

## Dopplersonographische Therapie- und Verlaufskontrolle einer Katheter-ockludierten Cavernosus-Fistel

H. J. Büdingen<sup>1</sup>, J. Gilsbach<sup>2</sup>, und G.-M. von Reutern<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Abteilung für klinische Neurologie und Neurophysiologie (Prof. R. Jung) und

<sup>2</sup> Abteilung für Allgemeine Neurochirurgie (Prof. W. Seeger) der Universität Freiburg i. Br.

### Doppler-Sonographic Control of a Carotid-Cavernous Fistula Occluded by Balloon Catheter

**Summary.** Angiographic and Doppler-sonographic findings from a patient suffering from a traumatic carotid-cavernous fistula are presented. Data were obtained before, during, and after occlusion of the fistula by means of a balloon catheter.

Doppler examination of the periorbital vessels and the carotid arteries in the neck region (selective for the common, internal, and external carotid arteries) allows a reliable and atraumatic evaluation of the carotid circulation and the pathologic venous drainage of the fistula by the orbital veins. The proper positioning of the balloon therefore is facilitated by simultaneous Doppler recording of the pathologic venous flow.

The balloon-catheter technique described by Prolo et al. (1971) was modified and lead to a complete occlusion of the fistula without causing a carotid thrombosis.

**Key words:** Doppler sonography – Carotid-cavernous fistula – Carotid artery – Balloon catheter.

**Zusammenfassung.** Bei einem Patienten mit traumatischer Carotis-Cavernosus-Fistel werden die angiographischen und dopplersonographischen Befunde vor, während und nach Fistelverschluß durch einen Ballon-Katheter beschrieben.

Die dopplersonographische Untersuchung der periorbitalen Gefäße und Carotiden im Halsbereich erlaubt eine zuverlässige und differenzierte Beurteilung der pathologischen venösen Drainage der Fistel über orbitale Venen und der Strömungsverhältnisse im Carotissystem. Die Plazierung des Ballons wird durch die gleichzeitige Registrierung des pathologisch venösen Abflusses erleichtert.

Sonderdruckanforderungen an: Priv.-Doz. Dr. H. J. Büdingen, Abt. für Neurologie und klinische Neurophysiologie, St. Elisabethen-Krankenhaus, D-7980 Ravensburg, Bundesrepublik Deutschland

Die von Prolo et al. (1971) beschriebene und modifizierte Ballon-Katheter-technik führte zu vollständigem Fistelverschluß bei freier Durchgängigkeit der ipsilateralen A. carotis interna.

**Schlüsselwörter:** Doppler-Sonographie – Carotis-Cavernosus-Fistel – Carotiden – Ballon-Katheter.

## Einleitung

Doppler-Untersuchungen mit direkter Beschallung der Carotiden im Halsbereich und der fronto-orbitalen Endäste der A. ophthalmica erlauben eine zuverlässige und differenzierte Diagnostik extrakranieller Carotisstenosen und -verschlüsse [6, 9]. Auch schwere intrakranielle Gefäßstörungen werden erkannt [10].

Die Carotis-Cavernosus-Fistel bewirkt durch den arterio-venösen Kurzschluß eine Minderung des Strömungswiderstandes mit Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit in den vorgesetzten Carotisabschnitten. Die venöse Drainage der Fistel über orbitale Venen führt zu typischen Doppler-Befunden bei Beschallung im Bereich der Orbita [5, 10].

Matjasko et al. [5] und Prolo et al. [8] berichteten bereits über den Einsatz eines Doppler-Gerätes bei Behandlung der Carotis-Cavernosus-Fistel mit Muskel-Embolisation oder einem Ballon-Katheter. Beschallt wurde ausschließlich die Orbita, und das Verschwinden der typischen Strömungssignale wurde als Hinweis für einen erfolgreichen Fistelverschluß gewertet.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Doppler-Befunde an den Carotiden und der Orbita bei einem Patienten mit traumatischer Carotis-Cavernosus-Fistel vor, während und nach Fistelverschluß mit einem Ballon-Katheter. Die Aussage-möglichkeiten der Doppler-Befunde werden im Vergleich zur zerebralen Angiographie diskutiert.

