

---

# Aktuelle Neurologie

---

**Herausgeber:**

A. Bischoff, Bern  
U. C. Hopf, Mainz  
H. Schliack, Hannover

**Redaktionsassistent:**

U. Patzold, Hannover

**Beirat:**

F. Anschutz, Darmstadt  
H. Feldmann, Münster  
F. Gerstenbrand, Innsbruck  
U. Gottstein, Frankfurt/Main  
A. Huber, Zürich  
P. Huber, Bern  
W. Isler, Zürich

K.-A. Jochheim, Köln  
S. Kubicki, Berlin  
A. Matthes, Kehl/Kork  
K. Meyen, Braunschweig  
K. Pisol, Bremen  
K. Poeck, Aachen  
K. F. Schlegel, Essen

---

Akt. Neurol. 8: 1981, 62-68  
© Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York

## Der Dopplerechflow als neue Screeningmethode der extrakraniellen Karotiserkrankung

*F. Achmer, F. Gerstenbrand*

Univ. Klinik für Neurologie Innsbruck  
Vorstand: Univ. Prof. Dr. F. Gerstenbrand

Akt. Neurol. 8 (1981) 62-68  
 © Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York

# Der Dopplerechflow als neue Screeningmethode der extrakraniellen Karotiserkrankung

F. Aichner, F. Gerstenbrand

Univ. Klinik für Neurologie Innsbruck  
 (Vorstand: Univ.-Prof. Dr. F. Gerstenbrand)

## Einleitung

G. Elliott *Smith* beschrieb 1912 die extrem arteriosklerotisch veränderten Halsgefäße in der Mumie des Pharaos Meremphtah (1239–1219 v. Chr.). *Ruffer* (1916) konnte arteriosklerotische Veränderungen an Aorta und Halsgefäßen von mehreren Mumien aus der 18.–23. Dynastie (1580–730 v. Chr.) sowie an späteren griechischen und koptischen Mumien (bis 525 n. Chr.) nachweisen (20). Zu Beginn dieses Jahrhunderts wurde von *Chiari* (1905) und *Hunt* (1914) auf den Zusammenhang zwischen Karotisverschlüssen im Halsabschnitt und daraus resultierenden Schlaganfällen hingewiesen. Nach der Einführung der Kontrastmitteldiagnostik der Hirngefäße durch *Egas Moniz* (1927) (18) und Mitarbeitern konnte die Bedeutung extrakranieller Karotiserkrankungen als Ursache zerebraler und retinaler Ischämien bestätigt werden. 1951 und 1954 hat *Fisher* die grundlegenden klinischen Beobachtungen einer extrakraniellen Karotiserkrankung beschrieben (8, 9).

Epidemiologische Daten über die Häufigkeit extrakranieller Karotiserkrankungen in einem unausgewählten Kollektiv liegen nicht vor. *Fisher* konnte in einer späteren Arbeit (1954) bei 432 konsekutiven Autopsiefällen nachweisen, daß 214 davon Zeichen einer Gefäßerkrankung aufwiesen. In 41 Fällen fand sich eine Karotisstenose oder ein Karotisverschluß. Aufgrund von zahlreichen Untersuchungen nimmt man heute an, daß zwischen 25–35% aller zerebralen Durchblutungsstörungen durch Stenosen oder Verschlüsse der extrakraniellen Hirngefäße bedingt sind. Durch diese Erkenntnis haben für die Aufdeckung von extrakraniellen Gefäßstenosen und Okklusionen der Karotis nicht-invasive, atraumatische und risikolose Methoden große Bedeutung erlangt. Dies umsomehr, als in den letzten Jahren moderne Operationsverfahren in der Karotischirurgie zu deren Beseitigung entwickelt wurden. Zu den indirekten Verfahren der nicht-invasiven Diagnostik extrakranieller Gefäßstenosen und Verschlüsse gehören die Okulodynamometrie und -graphie, die Plethysmographie, die Thermographie sowie die supraorbitale Dopplersonographie. Seit im Jahre 1959 *Satomura* in Japan feststellte, daß von den bewegten Blutzellen in einem Blutgefäß Dopplerfrequenzen akustisch erfassbar sind, wurden bis zum heutigen Tage verschiedene Ultraschallmethoden erprobt. Mit den direkten Methoden, der Auskultation, der Phonangiographie, der direkten Dopplersonographie, dem Duplex-Ultraschall-Scan (2) und dem Echo-flow-Scan (27) ist man in der Lage, die Karotis und Vertebralis direkt am Hals zu untersuchen (1).

## Zusammenfassung

Der Echoflow-Scanner ist ein neuartiges Screeningsystem zur Erfassung von extrakraniellen Karotisstenosen und Verschlüssen. Er stellt die derzeit zuverlässigste Methode aller nicht-invasiven und atraumatischen Untersuchungstechniken dar und ist risikolos. Die Untersuchungszeit ist auf 15–20 Minuten je Patienten festzulegen.

