

# Neuroradiologische Diagnostik und interventionelle Therapie bei Carotis-cavernosus-Fisteln

## Fisteltypen

Carotis-cavernosus-Fisteln stellen etwa 12% aller intrakraniellen arteriovenösen Fisteln dar. Es handelt sich um eine pathologische Verbindung zwischen der A. carotis interna und/oder A. carotis externa und dem Sinus cavernosus. Nach Barrow et al. [1] werden 4 unterschiedliche Typen unterschieden. Beim *Typ A* handelt es sich um eine direkte Fistel. Hier kommt es zu einem Einriss in die Wand der A. carotis interna und damit zu einer direkten Verbindung zwischen der A. carotis interna und dem Sinus cavernosus; die A. carotis externa ist nicht beteiligt. Dieser Typ entsteht in aller Regel traumatisch oder im Rahmen einer Aneurysmaruptur in den Sinus cavernosus. Oftmals zeigt sich hier ein großes Shuntvolumen („high flow“).

Die *Typen B, C und D* stellen sog. indirekte Fisteln dar, da hier meningeale Äste der Aa. carotis interna und externa zu einer pathologischen Verbindung führen. Diese Fisteln haben meist ein geringes Shuntvolumen („low flow“).

Beim *Typ B* handelt es sich um meningeale Äste der A. carotis interna, beim *Typ C* um meningeale Äste der A. carotis externa, die zu einer pathologischen Verbindung führen. Beim *Typ D* handelt es sich um sog. komplexe Fisteln, hier tragen Äste der Aa. carotis interna und externa zum Shuntvolumen bei. Es können auch meningeale Äste der Aa. carotis interna und externa der Gegenseite beteiligt sein.

## Sinus cavernosus

Die klinische Symptomatik und auch die bildgebenden Befunde ergeben sich aus der Anatomie des Sinus cavernosus. Es handelt sich um eine paarig angelegte Duraduplikatur, die frontal an die Fissura orbitalis superior, medial an das Dorsum sellae und lateral an das Cavum Meckelli angrenzt. Der Sinus cavernosus ist verbunden mit den Vv. ophthalmica superior und inferior, dem Sinus sphenoparietalis und auch kleineren kortikalen Venen. Zudem besteht eine Verbindung über den Sinus petrosus superior zum Sinus transversus. Über den Sinus petrosus inferior ist der Sinus cavernosus mit dem Bulbus der V. jugularis verbunden, ebenso besteht zudem über das Foramen rotundum eine Verbindung mit dem pterygoidalen Venenplexus [2]. Ein wichtiges anatomisches Detail ist die Verbindung zwischen linkem und rechtem Sinus cavernosus über den sog. Sinus intercavernosus. Hieraus erklärt sich, dass beim Vorliegen einer Fistel auf der einen Seite auch ein Shunt des Blutes über den Sinus intercavernosus auf die Gegenseite und damit eine venöse Kongestion auf der Gegenseite erfolgen kann. Im Bereich des Sinus cavernosus verlaufen zudem die Augenmuskeln versorgenden Hirnnerven.

## Ätiologie

Grundsätzlich kann der Typ A von den Typen B, C und D unterschieden werden.

Beim Typ A kommt es zu einer direkten Verbindung zwischen dem kavernen Segment der A. carotis interna und dem Sinus cavernosus. Die Pathologien sind in der überwiegenden Zahl der Fälle traumatisch bedingt, nichttraumatisch kann ein in den Sinus cavernosus rupturiertes Aneurysma zu einer direkten Carotis-cavernosus-Fistel führen [3, 4]. Im Rahmen von Gefäßerkrankungen wie dem Ehler-Danlos-Syndrom oder einer fibromuskulären Dysplasie können ebenfalls Typ-A-Fisteln spontan auftreten. Charakteristisch ist, dass die Äste der A. carotis externa praktisch nie beteiligt sind.

Bei den Typen B bis D handelt es sich um durale arteriovenöse Fisteln (DAVF), die ihre arterielle Versorgung aus den duralen Ästen der Aa. carotis interna oder externa oder aus beiden Gefäßen (Typ D) erhalten. Die Ätiologie ist letztlich ungeklärt, man vermutet – ähnlich wie bei den Fisteln im Bereich der Quersinus – dass diese nach Thrombosen oder Entzündungen mit Rekanalisationsprozessen entstehen können. Insbesondere postmenopausale Patientinnen haben ein erhöhtes Risiko zur Entwicklung einer solchen Fistel [5, 6].

Im Folgenden sollen die klinische Symptomatik der Patienten und auch die Bildgebung differenziert behandelt werden.

## Klinische Symptomatik

Die klinische Symptomatik bei einer Carotis-cavernosus-Fistel erklärt sich durch die Lage des Sinus cavernosus mit den durch ihn hindurch tretenden Hirnerven sowie der komplexen venösen Anatomie mit Verbindungen in die Orbita, den basalen Venenplexus, aber auch den hirndrainierenden venösen Strukturen. Der häufig auftretende Abfluss über die V. ophthalmica superior verursacht fast immer ophthalmologische Symptome wie einen pulsierenden Exophthalmus, Ptose, Chemosis, sekundäres Glaukom und venöse Schädigung der Retina mit Sehverlust. Bedingt durch die venöse Kongestion und aggraviert durch eine Schädigung der Nn. oculomotorius, trochlearis und abducens kommt es zu einer Augenmilitätsstörung mit Doppelbildern. Ebenfalls verursacht durch die venöse Kongestion berichten die Patienten häufig über Schmerzen.

Bedingt durch die pathologische Verwendung zwischen arteriellen und venösen Strukturen tritt zudem in etwa 80% der Fälle ein pulssynchrones Ohrgeräusch auf. Dies stört häufig extrem, sodass die Patienten Schlafstörungen haben. Infolge der venösen Retinopathie und einer Schädigung des N. opticus kann es zu einer Entwicklung einer Optikusneuropathie mit häufig irreversiblen Visusverlust kommen. Ein sekundäres Glaukom tritt in etwa 20% der Fälle auf. Da der Sinus cavernosus mit hirndrainierenden Venen (Sinus sphenoparietalis, Sinus petrosus superior und inferior) verbunden ist, kann es zu einem Rückstau in kortikale Venen und damit zu einer intrakraniellen Hypertension kommen, jedoch sind intrazerebrale Stauungsblutungen selten (Risiko etwa 5%; [7]).