## Kasuistik

Der 24jährige Patient B. K. zog sich bei einem Verkehrsunfall neben einer Unterschenkelfraktur rechts ein Schädelhirntrauma mit Contusio cerebri und multiplen Gesichtsschädelfrakturen zu. Unmittelbar nach dem Unfall wurden eine leichte Protrusio bulbi rechts mit geringen Pulsationen und deutlicher Chemosis festgestellt, auskultatorisch pathologische Gefäßgeräusche über der rechten Orbita und Stirn-Schlafenregion. Neurologisch fand sich bis auf eine Abducensparese rechts kein pathologischer Befund, psychisch fiel ein leichtes Frontalhirnsyndrom mit Antriebs-störung und verminderter Kritikfähigkeit auf. Nach allgemein- und kieferchirurgischer Versor-gung wurde angiographisch die Diagnose einer Carotis-Cavernosus-Fistel rechts gestellt.

## Methodik

*Doppler-Sonographie.* Die anatomischen, physiologischen und pathophysiologischen Grund-lagen der Doppler-Untersuchung der extrakraniellen Hirnarterien wurden in früheren Arbeiten beschrieben [1, 9]. Wir verwandten das Gerät »Débitmètre Ultrasonique Directionelle« der Firma Delalande (kontinuierliche Schallemission, Sendefrequenz 4 MHz). Gemessen wird die Strömungsrichtung und halbquantitativ die mittlere Blutströmungsgeschwindigkeit. Zur Unter-

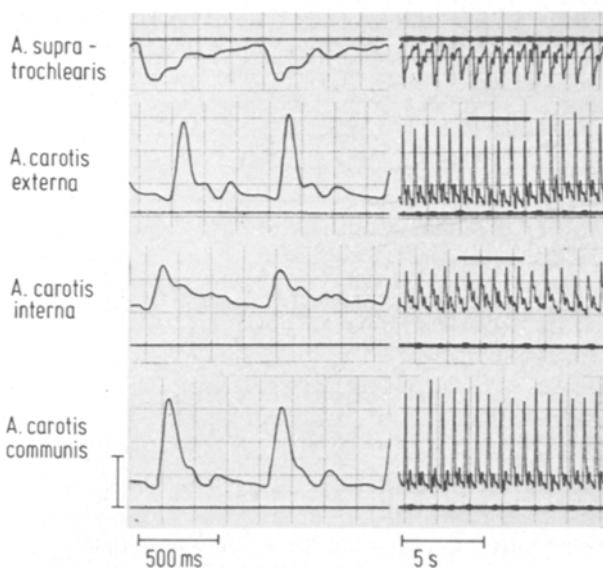


Abb. 1. Normale Doppler-Pulskurven der A. supratrochlearis, Aa. carotis externa, interna und communis eines 25jährigen Gesunden. Dauer der Kompression der A. temporalis superficialis und A. facialis ist durch Balken über den Pulskurven markiert. Ein deutlicher Kompressionseffekt ist nur bei Beschallung der A. carotis externa zu sehen, wodurch eine Unterscheidung von der A. carotis interna möglich ist. Papiergeschwindigkeit: 50 mm/s (links) und 5 mm/s (rechts). Die durchgezogene Linie über bzw. unter den Pulskurven entspricht der Strömungsgeschwindigkeit null. Strömung in Richtung auf die Schallsonde zu ergibt einen Ausschlag der Pulskurven nach unten, von der Schallsonde weg einen Ausschlag nach oben. Ordinate: Standardeichsignal des Doppler-Gerätes entsprechend einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit von 30 m/s

