

Aus der Neurochirurgischen Universitätsklinik Freiburg/Br.  
(Direktor: Prof. Dr. T. RIECHERT)

## **Das cerebrale Angiogramm und die Lokalisation subcorticaler Hirnstrukturen bei stereotaktischen Eingriffen\***

Von  
**LEONIDAS FEKAS**

Mit 6 Textabbildungen

*(Eingegangen am 5. Dezember 1961)*

Für die intracerebrale Zielpunktbestimmung bei stereotaktischen Operationen an subcorticalen Hirnstrukturen zur symptomatischen Therapie bekannter Indikationen, wie z. B. extrapyramidale Bewegungsstörungen, werden von den meisten Autoren encephalographische Referenzen verwendet, die in einer festen Korrelation zu den Zielpunkten stehen und somit die Berechnung ihrer Lage mit Hilfe eines Koordinationssystems ermöglichen. Die Ventrikelfüllung ist bis heute zweifellos die beste Methode zur Zielpunktlokalisation. Erfahrungsgemäß ergeben sich jedoch manchmal im Encephalogramm Unklarheiten über die exakte Lage der Bezugsreferenzen, wodurch das Berechnungsverfahren und folglich auch die Operation selbst erschwert werden kann. In manchen Fällen wird eine Ventrikelfüllung nicht erreicht; über die möglichen Ursachen haben u. a. KEHRER (1950), sowie KLAUSBERGER u. STIEGLMAYER (1954) ausführlich berichtet. Außerdem stellt die Encephalographie eine Belastung dar, die evtl. zu ernststen sekundären Komplikationen führen kann.

Eine Zielpunktbestimmung durch craniocerebrale Referenzpunkte ist nach den korrelationstopographischen Untersuchungen von MUNDINGER u. POTTHOFF sowie LEKSELL u. TALAIRACH, infolge großer Schwankungsbreite der erhaltenen Werte nicht durchführbar.

Aus diesen Gegebenheiten entstand die Frage, ob zur Zielpunktbestimmung bei der stereotaktischen Hirnoperation das Encephalogramm (bzw. Ventrikulogramm) durch das Angiogramm ersetzt werden kann.

Von vornherein ist es klar, daß eine solche Möglichkeit nur im Rahmen des Phlebogramms der tiefen cerebralen Venen, der Vena cerebialis interna, die mit der Vena thalamostriata den „Angulus venosus“ bildet,

---

\* Im Rahmen eines Forschungsstipendiums der Alexander von Humboldt-Stiftung. Herrn Prof. Dr. WERNER HEISENBERG, Präsident der Alexander von Humboldt-Stiftung, zu seinem 60. Geburtstag ergebenst gewidmet.

und der Vena magna Galeni mit der Ampulla Galeni zu suchen wäre. Die Arterien selbst zeigen sich wegen ihres relativ variablen Verlaufs — besonders bei arteriosklerotischen Veränderungen — und vor allem wegen ihres Verlaufs auf mehreren Ebenen, wodurch erhebliche Projektionsverzeichnungen auftreten, zu einer solchen Untersuchung als ungeeignet. Die oberflächlichen Venen mit dem ganz unkonstanten und von Fall zu Fall stark variierenden Verlauf kommen ja sowieso nicht in Frage.

*Anatomie und Topographie der tiefen Hirnvenen. Röntgenologische Merkmale.* Zu den tiefen Hirnvenen gehören die paarig angelegten Venen, die Vena thalamostriata mit ihren Ästen, die Vena septi pellucidi, die Vena cereбрalis interna, die Vena basilaris (Rosenthal) und die aus der Vereinigung der Vv. cerebrales internae entstehende, unpaarige Vena cereбрalis magna (Galen), die das venöse Blut aus beiden Hemisphären zum Sinus rectus abführt; der Sinus sagittalis inferior, der im unteren freien Rand der Falx verläuft und gemeinsam mit der Vena magna Galeni in den Sinus rectus einmündet, schließt sich den tiefen Venen an.

Die Vena thalamostriata, die das Blut vom Thalamus, vom Striatum und — über die Vena chorioidea — vom Plexus chorioides des Seitenventrikels abführt, verläuft von lateral hinten oben nach medial vorn unten entlang der unteren lateralen Wand des Seitenventrikels in der Furche zwischen Nucleus caudatus und Thalamus; die Vena chorioidea selbst kann manchmal auch direkt in die Vena cereбрalis interna einmünden. In der Gegend des Foramen Monroi macht die Vena thalamostriata einen scharfen Bogen und verläuft dann weiter durch das Foramen als Vena cereбрalis interna paramedian von rostral nach caudal, entlang der oberen Wand (des Daches) des III. Ventrikels in die Tela chorioidea. Die Stelle, an der die Vena thalamostriata im scharfen Bogen in die Vena cereбрalis interna übergeht, bildet nach KRAYENBÜHL u. RICHTER den „Angulus venosus“, einen im seitlichen Röntgenbild des cerebralen Phlebogramms sehr charakteristischen Winkel. Topographisch entspricht die Spitze des Winkels der Gegend des vorderen oberen Randes des Foramen Monroi. Im Angulus venosus oder in seiner unmittelbaren Nähe mündet normalerweise die Vena septi pellucidi. Sie hat ihren Ursprung in der Gegend des Balkenkniees, in den vorderen und medialen Teilen des Ventrikelvorderhorns, und verläuft mehr oder weniger gradlinig oder leicht geschlängelt entlang dem Septum pellucidum caudalwärts. Statt in den Angulus venosus mündet sie manchmal viel weiter hinten in die Vena cereбрalis interna. Die im Dach des III. Ventrikels paramedian und in antero-posterior Richtung verlaufende Vena cereбрalis interna, die nach basal einen mehr oder weniger stark konkaven Bogen bildet, wendet sich in der Gegend zwischen Splenium corporis callosi und Lamina quadrigemina knapp hinter der Glandula pinealis der Mittellinie zu, um sich mit der Vena cereбрalis interna der Gegenseite zu vereinigen; es entsteht somit die unpaarige, kurze und starke Vena magna Galeni, die in einem nach unten und hinten gerichteten stark konvexen Bogen um das Splenium verläuft und in einem stark variierenden Winkel in den Sinus rectus (gemeinsam mit dem Sinus sagittalis inferior) mündet. Während ihres Verlaufs nimmt die Vena cereбрalis interna noch andere kleine Venen auf: vom Plexus chorioides des III. Ventrikels, von der Wand des Seitenventrikels, vom Fornix und vom Corpus callosum sowie die von JOHANSON beschriebene Vena cornu posterioris, die das Blut von der ependymalen Bekleidung des Hinterhorns abführt. Am Einmündungsort der Vv. cerebrales internae oder direkt in die Vena magna Galeni mündet auch die Vena basilaris (oder basalis) Rosenthal, die mit ihren Zuflüssen (Vv. perforatae anterior und posterior) das Blut aus der Gegend des Chiasmata, der Substantia perforata anterior und posterior abnimmt und in

