

Zeitschrift für Gefäßmedizin

Bildgebende Diagnostik • Gefäßbiologie • Gefäßchirurgie •
Hämostaseologie • Konservative und endovaskuläre Therapie •
Lymphologie • Neurologie • Phlebologie

Präinterventionelle Diagnostik vor Karotisstenting

Böhm G, Gschwendtner M

Zeitschrift für Gefäßmedizin 2008;

5 (4), 12-20

Homepage:

www.kup.at/gefaessmedizin

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft
für Phlebologie und
dermatologische Angiologie



Offizielles Organ des Österreichischen
Verbandes für Gefäßmedizin



Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft für
Internistische Angiologie (ÖGIA)



Indexed in EMBASE/COMPENDEX/GEOTitles/SCOPUS

Datenschutz:

Ihre Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz und werden nicht an Dritte weitergegeben. Die Daten werden vom Verlag ausschließlich für den Versand der PDF-Files der Zeitschrift für Gefäßmedizin und eventueller weiterer Informationen das Journal betreffend genutzt.

Lieferung:

Die Lieferung umfasst die jeweils aktuelle Ausgabe der Zeitschrift für Gefäßmedizin. Sie werden per E-Mail informiert, durch Klick auf den gesendeten Link erhalten Sie die komplette Ausgabe als PDF (Umfang ca. 5–10 MB). Außerhalb dieses Angebots ist keine Lieferung möglich.

Abbestellen:

Das Gratis-Online-Abonnement kann jederzeit per Mausklick wieder abbestellt werden. In jeder Benachrichtigung finden Sie die Information, wie das Abo abbestellt werden kann.

Das e-Journal

Zeitschrift für Gefäßmedizin

- ✓ steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) stets internetunabhängig zur Verfügung
- ✓ kann bei geringem Platzaufwand gespeichert werden
- ✓ ist jederzeit abrufbar
- ✓ bietet einen direkten, ortsunabhängigen Zugriff
- ✓ ist funktionsfähig auf Tablets, iPads und den meisten marktüblichen e-Book-Readern
- ✓ ist leicht im Volltext durchsuchbar
- ✓ umfasst neben Texten und Bildern ggf. auch eingebettete Videosequenzen.

Präinterventionelle Diagnostik vor Karotisstenting

G. Böhm, M. Gschwendtner

Kurzfassung: Neben dem „Goldstandard“ der konventionellen Angiographie (DSA) haben sich die Duplexsonographie (US), die MR-Angiographie (MRA) und die CT-Angiographie (CTA) etabliert.

Neben der klinischen Einteilung in eine symptomatische und asymptomatische A. carotis interna-Stenose spielen die Kriterien der Stenosequantifizierung eine wichtige Rolle, um die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsmodalitäten vergleichen zu können.

Aus der aktuellen Literatur geht hervor, dass eine Kombination aus US/MRA oder US/CTA eine vergleichbare Genauigkeit zur DSA in der Stenosegradbestimmung zeigt. Somit haben die

nicht-invasiven Methoden die DSA in der präinterventionellen Karotisdiagnostik weitgehend abgelöst.

Im folgenden Artikel werden die verschiedenen Abklärungsmöglichkeiten diskutiert und miteinander verglichen.

Abstract: Preinterventional Diagnostics of Carotid Artery.

Apart from the gold standard of conventional angiography there has been a big technical development in duplex sonography (US), MR angiography (MRA) and CT angiography (CTA) in recent years. That is why non-invasive modalities are now well established. After dividing patients in symptomatic and asympto-

matic groups according to their history and physical examination it is important to use the same quantification criteria to compare different modalities.

Recent data suggest a combination of US and MRA or US and CTA in the preinterventional setting. Although conventional angiography is the gold standard to quantify a stenosis of the ICA (internal carotid artery) it is rarely performed, in most cases a non-invasive method is used.

Purpose of this manuscript is to discuss different modalities and to compare quantification methods in the preinterventional diagnosis of a stenosis in the carotid arteries. **Z Gefäßmed 2008; 5 (4): 12–20.**

■ Einleitung

Der zerebrovaskuläre Insult stellt die dritthäufigste Todesursache in der westlichen Welt dar. Die Karotisstenose wird bei jedem 4. Schlaganfall als Ursache angeführt.

Große randomisierte Studien (NASCET, ECST, ACAS und ACST [1–4]) haben bewiesen, dass die Patienten von einer operativen Therapie mehr profitieren als von einer alleinigen optimierten Medikamenteneinnahme.

Abgeleitet von diesen Studien hat sich die Thrombendarterektomie (TEA) als Goldstandard zur Sanierung einer Karotisstenose entwickelt.

Neben der chirurgischen Methode hat sich mittlerweile die Karotisangioplastie mit Stentimplantation etabliert und in Zentren mit entsprechender Erfahrung wird diese Methode mit vergleichbaren Ergebnissen durchgeführt [5, 6].

Da sowohl für die TEA als auch für die Stentimplantation dasselbe Indikationsspektrum gilt, ist im Vorhinein eine möglichst exakte Diagnose und Bestimmung des Stenosegrades wichtig.

■ Asymptomatische/Symptomatische Karotisstenose

Die Definition und Einteilung in eine asymptomatische oder symptomatische Karotisstenose basiert auf der Anamnese und der körperlichen Untersuchung, ob es Anzeichen oder Symptome im korrelierenden Karotisstromgebiet gibt.

Aus dem Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie, KH Elisabethinen Linz

Korrespondenzadresse: OA Dr. med. Gernot Böhm, Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie, a.ö. Krankenhaus der Elisabethinen Linz, A-4010 Linz, Fadingerstraße 1; E-Mail: gernot.boehm@elisabethinen.or.at

In den großen Studien NASCET [1] (USA) und ECST [2] (Europa) werden die Unterscheidungskriterien genau festgelegt und mit der absoluten Risikoreduktion (ARR), einen Insult zu erleiden, korreliert.

Eine symptomatische Karotisstenose liegt vor, wenn fokale ischämische Symptome im versorgten Gebiet vorhanden sind, eine oder mehrere TIAs stattgefunden haben oder eine fokale neurologische Dysfunktion vorliegt.

