



# Karotis-Stenting

Marco Roffi, Franz R. Eberli

## Karotis-Stenting

### Quintessenz

- Die perkutane Dilatation der Karotisstenose mit Stenteinlage stellt heutzutage eine valide Alternative zur chirurgischen Karotisendarterektomie dar. Randomisierte Studien haben die Äquivalenz, wenn nicht die Überlegenheit dieser Methode im Vergleich zur Chirurgie dokumentiert.
- Der grösste Vorteil des Karotis-Stentings gegenüber der Chirurgie besteht darin, dass die Resultate kaum von den Komorbiditäten des Patienten beeinflusst werden. Somit eignet sich diese Methode insbesondere bei Individuen, die ein Hochrisiko für die Chirurgie aufweisen. Ideale Kandidaten sind Patienten mit einer Rezidivstenose der Karotis nach Endarterektomie, solche mit einer zusätzlichen Pathologie der kontralateralen Karotis (Stenose oder Verschluss) und solche mit einer schweren koronaren Herzkrankheit (z.B. vor aortokoronarer Bypass-Operation).
- Zusätzliche Vorteile dieser Methode gegenüber der Endarterektomie sind das Vermeiden einer Allgemeinnarkose, das Fehlen von lokalen Halskomplikationen wie Hirnnervenlähmungen, die kürzere Hospitalisationsdauer und die niedrigeren Kosten.

## Stenting carotidien

### Quintessence

- *La dilatation et la pose de stent sont aujourd'hui une alternative valable à la chirurgie pour les patients avec sténose carotidienne. Des études randomisées ont montré l'équivalence sinon la supériorité du stent vis-à-vis de la chirurgie.*
- *L'avantage majeur du stent de la carotide est le fait que les résultats sont peu influencés par les comorbidités du patient. En conséquence, la méthode est particulièrement souhaitable pour les patients à haut risque chirurgical. Les candidats idéaux sont les patients avec une resténose à la suite d'une endartérectomie, ceux avec une sténose serrée ou une occlusion aussi de la carotide contralatérale, et ceux avec une pathologie coronarienne qui nécessite un pontage.*
- *D'autres avantages du stent carotidien par rapport à la chirurgie sont le fait qu'on peut éviter une anesthésie générale, qu'on n'a pas de complications au cou (par exemple lésions nerveuses), et que le temps d'hospitalisation et les coûts sont réduits.*

Traduction Dr G.-A. Berger

## Carotid stenting

### Summary

- Percutaneous stent dilatation of carotid stenosis is today a valid alternative to surgical carotid endarterectomy. Randomised studies have documented the equivalence if not superiority of this method in comparison with surgery.
- The biggest advantage of carotid stenting over surgery is that the results are scarcely influenced by the patient's comorbidities. This method is thus particularly suitable in individuals presenting a high surgical risk. Ideal candidates are patients with restenosis of the carotid after endarterectomy, those with additional pathology of the contralateral carotid (stenosis or occlusion), and those with severe coronary heart disease (e.g. before aortocoronary bypass surgery).
- Additional advantages of the method over endarterectomy are avoidance of general anaesthesia, absence of local neck complications such as cranial nerve paralysis, the short hospital stay and lower costs.

Translation R. Turnill, MA

## Einführung/Hintergrund

Die Endarterektomie hat sich in der Behandlung von Karotisstenosen gegenüber der medikamentösen Therapie in der Hirn Schlagprävention in grossen randomisierten Studien als überlegen erwiesen. Diese Studien zeigten, dass in den Händen von selektionierten Chirurgen eine chirurgische Revaskularisation der Karotis bei hochselektionierten (Niedrigrisiko-)Patienten mit niedrigem perioperativem Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko durchgeführt werden konnte. Allerdings können diese Resultate nicht 1:1 auf den Alltag übertragen werden. Dies insbesondere, weil die Patienten mit Karotisstenosen häufig «kränker» sind als solche, die in die Studien eingeschlossen wurden. Beispielsweise hat eine Analyse von mehr als 100 000 Karotisendarterektomien in den USA gezeigt, dass, obwohl die

