

Radiologie up2date

4 · 2018

Neuroradiologie 8

Mechanische Rekanalisation beim akuten Schlaganfall

Joachim Berkefeld

VNR: 2760512018154652663
DOI: 10.1055/a-0657-7035
Radiologie up2date 2018; 18 (4): 319–336
ISSN 1616-0681
© 2018 Georg Thieme Verlag KG

Unter dieser Rubrik sind bereits erschienen:

Bildgebung zerebraler Sinus- und Venenthrombosen P. Ditter, C. Marx, E. Hattingen Heft 1/2018

Schädel-Hirn-Trauma R. Clauberg, E. Hattingen Heft 3/2017

Normaldruckhydrozephalus U. Kehler, E. Hattingen Heft 2/2017

Zerebrale Mikroblutungen: Bildgebung, Ursachen und Differenzialdiagnosen J. Linn Heft 4/2016

Tumoren des Kleinhirnbrückenwinkels M. Schulze, K. Reimann, M. Tatagiba, S. Bisdas Heft 4/2016

Differenzialdiagnostik der Myelitis S. Langner Heft 3/2016

Interventionelle Behandlung von Karotisstenosen – Indikationen und Versorgungsrealität nach der S3-Leitlinie J. Berkefeld, M. Wagner, R. du Mesnil Heft 4/2015

Dissektionen der zervikalen hirnversorgenden Gefäße U. Jensen-Kondering Heft 4/2015

Sensitivität und Spezifität bildgebender Verfahren für den Nachweis intrakranieller Aneurysmen A. Ringelstein, M. Forsting Heft 3/2015

Prionenerkrankungen des Gehirns K. Lutz, H. Urbach Heft 3/2015

Stellenwert der CT-Perfusion für die Therapie des Schlaganfalls B. Eckert, J. Röther, J. Fiehler, G. Thomalla Heft 2/2015

Der Hippokampus H. Urbach, A. Keuler Heft 1/2015

MRT bei neuromuskulären Erkrankungen A. Fischmann, D. Fischer Heft 1/2014

Mechanische Thrombektomie beim thrombolysierten Mediaverschluss F. Dorn, T. Liebig Heft 4/2013

Antikoagulanzen – Grundlage, Wirkungsweise S. Langner Heft 3/2013

Lappen – Furchen – Windungen: die Oberflächenanatomie G. Fesl Heft 4/2012

MR-Neurografie – Bildgebung des peripheren Nervensystems P. Eppenberger, A. Chhabra, G. Andreisek Heft 4/2012

RANO-Kriterien bei höhergradigen hirneigenen Tumoren A. Radbruch, M. Bendszus Heft 3/2012

Neurosarkoidose A. Rohr Heft 4/2011

Kopfschmerzen – mehr als nur Sinusitis M. Knauth Heft 3/2011

Kranielle CT-Perfusion: beim Schlaganfall und über den Schlaganfall hinaus C. Riedel Heft 2/2011

Zerebrale Mikroangiopathien J. Linn Heft 1/2011

Radiologische Diagnostik des Ohrgeräuschs und therapeutische Optionen I. Wanke, M. Forsting Heft 1/2010

Karotisangioplastie J. Fiehler Heft 3/2009

Hirntumoren beim Kind I. Harting, A. Seitz Heft 2/2009

Diagnostik des hypophysären Mikroadenoms T. Engelhorn, A. Dörfler Heft 4/2008

Spektroskopie bei Hirntumoren P. Raab, U. Pilatus, H. Lanfermann Heft 3/2008

Pseudotumor cerebri A. Rohr Heft 2/2008

Fetale Magnetresonanztomografie des Gehirns T. Huisman Heft 1/2008

Neurokutane Erkrankungen T. Niederstadt, G. Kurlemann Heft 3/2007

Der Hippokampus H. Urbach Heft 4/2006

Infektiöse Hirnerkrankungen: Bildgebung und differenzialdiagnostische Aspekte S. Hähnel, B. Storch-Hagenlocher, A. Seitz Heft 3/2006

