

Zeitschrift: Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

Herausgeber: Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

Band: 36 (1980)

Artikel: Verbesserung der Hirndurchblutung durch mikrochirurgische Bypass-Anastomosen

Autor: Zumstein, B. / Yasargil, M.G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308237>

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: 13.04.2026

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

Neurochirurgische Klinik, Universitätsspital Zürich (Direktor: Prof. Dr. M.G. Yasargil)

VERBESSERUNG DER HIRNDURCHBLUTUNG DURCH MIKRO- CHIRURGISCHE BYPASS-ANASTOMOSEN

B. ZUMSTEIN und M.G. YASARGIL

Zusammenfassung

Anhand des Krankengutes der Neurochirurgischen Universitätsklinik Zürich (100 operierte Fälle) werden die Erfahrungen der vergangenen 10 Jahre mit der extra-intrakraniellen Bypass-Anastomosenoperation bei Apoplektikern dargelegt. Das Operationsrisiko ist klein (Morbidität 2 %, Mortalität 3 %) und die dauerhafte Funktionsrate hoch (94,3 %). Der Haupteffekt des Eingriffes besteht in der Verhütung weiterer, häufig schwerer zerebraler Infarkte. Dieses Risiko wurde mit der Operation von circa 40 % bei Nicht-Operierten in der Literatur auf 4,2 % gesenkt. Schwere neurologische Ausfälle werden nicht gebessert. Die Operation ist folglich bei leichten Apoplexiefomen (TIA oder kleine Infarkte) indiziert, sofern dem Leiden eine entsprechende, nicht direkt am Hals operable Gefäßobstruktion an der A. carotis interna oder der A. cerebri media zugrunde liegt. Eine präoperative Carotisangiographie ist deshalb unerlässlich. Zur Vermeidung unnötiger Angiographien haben sich die Carotis-Dopplersonographie und die dynamische Himszintigraphie als wertvolle, nicht invasive Screening-Methoden erwiesen, so dass die Indikation zur Angiographie im einzelnen Fall klar gestellt werden kann.

Summary

On the basis of 100 patients operated during the last ten years at the Neurosurgical University Clinic of Zurich the experiences with the extra-intracranial bypass anastomosis for stroke patients are examined. The risks of this surgery are low (morbidity 2 %, mortality 3 %) and the patency rate is high (94.3 %). The main purpose of this intervention is to prevent or minimize further strokes. This risk was decreased from 40 % of non operated cases in the literature to 4.2 % in this series. Severe neurological deficits are not improved by surgery. The procedure is therefore indicated for mild forms of cerebral ischemia (TIA's and mild

strokes), when the disease is caused by an appropriate obstruction of the internal carotid artery and/or middle cerebral artery which are inaccessible to surgery of the neck. For this latter reason preoperative carotid angiography is mandatory. To avoid unnecessary angiography, the carotid Doppler ultrasound test and dynamic brain scanning are valuable, non invasive screening methods for indicating angiography in each individual case.

1. Einleitung

In der Schweiz erleiden jährlich ungefähr 9000 Leute einen zerebralen, ischämischen Insult (18). Ein Drittel dieser Fälle kommt daran ad exitum, ein weiterer Drittel wird auf Grund der eingetretenen Lähmungen invalid und der restliche Drittel erleidet nur leichte Störungen. Die medikamentösen und chirurgischen Massnahmen konzentrieren sich vor allem auf das letztgenannte Drittel mit vorübergehenden oder leichten, bleibenden Ausfallerscheinungen. Diese Patienten haben ein Risiko von 20 bis 70 % im Verlaufe der folgenden zwei bis drei Jahre weitere Attacken oder sogar einen schweren Infarkt zu erleiden (1, 2, 3, 4, 12, 16, 21, 22, 27). Wenn es nun gelingt, eine solche Entwicklung zu bremsen, so ist das besonders für den einzelnen Patienten aber auch für die Gesellschaft von enormer Bedeutung, gehen doch die Kosten für die Pflege eines Hemiplegikers in die Zehntausende von Franken pro Jahr. Diese Unkosten wiegen die Ausgaben für die Abklärung und Operation dieser Patienten bei weitem auf.

In ungefähr der Hälfte der Patienten mit zerebralen, ischämischen Störungen findet sich als Ursache eine extrakranielle oder intrakranielle Gefässobstruktion, am häufigsten natürlich auf arteriosklerotischer Basis. In solchen Fällen wird neben verschiedenen medikamentösen Behandlungen auch auf chirurgische Weise versucht, die Hirndurchblutung wieder zu verbessern. Bei einer proximalen Stenose der A. carotis interna ist die Carotisendarterektomie, insbesondere beim Vorliegen eines atheromatösen Ulcus, eine bekannte chirurgische Intervention (8, 20). Totalverschlüsse der proximalen A. carotis interna und distale Läsionen an der Schädelbasis sowie Verschlüsse oder Stenosen an der A. cerebri media können jedoch nicht direkt operativ angegangen werden. Für diese Fälle musste deshalb ein Umgehungskreislauf entwickelt werden. Zuerst wurde dies mit langen Bypass-Grafts von der proximalen zur distalen intrakraniellen Carotis versucht. Ausser in vereinzelt Fällen scheiterten diese Bemühungen jedoch sowohl beim Menschen als auch beim Laborversuch (13, 23, 24). Mit der Entwicklung der vaskulären Mikrochirurgie gelang es schliesslich YASARGIL nach vorangegangenen Tierversuchen erstmals beim Menschen 1967 einen raschen, effizienten und risikoarmen Kollateralkreislauf zum Gehirn operativ herzustellen durch die direkte Anastomo-