Es wird über 924 Untersuchungen der Karotis bei 462 Patienten berichtet. In 310 Fällen davon bestand das Krankheitsbild einer zerebro-vasculären Insuffizienz. In den restlichen Fällen wurde die Echoflow-Untersuchung teilweise bei aus anderen Gründen indizierten Karotisangiographien sowie bei nicht-neurologischen Erkrankungen durchgeführt. Die Echoflow-Untersuchung war bei 129 Patienten pathologisch, in 44 Fällen davon ergaben sich Hinweise auf eine beidseitige Karotisveränderung. In einer Gegenüberstellung von 100 Patienten, bei denen eine transfemorale selektive Karotisangiographie durchgeführt wurde, bestätigte sich in 77 Prozent der durch die Echoflow-Untersuchung erstellte Verdacht eines extrakraniellen Karotisprozesses. Dabei hat sich gezeigt, daß die schweren Veränderungen eine günstigere Relation zur Angiographie aufwiesen. In bezug auf die Technik hat sich ergeben, daß eine bessere Einübung in die Methode günstigere Resultate liefert. Die Echoflow-Untersuchung der Karotis erbringt bessere Resultate gegenüber der einfachen Dopplersonographie. Insgesamt mußte aber festgestellt werden, daß die Dopplersonographie zwar einen wichtigen Hinweis auf Veränderungen im extrakraniellen Karotisgebiet liefert, keineswegs aber den endgültigen Beweis durch die Angiographie ersetzt. Bedeutend erscheint die Möglichkeit einer postoperativen Langzeitkontrolle nach Karotisrekonstruktion sowie die Möglichkeit der Erweiterung in der Schlaganfallprophylaxe.

## Doppler Echo Flow as New Screening Method in Extracranial Carotid Artery Disease

The Doppler Echoflow is a new screening system for non-invasive diagnosis of carotid disease. The test appears to provide reasonable diagnostic information in case of stenosis of 50–75%, becoming quite accurate with a stenosis of 85–90%. This system produces a Doppler image of the carotid bifurcation and of the vertebral arteries, indicating velocity of flow by a color code system. A comparison of 200 carotid bifurcations examined via angiography and the Doppler Echoflow method shows good correlation between the radiological and ultrasonic techniques in 77% of the patients. Despite the fact that the ultrasonic method supplies important pointers, current non-invasive diagnosis of the carotid artery cannot replace arteriography.

Der direkten Dopplersonographie und dem Dopplerechflow müssen aufgrund von Untersuchungen durch *Deeweese* (1970) (6) allerdings Einschränkungen gemacht werden. Der Nachweis einer Gefäßstenose erfolgt durch die Registrierung einer Strömungsbeschleunigung im Bereich von Stenosen. Prä- und poststenotisch werden Strömungsverzögerungen und Turbulenzen

erfaßt. Aus experimentellen Untersuchungen von Dewese (6) ging hervor, daß Stenosen bis zu 50% einer Lumenseinengung mit atraumatischen Methoden nicht oder selten nachgewiesen werden konnten. Erst die Einschränkung des Gefäßquerschnitts über 50% ergibt einen meßbaren Druckgradienten.

**Material und Methode**

Der von Spencer und Reid (21, 22, 26, 27) entwickelte Doppler-Echoflow besteht aus 4 Gerätekomponenten, dem Richtungs-Doppler mit Schreiber und Anzeige, dem Farbbildmonitor mit Kamera sowie dem Rechner mit Bedientastatur und dem x-y-Koordinatengeber (Abb. 1). Der Dopplerschallkopf arbeitet mit gepulster Abstrahlung in einer Frequenz von 4 MHz. Die Meßmethode beruht auf der Aufzeichnung der Spitzenströmungsgeschwindigkeit in der Systole. Die maximale Strömungsgeschwindigkeit, die am Sender- Empfängerkopf mittels Dopplerfrequenz zur Ermittlung kommt, wird in einen Mikroprozessor eingespeichert und in ein zweidimensionales Bild von Arterien eingezeichnet. Echos von nicht-bewegten Strukturen, wie z. B. Muskeln und Knochen zeigen keinen Dopplereffekt und werden daher auch nicht erfaßt. Bei Venen erfolgt aufgrund des gegenläufigen Blutflusses keine Aufzeichnung im Computer. Die Position der Sonde wird über einen x-y-Koordinatengeber dem Mikroprozessor angegeben.

Automatische Artefaktunterdrückung und Ausschaltung des Rückwärtsflusses werden durch den Mikroprozessor gesteuert. Die empirisch getroffene Filteranalyse mit der computer-gesteuerten Farbcodierung ist so gewählt, daß rot normale, gelb erhöhte und blau stark erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten wiedergibt. Die Frequenzen des Doppler-Echos können auch akustisch und graphisch registriert werden.