suchung der fronto-orbitalen Endäste der A. ophthalmica (Aa. supratrochlearis und supraorbitalis) wird die Schallsonde im Bereich des medialen Augenwinkels plaziert. Die Untersuchung der Carotiden beginnt supraclavicular über der A. carotis communis. Die Carotisbifurkation wird durch Verschieben der Schallsonde über der A. carotis communis bis zur A. carotis interna und externa aufgesucht. Der Übergang von der A. carotis communis auf ihre Äste ist durch die Änderung der Signale akustisch gut definiert. Die Unterscheidung zwischen der Aa. carotis interna und externa gelingt im Normalfall anhand der typischen Geräusch- und Pulskurvencharakteristika (Abb. 1). Bei Beschallung der A. carotis interna findet sich wegen des normalerweise geringen intrakraniellen Strömungswiderstandes eine hohe enddiastolische Strömungsgeschwindigkeit mit relativ geringer systolischer Amplitudenmodulation, über der haut- und muskelversorgenden A. carotis externa eine geringe enddiastolische Strömungsgeschwindigkeit mit großer systolischer Amplitudenmodulation. Im pathologischen Fall werden diese beiden Gefäße durch Kompression von Ästen der A. carotis externa (z. B. A. temporalis superficialis vor dem Ansatz der oberen Ohrmuschel und A. facialis im Verlauf über den Unterkiefer) differenziert. Die hierdurch bedingte Erhöhung des Strömungswiderstandes führt nur in der A. carotis externa zu einer Abnahme vorwiegend der diastolischen Strömungsgeschwindigkeit (vgl. Abb. 1), die Doppler-Pulskurven der A. carotis interna bleiben unbeeinflußt. Frühere Untersuchungen zeigten, daß die Differenzierung der Carotiden unter normalen und pathologischen Bedingungen regelmäßig und ohne größeren Zeitaufwand gelingt [1].

Die Doppler-Pulskurven der einzelnen Gefäße wurden mit gleichbleibender Polung des Doppler-Gerätes registriert.

Eine Strömung in Richtung auf die Schallsonde zu, wie im Normalfall bei Untersuchung der fronto-orbitalen Endäste der A. ophthalmica, ergab einen Ausschlag nach unten, bei den

Carotiden resultierte entsprechend der Ausrichtung der Sonde nach cranial ein Ausschlag nach oben. Die Schallsonde wurde ohne Druck über den Gefäßen aufgesetzt und durch Positions- und Winkeländerungen in bezug auf die Gefäßachse das größtmögliche Doppler-Signal registriert. Die Amplitude des Standardeichsignals des Doppler-Gerätes entspricht einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit von 30 m/s. Die durchgezogene Linie unter bzw. über den Doppler-Pulskurven entspricht der Strömungsgeschwindigkeit null.