großem Bogen um den Hirnstamm herum der Vena magna Galeni zuströmt. JOHANSON, der in ausgezeichneter Weise die Lage und den Verlauf der tiefen Venen anatomisch und röntgenologisch an einem Material von 75 Gehirnen untersucht hat, beschreibt ausführlich die „normalen“ Variationen: So kann der Winkel,

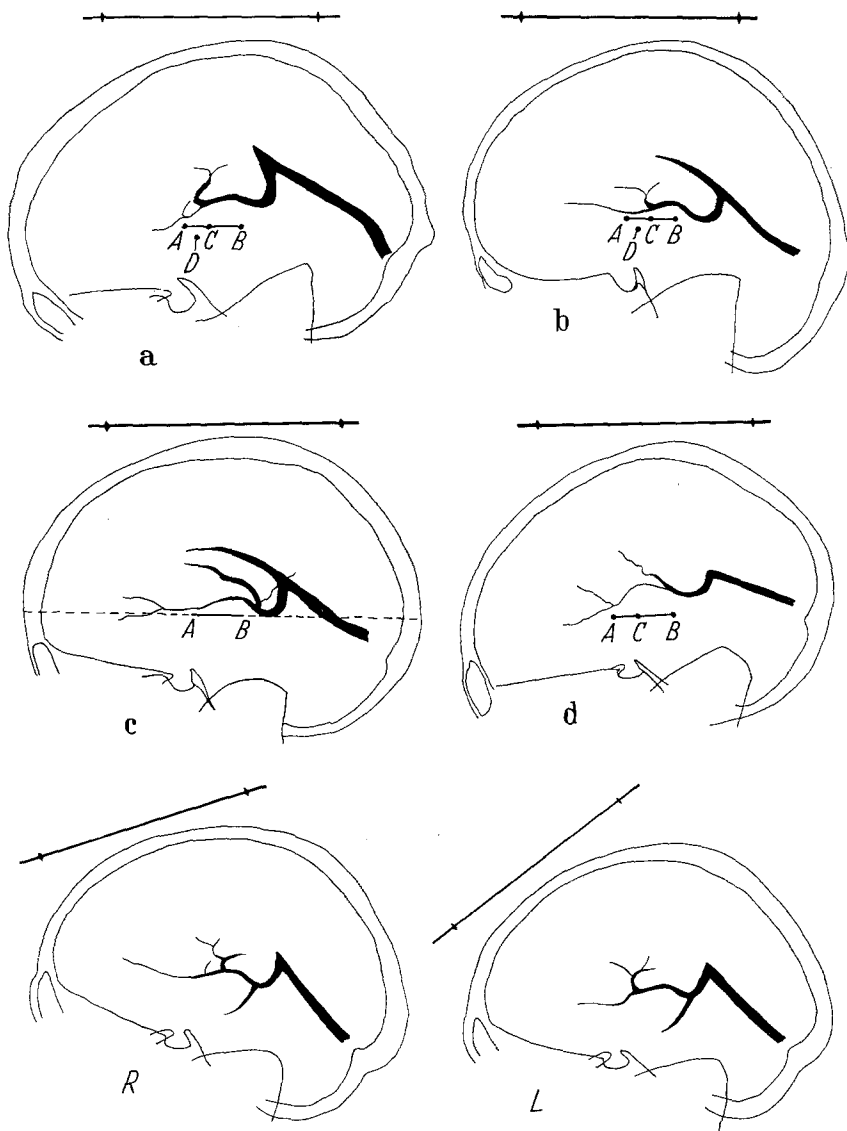


Abb. 1. a—b Variabler Verlauf der tiefen Venen mit Vortäuschung einer Dislokation des Angulus venosus; c—d Der Angulus venosus ist kaum oder nicht mehr zu identifizieren; R—L Inkongruenz der paarigen tiefen Hirnvenen im rechts- und linksseitigen Phlebogramm des gleichen Patienten

unter dem die V. thalamostriata in die V. cerebialis interna übergeht, weit oder eng sein, der sinusförmige Verlauf der V. cerebialis interna kann mehr oder weniger flach sein, während die V. magna Galeni unter stark variierendem Winkel in den Sinus rectus mündet. Letzterer selbst kann gradlinig oder leicht bogenförmig zum Confluens sinuum verlaufen. Die V. basilaris mündet entweder in die V. cerebialis interna oder direkt in die V. magna Galeni oder sogar — wie RIEMENSCHNEIDER u. ECKER berichten — direkt in den Sinus rectus; auch in unseren Phlebogrammen gab es einen solchen Fall, wobei zu bemerken ist, daß diese Eigenart sich nur auf der einen Hirnhemisphäre fand, während die andere Seite ein üblich verlaufendes Bild bot (Abb. 3g).