sierung der A. temporalis superficialis (ATS) mit einem kortikalen Ast der A. cerebri media (ACM) (6, 24, 25). Diese mikrotechnische Operationsmethode verbreitete sich vorerst nur langsam, einerseits wegen der ausserordentlichen Schwierigkeit, Gefässe von ungefähr 1 mm Durchmesser zu präparieren und zusammenzunähen, und andererseits mussten die Fragen der Operationsindikation gelöst werden. Mit dem zunehmenden Gebrauch des Operationsmikroskops in der Neurochirurgie und der dadurch erlangten Routine erlebte diese zerebrale Bypassoperation einen bemerkenswerten Aufschwung. Dieser wurde durch die Mitteilung von zahlreichen, ermutigenden Resultaten noch unterstützt (4, 5, 9, 14, 19, 26, 28, 29). Heute wird dieselbe Technik auch zur Verbesserung des vertebro-basilären Kreislaufes bei Vertebralis-obstruktionen angewandt zur Verbindung der A. occipitalis superficialis mit der A. cerebelli inferior posterior (15).

Der Hauptzweck der Operation besteht darin, durch die Verbesserung der Hirndurchblutung weitere ischämische Störungen und insbesondere schwere Apoplexien zu verhüten.

Im folgenden wollen wir die Operationstechnik und die Erfahrungen mit der Anastomosenoperation anhand unseres Krankengutes darstellen. Für den Kliniker wird das kleine Unterkapitel in der Diskussion über nicht invasive Voruntersuchungen von besonderem Interesse sein, da diese beiden Methoden auf Grund der neuen erfolgversprechenden, chirurgischen Therapiemöglichkeiten grosse, praktische Bedeutung erlangt haben.

2. Operationstechnik (Abb. 1)

Entsprechend dem Verlauf der ATS in der Kopfschwarte wird ein bogenförmiger Hautgalealappen angelegt und umgeklappt. An dessen Innenfläche wird die ATS aus dem Subkutanlager auf eine Länge von 5 - 7 cm herausgeschält und am distalen Ende tangential durchtrennt und proximal abgeklippt. Es folgt eine kleine, temporale Kraniektomie von ca. 3 cm Durchmesser. Nach der Eröffnung der Dura mater wird ein möglichst kräftiges kortikales Gefäss nahe der Sylvii'schen aufgesucht, aus der Arachnoidea herausgelöst, von den abgehenden Gefässen befreit und dem Lumen der ATS entsprechend längs inzidiert. Schliesslich wird die ATS an das Hirngefäss herangebracht und "end-to-side" mit zwölf bis achtzehn 10/0 Einzelknopfnähten patchförmig vernäht (Abb. 2). Die Operation dauert ungefähr 3 - 4 Stunden.

Hämodynamischer Effekt: Ueber die Anastomose wird das Territorium der ACM retrograd aufgefüllt (Abb. 3a-d). Der Blutfluss durch die Anastomose beträgt anfänglich etwa 20 bis 30 ccm/min. Im Laufe der folgenden Wochen wird sich das Externagefäss vergrössern, so dass Durchflussraten bis zu 120 ccm/min. gemessen werden können. Dies entspricht dem Leistungsvermögen einer Arteria vertebralis (17).