Der Echoflow-Scan kann alle großen Arterien erfassen, die etwa 2-3 cm unter der Haut liegen. Bei der Untersuchung der Karotis wird der Patient in leichter Kopfseitwärtslage flach gelagert und mit der Sonde der untere Abschnitt der Carotis communis aufgesucht. Bei Erreichen eines entsprechenden Durchflusses wird die Sonde 45 Grad zur Arterie geneigt und in der beweglichen Halterung fixiert. Der Dopplerschallkopf muß entlang der A. carotis am Hals hin und her bewegt werden. Das Doppler-Echo hängt nicht nur von der Flußgeschwindigkeit,

sondern auch vom Winkel ab, in dem die Arterie zur Sender- Empfängersonde liegt. Mit dem x-y-Koordinatengeber ist es möglich, den Sender- und Empfängerkopf nur mehr in einer Ebene im Winkel von 45 Grad zur Arterie zu bewegen. Diesem Einstellwinkel kommt eine besondere Bedeutung nach der Gleichung  $C \times F_D = 2 V \times \cos \alpha \times F_0$ .

C bedeutet Konstante,  $F_D$  Ultraschallfrequenz, V Blutströmungsgeschwindigkeit,  $\alpha$  Winkel zwischen Ultraschallsonde und Blutflußrichtung und  $F_0$   $4 \times 10^6$  Hz.

**Ergebnisse**

Das Durchschnittsalter der 462 untersuchten Patienten betrug 56 Jahre, der jüngste war 14, der älteste 92 Jahre alt. Die Aufschlüsselung in die Geschlechtsverteilung ergab, daß 242 Männer und 220 Frauen untersucht wurden, die Geschlechterverteilung ungefähr gleich war. Von den 462 mit Echoflow untersuchten Patienten (siehe Tabelle 1) hatten 310 die Symptomatik einer zerebro-vaskulären Insuffizienz gezeigt. 82 Patienten wiesen reversible ischämische Attacken (RIA) im Karotisgebiet auf, 58 eine vertebro-basiläre Insuffizienz und 93 einen »completed stroke«. Bei 77 Patienten bestanden die Symptome einer arteriosklerotischen Demenz. Von den restlichen 152 Patienten waren bei 32 Patienten epileptische Anfälle verschiedener Art aufgetreten, bei 25 Patienten bestanden andere neurologische Krankheitsbilder und 105 Fälle wiesen keine neurologischen Symptome auf.

In Tabelle 1 ist außerdem die Zahl der negativen und positiven Untersuchungsergebnisse eingetragen, allerdings ohne Detailbefund. Wie sich zeigt, waren positive Echoflow-Befunde bei 215 zerebro-vaskulären Erkrankungen festzustellen, mit

**Tab. 1** Klinische Symptomatik der 462 mit Echoflow untersuchten Patienten. Gruppe I Zerebrovaskuläre Insuffizienz (CVI). Gruppe II Epilepsie und andere neurologische Erkrankungen. Gruppe III ohne neurologische Erkrankungen

Diagnose	Zahl	Prozent	Echoflow Pathol.	Neg.
I CVI				
RIA, Karotis	82	17,74	75	7
RIA, Vertebralis	58	12,56	20	38
Completed Stroke	93	20,13	59	34
Arteriosk. Demenz	77	16,66	61	16
II Epilepsie und and. neurol. Erkrankungen	32		10	12
	15	10,18		15
III 0 ohne neurol. Erkrankungen	105	22,73	11	94

**Tab. 2** Ergebnisse der pathologischen Echoflow-Untersuchungen bei 159 Patienten

Ergebnis	Zahl	Prozent
Leichte Stenose einseitig	72	45,28
Schwere Stenose einseitig	29	18,25
Karotisverschluß einseitig	14	8,80
Karotisveränderungen beidseits	44	27,67



**Abb. 1** Das Doppler-Echoflow-Gerät.

Schwergewicht in der Gruppe der reversiblen ischämischen Attacken im Karotisgebiet. Von den 32 Patienten mit epileptischen Anfällen war der Echoflow-Scan-Befund bei 10 pathologisch, bei den verschiedenen neurologischen Krankheitsbildern ließ sich durchwegs ein normaler Echoflow-Befund erheben. Bei den Patienten ohne neurologische Symptome, die ohne feste Indikation zur Untersuchung gebracht wurden, fand sich in 11 Fällen ein pathologisches Echoflow-Bild.

In Tabelle 2 sind die pathologischen Befunde nach ihrer Verteilung und dem Schweregrad unterteilt. Wie sich aus der Tabelle zeigt, waren von den 159 Patienten mit einem pathologischen Echoflow-Befund in 72 Patienten eine leichte einseitige Karotisstenose, bei 29 eine schwere einseitige Stenose, bei 14 Patienten ein Karotisverschluß einseitig und in 44 Fällen Karotisveränderungen beidseits vorhanden. Zur besseren Aufschlüsselung sind die 44 Patienten mit einem beidseitigen pathologischen Befund in Tabelle 3 gesondert zusammengestellt. Daraus läßt sich erkennen, daß sich bei 24 Patienten Hinweise auf eine leichte Stenose der Karotis beidseits ergab, in 11 Fällen auf der einen Seite eine leichte, auf der anderen Seite eine ausgeprägte Stenose, bei 5 Patienten beidseits eine ausgeprägte Stenose vorhanden war. In vier Fällen zeigte sich ein einseitiger Verschluß bei einer Stenose der Gegenseite an.