ALLES ONLINE LESEN



Mit der eRef lesen Sie Ihre Zeitschrift: online wie offline, am PC und mobil, alle bereits erschienenen Artikel. Für Abonnenten kostenlos! <https://eref.thieme.de/radio-u2d>

JETZT FREISCHALTEN



Sie haben Ihre Zeitschrift noch nicht freigeschaltet? Ein Klick genügt: www.thieme.de/eref-registrierung

Mechanische Rekanalisation beim akuten Schlaganfall

Joachim Berkefeld



Kardiale Embolien mit Verschlüssen hirnversorgender Arterien gelten als Hauptursache des ischämischen Schlaganfalls. Die kathetergestützte Rekanalisation dieser Verschlüsse ist eine evidenzbasierte Therapie, deren Indikationen, Möglichkeiten und Grenzen in diesem Beitrag dargestellt werden sollen.

ABKÜRZUNGEN

Scores

ASPECTS	Alberta Stroke Program Early CT Score
MRS	Modified Rankin Scale
NIHSS	National Institute of Health Stroke Scale
TICI	Thrombolysis in Cerebral Infarction

Perfusionsparameter

MTT	Mean Transit Time
TTP	Time to Peak
rCBF	Regional Cerebral Blood Flow
rCBV	Regional Cerebral Blood Volume

Bezeichnung von Gefäßabschnitten

M1	Mediahauptstamm
M2	Mediaast 2. Ordnung ab der Bifurkation
P1	Hauptstamm der A. cerebri posterior

Einleitung

Die kathetergestützte Rekanalisation von embolisch bedingten Verschlüssen großer hirnversorgender Arterien bei Patienten mit akutem Schlaganfall ist eine durch die Ergebnisse randomisierter Studien gesicherte evidenzbasierte Therapie. In Deutschland wird sie überwiegend von Neuroradiologen und Radiologen durchgeführt. Es ist das Ziel dieser Arbeit, Radiologen über die Möglichkeiten und Grenzen der interventionellen Behandlung anhand der gegenwärtigen Studienlage zu informieren. Dabei soll die Indikationsstellung, für die die bildgebende Diagnostik mit CT oder MRT unerlässlich ist, besondere Berücksichtigung finden. Die Beschreibung des gut standardisierbaren interventionellen Vorgehens soll dazu beitragen, das Interesse für eine Beteiligung an der interventionellen Versorgung zu wecken, um die flächendeckende Versorgung der Bevölkerung weiter zu verbessern.

Klinische Grundlagen

Deutschlandweit treten pro Jahr bis zu 260 000 Schlaganfälle auf. Der Schlaganfall zählt zu den häufigsten Todesursachen und ist eine führende Ursache für Behinderung. Man unterscheidet den ischämischen Schlaganfall von intrazerebralen Blutungen (die über 10% der Fälle ausmachen und hier ausgeklammert werden sollen) [1].

Ursachen

Kardiale Embolien mit Verschlüssen hirnversorgender Arterien gelten als Hauptursache des ischämischen Schlaganfalls. Daneben kann es zu arterioarteriellen Embolien aus Stenosen der hirnversorgenden Arterien, die den intrakraniellen Arterien vorgeschaltet sind, kommen. Selten sind dagegen hämodynamisch bedingte, durch eine Minderperfusion bei Stenosen oder Verschlüssen und unzureichender Kollateralversorgung hervorgerufene Ischämien und durch intrakranielle Stenosen entstehende Schlaganfälle.

Bei Patienten mit sehr umschriebenen neurologischen Ausfällen muss auch an eine Ischämie auf dem Boden einer zerebralen Mikroangiopathie gedacht werden, bei der es durch Verschlüsse kleiner Endäste zu lakunären Infarkten kommt.

Symptomatik und Einteilung

Schlaganfälle mit anhaltenden neurologischen Defiziten und auch bildgebend nachgewiesenen Hirninfarkten werden von transitorischen Ischämien unterschieden, bei denen sich die Ausfälle rasch und vollständig zurückbilden.