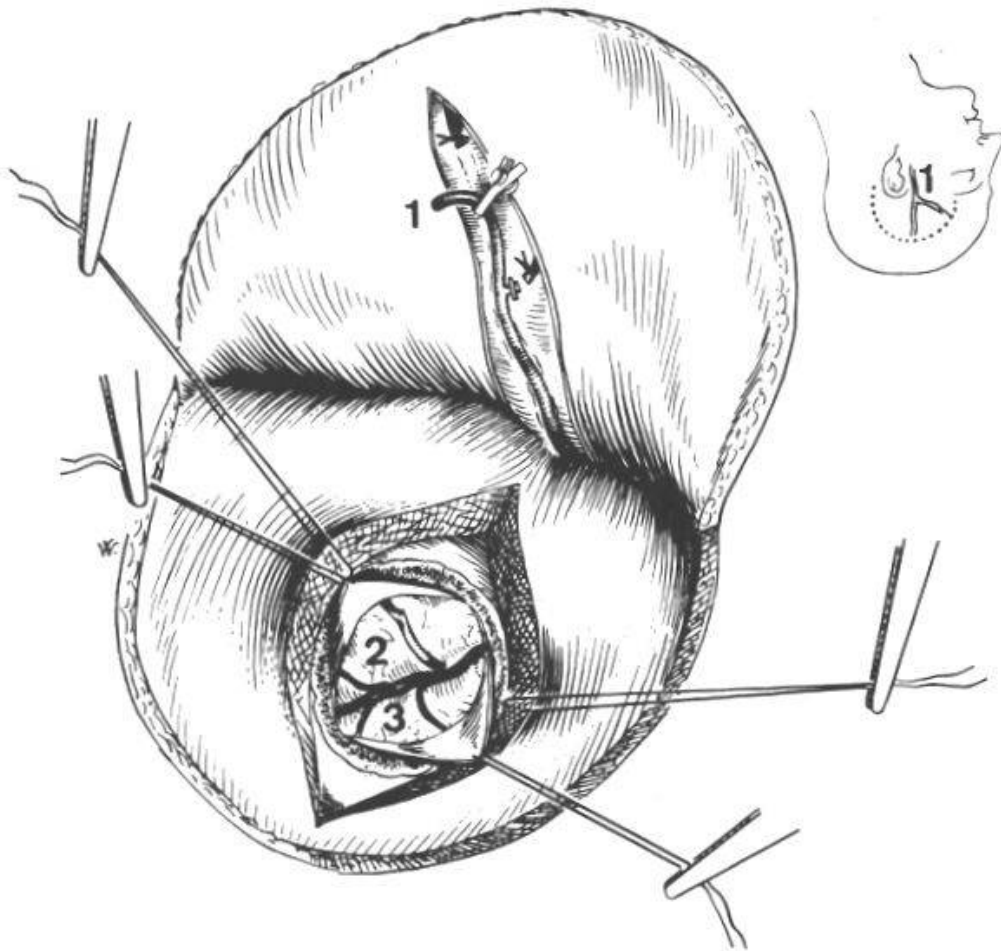


Abb. 1. Zeichnung des Operationssitus (Kopf in Operationsstellung).
 1: ATS am umgeschlagenen Hautgalealappen.
 2: kortikaler Ast der ACM, aufsteigend aus der Fissura Sylvii.
 3: drainierende Vene der Fissura Sylvii.

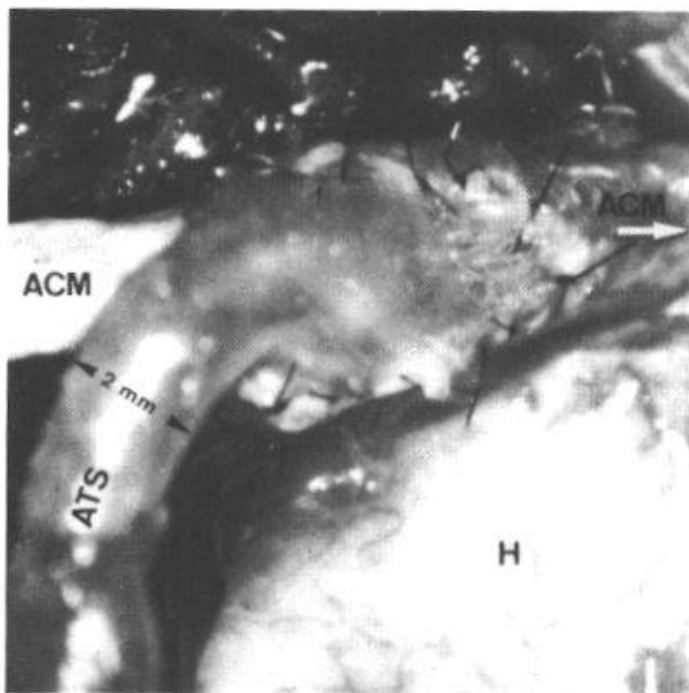


Abb. 2. vollendete, "patch"-förmige "end-to-side" Anastomose.
 Weisser Pfeil = Richtung des Blutflusses retrograd zur proximalen ACM.
 H = Hirnoberfläche.

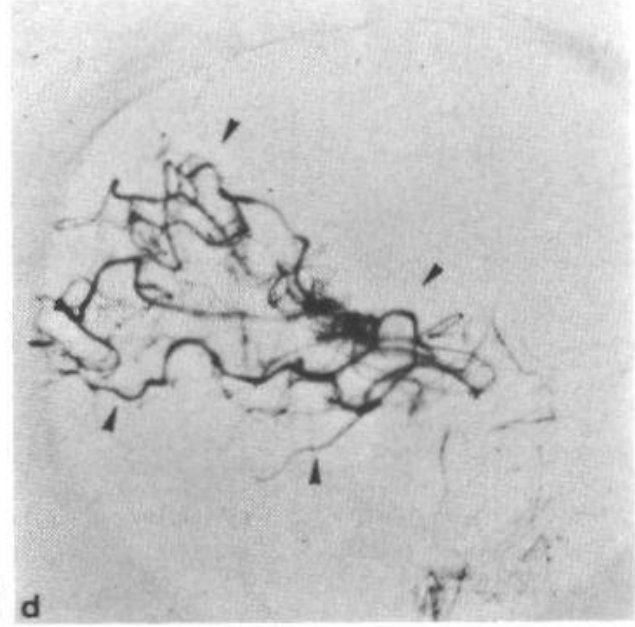
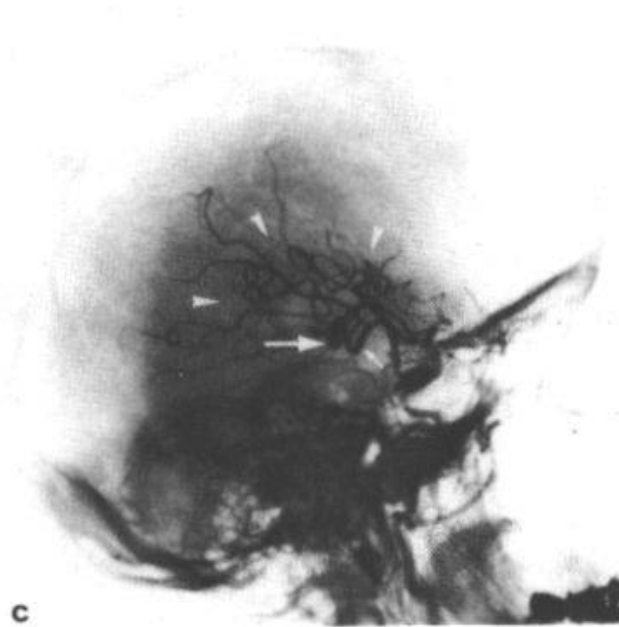
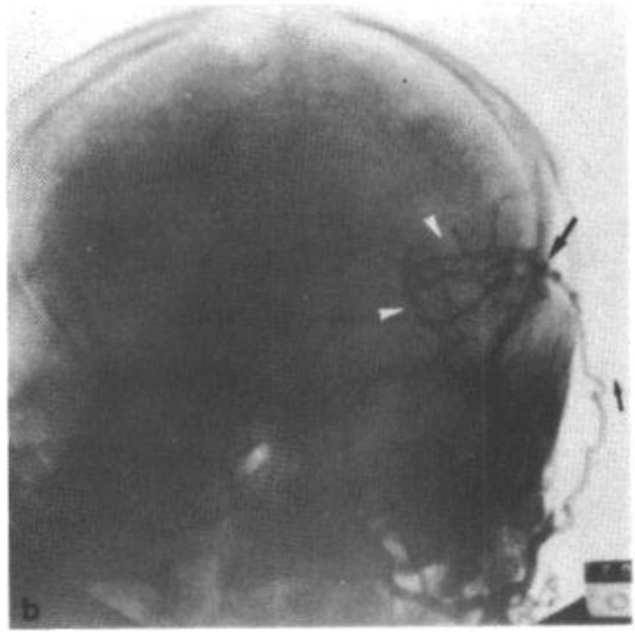
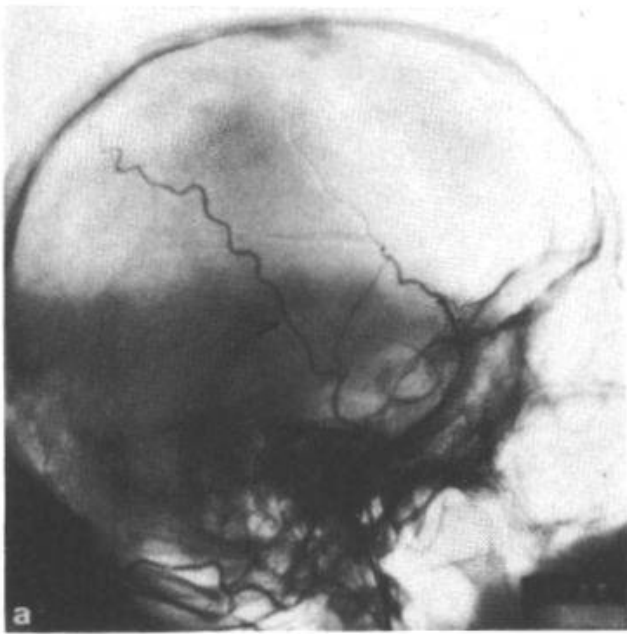