Eine in neuro-röntgenologisch-diagnostischer Hinsicht „gefährliche“ Variation ist die Vortäuschung einer Dislokation des Angulus venosus, wenn im Röntgenbild die V. thalamostriata nicht dargestellt wird, dafür aber kleinere Venen, die ungefähr in der Mitte der V. cerebialis interna einmünden und besonders stark angelegt sind. Aber auch die V. thalamostriata selbst kann in ihrem Hauptverlauf, wie JOHANSON beschreibt, 0,5–1 cm hinter dem Foramen Monroi in die V. cerebialis interna einmünden. Solche Dislokationsvortäuschungen oder variable Gefäßverläufe, wobei der Angulus venosus kaum oder nicht mehr zu identifizieren ist, zeigt die Abb. 1 (a–d, R–L) aus unserer angiographischen Serie.

Da die tiefen Venen im Rahmen ihrer relativ geringen Variabilität ein charakteristisches Röntgenbild bei der Angiographie bieten und vor allem deren Topographie Beziehungen zu anderen Hirnstrukturen aufweist (Angulus venosus — Foramen Monroi, Ampulla Galeni — Gegend der Glandula pinealis), hat in den letzten 10 Jahren deren Studium in bezug auf die Tumordiagnostik an Bedeutung stark zugenommen [LORENZ (1951); JOHANSON (1953) u. a.], und man hat dabei versucht, Beziehungen zwischen der „normalen Lage“ der tiefen Venen besonders des Angulus venosus, und dem knöchernen Schädel im Röntgenbild festzustellen [CURRY u. CULBRECHT (1951); UMBACH (1952); MASPEs u. DONEGANI (1953); JOHANSON (1954); LIN u. Mitarb. (1955); WOLF u. Mitarb. (1955); sowie LAINE u. Mitarb. (1956) und NETTEL u. Mitarb. (1958)]. Es wurde jedoch festgestellt, daß die jeweils angewandten goniometrischen Methoden oder die rechtwinkligen Koordinatensysteme nur annäherungsweise eine Angabe über die normale Lage des Angulus venosus erlauben. Auch BRANDTs Topogramm des Foramen Monroi (über den Angulus venosus), das zwar für die Tumordiagnostik einen brauchbaren Anhalt darstellt, ist bei unserer Fragestellung bezüglich des stereotaktischen Eingriffes von geringerer Bedeutung schon deswegen, weil es sich auch in den 10% der Fälle, bei denen der Angulus venosus außerhalb dieses Topogramms liegt, nicht um pathologische Verlagerung sondern um „normale Varianten“ handeln kann. Dem Zweck der Tumordiagnostik entsprechend identifizierte BRANDT mit Recht (sowie auch alle früheren Autoren, die sich mit dem Entwurf von craniocerebralen Korrelationen befaßt haben) die Lage des Angulus venosus mit der des Foramen Monroi und es wird dabei von einem „Punkt“ gesprochen. Das Foramen Monroi ist aber kein Punkt sondern ein Gebilde mit räumlichen Dimensionen:

mit Länge, Breite und Höhe von einigen Millimetern, die mitunter stark variieren können, wie wir es oft bei Parkinson-Patienten mit stärkerem Hydrocephalus sehen können und dies ist beim Berechnungsverfahren zur stereotaktischen Operation von besonderer Wichtigkeit.

Wenn wir uns nun im folgenden darum bemühen festzustellen, ob das Encephalogramm bei einer stereotaktischen Hirnoperation durch das Angiogramm ersetzt werden kann, so beziehen wir uns auf das Berechnungs- und Operationsverfahren nach RIECHERT, HASSLER u. MUNDINGER zur symptomatischen Therapie des Parkinson-Syndroms. Dabei werden, je nach klinischer Indikation, das Pallidum internum (P.i.) oder der Nucleus ventralis oralis anterior thalami (V.o.a nach HASSLER) als Zielpunkte gewählt. Als Referenzpunkte und -konturen dienen im seitlichen Encephalogramm der hintere untere Rand des Foramen Monroi (H. u. R.-F.M.) und der vordere Rand der Commissura posterior (C. p.); im a. p.-Bild ist es der Abstand des Randes des III. Ventrikels zur Caudatumkontur. Die Verbindungslinie des hinteren unteren Randes des Foramen Monroi zur Commissura posterior ergibt die sogenannte „Basislinie“, die die wichtigste Referenz zur Errechnung der Lage der Zielpunkte darstellt.

Wir suchten nach einem stabilen Maßverhältnis der Spitze des Angulus venosus und anderer exakt definierbarer Punkte der tiefen Venen zu den encephalographisch bestimmten Zielpunkten (V.o.a und P.i.) und deren Bezugsreferenzen. Zur Beantwortung der aufgestellten Frage wurden die cerebralen Angiogramme bei 50 Parkinson-Patienten noch vor der stereotaktischen Operation angefertigt und mit den entsprechenden Encephalogrammen verglichen.