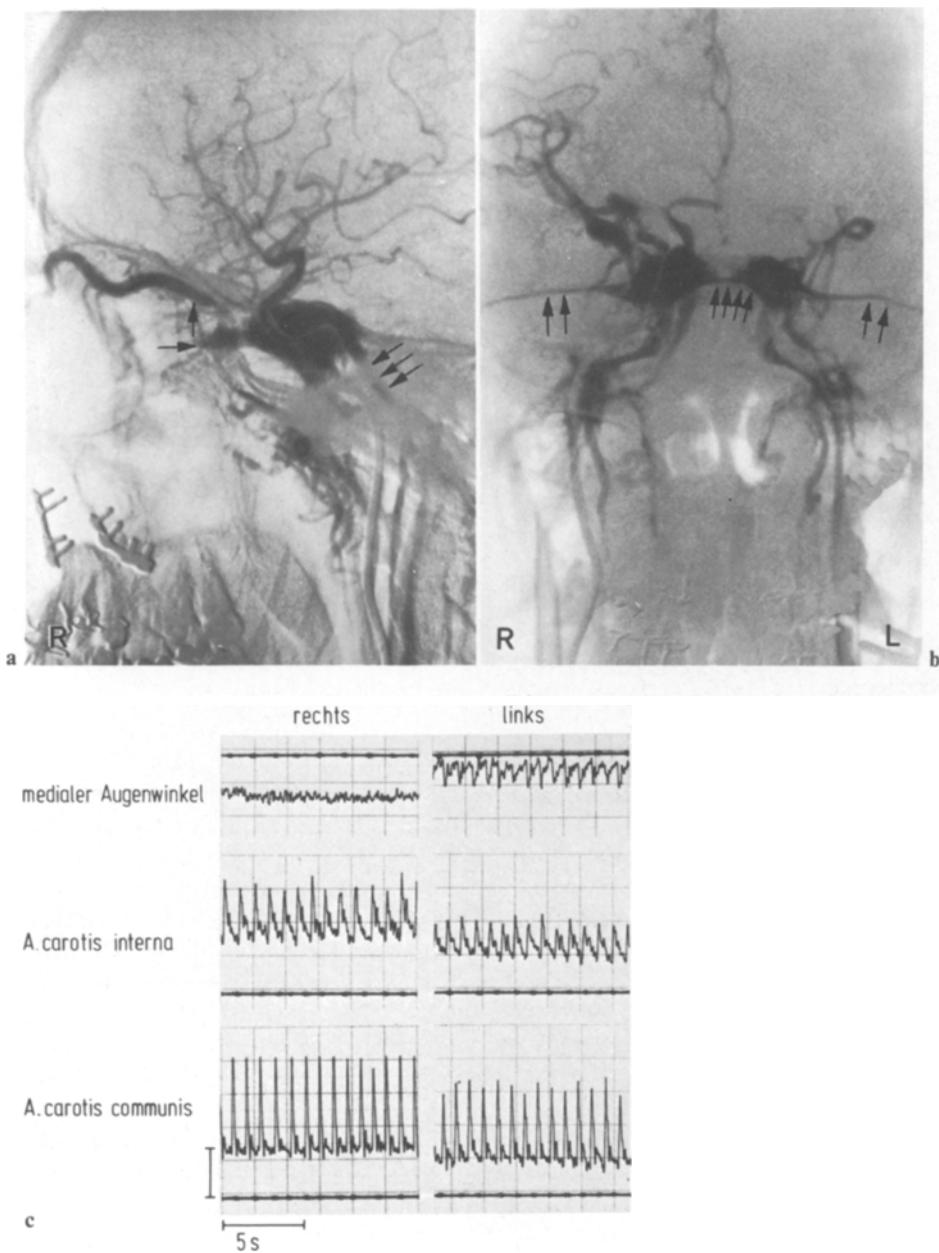
*Operatives Vorgehen (J.G.).* Präoperativ wurde durch linksseitige Carotisangiographie die Kollateralfüllung rechtshemisphärischer Gefäße über den Ramus communicans anterior nachgewiesen; der Matas-Test führte zu keinen Beschwerden oder neurologischen Ausfällen. Die Operationsmethode basiert auf der Ballon-Kathetertechnik von Prolo und Hanbery (1971) [7]. In Lokalanästhesie wurde die rechte A. carotis communis mit einer Brauniile (Viggo 1,4 mm Außendurchmesser) punktiert. Es wurde zunächst unter Bildwandler-Kontrolle ein Fogarty-3F-Katheter eingeführt, der sich nicht bis zum Carotissiphon vorschlieben ließ. Dies gelang mit einem Fogarty-2F-Katheter. Durch den seitlichen Zugang der Brauniile konnten Kontrollangiographien durchgeführt werden. Nach Plazierung des mit Röntgenkontrastmittel gefüllten Ballons im Bereich der Carotis-Cavernosus-Fistel wurde der Katheter nach Zurückziehen der Nadel am Hals mit einer Naht fixiert. Röntgenkontrollen am 4., 6. und 8. postoperativen Tag ergaben eine fast unveränderte Lage und nur geringe Volumenabnahme des Ballons. Am 8. postoperativen Tag wurde das Ventil für den Kontrastmittelabfluß geöffnet, es kam nicht zur sofortigen Entleerung. Am 10. postoperativen Tag hatte sich der Ballon vollständig entleert. Danach wurde der Katheter entfernt. Neurologische Ausfälle traten nicht auf.