Eine Indikation zur Behandlung ergibt sich bei progredientem Visusverlust und Exophthalmus, bei nicht beherrschbarem Glaukom und erheblichen Schmerzen. Auch eine deutliche intrakranielle Hypertension mit Rückstau in kortikale Venen und damit verbundenem erhöhtem Blutungsrisiko stellt eine Behandlungsindikation dar.

## Diagnostik

In erster Linie aufgrund der Symptomatik, die in aller Regel die Augen betrifft, stellen sich die Patienten beim Augenarzt vor. Die Diagnose ist aufgrund der typischen Klinik relativ einfach zu stellen. Zur weiteren Abklärung sollte eine MRT mit MR-Angiographie sowie mit dünnschichtiger Darstellung der Orbita, wie von Struffert et al. [8] beschrieben, erfolgen. Die typischen Befunde in der Schnittbildgebung sind die asymmetrische Verdickung des Sinus cavernosus und die massive Dilatation der ipsilateralen V. ophthalmica superior [5, 6]. Jedoch können die V. ophthalmica und der Sinus auch bilateral deutlich dilatiert sein, da über den Sinus intercavernosus auch der gegenseitige Sinus cavernosus zur Drainage beitragen kann. Normalerweise beträgt der Durchmesser der V. ophthalmica etwa 2–3 mm, bei Patienten mit einer Carotis-cavernosus-Fistel kann es zu einer Dilatation bis zu 7 oder 8 mm kommen. In der MRT findet sich zudem die venöse Kongestion der Orbita mit Ödem des retrobulbären Fettgewebes. Auch eine Kontrastmittelaufnahme des Fettgewebes kann vorliegen, außerdem zeigt sich ein Exophthalmus.

In den MR-angiographischen Sequenzen in der kontrastmittelunterstützten Technik stellen sich bereits in der arteriellen Phase der Sinus cavernosus und auch die V. ophthalmica superior dar. TOF-Techniken sind hier weniger sensitiv, daher sollten kontrastunterstützte Techniken bevorzugt werden [8]. Mittels Computertomographie ist die Dilatation der V. ophthalmica superior ebenfalls gut erkennbar, auch in der CT-Angiographie lässt sich in der früharteriellen Phase bereits die venöse Drainage über den Sinus cavernosus und die V. ophthalmica superior erkennen. Insgesamt ist jedoch die MR-Tomographie sensitiver und daher zu bevorzugen. Mit beiden Methoden ist eine genauere Darstellung der Architektur der Fistel nicht möglich, weswegen eine digitale Subtraktionsangiographie (DSA), die als Goldstandard zur Diagnosestellung anzusehen ist, durchgeführt werden sollte [9]. Zur genaueren Charakterisierung einer Fistel ist daher die Darstellung der Aa. carotis interna und externa sowie der Vertebralarterien erforderlich, um die

zuführenden Gefäße exakt abgrenzen zu können. Erst dann kann die Fistel einem Typ zugeordnet werden.

## Therapie

Die Behandlung von Carotis-cavernosus-Fisteln ist eindeutig eine Domäne der interventionellen Neuroradiologie. Das Prinzip besteht im Verschluss des Sinus, um den Shunt zu unterbrechen, oder im Verschluss der zuführenden arteriellen Gefäße, um den Zufluss zu stoppen. Der venöse Zugang mit Verschluss des betroffenen Sinus cavernosus hat sich in den letzten Jahren als der am Erfolg versprechendste Eingriff herausgestellt. Bei der transarteriellen Embolisation besteht das Problem, dass oftmals kleine Feeder nicht verschlossen werden können und daher die Fistel nicht suffizient ausgeschaltet werden kann [6, 9].

Zugangswege zum Sinus cavernosus sind auf verschiedene Weise möglich. Nach Punktion der V. femoralis kann mit einem Führungskatheter die V. jugularis erreicht werden, um zu versuchen, über die V. facialis, dann über den medialen Augenwinkel direkt in die V. ophthalmica superior und in den Sinus cavernosus zu gelangen. Eine Alternative könnte über den Bulbus der V. jugularis und den Sinus petrosus inferior zum Sinus cavernosus gefunden werden. Über diese Zugangswege können ablösbare Drahtspiralen (Coils) im Sinus cavernosus platziert werden, der dadurch verschlossen wird. Sollte der Sinus cavernosus über die beschriebenen Wege nicht erreichbar sein, kann auch über eine operative Freilegung der V. ophthalmica deren Direktpunktion erfolgen und über diesen Zugang mit einem Mikrokatheter in den Sinus cavernosus eingegangen werden. Dieser Weg sollte jedoch erfahrenen Zentren vorbehalten bleiben [8, 10].

Bei direkten Fisteln (Typ A) wurde in den vergangenen Jahren häufig ein ablösbarer Ballon zum Verschluss der Fistel verwendet. Dieser wurde über die A. carotis interna durch die Fistel in den Sinus cavernosus platziert. Es werden zunehmend Erfahrungsberichte publiziert, dass anstelle von Ballons ablösbare Drahtspiralen sicher und einfach verwendet werden können: Über die A. carotis interna wird

ein Mikrokatheter durch die Verbindung der A. carotis interna zum Sinus platziert. Über diesen können ablösbare Drahtspiralen im Sinus platziert werden und damit wird die pathologische Verbindung verschlossen.

Sollten die genannten Verfahren bei direkten Fisteln nicht erfolgreich sein, könnte auch die Implantation sog. gecoverter Stents in den Karotisendabschnitt erwogen werden. Erste Ergebnisse dieser Technik sind Erfolg versprechend, sofern derartige Stents platziert werden können [11].

### Fallbeispiele

Im Folgenden soll je ein Beispiel einer Typ-A- sowie einer Typ-D-Fistel die bildgebenden Befunde, aber auch die neuro-radiologische interventionelle Therapie darstellen.