Tabelle 4 beinhaltet die Aufschlüsselung von Lokalisation und Schweregrad der Karotisveränderungen. In bezug auf die Karotisabschnitte wurden Carotis communis interna und externa unterschieden. Wie die Tabelle zeigt, war eine leichte Stenose der Carotis communis bei 61, eine schwere bei 17 und ein Karotisverschluß bei 3 Patienten aus dem Echoflow zu diagnostizieren. Für die Carotis interna zeigte sich eine leichte Stenose

in 54, eine schwere in 28 und ein Verschluß in 15 Fällen an. Die Carotis externa war 5mal leicht, 2mal schwer stenosiert. Keine Rücksicht wurde bei dieser Zusammenstellung auf ein- oder beidseitige Karotisveränderungen genommen.

Zur Illustration einer Echoflow-Untersuchung sei auf die Abbildungen 2–9 hingewiesen. Es handelt sich um einen normalen Echoflow-Befund der Karotis und auch Vertebralis (Abb. 2 + 2a), einer leichten Karotisstenose mit dazugehörigem Angiogramm (Abb. 3 u. 6), einer schweren Karotisstenose beidseits mit Angiogramm (Abb. 4 und 7 + 7a) sowie einem einseitigen Karotisverschluß mit dazugehörigem Angiogramm (Abb. 5 und 8). Die Angiogramme wurden uns von der Universitätsklinik für Radiologie, Innsbruck (Vorstand: Prof. Dr. E. Pirker) zur Verfügung gestellt. Zur Dokumentation wird an der Universitätsklinik für Neurologie in Innsbruck das abgebildete Befundschema verwendet (Abb. 9).

200 Echoflow-Untersuchungen an Karotiden wurden mit 200 Angiographiebefunden nach transfemoraler selektiver Katheterangiographie verglichen. Eine Auswahl in bezug auf zerebrovaskuläre Erkrankungen ist dabei nicht erfolgt. Unter den 200 Angiogrammen von 100 Patienten waren auch Diagnosen, wie Subarachnoidalblutung, Verdacht auf eine intrakranielle Gefäßmißbildung und Hirntumor.

In Tabelle 5 ist die Gegenüberstellung von 100 Patienten mit Echoflow-Untersuchung der Karotis und gleichzeitigem Karotisangiogramm zu ersehen. Die Zuordnung zur Carotis communis, interna und externa ist nicht aufgeschlüsselt. Bei 130 normalen Echoflow-Befunden war bei 99 keine Veränderung im Angiogramm nachzuweisen, bei 23 Karotiden war ein 1/3 Stenose, bei 5 eine mittelgradige Stenose und bei 3 ein Karotisverschluß festzustellen. Auffällig hoch ist die Gruppe der geringgradigen Karotis-Stenosierungen mit normalem Karotis-Echoflow bei 28 Fällen. Eine leichte Stenose im Echoflow war 41mal zu erheben. In 15 Fällen war keine Karotisstenose im Angiogramm nachweisbar, bei 26 Patienten hat die Angiographie ein pathologisches Ergebnis erbracht, allerdings 18mal mit deutlicher Sklerosierung. Schwere Stenosen konnten im Echoflow 19mal festgestellt werden, dies korreliert bei 16 Patienten, 2 wiesen lediglich eine leichte Stenose im Angiogramm auf, bei einem war angiographisch ein Verschluß festzustellen. Der im Echoflow festgestellte Karotisverschluß bei 10 Fällen konnte bei 8 durch das Angiogramm bestätigt werden, bei einem war eine schwere Stenose, bei einem weiteren Fall eine leichte Stenose vorhanden.

Insgesamt ergibt sich aus dieser Gegenüberstellung, daß in 77% Echoflow-Befund und Angiogramm korreliert haben. Zu den Resultaten ist noch zu erwähnen, daß mit Ausreifung der Technik im Untersuchungsverlauf bessere Ergebnisse zu erzielen sind. Wie sich aus dem eigenen Material ergibt, sind die Fehlbefunde, insbesondere ein im Echoflow nicht festgestellter Karotisverschluß in die erste Zeit der eigenen Untersuchungsreihe zu verlegen.