## Ergebnisse

Abbildung 2 zeigt die angiographischen und dopplersonographischen Befunde bei bestehender Carotis-Cavernosus-Fistel rechts. Der venöse Abfluß erfolgte im wesentlichen über die Vv. ophthalmicae, den gegenseitigen Sinus cavernosus, den Sinus petrosus superior und den Plexus basilaris. Dopplersonographisch war im Bereich des medialen Augenwinkels rechts eine Strömung gegen die Schallsonde mit hoher Strömungsgeschwindigkeit und geringen pulsatilen Änderungen zu registrieren, wie bei arterialisierter venöser Strömung zu erwarten. In der rechten Aa. carotis communis und interna fand sich, verglichen mit der Gegenseite, eine deutlich erhöhte Strömungsgeschwindigkeit, bedingt durch die Minderung des peripheren Strömungswiderstandes infolge der arterio-venösen Fistel. Diese Befund-Kombination fand sich bei allen bisher untersuchten Patienten mit einer seitigen Carotis-Cavernosus-Fistel.

Abbildung 3 zeigt die Änderungen der venösen Strömung im Bereich des medialen Augenwinkels (a) durch Hochschieben des Ballon-Katheters in den Fistelbereich (b) mit deutlicher Abnahme der venösen Strömung. Weitere Katheterverschiebung nach kranial führte zur erneuten Zunahme (c), Zurückziehen des Katheters wieder zur Abnahme (d) der venösen Strömung. Der Ballon-Katheter wurde in dieser Position belassen, und eine Stunde später war auch diese venöse Restströmung im Bereich des medialen Augenwinkels nicht mehr nachweisbar.

Die Befunde der Kontrollangiographie und dopplersonographischen Untersuchungen eine Stunde nach Plazierung des Ballon-Katheters sind in Abbildung 4 dargestellt. Der im Fistelbereich liegende Ballon führte zu einer hochgradigen Einengung der A. carotis interna mit Umkehrung der Strömungsrichtung in der



**Abb. 2a-c.** Zerebrale Angiogramme (a, b) und Doppler-Pulskurven (c) bei traumatischer Carotis-Cavernosus-Fistel rechts. 24jähriger Patient. Die Angiogramme zeigen im seitlichen und a.-p.-Strahlengang die Füllung der Fistel über die rechte A. carotis interna mit Abfluß über die Vv. ophthalmicae (↑), Sinus petrosus superior (↑↑), Plexus basilaris (↑↑↑) und über den Sinus intercavernosus (↑↑↑↑) zur Gegenseite. Dopplersonographisch abnorme venöse Strömung im Bereich des medialen Augenwinkels rechts, deutlich erhöhte Amplituden der Strömungs signale der rechten Aa. carotis interna und communis, entsprechend der Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit in diesen Gefäßen als Folge des arterio-venösen Kurzschlusses. Weitere Erklärungen s. Abbildung 1

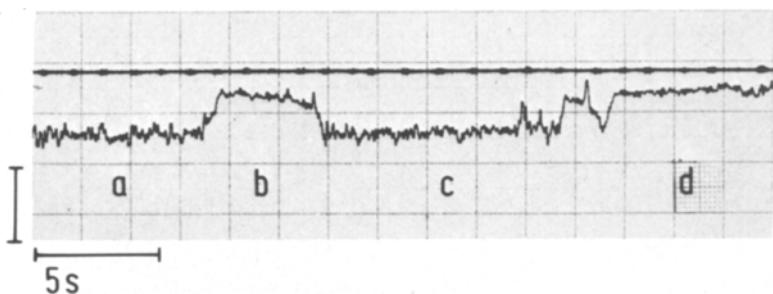


Abb. 3. Doppler-Befunde bei Beschallung des medialen Augenwinkels rechts während der Ballonpositionierung. In (a) liegt der Ballon caudal, in (c) cranial und in (b) und (d) vor der Fistel