Typische Symptome eines Schlaganfalls sind plötzlich auftretende halbseitige Lähmungen, Sensibilitätsstörungen oder Sprachstörungen. Wenn der hintere Hirnkreislauf betroffen ist, können auch Sehstörungen mit Gesichtsfeldausfällen oder Doppelbildern, Sprech- und Schluckstörungen sowie Schwindel und eine Ataxie auf-

treten. Auch zunehmende oder unklare Bewusstseinsstörungen können Hinweise auf eine Basilaristhrombose sein. Bewusstseinsstörungen kommen auch bei schwer betroffenen Patienten mit Gefäßverschlüssen im vorderen Hirnkreislauf vor.

Neurologen schätzen den Schweregrad eines Schlaganfalls nach der NIH-Stroke-Skala (NIHSS) ein, die maximal 42 Punkte umfasst. Bis zu einem NIHSS von 5 sind die Patienten nur leicht betroffen, darüber sind mäßige oder schwere Behinderungen vorhanden.

Therapeutische Aspekte

Schlaganfallpatienten werden in Deutschland in einem dichten, flächendeckenden Netz aus über 300 größtenteils neurologisch geführten Stroke-Units versorgt, die die medikamentöse Thrombolyse mit rtPA und weitere für Schlaganfallpatienten optimierte Therapiemaßnahmen einschließlich Einleitung einer Frührehabilitation vorhalten.

Für den typischen Schlaganfallpatienten mit embolisch bedingtem intrakraniellen Gefäßverschluss war die intravenöse Thrombolyse für lange Zeit die einzige evidenzbasierte Behandlung zur Gefäßrekanalisation, die eine wesentliche Voraussetzung für ein gutes klinisches Behandlungsergebnis darstellte. Die systemische Thrombolyse unterliegt jedoch zahlreichen Einschränkungen: So ist ein Nutzen nur innerhalb der ersten 4½ Stunden nach Symptombeginn nachweisbar [2] und es gibt zahlreiche Kontraindikationen, wie z.B. eine Antikoagulation oder kurz zurückliegende Operationen. Zudem hat man festgestellt, dass die Lyse insbesondere bei den klinisch schwer betroffenen Schlaganfallpatienten mit Verschlüssen der großen Hauptstämme der zerebralen Arterien nur eine eingeschränkte Wirkung hat. Bei großer Thrombuslast geht die Wahrscheinlichkeit einer durch Lysebehandlung erzielten Rekanalisation deutlich zurück [3].

Merke

Klinisch schwer betroffene Patienten mit embolischen Verschlüssen großer zerebraler Arterien profitieren nicht optimal von einer intravenösen Lyse und sind Kandidaten für eine Thrombektomie.

Entwicklung der interventionellen Schlaganfallbehandlung

Für die letztgenannte Patientengruppe der klinisch schwer betroffenen Patienten mit einem embolischen Verschluss großer zerebraler Arterien wie der intrakraniellen A. carotis interna, des Karotis-T, des Mediahauptstamms (M1), eines dominanten Mediaasts 2. Ordnung (M2) oder der A. basilaris wurden als Alternative zur alleinigen intravenösen Lyse intraarterielle kathetergestützte Rekanalisationsverfahren entwickelt.

Mikrokatheter zur Applikation von Fibrinolytika

Dies begann mit der intraarteriellen Gabe von Fibrinolytika, die direkt über einen Mikrokatheter am Thrombus appliziert wurden. Obwohl Erfolge in Fallserien beschrieben wurden und in der randomisierten Proact-II-Studie signifikante Vorteile gegenüber einer Placebobehandlung nachweisbar waren [4], konnte sich das Verfahren angesichts begrenzter Rekanalisationsraten mit dem Risiko, Thrombusmaterial in periphere Äste zu verschleppen, nicht breit durchsetzen.