Abb. 3 a. Präoperatives Carotisangiogramm bei Verschluss der A. carotis interna. Darstellung der Endäste der A. carotis externa. Kleiner schwarzer Pfeil = ATS.

Abb. 3 b-d. Postoperatives Carotisangiogramm: Retrograde Füllung des ganzen Gebietes der ACM (Pfeilköpfe) über ATS (kleiner Pfeil) und Anastomose (grosser Pfeil).

Tabelle 1. Alters- und Geschlechtsverteilung von 100 operierten Patienten.

Jahre	0 - 9	10 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 - 69	70
weiblich	0	1	2	2	5	4	4	0
männlich	2	5	0	13	20	29	11	2
Total	2	6	2	15	25	33	15	2

3. Krankengut

In den 11 Jahren von 1967 bis 1978 wurden 110 Anastomosenoperationen durchgeführt, in 100 Fällen zur Umgehung einer Gefässobstruktion und in den 10 andern als vorsorgliche Massnahme vor Abklippung der Carotis interna oder Cerebri media zur operativen Sanierung basaler Hirntumoren mit Invasion von grossen Arterien oder im Rahmen der Behandlung besonders grosser Aneurysmen. In dieser Arbeit werden nur die 100 Fälle mit reinen Gefässverschlüssen oder -Stenosen behandelt. Ueber die Hälfte der Operationen wurden in den letzten 4 Jahren durchgeführt. Folgende Gefässprozesse lagen den zerebralen Ischämiezuständen zugrunde: unilateraler Verschluss der A. carotis interna (33 x), unilateraler Carotisverschluss zusammen mit einer Stenose der Gegenseite (20 x), doppelseitiger Carotisverschluss (11 x), distale Carotisstenose (18 x), Verschluss der A. cerebri media (10 x) und eine Stenose der letztgenannten (8 x).

Die Alters- und Geschlechtsverteilung sind in Tabelle 1 aufgeführt; es handelte sich um 18 Patienten weiblichen und 82 männlichen Geschlechts im Alter von 8 bis 70 Jahren.

Die klinischen Bilder des Patientengutes teilten wir etwas schematisiert in 4 Kategorien ein:

1. in transiente ischämische Attacken (TIA) mit vollständiger Erholung der neurologischen Ausfälle innerhalb von 24 Stunden, zusammen mit den reversiblen ischämischen neurologischen Defiziten (RIND), die länger als 24 Stunden dauerten (23 Fälle);
2. in fixierte oder abgeschlossene Insulte (77 Fälle): diese unterteilten wir in leichte (48 Fälle), mittelschwere (26 Fälle) und schwere Insulte (3 Fälle) je nach vorhandener Restsymptomatik bei der Hospitalisation. Unter die leichten, fixierten Insulte teilten wir Patienten ein, die selbständig gehen und die täglichen Verrichtungen ausführen konnten. Bei den mittelschweren Fällen war die Hand stark paretisch und der Patient benötigte Unterstützung beim Gehen. Die 3 schweren Fälle wiesen ein vollständiges Hemisyndrom auf. Von den 77 Patienten mit fixierten Insulten litten 38 vorher an TIAs und 13 an wiederholten, leichten Insulten.

Tabelle 2. Operationskomplikationen bei 100 Fällen (Morbidität und Mortalität).