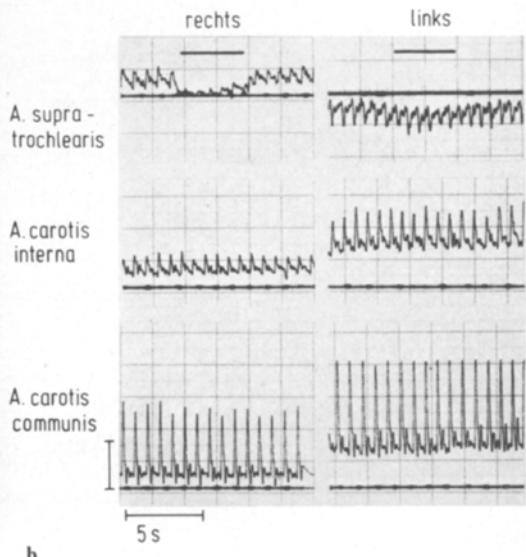
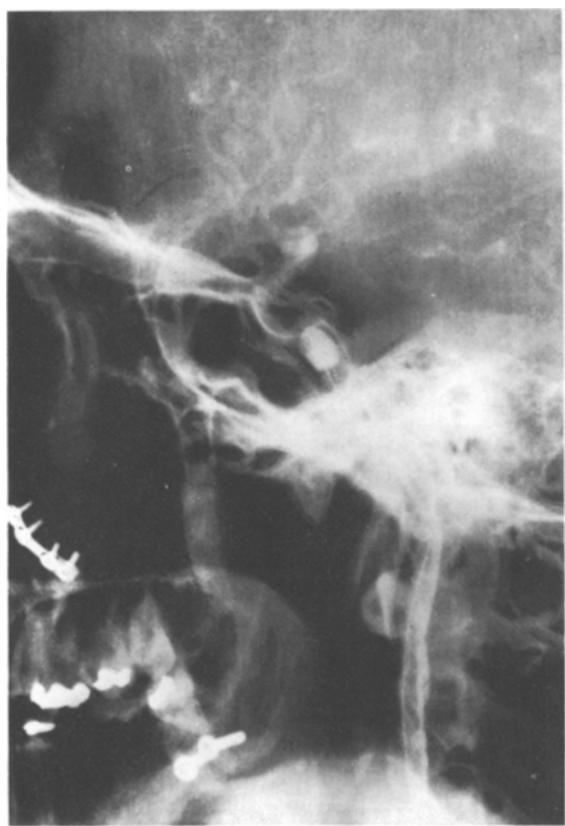
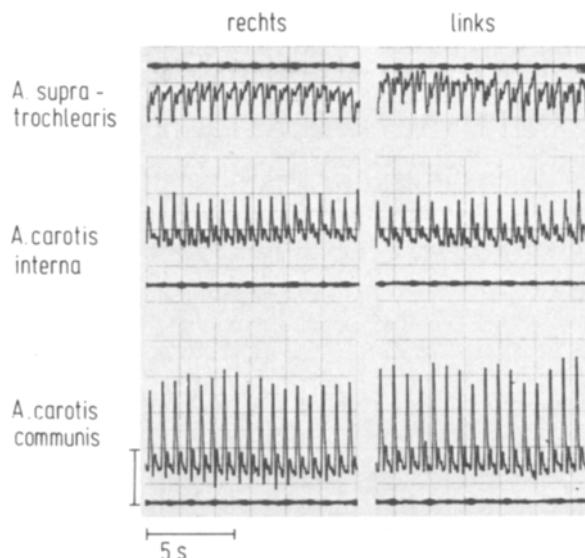


Abb. 4a und b. Angiogramm (a) und Doppler-Befunde (b) nach erfolgreichem Verschluß der Carotis-Cavernosus-Fistel rechts durch einen Ballon-Katheter. Kontrastmittelinfektion in die rechte A. carotis communis führt nicht mehr zur Anfärbung des Sinus cavernosus. Der kontrastmittelgefüllte Ballon liegt vor der Fistel und engt den Carotissiphon ein. Doppler-Befunde: Retrograde Durchströmung der rechten A. supratrochlearis über die ipsilaterale A. temporalis superficialis, deren Kompression (Balken über den Pulskurven) zum Sistieren der Strömung führt. Keine pathologisch venöse Drainage über periorbitale Venen mehr nachweisbar. Deutlich verminderte Strömungsgeschwindigkeit in der rechten Aa. carotis interna und communis. Weitere Erklärungen s. Text und Abbildung 1