Mechanische Rekanalisation

Mechanische Rekanalisationsverfahren wurden mit dem Ziel entwickelt, die Emboli möglichst rasch und vollständig zu entfernen. Zu den Materialien der ersten Generation gehören der korkenzieherartige Merci-Retriever zur Thrombusextraktion und das Penumbra-System zur Thrombusaspiration mit einer Vakuumpumpe. Die Spitze der nach heutigen Maßstäben noch relativ kleinelumigen Aspirationskatheter wurde dabei durch Hin- und Herbewegen eines speziellen Mikrodrahtes freigehalten, der gleichzeitig den Thrombus fragmentieren sollte. Trotz Rekanalisationsraten um 50% blieb die Rate an guten klinischen Behandlungsergebnissen hinter den Erwartungen zurück. Noch 2013 gelang es in 3 groß angelegten randomisierten Studien nicht, die klinische Vorteile der mechanischen Rekanalisation im Vergleich zur alleinigen i. v. Lyse zu beweisen [5–7]. Neben der mangelnden Effizienz der Thrombektomieverfahren waren lange Zeitintervalle zwischen Symptombeginn, bildgebender Diagnostik, Leistenpunktion und Rekanalisation ein entscheidender Faktor für den Misserfolg der interventionellen Behandlung. Eine ungenügende klinische und bildgebende Patientenselektion trugen ebenso zum Scheitern der Studien bei.

Stent-Retriever

Zwischenzeitlich bahnte sich jedoch ein technischer Durchbruch an: Es wurde zufällig entdeckt, dass sich Thromben durch Zurückziehen eines über dem Embolus entfalteten, an einem Trägerdraht befestigten, elektrolytisch ablösbaren Mikrostant (Solitaire, Medtronic, Minneapolis, Minnesota, USA) entfernen lassen [8]. Der eigentlich für das stentassistierte Coiling intrakranieller Aneurysmen vorgesehene, repositionierbare Stent setzte sich als Stent-Retriever ohne Ablösestelle am Trägerdraht rasch als Thrombektomie-Device durch. Vergleichsstudien zeigten im Vergleich zum Merci-Retriever signifikant höhere Rekanalisationsraten [9, 10]. Das Design des Nickel-Titan-Maschenwerks wurde von verschiedenen Herstellern variiert; der Solitaire-Stent-Retriever und der ebenfalls in Studien gut erprobte Trevo (Stryker, Kalamazoo, Michigan, USA) setzen bis heute die Maßstäbe für diese Technik. Andere Stent-Retriever sind vermutlich ähnlich effizient, ohne dass dies mit hohem Evidenzniveau belegt wäre. Die Wirkungsweise ist

bei allen Devices ähnlich: Nach Freisetzung des Stents über dem Thrombus drücken die Expansionskräfte dessen Streben in die Thrombusoberfläche hinein [11] und das Gerinnsel kann unter Aspiration des Führungskatheters in dessen großlumige Öffnung zurückgezogen werden (► **Abb. 1**).

Ab Ende 2014 zeigte sich in mehreren randomisierten Studien, dass Thrombektomien mit überwiegender Verwendung von Stent-Retrievern einer alleinigen medikamentösen Thrombolyse bezüglich des klinischen Outcomes der Patienten überlegen sind: Patienten, die sich nach dem Schlaganfall selbstständig versorgen konnten (mRS 0–2) waren – gemessen nach der modified Rankin Skala (mRS) – nach Thrombektomie signifikant häufiger als nach alleiniger Lyse [12–16]. Die Rate an guten klinischen Outcomes variierte in den verschiedenen Studien zwischen 33 und 60%. Die anhand der TICI-Skala mit IIb (Reperfusion > 50% des betroffenen Territoriums) und III (vollständige Reperfusion) als erfolgreich bewerteten Rekanalisationen lag zwischen 59 und 88% [17]. Die unterschiedlichen Rekanalisationsraten und klinischen Behandlungsergebnisse sind im Wesentlichen auf unterschiedliche Einschlusskriterien zugunsten erfolgversprechender Fälle zurückzuführen (► **Abb. 2**). Dem „wahren Leben“ am nächsten kommt die niederländische MR-CLEAN-Studie [12], die relativ unselektiert Patienten mit Verschlüssen großer Gefäße in Zeitfenstern von bis zu 6 Stunden nach Symptombeginn eingeschlossen hat und daher etwas „schlechtere“ Ergebnisse aufweist als die Studien mit strengerer bildgebender Patientenselektion zugunsten von Patienten mit kleinen Infarkten und viel rettbarem Hirnparenchym [17].