Auch einseitige Blindheit sowie ein oder mehrere „Minorstrokes“ in den letzten 4 (NASCET) oder 6 (ECST) Monaten sind eindeutige Kriterien für eine symptomatische Karotisstenose.

Vertigo und Synkope alleine werden nicht berücksichtigt!

Für diese Gruppe ergab die gepoolte Analyse [7] von NASCET und ECST, dass Patienten mit einer Karotisstenose von über 70 % von der TEA profitieren. Die NNT („number needed to treat“) beträgt 6,3, um über 5 Jahre einen Insult zu verhindern. Die absolute Risikoreduktion (ARR) liegt bei 16 %.

Patienten mit einer beinahe okkludierten ICA („internal carotid artery“) profitieren nicht! Die absolute Risikoreduktion liegt bei 5,6 % nach 2 und 1,7 % nach 5 Jahren.

Patienten mit einer symptomatischen Stenose von 50–69 % profitieren mit einer absoluten Risikoreduktion von 4,6 %, die NNT liegt bei 22.

Patienten mit einem Stenosegrad unter 49 % profitieren nicht von einer chirurgischen Behandlung!

Eine asymptomatische Karotisstenose liegt vor bei einem Stenosegrad von 60–99 %, welcher durch Ultraschall und konventionelle Angio (CT/MR) bestimmt wurde. In der ACAS-Studie [3] wurden 1662 Patienten verglichen, wobei eine Gruppe mittels TEA und Acetylsalicylsäure (ASS) behandelt wurde und die 2. Gruppe mit einer alleinigen ASS-Gabe.

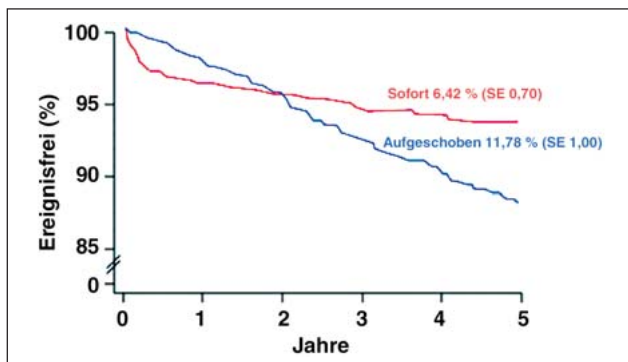


Abbildung 1: Risiko für Schlaganfall und perioperativen Tod in ACST. Nachdruck aus: [The Lancet, 363 (9420), Halliday A et al. Prevention of disabling and fatal strokes by successful carotid endarterectomy in patients without recent neurological symptoms: randomised controlled trial, 491–502], © 2004, mit Genehmigung von Elsevier.

In der ACST-Studie [4] wurde an 3120 Patienten die TEA gegenüber keiner operativen Behandlung verglichen.

Die gepoolten Daten dieser beiden Studien ergaben für die ACAS-Studie eine absolute Risikoreduktion von 3 % nach 2,7 Jahren und für die ACST-Studie eine absolute Risikoreduktion von 3,1 % nach 3,4 Jahren, das heißt, dass bei der asymptomatischen Karotisstenose nur eine ca. 3%ige ARR vorliegt.

Die NNT liegt bei 33, um einen Schlaganfall in 3 Jahren zu verhindern. Dem gegenüber steht ein perioperatives Risiko für Insult oder Tod in 3 Jahren von ca. 3,1 %.

Somit stellt die Sanierung einer asymptomatischen Karotisstenose eindeutig eine Investition in die Zukunft dar (Abb. 1).

■ Stenosequantifizierung

Die Methoden zur Bewertung des Stenosegrades in der Angiographie unterscheiden sich in Technik und Genauigkeit. Wenn die Ergebnisse der klinischen Daten verallgemeinert werden sollen, besteht ein Bedarf an einer möglichst einheitlichen Messtechnik.

Die beiden großen randomisierten klinischen Studien (NASCET und ECST [1, 2]) verwenden verschiedene Methoden zur Messung der Karotisstenose (Abb. 2). Derzeit dominieren weltweit 3 Verfahren (NASCET, ECST und CC). Ob-

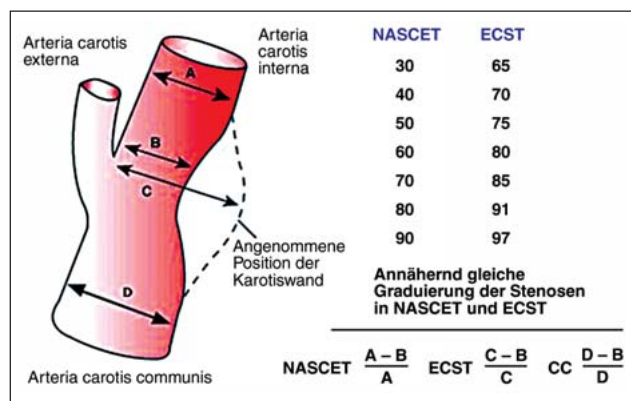


Abbildung 2: Methoden zur Quantifizierung der Karotisstenose NASCET und ECST. Nachdruck aus: [The Lancet, 351 (9113), Donnan GA, Davis SM, Chambers BR, Gates PC. Surgery for prevention of stroke, 1372–3], ©1998, mit Genehmigung von Elsevier.

wohl alle 3 ursprünglich zum Einsatz in der konventionellen Angiographie konzipiert wurden, können diese Methoden auch in der Magnetresonananz (MR) und Computertomographie (CT) verwendet werden.

NASCET-Methode

Die NASCET-Methode misst den verbleibenden Lumen-durchmesser am engsten Teil der Stenose und vergleicht diesen mit dem Diameter in der normalen A. carotis interna distal der Stenose.

ECST-Methode

Die ECST-Methode misst den Durchmesser des Lumens an der engsten Stelle und vergleicht diesen mit dem geschätzten ursprünglichen Durchmesser an der Stelle der maximalen Stenose.

CC- (Common Carotid-) Methode

Die CC-Methode misst den Durchmesserrestwert an der engsten Stelle und vergleicht diesen mit dem Durchmesser in der A. carotis communis vor dem Internaabgang.