**Technisches.** Die Encephalographie wurde durch suboccipitale oder lumbale Punktion durchgeführt. Es wurde dabei auf jene Punkte geachtet, die schon GANGLBERGER in seiner Veröffentlichung „Zur schonenden Technik der lumbalen Encephalographie“ ausführlich besprochen hat. Die Technik der Encephalographie basierte — bei nüchternen Patienten — auf dem von LINDGREN angegebenen Überdruckverfahren, wobei das langsame Vorgehen beim Gaseinbringen (BECKER u. RADTKE; HULTSCH u. SEEBERG), berücksichtigt wurde. Es wurde fraktioniert 40—60 cm<sup>3</sup> Helium unter Ablassung von insgesamt 8—10 cm<sup>3</sup> Liquor eingebracht; dazu wurde die Apparatur zur Helium-Encephalographie nach BERGLEITER verwendet.

Die Angiographie (1 Tag vor oder 1—2 Tage nach der Encephalographie) wurde durch percutane Injektion in die Arteria carotis interna oder auch in die Arteria carotis communis von je 10 cm<sup>3</sup> „Urogratin-Schering“ (60%) für die seitliche und die ap.-Aufnahme, bei Lokalanästhesie, durchgeführt. Verwendet wurde der Buchtala-Angioseriograph mit je acht Aufnahmen pro Serie. Zur Beseitigung eines starken Kopftremors, der die Röntgenaufnahmen und evtl. auch den Eingriff selbst erschwert hätte, injizierten wir kurz vor der Angiographie 20—40 mg „Dominal forte“<sup>1</sup>) i.v., wobei gleichzeitig eine sedative Wirkung erreicht wurde (RICH-

<sup>1</sup> Reg. Warenzeichen des Chemiewerkes Homburg, Zweigniederlassung der Degussa, für das N-(3-Di-methylamino-Propyl)-Thiophenyl-Pyridylamin-HCl-Hydrat.

TER u. MÜLLER). Bei schwieriger Palpation der Carotis auf Grund der blutdrucksenkenden Wirkung des Dominal wurde 1 cm<sup>3</sup> „Peripherin“<sup>1)</sup> i.v. appliziert.

Unter Berücksichtigung der Röntgenverzeichnung, die mit Hilfe eines mitaufgenommenen Metallmaßstabes leicht zu eliminieren war, wurden Bezugsreferenzen und Zielpunkte vom Encephalogramm auf das seitliche Phlebogramm des jeweiligen Patienten übertragen.

*Ein Beispiel.* Der 10 cm lange Maßstab beträgt auf dem Encephalogramm 10,4 cm und auf dem Phlebogramm 11,0 cm. Die Relation der Größe des Angiogramms zu der des Encephalogramms ist dann  $11,0 : 10,4 = 1,06$ . Um diesen Wert muß also jede Distanz des Encephalogramms vergrößert werden, um auf das Angiogramm übertragen werden zu können. Es werden dann auf der Schädelbasis zwei median liegende Punkte ausgesucht, die sowohl beim Encephalogramm als auch beim Angiogramm genau zu identifizieren sind (z. B. das Tuberculum sellae und ein Überschneidungspunkt der Konturen des Sinus sphenoides und des Sella-bodens) und deren Abstand — nach Korrektur mit dem Faktor 1,06 — genau übereinstimmen muß. Auf dem Encephalogramm wird der Abstand des hinteren unteren Randes des Foramen Monroi und der Abstand der Commissura posterior zu den beiden festen Punkten des Schädels gemessen, mit dem Faktor 1,06 korrigiert und auf das Phlebogramm übertragen; so wird die Basislinie in das Phlebogramm eingezeichnet. Auf die gleiche Art wird dann auch der jeweilige Zielpunkt (V.o.a. oder P.i.) eingetragen, was gleichzeitig eine Kontrolle für die Richtigkeit des Korrelationsfaktors und dadurch der Übertragung der Basislinie darstellt (Abb.2).

### Untersuchungsergebnisse

Überblickt man die nach der vorher beschriebenen Methodik gewonnenen Angiogramme mit übertragener „Basislinie“, so fällt sofort auf, daß zwischen der Lage der Basislinie (*AB*) und dem Verlauf der tiefen Venen eine — zumindest für stereotaktisch operative Begriffe — erhebliche Diskrepanz vorliegt, die das Vorhandensein einer topographischen Korrelation unwahrscheinlich macht (Abb.3).

In einem Koordinatensystem (Abb.4) wurden die reellen Werte (nach Eliminierung der Röntgenverzeichnung) für die Länge der Basislinie und für die Länge der Strecke Angulus venosus bis Einmündung der Vena magna Galeni in den Sinus rectus (*AV—SR*) eingetragen. Es wird daraus ersichtlich, daß die Länge der Basislinie (die in unseren Fällen zwischen 21 und 28 mm schwankt) und die Länge *AV—SR* (von 32—50 mm) in keinem direkt proportionalen Verhältnis stehen. So sehen wir z. B., daß bei einem Fall der Basislinie von 27 mm eine *AV—SR*/Strecke von 37,8 mm entspricht, während bei einem zweiten Fall mit einer viel kleineren Basislinie von 23,5 mm die entsprechende *AV—SR*/Strecke von 49,1 mm um vieles größer ist. Die eingetragenen Werte verteilen sich unregelmäßig über die ganze Fläche, die durch das Koordinatensystem abgegrenzt wird. Mißt man die Größe des Abstandes vom *AV* bis zu dem tiefsten Punkt der Vena cerebialis interna oder der Ampulla Galeni, so kommt man zu den gleichen Feststellungen wie oben.

<sup>1</sup> Theophyllin-Ephedrin Oxyäthyltheophyllin-Homburg.