30-Tage-Mortalität in zwei grossen randomisierten Studien zwischen 0,1% (ACAS) und 0,6% (NASCET) lag, die Gesamtmortalität bei der Karotisendarterektomie in den Spitälern, die an den Studien teilgenommen hatten, im gleichen Zeitraum 1,4% betrug [1]. Die Mortalität in den Spitälern mit einem niedrigen Operationsvolumen lag sogar bei 2,5%. Auch an führenden Zentren wie der Cleveland Clinic sind die Resultate der Endarterektomie stark von den Komorbiditäten des Patienten mitbestimmt, mit einer 30-Tage-Mortalität von 0,3% bei Niedrigrisikopatienten und 4,4% bei Hochrisikopatienten [2]. Somit hat die Karotisendarterektomie, trotz der guten Resultate innerhalb der randomisierten Studien, wichtige Limitationen bei komorbiden Patienten, und weniger invasive Alternativtherapien sind wünschenswert. Ziel dieser Zusammenstellung ist es, den aktuellen Stellenwert des Karotis-

\* CME zu diesem Artikel finden Sie auf S. 728 oder im Internet unter [www.smf-cme.ch](http://www.smf-cme.ch)

\* Vous trouverez les questions à choix multiple concernant cet article à la page 729 ou sur internet sous [www.smf-cme.ch](http://www.smf-cme.ch)

Stentings zu beschreiben. Für detaillierte Informationen über Diagnose und Behandlung der Karotisstenose verweisen wir auf weitere Fachliteratur [3].

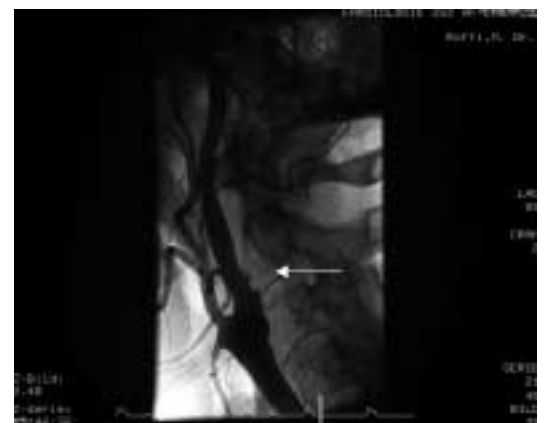
### Technische Aspekte des Karotis-Stentings

In den letzten Jahren hat die endovaskuläre Behandlung der Karotisstenose mittels Ballonangioplastie und Stenting zunehmend an Bedeutung gewonnen und stellt heutzutage eine valide Alternative zur Chirurgie dar, insbesondere bei Patienten, die ein Hochrisiko für die Chirurgie aufweisen. Der Eingriff wird in Lokalanästhesie