Methodenvergleich

Normalerweise liegt die maximale Stenose unmittelbar nach der Karotidbifurkation in der proximalen A. carotis interna. Dieser Abschnitt weist normalerweise vom Diameter ein größeres Lumen auf als das distale Segment.

Aus dieser anatomischen Voraussetzung heraus wird derselbe Stenosegrad unterschiedlich quantifiziert, wobei der Prozentwert bei der ECST- oder CC-Methode höher ist, als wenn er nach NASCET-Kriterien beurteilt wird.

Bei der ECST-Methode muss zusätzlich das wahre Lumen geschätzt werden, wobei hier ein erhöhtes Risiko an untersucherabhängigen Variabilitäten vorliegt.

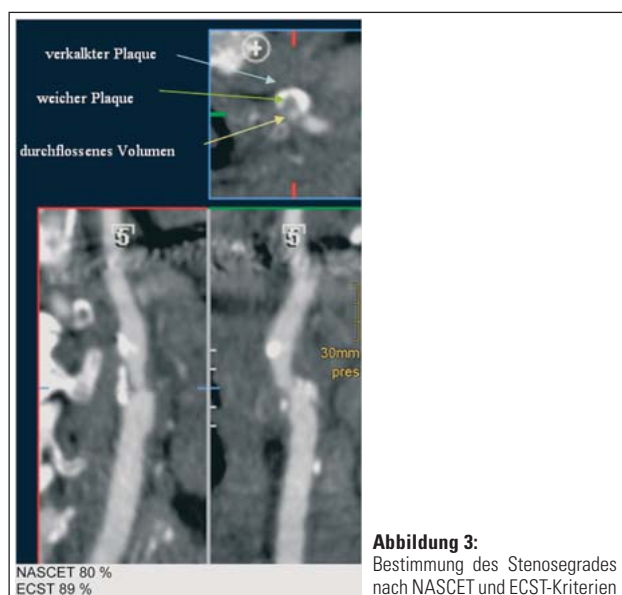


Abbildung 3: Bestimmung des Stenosegrades nach NASCET und ECST-Kriterien

Abgesehen von diesen Unterschieden haben die Ergebnisse aller 3 Methoden eine annähernd lineare Beziehung zueinander und ermöglichen so einen Vergleich.

Es gilt:

- Eine 50%ige Stenose nach NASCET ist gleich einer 65%igen Stenose nach ECST und CC.
- Eine 70%ige Stenose nach NASCET ist gleich einer 82%igen Stenose nach ECST und CC (Abb. 3).

■ Untersuchungsmodalitäten

Zur direkten Darstellung der A. carotis interna stehen uns 4 diagnostische Modalitäten zur Verfügung:

1. Karotisduplexultraschall (CDUS)
2. Zerebrale Angiographie (DSA)
3. Magnetresonanztangiographie (MRA)
4. Computertomographieangiographie (CTA)

Ultraschall

Der Karotisduplexultraschall (CDUS) nützt den B-Mode und die Dopplertechnik, um eine Zunahme der Blutflussgeschwindigkeit festzustellen.

Die maximale systolische Flussgeschwindigkeit wird am häufigsten zur Bestimmung der Schwere des Stenosegrades benützt. Eine zusätzliche Bestimmung der enddiastolischen Geschwindigkeit sowie eines Karotisindex zwischen der maximalen Geschwindigkeit in der Carotis interna im Vergleich zur Geschwindigkeit in der Carotis communis ergibt zusätzliche Informationen.

In einer Metaanalyse [8], welche im Jahre 2006 publiziert wurde, lag die Sensitivität um 89 % und die Spezifität bei 84 %.

Nach NASCET-Kriterien ist die Accuracy, also die Genauigkeit für eine 70–99%ige Stenose, am höchsten, wenn der Karotisindex (höchste ICA-Geschwindigkeit durch CCA-Geschwindigkeit) über 4,0 liegt.

Die Vorteile der Methode sind, dass sie nicht invasiv ist, sehr geringe Nebenwirkungen aufweist und relativ billig erscheint. Aufgrund der hohen Verfügbarkeit stellt heute der CDUS die Methode der Wahl in der Primärdiagnostik und beim Screening dar. Als Nachteile sind anzuführen, dass die Methode zur Überschätzung neigt. Kalzifikationen und der Patientenhabitus stellen immer wieder Limitationen dar, zusätzlich kann nur der zervikale Karotisabschnitt dargestellt werden. Die Methode ist untersucherabhängig und es besteht zwischen verschiedenen Instituten eine deutliche Variabilität [9] (z. B. bedingt durch eine unterschiedliche Berechnung!) (Abb. 4).

Da der CDUS zur Überschätzung des Stenosegrades neigt, ist er als alleinige Methode in der präoperativen Abklärung ungeeignet, da es zu unnötigen chirurgischen Eingriffen kommt [10].

Als zusätzliche Ultraschallmethode sollte auch der transkranielle Doppler angeführt werden, welcher zusätzliche Informationen in der Abklärung der ICA-Stenose bringen kann, wobei diese Methode nur an spezialisierten Abteilungen durchgeführt wird.

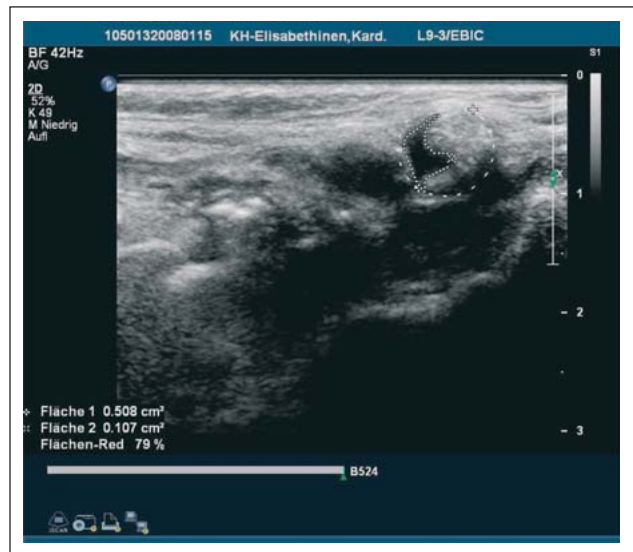


Abbildung 4: Bestimmung des Stenosegrades nach Flächenreduktionsmethode

■ Konventionelle zerebrale Angiographie

Die zerebrale Angiographie ist der Goldstandard für die Darstellung der Karotiden. Sie wird heute in den meisten Fällen als digitale Subtraktionsangiographie (DSA) durchgeführt, um die Kontrastmittel- (KM-) Dosis zu reduzieren. Eine komplette Untersuchung besteht aus einer Übersichtsangiographie sowie einer selektiven Darstellung beider Karotis- und Vertebralisstromgebiete.