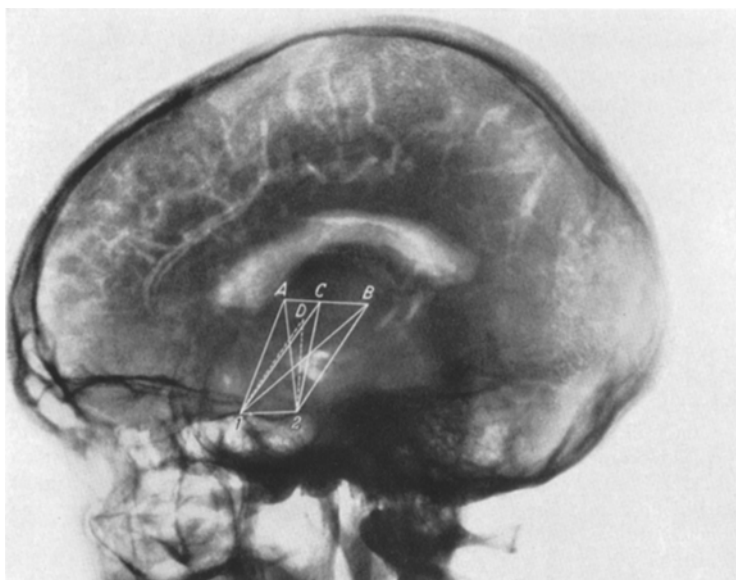


Abb. 2a. Seitliches Encephalogramm mit Basislinie  $AB$  und Zielpunkten

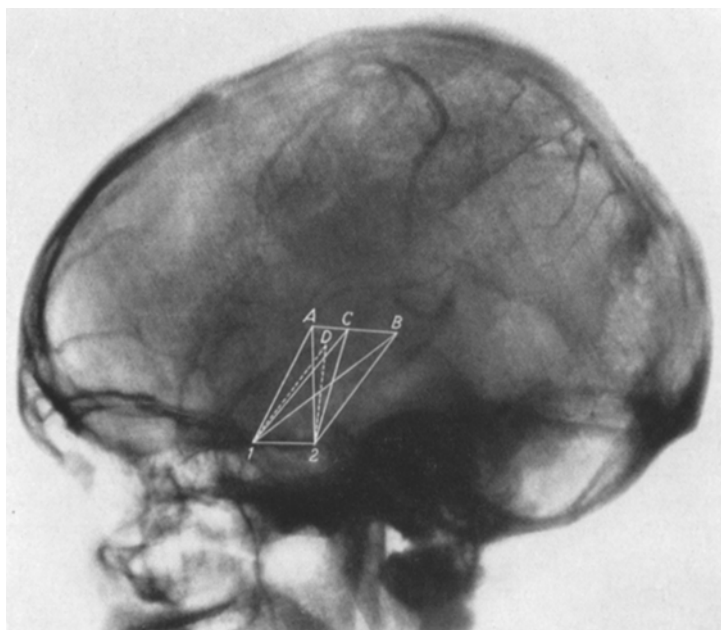


Abb. 2b. Seitliches Phlebogramm mit übertragener Basislinie und Zielpunkten, Zielpunkt V.o.a. =  $C$ ; Zielpunkt P.l. =  $D$ ; Basislinie  $AB$

Im Schema der Abb. 4 wurden die Werte von 45 Fällen eingetragen. Bei den übrigen 5 Fällen war die Lage des AV nicht zu identifizieren. Es handelt sich hierbei um Fälle, bei denen auf Grund der starken Variabili-

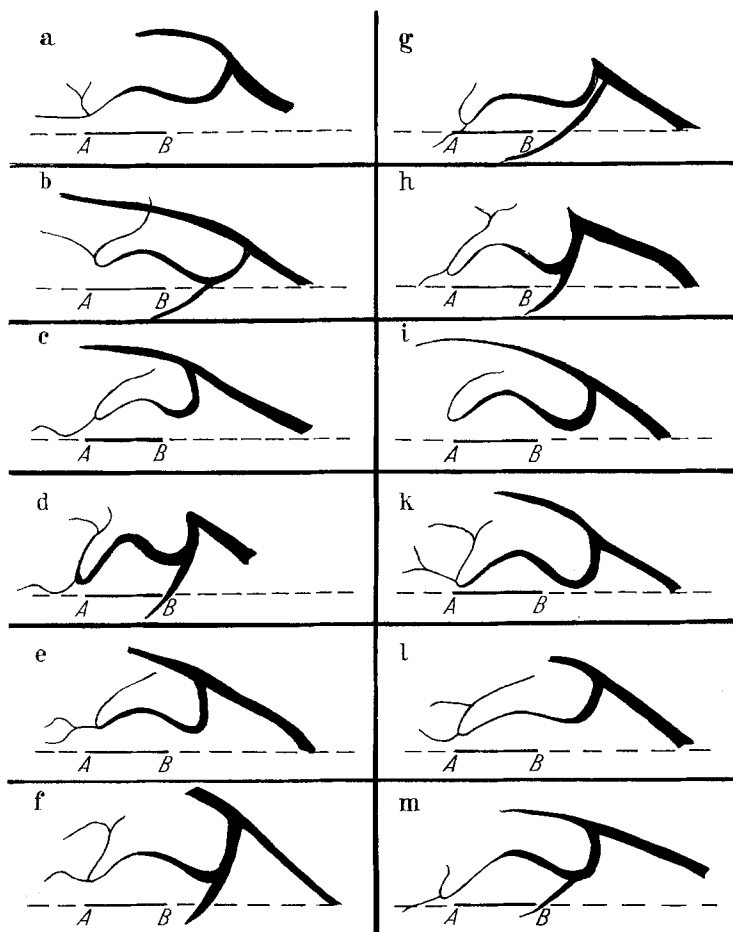


Abb. 3a—m. Verschiedene Verlaufstypen der tiefen Hirnvenen

tät des Verlaufs der Vv. thalamostriata und septi pellucidi entweder es zu keiner Bildung eines Angulus kommt oder ein Angulus vorgetäuscht wird.

