässt sich eine V. occipitalis inferior ausmachen, die das Blut der unteren Konvexität des Okzipitallappens dem Sinus tentorialis lateralis oder dem Sinus transversus zuführt<sup>31,33</sup>.

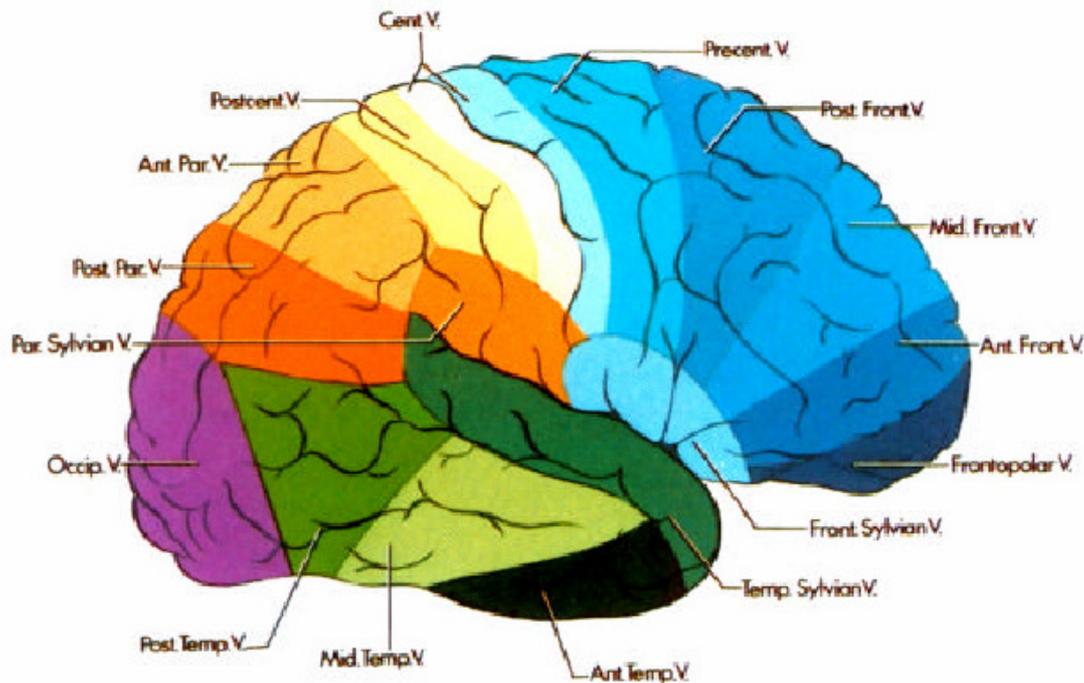


Abb. 1.3 Die Drainagegebiete der Venen der lateralen Großhirnoberfläche.  
(aus Oka et al.<sup>33</sup>)

### 1.2.6 Vena anastomotica superior (Trolard)

Bereits 1868 beschrieb P. Trolard eine „Grand veine anastomotique“, die den Sinus sagittalis superior mit der Sylvischen Venengruppe, dem Sinus petrosus superior über einen tentoriellen Sinus verbindet. Ihm zu Ehren bezeichnet man heute die Vena anastomotica superior, die größte Vene, die den Sinus sagittalis superior mit der V. cerebri media superficialis und somit dem Sinus sphenoparietalis oder seltener dem Sinus cavernosus verbindet, als „Trolard’sche Vene“.

Ihren Ursprung hat diese Vene aus der Verlängerung einer Vene der Zentralregion, oft der V. postcentralis, jedoch ist die Lage interindividuell sehr variabel und auch deutlich weiter frontal oder occipital entspringen.

Im weiteren Verlauf entlang der Konvexität des Gehirns liegt sie in der Nähe des Sulcus centralis, gelegentlich (14-18%) auch doppelt angelegt.

Der mittlere Durchmesser des Gefäßes liegt bei 1,1 – 3,3 mm.

Die V. Trolard ist damit je nach Lage und Kaliber für die venöse Drainage des Frontal- und/oder Parietallappens verantwortlich.

### **1.2.7 Vena anastomotica inferior (Labbé)**

Wenige Jahre nach Trolard publizierte C. Labbé (1851-1889) einen Artikel mit dem Titel „Note sur la circulation veineuse du cerveau et sur le mode de développement des corpuscules de Pacchioni“, in dem eine weitere bedeutende oberflächliche Vene beschrieben wird, die als Anastomose zwischen dem Sinus sagittalis superior und dem Sinus transversus fungiert.

Als Namen für diese Vene schlug Labbé „Grand veine anastomotique cérébrale postérieure“ vor. Heute trägt die Vena anastomotica inferior analog zur „Trolard’schen Venen“ den Namen ihres Erstbeschreibers „Labbé’sche Vene“.

Der Ursprung dieser Vene liegt im Bereich der Sylvischen Venengruppe, von wo sie etwa in Höhe der V. temporalis media nach posteroinferior in den Sinus transversus mündet. Dieser Eintritt in den Sinus liegt meist in anterioren Anteil dessen. In ihrem Verlauf nimmt die Vene oft auch kleinere Venen aus benachbarten Bereich auf.

Auch die V. Labbé ist als doppelt auftretend beschrieben.

Der mittlere Durchmesser beträgt 1,1 bis 2,7 mm.

Das Hauptdrainagegebiet der Vena anastomotica inferior liegt demnach im Temporallappen, über Verbindungen zu benachbarten oberflächlichen Venen gelegentlich auch im Occipitallappen.

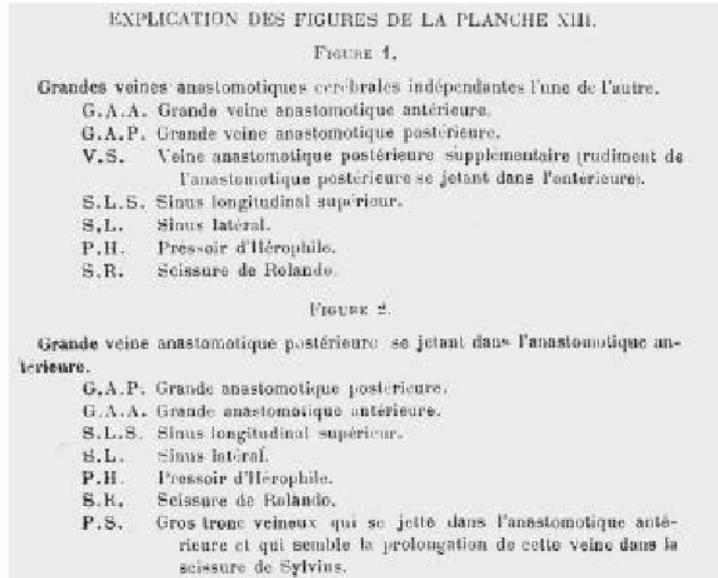
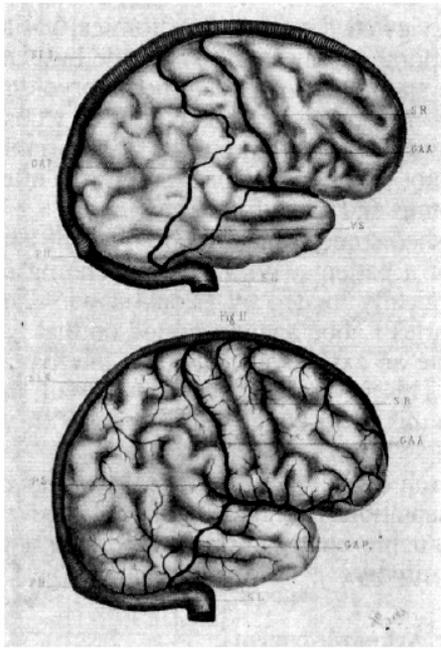


Abb. 1.4: Originalzeichnung von Charles Labbé aus den „Archives de Physiologie Normale et Pathologique“ 1879 links und die Legende rechts (aus Bartels et al., 1997<sup>42</sup>).

### 1.2.8 Vena cerebri media superficialis (Sylvische Vene)

Die oberflächliche Sylvische Vene entsteht am posterioren Ende der Sylvischen Fissur am Gyrus angularis und verläuft entlang des Sulcus lateralis bis zum Hinterrand des kleinen Keilbeinflügels, wo sie nach Vereinigung mit der V. cerebri media profunda meist in den Sinus sphenoparietalis mündet, seltener den Sinus cavernosus direkt. Sie kann jedoch auch die Sylvische Fissur verlassen und um den Temporalpol herumziehen, um sich am Boden der mittleren Schädelgrube mit einem venösen Sinus oder der V. basilaris zu vereinigen. Sie drainiert die Umgebung des Sulcus lateralis und die Opercula und nimmt die frontosylvischen, parietosylvischen und temporosylvischen Venen auf.

Die V. cerebri media superficialis ist die konstanteste aller oberflächlichen Hirnvenen. Sie kommt im Mittel in 74% der Fälle vor. In 8-10% der Fälle ist sie doppelt angelegt, die zwei

Stämme vereinigen sich für gewöhnlich vor Eintritt in die venösen Sinus. An ihrem Durchtritt durch die Arachnoidea ist sie im Mittel etwa 1,8 mm bis 2,6 mm stark.

Im Falle einer kleinen oder fehlenden V. cerebri media superficialis übernehmen angrenzende Venen die Drainage der Opercula und des Gebietes entlang des Sulcus lateralis. Die vom oberen Rand der Sylvischen Fissur aufsteigenden Venen finden Anschluss an Venen, die zum Sinus sagittalis superior drainieren. Die vom unteren Rand der Sylvischen Fissur absteigenden Venen verlaufen nach posteroinferior, um sich mit Venen zu vereinigen, die in die Sinus unterhalb des Temporallappens münden. Fehlt das zentrale Segment der Sylvischen Vene, so drainiert das anteriore Segment in die basalen Sinus (siehe oben), während das posteriore Segment über die anastomotischen Venen von Trolard und Labbé Anschluss an den Sinus sagittalis superior und den Sinus transversus findet.

### **1.2.9 Tiefes Venensystem**

Neben dem beschriebenen oberflächlichen System der Venen existiert auch ein tiefes System der inneren Hirnvenen. Aus dem Frontallappen entspringen die Vv. septi pellucidi und die Vv. frontoparietales, die sich im weiteren Verlauf zu den Vv. cerebri internae vereinigen. Andere Zuflüsse zu diesen Venen stammen von den Vv. thalamostriatae, die Blut aus dem Corpus striatum und Teilen des Thalamus führen, sowie aus den Vv. choroidae mit Blut aus dem Plexus choroideus der Seitenventrikel. Die Vv. cerebri internae vereinigen sich zusammen mit den Vv. basales [Rosenthal], die ähnlich dem Circulus arteriosus an der Hirnbasis ein kreisförmiges Kolalateralsystem aufbauen, zur V. cerebri magna [Galen], die ihrerseits in den Sinus rectus mündet.

Entsprechend ihrem Drainagegebiet können venöse Stauungen der inneren Hirnvenen zu extrapyramidalen Symptomen und vor allem Bewusstseinsbeeinträchtigung bis hin zum Koma führen.

Die Grenze zwischen oberflächlicher und tiefer Drainage ist auf Abbildung 1.5 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Oberfläche des Cortex, entsprechend der grauen Substanz, sowie die direkt angrenzende weiße Substanz bis zu einer Gesamttiefe von etwa 2 cm über das oberflächliche venöse System drainiert. Die dafür verantwortlichen Venen wurden bereits beschrieben. Das tiefe venöse System, das oben ebenfalls bereits skizziert wurde, ist für den auf der rechten Abbildung blau markierten Bereich und damit den Großteil der weißen Substanz zuständig. Die linke Abbildung visualisiert insbesondere die enge Verbindung zwischen den beiden genannten Systemen, die eine relativ strenge Grenze, auch als Wasserscheide bezeichnet, haben. Der Blutfluss in den anastomosierenden Gefäßen ist dabei je nach Notwendigkeit unterschiedlich, er kann also sowohl vom tiefen in der oberflächliche System als auch in die umgekehrte Richtung laufen. Über die Anastomosen zwischen dem oberflächlichen und dem tiefen System der venösen Drainage, die interindividuell sehr unterschiedlich ausgeprägt sein kann, ist im Falle der Störung des Abflusses in einem der beiden Systeme bedingt eine Kompensation durch das andere System möglich. Dies darf jedoch, wie die neurochirurgische Erfahrung zeigt, nicht als Garantie gesehen werden, insbesondere, da die Ausbildung von funktionell wirksamen Anastomosen eine gewisse Zeit dauern kann und daher in Falle eines akuten Verschlusses nicht relevant ist.

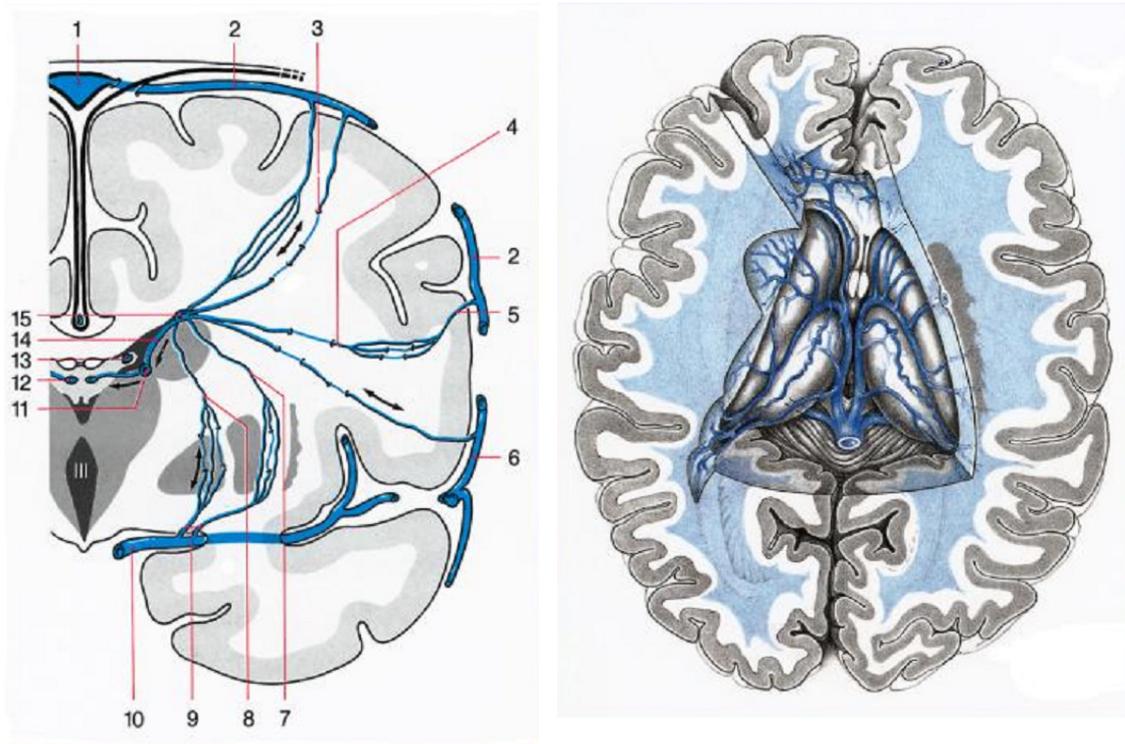


Abb. 1.5: Tiefes venöses Drainagesystem  
(aus Yasargil<sup>43</sup>)

### 1.3 Operative Zugänge mit besonderem Bezug zu den anastomosierenden Venen

#### 1.3.1 Transsylvische Zugänge

Dieser auch als pterionaler Zugang beschriebene Weg ermöglicht den Zugang zur vorderen und mittleren Schädelgrube, der Orbita, den Bereich um den Clivus und Sinus cavernosus sowie den mediobasalen Anteilen des Temporallappens. Seine Anwendung findet er häufig bei:

- Aneurysmen, insbesondere der A. carotis interna und A. basilaris
- Tumoren im Bereich der Sella, der Orbitaregion, des N. opticus, des Clivus, der anterioren Pons
- der selektiven Amygdalohippokampektomie.

