

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften
<b>Band:</b>	24 (1968)
<b>Artikel:</b>	Die Möglichkeiten und Grenzen der Gefässchirurgie des Zentralnervensystems
<b>Autor:</b>	Yaargil, M.G.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-307748">https://doi.org/10.5169/seals-307748</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Aus der Neurochirurgischen Universitätsklinik, Kantonsspital Zürich  
Direktor: Prof. H. Krayenbühl

## Möglichkeiten und Grenzen der Gefäßchirurgie des Zentralnervensystems

M. G. YASARGIL

Drei Publikationen des 17. Jahrhunderts machten den mystisch-magischen Vorstellungen betreffend den Hirnschlag ein Ende (Abb. 1): die Monographien von WILLIAM HARVEY (1628) und von THOMAS WILLIS (1664) flankieren die Monographie des Schaffhauser Arztes JOHANN JAKOB WEPFER (1658), der als erster den Circulus arteriosus an der Hirnbasis beschrieb und als Ursache der Apoplexie die Hämorragie hervorhob. Die röntgenologische Darstellung der Hirngefäße mittels eines Kontrastmittels durch EGAS MONIZ vor vierzig Jahren beendete die 300 Jahre währenden mehr oder weniger spekulativen Denkweisen. Die zerebrale Angiographie hat sich inzwischen zu einer unentbehrlichen klinischen Untersuchungsmethode entwickelt; sie ermöglicht die Pathomorphologie und teils die Pathogenese der zerebrovaskulären Insulte innerhalb weniger Minuten einwandfrei zu erfassen.

Wir differenzieren mit dieser Methode folgende sieben Krankheitsgruppen: 1. Partielle bzw. totale Verschlüsse der Hirnarterien und Hirnvenen. 2. Epi-, sub- und intrazerebrale Hämatome. 3. Sackförmige Aneurysmen. 4. Arteriovenöse Angiome. 5. Arteriovenöse Fisteln. 6. Wandveränderungen (Schleifen- und Knickbildungen, Dilatationen oder Einengungen, Elongationen und Wandunregelmäßigkeiten). 7. Persistenz der embryonalen Gefäßanlagen.

Die chirurgische Behandlung der Gefäßerkrankungen des Zentralnervensystems erschien selbst den Pionieren der Neurochirurgie als ein kühnes Unterfangen. Jedes Jahrzehnt brachte seither bedeutende Errungenschaften, wie die erwähnte Angiographie, die Verbesserung der Narkosetechnik, die Einführung der Antibiotika und der Hirnödemtherapie. Die Grundlagen der Operationstechniken bei Hirngefäßkrankheiten wurden von der Generation unserer Lehrer während der letzten dreißig Jahre ausgearbeitet.

Die Einführung des *Operationsmikroskops* stellt einen wichtigen Fortschritt dar. Worin besteht seine besondere Leistung? Gute Beleuchtung, Sicht und Übersicht des Operationsfeldes in der Gesamtheit und im Detail

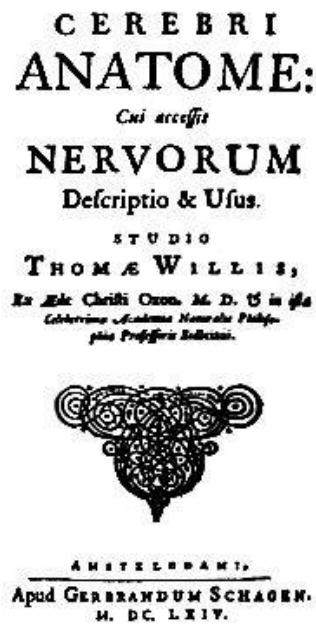


Abb. 1.

bilden seit jeher die Grundbedingungen der Chirurgie; sie können nie gut genug sein, denn jeder chirurgische Eingriff erfolgt eigentlich in der für uns unsichtbaren Grenze der Morphologie und Physiologie. Jede technische Errungenschaft, die eine Steigerung der Leistung der Sinnesorgane bietet und die Chirurgie etwas näher an diese Grenze heranbringt, wird mit Dankbarkeit übernommen. Das binokulare Operationsmikroskop ermöglicht eine 6–40fache Vergrößerung, stereoskopische Sicht und kräftige Beleuchtung und stellt somit eine bedeutende optische Errungenschaft dar. Die basalen neurochirurgischen Eingriffe, welche in schmalen und tiefen Spalten zu erfolgen haben, sind nunmehr unter dem Operationsmikroskop bei weit günstigeren Bedingungen auszuführen.