**Abb. 5.** Doppler-Pulskurven nach Entfernung des Ballon-Katheters. Beidseits orthograde Durchströmung der A. supra-trochlearis und ebenfalls seitengleiche Durchströmung der Aa. carotis interna und communis als Hinweis für freie Durchgängigkeit der rechten A. carotis interna und vollständigen Fistelverschluß

rechten A. supratrochlearis und deutlich verminderter Strömungsgeschwindigkeit in der rechten Aa. carotis communis und interna. Die retrograde Durchströmung der rechten A. supratrochlearis erfolgte über die ipsilaterale A. temporalis superficialis. Bei Kompression dieses Gefäßes kam es zum Sistieren der Strömung in der A. supratrochlearis. Die genannten Doppler-Befunde werden sonst bei atherosklerotisch bedingten Internastenosen im aufsteigenden Siphonschenkel vor Abgang der A. ophthalmica gefunden [9]. Die dopplersonographische Kontrolluntersuchung zwei Tage nach dem Eingriff ergab keine Befundänderung. Objektiv und subjektiv waren die abnormen Gefäßgeräusche verschwunden, zusätzliche neurologische Ausfälle waren nicht aufgetreten.

Nach Entfernung des Ballon-Katheters fanden sich bei der dopplersonographischen Untersuchung, wie Abbildung 5 zeigt, völlig normale Verhältnisse: Seitengleiche orthograde Durchströmung der A. supratrochlearis, keine Seiten-differenz der Strömungsgeschwindigkeiten über den Carotiden. Der klinische und dopplersonographische Befund hatte sich auch 9 Wochen später nicht geändert, so daß eine unbehinderte Durchströmung der rechten A. carotis interna und vollständiger Fistelverschluß anzunehmen waren. Die Kontrollangiographie (selektive Katheteruntersuchung der rechten A. carotis communis) mußte wegen einer flüchtigen, wahrscheinlich embolisch verursachten Hemiparese links abgebrochen werden.

## Diskussion

Es ist uns bisher keine Mitteilung über einen Verschluß einer Carotis-Cavernosus-Fistel durch temporäre Ballon-Katheter-Einlage bekannt, wie er in diesem Fall eintrat. Dies war Folge eines im Verhältnis zur A. carotis interna geringen Ballon-

volumens des Fogarty-2F-Katheters. Dem hierdurch bedingten Vorteil der Offenhaltung der A. carotis interna stehen mögliche Embolusbildung und Verletzung der A. carotis interna bei Ballonentfernung als Nachteile gegenüber [4]. Es ist daher fraglich, ob das beschriebene Vorgehen in dieser Form allgemein empfohlen werden kann.

Anhand des dargestellten Falles soll auch nicht eine eingehende Diskussion des geeigneten therapeutischen Vorgehens erfolgen. Er eignet sich aber besonders zu zeigen, daß durch die atraumatische Doppler-Sonographie der Gefäße des medialen Augenwinkels und der Carotiden eine differenzierte Therapie- und Verlaufskontrolle bei Carotis-Cavernosus-Fisteln möglich ist.

Matjasko et al. [6] und Prolo et al. [8] haben erstmals über Doppler-Untersuchungen im Orbita-Bereich berichtet, welche eine Carotis-Cavernosus-Fistel nachweisen. Wir fanden ebenso wie diese Autoren, daß das Verschwinden der abnormen venösen Strömung als zuverlässiger Hinweis für den Fistelverschluß zu werten ist. Die von Pourcelot [6] und uns [1, 9] beschriebene direkte Untersuchung der Carotiden erlaubt zusätzlich eine Beurteilung der hämodynamischen Auswirkungen auf das Carotissystem. Dies zeigt Abbildung 4. Bei liegendem Ballon ergibt das Doppler-Sonogramm einen Befund, wie er sonst bei arteriosklerotischer hochgradiger Stenose des Carotissyphons vor Abgang der A. ophthalmica resultiert. Neben dem Nachweis des Strömungshindernisses konnte also die erhaltene Durchgängigkeit belegt werden. Nach Entfernung des Ballon-Katheters hatte das Doppler-Sonogramm seitengleiche Durchströmung der Carotiden ergeben (Abb. 5). Somit war ein vollständiger Fistelverschluß bei unbehinderter Durchströmung der A. carotis interna nachgewiesen. Zwar ist in eindeutigen Fällen die Diagnose einer Carotis-Cavernosus-Fistel klinisch und dopplersonographisch eindeutig zu stellen, dennoch wird man auf eine initiale Angiographie zum Ausschluß der seltenen arterio-venösen Kurzschlüsse zwischen der A. carotis externa und dem Sinus cavernosus [3] und zur Darstellung des Kollateralkreislaufs über dem Circulus arteriosus willisii nicht verzichten. Nach Fistelverschluß ist jedoch bei komplikationslosem Verlauf eine dopplersonographische Kontrolle ausreichend. Allerdings kann eine aneurysmatische Aussackung im ehemaligen Fistelbereich [2] dopplersonographisch nicht ausgeschlossen werden. Bei entsprechenden klinischen Hinweisen wäre also eine Angiographie wiederum indiziert. Bei der Plazierung des Ballons ist die Doppler-Sonographie besonders hilfreich, da sie im Gegensatz zur Angiographie kontinuierlich erfolgen kann (Abb. 3). Angiographie und Doppler-Sonographie ergänzen sich somit in der Diagnose- und Therapiekontrolle der Carotis-Cavernosus-Fistel vorteilhaft.

Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Sonderforschungsbereichs Hirnforschung und Sinnesphysiologie (SFB 70) durchgeführt.

Herrn Prof. Dr. Wenz (Direktor des Institutes für Röntgendiagnostik der Universität Freiburg i. Br.) danken wir für die Überlassung und Beurteilung der Angiogramme.

## Literatur

1. Büdingen, H. J., von Reutern, G.-M., Freund, H.-J.: Die Differenzierung der Halsgefäße mit der Doppler-Sonographie. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **222**, 177—190 (1976)
2. Debrun, G., Lacour, P., Caron, J. P., Keravel, Y., Comoy, J., Loisance, D.: Treatment of arterio-venous fistulas and aneurysms with an inflatable released balloon. In: *Advances in Cerebral Angiography*. Salomon, G. (Hrsg.), S. 198—204. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1975
3. Edwards, M. S., Connolly, E. S.: Cavernous sinus syndrome produced by communication between the external carotid artery and cavernous sinus. *J. Neurosurg.* **46**, 92—96 (1977)
4. Lepoir, J., Picard, L., Montant, J., Hepner, H., Roland, J., Guyonnaud, J. C., Jacob, F., André, J. M.: Traitement des fistules carotido-caverneuses par occlusion endoarterielle à l'aide d'une sonde à ballonnet. *Neuro-Chirurgie (Paris)* **20**, 333, 343 (1974)
5. Matjasko, M. J., Williams, J. P., Fontanilla, M.: Intraoperative use of Doppler to detect successful obliteration of carotid-cavernous fistulas. *J. Neurosurg.* **43**, 634—636 (1975)
6. Pourcelot, L.: Applications cliniques de l'examen Doppler transcutané. *Les Colloques de l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale INSERM* **34**, 213—240 (1974)
7. Prolo, D. J., Hanbery, J. W.: Intraluminal occlusion of a carotid-cavernous sinus fistula with a balloon catheter. *J. Neurosurg.* **35**, 237—242 (1971)
8. Prolo, D. J., Burres, K. P., Hanbery, J. W.: Balloon occlusion of carotid-cavernous fistula. Introduction of a new catheter. The American association of neurological surgeons. Annual meeting April 1976. Abstract of papers No. 12
9. Reutern, G.-M. von, Büdingen, H. J., Hennerici, M., Freund, H.-J.: Diagnose und Differenzierung von Stenosen und Verschlüssen der Arteria Carotis mit der Doppler-Sonographie. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **222**, 191—207 (1976)
10. Reutern, G.-M. von, Voigt, K., Ortega-Suhrkamp, E., Büdingen, H. J.: Dopplersonographische Untersuchungen bei intrakraniellen vaskulären Störungen. Differentialdiagnose zu Obliterationen der extrakraniellen Hirnarterien. *Arch. Psychiat. Nervenkr.* **223**, 181—196 (1977)

Eingegangen am 20. Januar 1978