Nach entsprechender Kraniotomie und Eröffnung der Dura blickt man auf die Sylvische Fissur, die im folgenden eröffnet wird. Dabei gilt es, die in diesem Bereich gelegenen und in manchen Fällen sehr ausgeprägten sylvischen Venen zu schonen. Der Ursprung der V. Trolard und V. Labbé ist hier sehr variabel zwischen frontal und occipital und muss beachtet werden. Nach sicherer Identifizierung der Gefäße und der anderen relevanten Strukturen kann die weitere Präparation erfolgen.

### **1.3.2. Zugänge zum Temporallappen**

Diese Zugänge findet Anwendung bei Prozessen im Temporallappen bzw. im Bereich der vorderen, mittleren und hinteren Schädelgrube, die unter Retraktion des Temporallappens subtemporal zugänglich sind.

Je nach zu erreichendem Ziel kann man die Zugänge in einen anterioren, medialen und posterioren einteilen:

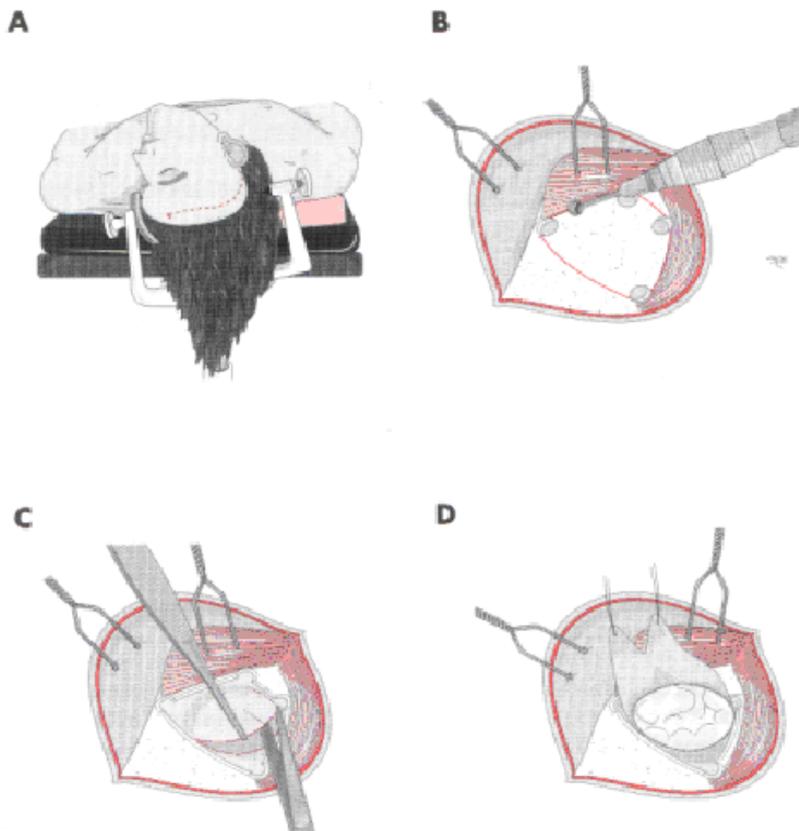
#### **1.3.2.1 Anteriore temporale Kraniotomie**

Typische Indikationen sind:

- Aneurysmen der A. basilaris und ihrer Äste
- Tumore/Kavernome/Arteriovenöse Malformationen (AVM's), anterior, temporal, der mittleren Schädelgrube, des Sinus cavernosus, des Cavum Meckeli, im Bereich des Tentoriumsschlitzes, des oberen Clivusdrittels
- Amygdalohippokampektomie

Nach Hautinzision wird die Kraniotomie durchgeführt, wobei es das Ziel ist, sowohl die Schädelbasis als auch der Temporallappen suffizient zu exponieren. Die Dura wird eröffnet und zur Relaxation der Druck-Verhältnisse Mannit gegeben. Vor der weiteren Präparation

werden nun die relevanten anatomischen Strukturen identifiziert. Dabei ist eine wichtige die V. Labbé, die in diesem Bereich aus der Gruppe der sylvischen Venen entspringt und hin zum Sinus transversus zieht. Im vorderen Bereich des Temporallappens ist die V. Labbé tendenziell eher selten anzutreffen, doch gibt es individuell sehr unterschiedliche Verläufe, so dass auch hier mit einem Antreffen der Vene gerechnet werden muss.



*Abb. 2.1: Anterior temporale Kraniotomie*

*A: Kopflagerung*

*B: Anlage der Bohrlöcher*

*C: Duraeröffnung*

*D: Subtemporale Exposition*

(aus Winkler PA, Steiger HJ: Anteriore temporale subtemporale Kraniotomie. In: Steiger HJ, Reulen HJ: Manual Neurochirurgie<sup>14</sup>)

### **1.3.2.2 Mittlere temporale Kraniotomie**

Die Unterteilung und Abgrenzung der mittleren Kraniotomie von der anterioren und posterioren Kraniotomie ist mehr oder weniger eine quantitative. Bei der mittleren temporalen Kraniotomie werden nämlich sowohl der Hautlappen als auch die knöcherne Freilegung etwas weiter in Richtung Ohransatz ausgedehnt, so dass aus dem halbbogenförmigen ein Fragezeichen-ähnlicher Hautlappen wird. Bei der mittleren temporalen Kraniotomie ist noch viel eher als bei der anterioren Form die Exposition der Einmündungsstelle der V. Labbé zu erwarten.

### **1.3.2.3 Posteriore temporale Kraniotomie**

Indikationen für diesen Zugang sind:

- Aneurysmen der A. cerebri posterior, A. basilaris
- Tumoren im Bereich des hinteren Temporallappens oder subtemporal

Aufgrund der Nähe zum Sinus sigmoideus, dem Meatus acusticus externus und der Paukenhöhle muss bei der Kraniotomie auf besonders auf die Erhaltung dieser Strukturen geachtet werden. Nach Eröffnung der Dura und Gabe von Mannit werden die relevanten anatomischen Strukturen identifiziert. Die V. Labbé, die aus der sylvischen Venengruppe zum Sinus transversus zieht und dabei direkt im Bereich der erfolgten Kraniotomie liegt, muss dabei besondere Bedeutung zugemessen werden.

Sollte eine zu excidierende Raumforderung direkt unterhalb des Verlaufs der V. Labbé liegen, bietet es sich an, die Venen von Anfang der Präparation an in ihrem Verlauf sauber darzustellen und von dem umgebenden Gewebe zu skelettieren.

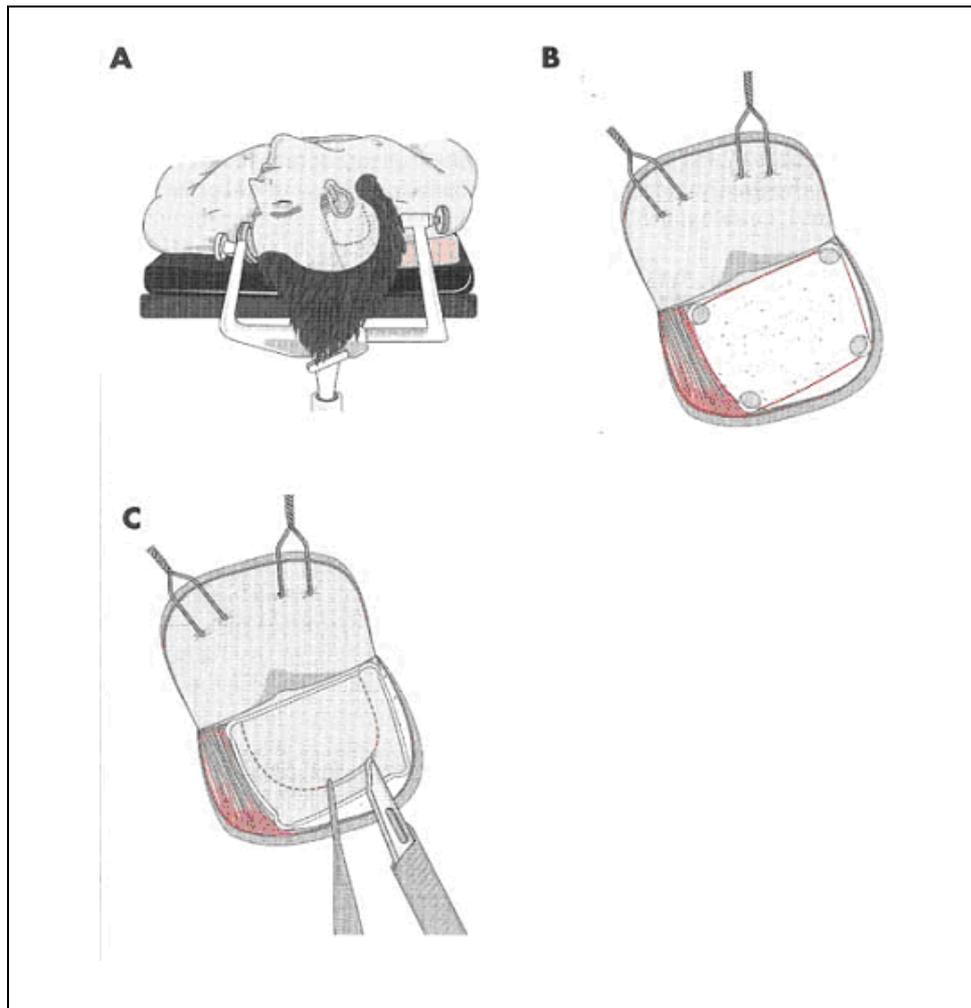


Abb. 2.2: *Posteriore temporale Kraniotomie*  
 A: Lagerung des Kopfes  
 B: Anlage der Bohrlöcher  
 C: Duraeröffnung  
 (aus Winkler PA, Steiger HJ: Anteriore temporale subtemporale Kraniotomie. In: Steiger HJ, Reulen HJ: Manual Neurochirurgie<sup>44</sup>)

### 1.3.3. Subtemporale Zugänge zu pontomesencephalen Strukturen

Um die mikrochirurgischen Zugänge zu den pontomesencephalen Zielstrukturen zu verstehen, muss man eine systematische Einteilung der Zisternenanatomie zugrunde legen. In einer grundlegenden Arbeit aus unserem Labor (Ardeshiri, Winkler Neurosurgery in Press) haben wir eine klare Einteilung der perimesencephalen Zisternen und der Incisura tentorii vorgeschlagen.

Dabei haben wir diesen Raum in eine

- vordere
- mittlere
- hintere

Incisura tentorii gegliedert.

Wie schon im letzten Abschnitt erwähnt gibt es im Bereich der Incisura eine Reihe von pathologischen Veränderungen, die über verschiedene Zugangswege operiert werden können.

Welchen Zugang man wählt ist abhängig von der Läsion selbst und wichtiger ihrer Lokalisation innerhalb der Incisura. Daher werden im folgenden die Zugangswege den verschiedenen Teilen der Incisura zugeordnet.

In der mittleren Schädelgrube gelegene Prozesse wie Meningeome des Felsenbeins, Chordome und Neurinome des Nervus trigeminus erreicht man oft am besten über einen subtemporalen Zugang.

Dabei kann man zwischen dem vorderen, mittleren und dem hinteren subtemporalen Zugang unterscheiden, bezogen auf die Mitte des Temporallappens und die Incisura tentorii.

### **Einteilung der Incisura tentorii**

Die neurovaskulären Strukturen der Incisura tentorii stellen eine der komplexesten Regionen im Hirn dar. Ein besseres Verständnis für die Anatomie und Topographie erhält man, wenn man diese schwererfassbare Region aufteilt, um sich dann die Beziehungen der Strukturen zueinander klarzumachen. Dabei unterscheiden wir einen vorderen, einen mittleren und einen hinteren Bereich (siehe Abb. 2.3). Eine grobe Begrenzung stellt der Hirnstamm dar. Bis zum Vorderrand befindet sich dann der vordere, zwischen dem Vorder- und dem Hinterrand der mittlere und dorsal des Hinterrandes der hintere Bereich.

Der vordere Teil der Incisura wird nach kranial vom Rostrum des Corpus callosum, von der Lamina terminalis und der medialen Fläche des Frontallappens begrenzt. Die hintere Begrenzung stellt wie schon erwähnt eine gedachte Linie an der Vorderfläche des Hirnstamms dar. Nach vorne erstreckt sich die vordere Incisur bis zum Clivus. Nach lateral zieht sie dann bis in die Sylvische Fissur.

Der mittlere Bereich der Incisura befindet sich im meist lateral vom Hirnstamm und medial vom Temporallappen im oberen und vom Kleinhirn im unteren Abschnitt. Diese mediale Begrenzung wird vom Sulcus pontomesencephalicus unterteilt, der sich auf Höhe des freien Randes des Tentoriums befindet. Eine weitere Unterteilung der mittleren Incisur stellt der Sulcus lateralis mesencephali dar. Wir differenzieren somit einen größeren vorderen, der vom Pedunculus cerebri gebildet wird, und einen kleineren hinteren Anteil, der sich über das Tegmentum erstreckt. Diesem werden das Trigonum lemnisci und das Brachium colliculi inferioris zugeordnet. Nach oben wird der mittlere Abschnitt vom hinteren Anteil des Tractus opticus und von der Unterfläche des Pulvinars gebildet. Eine gedachte Linie an der hinteren Fläche des Hirnstamms, genauer der Vierhügelplatte, trennt den mittleren vom hinteren Anteil der Incisur. Unterhalb des Tentoriums steht die mittlere Incisur mit dem vorderen Abschnitt der Fissura cerebellomesencephalica in Verbindung.