**Tab. 3** Karotisveränderungen beidseits bei 44 Patienten

Ergebnis	Zahl	Prozent
Leichte Stenosen beidseits	24	54,54
Leichte und schwere Stenosen	11	25
Schwere Stenosen beidseits	5	11,37
Verschluß einer Seite Stenose auf der Gegenseite	4	9,09

**Tab. 4** Lokalisation und Schweregrad der pathologischen Echoflow-befunde

	Leichte Stenose	Schwere Stenose	Verschluß
Carotis comm.	58	14	3
Carotis int.	50	24	15
Carotis ext.	5	2	0

**Tab. 5** Gegenüberstellung von 200 Echoflow-Befunden mit dem Angiogramm

Karotis Echoflow	Angiogramm				
	keine Stenose	leichte Stenose 30%	mittelschwere Stenose 70%	hochgradige Stenose	Verschluß
normal	130	99	23	5	3
leichte Stenose	41	15	8	18	
schwere Stenose	19	2	3	13	1
Verschluß	10	1		1	8

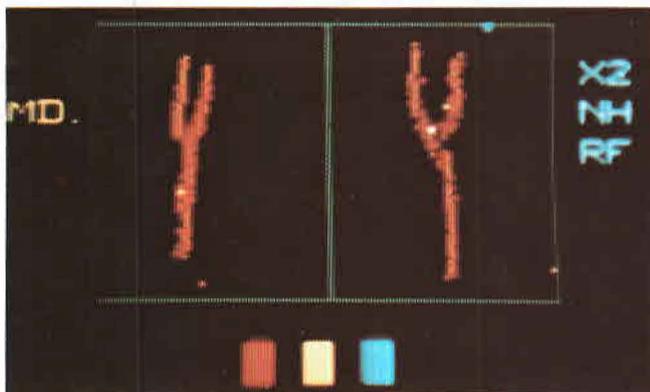


Abb. 2a

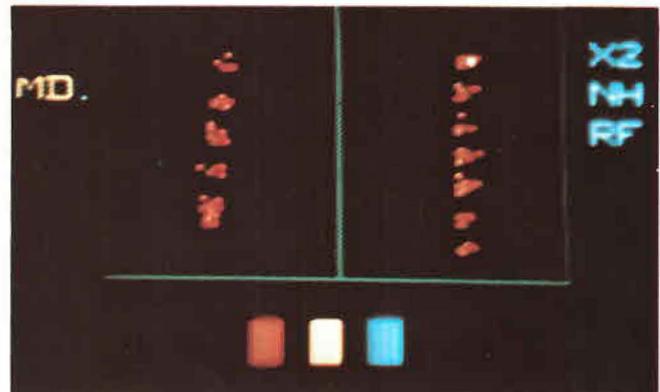


Abb. 2b

Abb. 2a und b Normaler Karotis- und Vertebrais-Echoflow-Befund.

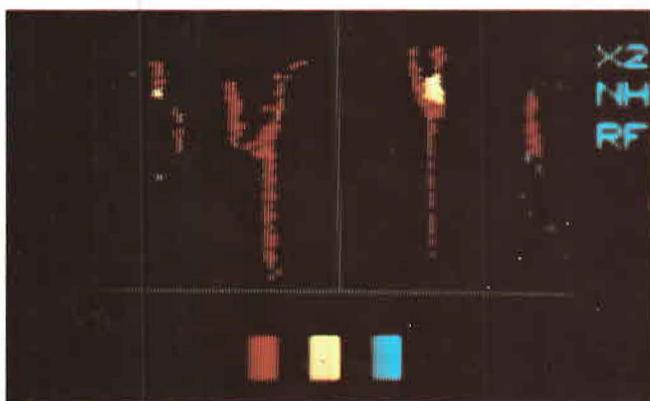


Abb. 3 Leichte Karotisstenose im Echoflow.

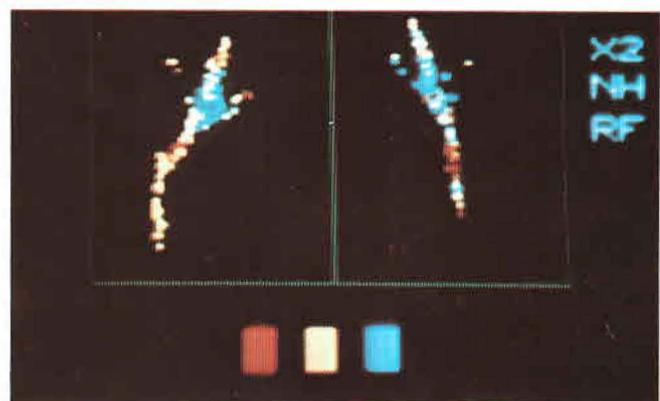


Abb. 4 Schwere Karotisstenose beidseits in der Echoflow-Untersuchung.

