

Michael Hans Robert Eichbaum
Dr. med.

Hämodynamische Effekte extracranieller Carotisstenosen Evaluation mittels intraoperativer Volumenflussmessung und Perfusionsgewichteter Magnetresonanztomographie

Geboren am 01.10.1972 in Siegen
Reifeprüfung am 16.06.1992 in Kreuztal
Studiengang der Fachrichtung Medizin vom SS 1993 bis WS 1998/99
Physikum am 30.03.1995 in Heidelberg
Klinisches Studium in Heidelberg
Praktisches Jahr in Heidelberg/Paris
Staatsexamen am 06.05.1999 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Chirurgie
Doktorvater: Prof. Dr. med. J.-R. Allenberg

Hintergrund:

Zerebrovaskuläre Erkrankungen stellen in den westlichen Industrienationen die dritthäufigste Todesursache dar. In der Bundesrepublik Deutschland erleiden jährlich etwa 250.000 Menschen einen Schlaganfall, wobei bei ca. 40.000 Patienten dieser auf eine Ischämie zurückzuführen ist, die durch eine Läsion der extracraniellen A. carotis interna hervorgerufen wurde.

Ca. 10-20% aller zerebralen Ischämien entstehen auf dem Boden einer vorgeschalteten Stenose extracranieller hirnversorgender Gefäße. Besonders gefährdet sind Patienten mit filiformer Stenose, insuffizienten Kollateralkreisläufen und kontralateralen Verschlussprozessen.

Mit der Transit-time-Volumenflowmetrie steht seit kurzem ein sonographisches Verfahren zur Verfügung, um intraoperativ den Volumenfluß durch die A. carotis interna vor und nach Thrombendarteriektomie (TEA) zu messen. Der „hämodynamische Gewinn“ durch Carotis-TEA kann so mit Hilfe von Transit-time-Sonden in vivo bestimmt werden.

Mit einer Einführung schneller MR-Sequenzen ist es möglich geworden, funktionsdiagnostische Untersuchungen mit der MRT durchzuführen. Dabei erlaubt das Verfahren der perfusionsgewichteten Magnetresonanztomographie durch Verfolgen der Passage eines paramagnetischen Kontrastmittelbolus die semiquantitative Beschreibung der regionalen Hirndurchblutung.

Wissenschaftliche Fragestellungen/Zielsetzungen:

1. Zusammenhang zwischen Ausmaß einer extracraniellen Carotisstenose und Flußabnahme in der A. carotis interna
2. Ab welchem Stenosegrad ist eine relevante Zunahme des Volumen-Flows in der A. carotis interna nachweisbar (sog. „kritischer Stenosegrad“)?
3. In welchem Umfang sind Flow-Reduktion und Flow-Verbesserung nach Carotis-TEA auch bei kontralateralen Verschlussprozessen nachweisbar?
4. Ab welchem Stenosegrad lässt sich im TCD eine Beeinträchtigung der Flußgeschwindigkeit in der A. cerebri media nachweisen?
5. Sind etwaige hämodynamische Effekte von Carotisstenosen durch Carotis-TEA reversibel?

Patienten und Methoden:

Bei 106 Carotis-Rekonstruktionen wurde vor und nach TEA eine Volumenflußmessung der A. carotis communis, der A. carotis interna und der A. carotis externa mit einem Transit-time-Ultraschall-Flowmeter vorgenommen. In einer ersten *Serie A* (n=61) wurde der Zusammenhang zwischen absoluter und relativer Flußveränderung durch TEA und dem am Präparat ermitteltem lokalen Stenosegrad und untersucht. In einer zweiten *Serie B* (n=106) wurde anhand des angiographisch ermittelten Stenosegrads der Einfluß einer Mehrgefäßerkrankung auf absolute und relative Flußveränderung durch TEA studiert.

Bei 26 Patienten mit angiographisch gesicherter 60-99 %iger unilateraler Carotisstenose wurde praeoperativ eine perfusionsgewichtete Magnetresonanztomographie durchgeführt. In T_2^* -gewichteten Bildern wurden „regions-of-interest“ in der grauen und weißen Substanz, sowie im Bereich der kompletten Hirnhemisphäre definiert. Hirnregionen auf Seiten der Carotisstenose wurden mit korrespondierenden kontralateralen Gebieten verglichen und Unterschiede in folgenden zerebrovaskulären Parametern untersucht: (1) Veränderung der mittleren Transitzeit (MTT), (2) Veränderung des regionalen zerebralen Blutvolumens (rCBV) und (3) zeitliche Verzögerung in der Kontrastmittel-Anflutung (time-to-peak).