Das Dach der hinteren Incisur wird vom Endabschnitt des Crus fornicis, Unterfläche des Spleniums und der Commissura hippocampalis gebildet. Nach vorn reicht dieser Raum bis zum Corpus pineale, zur Commissura habenularum und zum Trigonum habenulae. Ferner wird der untere Anteil der vorderen Begrenzung medial von der Lingula der Vermis und lateral von Pedunculus cerebellaris superior gebildet. Das Pulvinar, das Crus fornicis und die mediale Oberfläche der Hemisphären schließen den hinteren Raum nach lateral ab. Das Culmen vermis und der Lobus quadrangularis des Kleinhirns stellen die hintere und die Fissura cerebello-mesencephalica stellt die untere Begrenzung dar.

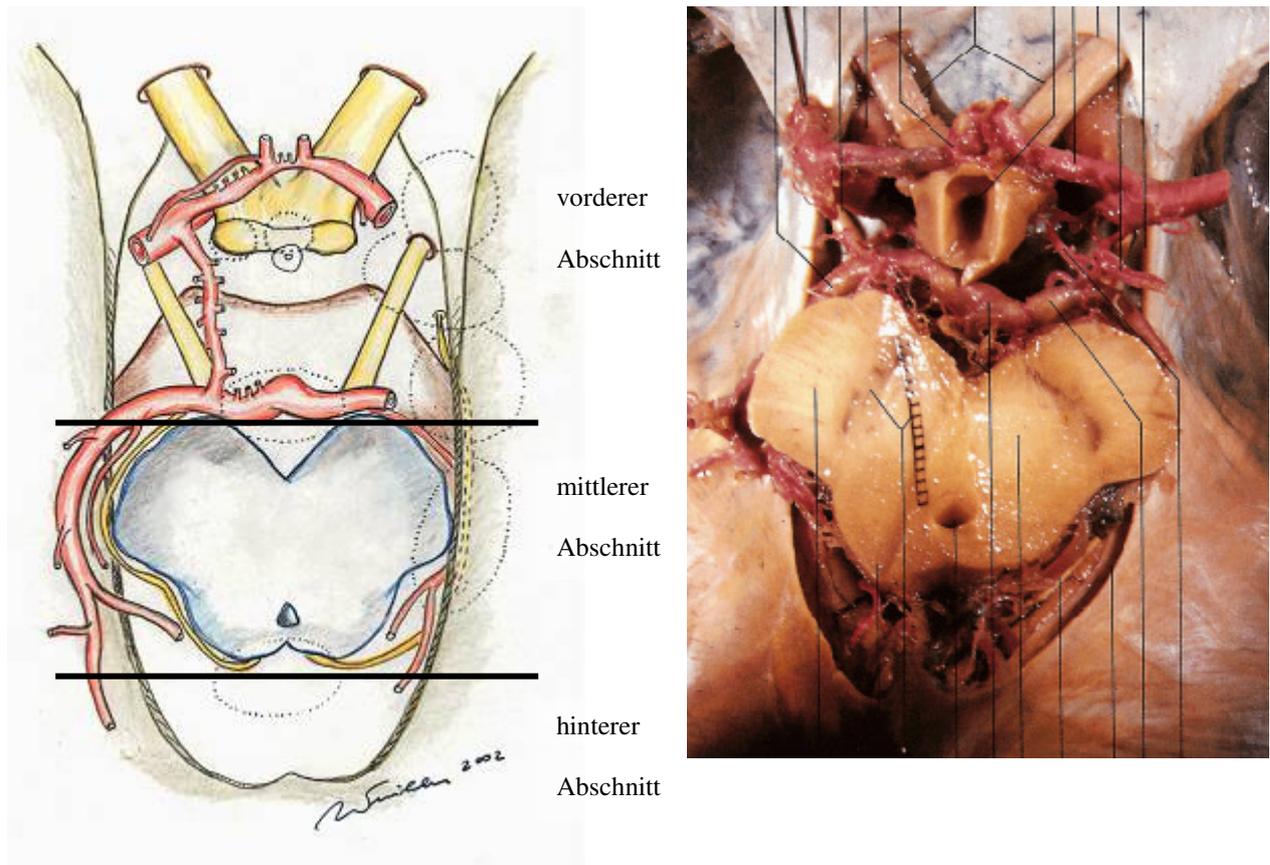


Abb. 2.3: Einteilung der Incisura tentorii in einen vorderen, mittleren und hinteren Abschnitt. (nach P.A. Winkler)

#### 1.4. Häufige Läsionen im Bereich der Incisura tentorii

Es gibt verschiedene pathologische Prozesse, die durch einen Zugang zur Incisura tentorii erreicht werden. Es bietet sich wegen der besseren Übersicht und der Gliederung ebenfalls an, sich an die drei im vorherigen Abschnitt erwähnten Teile der Incisura zu orientieren: vorderer, mittlerer und hinterer Bereich.

##### Vorderer Bereich der Incisura tentorii

Zu den tumorösen Prozessen in dieser Region gehören u.a. Kraniopharyngiome, Clivuschordome, Hypophysenadenome, Meningeome des Tuberculum sellae und des Clivus,

Keilbeinflügelmeningeome, Occulomotoriusneurinome, Teratome und Gliome des Hypothalamus und des Nervus opticus. Bei vaskulären Prozessen spielen neben den sacciformen Aneurysmen, von denen sich ein Großteil (ca. 95%) in diesem Bereich befindet, die AVM eine Rolle.

### **Mittlerer Bereich der Incisura tentorii**

In diesem Abschnitt kommen neben Meningeome der Felsenbeinspitze, des freien Randes des Tentoriums und des Meckelschen Cavums auch Temporallappengliome, Trochlearis- und Trigemini-neurinome und AVM's des Temporallappens vor. Die Aneurysmen dieser Region betreffen die Arteria cerebelli superior, vor allem an der Aufteilung in den medialen und lateralen Anteil, und die Arteria cerebri posterior. Außerdem wird der mittlere Teil der Incisura bei der Epilepsiechirurgie, nämlich bei der Amygdalohippocampektomie und der Lobektomie des Temporallappens, und der Operation von Trigemini-neuralgien beansprucht.

### **Hinterer Bereich der Incisura tentorii**

Pathologische vaskuläre Prozesse beinhalten AVM's des Okzipitallappens und des Kleinhirns und Aneurysmen der Vena cerebri magna (Galenische Vene). Weitere bedeutende Läsionen im hinteren Bereich sind Pinealstumore, Gliome des Pulvinar, der Vierhügelplatte, des Spleniums und des Kleinhirns, Meningeome der Tela choroidea des Velum interpositum und Atriums und Meningeome, die von der Verbindung zwischen der Falx und dem Tentorium ausgehen.

Besonders beim hinteren Zugang ist der Verlauf der Vena Labbé dabei von Bedeutung. Um die basalen Strukturen bzw. einen dort befindlichen Tumor zu erreichen, muss der Temporallappen vorsichtig retrahiert werden. Die Vena Labbé fungiert im Bereich des hinteren Temporallappens als eine das Gehirn mit dem Sinus transversus verbindende

Struktur. Entsteht durch die nötige Retraktion eine Veränderung der Flusseigenschaften in der V. Labbé, so kann durch den venösen Stau ein Infarkt entstehen. Weiterhin kann es durch das Anheben des Temporallappens zu einem Abklemmen der V. Labbé im Bereich der Sylvischen Venengruppe führen. Beide genannten Gefahren, die Dehnung der Einmündungsstelle in den Sinus transversus und das Abdrücken bei Eintritt in die Sylvische Venengruppe müssen bei der Planung des subtemporalen Zugangs Rechnung getragen werden. Zur optimalen Schonung der V. Labbé ist es daher wichtig, die Retraktion des Temporallappens stets langsam und unter stetiger Kontrolle des Flusses in genannter Venen durchzuführen.

#### **1.3.4 Interhemisphärische Zugänge**

Der Zugang zwischen den beiden Hemisphären ermöglicht es, tiefer gelegene Strukturen des Gehirns zu erreichen. Dazu zählen:

- Corpus callosum
- III. Ventrikel sowie die Seitenventrikel
- medialen Anteile des Frontal-, Parietal- und Occipitallappens
- der Gyrus parahippocampalis, die Regio pinealis
- Kleinhirn, dabei besonders die superioren Strukturen und den Vermis

Je nach dem benötigten Ausmaß der Kraniotomie werden dabei ein oder mehrere Bohrlöcher, über oder wenige Millimeter neben dem Sinus sagittalis superior plaziert. Es folgt die Incision der Dura. Bereits hierbei ist es wichtig, die subdural verlaufenden Brückenvenen zu erkennen und zu schonen. Neben diesen mündet auch die V. Trolard in den SSS, meist im Bereich der parieto-occipitalen Mantelkante, so dass diese ebenfalls hochgradig gefährdet sein kann.

Bei Präparation der Venen nahe der Mantelkante ist auch besonders der Einmündungswinkel der Venen zu beachten. Wie von anderen Arbeitsgruppen gezeigt werden konnte<sup>15,21,33</sup>, unter anderem in der Dissertation von N. Jordan aus unserem Labor, verlaufen die einmündenden Venen oft ein Stück parallel zum Sinus sagittalis superior bevor sie an der Mantelkante nach ventral ziehen. Der Winkel der Einmündung nimmt von frontal nach occipital stetig zu. Dies kann vor allem Sinus-nah die Präparation erschweren, da der vom Sinus distante Verlauf einer Venen keine direkten Rückschlüsse über den direkt Sinus-nahen Verlauf erlaubt.

Zur besseren präoperativen Planung bietet sich die MRT-Bildgebung mit Rekonstruktion der Venen an. Die mittlerweile dabei erzielbare Bildqualität erlaubt eine gute Identifizierung der im Zugangsbereich liegenden venösen Strukturen. Durch das Einspeisen der Daten in ein Neuronavigationssystem kann der Operateur vor der geplanten Operation den Ort der Kraniotomie und Duraeröffnung optimal planen.

Ist der Verlauf der V. Trolard prä- oder intraoperativ gesichert, kann entsprechend die Eröffnung der Dura erfolgen. Liegt der Zugangsweg eng benachbart zu einer Vene, wird die Dura vor und hinter der V. Trolard eröffnet und die Dura über der Vene als Steg bestehen gelassen.

### **1.3.5 Operationen im Bereich der Zentralregion**

Ähnlich wie bei den interhemisphärischen Freilegungen ist auch bei beim Zugang zur Zentralregion das Eröffnen der Dura oft nahe der Mantelkante und an der Konvexität des Parietal- sowie Occipitallappens von Nöten. Die V. Trolard kann dort als starke Vene imponieren.

### 1.3.6 Basale Zugänge

Unter diesem Begriff werden die ausgedehnteren Zugänge zur Schädelbasis subsummiert, wie alle präsigmoidalen und retrosigmoidalen basalen Zugänge, die auf ihrem Weg zur Schädelbasis auch das basale venöse System in der Vorbereitungsphase für die Operationsplanung berücksichtigen müssen. Zielstrukturen für diese Zugänge sind meistens ausgedehnte, zum Teil stark vaskularisierte Raumforderungen, die häufig ihren Ursprung in den umliegenden knöchernen bzw. auch Weichteilstrukturen haben.

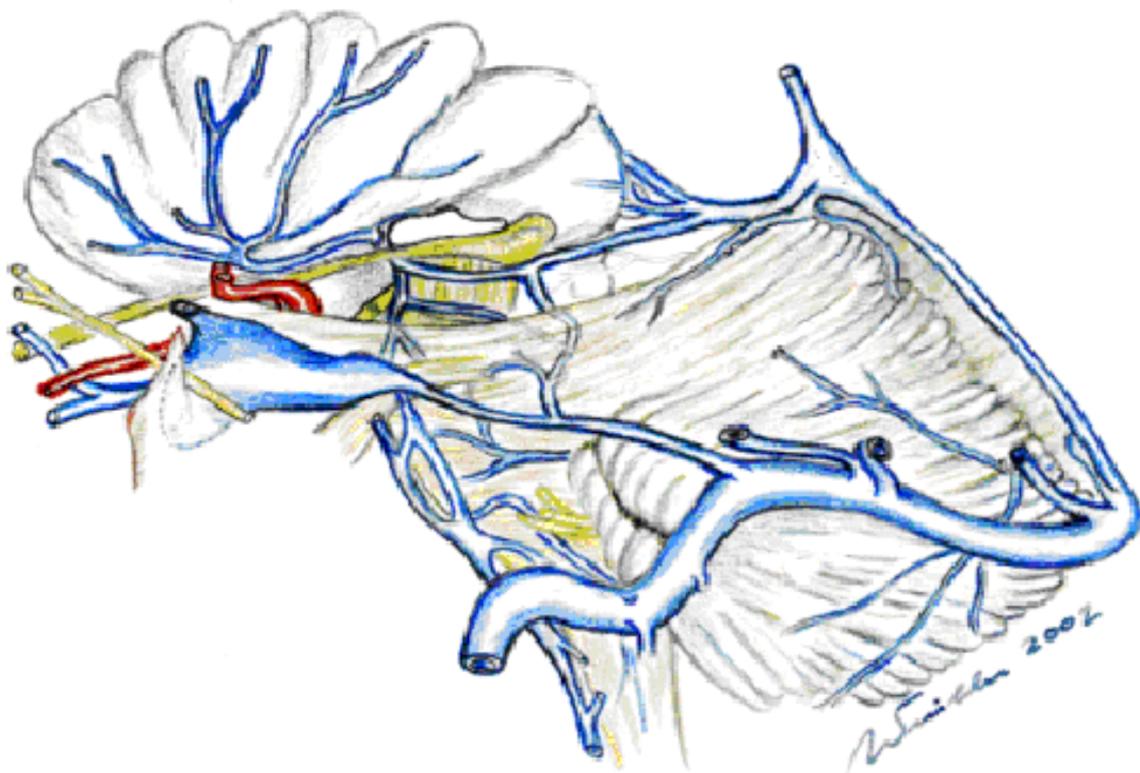


Abb. 2.4: Basales venöses System  
(Zeichung von P.A. Winkler, 2002)

### 1.3.7 Entlastungskraniotomie

Die dekompressive Kraniotomie wird oft kontrovers diskutiert bezüglich ihrer Indikation und Nutzens. Typische Indikationen für einen solchen Eingriff sind:

- posttraumatische Hirndruckerhöhung
- maligner Hirninfarkt
- akute Blutungen

Besonders bei zu entlastendem Hirndruck ist es dabei von unbedingter Notwendigkeit, die Kraniotomie möglichst groß durchzuführen. Bei maximaler Ausdehnung der Eröffnung beträgt der Volumengewinn etwa 100cc. Dabei muss der Durchmesser mindestens 10cm betragen, wobei daraus dann ein Volumengewinn von etwa 30cc resultiert. Wird die Kraniotomie zu klein gewählt, kann es durch einen Herniation des Hirngewebes durch die Öffnung und konsekutive Kompression des Gewebes an den Knochenrändern zu einem sekundären Schaden kommen, der leicht durch eine größere Eröffnung zu vermeiden gewesen wäre. Eine suffiziente Entlastung erfordert dabei auch eine genügende Freilegung der temporalen basalen Strukturen, da eine Einklemmung in diesem Bereich besonders fatal sein kann.