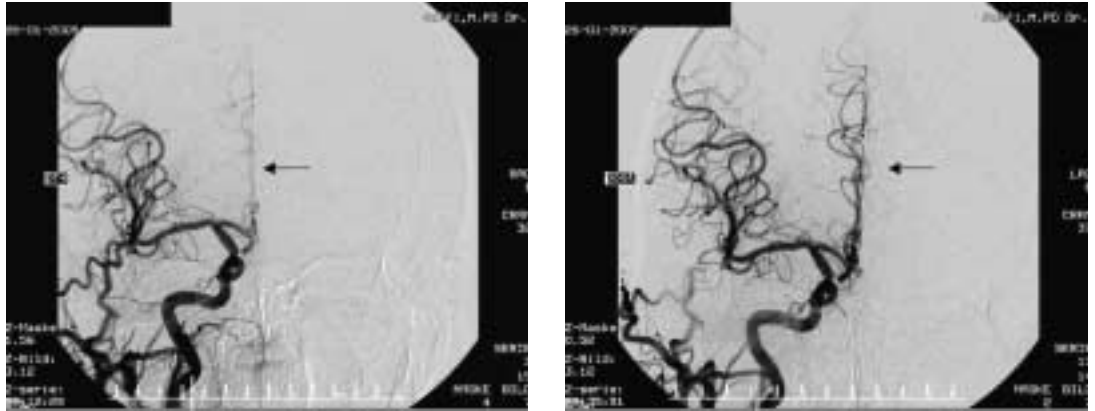
durch einen femoralen arteriellen Zugang durchgeführt. Die Details des prä- und postinterventionellen Managements sind in Tabelle 1 aufgeführt. Angiographisch werden vor und nach dem Eingriff die Verhältnisse sowohl lokal (Abb. 1) als auch intrakraniell (Abb. 2) erfasst. Der Patient wird postinterventionell neurologisch und hämodynamisch überwacht und meistens am nächsten Tag entlassen. Der Langzeitverlauf nach Karotis-Stenting ist charakterisiert durch eine extrem niedrige Rezidivrate von neurologischen Ereignissen. Im Gegensatz zu den Koronareingriffen ist die Restenose nach dem Stenting der Karotis ein seltenes Ereignis (4% bis 7%) [4]. Die rasche Zunahme der endovaskulären Karotisbehandlungen, welche insbesondere in den

**Tabelle 1. Stenting der Karotis am Universitätsspital Zürich.**

Diagnosestellung	
Ultraschall als diagnostisches Mittel der Wahl	
Bei unklaren oder grenzwertigen Befunden allenfalls zweite Karotis-Bildgebung (CT- oder MR-Angiographie)	
Indikation zur Revaskularisation / Patientenaufklärung	
Nach Absprache mit dem Neurologen	
Risiken und Alternativen (Endarterektomie, konservative Therapie) mit dem Patienten besprechen	
Vor dem Eingriff	
Neurostatus durch den Neurologen	
Schädel-CT oder Schädel-MRI als «Baseline» und zum Ausschluss intrakranieller Pathologien	
MR-Angiographie der Halsgefässe hilfreich in der Planung des Eingriffs, aber nicht routinemässig durchgeführt	
Aspirin und Clopidogrel (4 x 75 mg am Vortag)	
Am Tag des Eingriffes	
Aspirin und Clopidogrel weiter	
Antihypertensive Therapie weiter	
Periprozedurale Antikoagulation mit Heparin	
Nach dem Eingriff	
Neurologische und hämodynamische (optimale Blutdruckeinstellung!) Überwachung auf einer monitorisierten Station für 12–18 Stunden	
Neurostatus durch den Neurologen	
Karotis-Ultraschall	
Entlassung meistens am nächsten Tag	
Follow-up	
Optimale Blutdruckeinstellung (insbesondere in den ersten 14 Tagen nach dem Eingriff)	
Aspirin und Statin lebenslang; Clopidogrel für mindestens 1 Monat	
Klinische Visiten und Ultraschall-Kontrolle nach (3), 6 und 12 Monaten	




**Abbildung 1.** Schwere ulcerierte Stenose der Carotis interna vor (links) und nach (rechts) Karotis-Stenting.



**Abbildung 2.**


Intrakranielle digitale Subtraktionsangiographie vor (links) und nach (rechts) Stenting der Carotis interna rechts. In diesem Fall hat die ipsilaterale Versorgung der A. cerebri anterior nach dem Stenting der Karotis deutlich zugenommen (Pfeil).