Subduralhämatome		2
	gestorben	1
Kleinhirnhämatome	gestorben	2
	Mortalität	3%
<hr/>		
Hemiparese (ischämisch)		1
Encephalorrhagie mit Dysphasie und Hemiparese		1
	Morbidität	2%
<hr/>		
Epileptische Anfälle (leicht)		5
Wundheilungsstörungen		9
Transiente Hemiparesen		3

4. Resultate

4.1. Operationskomplikationen (Tabelle 2)

Zwei Patienten entwickelten ein Subduralhämatom infolge Nahtinsuffizienz an der Anastomose. Durch die sofortige Evakuierung konnte der eine Patient gerettet werden ohne Folgen, der andere blieb während sechs Monaten komatös und kam schliesslich ad exitum. Bei zwei weiteren Patienten trat unmittelbar nach der Operation eine therapieresistente Hypertoniekrise auf, das Bewusstsein verschlechterte sich rasch bis zum Coma und Exitus. Die Autopsie ergab den sehr überraschenden Befund eines doppelseitigen Kleinhirnhämatomes ungeklärter Natur bei beiden Patienten. Die Operationsmortalität beträgt somit 3 %.

In fünf Fällen stellten sich vorübergehend epileptische Anfälle ein, die medikamentös leicht kontrolliert werden konnten. Vier Patienten zeigten unmittelbar nach der Operation ein neurologisches Hemisyndrom, das innerhalb von 24 Stunden völlig verschwand im Sinne einer TIA. Bei einem Fall blieb eine leichte Hemiparese zurück. Ein Patient erlitt eine Encephalorrhagie in die vorbestehende Infarktzone, wodurch sich die präoperative Dysphasie und Hemiparese verstärkten. Eine bleibende, neurologische Verschlechterung ergab sich also bei 2 Fällen, was einer Morbiditätsrate von 2 % entspricht. In fünf Fällen stellten sich unbedeutende Wundheilungsstörungen ein als Folge der durch die Entfernung der ATS verminderten Durchblutung. In allen anderen Fällen waren die postoperativen Verläufe unkompliziert. Der Aufenthalt im Wachsaaal dauerte nur 1 bis 2 Tage.

Tabelle 3. Postoperative Kontrolluntersuchungen bezüglich Anastomosenfunktion.

	Anzahl	offen	verschl.
Carotisangiographie allein	21	20	1
Carotisangiographie und Dopplersonographie (100% Korrelation)	39	37	2
Dopplersonographie allein	27	25	2
Total	87	82	5

Durchgängigkeitsrate: 94,3%

4.2. Kontrolluntersuchungen der Anastomosenfunktion (Tabelle 3)

Bei 60 Patienten wurde 2 Wochen oder 3 Monate postoperativ eine Karotisangiographie zur Darstellung der Anastomose durchgeführt. Diese ergaben in 57 Fällen (95 %) einen funktionierenden, durchgängigen Bypass. In 27 Fällen wurde die Funktion der Anastomose mit der Dopplermethode allein bestimmt. Dabei fanden sich 2 weitere verschlossene Anastomosen. Bei 39 Fällen wurde eine Angiographie und eine Doppleruntersuchung vorgenommen mit 100%iger Korrelation beider Methoden. In 13 Fällen wurde die Funktion nicht objektiv geprüft. Auf 87 objektiv untersuchte Bypass-Anastomosen fanden sich also 5 Verschlüsse. Das ergibt eine Funktionsrate von 94,3 %.

4.3. Früh-Insulte (im 1. postoperativen Monat)

Innerhalb der ersten 30 postoperativen Tage traten bei 4 Patienten zerebrale ischämische Störungen auf, die nicht als Operationskomplikation zu rechnen sind, die aber auch nicht sicher von der Anastomosenfunktion abhängig waren, weil diese unseres Erachtens 3 - 4 Wochen braucht, um den vollen Effekt zu entfalten (s. hämodynamischer Effekt). Bei einem der 4 genannten Fälle trat der Insult in der nicht operierten Hirnhemisphäre auf. Von den übrigen erlitten zwei einen mittelstarken Insult mit unvollständiger Regression. In der Folgezeit von 2 respektive 6 Jahren traten keine weiteren Störungen auf. Bei einem Patienten wurde keine angiographische Kontrolle vorgenommen, beim andern zeigte diese einen verschlossenen Bypass. Gerade dieser Patient machte in den folgenden 6 Jahren keinen Insult mehr durch. Der dritte Patient erlitt am 6. postoperativen Tag wieder TIAs und schliesslich einen leichten, fixierten Insult. Die Angiographie ergab einen Verschluss der Anastomose.

Sofort wurde ein neuer Bypass angelegt, und in den vergangenen 3 Jahren sind keine ischämischen Störungen mehr aufgetreten. Der vierte Patient erlitt wie schon erwähnt nach 1 Woche zweimal eine TIA auf der nicht operierten Seite bei funktionierender Anastomose der Gegenseite.