Das Fehlen jeglicher Relation zwischen den tiefen Venen und der Basislinie wird noch deutlicher, wenn man den Verlauf der tiefen Venen in ihrem Vergleich zu der Lage und der Verlaufsrichtung der Basislinie betrachtet. Suchen wir beispielsweise jene Fälle aus, die im Röntgenbild (ohne Eliminierung der Röntgenverzeichnung) die gleiche Größe der Basislinie (z. B. 26 mm) aufweisen, und projizieren wir sie übereinander,



so daß die Basislinien sich genau überdecken, so sehen wir, daß bei einem Fall der tiefste Punkt der Vena magna Galeni die Verlängerung der Basislinie tangiert, während bei einem anderen Fall der entsprechende Punkt in einem Abstand von 10 mm oberhalb dieser Verlängerungslinie liegt. Die Verlaufslinien der Vv. cerebralis interna und magna Galeni sowie des Sinus rectus ergeben bei diesem Übereinanderprojizieren ein breites Bündel ohne Übereinstimmung der einzelnen Linien (Abb. 5).

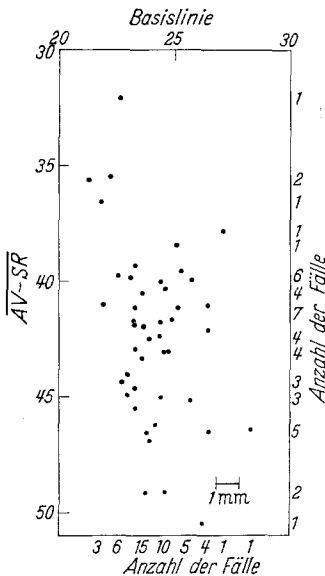


Abb. 4. Koordinatensystem der reellen Werte (nach Eliminierung der Röntgenverzeichnung) der Länge der Basislinie (auf der Abszisse) und der Strecke  $AV-SR$  (auf der Ordinate). ( $AV-SR$  Strecke vom Angulus venosus bis zur Einmündung der Vena magna Galeni im Sinus rectus)

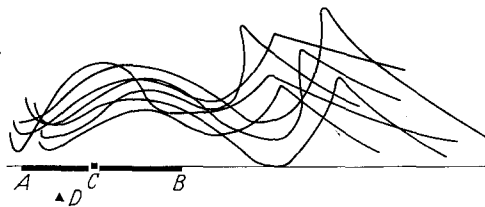


Abb. 5. Verschiedene Verlaufsformen der tiefen Hirnvenen in bezug zu den übereinander projizierten Basislinien ( $AB$ ) und Zielpunkten ( $C$  und  $D$ )

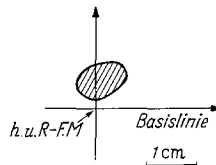


Abb. 6. Verschiedene Lage des Angulus venosus in bezug zum hinteren unteren Rand des Foramen Monroi ( $h.u.R.-F.M.$ ) und der Basislinie

Verbindet man den Angulus venosus mit dem tiefsten Punkt der Vena cerebralis interna (d. h. die Tangente von  $AV$  zu dem nach unten konvexen Bogen der Vv. cerebralis interna und magna Galeni) und verlängert diese Verbindungslinie occipitalwärts bis sie die Verlängerung der Basislinie trifft, so bildet sich ein Winkel, der von Fall zu Fall sehr stark variiert. Bei einigen Fällen verlaufen die beiden Verbindungslinien fast parallel, dagegen kommt es bei anderen Fällen vor, daß der Winkel beider Verbindungslinien nicht occipitalwärts sondern frontalwärts gerichtet ist (vgl. Abb. 3f, 3b, 3m).

Auch die Lage der Spitze des Angulus venosus selbst zeigt keine feste Korrelation zu der Lage der Basislinie. Im Schema der Abb. 6 sieht man, daß durch das Eintragen der jeweiligen Lage des  $AV$  unserer Fälle in bezug zu der Basislinie (mit dem hinteren unteren Rand des Foramen Monroi als festem Punkt) ein ellipsenförmiges Areal abgegrenzt wird,

dessen große Achse ca. 10 mm und dessen kleine Achse ca. 5 mm beträgt. Die Fälle, die aus anatomischen Gründen eine Verlagerung des Angulus venosus vortäuschen, wurden hier nicht eingetragen (siehe Abb. 6).

Wegen der kleinen Anzahl unserer Fälle (50) haben wir von einer statistischen Bearbeitung der gewonnenen Werte absichtlich Abstand genommen und uns auf die graphische Darstellung und Besprechung der Befunde beschränkt.

Es sei hier noch erwähnt, daß wir bei einigen Patienten eine doppel-seitige Angiographie (nach Zeitintervall) durchgeführt haben. Dabei stellten wir in Übereinstimmung mit Literaturangaben (JOHANSON) fest, daß der Verlauf der tiefen Venen beider Hemisphären der gleichen Person bis zu deren Vereinigung in die Vena magna Galeni nicht immer kongruent ist. Dies betrifft besonders die Vv. thalamostriata, septi pellucidi und basalis Rosenthal, sowie auch die Form und die Lage des Angulus venosus sowohl in bezug zum knöchernen Schädel als auch in bezug zu der Basislinie (Abb. 1, *L* und *R*). Im weiteren wurde die Basislinie des Encephalogramms auf andere Phasen des Angiogramms (besonders auf das Arteriogramm) übertragen und nach Korrelationsmöglichkeiten untersucht. Schon bei den ersten Versuchen war die Diskrepanz so auffallend stark, daß auf jegliche weitere Messungen verzichtet werden konnte.