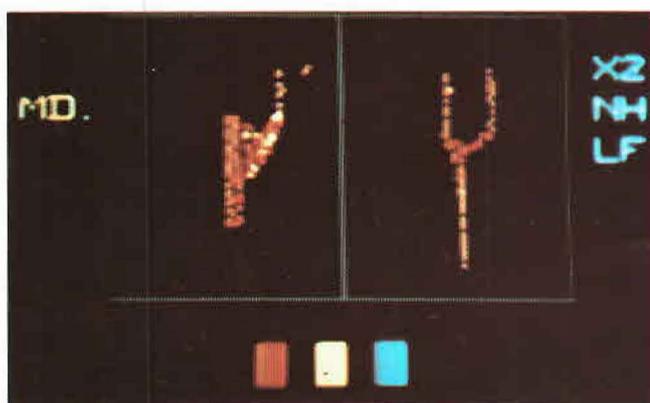


Abb. 5 Bild eines Karotisverschlusses bei der Echoflow-Untersuchung.

In einer weiteren Arbeit soll auf Details der Korrelation zwischen Karotis-Echoflow und Angiogramm, sowohl in bezug auf die Lokalisation, als auch in der Analyse der Fehlinterpretationen Stellung genommen werden.

Bei 17 Patienten mit einer Karotisrekonstruktion, die länger als ein halbes Jahr zurückliegen, wurden Echoflow-Kontrollen durchgeführt, wobei von einzelnen Patienten mehrere Kontrollen vorliegen. Angiographiekontrollen wurden bei keinem der 17 Patienten durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6

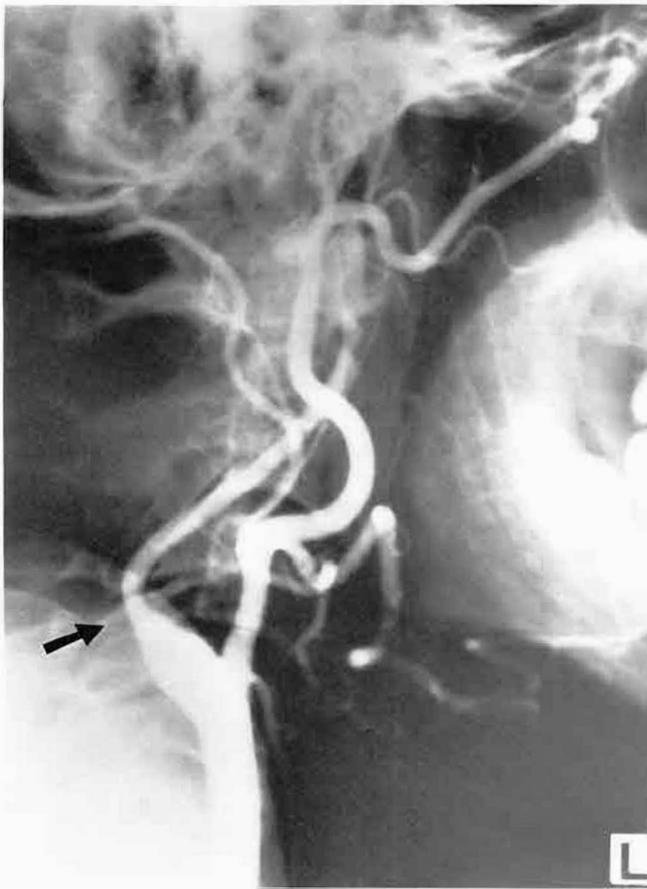
zusammengefasst, es zeigt sich, daß bei 6 Patienten ein normaler Echoflow-Befund vorlag, bei allen diesen Patienten war kein weiterer zerebraler Herdarausfall eingetreten. In 11 Fällen zeigte der Echoflow-Befund pathologische Veränderungen, die als leicht bis mittelschwer einzustufen sind. Bei 5 der 11 Patienten war es ein-, in zwei Fällen zweimal zu einer reversiblen ischämischen Attacke im entsprechenden Karotisgebiet gekommen.

#### Diskussion

Beim Vergleich mit der einfachen Dopplersonographie, der eine Treffsicherheit zwischen 56 bis 66 Prozent zugesprochen wird, zeigt der Echoflow-Scan eine deutlich höhere Aussagesicherheit (4, 5, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 25). Diese wird von White und Curry (27) mit 84 Prozent angegeben. Sie liegt im vorgestellten Untersuchungskollektiv bei 77 Prozent. Die niedrigere Prozentzahl der eigenen Untersuchungen sind teilweise auf die noch wenig ausgebildete technische Erfahrung zurückzuführen. Die Untersuchungsergebnisse der letzten 600 Karotisbefunde

Tab. 6 Echoflow-Ergebnisse bei Nachkontrolle karotis-rekonstruierter Patienten

Postoperative Karotis-Echoflow-Kontrollen bei 17 Patienten		
Normal	6	35,3%
Pathologisch	11	64,7%