4.4. Spät-Insulte (nach 30 Tagen, siehe Tabelle 4)

Von 95 Fällen, welche die Operation ohne grössere Komplikation überstanden haben, sind bei 89 (93,7 %) keine weiteren ischämischen Attacken mehr auf der operierten Seite aufgetreten. 3 Patienten entwickelten Insulte in der nicht operierten Seite nach 3 und 5 Monaten und 8 Jahren. Zwei Patienten starben als Folge dieses Geschehens. Die Patienten wurden durchschnittlich 2½ Jahre lang nachkontrolliert, wobei die zeitlichen Extreme von 3 Monaten bis zu 10 Jahren reichen. Mit einer funktionierenden Anastomose erlitten 4 Patienten (4,2%) eine neue zerebrale ischämische Störung, nach 5 Wochen, 8 Monaten und 2½ respektive 8 Jahren. In 2 Fällen handelte es sich um eine TIA, beim dritten um einen leichten und beim vierten um einen mittelschweren Insult. Bei zwei weiteren Patienten trat ein neuer Insult auf und die Anastomose war verschlossen. Dies geschah bei einem nach 10 Monaten und beim andern nach 6 Monaten. Bei diesem letztgenannten Fall wurde eine neue Anastomose angefertigt, was zur Anfallsfreiheit in den letzten 3 Jahren bis heute führte. Unter den Patienten der Kategorie mit leichten neurologischen Ausfällen konnte bei 17 Fällen eine ungewöhnlich rasche Besserung diskreter neurologischer Ausfälle beobachtet werden, so dass wir diese als operationsbedingt erachteten. Es handelte sich dabei um leichte Facialismundastschwächen oder leichte Paresen der Extremitäten, die ganz verschwanden. Ausgeprägtere neurologische Ausfälle besserten jedoch nicht oder nur langsam, so dass sie sich nicht vom spontanen Verlauf solcher Erscheinungen beim Apoplektiker unterschieden. Diese Erfahrung wird heute bei der Operationsindikation berücksichtigt, die im folgenden Kapitel besprochen wird.

5. Diskussion

a. Zu den Resultaten

Die Operationsmortalität mit 3 % und die Morbiditätsrate mit 2 % sind klein, besonders auch unter Berücksichtigung, dass es sich vorwiegend um ältere und gefässkranke Patienten handelt. Ebenso sind die postoperativen Verläufe meistens einfach. Dies beruht darauf, dass sich die Operation an der Hirnoberfläche abspielt und das Hirngewebe kaum berührt wird. Diese Resultate entsprechen auch den Angaben aller andern Autoren in der Literatur (9, 14, 19, 26, 29). Die weltweiten Erfahrungen stützen sich heute auf circa 10'000 operierte Fälle.

Tabelle 4. Präoperative Klinik und postoperative Verläufe (95 Fälle).

Klinik	Anzahl	symptom- frei	Besserung op.bedingt	spontan	Neue ischämische Störungen TIA	Insult
<u>TIA's od. RIND</u>	23 { 1 einmalig 22 mehrere	20	-	-	2 { 1 nach 2½ J. A. offen 1 nach 10 Mt. A. verschlossen	1 { nach 3 Mte Gegenseite A. offen gestorben
<u>Fixierte Insulte leicht</u>	45 { 26 vorher TIA 8 wiederholt 9 einmalig	32	17	15	2 { 1 nach 5 Wo. A. offen 1 nach 5 Mt. Gegenseite A.?	2 { 1 nach 8 J. A. offen 1 nach 8 J. Gegenseite A. offen gestorben
<u>mittel- schwer</u>	24 { 5 vorher TIA 4 wiederholt 15 einmalig	0		18	0	2 { 1 nach 8 Mte A. offen 1 nach 6 Mte A. verschlossen reoperiert
<u>schwer</u>	3 { 1 wiederholt 2 einmalig	0		1	0	

95 der 100 Fälle, welche die Operation ohne grössere Komplikation (Mortalität u. Morbidität)

überstanden haben.

einmalig = eine einzige ischämische Attacke

wiederholt = mehrere, fixierte Insulte

A = Anastomose

Ursprünglich fürchtete man, dass so kleine Gefäßanastomosen rasch thrombosieren würden. Die Erfahrung zeigt nun aber glücklicherweise das Gegenteil. Durch die weitere Verfeinerung der Technik kann heute in etwa 95 % der Fälle mit einer dauerhaften Funktion des künstlichen Bypasses gerechnet werden, und bei funktionierender Anastomose ist das Auftreten eines neuen ischämischen, zerebralen Insultes in unserem Krankengut doch deutlich reduziert. Wie in der Einleitung erwähnt, liegt das Risiko, nach einer leichten ischämischen Störung weitere Attacken oder eine schwere Apoplexie nach 1 - 4 Jahren zu erleiden, um 40 % (1, 2, 3, 7, 12, 16, 21, 22, 27). Mit der erfolgreichen Operation konnte dieses Risiko bei unseren Patienten während einer Beobachtungszeit von gut 2½ Jahren auf 4,2 % gesenkt werden, und kein Patient, der vor der Operation nur TIAs aufwies, erlitt einen Insult mit bleibenden Ausfällen. Ferner zeigte sich bei einigen Fällen durch die gesteigerte Hirndurchblutung eine deutliche Besserung des vorbestehenden psycho-organischen Syndromes, das offenbar auf einer globalen, zerebralen Durchblutungsinsuffizienz beruhte. Um unsere günstigen Resultate wie auch die der anderen Autoren mit statistisch signifikanten Zahlen zu erhärten, ist nun eine weltweite, kontrollierte Studie mit 1000 Fällen im Gange, die voraussichtlich 1982/83 abgeschlossen sein wird.

b. Indikation zur Operation

Klinische Kriterien: Obwohl die Erfahrungen mit dieser Operation in den einzelnen Kliniken noch begrenzt sind, haben sich international doch schon vielfach übereinstimmende Ansichten bezüglich Operationsindikation ergeben. Wie auch aus unserem Krankengut hervorgeht, hat die Operation vor allem einen prophylaktischen Wert, um weitere Ischämiezustände zu verhüten. Hingegen hat sich eindeutig gezeigt, dass ausgeprägte, persistierende neurologische Ausfälle nicht gebessert oder sogar, wie häufig erhofft, zum Verschwinden gebracht werden können. Die Operation ist folglich nur bei Patienten mit TIAs oder RIND-Attacken sowie bei leichten abgeschlossenen Insulten als eine präventive Massnahme indiziert.