Bei der Exploration der *Aneurysmen* bleibt die Retraktion des Stirn- und Schläfenhirns minimal. Die Sylvische Furche kann schonend eröffnet und ein Zugang sowohl zur A. cerebri media als auch zum lateralen Abschnitt der A. carotis interna geschaffen werden.

Die mikrochirurgische Technik erlaubt auch neue Zugänge zu den basalen Hirnarterien und deren Aneurysmen anzulegen, wie z. B. die transzervikale oder transmesopharyngeale Klivektomie zur Exploration der A. basilaris.

Trotz diesen erwähnten Vorzügen der Mikrotechnik bleiben nach wie vor mechanische und biochemische Probleme in der Behandlung der zerebralen Aneurysmen bestehen:

Auch bei subtilster Präparation kann das Aneurysma intra operationem bersten, weil hier nicht die Technik, sondern die Beschaffenheit des Aneurysmas das weitere Geschehen diktiert. Diese unerquickliche Situation könnte durch die temporäre Ligatur der das Aneurysma tragenden Stammarterie vermieden werden. Die Folgen selbst der kurzfristigen Ligatur einer Hirnarterie sind aber ungewiß. Mit Hilfe eines Bypass-Systems könnte die das

Aneurysma tragende Arterie proximal und distal vom Aneurysma vorübergehend abgeklemmt, das Aneurysma in aller Ruhe präpariert, exstirpiert und sogar die defekte Stelle in der Gefäßwand repariert werden. Die ideale Lösung dieses Problems wird einen Wendepunkt in der Neurochirurgie bedeuten.

Ein weiteres Problem betrifft die *Lumeneinengung der Hirnarterien* nach subarachnoidalnen Blutungen und nach Operationen. Es handelt sich hier nicht nur, wie bisher auf Grund angiographischer Aspekte angenommen wurde, um einen Spasmus, sondern auch um eine reaktive Schwellung der Gefäßwände. Der histologische Aufbau der Hirnarterien weicht von allen anderen Arterien des Körpers ab; sie haben keine Elastica interna, keine Vasa vasorum, geringe Muskelschichten, sehr differenzierte neurovegetative Innervation. Der Liquor cerebrospinalis umscheidet die Hirnarterien im Maschenwerk der subarachnoidalnen Räume. Die physikalische und chemische Bedeutung der Liquorpolsterung der Hirnarterien ist noch zu erforschen. Die Aufmerksamkeit der biochemischen, histochemischen und pharmakologischen Forschung wird unter Berücksichtigung dieser Besonderheiten nunmehr der enzymatischen Aktivität der Gefäßwände zu widmen sein.

Bei der Exstirpation der zerebralen *arteriovenösen Angiome* ist die mikrochirurgische Technik von besonderer Nützlichkeit.

Als besonders wertvoll erweist sich das Operationsmikroskop bei der Entfernung der arteriovenösen Angiome des Rückenmarks: Die verdickten arachnoidalnen Fasern um die Gefäßmißbildung herum werden durchtrennt, die zuführenden Gefäße unter Schonung der eigentlichen Rückenmarksgefäße ligiert und mit der bipolaren Mikroelektrode eliminiert.

Eine sehr seltene Krankheit ist die *akute Fistelbildung zwischen der A. carotis interna und dem Sinus cavernosus*. Durch die Ligatur der A. carotis interna am Hals einseitig oder beidseitig lassen sich manche dieser Fisteln erfolgreich behandeln. Bei manchen Patienten blieb aber diese Behandlung ohne Einfluß auf die Fistelstelle. Seit den Arbeiten von PARKINSON (1964/67) wissen wir, daß die Fistelbildungen auch zwischen den intrakavernösen Ästen der A. carotis interna und dem Sinus cavernosus auftreten können. Die intrakavernösen Äste der A. carotis interna weisen mit den duralen Ästen der A. carotis externa und der A. vertebralis zahlreiche Kollateralen auf; sie anastomosieren zudem über die Mittellinie mit den intrakavernösen Ästen der Gegenseite. Daher bleiben die Fisteln zwischen den intrakavernösen Ästen und dem Sinus cavernosus durch die Ligatur der A. carotis interna allein verständlicherweise unbeeinflußt. Konsequenterweise explorierte PARKINSON den Sinus cavernosus unter «Herzarrest» während 35 min bei 12°C und ligierte erfolgreich die A. carotis interna und ihre intrakavernösen Äste im Sinus cavernosus bei zwei Patienten. Bisher bot sich uns keine Gelegenheit, den Sinus cavernosus unter dem Mikroskop zu eröffnen. Wir sind überzeugt, daß das Operationsmikroskop für die Ausführung der notwendigen minutiosen Arbeit eine große Hilfe wäre. Ob dann die Reparatur der Fistelstelle unter Schonung der A. carotis interna gelingen könnte, werden die zukünftigen Erfahrungen zu beweisen haben.