Nach erfolgter Kraniotomie wird heutzutage fast immer auch eine Eröffnung der Dura und Interposition eines Patches durchgeführt, um zusätzlichen Raum für die zu erwartenden Schwellung des Gehirns zu schaffen. Aufgrund der Größe der Kraniotomie sind sowohl die V. Labbé und die V. Trolard potentiell gefährdet. Es empfiehlt sich, die Gefäße bei der vorsichtigen Eröffnung der Dura rasch zu identifizieren, um das weitere Vorgehen entsprechend Modifizieren zu können.

Eine Schädigung der Venen mit konsekutivem Anstau venösen Blutes kann wie beschrieben zu einer Erhöhung des Hirndrucks führen. Liegt wie bei den Indikationen zur dekompressiven

Kraniotomie sowieso schon ein erhöhtes Niveau vor, sollte es unbedingt vermieden werden, durch eine Schädigung der venösen Strukturen einen weiteren Anstieg zu riskieren.

## **2. Ziele und Fragestellung**

### **2.1 Lagebestimmung der Venen**

Als erste Untersuchung der Präparate haben wir die Lage der oberflächlichen Venen, d.h. der Sylvischen Venengruppe, der V. Labbé und der V. Trolard bestimmt und dabei deren Verlauf analysiert.

Dabei musste zunächst entschieden werden, ob die entsprechenden Venen überhaupt angelegt waren. Für die V. Trolard bedeutete dies, ob eine anastomosierende Vene zwischen dem Sinus sagittalis superior und der Gruppe der sylvischen Venen angelegt war, für das Vorhandensein einer V. Labbé musste eine von den Sylvischen Venen zum Sinus transversus verlaufende Vene zu finden sein.

### **2.2 Abstandsmessung**

Um dem Operateur vor einer Operation eine genaue Planung des Zugangsweges zu ermöglichen, wurde die neben dem Verlauf der Venen auch die genaue Position und der Abstand der Venen zu anatomischen Leitstrukturen bestimmt. Dies wurde besonders für die Orte der Einmündung in die Sinus sowie andere venöse Gefäße vorgenommen.

Die Position der Sinus ist meist durch knöcherne Strukturen vorgegeben und kann daher als leichter bestimmbar angesehen werden als der variable Verlauf der Gefäße. Um dennoch eine Abschätzung des Verlaufs der oberflächlichen Venen zu ermöglichen, haben wir eben diese Strukturen als Fixpunkte gewählt und die Vermessung auf diese gestützt.

## **2.3 Verteilungstypen**

Nach Vermessung der Venen und damit zweifelsfreier Identifizierung selbiger haben wie die das Vorhandensein und die Ausprägung der Gefäße untersucht. Auf Basis dieser Daten sollten bestimmt Verteilungstypen bestimmt werden.

Oft ist während eines neurochirurgischen Zugang initial nur eine der oberflächlichen Venen sichtbar. In diesem Fall sollte dem Operateur aufgrund der zu bestimmenden

Verteilungstypen die Möglichkeit gegeben werden, auf das Vorhandensein und die

Ausprägung der übrigen oberflächlichen Venen zurückzuschließen.

### **3. Material und Methoden**

#### **3.1 Untersuchungsmaterial (Gehirnpräparate)**

Zur Untersuchung der Venen verwendeten wir in Formalin (5%) fixierte Gehirnpräparate, die keine pathologischen Veränderungen aufwiesen und aus dem Sektionsgut der Obduktionen der Anatomischen Anstalt München und dem Pathologischen Institut der Ludwig-Maximilians Universität stammten. Die sachgerechte Lagerung und Untersuchung der Gehirne erfolgte im Labor für neurochirurgische Mikroanatomie (Leiter Priv. Doz. Dr. P. A. Winkler) am Klinikum Großhadern.

Die harte Hirnhaut (Dura) war bei allen Präparaten entfernt worden, wo auf die Erhaltung des Gehirns und aller seiner Strukturen geachtet wurde. In wenigen Fällen waren die relevanten Strukturen durch diese Präparation zerstört und konnten nicht vermessen werden.

Nach eingehender optischer Inspektion der Objekte wurden die oberflächlichen Venen mit Hilfe einem Operationsmikroskop der Firma Zeiss (OPMI; Zeiss, Oberkochen) unter Erhaltung des natürlichen Verlaufs aus der Arachnoidea herauspräpariert und so im ganzen Verlauf zur Darstellung gebracht. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Einmündung in andere Gefäße gerichtet.

## **3.2 Anatomische Leitstrukturen**

Als Bezugspunkte zur Vermessung der Einmündungspunkte der oberflächlichen Venen definierten wir bestimmte anatomische Leitstrukturen. Dabei erfolgt die Auswahl nach folgenden Gesichtspunkten:

- leichte Identifikation am Präparat
- interindividuelle relative Konstanz der Struktur
- intraoperative Anwendbarkeit
- bildgebend gute Darstellbarkeit

Nach diesen Kriterien wählten wir folgende Strukturen aus:

- Sulcus centralis
- Sulcus frontomarginalis
- Sulcus calcarinus
- Temporalpol

Die einzelnen Strukturen definieren sich dabei wie folgt:

### Sulcus centralis:

Als Sulcus centralis (SC) wurde derjenige Sulcus identifiziert, der mindestens zwei der folgende Merkmale aufwies:

- Beziehung zu den frontalen Gyri:

Den Frontallappen kann man in der Lateralansicht in drei prominente Gyri unterteilen, den Gyrus frontalis superior, medius und inferior. Letzterer lässt sich wieder in drei Anteile teilen, von frontal aus die Pars orbitalis, Pars triangularis und Pars opercularis. Der nun als nächstes nach kaudal anschließende Gyrus ist der Gyrus praecentralis, über den in weiterer Folge der Sulcus centralis identifiziert werden kann.

- Vermessung nach Tailarach
- typische Merkmale der Zentralregion aufweisend

In keinem der verwendeten Präparate kam zu einer Unklarheit über die Lage des SC.

Während die intraoperative Identifikation des SC gelegentlich aufgrund des kleinen Kraniotomie Fensters erschwert sein kann, zeigt die Bildgebung die Verhältnisse meist eindeutig. Besonders die hochauflösende MRT Diagnostik wie auch dreidimensionale Rekonstruktionen derer erlaubt eine optimale Visualisierung der gyralen Struktur des Gehirns und bieten damit die optimalen Voraussetzungen zur akkuraten Identifizierung einzelner Gyri. Zur zweifelsfreien Erkennung des SC bietet sich bei sagittal rekonstruierten bildgebenden Verfahren die Vermessung nach Tailarach an. Dabei wird an den sagittalen Aufnahmen eine Linie zwischen Commissura anterior und Commissura posterior gezogen. Als nächstes wird eine Senkrechte auf dieser Linie in der Mitte zwischen den beiden Commissuren plaziert. Diese trifft bei Verlängerung auf die Cortexoberfläche an der Mantelkante. Ausgehend von

diesem Schnittpunkt wird der nächste nach occipital folgende Sulcus aufgesucht, der dann dem SC entspricht.

Auf axialen Aufnahmen des Gehirns kann die Identifikation des SC auch durch besonders prominente anatomische Strukturen wie den hand-knob erleichtert werden. Dieser liegt als relativ konstante und vor allem markante Windung, meist in Form eines griechischen Omegas ( $\Omega$ ) im Gyrus praecentralis.

#### Sulcus frontomarginalis:

Dieser im Frontallappen gelegene Sulcus kann über die Lage und Ausdehnung der frontalen Gyri bestimmt werden. Dazu identifiziert man die Gyri frontopolaris transversus superiores, medii und inferiores. Der Sulcus frontomarginalis findet sich dann rostral des Gyri frontopolaris transversus inferior und ist von basal betrachtet der erste Sulcus, der sich in der Verlängerung des Sulcus olfactorius in horizontaler Richtung erstreckt.

Intraoperativ kann nach einem ähnlichen Muster bei entsprechender Freilegung die Lokalisierung durchgeführt werden.

#### Sulcus calcarinus:

Der im Okzipitallappen gelegene Sulcus calcarinus, funktionell als Zentrum des Sehentrums gezeichnet, liefert eine weitere gute anatomische Leitstruktur. Dabei erfolgt die Identifikation entweder in der Lateralansicht oder besser in der Medialansicht. Zur Abgrenzung bieten sich der Gyrus lingualis an der Basis des Cortex und der Cuneus an, zwischen den in allen untersuchten Präparaten zweifelsfrei der Sulcus calcarinus aufgefunden wurde.

Die intraoperative Identifikation des Sulcus calcarinus ist bis auf wenige Zugänge kaum möglich, jedoch erlaubt die bildgebende Diagnostik meist noch deutlicher als beim SC eine klare Lokalisierung.

### Temporalpol:

Als weitere Struktur wählten wird den Temporalpol als Bezugspunkt für die Vermessungen aus. Die Position des Temporalpols wurde dabei so gewählt, dass dieser Punkt den am frontalsten gelegene Teil des Temporallappens darstellt. Dazu wurde eine Tangente an den Temporalpol gehalten, die senkrecht auf der gedachten Schädelbasis stand. Mit dieser Methode konnte in allen Fällen der Temporalpol bestimmt werden.

Insbesondere bei der temporalen und pterionalen Kraniotomie kann der Temporalpol meist zweifelsfrei dargestellt werden. Auch bei der bildgebenden Diagnostik ist dies im allgemeinen nicht schwer.

### **3.3 Messstrecken**

Zur Vermessung der Abstände verwendeten wir ein Millimeterpapier, so dass durch exakte Anlage dieses Papiers an die Konvexität des Gehirns eine genaue Messung vorgenommen werden konnte.

Bei den zu vermessenden Strecken dienten uns die in 3.2. Anatomische Leitstrukturen definieren Ort als Endpunkte der Messstrecken.

Da der Umfang eines Gehirns interindividuell variabel ist, haben wir die Lage des Sulcus centralis bezogen auf den Sulcus frontomarginals bzw. Sulcus calcarinus ebenfalls dokumentiert. Daraus lassen sich relative Angaben bezüglich des Einmündungspunktes der Trolard in der Sinus sagitalis superior errechnen.

Es ergaben sich folgende Messstrecken:

- Einmündung der V. Trolard in den Sinus sagitalis superior bis
  - Sulcus frontomarginalis
  - Sulcus calcarinus
- Einmündung der V. Trolard in die Sylvische Venengruppe
- Sulcus frontomarginalis bis Sulcus centralis bis Sulcus calcarinus
- Einmündung der V. Labbé in die Sylvische Venengruppe bis Temporalpol
- Einmündung der V. Labbé in den Sinus transversus bis Temporalpol

### **3.4 Dokumentation**

Neben den in 3.3. Messstrecken genannten Daten wurde folgende Parameter dokumentiert:

- Alter und Geschlecht des Patienten
- Datum der Präparation
- Identifizierung des Präparates

Von allen untersuchten Präparaten wurden schematischen Skizzen mit Einzeichnung des Verlaufs der untersuchten Venen angefertigt sowie in ausgewählten Fällen eine fotografische Dokumentation vorgenommen.

### **3.5 Statistische Analyse**

Zur statistischen Analyse verwendeten wir Microsoft Excel<sup>®</sup>. Nach dem Eintragen aller Werte in eine Tabelle wurden Mittelwert, Minima-, Maximalwert sowie die Standardabweichung für alle bestimmten Strecken berechnet.

## 4. Ergebnisse

Im folgenden werden die Präparate mit fortlaufenden Nummern kodiert, wobei die Zuordnung zu der jeweiligen Identifikationsnummer aus folgender Tabelle zu entnehmen ist. Ebenfalls aufgeführt sind das Alter des Patienten bei Entnahme des Gehirns sowie das Geschlecht.