### Direkte Carotis-cavernosus-Fistel (Typ A)

Ein 60 Jahre alter Patient stürzte mit seinem Fahrrad in eine Baugrube einer Straßenbaustelle. Er war kurzzeitig bewusstlos. Bei der Einlieferung in die Notaufnahme (■ **Abb. 1**) zeigte sich in der Kranio-CT-(CCT-)Untersuchung (■ **Abb. 1a**, *weißer Pfeil*) ein schmales, am ehesten epidurales Hämatom temporopolar rechts. Eine Fraktur war auch retrospektiv nicht feststellbar. Es fiel jedoch eine Asymmetrie der V. ophthalmica superior auf (■ **Abb. 1b**, *weißer Pfeil*), die linksseitig deutlich dilatiert wirkte. Rechtsseitig (■ **Abb. 1b**, *kurzer schwarzer Pfeil*) zeigte die Vena ophthalmica einen unauffälligen Durchmesser. Beschwerden im Bereich der Augen äußerte der Patient nicht, der nach 10 Tagen beschwerdefrei entlassen werden konnte. Er stellte sich 4 Wochen später erneut in der neurochirurgischen Ambulanz vor, da er seit 2 Tagen unter einem deutlichen Exophthalmus sowie einem Schmerzgefühl im Bereich der linken Orbita litt, zudem klagte er über Doppelbilder. In der augenärztlichen Untersuchung war ein deutlicher Anstieg des Augennendruckes feststellbar. Unter dem klinischen Verdacht einer Carotis-cavernosus-Fistel wurde eine MRT-Untersuchung angefertigt (■ **Abb. 2a–c**, ■ **Abb. 3a, b**).

## Zusammenfassung · Abstract

Radiologe 2008 DOI 10.1007/s00117-008-1688-8  
© Springer Medizin Verlag 2008

### T. Struffert · T. Engelhorn · M. Dölken · L. Holbach · A. Dörfler Neuroradiologische Diagnostik und interventionelle Therapie bei Carotis-cavernosus-Fisteln

#### Zusammenfassung

Bei Carotis-cavernosus-Fisteln handelt es sich um pathologische Verbindungen zwischen der A. carotis interna und/oder externa und dem Sinus cavernosus. Nach Barrow kann zwischen direkten und indirekten Fisteln unterschieden werden. Direkte Fisteln sind oftmals traumatische Fisteln und zeigen ein hohes Shuntvolumen („high flow“), während indirekte Fisteln ein geringeres Shuntvolumen („low flow“) zeigen und gehäuft bei postmenopausalen Patientinnen spontan auftreten. Die neuroradiologische Diagnostik mit MRT und Angiographie erlaubt die Darstellung

der genauen Gefäßarchitektur der Fistel und ist damit Grundlage der interventionellen neuroradiologischen Therapie, die in den letzten Jahren die chirurgische Therapie praktisch abgelöst hat. In diesem Beitrag werden die klinischen Befunde, die Diagnostik mittels MRT und Angiographie sowie interventionelle Strategien vorgestellt.

#### Schlüsselwörter

Carotis-cavernosus-Fisteln · MRT · Angiographie · Interventionelle Therapie

### Neuroradiological diagnosis and interventional therapy of carotid cavernous fistulas

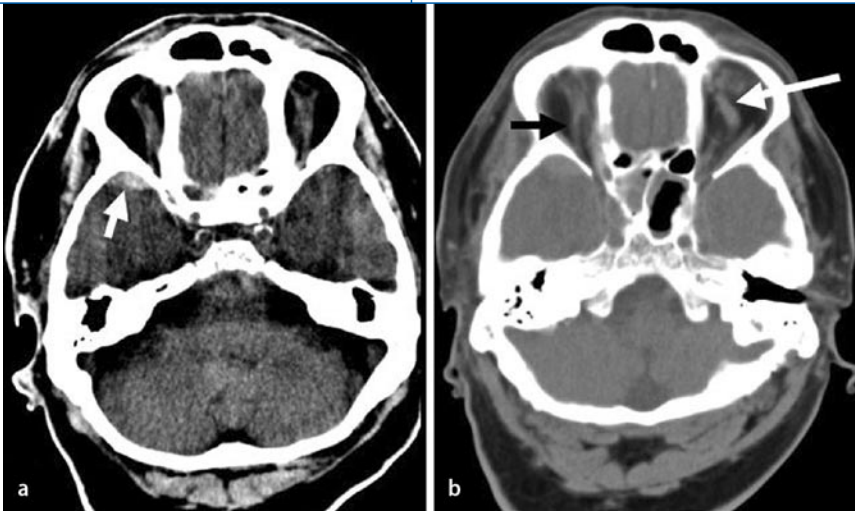
#### Abstract

Carotid cavernous fistulas are pathologic connections between the internal and/or external carotid artery and the cavernous sinus. According to Barrow one can distinguish between direct (high flow) and indirect (low flow) fistulas, whereby direct fistulas are often traumatic while indirect fistulas more frequently occur spontaneously in postmenopausal women. Diagnosis can easily be established using MRI and angiography, which allow exact visualization of the anatomy of fis-

tulas to plan the interventional neurological therapy that in recent years has replaced surgical therapy. This article provides an overview on imaging findings, diagnosis using MRI and angiography as well as interventional treatment strategies.

#### Keywords

Carotid cavernous fistulas · MRI · Angiography · Interventional treatment



**Abb. 1** ▲ In der initialen CT-Untersuchung ist ein kleines epidurales Hämatom nachweisbar. Eine Asymmetrie der V. ophthalmica ist bereits erkennbar

Hier war in der axialen FLAIR-Sequenz (▣ **Abb. 2a**, *weißer Pfeil*) eine deutliche Ektasie der V. ophthalmica beidseits zu erkennen. Nach Gabe von Kontrastmittel (▣ **Abb. 2b, c**) zeigten sich eine deutliche Verbreiterung des Sinus cavernosus und ein deutlicher Exophthalmus links. In der MRA in TOF-Technik (▣ **Abb. 3a, b**, *weiße Pfeile*) ist die V. ophthalmica beidseits zu sehen.

Daraufhin wurde eine Angiographie durchgeführt. In den Übersichtsaufnahmen (▣ **Abb. 4a, b**) wurden nach Injektion in die A. carotis interna links direkt der Sinus cavernosus links und dann über den Sinus intercavernosus (▣ **Abb. 4a**, *schwarzer Pfeil*) auch der Sinus cavernosus rechts dargestellt. Im seitlichen Strahlengang (▣ **Abb. 4b**, *schwarzer Pfeil*) stellten sich die V. ophthalmica links (deutlich ektatisch, die V. ophthalmica rechts (im Bild etwas unterhalb der V. ophthalmica links sich projizierend) ebenfalls deutlich ektatisch und pathologisch dar. Die übrigen arteriellen Gefäße hatten keine pathologische Verbindung zum Sinus cavernosus. Unter Berücksichtigung der Anamnese handelt es sich eindeutig um eine Typ-A-Fistel.