Abschließend möchte ich wegen ihrer besonderen Bedeutung die Probleme der *okklusiven Hirngefäßkrankheiten* besprechen. Dank angiographischen, klinischen und pathologisch-anatomischen Studien sind wir heute über die Prädilektionsstellen der Verschlüsse genau orientiert. Wir wissen auch, daß die Krankheit individuell, d. h. multilokulär-multiphasisch, multilokulär-uniphasisch, unilokulär-uniphasisch oder aber unilokulär-multiphasisch verlaufen kann. Die Behandlungsmaßnahmen variieren daher, je nachdem, ob es sich um einen rezidivierenden oder progressiven oder aber kompletten Insult handelt, ferner, ob ein Verschluß der extra- oder intrakraniellen Gefäßstrecke vorliegt. Seit der ersten erfolgreichen Rekonstruktion der A. carotis interna im extrakraniellen Abschnitt durch DE BAKEY (1953) sind in der einschlägigen Literatur mehrere tausend operierte Fälle zu finden. Die Indikation für diese Eingriffe ist nach wie vor umstritten. Die intrakranielle rekonstruktive vaskuläre Chirurgie wurde bisher nur sporadisch an einzelnen Fällen vorgenommen. Aus folgenden Gründen wurde die Operationsindikation mit ausgesprochener Zurückhaltung gestellt:

1. Topographischer Grund: Die an der Schädelhirnbasis und in der Sylvianischen Furche gelegenen Arterien sind schwer zugänglich. Es gilt, die zu operierenden Arterien ohne Verletzung der benachbarten Hirnstrukturen freizulegen.

2. Physiologischer Grund: Die erkrankte Gefäßstrecke ist ohne Unterbrechung des Blutstroms zu operieren.

3. Technischer Grund: Zunächst mußte die mikrovaskuläre Operationstechnik entwickelt werden: Einführung des Operationsmikroskops, der Mikroinstrumente, des Mikronahtmaterials und der entsprechenden Operationstechnik. Die an Tieren entwickelte mikrovaskuläre Operationstechnik an Hirnarterien von 0,8 mm Durchmesser erlaubt die topographischen und technischen Hindernisse weitgehend zu überwinden.

Dieser erfreuliche Fortschritt in technischer Hinsicht verliert jedoch seine Bedeutung angesichts der Tatsache, daß nach wie vor die Operationsindikation bei Hirngefäßverschlüssen auf einer unsicheren Basis beruht. Die klinische Erfahrung lehrt, daß weder das Ausmaß noch die Anzahl der Verschlüsse allein für die Symptome und deren Verlauf entscheidend ist. Es fehlt an einer einwandfrei beweisenden Abklärungsmethode, ob im Einzelfall tatsächlich eine Korrelation zwischen den zerebralen Symptomen und den angiographisch dargestellten morphologischen Veränderungen der Hirngefäße besteht. Wir wissen, daß eine partielle, belanglos aussehende Stenose einer Hirnarterie unter Umständen zu einer vollständigen Lähmung führen kann, während in einem anderen Fall ein vollständiger Verschluß derselben Arterie nur geringe oder keine Symptome hervorruft.