<b>Präparatnummer</b>	<b>Neuropathologie Identifikationsnummer</b>	<b>Alter bei Hirnentnahme</b>	<b>Geschlecht</b>
1	S154/98	80	M
2	S166/98	79	W
3	S168/98	51	M
4	S165/98	71	M
5	S157/98	88	M
6	S171/98	63	W
7	S176/98	55	M
8	S172/98	87	M
9	S177/98	71	W
10	S174/98	74	M
11	S173/98	85	W
12	S175/98	84	M
13	P5/GH141/95	71	M
14	P7/NP498/95	65	W
15	P2/NP22/91	66	W
16	NP 15/91	73	M
17	GH 209/94	54	W
18	P22	58	M
19	NP 538/98	81	W
20	NP 542/98	68	W
21	#24	71	M

Bezüglich der Alter und Geschlechtsverteilung fand sich:

**Geschlecht:**

Weiblich	Männlich
9	12

**Alter:**

Mittelwert	71
Standartabweichung	11
Maximal	88
Minimal	51

#### 4.1 Lagebestimmung der Venen

Nach den oben beschriebenen Kriterien wurde für jede Hemisphäre das Vorhandensein der Venen dokumentiert, woraus sich folgendes ergibt:

<b>Trolard rechts</b>		<b>Trolard links</b>	
Vorhanden %	47,62%	Vorhanden %	76,19%
Vorhanden abs.	10	Vorhanden abs.	16

Kein statistisch signifikanter Unterschied ( $p > 0,05$ )

<b>Labbé rechts</b>		<b>Labbé links</b>	
Vorhanden %	33,33%	Vorhanden %	38,10%
Vorhanden abs.	7	Vorhanden abs.	8

Kein statistisch signifikanter Unterschied ( $p > 0,05$ )

## 4.2 Abstände

### 4.2.1 Sulcus centralis zu Sulcus calcarinus und Sulcus frontomarginalis

Die gemessenen Entfernungen des Sulcus centralis (SuCe) zum Sulcus calcarinus (SuCa) und dem Sulcus frontomarginalis (SFM) zeigen:

Nummer	re. SuCe-SuCa	re. SuCe-SFM	li. SuCe-SuCa	li. SuCe-SFM
1	8,5	14,5	8,5	14,5
2	11,0	16,5	10,0	16,5
3	11,0	15,0	11,0	15,5
4	12,5	15,0	15,0	13,5
5	13,0	14,0	11,0	16,0
6	10,5	14,5	10,5	14,5
7	10,0	15,5	10,0	15,5
8	8,0	16,5	9,0	15,5
9	9,0	14,5	9,0	14,5
10	10,0	15,5	10,0	15,5
11	11,5	15,0	11,0	15,5
12	11,0	15,0	11,0	15,0
13	10,0	13,0	10,0	13,0
14	11,0	15,5	11,0	15,5
15	11,0	13,5	11,0	13,5
16	10,0	14,5	10,0	14,5
17	10,0	16,0	10,0	16,0
18	9,0	12,5	9,0	12,5
19	13,0	12,0	13,0	12,0
20	13,0	12,0	13,0	12,0
21	10,0	17,5	10,0	17,5
<b>Mittelwert</b>	<b>10,62</b>	<b>14,67</b>	<b>10,62</b>	<b>14,69</b>
<b>Standardabweichung</b>	<b>1,43</b>	<b>1,46</b>	<b>1,52</b>	<b>1,48</b>
<b>Standardabweichung (%)</b>	<b>13,48</b>	<b>9,96</b>	<b>14,35</b>	<b>10,07</b>

#### 4.2.2 V. Trolard an der Einmündung in den Sinus sagittalis superior

Zunächst wurden die Entfernungen der Einmündung der V. Trolard (Tr) in den Sinus sagittalis superior relativ zum Sulcus frontomarginalis (SFM) und dem Sulcus calcarinus (SuCa) vermessen:

<b>Präparat</b>	<b>re. Tr-SuCa</b>	<b>re. Tr-SFM</b>	<b>li. Tr-SuCa</b>	<b>li. Tr-SFM</b>
1	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
2	13,5	14,5	15,0	12,5
3	nicht vorhanden	nicht vorhanden	15,0	11,5
4	13,0	14,5	13,0	14,5
5	13,0	14,0	16,0	10,0
6	10,5	14,5	nicht vorhanden	nicht vorhanden
7	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
8	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
9	15,0	10,0	6,5	17,0
10	9,5	16,0	nicht vorhanden	nicht vorhanden
11	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
12	nicht vorhanden	nicht vorhanden	11,0	15,0
13	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
14	nicht vorhanden	nicht vorhanden	12,0	14,5
15	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
16	12,0	13,0	nicht vorhanden	nicht vorhanden
17	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
18	9,0	12,5	9,0	12,5
19	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
20	8,5	16,0	nicht vorhanden	nicht vorhanden
21	10,0	17,5	nicht vorhanden	nicht vorhanden
<b>Mittelwert</b>	11,4	14,3	12,2	13,4
<b>Standardabweichung</b>	2,2	2,1	3,3	2,2
<b>Standardabweichung (%)</b>	19,26	14,72	26,85	16,57

Zusammen mit den Ergebnissen aus 4.2.1 läßt sich damit die relative Position des Einmündungspunktes der V. Trolard in den Sinus sagittalis superior zum Sulcus centralis berechnen (ETSSS). Es entspricht:

$$ETSSS = [Tr - SCA] - [SuCe - SuCa]$$

Positive Werte bedeuten dabei einen Ort vor dem Sulcus centralis, negative dahinter. Es ergibt sich:

<b>Präparat Nummer</b>	<b>Rel. Position der V. Trolard zum SC rechts [cm]</b>	<b>Rel. Position der V. Trolard zum SC links [cm]</b>
1	nicht vorhanden	nicht vorhanden
2	2,50	5,00
3	nicht vorhanden	4,00
4	0,50	-2,00
5	0,00	5,00
6	0,00	nicht vorhanden
7	nicht vorhanden	nicht vorhanden
8	nicht vorhanden	nicht vorhanden
9	6,00	-2,50
10	-0,50	nicht vorhanden
11	nicht vorhanden	nicht vorhanden
12	nicht vorhanden	0,00
13	nicht vorhanden	nicht vorhanden
14	nicht vorhanden	1,00
15	nicht vorhanden	nicht vorhanden
16	2,00	nicht vorhanden
17	nicht vorhanden	nicht vorhanden
18	0,00	0,00
19	nicht vorhanden	nicht vorhanden
20	-4,50	nicht vorhanden
21	0,00	nicht vorhanden

Zusammenfassend:

	<b>rechts</b>	<b>links</b>
vor dem SC gelegen [n]	4	4
hinter dem SC gelegen [n]	2	2
im SC gelegen [n]	4	2
Minimal [cm]	-4,50	-2,50
Maximal [cm]	6,00	5,00
Mittelwert [cm]	0,6	1,31
Standardabweichung	2,65	3,01
Standardabweichung (%)	22,61	43,59

### 4.2.3 V. Labbé an der Einmündung in den Sinus transversus

Gemessen wurde die Entfernung der Einmündungsstelle der V. Labbé in den Sinus transversus relativ zum Temporalpol sowie relativ zum Sulcus calcarinus.

Ersteres ergibt folgende Verteilung:

Präparat	re. La-SuCa [cm]	re. La-TP [cm]	li. La-SuCa [cm]	li. La-TP [cm]
1	7,0	9,0	4,5	11,0
2	6,0	10,5	8,5	9,0
3	6,5	10,5	8,5	8,0
4	7,5	9,5	nicht vorhanden	nicht vorhanden
5	nicht vorhanden	nicht vorhanden	7,5	10,0
6	nicht vorhanden	nicht vorhanden	7,0	10,0
7	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
8	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
9	nicht vorhanden	nicht vorhanden	6,0	11,5
10	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
11	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
12	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
13	nicht vorhanden	nicht vorhanden	7,0	10,0
14	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
15	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
16	8,0	10,5	nicht vorhanden	nicht vorhanden
17	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
18	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
19	8,5	9,0	nicht vorhanden	nicht vorhanden
20	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
21	7,0	10,0	7,0	8,0
<b>Mittelwert</b>	7,2	9,9	7,0	9,7
<b>Standardabweichung</b>	0,9	0,7	1,3	1,3
<b>Standardabweichung (%)</b>	11,91	7,00	18,70	13,21

### 4.3 Verteilungstypen

Für die Einteilung der Venenverläufe in Typen betrachteten zogen wir einmal das Vorhandensein der jeweiligen Venen sowie insbesondere auch die Verbindung der Gefäße untereinander heran. Ersteres wurde bereits in 4.1. dargelegt. Die Verbindung der Gefäße untereinander zeigte uns, dass in den meisten Fällen wie in der anatomischen Übersicht beschrieben die V. Trolard vom Sinus transversus eine Verbindung zur der Sylvischen Venengruppe, und die V. Labbé von dieser aus eine Verbindung zum Sinus transversus bildet. An zwei Präparaten fanden wir jedoch eine Abweichung von dieser Regel. Dabei fand sich eine direkte Verbindung der beiden großen anastomosierenden Venen ohne Kontakt zu den Sylvischen Venen und damit eine direkte Anastomose zwischen dem SSS und dem ST. Daher schlagen wir aufgrund der erhobenen Daten folgende Typen zur Einteilung der oberflächlichen anastomosierenden Venen vor:

<p><b>Typ I</b></p>	<p>V. Trolard ist die dominante Vene</p> <p>Die V. Labbé wurde nicht nachgewiesen oder zeigte weder zu den Sylvischen Venen noch der V. Trolard eine Verbindung</p>
<p><b>Typ II</b></p>	<p>V. Labbé ist die dominante Vene</p> <p>Die V. Trolard wurde nicht nachgewiesen oder zeigte weder zu den Sylvischen Venen noch der V. Labbé eine Verbindung</p>
<p><b>Typ III</b></p>	<p>Die Sylvische Venengruppe ist dominierend</p> <p>Sowohl V. Labbé als auch V. Trolard waren nicht vorhanden oder ohne Kontakt zur Sylvischen Venengruppe nur rudimentär angelegt.</p>
<p><b>Typ IV</b></p>	<p>Alle drei anastomosierenden Venen sind vorhanden, V. Trolard und V. Labbé sind dominierend.</p> <p>Die Sylvische Venengruppe ist bei diesem Typ sehr schwach ausgeprägt, V. Trolard und V. Labbé sind eindeutig vorhanden und kommunizieren indirekt über die Sylvischen Venen.</p>
<p><b>Typ V</b></p>	<p>Direkt Verbindung von V. Trolard und V. Labbé unter Umgehung der Sylvischen Venengruppe</p> <p>Sowohl V. Trolard als auch V. Labbé sind vorhanden, jedoch findet sich keine Verbindung zwischen diesen Venen und der ebenfalls vorhandenen Sylvischen Venengruppe. Es besteht dagegen eine direkte Verbindung zwischen ihnen.</p>

Nach Definition dieser Typen teilten ordneten wir jeweils jede Hemisphäre einem Typ zu.

Dabei ergab sich für die rechte Hemisphäre:

<b>Typ</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
<b>Anzahl [n]</b>	6	3	8	3	1
<b>Anteil [%]</b>	28,57	14,29	38,10	14,29	4,76

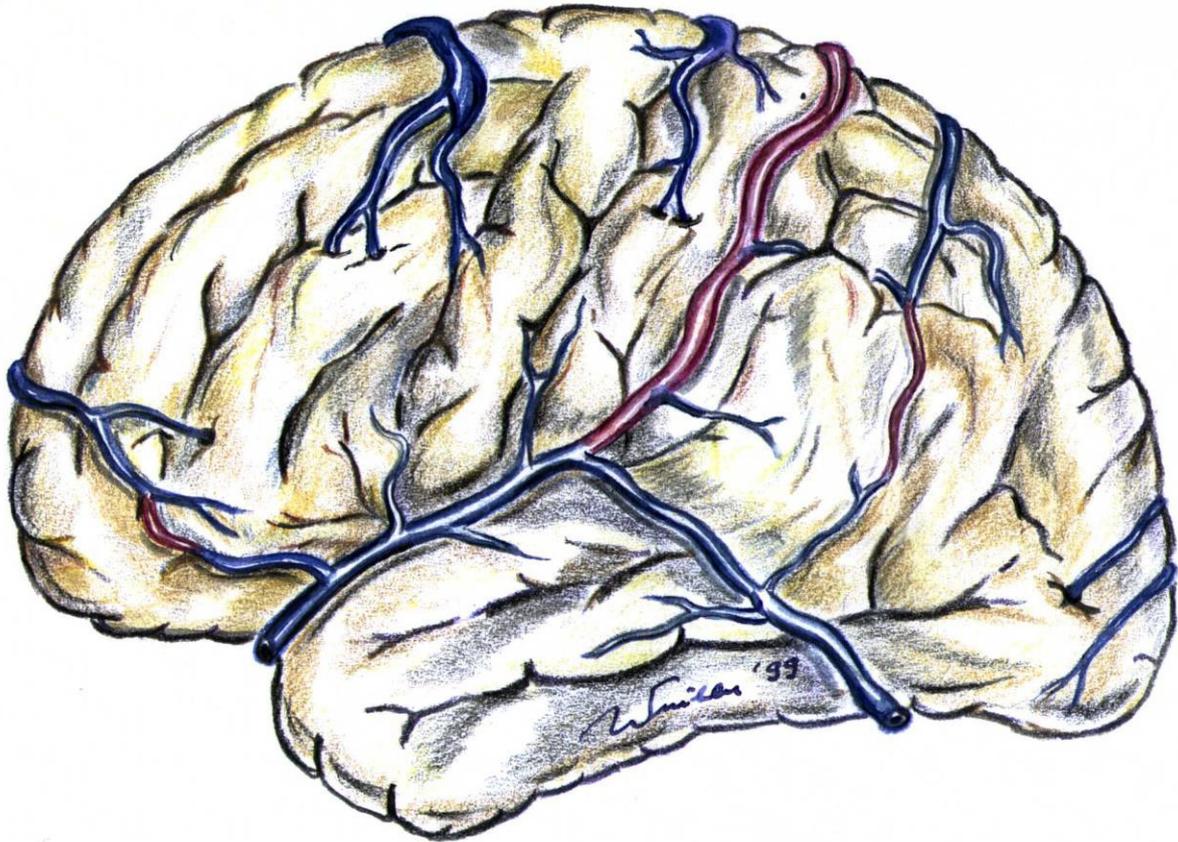
sowie die linke Hemisphäre:

<b>Typ</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
<b>Anzahl [n]</b>	3	4	10	3	1
<b>Anteil [%]</b>	14,29	19,05	47,62	14,29	4,76

Zusammengefasst für beide Hemisphären ergibt sich daher die folgende Verteilung:

<b>Typ</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
<b>Anzahl [n]</b>	9	7	18	6	2
<b>Anteil [%]</b>	21,43	16,67	42,86	14,29	4,76

Die Visualisierung der fünf bestimmten Verteilungstypen ist auf den folgenden Seiten dargestellt, jeweils als Lateralansicht des Gehirns, wobei die dominierende Vene bzw. Venengruppe rot hervorgehoben ist.