Nun wurde über die A. carotis interna links ein Mikrokatheter durch die Verbindung in den Sinus cavernosus vorgeschoben. Es konnten mehrere Coils implantiert werden, was zu einem vollständigen Verschluss der Fistel führte. In den dann angefertigten Übersichtsaufnahmen zur Kontrolle (▣ **Abb. 4c, d**) zeigte sich dann, dass der Sinus cavernosus und auch

die übrigen venösen Verbindungen nicht mehr zur Abbildung kommen. Das Coilpaket projizierte sich nach medial an der A. carotis interna. Die klinische Symptomatik des Patienten war umgehend rückläufig.

Auf den axialen Bildern (▣ **Abb. 2d-f**) der MRT-Kontrolluntersuchung stellte sich die V. ophthalmica (▣ **Abb. 2d**, *weißer Pfeil*) nun wieder schwächlig dar. In der axialen T<sub>1</sub>-gewichteten Sequenz nach KM-Gabe (▣ **Abb. 2e**, *weißer Pfeil*) imponierte das Coilpaket als schwarzer Artefakt. Die koronare T<sub>1</sub>-Sequenz (▣ **Abb. 2f**) zeigte im Vergleich mit der Untersuchung vor dem Eingriff (▣ **Abb. 2c**) deutlich, dass der Sinus cavernosus nun wieder schwächlicher zur Abbildung kommt. Auch im weiteren Verlauf blieb der Patient beschwerdefrei.

### Komplexe Carotis-cavernosus-Fistel Typ D

Eine 62 Jahre alte Patientin stellte sich in der augenärztlichen Ambulanz vor, da sie einen progredienten Visusverlust auf dem li. Auge bemerkt hatte. In der klinischen Untersuchung fiel eine Retinopathie sowie ein deutlicher Visusverlust auf. Zudem zeigte sich eine Chemosis. Unter dem Verdacht einer Carotis-Cavernosus-Fistel wurde daher eine MRT-Untersuchung durchgeführt.

In der axialen T<sub>2</sub>-Sequenz (▣ **Abb. 5a**, *Pfeil*) war eine deutliche Asymmetrie der V. ophthalmica, wobei die linke deutlich ektatisch war, zu erkennen. In der kontras-

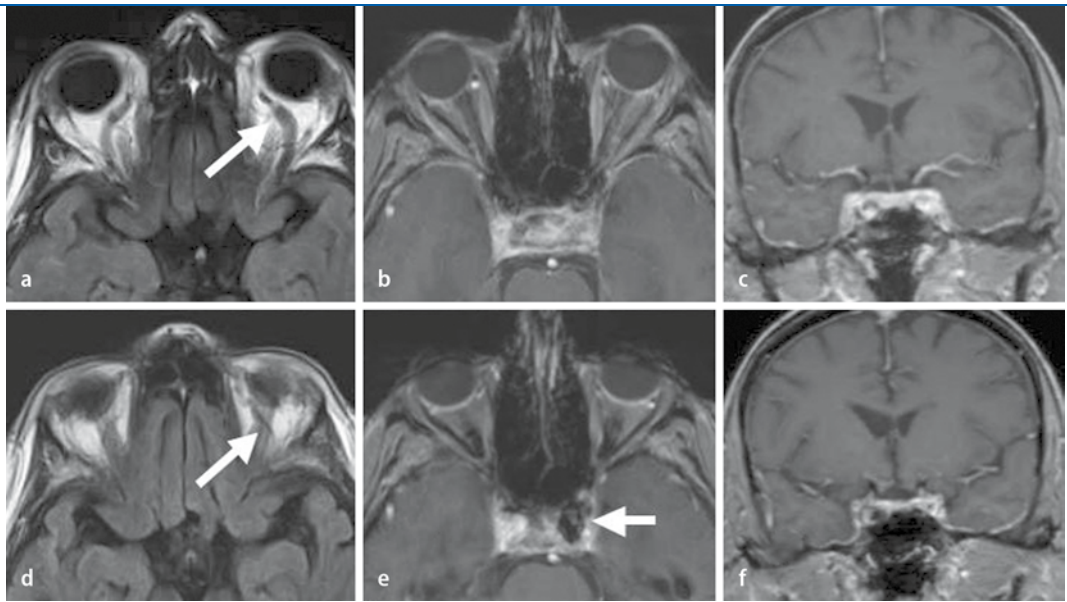
tunterstützten Angiographie (▣ **Abb. 5c**, *weißer Pfeil*) stellte sich bereits in der früharteriellen Phase die V. ophthalmica dar. Zudem zeigte sich auch die V. facialis prominent. Auch in der Turbo-TOF-Angiographie (▣ **Abb. 6**) stellte sich in der initialen Untersuchung (▣ **Abb. 6a, b**) die V. ophthalmica bereits kräftig dar (*weiße Pfeile*). Es wurde eine Angiographie abgeschlossen.

Hier stellte sich heraus, dass aus meningealen Ästen der A. carotis interna (▣ **Abb. 7a**), aber im Wesentlichen aus Ästen der A. carotis externa links die Fistel gefüllt wird. Die V. ophthalmica zeigte einen kräftigen Abfluss über die V. facialis, sodass hier ein Zugangsweg zum Sinus bestand. Da es sich eindeutig um eine Typ-D-Fistel handelte, wurde bei den multiplen Feedern ein transarterielles Vorgehen nicht als Erfolg versprechend erachtet.