Der Vorteil der Methode liegt darin, dass in einem Arbeitsgang das gesamte Karotissystem sowohl extra- wie auch intrakraniell evaluiert wird.

Es kann eine Beurteilung der Plaquemorphologie stattfinden und es erfolgt auch eine dynamische Darstellung der Zirkulation.

Der Nachteil besteht darin, dass es sich um eine invasive Methode mit relativ hohen Kosten handelt. Das Risiko an Nebenwirkungen im Sinne von geringen neurologischen Komplikationen liegt bei 4 % und von schweren neurologischen Komplikationen oder Tod im Schnitt bei 1 % [11].

Zusätzlich scheint sich die Anzahl der Projektionen (2–3) nachteilig auszuwirken, da es hier zu einer Unterschätzung des Stenosegrades kommen kann, insbesondere bei Stenosen, die eine asymmetrische Plaquebildung aufweisen (Abb. 5, 6).

Eine Rotationsangiographie mit 16–32 Projektionen würde das Problem beheben, in der Routine wird dieses Verfahren jedoch nur selten eingesetzt, da eine deutlich höhere Kontrastmittelmenge zur Darstellung notwendig ist.

■ MR-Angiographie

Die Magnetresonanztangiographie (MRA) wird sehr häufig benützt, um den extra- und intrakraniellen Karotisverlauf zu beurteilen.

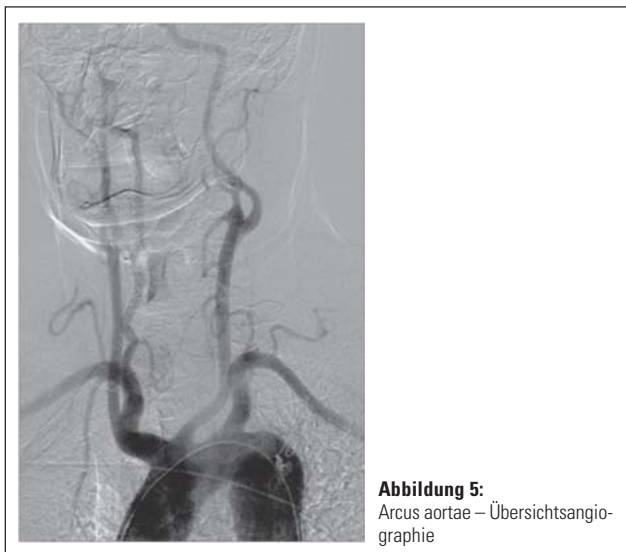


Abbildung 5:
Arcus aortae – Übersichtsangiographie

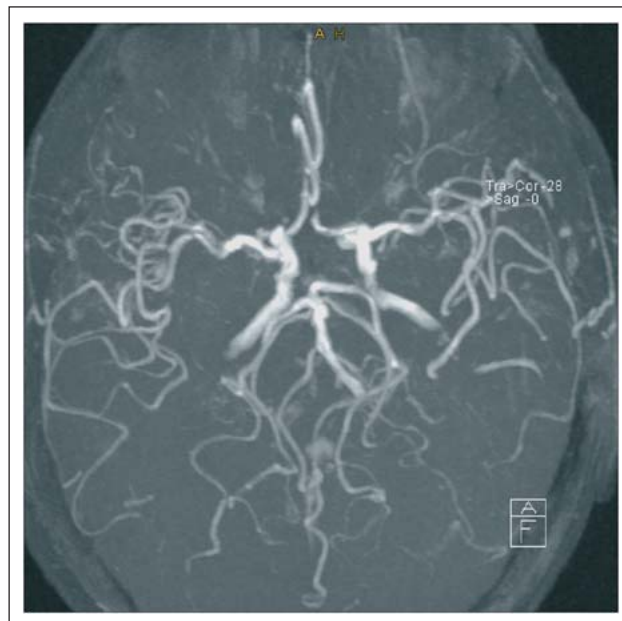


Abbildung 7: 3D-TOF-MRA

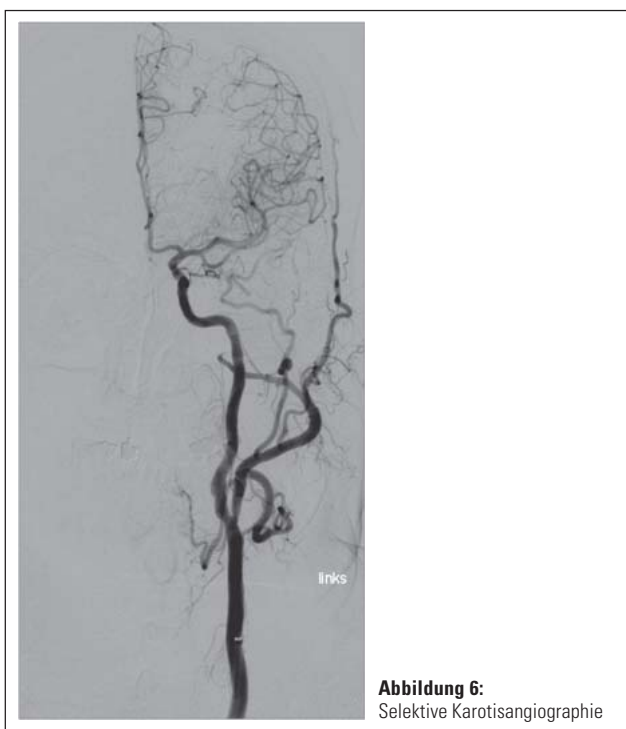


Abbildung 6:
Selektive Karotisangiographie



Abbildung 8:
CE MRA gesamter Karotisverlauf

Die Untersuchung wird entweder als 3D-TOF- („time of flight“-) MRA oder als kontrastmittelverstärkte („contrast-enhanced“, CE) MRA durchgeführt.