USA in den letzten Jahren beobachtet werden konnte, hat verschiedene Erklärungen: die zunehmende Erfahrung der Interventionalisten, die optimierte plättchenhemmende Therapie und die technischen Fortschritte des Materials (Katheter, Ballone und Embolieprotektionssysteme). Die Anwendung von distalen mechanischen Embolieprotektionssystemen (insbesondere Filter-Systemen), welche ab dem Jahr 2000 stattfand, ist als ein Meilenstein in der Entwicklung des Karotis-Stentings zu werten (Abb. 3 ). Obwohl es keine Vergleichsstudie zwischen Karotis-Stenting mit und ohne Embolieprotektionssysteme gibt (und solche wären unserer Meinung nach ethisch problematisch), gibt es mehrere Hinweise, dass der Gebrauch von distalen Embolieprotektionssystemen eine Reduktion der embolischen Ereignisse zur Folge hat. Nur um ein paar Arbeiten zu nennen, hat eine Metaanalyse von allen publizierten Serien bis 2002 gezeigt, dass das Einführen von zerebralen Embolieprotektionssystemen eine signifikante Reduktion von grösseren Schlaganfällen (von 1,2% auf 0,3%) und von kleineren Schlaganfällen (von 3,7% auf 0,5%) nach Stenting der Karotis zur Folge hatte [5]. Im weiteren konnte in einem weltweit durchgeführten Karotis-Stenting-Register, welches mehr als 10000 Eingriffe zusammenfasste, eine über 50prozentige Abnahme der neurologischen Komplikationen nach dem Einführen der Embolieprotektionssysteme verzeichnet werden [6]. Deswegen gehört die distale Embolieprotektion zum Standard des Karotis-Stenting und sollte systematisch angewandt werden.

## Stent oder Chirurgie?

### Resultate bei Hochrisikopatienten

Die SAPPHERE-Studie ist die erste multizentrische randomisierte Studie, welche 310 Patienten, die ein Hochrisiko für die Chirurgie aufwiesen,

zur Karotisendarterektomie oder zum Karotis-Stenting mit distaler Embolieprotektion randomisierte [7]. Die Einschlusskriterien waren eine mindestens 50prozentige symptomatische oder eine mindestens 80prozentige asymptomatische Carotis-interna-Stenose. Gleichzeitig mussten die Patienten mindestens ein Hochrisikocharakteristikum aufweisen (Tab. 2 ). Der primäre Endpunkt der Studie war eine Kombination von Mortalität, Schlaganfall und Herzinfarkt innerhalb von 30 Tagen plus Mortalität oder ipsilateraler Schlaganfall zwischen Tag 31 und einem



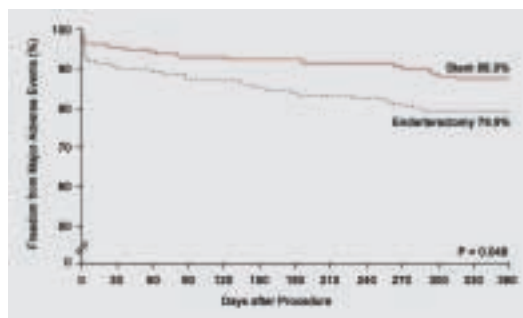
**Abbildung 3.**

Filterembolieprotektionssystem für Karotis-Stenting. Zunächst wird ein Filter (Schirm), welcher an einem Draht montiert ist, durch die Stenose geschoben. Sobald der Schirm distal der Stenose entfaltet ist, wird die Karotisstenose mittels Ballonangioplastie und Stenting angegangen. Allfällige Partikel, die sich während des Eingriffs lösen sollten, können im Filter aufgefangen werden. Am Ende der Intervention wird der Schirm wieder zurückgezogen. Während der ganzen Prozedur ist der Blutfluss in der Karotis erhalten. Modifiziert nach Roffi und Mukherjee [3].

**Tabelle 2. Einschlusskriterien der SAPHIRE-Studie. Nach Yadav et al. [7].**

Symptomatische Karotisstenose $\geq 50\%$ oder asymptomatische Karotisstenose $\geq 80\%$ und mindestens ein Hochrisikomerkmal
klinisch relevante Herzkrankheit (Herzinsuffizienz, pathologischer Belastungstest, geplanter herzchirurgischer Eingriff)
schwere Lungenkrankheit
kontralateraler Karotisverschluss
kontralaterale Lähmung des Nervus laryngeus
Status nach ausgedehntem chirurgischem Eingriff am Hals oder Halsbestrahlung
Restenose nach Karotisendarterektomie
Alter $>80$ Jahre