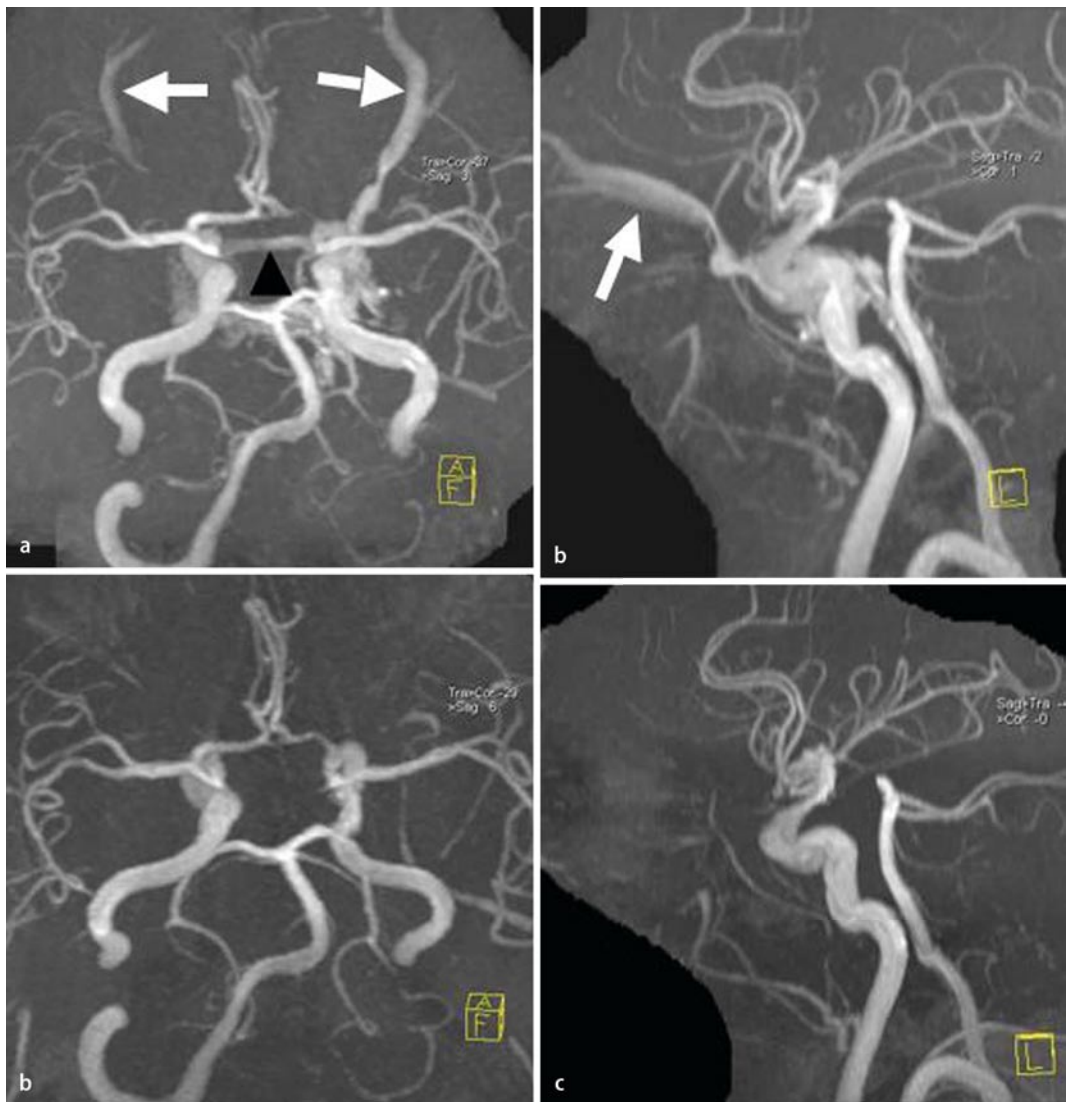
Es wurde daher die V. femoralis punktiert und ein Führungskatheter in die V. jugularis links platziert. Über den in der A. carotis communis links platzierten Katheter wurde nun eine Bildserie angefertigt (▣ **Abb. 7a**, *schwarzer Pfeil*) und es kam im seitlichen Strahlengang die Fistelung mit der V. ophthalmica zur Darstellung. Über den venösen Führungskatheter wurde anschließend ein Mikrokatheter über die V. facialis (▣ **Abb. 7b**, *weißer Pfeil*) mit der Spitze in den Sinus cavernosus (▣ **Abb. 7b**, *schwarzer Pfeil*) zu positionieren. Über den Mikrokatheter wurde Kontrastmittel appliziert, wobei die korrekte Lage der Spitze des Katheters im Sinus cavernosus mit Abströmen des Kontrastmittels über die Vv. ophthalmica und facialis zur Darstellung kam. Anschließend wurden Coils in den Sinus cavernosus platziert (▣ **Abb. 7c**, *schwarzer Pfeil*). In diesem seitlichen, nichtsubtrahierten Bild zeigte sich erneut die gute Lage des Mikrokatheters über die V. facialis (*weißer Pfeil*) bis in den Sinus cavernosus. Nach Implantation multipler Coils (▣ **Abb. 7d**, *schwarzer Pfeil*) war ein vollständiger Verschluss der Fistel nachweisbar.

In der Folge besserten sich die Beschwerden der Patientin deutlich, ebenso der Visus.

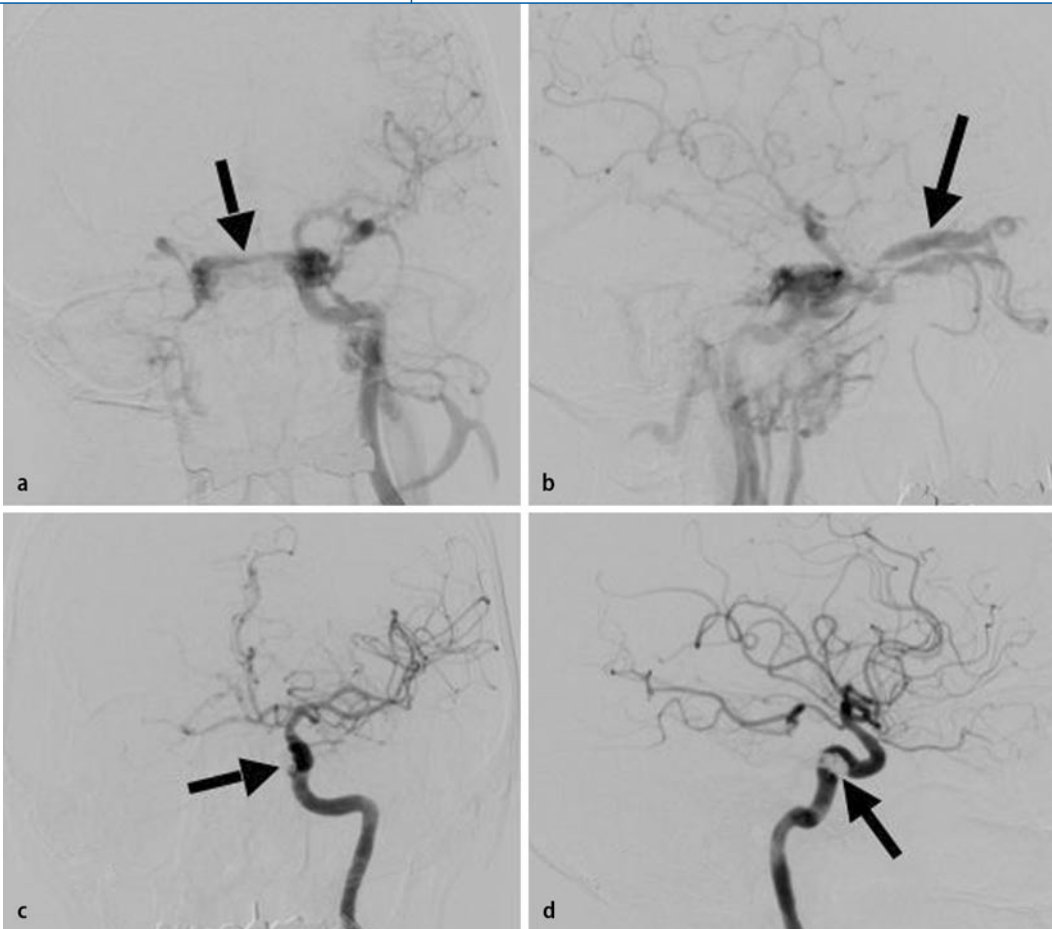
In den Kontroll-MRT-Aufnahmen (▣ **Abb. 5b, d**) war zu erkennen, dass die V. ophthalmica wieder seitengleich