Die MRA erzeugt gut reproduzierbare 3-dimensionale Bilder von der Karotisbifurkation mit einer guten Sensitivität für die Detektion von höhergradigen Karotisstenosen.

Es werden je nach Literatur Sensitivitäten für die CE-MRA von 93 oder 94 % beschrieben bei einer Spezifität zwischen 81 und 93 % [8, 12–15].

Zur Stenosequantifizierung sollte man eher die NASCET-Methode bevorzugen, da das durchflossene Lumen in erster Linie auf den MIP- („maximum intensity projection“-) Rekonstruktionen gut dargestellt wird.

Der Vorteil der Methode liegt darin, dass sie weniger untersucherabhängig ist, es kann das gesamte Karotisgebiet evaluiert werden und es sind sehr viele Projektionsmöglichkeiten durchführbar. Das Cerebrum kann in einem Untersuchungsgang mit untersucht werden und es ergibt sich keine Strahlenbelastung für den Patienten (Abb. 7, 8).

Als Nachteil ist anzusehen, dass die Methode eher zur Überschätzung neigt, sie ist teurer und zeitaufwendiger als der Karotisduplex.

Wenige Patienten sind aufgrund einer Klaustrophobie nicht untersuchbar. Ebenso gilt das MR für Schrittmacherpatienten als kontraindiziert. Für magnetische Implantate gibt es mittlerweile Datenbanken, ob sie MR-tauglich sind oder nicht. In letzter Zeit ist auch die KM-Gabe in der Literatur



Abbildung 9: 3D-CTA-Übersicht. Nachdruck mit Genehmigung von Vital Images Germany GmbH.

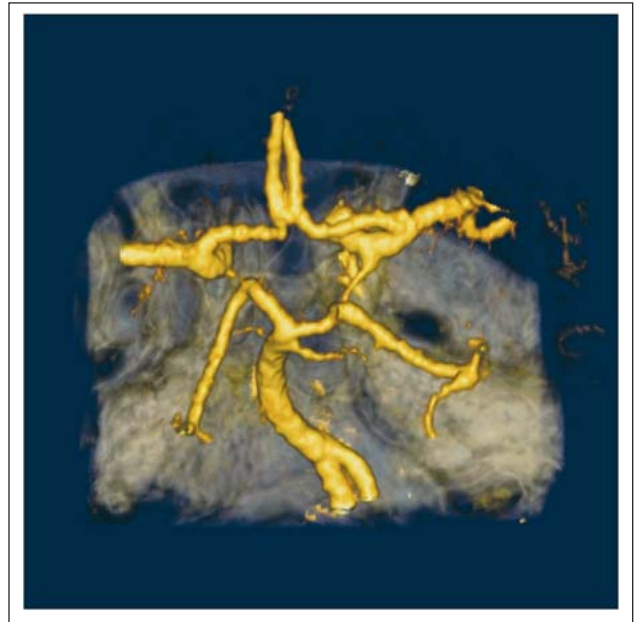


Abbildung 11: 3D-Circulus arteriosus

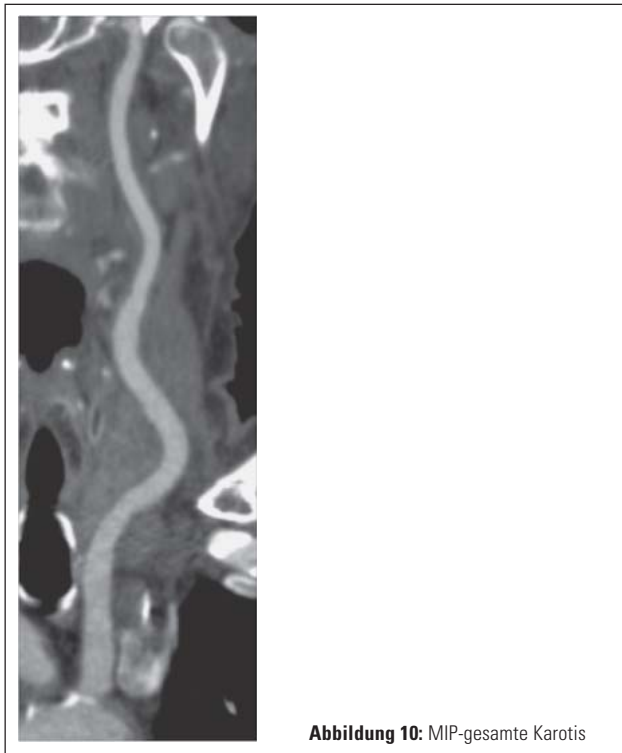


Abbildung 10: MIP-gesamte Karotis

etwas umstritten, wobei man die diesbezüglich gefährdeten Patienten (GFR < 30) schon im Vorhinein von der Untersuchung ausschließen kann.

■ CT-Angiographie

Die Gefäßdarstellung mittels CT hat mit der rasanten Entwicklung der Multislice-Technik eine neue Dimension erfahren. Dadurch kann eine genaue anatomische Darstellung des Lumens der A. carotis erreicht werden – bei gleichzeitig guter Darstellung der umgebenden Weichteile und der knöchernen Strukturen.

Die Methode ist bei hoher Ortsauflösung auch gut geeignet, um nur mehr sehr kleine Restlumendiameter darzustellen. Die Untersuchung wird standardmäßig mit intravenöser KM-Gabe durchgeführt. Die Sensitivitäten liegen zwischen 77 und 97 % bei einer Spezifität von 95–99 % [8, 16–18]. Die CTA ist wenig untersucherabhängig, es kann das gesamte Karotisgebiet evaluiert werden. Wie in der MRA sind viele Projektionsmöglichkeiten vorhanden. In einem Untersuchungsgang kann auch das Hirnparenchym mituntersucht werden. Die Bestimmung der Kalzifizierung gelingt sehr gut, die Plaquemorphologie kann bei hoher Ortsauflösung gut dargestellt werden (Unterscheidung verkalkter und nicht verkalkter Plaque). Als weiterer Vorteil ist die sehr kurze Untersuchungszeit (maximal 15 Sekunden) anzuführen (Abb. 9–11).