Jahr. Nach 30 Tagen wiesen die Patienten, welche perkutan behandelt wurden, eine kombinierte Ereignisrate (Mortalität, Schlaganfall und Herzinfarkt) von 4,4% auf. Patienten, welche chirurgisch behandelt wurden, hatten eine Ereignisrate von 9,9% ( $p = 0,06$ ). Der grösste Vorteil des Karotis-Stentings lag in der Abnahme von Herzinfarkten (1,9% in der Stentgruppe vs. 6,6% in der Endarterektomiegruppe,  $p = 0,04$ ). Nach einem Jahr hatten Patienten randomisiert zum Stent mit Embolieprotektion signifikant weniger Ereignisse als solche, welche einer Endarterektomie unterzogen wurden (Abb. 4 [6]). Dazu hatten die zur Endarterektomie randomisierten Patienten mehr Hirnnervenlähmungen (5,3% vs. 0%;  $p = 0,003$ ), einen längeren Spitalaufenthalt (2,9 Tage vs. 1,9 Tage;  $p < 0,001$ ) und vermehrten Bedarf an einer erneuten Karotisrevaskularisation infolge Restenose innerhalb eines Jahres (4,6% vs. 0,7%;  $p = 0,04$ ) gegenüber solchen, die zum Stent randomisiert wurden. Zusätzlich zu den randomisierten Daten wurden Resultate aus verschiedenen Registern (ARCHER, SECURITY, CABERNET u.a.) bekanntgegeben. Bei mehr als 2000 Patienten, welche einem Karotis-Stenting mit Embolieprotektionssystem unterzogen worden sind und welche

**Abbildung 4.**

Kaplan-Meier-Kurven, welche das 1-Jahres-Überleben ohne kardiovaskuläre oder neurologische Ereignisse in der randomisierten SAPHIRE-Studie zeigen. Die statistisch signifikante Überlegenheit des Karotis-Stentings mit Embolieprotektion gegenüber der Endarterektomie in dieser Hochrisikopopulation ist dargestellt. Modifiziert nach Yadav et al. [7].

ein Hochrisiko für die Chirurgie aufwiesen, schwankte die kombinierte 30-Tage-Mortalitäts-, Schlaganfalls- und Herzinfarktquote zwischen 3,8% und 7,6%. Somit ist heutzutage in den Händen des erfahrenen Interventionalisten das Karotis-Stenting mit Embolieprotektion eine gleichwertige, wenn nicht überlegene, Alternative zur Chirurgie bei Patienten, die ein Hochrisiko für die Chirurgie aufweisen.

### Resultate bei «Nicht-Hochrisikopatienten»

Die CAVATAS-Studie ist die einzige grosse (d.h. mit mehr als 500 Patienten) randomisierte Studie, welche «Nicht-Hochrisikopatienten» mit einer symptomatischen Karotisstenose zur Karotisendarterektomie oder Karotisangioplastie randomisierte [8]. Keine Unterschiede in der Ereignisrate zwischen den zwei Gruppen wurden beobachtet sowohl nach 30 Tagen als auch nach 3 Jahren. Diese Studie wurde in den 90er Jahren durchgeführt und wird von vielen als nicht mehr aktuell betrachtet. Die Chirurgen kritisierten die hohe Ereignisrate in der Endarterektomiegruppe (10% Mortalitäts- oder Schlaganfallsrate innert 30 Tagen), die Interventionalisten kritisierten den limitierten Gebrauch von Stents (nur in 25% der Fälle eingesetzt) und das Fehlen von distalen Embolieprotektionssystemen. Zurzeit laufen grosse randomisierte Studien, welche den Stellenwert des Karotis-Stentings im Vergleich zur Endarterektomie bei «Nicht-Hochrisikopatienten» untersuchen. Diese Resultate sollten vor einer breiteren Anwendung des Karotis-Stentings bei dieser Patientenpopulation abgewartet werden.