**Abb. 2** ▶ a–c Typische Befunde einer Carotis-cavernosus-Fistel in der MRT: ek-tatische V. ophthalmica, Exophthalmus, verdickter Sinus cavernosus. d–f Nach Therapie sind diese Befunde rückläufig



**Abb. 3** ▶ In der MRA wird die V. ophthalmica als drainierende Vene dargestellt (a, b); nach Therapie ist sie nicht mehr abgrenz-bar (c, d)



**Abb. 4** ◀ a–d In den angiographischen Serien ist die Fistel sofort erkennbar. Der Sinus intercavernosus verbindet beide Sinus cavernosus und damit kann auch die V. ophthalmica der Gegenseite betroffen sein

zur Abbildung kam und auch in der kontrastmittelunterstützten Angiographie die V. ophthalmica in der früharteriellen Phase nicht mehr zur Darstellung kommt. Auch in den Turbo-TOF-Aufnahmen (▣ **Abb. 6c, d**) war die V. ophthalmica nicht mehr erkennbar.

## Diskussion

### Diagnosestellung

Da bei einer Carotis-cavernosus-Fistel das Augenlicht des Patienten bedroht ist, ist ein Eingriff bei progredienter Visusminderung, Schmerzen, Doppelbildern und einem massiven Exophthalmus notwendig. Die klinische Diagnosestellung ist relativ einfach, oft wird die Diagnose aber nicht sofort gestellt, was mit der MRT, die der CT eindeutig vorzuziehen ist, zuverlässig möglich ist. Wir empfehlen das von Struffert et al. [8] publizierte MRT-Programm mit folgenden Sequenzen:

- ▣ axiale T2-gewichtete Turbospinechosequenz, Schichtdicke 3 mm,

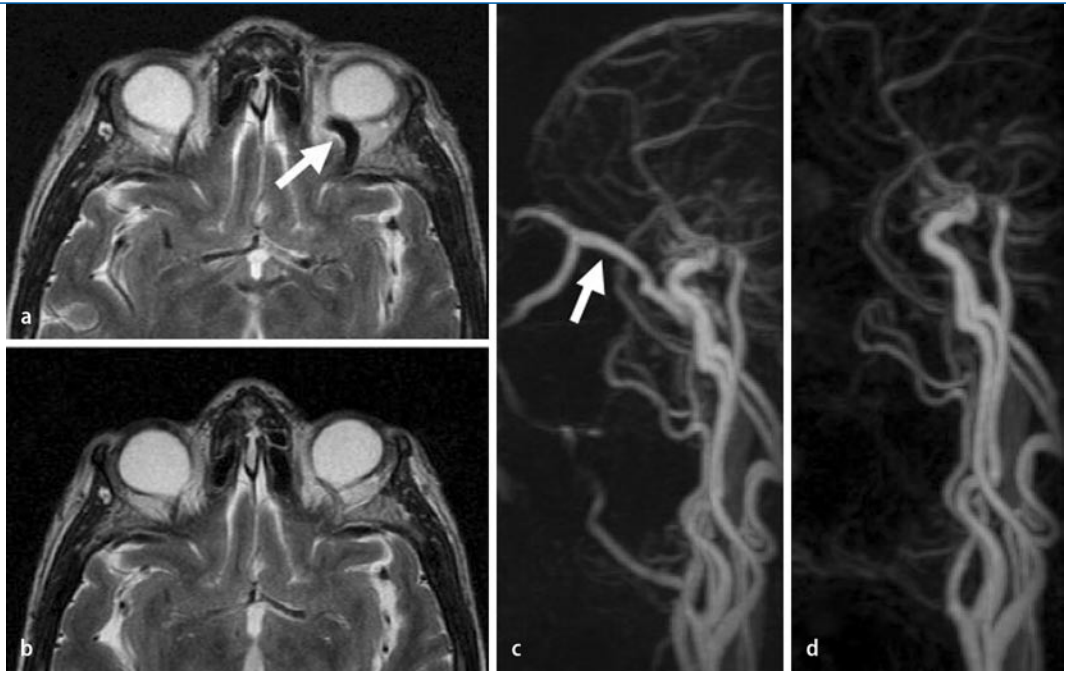
- ▣ koronare T2-gewichtete fettsupprimierte Sequenz (STIR), Schichtdicke 3 mm,
- ▣ axiale T1-gewichtete Spinechosequenz, Schichtdicke 3 mm,
- ▣ Turbo-TOF-Angiographie mit Rekonstruktion,
- ▣ MRT-Angiographie als kontrastmittelverstärkte FLASH-Angiographie,
- ▣ axiale und koronare T1-gewichtete Spinechosequenzen nach Kontrastmittelgabe mit Fettsättigung.