Zudem müßten wir die morphologischen Veränderungen möglichst in der Frühphase der Erkrankung erkennen, damit eine sinnvolle präventive chirurgische Therapie eingeleitet werden kann. Nach unseren Erfahrungen lassen sich die Patienten mit intermittierenden passageren Insulten nicht angiographieren bzw. operieren. Erst mit der zunehmenden Häufigkeit und

Schwere der Attacken nimmt die Bereitschaft zur Untersuchung zu, und zwar meistens, wenn bereits irreversible Hirnparenchymsschäden vorliegen. Diese unerquickliche Sachlage kann nicht mit Hilfe der zerebralen Angiographie, sondern muß mit einer schmerzlosen, unblutigen, den Hirnkreislauf nicht belastenden, beliebig wiederholbaren, kurz, in jeder Hinsicht gefahrlosen Meßmethode geklärt werden; sie sollte wenigstens mit großer Wahrscheinlichkeit auf das Vorliegen einer morphologischen Veränderung hinweisen und eine gezielte zerebrale Angiographie bei den Patienten mit flüchtigen und geringen Symptomen indizieren. Ob mit Hilfe der Ultraschallmethode die morphologischen Veränderungen der Hirngefäße in den extra- und intrakraniellen Abschnitten sicher eruiert werden können, wird die Zukunft zu beweisen haben.

Es gibt ferner leider immer noch keine Meßmethode, welche eine prognostische Aussage erlauben würde, ob im gegebenen Einzelfall eine spontane Heilung erfolgen wird oder ob weitere Insulte bzw. eine Progression der Krankheit zu befürchten sind. Die Intaktheit der neuronalen Aktivität ist ein Problem des Hirn- und Rücktransports von Stoffen vom Blut zur Hirnzelle und zurück. Das zerebrale Stoff-Traffic-System besteht aus einer vasalen und einer parenchymalen Strecke (Endothelzelle der Kapillaren, Basalmembran, Astrozyten und Hirnzelle). Durch großartige physiologische Arbeiten, vor allem von KETY und SCHMIDT (1945), sind wir heute über totale und lokale Hirndurchblutungswerte orientiert. Die bestehenden Widersprüche basieren nicht nur auf den eliminierbaren methodologischen Fehlerquellen, sondern auch auf unseren mangelhaften Kenntnissen des Transportes in der parenchymalen Strecke.

Für eine sinnvolle Therapie sind nicht nur Meßmethoden zur Erfassung der Hämodynamik, sondern auch zur differenzierten Erfassung der zerebralen Funktionsstörung (reversible funktionelle Störung oder irreversible strukturelle Schädigung) unerlässlich. Obwohl diese Meßmethoden noch nicht zur Verfügung stehen, erfordert die Alltagsrealität therapeutische Maßnahmen bei okklusiven Hirngefäßkrankheiten zu treffen.

Die zerebrale Angiographie wird bei Patienten mit intermittierenden, rezidivierenden zerebralen Symptomen befürwortet. Bei Feststellung einer Stenose wird zur Vermeidung von weiteren Embolien die Thrombendarteriektomie durchgeführt und die Inzisionsstelle mit einem Flick repariert.

Erleidet ein Patient eine vollständige Lähmung infolge einer Stenose oder Okklusion einer Hirnarterie, ist die Frist der Operabilität, d. h. die mögliche Wiederherstellung der beeinträchtigten Funktionen der Hirnzellen in dem betroffenen Gebiet von 3–5 min zu kurz. Bei idealem Ablauf der Prozeduren (Einweisung, Angiographie, Vorbereitung und Ausführung der Operation) benötigen diese mindestens 1½–2 Stunden. Der chirurgische Eingriff wird von verschiedenen Autoren innerhalb von 4, 6 und 12 Stunden befürwortet, sofern der Patient ein klares Bewußtsein aufweist.

Die angiographische Untersuchung und die Operation bei bewußtseinstörten Patienten sollten nicht in der akuten Phase der Erkrankung, son-

dern erst 2–3 Wochen später durchgeführt werden. Auf diese Weise wird eine postoperative Hämorrhagie im betreffenden ischämischen Hirnabschnitt eher vermieden. Nach der Rekonvaleszenz ist jedoch die Indikation zur Angiographie und Operation von Fall zu Fall zu überprüfen. Unter den ausgewählten Patienten dieser Gruppe wird eine Panangiographie des Gehirns vorgenommen und die Funktion des kollateralen Systems studiert. Ist das kollaterale System unzureichend, so empfehlen wir selbst nach 2–3 Wochen die Operation; bei Karotisstenosen wird eine Endarteriektomie durchgeführt. Bei Karotisokklusionen wird nicht die Wiederherstellung der erkrankten Gefäßstrecke erstrebzt, sondern eine Anastomose zwischen der A. temporalis superficialis und einem Ast der A. cerebri media angelegt.