Wir kamen daher zu der Schlußfolgerung, daß zwischen den encephalographischen Referenzen bzw. den Zielpunkten selbst und den tiefen Venen (sowie auch jedes anderen röntgenologisch darstellbaren Gefäßes) *keinerlei* feste Korrelationen vorhanden sind, die eine Rekonstruktion der Basislinie bzw. eine Bestimmung der Zielpunkte auf Grund des Angiogramms ermöglichen könnten. Demnach kann das Encephalogramm zur Durchführung einer stereotaktischen Operation beim Parkinson-Syndrom nach dem Verfahren von RIECHERT, HASSLER u. MUNDINGER durch das cerebrale Angiogramm nicht ersetzt werden. Somit bleibt das Encephalogramm, welches eine Beurteilung der individuellen Größe der Bezugslinien gestattet, zur Zeit die einzige Grundlage des stereotaktischen Eingriffs.

### Zusammenfassung

Zur Lokalisation subcorticaler Hirnstrukturen bei stereotaktischen Operationen werden encephalographische Referenzen herangezogen. Erfahrungsgemäß ergeben sich jedoch manchmal bei der Encephalographie Mängel, die das Berechnungsverfahren der Lage der Zielpunkte und folglich auch die Operation selbst erschweren. Daraus entsprang die Frage, ob die cerebrale Angiographie und insbesondere das Phlebogramm der tiefen Venen die Encephalographie ersetzen kann.

Die Anatomie und Topographie der tiefen Hirnvenen wurde beschrieben und deren Variabilität an Hand angiographischer Befunde dargestellt.

Die bisherigen Untersuchungen bezüglich einer Korrelation zwischen intracraniellen Strukturen und knöchernem Schädel wurden diskutiert, und es wurde darauf hingewiesen, daß die besprochenen intrakraniellen Strukturen weder auf Grund des Encephalogramms noch auf Grund des Angiogramms vom knöchernen Schädel her zu errechnen sind.

Zur Beantwortung der gestellten Frage wurde die Lage der Zielpunkte und der encephalographischen Bezugsreferenzen bei der stereotaktischen Operation des Parkinson-Syndroms nach dem Verfahren von RIECHERT, HASSLER u. MUNDINGER berücksichtigt, und nach Korrelationsmöglichkeiten zu den tiefen Venen gesucht.

Auf Grund der erhobenen Befunde wurde festgestellt, daß zwischen den angiographisch darstellbaren Hirngefäßen einerseits und den encephalographisch ermittelbaren Zielpunkten bzw. deren Bezugsreferenzen andererseits keine feste Korrelation vorhanden ist. Demnach bleibt die Encephalographie die einzige Grundlage zur erforderlichen genauen Berechnung der Zielpunkte bei der stereotaktischen Operation in den subcorticalen Ganglien und ermöglicht die Berücksichtigung ihrer individuellen Topographie.

### Literatur

- BECKER, H., u. F. RADTKE: Eine Methode zur willkürlich steuerbaren Luftfüllung der Ventrikel bzw. peripheren Liquorräume. *Nervenarzt* **20**, 442 (1949).
- BERGLEITER, R., u. K. DECKER: Encephalographie mit Edelgasen. *Zbl. ges. Neurol. Psychiat.* **128**, 340 (1954).
- BRANDT, P.: Über die Lage des Foramen Monroi im normalen und pathologischen seitlichen Phlebogramm und über die Verlagerung der tiefen inneren Venen bei pathologischen Prozessen des Großhirnes. *Zbl. Neurochir.* **19**, 130 (1959).
- CURRY, R. W., and G. G. CULBRECHT: The normal cerebral Angiogramm. *Amer. J. Roentgenol.* **65**, 345 (1951).
- FEKAS, L.: Das cerebrale Angiogramm als Lokalisationsmethode zur stereotaktischen Hirnoperation beim Parkinson-Syndrom. Inaug.-Diss. Freiburg 1961.
- GANGLBERGER, J.: Zur schonenden Technik der lumbalen Encephalographie. *Nervenarzt* **31**, 366 (1960).
- HASSLER, R.: Die Anatomie des Thalamus. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **184**, 249 (1950).
- HASSLER, R.: Die extrapyramidalen Rindensysteme und die zentrale Regelung der Motorik. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* **175**, 233 (1956).
- HASSLER, R.: Über die Bedeutung der pallidären Systeme für Parkinsonsyndrom und Psychomotorik nach Erfahrungen bei gezielten Hirnoperationen. I. Congr. Int. du Neurochirurgie. Brüssel 1957.
- HASSLER, R.: Gezielte Operationen gegen extrapyramidale Bewegungsstörungen. In: Einführung in die stereotaktische Operation (S. 472–488). Von Schaltenbrand & Bailey. Stuttgart: Thieme 1959.
- HASSLER, R., u. T. RIECHERT: Indikationen und Lokalisationsmethode der gezielten Hirnoperation. *Nervenarzt* **25**, 441 (1954).
- HASSLER, R., u. T. RIECHERT: Über die Symptomatik und operative Behandlung der extrapyramidalen Bewegungsstörungen. *Med. Klin.* **53**, 817 (1958).