### Ausschau/Zukunft

In den Händen des erfahrenen Interventionalisten stellt heutzutage das Stenting der Karotis eine valable Alternativmethode zur Karotisendarterektomie dar. Je höher das Operationsrisiko des Patienten, desto grösser scheint der Vorteil des Stentings zu sein. Deswegen sollte das Karotis-Stenting bei allen Patienten mit wichtigen Komorbiditäten als Alternative zur Chirurgie erwogen werden. Ideale Kandidaten für eine endovaskuläre Karotisbehandlung sind zum Beispiel Patienten mit einer Rezidivstenose nach Karotisendarterektomie, solche mit einer zusätzlichen Pathologie der kontralateralen Karotis (Stenose oder Verschluss) und solche mit einer schweren koronaren Herzkrankheit (z.B. vor aortokoronarer Bypass-Operation). Die Resultate von randomisierten Studien, welche den Stellenwert des Karotis-Stentings im Vergleich zur Chirurgie in Nicht-Hochrisikopatienten untersuchen, sollten noch abgewartet werden, bevor das Stenting der Karotis in dieser Patientenpopulation breit angewendet wird. Nichtsdestotrotz scheint eine Verbreiterung dieser

Methode unvermeidlich aufgrund der bis jetzt erreichten Resultate, der niedrigeren Invasivität und Kosten und nicht zuletzt der Patientenpräferenz.

Im Vordergrund wird die adäquate Ausbildung der endovaskulär tätigen Ärzte stehen. Da die Revaskularisation der Karotis eine Schlaganfall-Präventivmassnahme ist, welche aber, unabhän-

gig ob chirurgisch oder endovaskulär, selbst mit einem (niedrigeren) Schlaganfallrisiko verbunden ist, sind eine multidisziplinäre Patientenbeurteilung und eine sorgfältige Patientenaufklärung entscheidend. Insbesondere sollte die Indikationsstellung für die Revaskularisation immer mit einem Neurologen abgesprochen werden.

#### Literatur

- 1 Wennberg DE, Lucas FL, Birkmeyer JD, Bredenberg CE, Fisher ES. Variation in carotid endarterectomy mortality in the Medicare population: trial hospitals, volume, and patient characteristics. *JAMA* 1998;279:1278–81.
- 2 Ouriel K, Hertzler NR, Beven EG, O'hara PJ, Krajewski LP, Clair DG, et al. Preprocedural risk stratification: identifying an appropriate population for carotid stenting. *J Vasc Surg* 2001;33:728–32.
- 3 Roffi M, Mukherjee D. Carotid artery disease management. In: Rajagopalan S, Mukherjee F, Mohler ER, eds. *Manual of Vascular Diseases*. Philadelphia, PA, USA: Lippincott Williams and Wilkins; 2005. p.135–55.
- 4 Groschel K, Riecker A, Schulz JB, Ernemann U, Kastrup A. Systematic review of early recurrent stenosis after carotid angioplasty and stenting. *Stroke* 2005;36:367–73.
- 5 Kastrup A, Groschel K, Krapf H, Brehm BR, Dichgans J, Schulz JB. Early outcome of carotid angioplasty and stenting with and without cerebral protection devices: a systematic review of the literature. *Stroke* 2003;34:813–9.
- 6 Wholey MH, Al-Mubarek N. Updated review of the global carotid artery stent registry. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003;60:259–66.
- 7 Yadav JS, Wholey MH, Kuntz RE, Fayad P, Katzen BT, Mishkel GJ, et al. Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N Engl J Med* 2004;351:1493–501.
- 8 Endovascular versus surgical treatment in patients with carotid stenosis in the Carotid and Vertebral Artery Transluminal Angioplasty Study (CAVATAS): a randomised trial. *Lancet* 2001;357:1729–37.

Korrespondenz:  
PD Dr. med. Marco Roffi  
Karotis-Stenting-Programm  
Kardiologie  
UniversitätsSpital Zürich  
Rämistrasse 100  
CH-8091 Zürich  
[marco.roffi@usz.ch](mailto:marco.roffi@usz.ch)