Nachteilig ist, dass diese Methode teurer ist als die Duplexsonographie und auch zeitaufwendiger, wobei dieser Punkt in der täglichen Routine zu hinterfragen ist. Die Untersuchung stellt eine gewisse Strahlenbelastung für den Patienten dar und eine KM-Applikation ist unbedingt erforderlich.

■ Wahl der Untersuchungsmodalität

Obwohl die konventionelle Karotisangiographie den Goldstandard für die Evaluierung der A. carotis interna-Stenose darstellt, haben sich die nicht-invasiven Methoden mittlerweile in der Routinediagnostik etabliert.

In der Literatur gibt es nur eine Studie, die den CDUS, die CEMRA und die CTA direkt miteinander vergleicht. In dieser Multicenter-Studie (CARMEDAS [19]) wurden an 150 Patienten alle 3 diagnostischen Tests durchgeführt.

Auffallend ist, dass die Stenosequantifizierung nicht ganz einheitlich erfolgte. Die Duplexsonographie wurde mittels „peak systolic velocity“ gemessen, wobei eine höhergradige Stenose eine Flussgeschwindigkeit > 230 cm/sek. aufweisen musste. Die Stenosequantifizierung in der CEMRA erfolgte mittels

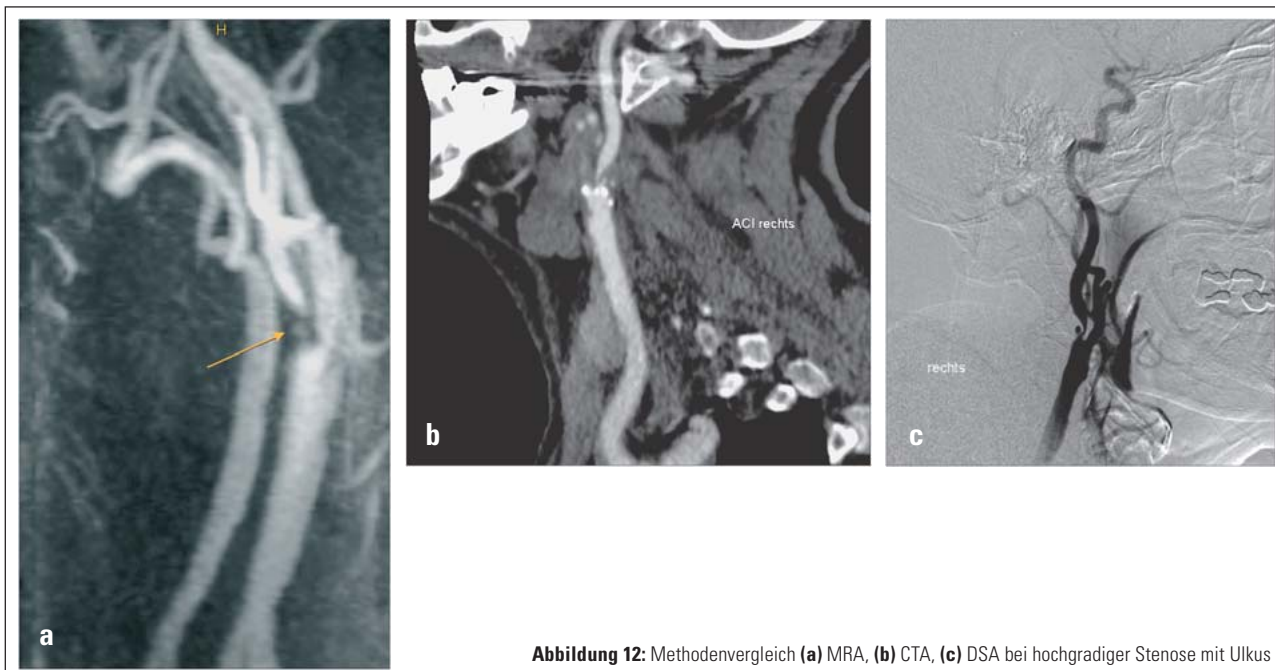


Abbildung 12: Methodenvergleich (a) MRA, (b) CTA, (c) DSA bei hochgradiger Stenose mit Ulkus



Abbildung 13: Bestimmung des Verkalkungsgrades

MIP-Rekonstruktionen. Die Stenosebestimmung in der CTA erfolgte mittels axialen Schichten, MIP-Rekonstruktionen, MPR und 3D-„volume rendering“. Hinzuzufügen ist, dass zum Zeitpunkt der Studie in den verschiedenen Zentren drei 4-Zeilen-Geräte und ein 1-Zeilen-Gerät zur Verfügung standen. Die Beurteilung erfolgte nach den NASCET-Kriterien.

Als Ergebnis wurde herausgefunden, dass kein signifikanter Unterschied zwischen einer Kombination aus CDUS-CEMRA oder CDUS-CTA bestand. In der symptomatischen Gruppe war die Konkordanz von einer Kombination aus Ultraschall und MRA etwas höher, aber nicht signifikant unterschiedlich.

Eine weitere Studie vergleicht MRA und CTA sowie die Rekonstruktionsalgorithmen für beide Methoden. Es wurde festgestellt, dass sich zwischen der CTA und der TOF-MRA mit

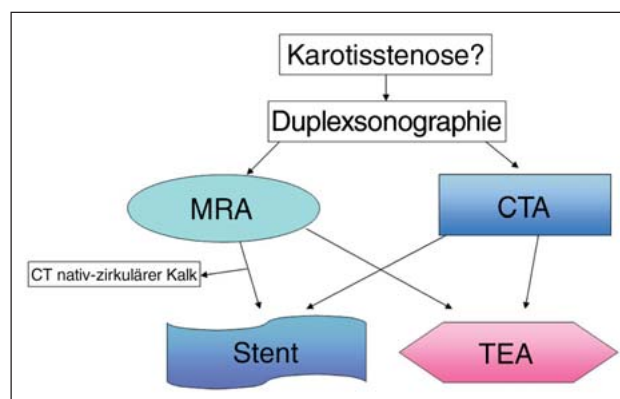


Abbildung 14: Routinealgorithmus im KHE

multiplanaren Rekonstruktionen die höchste Übereinstimmung in der Stenosegradbestimmung ergab [20] (Abb. 12).