- HULTSCH, E. G., u. A. SEEBERG: Die Pneumencephalographie unter Überdruck und die medikamentöse Behandlung des vegetativen Symptomenkomplexes. *Nervenarzt* 28, 49 (1957).
- JOHANSON, C.: The cerebral phlebogram by carotid angiography in cases of central brain tumours. *Acta radiol. (Stockh.)* 40, 155 (1953).
- JOHANSON, C.: The central veins and deep dural sinuses of the brain. *Acta radiol. (Stockh.) Suppl.* 107 (1954).
- KEHRER, H. G.: Zur Frage der Ursachen des Ausbleibens der Ventrikelfüllung bei der Encephalographie. *Nervenarzt* 21, 163 (1950).
- KLAUSBERGER, E. M., u. F. STIEGLMAYR: Die fehlende Ventrikelfüllung bei spinaler Encephalographie. *Wien. Z. Nervenheilk.* 10, 127 (1954).
- KRAYENBÜHL, H., u. H. RICHTER: Die zerebrale Angiographie. Stuttgart: Thieme 1952.
- LAINÉ, E., J. M. DELANDTSHEER, P. GALIBERT and G. DELANDTSHEER-ARNOTT: Phlebography in tumours of the hemispheres and central grey matter. *Acta radiol. (Stockh.)* 46, 203 (1956).
- LAINÉ, E., J. M. DELANDTSHEER, P. GALIBERT and G. DELANDTSHEER-ARNOTT: Etude phlebographique des tumeurs hémisphériques. *Neuro-chirurgie* 1, 5 (1955).
- LEKSELL, L.: Gezielte Hirnoperationen. Im Handb. d. Neurochir. (Bd. VI). Von H. OLIVECRONA u. W. TÖNNIS. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1957.
- LIN, P. M., J. F. MOKROHISKY, H. M. STAUFFER and M. SCOTT: The importance of the deep cerebral vein in cerebral angiography. *J. Neurosurg.* 12, 256 (1955).
- LINDGREN, E.: Röntgenologie. In: Handb. d. Neurochirurgie (Bd. 2). Von H. OLIVECRONA u. W. TÖNNIS. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1954.
- LORENZ, R.: Die Bedeutung der Phlebographie für die Tumordiagnostik des Gehirns. *Acta neurochir. (Wien)* 1, 392 (1951).
- MASPER, P. E., u. G. DONEGANI: Flebografia cerebrale normal e patologica. *Acta neurochir. (Wien)* 3, 147 (1953).
- MUNDINGER, F., u. P. POTTHOFF: Messungen im Pneumencephalogramm zur intracerebralen und craniocerebralen Korrelationstopographie bei stereotaktischen Hirnoperationen, unter besonderer Berücksichtigung der stereotaktischen Pallidotomie. *Acta neurochir. (Wien)* 9, 196 (1961).
- NETTL, S., L. STEINHART, B. DITÉ u. M. KROO: Unsere Erfahrungen mit der diagnostischen Ausnützung des tiefen Phlebogramms bei intrakraniellen raumbeengenden Prozessen. *Fortschr. Röntgenstr.* 89, 645 (1958).
- POTTHOFF, P.: Encephalographische und korrelierende topographisch-klinische Untersuchungen zur stereotaktischen Pallidotomie. Inaug.-Diss. Freiburg i. Br. 1959.
- RICHTER, H. P., u. H. R. MÜLLER: Zur Beeinflussung extrapyramidalen Bewegungsstörungen durch ein neues Neuroplegicum der Thiophenylpyridylamin-Reihe (Prothipendyl, Dominal forte Homburg). Ein klinisch experimenteller Bericht. *Schweiz. med. Wschr.* 89, 794 (1959).
- RIECHERT, T.: Zur Phlebographie der Hirngefäße. *Zbl. Chir.* 66, 662 (1939).
- RIECHERT, T.: Die Arteriographie der Hirngefäße. 2. Aufl. Berlin u. München: Urban & Schwarzenberg: 1949.
- RIECHERT, T.: Stereotaktische Operationen bei Bewegungsstörungen. *Dtsch. Z. Nervenheilk.* 175, 511 (1957).
- RIECHERT, T.: Die stereotaktischen Hirnoperationen. *Dtsch. med. Wschr.* 84, 1669, 1683 (1959).
- RIECHERT, T.: Über die Technik und einige Indikationen der gezielten Hirnoperationen. *Nervenarzt* 30, 385 (1959).

- RIECHERT, T., u. F. MUNDINGER: Stereotaktische Geräte. In: Einführung in die stereotaktischen Operationen (S. 437—471). Von SCHALTENBRAND u. BAILEY. Stuttgart: Thieme 1959.
- RIEMENSCHNEIDER, P. A., and A. ECKER: Venographic clues to localisation of intracranial masses. Amer. J. Roentgenol. **72**, 740 (1954).
- SCHMIEDT, E.: Kraniocerebrale Lagebestimmung des nucleus dorsomedialis im menschlichen Thalamus. Acta neurochir. (Wien) **3**, 17 (1954).
- SPIEGEL, E. A., and H. T. WYCIS: Stereoencephalotomy. Part. I: Methods and stereotaxic atlas of the human brain. New York: Grune & Stratton 1952.
- TALAIRACH, J.: Les explorations radiologiques stéréotaxiques. Rev. neurol. **90**, 556 (1954).
- TALAIRACH, J., M. DAVID, P. TOURNOUD, H. CORREDOR et T. KUASINA: Atlas d'anatomie stéréotaxique. Paris: Masson & Cie 1957.
- UMBACH, W.: Untersuchungen zur Phlebographie der Hirngefäße. Fortschr. Röntgenstr. **77**, 179 (1952).
- WOLF, B. S., C. M. NEWMAN and B. SCHLESINGER: The diagnostic value of the deep cerebral veins in cerebral angiography. Radiology **64**, 161 (1955).

Dr. L. FEKAS, 78 Freiburg/Br.,  
Neurochirurgische Universitätsklinik, Hugstetterstr. 55