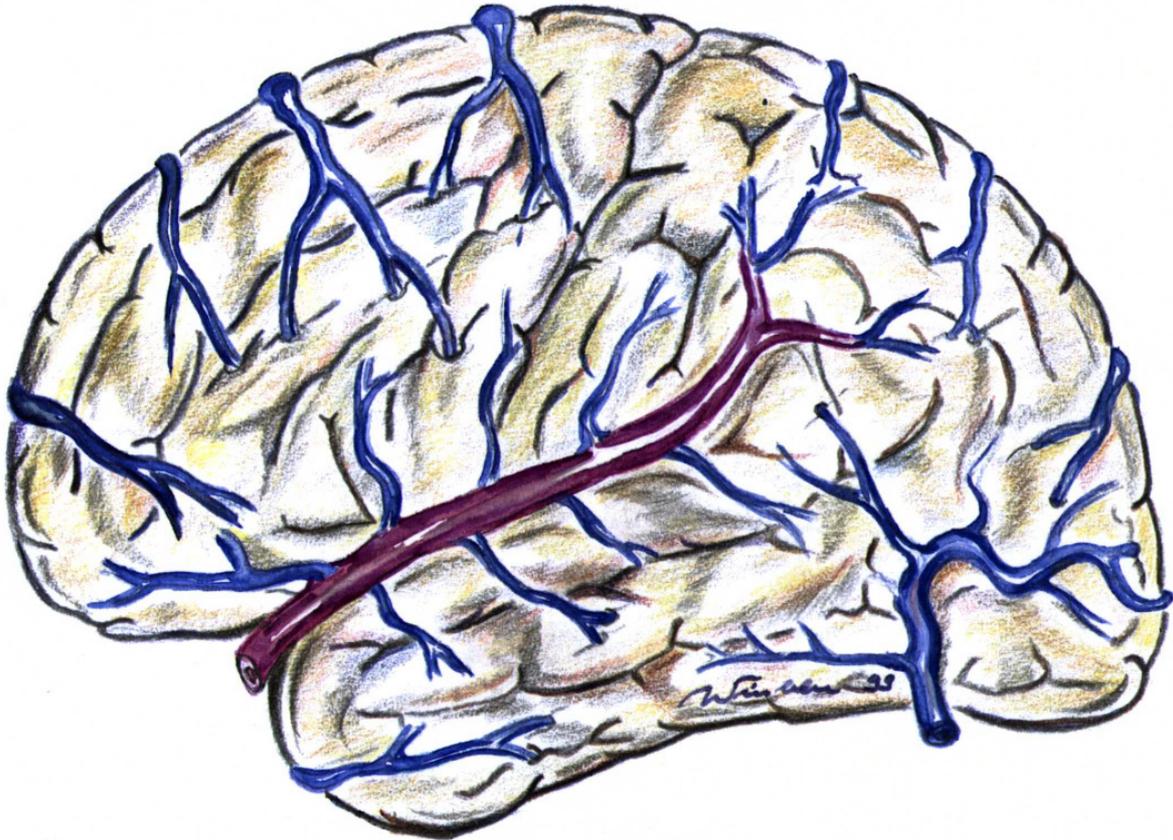
## Typ I

Die Vena Trolard ist die dominierende Vene. Sie ist am stärksten ausgeprägt, wobei sowohl die Sylvische Vene als auch die Vena Labbé schwächer vorhanden sind.



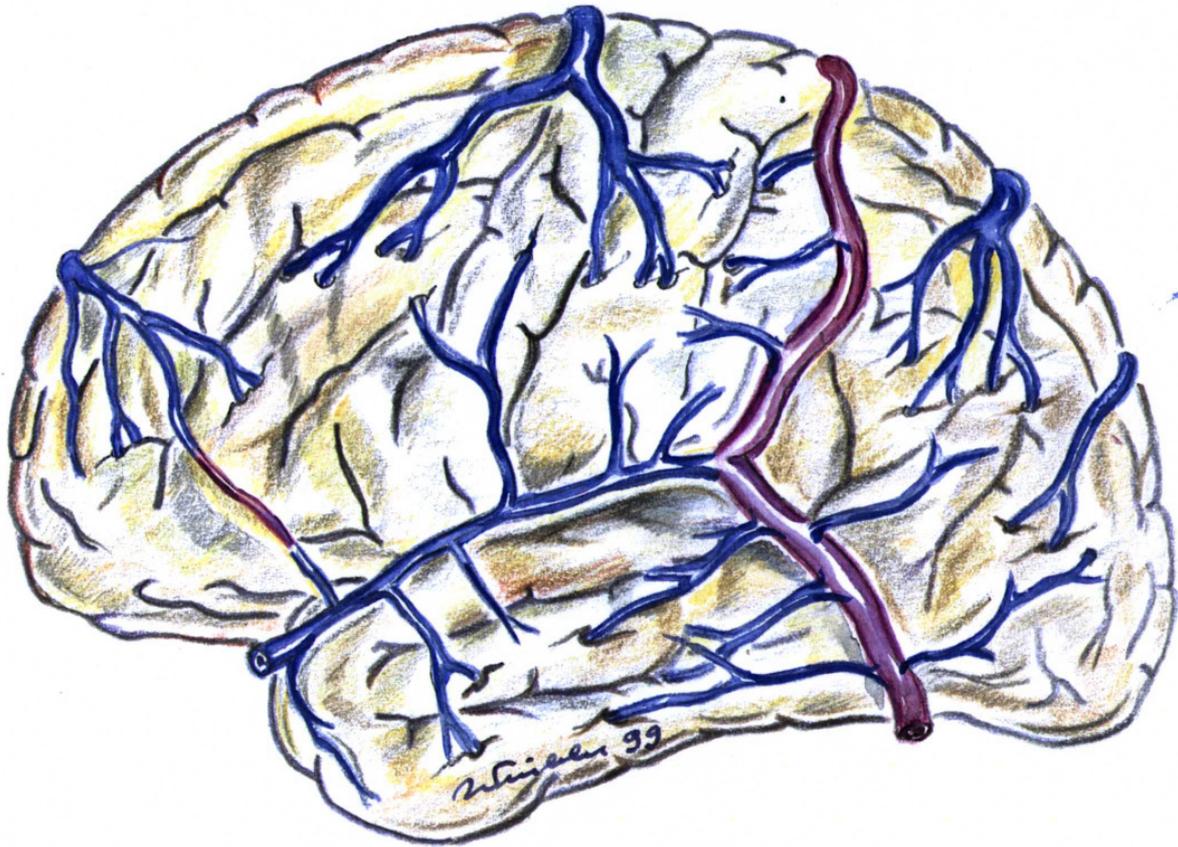
## Typ II

Die Vena Labbé ist die dominierende oberflächliche Vene. Eine Vena Trolard kann vorkommen, dann jedoch nur als sehr dünnes Gefäß.



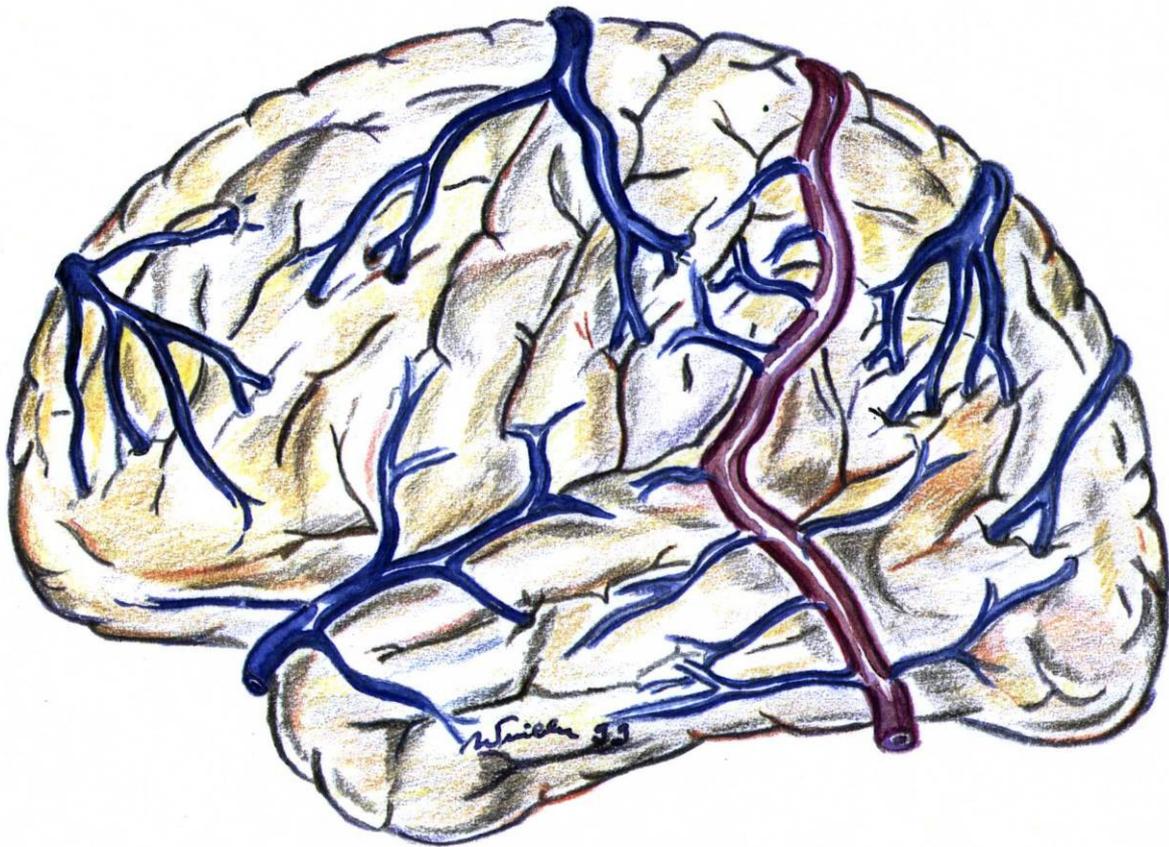
### **Typ III**

Bei diesem Typ ist die Sylvische Venengruppe gegenüber den beiden anastomosierenden Venen klar dominierend.



#### **Typ IV**

Sowohl Vena Trolard als auch Vena Labbé sind kaliberstark angelegt und stellen damit die wichtigste oberflächliche Drainage dar, die Sylvische Venengruppe ist demgegenüber nur schwach ausgeprägt.



## Typ V

Der von uns erstmals beschriebene neue Typ des Verteilungsmusters der oberflächen drainierenden Venen ist durch eine dominante Vena Trolard und Vena Labbé gekennzeichnet, gegenüber Typ IV fehlt aber die Verbindung zur Sylvischen Venengruppe. Vena Trolard und Vena Labbé stehen direkt miteinander in Verbindung.

Abb. 4.1

Die fünf Typen der Verteilung der oberflächlichen Venen

(Zeichnungen von P.A. Winkler)

## **5. Diskussion**

### **5.1 Lage der Vene**

Bezüglich des Vorhandenseins der V. Trolard und der V. Labbé zeigt sich in unserem Datenmaterial kein signifikanter Unterschied zwischen der linken und der rechten Seite. Aufgrund fehlender Daten zur Händigkeit der Verstorbenen ist keine sichere Zuordnung zur Hemisphärendominanz möglich. Postuliert man die linke als dominante Hemisphäre, so zeigt sich jedoch sowohl für die V. Trolard, als auch etwas weniger deutlich für die V. Labbé eine Präferenz für die linke Seite. Eine solche Häufigkeitsangabe des Vorhandenseins der Venen wird weder von Di Chiro<sup>39</sup> noch von v. Lanz<sup>27</sup> angegeben.

Di Chiro<sup>39</sup> beschreibt aber für die V. Trolard ein häufigeres Vorkommen auf der nicht-dominanten Hemisphäre, dagegen für die dominante Hemisphäre eine Dominanz der V. Trolard. Diese Ergebnisse wurden aufgrund angiographischer Bildgebung gewonnen, in unserer mikroanatomischen Studie, bei der auch selbst kleinste, angiographisch nicht detektierbare Gefäße untersucht werden konnten, zeigt diese Verteilung nicht. Vielmehr finden wir sowohl für die V. Trolard und die V. Labbé ein häufigeres Vorkommen auf der linken Hemisphäre, bei entsprechender Händigkeit der dominanten Hemisphäre entsprechend.

### **5.2 Abstände**

Von Lanz beschreibt in seinem Buch<sup>27</sup> die V. anastomotica superior im Bereich des Sulcus centralis oder etwas dorsal von diesem einmündend, wobei er anmerkt, dass auch ein Verlauf zum vorderen Pol des Stirnlappens vorkommen kann. Wir konnten dies insofern genauer differenzieren, als dass die V. Trolard sowohl links als auch rechts eher frontal des Sulcus centralis einmündet. Bei beidseitiger Betrachtung, der Vergleich zwischen links und rechts

zeigt keinen signifikanten Unterschied, liegt die Einmündungsstelle der V. Trolard in 8 Hemisphären vor dem Sulcus centralis, nur in 4 Fällen hinter diesem. Eine Einmündung im Sulcus centralis konnte in 6 Fällen verzeichnet werden. Bei der Entfernungsmessung des Kontaktpunktes mit dem Sinus sagittalis superior zeigt sich, dass die Spannweite dieses Ortes nach frontal mit 6 und 5 Zentimetern rechts respektive links deutlich größer ist, als die Spannweite dorsal des Sulcus centralis, hier zeigt sich die Einmündung maximal 4,5 cm rechts und 2,5 cm links dorsal des Sulcus centralis.

Stephens und Stilwell gliedern in ihrem Buch<sup>21</sup> die in den Sinus sagittalis superior einmündenden Venen in eine frontale und parietale Gruppe, wobei bezüglich der Häufigkeit und der genauen Position keine Angaben gemacht werden. Er bemerkt jedoch, dass die V. Trolard als die am unterschiedlichsten verlaufende Vene aller oberflächlichen Venen ist. Betrachtet man die prozentuale Standardabweichung als Ausmaß für die Variabilität der Einmündungsstelle, so zeigt sich auch in unserem Datenmaterial eine größere Variabilität der V. Trolard als der V. Labbé bei Einmündung der Venen in den Sinus sagittalis superior respektive Sinus transversus.

Bezüglich der Einmündung der V. Labbé in den Sinus transversus gibt es bisher in der Literatur keine klaren Angaben, ein Skizze in Seegers Buch „Atlas of Topographical Anatomy of the Brain and surrounding Structures“ zeigt eine Skizze dieser Region, auf der die Einmündung 10,5 cm vom Temporalpol entfernt scheint. Bei unseren Vermessungen konnte dies mit 9,9 (+/- 0,9) cm für rechts und 9,7 (+/- 1,3) cm genau bestimmt werden. Die Lokalisation der Einmündung der V. Labbé in den Sinus transversus bzw. über das Tentorium in den Sinus transversus ist von großer Bedeutung für die Planung von subtemporalen sowie auch occipito-basalen Zugängen. In Analogie zu den Einmündungswinkeln der Brückenvenen der Konvexität in Richtung Sinus sagittalis superior bildet die V. Labbé mit der Temporobasis bzw. mit dem occipito-basalen Tentorium einen

sehr spitzen Winkel. Innerhalb dieses spitzen Winkels ist eine für den Temporallappen risikoarme Retraktion umso weniger möglich, je näher sich der Operateur in Richtung Einmündungsstelle der V. Labbé bewegt, da bei zu stark forcierter Spatelretraktion eine Kompressionsbedingt Stase innerhalb der V. Labbé, eine venöse Stauung des Temporallappens und des temporo-occipitales Überganges und bei Persistieren der Kompression ein venöser Infarkt mit Einblutung die Folge wären (siehe klinisches Beispiel unter 5.4.1).