■ Routineabklärung im Krankenhaus (KH) der Elisabethinen Linz

Neben der klinischen Untersuchung durch einen neurologischen Facharzt erfolgt die primäre Abklärung der Karotisstenose mittels Duplexsonographie. Stellt sich eine signifikante Karotisstenose heraus, wird als weitere Untersuchungsmodalität entweder eine MRA oder CTA durchgeführt. In unserem präinterventionellen Setting ist bei Vorliegen einer MRA auch ein Karotis-CT nativ gefordert, da eine Bestimmung der Kalkmasse durchgeführt werden sollte (Abb. 13).

Liegt eine zirkuläre Kalkanordnung vor, ist dies als Kontraindikation für einen interventionellen Approach anzusehen (Abb. 14).

Die Beurteilung bzw. die Stenosequantifizierung erfolgt nach NASCET-Kriterien. Gemeinsam mit den gefäßchirurgischen

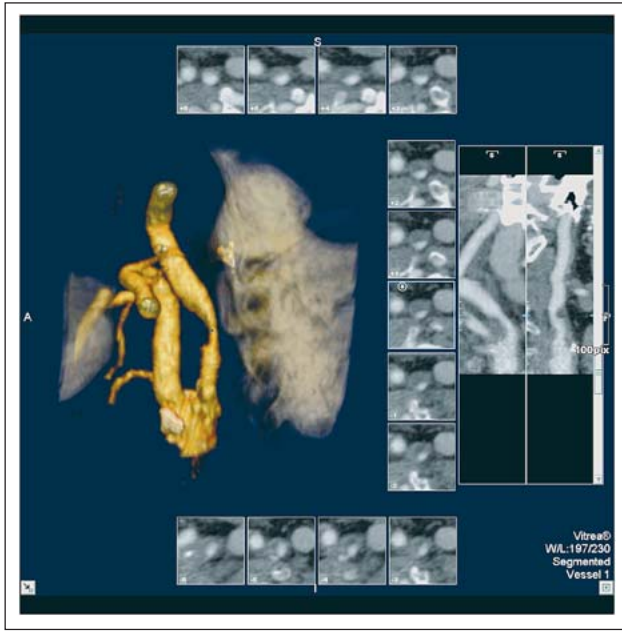


Abbildung 15: Karotisstenose mit nicht-verkalktem Plaque. Nachdruck mit Genehmigung von Vital Images Germany GmbH.



Abbildung 17: Selektive Angiographiedarstellung



Abbildung 16: MIP-Rekonstruktion. Nachdruck mit Genehmigung von Vital Images Germany GmbH.

Kollegen wird dann entschieden, ob eine TEA oder eine Karotisangioplastie mit Stentimplantation erfolgen soll. Der interventionelle Radiologe führt in Kenntnis der Anatomie, insbesondere der Abgangsverhältnisse aus dem Arcus aortae, nur mehr eine selektive Angiographie der zu behandelnden Seite durch, bei Befundkorrelation mit den Vortests wird unmittelbar im Anschluss der Stent implantiert. Bei fast allen Eingriffen wird ein Filtersystem verwendet. Auf diese Weise wurden bisher über 500 Karotisstentimplantationen durchgeführt (siehe Fallbeispiele in den Abbildungen 15–18).

■ Zusammenfassung

Zur Primärdiagnostik der Quantifizierung der Karotisstenose wird sowohl in der Literatur als auch bei uns im Krankenhaus

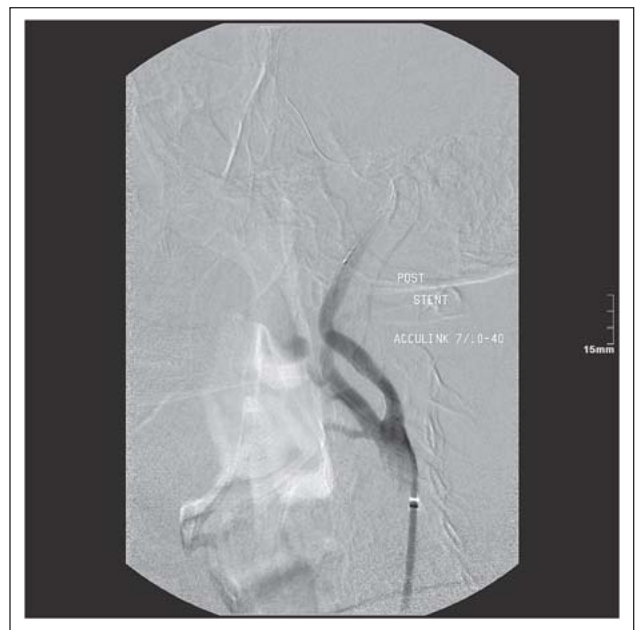


Abbildung 18: Nach erfolgreicher Stentimplantation

die Duplexsonographie durchgeführt. Ergibt sich ein Stenosegrad $< 50\%$, wird der Patient weiterhin mittels Sonographie kontrolliert, um eine eventuelle Progression festzustellen.

Wird eine Karotisstenose mit mehr als 50% gefunden, erfolgt eine weitere Abklärung mittels MRA oder CTA, wobei sich diese beiden Methoden in der Literatur etwa das Gleichgewicht halten, im Studiensetting wird sicher öfters die MRA durchgeführt.

Die konventionelle Angiographie wird nur noch selten als primäre Diagnostik bei einer suspekten Karotisstenose durchgeführt. Obwohl die DSA den Goldstandard darstellt, wurde sie in der Stenosedagnostik weitgehend durch die nicht-invasiven Methoden ersetzt.

■ Relevanz für die Praxis

1. Darstellung verschiedener Verfahren in der präinterventionellen Karotisdagnostik.
2. Differenzierung in symptomatische und asymptomatische Patienten.
3. Verwendung einer einheitlichen Methode in der Stenosegradbestimmung.
4. Vorstellung eines Algorithmus im klinischen Alltag.
5. Nicht-invasive Methoden haben die diagnostische Angiographie in der präinterventionellen Diagnostik abgelöst.