Mit diesem Sequenzprogramm sind die typischen Befunde einer Carotis-cavernosus-Fistel leicht abzubilden. Das wohl wichtigste Zeichen dürfte die ektatische und in aller Regel auch asymmetrisch darstellende V. ophthalmica superior sein. Im axialen T2-Bild und auch im koronaren fettsupprimierten Bild kann die dilatierte Vene als schwarzes „flow void“ gut abgegrenzt und im Seitenvergleich beurteilt werden. Die normale V. ophthalmica superior hat einen Durchmesser von etwa 2–3 mm. Jede Asymmetrie sollte den Verdacht auf eine Pathologie lenken.

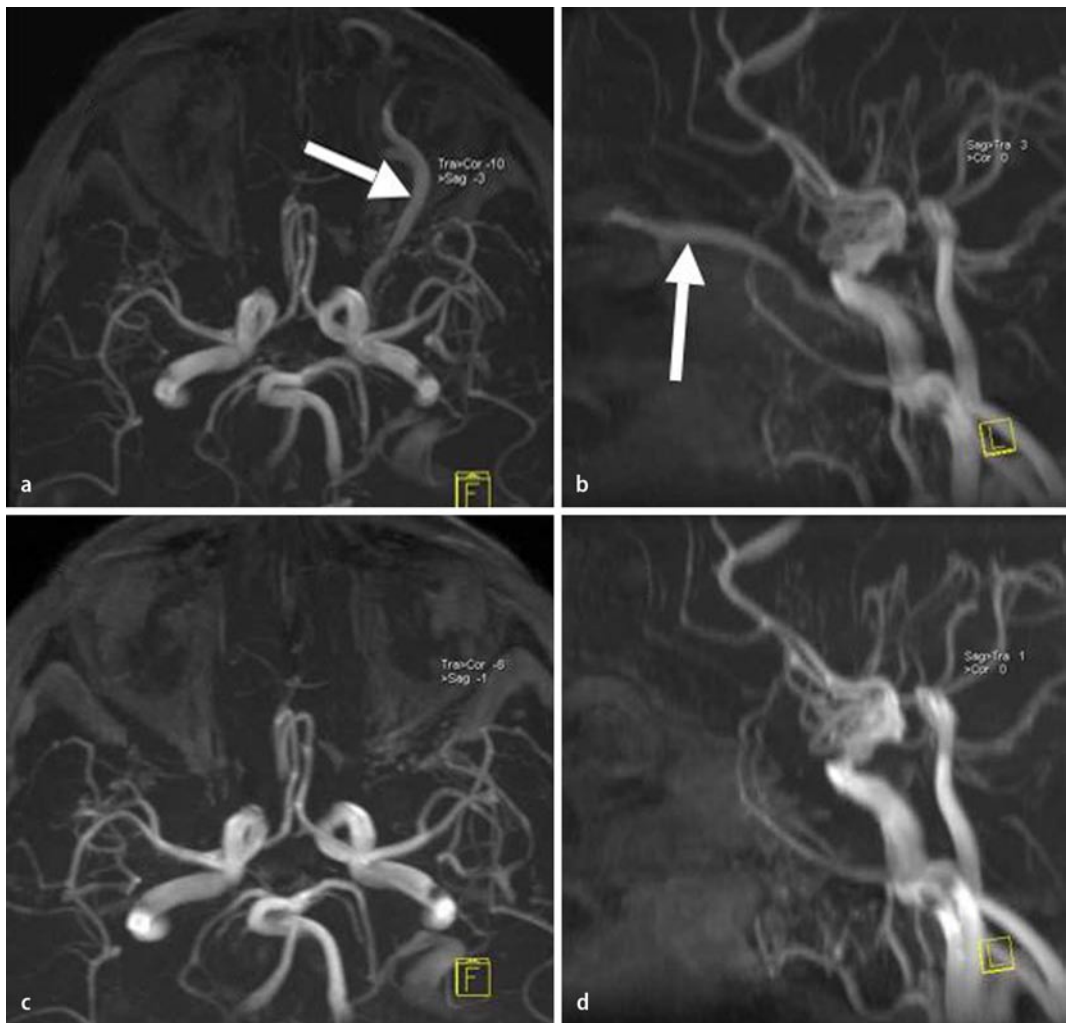
Da über den Sinus intercavernosus beide Sinus miteinander verbunden sind, kann auch hier der gegenseitige Sinus cavernosus und dann die gegenseitige V. ophthalmica als Drainage dienen. In einem derartigen Fall sind beide Venen deutlich ektatisch. Diese anatomische Besonderheit ist zur weiteren Beurteilung wichtig, da dann eine Lokalisation, auf welcher Seite sich die Fistel befindet, praktisch nicht mehr durch die MRT möglich ist. Diese Frage kann dann nur noch mittels Angiographie beantwortet werden.

Mit T1-gewichteten Sequenzen vor und nach Kontrastmittelgabe ist die Ektasie des Sinus cavernosus gut abzubilden. Auch kann bei deutlicher venöser Kongestion eine Kontrastmittelaufnahme im Bereich des retrobulbären Fettgewebes erkennbar werden. Die angiographischen Sequenzen zeigen die V. ophthalmica in der arteriellen Phase. In der Turbo-TOF-Angiographie kann die ektatische Vene jedoch dem Nachweis entgehen. Wir empfehlen daher die kontrastunterstützte Angiographie in Flash-Technik, die als sehr robuste Methode anzuse-

**Abb. 5** ▶ V. ophthalmica als „flow void“ im Fettgewebe der Orbita. In der KM-unterstützten Angiographie ist die Vene bereits in der frühen arteriellen Phase erkennbar. Diese Befunde bilden sich nach erfolgreicher Therapie sofort zurück



**Abb. 6** ▶ Auch in diesem Fall stellte sich in der TOF-MRA die V. ophthalmica als Drainagevene dar





**Abb. 7** ◀ a–d Zur Therapie wurde transvenös ein Mikrokatheter über die Vv. facialis und ophthalmica in den Sinus cavernosus vorgeschoben. Der Katheter in der A. carotis communis dient zur Kontrolle während der Intervention. Nach Implantation von Coils ist die Fistel vollständig verschlossen

hen ist und die ektatische V. ophthalmica im Fall einer Fistel gut abbildet. Nach eindeutiger Diagnosestellung ist die Angiographie als Goldstandard indiziert. In der diagnostischen Untersuchung müssen die Aa. carotis interna und externa beidseits selektiv dargestellt werden, um festzustellen, welche Arterien zur Fistel beitragen, damit der Typ nach Barrow exakt klassifiziert werden kann.