### 5.3 Verteilungstypen

In einer Arbeit von Oka et al.<sup>33</sup> wurden 20 cerebrale Hemisphären auf die Verteilung der oberflächlichen Venen untersucht. Bezüglich der großen anastomosierenden Venen, V. Trolard, V. Labbé und Sylvische Venengruppe wurde zur Klassifizierung eine Einteilung in vier Typen vorgeschlagen, die sich wie folgt ergeben:

Typ I	V. Trolard ist die dominante Vene
Typ II	V. Labbé ist die dominante Vene
Typ III	Die Sylvische Venengruppe ist dominierend
Typ IV	Alle drei anastomosierenden Venen sind vorhanden, V. Trolard und V. Labbé sind dominierend

Über die Häufigkeit der genannten Typen machten die Autoren keine Angaben.

Diese Einteilung diente uns als Ausgangspunkt für unsere Auswertung.

Wir fanden neben den von Oka beschriebenen Typen einen weiteren Typus, bei dem eine direkte Verbindung zwischen der V. Trolard und der V. Labbé besteht, ohne dass eine

Verbindung dieser venösen Struktur zu den Sylvischen Venen besteht. Stephens und Stilwell<sup>21</sup> beschreiben in ihrem Buch signifikante End-zu-End Anastomosen zwischen den oberflächlichen Venen, auf eine genaue Typisierung gehen sie jedoch nicht ein. Sie beschreiben, dass die Verbindung der V. Trolard und der V. Labbé zur Gruppe der Sylvischen Venen bereits beim Fetus vorhanden ist, im weiteren Verlauf des Lebens bleibt diese Konnektivität wohl bestehen, es vergrößert sich jedoch der Durchmesser der mittleren Anteile dieser Gefäße.

## 5.4 Klinische Bedeutung anhand von Fallbeispielen

### 5.4.1 Patient A.F.: Verschuß der V. Labbé bei der Präparation eines Meningeoms

Es handelt sich um eine 50-jährige Patientin mit einem großen supra- infratentoriellen, petroclivalen Meningeom.



Abb. 5.1: Präoperatives MRT, T1 Gewichtung nach Kontrastmittelgabe

Zunächst wurde eine operative Teilentfernung über einen suboccipitalen Zugang geplant und durchgeführt. Komplikationsloser perioperativer Verlauf. Der verbliebene Resttumor sollte über einen subtemporalen Zugang entfernt werden.

Intraoperativ kam es nach Durchführung der Kraniotomie und Anheben des Temporalpols mit dem Spatel plötzlich zu einer massiven Hirnschwellung, so dass eine Entlastungskraniotomie durchgeführt werden mußte.

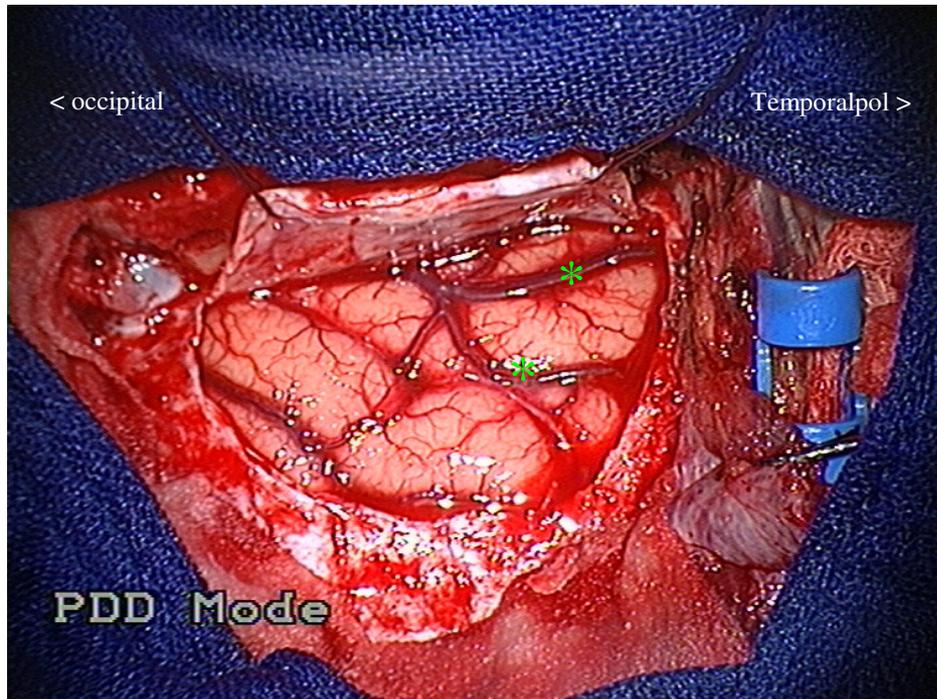
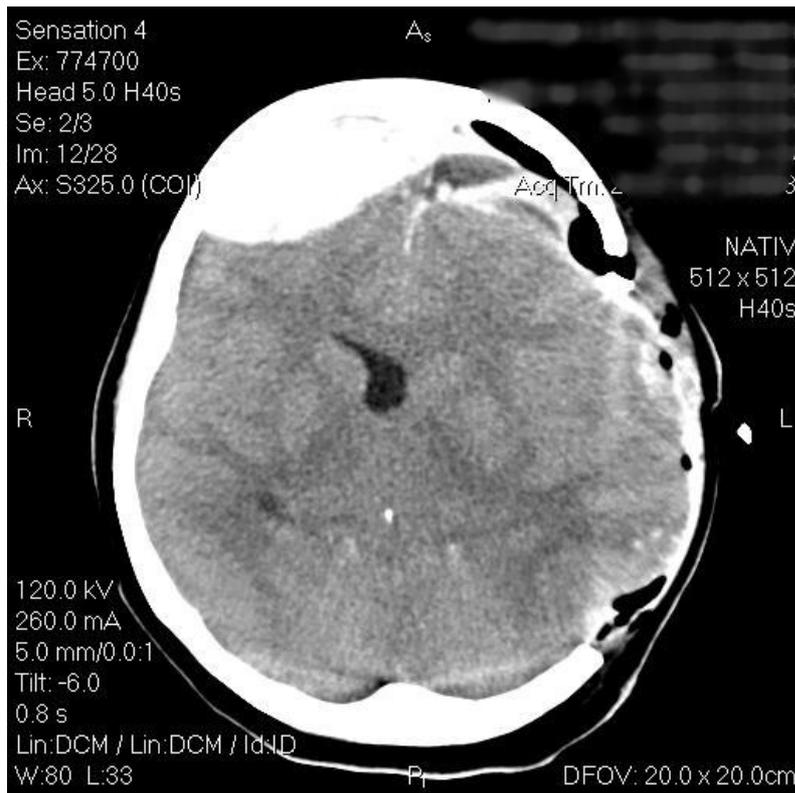


Abb. 5.2: Intraoperativer Situs nach dem Öffnen und Zurückklappen der Dura V. Labbé mit grünen Sternen markiert



*Abb. 5.3: cerebrale Computertomographie (cCT) postoperativ*

Die anschließende postoperative Kontrolle über ein cCT (Abb. 5.3) zeigte eine gute Entlastung der Schwellung, nun jedoch ein epidurales Hämatom rechts frontal, das operativ entlastet wurde.

Im weiteren Verlauf wurde bei Liquoraufstau ein ventrikuloperitonealer Shunt implantiert. Trotz intensiver Rehabilitationsphasen zeigte die Patientin schwere neurologische und neuropsychologische Defizite.

#### 5.4.2 Pat F.A. Erhaltung der V. Labbé und einer akessorischen V. Labbé im Rahmen einer ausgedehnten linksseitigen temporo-okzipitalen Focusresektion bei pharmakoresistenter posttraumatischer Epilepsie

Patientin F. A., 45 Jahre, im Alter von 16 Jahren Schädel-Hirn-Trauma, posttraumatische pharmakoresistente Epilepsie auf dem Boden einer postkontusionellen Gliose im Bereich von Gyrus temporalis medius und inferior links.

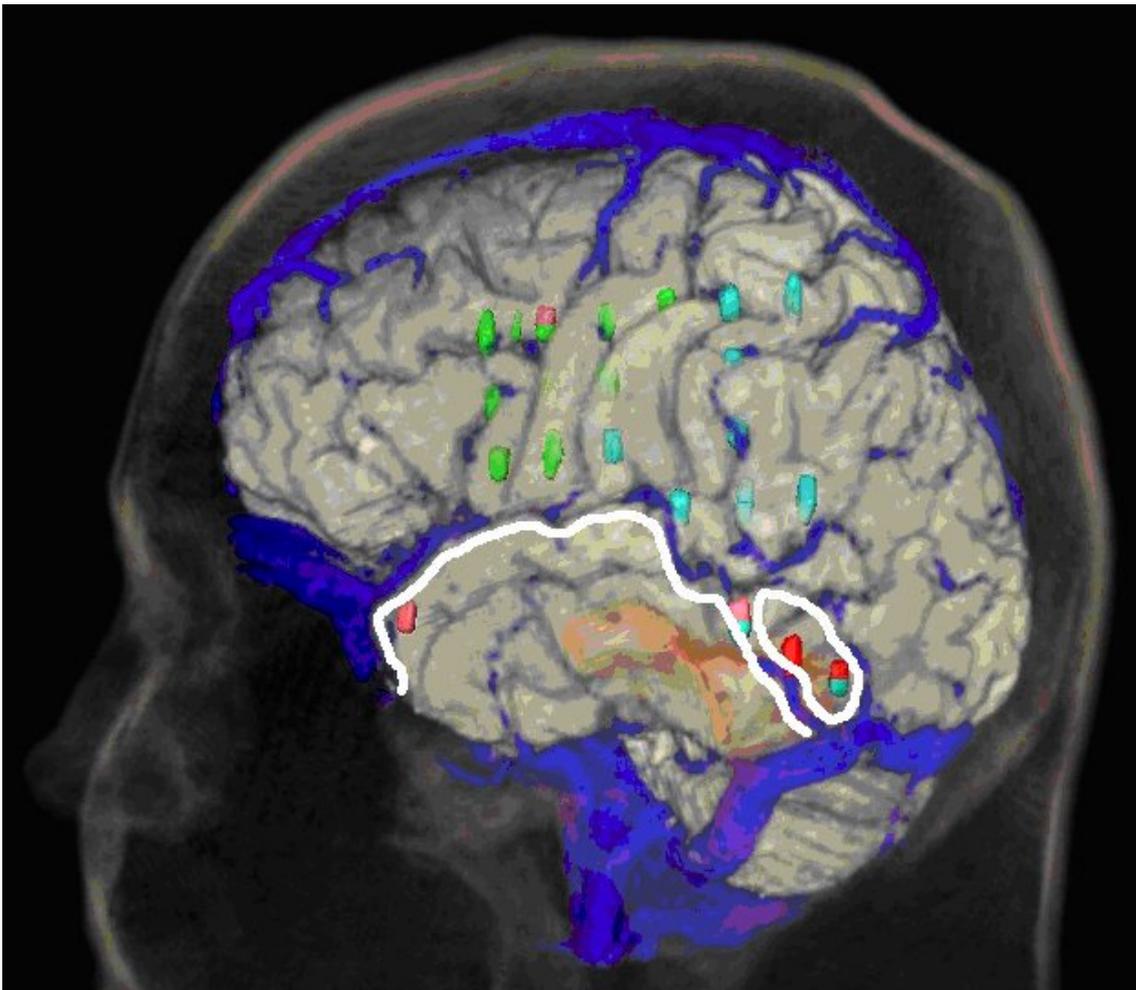


Abb. 5.4: Dreidimensionale Rekonstruktion kernspintomographischer Aufnahmen mit Überlagerung von funktionellen Daten. Geplantes Resektionsareal als weiße Linie eingezeichnet

##### Legende:

Rot: EEG-Beginn, Anfallsursprung

Lila: Interiktale Spike-Aktivität

Türkis: Sprache (extraoperative Stimulation)

Grün: Motorik (extraoperative Stimulation)

Braun: Übertragung der posttraumatischen Gliose durchscheinend auf das Cortexrelief

Zunächst erfolgt eine Gitter- und Streifenelektrodenimplantation links fronto-temporo-parietal und links temporomesial für das invasive Video-EEG Monitoring sowie nach erfolgreicher Focuslokalisation die Entfernung des Elektrodenmaterials mit ausgedehnter temporo-occipitaler und temporomesialer Focusresektion.

Die Patientin ist seit der Operation für alle Qualitäten anfallsfrei (Engel Ia) und zeigt keine neurologischen und neuropsychologischen Ausfälle.

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Beschäftigung mit dem cerebralen Venensystem hat in der Neurochirurgie erst in den vergangenen Jahren eine gewisse Aufmerksamkeit erfahren. Durch die klinische Herausforderung bei Patienten mit extramesiotemporaler Epilepsie und in häufigen Fällen erforderlicher Kraniotomie zur Implantation von Gitterelektroden hat sich die Arbeitsgruppe um Priv. Doz. Dr. P.A. Winkler (Arbeitsgruppe für Epilepsiechirurgie und Labor für Neurochirurgische Mikroanatomie der Neurochirurgischen Klinik) in den vergangenen fünf Jahren mit der systematischen Beschreibung und später mit der Visualisierung der dominanten anastomosierenden cerebralen Venen beschäftigt.

Bei akribischer Durchsicht der existierender Literatur fiel auf, dass eine systematische Beschreibung sowie numerische Verteilung von V. anastomotica superior (V. Trolard) und V. anastomotica inferior (V. Labbé) nicht vorlagen. Aus diesem Grunde hatte es sich die vorliegende Studie zur Aufgabe gemacht, die bestehende Lücke in der gängigen Literatur zu füllen und dem Neurochirurgen Daten in die Hand zu geben, die er für die praktische Planung von Zugängen sinnvoll anwenden kann.

Eine erste Beschreibung von vier verschiedenen Typen der hauptsächlich anastomosierenden Großhirnvenen wurde von Oka 1985 aus der Arbeitsgruppe von Rhoton geliefert, wobei in dieser Arbeit Häufigkeiten der einzelnen venösen Drainagetypen nicht angegeben wurden.

Es wurden an 21 Gehirnen (42 Hemisphären) das Vorhandensein, Lage und Verlauf sowie die Distanzen von V. Trolard und V. Labbé zu wichtigen cerebralen Landmarken bestimmt.

Neben interessanten anatomischen Varianten konnten fünf Typen der venösen Großhirndrainage bezogen auf die Kaliberstärke von V. Trolard und Labbé und ihre jeweilige Beziehung zum oberflächlichen sylvischen Venensystem klassifiziert werden.