**Abb. 6** Zur Abbildung 3 korrespondierendes Angiogramm mit einer leichten Karotisstenose.



**Abb. 7a**

**Abb. 7a und b** Zur Abbildung 4 gehörendes Angiogramm mit schweren Karotisstenosen beidseits.

läßt eine höhere Korrelationsquote erwarten. Wie die Gegenüberstellung zwischen Echoflow- und Angiographiebefund ergab, nimmt die Aussagesicherheit der Echoflow-Untersuchung mit der Schwere der Stenose zu. Aus der immer noch hohen Fehlerquote von 16–23 Prozent ergibt sich die Tatsache, daß keine der nicht invasiven Techniken zur Erfassung extrakranieller Karotisveränderungen die noch immer mit beträchtlichen Risiken verbundene Angiographie ersetzen kann, die Indikation zur Angiographie aber wesentlich mitbestimmen hilft. Der Vorteil gegenüber der bisherigen Dopplersonographie liegt in der günstigeren Identifizierung von Stenosen, in der Möglichkeit der exakten Lokalisation von Gefäßstenosen und in der Bilderstellung des extrakraniellen Gefäßabschnittes mit seiner zusätzlichen Beurteilungsmöglichkeit von Gefäßlage und Verlauf.

Die bisherigen Erfahrungen in der Echoflow-Untersuchung betreffen in erster Linie die Karotis. Eine Kombination des Echoflow mit der einfachen Dopplersonographie der Arteria frontalis media kann bessere Resultate erbringen. Die Echoflow-Untersuchung der Arteria vertebralis stößt wegen der besonderen topographischen Situation noch auf Schwierigkeiten und verlangt eine besondere technische Fertigkeit. Es zeigt

sich aber, daß bei besserer Einübung in der Untersuchungsmethodik auch dieses Gefäß in seinem extrakraniellen Bereich durchströmungsmäßig erfaßt werden kann. Systematische Untersuchungen der Arteria vertebralis stehen bisher noch am Beginn.

In der postoperativen Nachsorge erlaubt die Echoflow-Untersuchung laufende Kontrollen der Strömungsverhältnisse im rekonstruierten Gefäßgebiet. Änderungen in den Strömungsverhältnissen weisen auf eingetretene Störungen hin und ergeben Indikationsanstöße für eventuelle postoperative Angiographie-Kontrollen. Follow-up-Studien an operierten Patienten sind allerdings erst in wenigen Fällen durchgeführt worden und wurden bisher in einer größeren Fallanzahl noch nicht mitgeteilt. Eine wichtige weitere Einsatzmöglichkeit in der Echoflow-Untersuchung ist in der Vorsorge gegeben. Ohne Schwierigkeiten, risikolos und mit einem minimalen Zeitaufwand, können in Reihenuntersuchungen Verdachtshinweise auf extrazerebrale Gefäßveränderungen gewonnen werden. Verdachtsfälle könnten dann durch ein neurologisches Untersuchungsprogramm im Detail aufgeklärt werden. Dadurch würde die Risikoprophylaxe der zerebro-vaskulären Erkrankungen eine weitere Ausweitung erfahren.



Abb. 7b



Abb. 8 Zur Abbildung 5 korrespondierendes Angiogramm mit Karotisverschluss.

Befund der zerebrovaskulären Echoflow-Untersuchung.

- Kein Hinweis auf funktionelle Stenose im Karotisgebiet
- Kein Hinweis auf funktionelle Stenose im Vertebralisgebiet
- Mäßige funktionelle Carotis communis-Stenose rechts/links
- Mäßige funktionelle Carotis interna-Stenose rechts/links
- Mäßige funktionelle Carotis externa-Stenose rechts/links
- Schwere funktionelle Carotis communis-Stenose rechts/links
- Verschuß der Carotis communis/interna rechts/links
- Funktionelle Vertebralisstenose rechts/links.

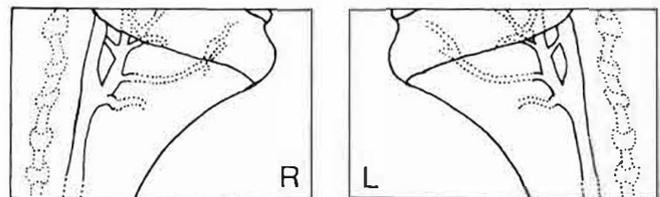


Abb. 9 Echoflow-Befundschema.

Literatur

(1) Ackermann, R. H.: A perspective on noninvasive diagnosis of carotid disease. *Neurology* 29 (1979) 615-622

(2) Barber, F. E., D. W. Baker, A. W. Nation, D. E. Strandness Jr., J. M. Reid: Ultrasonic Duplex Echo Doppler Scanner. *IEEE Trans. Biomed. Eng.* Vol. BME-21, 2 (1974) 109

(3) Blackshear, W. M. Jr., D. J. Philipps, P. M. Chikos, J. D. Harley, B. L. Thiele, D. E. Strandness: Carotid artery velocity patterns in normal and stenotic vessels. *Stroke* Vol 11, No 1 (1980)

(4) Bone, G., R. Barnes: Clinical implications of the Doppler cerebrovascular examination: a correlation with angiography. *Stroke* 7, 271 (1976)