Angiographische Kriterien: neben den klinischen Voraussetzungen zur Operation muss unseres Erachtens dem Leiden eine angiographisch klar sichtbare, nicht direkt angehbare Gefäßobstruktion zugrunde liegen wie zum Beispiel ein Totalverschluss der proximalen Arteria carotis interna, distale Verschlüsse und Stenosen derselben und der Arteria cerebri media sowie multiple bilaterale Obstruktionen der Carotiden eventuell mit kombinierter Läsion einer A. vertebralis.

c. Kontraindikationen

Kontraindikationen zur Bypass-Operation sind direkt operable Läsionen an der proximalen Carotis sowie das Vorhandensein von Vorhofflimmern oder einer anderen Emboliequelle als Krankheitsursache, welche anders behoben werden müssen. Ferner soll nicht in der akuten Phase (2 Wochen) operiert werden. Erstens wegen des Hirnoedems, das die Operation erschwert, und zweitens muss bedacht werden, dass einige Wochen notwendig sind, bis die anzulegende Mikroanastomose die Hirndurchblutung wesentlich beeinflussen würde. Es ist also nicht möglich, rasch progressiv verlaufende Apoplexien aufzuhalten. Schliesslich muss zur Indikationsstellung auch der Allgemeinzustand (Coronarsclerose mit Angina pectoris, Claudicatio intermittens, Alter) der das Operationsrisiko unverhältnismässig ansteigen lassen kann, berücksichtigt werden. Wir halten zur Zeit eine Altersgrenze von biologisch 65 Jahren ein.

d. Indikation zur Angiographie (nicht invasive Voruntersuchungen)

Um eine Gefässobstruktion zu objektivieren, ist die Durchführung einer Karotisangiographie unerlässlich. Für den Kliniker steht deshalb im konkreten Fall die Frage im Vordergrund, soll der betreffende Patient angiographiert werden oder nicht?, und wenn ja, wann am besten. Er stellt sich die Frage, weil diese Untersuchung bekanntlich nicht ganz harmlos ist. Gerade bei Gefässkranken steigt die Morbidität der Angiographie auf 2 bis 4 %. In dieser Situation steht uns glücklicherweise nunmehr die nicht invasive Doppleruntersuchung der Carotiden zur Verfügung. Diese Methode kann mit einer Trefferquote von 95 % eine Carotisobstruktion aufdecken (6, 10, 11). Ergibt diese Untersuchung bei einem Patienten, der die klinischen Kriterien für eine Operation erfüllt, einen pathologischen Befund, so ist die Angiographie sicher indiziert und kann verantwortet werden. Zum Nachweis eines Verschlusses der Arteria cerebri media stellt die dynamische Technetium-Hirnzintigraphie eine geeignete Voruntersuchung dar (30). Auch hier ist beim Vorliegen einer Perfusionsdifferenz zwischen den beiden Hirnhemisphären die Angiographie dringend zu empfehlen. Andererseits darf bei normalen Befunden in beiden Untersuchungen unseres Erachtens mit gutem Gewissen auf eine Angiographie verzichtet werden. Bei 15 nicht ausgewählten Patienten, die zur Abklärung von transienten oder leichten Insulten zugewiesen wurden, haben wir während eines Jahres trotz normalem Doppler- und Hirndynamik-Befund eine Carotisangiographie durchgeführt. In allen 15 Fällen ergab auch die Angiographie weder eine intrakranielle noch eine extrakranielle Gefässobstruktion (30). Es ist zu erwarten, dass in Zukunft noch exaktere Methoden zur Messung regionaler Hirndurchblutungsstörungen in die Klinik Eingang finden werden, wie das Positron-Emissionsverfahren, das den regionalen Gewebsmetabolismus misst und die

Emissions-Computertomographie, welche die metabolische Aktivität in den einzelnen Hirnschichten aufzeichnet.

Aufgrund der in dieser Arbeit beschriebenen Operationsmethode zur Verbesserung der Hirndurchblutung mit geringem Risiko und ermutigenden Resultaten ist es sicher angezeigt, geeignete Patienten mit zerebralen ischämischen Störungen aktiver als bisher abzuklären und im positiven Falle einer Bypass-Operation zuzuführen, die in Aussicht stellt, das Heer der Hemiplegiker und Pflegefälle etwas zu verkleinern.