Literatur:

1. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Steering Committee. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. Methods, patient characteristics and progress. *Stroke* 1991; 22: 711–20.
2. MRC European Carotid Surgery Trial: interim results for symptomatic patients with severe (70–99 %) or with mild (0–29 %) carotid stenosis. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. *Lancet* 1991; 337: 1235–43.
3. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. *JAMA* 1995; 273: 1421–8.
4. Halliday A, Mansfield A, Marro J, Peto C, Peto R, Potter J, Thomas D; MRC Asymptomatic Carotid Surgery Trial (ACST) Collaborative Group. Prevention of disabling and fatal strokes by successful carotid endarterectomy in patients without neurological symptoms: randomised controlled trial. *Lancet* 2004; 363: 1491–502.
5. SPACE Collaborative Group, Ringleb PA, Allenberg J, Brückmann H, Eckstein HH, Fraedrich G, Hartmann M, Hennerici M, Jansen O, Klein G, Kunze A, Marx P, Niederkorn K, Schmiedt W, Solymosi L, Stingele R, Zeumer H, Hacke W. 30 day results from the SPACE trial of stent-protected angioplasty versus carotid endarterectomy in symptomatic patients: a randomised non-inferiority trial. *Lancet* 2006; 368: 1239–47.
6. Mas JL, Chatellier G, Beyssen B, Branchereau A, Moulin T, Becquemin JP, Larrue V, Lièvre M, Leys D, Bonneville JF, Watelet J, Pruvo JP, Albuquer JF, Viguier A, Piquet P, Garnier P, Viader F, Touzé E, Giroud M, Hosseini H, Pillet JC, Favrole P, Neau JP, Ducrocq X; EVA-3S Investigators. Endarterectomy versus stenting in patients with symptomatic severe carotid stenosis. *N Engl J Med* 2006; 355: 1660–71.
7. Rothwell PM, Eliasziw M, Gutnikov SA, Fox AJ, Taylor DW, Mayberg MR, Warlow CP, Barnett HJ; Carotid Endarterectomy Trialists' Collaboration. Analysis of pooled data from the randomised controlled trials of endarterectomy for symptomatic carotid stenosis. *Lancet* 2003; 361: 107–16.
8. Wardlaw JM, Chappell FM, Best JJ, Wartolowska K, Berry E; NHS Research and Development Health Technology Assessment Carotid Stenosis Imaging Group. Non-invasive imaging compared with intra-arterial angiography in the diagnosis of symptomatic carotid stenosis: a meta-analysis. *Lancet* 2006; 367: 1503–12.
9. Criswell BK, Langsfeld M, Tullis MJ, Marek J. Evaluating institutional variability of duplex scanning in the detection of carotid artery stenosis. *Am J Surg* 1998; 176: 591–7.
10. Johnston DC, Goldstein LB. Clinical carotid endarterectomy decision making: Non-invasive vascular imaging versus angiography. *Neurology* 2001; 56: 1009–15.
11. Hankey GJ, Warlow CP, Sellar RJ. Cerebral angiographic risk in mild cerebrovascular disease. *Stroke* 1990; 21: 209–22.
12. Nederkoorn PJ, van der Graaf Y, Hunink MG. Duplex ultrasound and magnetic resonance angiography compared with digital subtraction angiography in carotid artery stenosis: a systematic review. *Stroke* 2003; 34: 1324–32.
13. Nederkoorn PJ, Elgersma OE, Mali WP, Eikelboom BC, Kappelle LJ, van der Graaf Y. Overestimation of carotid artery stenosis with magnetic resonance angiography compared with digital subtraction angiography. *J Vasc Surg* 2002; 36: 806–13.
14. Anzalone N, Scmazzone F, Castellano R, Strada L, Righi C, Politi LS, Kirchin MA, Chiesa R, Scotti G. Carotid artery stenosis: intraindividual correlations of 3D time-of-flight MR angiography, contrast-enhanced MR angiography, conventional DSA, and rotational angiography for detection and grading. *Radiology* 2005; 236: 204–13.
15. U-King-Im JM, Trivedi RA, Cross JJ, Higgins NJ, Hollingworth W, Graves M, Joubert I, Kirkpatrick PJ, Antoun NM, Gillard JH. Measuring carotid stenosis on contrast-enhanced magnetic resonance angiography: diagnostic performance and reproducibility of 3 different methods. *Stroke* 2004; 35: 2083–8.
16. Corti R, Ferrari C, Roberti M, Alerci M, Pedrazzi PL, Gallino A. Spiral computed tomography: A novel diagnostic approach for investigation of the extracranial cerebral arteries and its complementary role in duplex ultrasonography. *Circulation* 1998; 98: 984–9.
17. Koelemay MJ, Nederkoorn PJ, Reitsma JB, Majoie CB. Systematic review of computed tomographic angiography for assessment of carotid artery disease. *Stroke* 2004; 35: 2306–12.
18. Chen CJ, Lee TH, Tseng YC, Lin SK, Wang LJ, Wong YC. Multi-Slice CT angiography in diagnosing total versus near occlusions of the internal carotid artery: comparison with catheter angiography. *Stroke* 2004; 35: 83–5.
19. Nonent M, Serfaty JM, Nighoghossian N, Rouhart F, Derex L, Rotaru C, Chirossel P, Guias B, Heautot JF, Gouny P, Langella B, Buthion V, Jars I, Pachai C, Veyret C, Gauvrit JY, Lamure M, Douek PC; CARMEDAS Study Group. Concordance rate differences of 3 noninvasive imaging techniques to measure carotid stenosis in clinical routine practice: results of the CARMEDAS multicenter study. *Stroke* 2004; 35: 682–6.
20. Lell M, Fellner C, Baum U, Hothorn T, Steiner R, Lang W, Bautz W, Fellner FA. Evaluation of carotid artery stenosis with multi-section CT and MR imaging: influence of imaging modality and postprocessing. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007; 28: 104–10.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

[Medizintechnik-Produkte](#)



Neues CRTD Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)