Bei Verschlüssen der A. cerebri media wird die Arterie freigelegt, der Embolus oder Thrombus entfernt und die inzidierte Arterie wieder repariert.

### Zusammenfassung

Der gegenwärtige Stand der Diagnose und Therapie der zerebrovaskulären Erkrankungen wird kurz dargelegt. Die speziellen Probleme der verschiedenen Gefäßmißbildungen, wie der Aneurysmen, der arteriovenösen räzmösen Angiome, der arteriovenösen Fisteln und der extra- und intrakraniellen Verschlüsse, werden erläutert. Die Bedeutung der neu entwickelten und eingeführten Mikrotechnik wird anhand der Diapositive und auf Grund der bisherigen klinischen Ergebnisse diskutiert.

### Résumé

L'auteur résume l'état actuel du diagnostic et de la thérapie des affections cérébro-vasculaires. Puis il expose les différents problèmes que posent les différentes malformations vasculaires telles qu'anévrysmes, angiomes racémiques artérioveineux, fistules artérioveineuses, obturations extra- et intracrânielles. A l'aide de diapositifs et en discutant les résultats cliniques acquis, l'auteur montre l'importance de la microtechnique développée récemment et mise en pratique.

### Riassunto

Si espone brevemente lo stato attuale della diagnosi e terapia delle malattie cerebrovascolari. Vengono discussi i problemi particolari riguardanti le diverse malformazioni vascolari quali gli aneurismi, gli angiomi racemosi arteriovenosi, le fistole arteriovenose e le occlusioni extracraniali, rispettivamente intracraniali. L'importanza della microtecnicia sviluppata ed introdotta recentemente viene discussa mediante diapositive e commentando i risultati clinici finora ottenuti.

### Summary

The present state of diagnosis and therapy of cerebral vascular diseases is shortly presented. The special problems of different vessel malformations

such as aneurysms, arteriovenous racemous angiomes, arteriovenous fistulae and extra- and intra-cranial occlusions are discussed. The significance of newly developed microtechnique is discussed with a consideration of clinical results so far known.

- DE BAKEY M. E., CRAWFORD E. S., MORRIS G. C. und COOLEY D. A.: Surgical considerations of occlusive disease of the innominate, carotid, subclavian and vertebral arteries. *Ann. Surg.* **154**, 698 (1961).
- DE BAKEY M. E.: Basic concepts of therapy in arterial disease. *J. Amer. med. Ass.* **186**, 484 (1963).
- KETY S. S. und SCHMIDT C. F.: The determination of cerebral blood flow in man by the use of nitrous oxide in low concentration. *Amer. J. Physiol.* **143**, 53 (1945).
- KRAYENBÜHL H. und YAŞARGIL M. G.: Die Anwendung des Operationsmikroskopes in der Behandlung vaskulärer zerebrospinaler Erkrankungen. *Münch. med. Wschr.* **35**, 1931 (1968).
- PARKINSON D.: A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery. Anatomical studies and case report. *J. Neurosurg.* **23**, 474 (1965).
- PARKINSON D.: Transcavernous repair of carotid cavernous fistula. *J. Neurosurg.* **26**, 420 (1967).

Adresse des Autors: Prof. M. G. Yaşargil, Neurochirurgische Universitätsklinik, Kantonsspital, Rämistrasse 100, Zürich.

### Diskussion

F. MERKE, Basel:

Zur Frage des Gefäßspasmus bei Aneurysmen der Hirngefäße mache ich darauf aufmerksam, daß man früher bei der Unterbindung der A. thyreoidea superior trotz der enorm gesteigerten arteriellen Zirkulation in der Struma Basedowiana Nekrosen gesehen hat, die auf den Reiz der Ligatur auf den peripheriellen Nervenplexus zurückgeführt werden mußten.

M. G. YAŞARGIL, Zürich:

Das Problem des Spasmus der Hirnarterien ist sehr kompliziert. Die Lumeneinengung der Hirnarterien beruht nicht nur auf einem Spasmus, sondern auch auf einer reaktiven Schwellung der Arterienwand auf mechanische, chemische und physikalische Reize. Es würde zu weit führen, hier auf die Einzelheiten einzugehen. Der Arterienspasmus sollte als Tagungsthema behandelt werden.