### Therapiemodalitäten

In der interventionellen Neuroradiologie stehen mit Drahtspiralen (Coils), gecoverten Stents sowie ablösbaren Ballons gute Werkzeuge zur Verfügung, um eine Fistel behandeln zu können. Welches Material in der individuellen Situation eines Patienten die beste Methode darstellt, kann erst nach der Angiographie und Analyse der zuführenden Feeder, aber auch der Drainagevenen, festgelegt werden.

Die Behandlungsergebnisse in der interventionellen Therapie direkter Carotis-cavernosus-Fisteln sind als gut zu bezeichnen. In einem Kollektiv von 98 Patienten mit Typ-A-Fisteln, die mittels Ballonokklusion erfolgreich verschlossen wurden, konnte in 88% der Fälle ein vollständiger Verschluss erreicht werden. Schwerwiegende neurologische Komplikationen traten in 4% der Fälle auf und umfassten zerebrale Ischämien, intrakranielle Blutungen und Visusverlust. Die Langzeitergebnisse zeigten nach einer medianen Nachkontrollzeit von 7 Jahren keinen Fall eines symptomatischen Rezidivs [12]. Hinsichtlich der Embolisation mit Drahtspiralen ist die Datenlage noch unzureichend. Erste kleinere Fallserien zeigen jedoch auch für diese Methode gute Resultate mit Okklusionsraten von bis zu 100%.

Auch bei der Behandlung indirekter Carotis-cavernosus-Fisteln kann die en-

dovaskuläre Therapie gute Ergebnisse vorweisen. In einer Serie mit 45 Patienten konnte eine Fistelausschaltung in 78% der Fälle bei Verwendung transarterieller Zugänge erreicht werden. Die Komplikationsrate lag bei 4%, wobei hier Hirnnervenausfälle im Vordergrund standen [13].

In einer weiteren Publikation mit 135 Patienten wurden transvenöse Zugangswege verwendet. Hier zeigte sich nach einer mittleren Nachkontrollzeit von 56 Monaten bei 90% der Patienten ein beschwerdefreies klinisches Bild. Die Rate permanenter neurologischer Komplikationen wurde mit 2,3% angegeben. Die Resultate der transvenösen Embolisation sind im Vergleich mit der der transarteriellen Technik eindeutig überlegen [14] und daher als Methode der Wahl anzusehen.

Im Follow-up eines Patienten mit einer Carotis-cavernosus-Fistel sollten klinische Kontrollen durch den Augenarzt zur Prüfung des Visus erfolgen. Mittels



MRT sollte im Verlauf der Verschluss der Fistel kontrolliert werden.

## Fazit für die Praxis

**Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass endovaskuläre Therapieoptionen das Mittel der Wahl zur Behandlung sowohl direkter als auch indirekter Carotis-cavernosus-Fisteln darstellen; die Durchführung der Therapie sollte jedoch einem erfahrenen Zentrum vorbehalten sein. Zur Diagnosestellung sind MRT und konventionelle Angiographie notwendig.**

## Korrespondenzadresse

**Dr. T. Struffert**



Abteilung für Neuroradiologie,  
Universitätsklinikum Erlangen  
Schwabachanlage 6,  
91096 Erlangen  
tobias.struffert@uk-erlangen.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

1. Barrow DL, Spector RH, Braun IF et al. (1985) Classification and treatment of spontaneous carotid-cavernous sinus fistulas. *J Neurosurg* 62: 248–256
2. Rhoton Al jr (2002) The cavernous sinus, the cavernous venous plexus, and the carotid collar. *Neurosurgery* 51: S375–S410
3. Hänel S, Stippich C, Hartmann M et al. (2007) Kraniale und zervikale arterielle Gefäßverletzungen: Bildgebung und Therapie. *Fortschr Röntgenstr* 179: 119–129
4. Van Rooij WJ, Sluzewski M, Beute GN (2006) Ruptured cavernous sinus aneurysms causing carotid cavernous fistula: incidence, clinical presentation, treatment, and outcome. *Am J Neuroradiol* 27: 185–189
5. Taniguchi RM, Goree JA, Odom GL (1971) Spontaneous carotid-cavernous shunts presenting diagnostic problems. *J Neurosurg* 35: 384–391
6. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB et al. (1987) Dural fistulas involving the cavernous sinus: results of treatment in 30 patients. *Radiology* 163: 437–442
7. Kupersmith MJ, Berenstein A, Flamm E et al. (1986) Neuroophthalmologic abnormalities and intravascular therapy of traumatic carotid cavernous fistulas. *Ophthalmology* 93: 906–912
8. Struffert T, Grunwald I, Mücke I et al. (2007) Interdisziplinäre Embolisation spontaner Karotis-Cavernosus Fisteln Typ D nach Barrow über die Vena ophthalmica: klinische Langzeitergebnisse und kernspintomographische Befunde. *Fortschr Röntgenstr* 179: 401–405
9. Schroth G, Andres R H, Remonda L et al. (2008) Carotis Cavernosus Fisteln: Diagnostik und Therapie. *Fortschr Röntgenstr* 180: 604–613
10. Struffert T, Richter G, Engelhorn T et al. (2007) Darstellung einer direkten Carotis Cavernosus Fistel Typ A. Abbildung des Fistelpunktes und Kontrolle des Embolisationsmaterials mit 3-D Rotationsangiographie. *Clin Neuroradiol* 17 [spec issue 1]: 41
11. Madan A, Mujic A, Daniels K et al. (2006) Traumatic carotid artery-cavernous sinus fistula treated with a covered stent. Report of two cases. *J Neurosurg* 104: 969–973
12. Lewis AI, Tomsick TA, Tew JM jr (1995) Management of 100 consecutive direct carotid cavernous fistulas: results of treatment with detachable balloons. *Neurosurgery* 36: 239–244
13. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB et al. (1992) Endovascular therapy of dural fistulas. In: Vinuela F, Halbach VV, Dion JE (eds) *Interventional neuroradiology*. Raven-Press, New York, pp 29–38
14. Meyers PM, Halbach VV, Dowd CF et al. (2002) Dural carotid cavernous fistula: definitive endovascular management and long-term follow-up. *Am J Ophthalmol* 134: 85–92