(5) Büdingen, H. J., G. M. v. Reutern, H. J. Freund: Die Differenzierung der Halsgefäße mit der direktionellen Doppler-Sonographie. *Arch. Psychiatr. Nervenkr.* 222 (1976) 177

(6) Dewese, J. A., A. G. May, E. O. Lipchik, C. G. Rob: Anatomic and hemodynamic correlation in carotid artery stenosis. *Stroke* 1 (1970) 149

(7) Diener, H. Ch., J. Diehgans: Atraumatische Diagnostik extrakranieller Gefäßstenosen und Verschlüsse. *Internist* 20 (1979) 531-538 by Springer-Verlag

(8) Fisher, C. M.: Occlusion of the carotid artery. *Arch. Neurol.* 65 (1951) 346

(9) Fisher, C. M.: Occlusion of the carotid arteries. Further experiences. *Arch. Neurol.* 72 (1954) 187

(10) Gross, W. S., M. J. Verta, B. v. Bellen et al.: Comparison of noninvasive diagnostic techniques in carotid artery occlusive disease. *Surgery* 82 (1977) 271-278

(11) Hokanson, D. E., D. J. Mozersky, D. S. Sumner, D. F. Strandness: Ultrasonic arteriography: a new approach to arterial visualization. *Bio-med. Engng.* 6 (1971) 420

(12) Keller, H., W. Meier, Y. Yonckawa, D. Kumpke: Noninvasive angiography for the diagnosis of carotid artery disease using Doppler ultrasound. *Stroke* 7 (1976) 354

(13) Keller, H. M., W. E. Meier, B. Zumstein: Nicht invasive Doppler-Ultrasonographie zur Abklärung cerebrovaskulärer Patienten: Carotis- und Vertebralis-Doppler-Untersuchung. In: *Ultraschall-Doppler-Diagnostik in der Angiologie*. Kriesmann, A., A. Bollinger 590 Stuttgart: Thieme 1978

(14) Kornhuber, H. H., B. Widder: Zur Schlaganfallvorbeugung: Welches sind die besten Methoden zur Fehldiagnose auf Carotisstenosen? *Arch. Psychiatr. Nervenkr.* 228 (1980) 11-20

(15) Langer, M., R. Langer, K. Rittmeyer: Vergleichende Untersuchung ultraschall-dopplersonographischer und angiographischer Befunde bei stenosierenden Erkrankungen der supraaortalen Gefäße. *Fortschr. Röntgenstr.* 132, 2 (1980) 151-156

(16) Lye, C. R., D. S. Sumner, D. E. Strandness: The accuracy of the supraorbital Doppler examination in the diagnosis of hemodynamically significant carotid occlusive disease. *Surgery* 79 (1976) 42-45

- (17) Machleder, H., W. Baker: Noninvasive methods for evaluation of extracranial cerebrovascular disease. *Arch. Surg.* 112 (1977) 944
- (18) Moniz, E., A. Lima, R. de Lacerda: Hemiplegies par thrombose de la carotide interne. *Presse Med.* 45 (1937) 977
- (19) Müller, H. R.: Direktionale Doppler-Sonographie der A. frontalis medialis. *EFG EMG* 2 (1971) 24
- (20) Pollack, K.: Die Heilkunst der frühen Hochkulturen. Econ Verlag 1968, Düsseldorf und Wien
- (21) Reid, J. M., M. P. Spencer: Ultrasonic Doppler technique for imaging blood vessels. *Science* 176 (1972) 1235–1236
- (22) Reid, J. M., M. P. Spencer, D. L. Davis: Ultrasonic Doppler imaging system. In: *Ultrasound in Medicine*, ed by White, D., R. Brown, Plenum Press New York (1977) 1227–1235
- (23) Ruschmer, R. F., D. I. Franklin, D. W. Baker: Pulsed ultrasonic transit time flowmeter. *IRE Transact. Biomed. Electronics, RME* 9 (1962) 44
- (24) Satomura, S.: Study of the flow patterns in peripheral arteries by ultrasonics. *J. Acoust. Soc. Jap.* 15 (1959) 151–158
- (25) Shoumaker, R. D., S. Block: Cerebrovascular evaluation: Assessment of Doppler scanning of carotid arteries, ophthalmic Dopplerflow and cervical bruits. *Stroke* 9 (1978) 563
- (26) Spencer, M. P., J. M. Reid, D. L. Davis, P. S. Paulson: Cervical carotid imaging with a continuous-wave Doppler flowmeter. *Stroke* 5 (1974) 145
- (27) White, D. M., G. R. Curry: A comparison of 424 carotid bifurcations examined by angiography and the Doppler-Echoflow. In: *Ultrasound in medicine*. White D., E. A. Lyons, New York, Plenum Publishing Corporation (1978)

Dr. F. Aichner  
Univ.-Klinik für Neurologie  
Aichstr. 35, A-6020 Innsbruck