Typ I	<p>V. Trolard ist die dominante Vene.</p> <p>Die V. Labbé wurde nicht nachgewiesen oder zeigte weder zu den Sylvischen Venen noch der V. Trolard eine Verbindung.</p>
Typ II	<p>V. Labbé ist die dominante Vene.</p> <p>Die V. Trolard wurde nicht nachgewiesen oder zeigte weder zu den Sylvischen Venen noch der V. Labbé eine Verbindung.</p>
Typ III	<p>Die Sylvische Venengruppe ist dominierend.</p> <p>Sowohl V. Labbé als auch V. Trolard waren nicht vorhanden oder ohne Kontakt zur Sylvischen Venengruppe nur rudimentär angelegt.</p>
Typ IV	<p>Alle drei anastomosierenden Venen sind vorhanden, V. Trolard und V. Labbé sind dominierend.</p> <p>Die Sylvische Venengruppe ist bei diesem Typ sehr schwach ausgeprägt, V. Trolard und V. Labbé sind eindeutig vorhanden und kommunizieren indirekt über die Sylvischen Venen.</p>
Typ V	<p>Direkt Verbindung von V. Trolard und V. Labbé unter Umgehung der Sylvischen Venengruppe.</p> <p>Sowohl V. Trolard als auch V. Labbé sind vorhanden, jedoch findet sich keine Verbindung zwischen diesen Venen und der ebenfalls vorhandenen Sylvischen Venengruppe. Es besteht dagegen eine direkte Verbindung zwischen ihnen.</p>

Diese Klassifikation der **Typen I - V** könnte fortan klinische Anwendung finden, wobei sowohl bei angiographischen Untersuchungen durch das dabei erstellte Phlebogramm als auch bei der offenen Inspektion des Situs auf Verteilung und Dominanz fokussiert werden sollte. Die Kenntnis des im individuellen Fall vorliegenden Drainagetypus soll in die Überlegungen bei der Operationsplanung Eingang finden.

Für den Bereich der Epilepsiechirurgie wurde nach umfangreichen, von unserer Arbeitsgruppe gelieferten mikroanatomischen und computer-technischen Vorarbeiten die dreidimensionale Visualisierung der wichtigsten Komponenten des cerebralen Venensystems bereits realisiert und in den Behandlungsalgorithmus implementiert.

Neben der optimalen mentalen Vorbereitung des Neurochirurgen auf die geplante Resektion hat die exakte Visualisierung des Venensystems sehr hohen didaktischen Wert und hat die Möglichkeiten einer differenzierten Betrachtungsweise im Hinblick auf die Planung von ausgedehnten Focusresektionen sowie von multilobären Topektomien in der Epilepsiechirurgie verbessert.

## 7. Literaturverzeichnis

1. Sasaki, C.T., Allen, W.E. & Spencer, D. Cerebral cortical veins in otologic surgery. *Arch Otolaryngol* **103**, 730-4. (1977).
2. Apuzzo, M.L.J. *Brain surgery: complication avoidance and management*, (Churchill Livingstone Inc., New York, 1993).
3. Chan, R.C. & Thompson, G.B. Morbidity, mortality, and quality of life following surgery for intracranial meningiomas. A retrospective study in 257 cases. *J Neurosurg* **60**, 52-60. (1984).
4. Morimoto, T. et al. Monitoring of venous blood flow velocity during interhemispheric approach for deep seated lesions. *Acta Neurochir (Wien)* **137**, 44-7. (1995).
5. Paterniti, S., Fiore, P., Levita, A., La Camera, A. & Cambria, S. Venous saving in olfactory meningioma's surgery. *Clin Neurol Neurosurg* **101**, 235-7. (1999).
6. Sakaki, T. et al. Reconstruction of cerebral cortical veins using silicone tubing. Technical note. *J Neurosurg* **66**, 471-3. (1987).
7. Tsutsumi, K. et al. Venous infarction following the interhemispheric approach in patients with acute subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* **74**, 715-9. (1991).
8. Nakase, H., Heimann, A. & Kempfski, O. Local cerebral blood flow in a rat cortical vein occlusion model. *J Cereb Blood Flow Metab* **16**, 720-8. (1996).
9. Secrist, R.D., Traynelis, V. & Schochet, S.S., Jr. MR imaging of acute cortical venous infarction: preliminary experience with an animal model. *Magn Reson Imaging* **7**, 149-53. (1989).
10. Yoshimoto, Y., Endo, M., Mori, T. & Wakai, S. Correlation between venous stump pressure and brain damage after cortical vein occlusion: an experimental study. *J Neurosurg* **86**, 694-8. (1997).

11. Sakaki, T., Kakizaki, T., Takeshima, T., Miyamoto, K. & Tsujimoto, S. Importance of prevention of intravenous thrombosis and preservation of the venous collateral flow in bridging vein injury during surgery: an experimental study. *Surg Neurol* **44**, 158-62. (1995).
12. Guppy, K.H., Origitano, T.C., Reichman, O.H. & Segal, S. Venous drainage of the inferolateral temporal lobe in relationship to transtemporal/transtentorial approaches to the cranial base. *Neurosurgery* **41**, 615-9; discussion 619-20. (1997).
13. Kubota, M., Saeki, N., Yamaura, A., Ono, J. & Ozawa, Y. Influences of venous involvement on postoperative brain damage following the anterior interhemispheric approach. *Acta Neurochir (Wien)* **143**, 321-5; discussion 325-6. (2001).
14. Steiger, H.-J.R., H.J. Anteriore temporale/subtemporale Kraniotomie. in *Manual Neurochirurgie* 323-326 (comed Verlagsgesellschaft, Landsberg, 1999).
15. Benninghoff, A. *Makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen*, S. 380-388 (Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, 1993).
16. Holmes, G. & Sargent, P. Injuries of the superior longitudinal sinus. *Br Med J* **2**, 493-98 (1915).
17. Merwarth, H.R. The syndrome of the rolandic vein (hemiplegia of venous origin). *Am J. Surg* **56**, 526-44 (1942).
18. Lüders, H.O. *Epilepsy surgery*, (Raven Press Ltd., New York, 1992).
19. Padget, D.H. The cranial venous system in man in reference to development, adult configuration, and relation to the arteries. *Am J. Anat.* **98**, 307-355 (1956).
20. Meder, J.F. et al. Venous territories of the brain. *J Neuroradiol* **21**, 118-33. (1994).
21. Stephens, R.B. & Stilwell, D.L. *Arteries and Veins of the Human Brain*, (Thomas, C.C., Springfield, Illinois, USA, 1969).

22. Andeweg, J. The anatomy of collateral venous flow from the brain and its value in aetiological interpretation of intracranial pathology. *Neuroradiology* **38**, 621-8. (1996).
23. Schlesinger, B. The venous drainage of the brain, with special reference to the Galenic system. *Brain* **57**, 274-91 (1939).
24. Ferner, H. [Anatomy & phlebography of internal cerebral veins in men.]. *Z Anat Entwicklungsgesch* **120**, 481-91. (1958).
25. Hassler, O. Deep cerebral venous system in man. A microangiographic study on its areas of drainage and its anastomoses with the superficial cerebral veins. *Neurology* **16**, 505-11. (1966).
26. Duvernoy, H.M., Delon, S. & Vannson, J.L. Cortical blood vessels of the human brain. *Brain Res Bull* **7**, 519-79. (1981).
27. von Lanz, T. & Wachsmuth, W. *Praktische Anatomie - Ein Lehr- und Hilfsbuch der anatomischen Grundlagen ärztlichen Handelns*, (Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1985).
28. Schmidek, H.H., Auer, L.M. & Kapp, J.P. The cerebral venous system. *Neurosurgery* **17**, 663-78. (1985).
29. Sugita, K., Kobayashi, S. & Yokoo, A. Preservation of large bridging veins during brain retraction. Technical note. *J Neurosurg* **57**, 856-8. (1982).
30. Yamashima, T. & Friede, R.L. Why do bridging veins rupture into the virtual subdural space? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* **47**, 121-7. (1984).
31. Rhoton, A.L., Jr. The cerebral veins. *Neurosurgery* **51**, S159-205. (2002).
32. Andrews, B.T., Dujovny, M., Mirchandani, H.G. & Ausman, J.I. Microsurgical anatomy of the venous drainage into the superior sagittal sinus. *Neurosurgery* **24**, 514-20. (1989).

33. Oka, K., Rhoton, A.L., Jr., Barry, M. & Rodriguez, R. Microsurgical anatomy of the superficial veins of the cerebrum. *Neurosurgery* **17**, 711-48. (1985).
34. Perese, D.M. Superficial veins of the brain from a surgical point of view. *J Neurosurg* **17**, 402-12. (1960).
35. Hoffmann, O., Klingebiel, R., Braun, J.S., Katchanov, J. & Valdueza, J.M. Diagnostic pitfall: atypical cerebral venous drainage via the vertebral venous system. *AJNR Am J Neuroradiol* **23**, 408-11. (2002).
36. Aydin, I.H. et al. The anatomical variations of sylvian veins and cisterns. *Minim Invasive Neurosurg* **40**, 68-73. (1997).
37. Kaplan, H.A. & Browder, J. Importance of veins in partial cerebral lobectomy. *J Neurosurg* **41**, 360-6. (1974).
38. Sampei, T., Yasui, N., Okudera, T. & Fukasawa, H. Anatomic study of anterior frontal cortical bridging veins with special reference to the frontopolar vein. *Neurosurgery* **38**, 971-5. (1996).
39. Di Chiro, G. Angiographic patterns of cerebral convexity veins and superficial dural sinuses. *Am J. Roentgenology* **87**, 308-321 (1962).
40. Lang, J. *Skull base and related structures; atlas of clinical anatomy*, 132 (Schattauer, Stuttgart, 1995).
41. Beards, S.C., Yule, S., Kassner, A. & Jackson, A. Anatomical variation of cerebral venous drainage: the theoretical effect on jugular bulb blood samples. *Anaesthesia* **53**, 627-33. (1998).
42. Bartels, R.H. & van Overbeeke, J.J. Charles Labbe (1851-1889). *J Neurosurg* **87**, 477-80. (1997).
43. Yasargil, M.G. *Microneurosurgery*, (Thieme, 1994).

44. Steiger, H.-J.R., H.J. Posteriore temporale Kraniotomie. in *Manual Neurochirurgie* 327-330 (ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg, 1999).

## 8. Danksagung

Bedanken möchte ich besonders bei meiner Mutter, die mich während der Entstehung dieser Arbeit stets verständnisvoll unterstützt hat. Ihr sei diese Arbeit gewidmet.

Meinen Dank Herrn Priv. Doz. Peter A. Winkler aussprechen, der mich bereits in noch frühem Ausbildungsstand in sein Labor für Neurochirurgische Mikroanatomie aufgenommen, in von Ihm dort initiierten Projekte integriert und während meiner Dissertation stets mit Ratschlägen und Hilfe zur Seite stand.

Bereits 1998 fand unser erstes Treffen in seinem Labor statt, noch bevor ich mein Physikum abgeschlossen hatte. Bereits damals fand ich im Studium ein besonderes Interesse an der Neuroanatomie und hegte den Wunsch, das Fachgebiet der Neurochirurgie kennenzulernen. Die damals wie heute bestehende Leidenschaft, die Priv. Doz. P.A. Winkler für sein Fachgebiet an den Tag legt, sowohl als operativer Neurochirurg in täglichem Alltag und bei der Ausbildung junger Kollegen als auch als Leiter seines Labors mit diversen wissenschaftlichen Projekten, konnte er auf mich übertragen, ebenfalls die Begeisterung für das Fach in mir wecken und betreute mich seither nicht nur im Rahmen meiner Dissertation sondern auch in meiner klinischen Ausbildung als Mentor.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei Prof. Dr. J.-C. Tonn, Direktor der Neurochirurgischen Klinik des Klinikums Grosshadern, an der ich seit 2003 zunächst als Arzt im Praktikum und ab Ende 2004 als Assistenzarzt tätig bin.

## 9. Curriculum vitae

- 1976** Geboren am 19. Dezember in München, Eltern: Dr. med. dent. Elisabeth Erös (geborene Czapff), Dipl. Kaufm. Emmerich Erös
- 1983 - 1987** Grundschule „Volksschule Unterhaching an der Fasanenstraße“
- 1987 - 1996** Humanistisches Gymnasium „Wittelsbacher Gymnasium“, humanistischer Zweig (Fremdsprachen: Latein, Englisch, Altgriechisch)
- 1996** Abiturprüfung in den Leistungskursen Altgriechisch / Mathematik und den Grundkursen Geschichte / Physik
- 1996 - 2000** Wehrersatzdienst im Technischen Hilfswerk München mit ca. 140 Dienststunden pro Jahr
- seit 1996** Student der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität, München  
Bestehen der Ärztliche Vorprüfung (Physikum)
- 1998** Famulatur an der Neurochirurgischen Klinik des Klinikums Großhadern, München (Vorstand: Prof. Dr. H.-J. Reulen)
- 1999** Famulatur in der Praxis für Kinderheilkunde, Inhaber: Dr. med. A. Hencz, München  
Bestehen des 1. Staatsexamens  
Famulatur am Medical College of Georgia in Augusta, Georgia, USA, in Allgemeinchirurgie im Status eines „third year medical student“, Betreuer: R. G. Martindale, M.D., Ph.D.  
Famulatur am Medical College of Georgia in Augusta, Georgia, USA, in Traumachirurgie im Status eines „fourth year medical student“, Betreuer: T. R. Howdieshell, M.D., FACS, FCCP
- 2000** Famulatur am Medical College of Georgia in Augusta, Georgia, USA, in Neurochirurgie im Status eines „fourth year medical student“, Betreuer: J. R. Smith, M.D., Ph.D.
- 2001** Bestehen des 2. Staatsexamens  
1. Tertial des Praktischen Jahres (PJ) in der Kardiologischen Abteilung des Klinikum Innenstadt
- 2002** 2. Tertial des Praktischen Jahres (PJ)  
1. Teil: Neurochirurgischen Klinik des Klinikum Großhadern  
2. Teil: Chirurgische Klinik des Klinikum Großhadern  
3. Tertial des Praktischen Jahres (PJ) an der Neurologischen Klinik des Klinikum Harlaching  
Bestehen des 3. Staatsexamens  
Erteilung der Teilaprobation und Zulassung als Arzt im Praktikum (AiP)

- 07/2003** Beginn der Tätigkeit als Arzt im Praktikum (AiP) an der Neurochirurgischen Klinik, Klinikum Grosshadern, München
- 11/2004** Übernahme als Assistenzarzt an der Neurochirurgischen Klinik, Klinikum Grosshadern, München