1. Acheson J., Hutchinson E.C.: Observations on the natural history of transient cerebral ischemia. *Lancet* 2, 871-874, 1964.
2. Baker R.N., Ramseyer J.C., Schwartz W.S.: Prognosis in patients with transient cerebral ischemic attacks. *Neurology (Minneapolis)* 18, 1157-1165, 1968.
3. Brust J.C.M.: Transient ischemic attacks: Natural history and anticoagulation. *Neurology (Minneapolis)* 27, 701-707, 1977.
4. Chater N.L., Reichmann H., Tew J.: Superficial temporal artery by-pass in occlusive cerebral vascular disease. *Calif. Med.* 119, 9-13, 1973.
5. Deruty R., Lecuire J. et al.: Tentatives de révascularisation cérébrale par anastomose dans certaines ischémies. *Neurochirurgie* 20, 345-368, 1974.
6. Donaghy R.M.P., Yasargil M.G.: Microangioplasty and its technique. *Progress in brain research*, 30, 263-267, 1968.
7. Egli M., Regli F., Baumgartner G.: Die Prognose des Karotisverschlusses und der Karotisstenose mit abgeschlossenem zerebralem Insult unter konservativer und operativer Therapie. *Schweiz. Arch. Neurol. Neurochir. Psychiatr.*, 111, 243-257, 1972.
8. Erickson D.L., Chou Sh.N.: Carotid endarterectomy. Evaluation of Carotid surgery in the Reduction of cerebral Infarction. In: Krayenbühl H. et al. (eds.): *Progr. neurol. Surg.*, 9, 30-57, Karger-Verlag, Basel, 1978.
9. Gratzl O., Schmiedeck P. et al.: Clinical experience with extra-intracranial arterial anastomosis in 65 cases. *J. Neurosurg.* 44, 313-324, 1976.
10. Keller H.M., Schubiger D., Krayenbühl O., Zumstein B.: Cerebrovascular Doppler Examination and cerebral Angiography - Alternative or Complementary? *Neuroradiology* 16, 140-144, 1978.
11. Keller H.M., Meier W.E., Zumstein B.: Nicht invasive Doppler-Ultraschall-Abklärung cerebrovasculärer Patienten: Carotis- und Vertebralis-Doppler-Untersuchung. In: *Ultraschall-Doppler Diagnostik in der Angiologie*, (ed.) Kreismann A., Bollinger A., pp. 90-104, Thieme-Verlag, Stuttgart, 1978.
12. Joint Committee for Stroke Facilities; Report. Part 7: Medical and surgical management of stroke. *Stroke* 4, 269-320, 1973. - Report. Part 11: Transient focal cerebral ischemia; epidemiological and clinical aspects. *Stroke* 5, 275-287, 1974.
13. Loughheed W.M., Marshall B.M., Michel E.R., Sandwith-Smyth M.: Common carotid to intracranial carotid by-pass venous graft: technical note. *J. Neurosurg.*, 34, 114-118, 1971.
14. Peerless S.J., Chater N.L., Ferguson G.F.: Multiple vessel occlusions in cerebrovascular by-pass on the quality of life and the incidence of stroke. In: P. Schmiedeck: *Microsurgery for stroke*. Springer. New York, pp. 251-259, 1977.
15. Piepgras D.G., Sundt jr. T.M.: Bypass surgery for vascular disease of the carotid and vertebral artery systems. In: P. Schmiedeck: *Microsurgery for stroke*. New York: Springer (1977) p. 281-285.

16. Regli F.: Die flüchtigen ischämischen zerebralen Attacken. *Dtsch. Med. Wochenschr.* 96, 525-530, 1971.
17. Reichmann O.H.: Estimation of flow through STA by-pass graft. In: Fein J.M., Reichmann O.H. (eds.): *Microvascular Anastomosis for cerebral Ischemia*, pp. 220-240. Springer, New York, 1978.
18. Steinmann B.: Epidemiologie der Apoplexie. *Schw. Med. W'schr.* 96, 1733-1740, 1966.
19. Sundt Th.M., Siekert R.G., Piepgras D.G., Sharbrough F.W., Houser O.W.: By-pass surgery for vascular disease of the carotid system. *Mayo Clin. Proc.*, 51, 677-692, 1976.
20. Thompson J.E., Austin D.J., Patman R.D.: Carotid endarterectomy for cerebrovascular insufficiency. Long term results in 592 patients followed-up to thirteen years. *Am. Surg.*, 172, 633-679, 1970.
21. Whisnant J.P., Matsumoto N., Elveback L.R.: The effect of anticoagulant therapy on the prognosis of patients with transient ischemic attacks in a community: Rochester (Minnesota), 1955 through 1969. *Mayo Clin. Proc.*, 48, 844-848, 1973.
22. Whisnant J.P.: Epidemiology of stroke. Emphasis on transient cerebral ischemic attacks and hypertension. *Stroke* 5, 68-70, 1974.
23. Woringer E., Kunlin J.: Anastomose entre la carotide primitive et la carotide intracranienne ou de la sylvienne par greffon selon la technique de la suture suspendue. *Neuro-Chir.*, 9, 181, 1963.
24. Yasargil M.G.: Experimental small vessel surgery in the dog including patching and grafting of cerebral vessels and for formation of functioning extra-entracranial shunts. In: Donaghy R.M.P., Yasargil M.G.: *Microvascular surgery*, pp. 87-126. Stuttgart. Thieme, 1967.
25. Yasargil M.G.: Diagnosis and indications for operations in cerebrovascular disease. In: Yasargil M.G.: *Microsurgery applied to Neurosurgery*, pp. 95-119. Stuttgart. Thieme, 1969.
26. Yonekawa Y., Yasargil M.G.: Extra-intracranial arterial anastomosis: Clinical and technical aspects. Results. In: Krayenbühl H.: *Advances and technical standards in neurosurgery*, Vol. 3. Springer. New York, pp 47-78, 1976.
27. Ziegler D.K., Hassanein R.S.: Prognosis in patients with transient ischemic attacks. *Stroke* 4, 666-673, 1973.
28. Zumstein B., Probst Ch.: Mikroneurochirurgischer Beitrag zur Behandlung der zerebralen ischämischen Apoplexien. *Praxis* 66, 781-786, 1977.
29. Zumstein B., Yonekawa Y., Yasargil M.G.: Extra-intracranial arterial anastomosis for cerebral ischemia: Technique and results in 90 cases. In: Carlson L.A. et al. (eds.): *International conference on atherosclerosis*, pp. 257-263. Raven Press. New York, 1978.
30. Zumstein B., Keller H.M., Luetolf U.: Non invasive management of stroke patients by Dopplersonography and dynamic radionuclide brain scanning. In: Peerless S.J. (ed.): *Forth international symposium on microsurgical anastomoses for cerebral ischemia*. Springer, New York (in press).

Adresse des Autors: Dr. B. Zumstein, Neurochirurgische Klinik, Universitätsspital, Rämistrasse 100, 8091 Zürich (Schweiz).