Bei 17 Patienten erfolgte praeoperativ zusätzlich eine transcranielle Doppler-Sonographie (TCD) der ipsilateralen A. cerebri media, bei 12 Patienten wurde drei Monate nach Carotis-TEA eine erneute perfusionsgewichtete MR-Tomographie durchgeführt.

Ergebnisse:

1. Der absolute Volumenfluß in der A. carotis interna beträgt bei <70 %igen Carotisstenosen 278 ml/min, bei 70-79 %igen Stenosen 174 ml/min, bei 80-89 %igen Stenosen 150 ml/min, bei 90-99 %igen Stenosen 101 ml/min und bei Pseudoocclusionen 14 ml/min. Die relative Flow-Zunahme des ACI-Flows am Carotis-Gesamtfluß beträgt bei < 70 %igen Carotisstenosen 3,7 %, bei 70-79 %igen Stenosen 39%, bei 80-89 %igen Stenosen 113 %, bei 90-99%igen Stenosen 177 % und bei Pseudoocclusionen 855 %.

2. Ab einem lokalen Stenosegrad von 82 % (lineare Stenose) bzw. 90 % (Flächenstenose) ist bei unilateralen Stenosen eine relevante Flow-Zunahme in der A. carotis interna nach Carotis-TEA nachweisbar.

3. Bei Patienten mit kontralateralem Verschlußprozeß (Carotisstenose > 80%/chronischer Verschluß) kommt es erst ab einem ipsilateralen Stenosegrad von ≥ 90 % zu einer relevanten Abnahme des ACI-Flows auf 35 % des Carotis-Gesamtflows.

4. In der MR-Perfusion läßt sich bei < 80 %igen Carotisstenosen keine Veränderung hämodynamischer Parameter (MTT, rCBV, TtP) im Vergleich zur kontralateralen Hirnhälfte nachweisen. Ab einem Stenosegrad von ≥ 80 % finden sich für alle Parameter statistisch signifikante Unterschiede.

5. In der Transcraniellen Doppler-Sonographie nachgewiesene Zirkulationsstörungen im Bereich der A. cerebri media gehen mit einer signifikanten Veränderung der im perfusionsgewichteten MRT gemessenen Parameter einher.

6. Postoperativ sind alle praeoperativ veränderten hämodynamischen Parameter normalisiert.

Schlußfolgerungen:

Die intraoperativen Ultraschall-Flow-Messungen, die transcranielle Doppler-Sonographie und die Ergebnisse der perfusionsgewichteten MRT belegen, daß unilaterale Carotisstenosen erst ab einem lokalen Stenosegrad von 82 % (lineare Stenose) bzw. 90 % (Flächenstenose) zu einer signifikanten Veränderung der Hämodynamik im Carotisstromgebiet führen. Kontralaterale Verschlußprozesse werden ipsilateral bis zu einem Stenosegrad von 90 % kompensiert, ab einem ipsilateralen Stenosegrad >90 % kommt es zu einem Abfall des ipsilateralen Flows auf 35 % des Carotis-Gesamtflows. Patienten mit hochgradigen Carotisstenosen und relevantem kontralateralen Verschlußprozeß sind somit bei Zunahme der

Stenose oder akutem Carotisverschluß in hohem Maß hämodynamisch gefährdet, die Indikation zur Carotis-TEA sollte auch beim asymptomatischen Patienten großzügig gestellt werden.

Insbesondere bei unsicherem Befund zum Stenosegrad, fehlendem Schallfenster für die transcranielle Doppler-Sonographie und möglicher hämodynamisch bedingter neurologischer Symptome stellt die perfusionsgewichtete MRT ggf. in Kombination mit einem MRT des Gehirns und einer MR-Angiographie ein ideales Verfahren zur Beurteilung hämodynamischer Effekte extracranieller Carotisstenosen dar.