Merke

Thrombektomien mit überwiegender Verwendung von Stent-Retrievern sind einer alleinigen medikamentösen Thrombolyse bezüglich des klinischen Outcomes der Patienten überlegen.

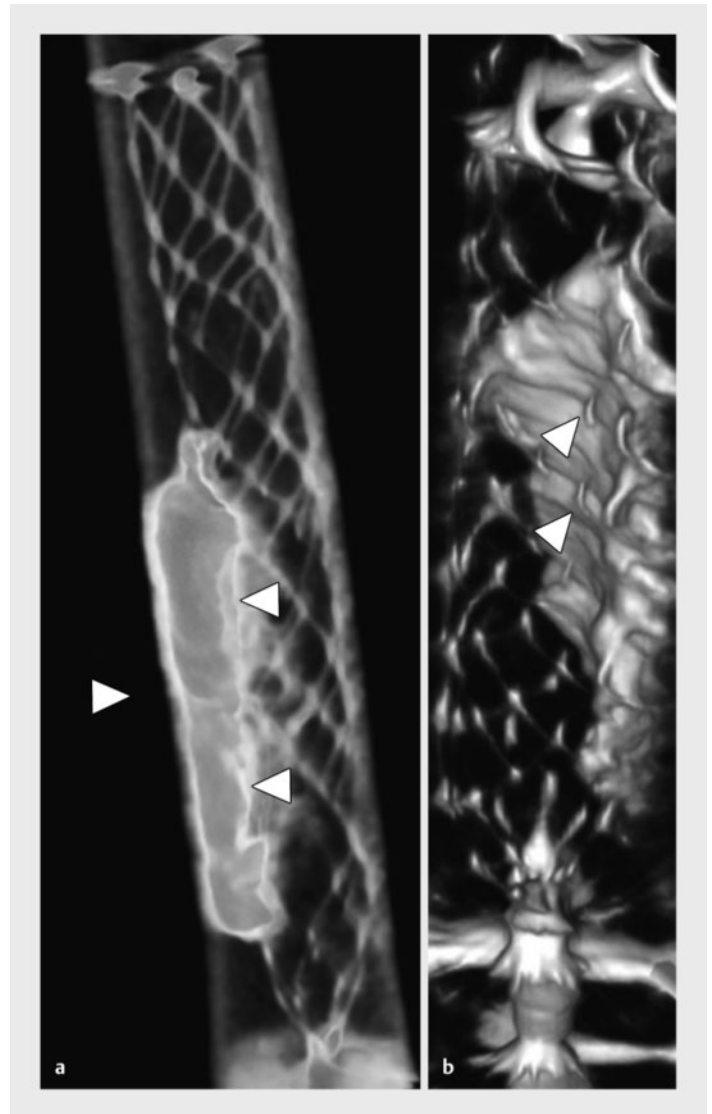
Präinterventionelle Bildgebung

CT

Die Schädel-CT ist das Arbeitspferd der notfallmäßigen Bildgebung bei Patienten mit akutem Schlaganfall. Die CT ist für die zeitkritische, so rasch wie möglich notwendige Diagnostik breit verfügbar und aufgrund der kurzen Untersuchungszeiten auch für weniger kooperative, unruhige Patienten geeignet.

Native CCT

Die native CCT dient zum einen dazu, eine Blutung auszuschließen, was aufgrund der hohen Sensitivität für frisches koaguliertes Blut einfach möglich ist. Patienten ohne Blutungsnachweis sind prinzipiell Kandidaten für eine intravenöse Thrombolyse, die – wenn keine Kontra-



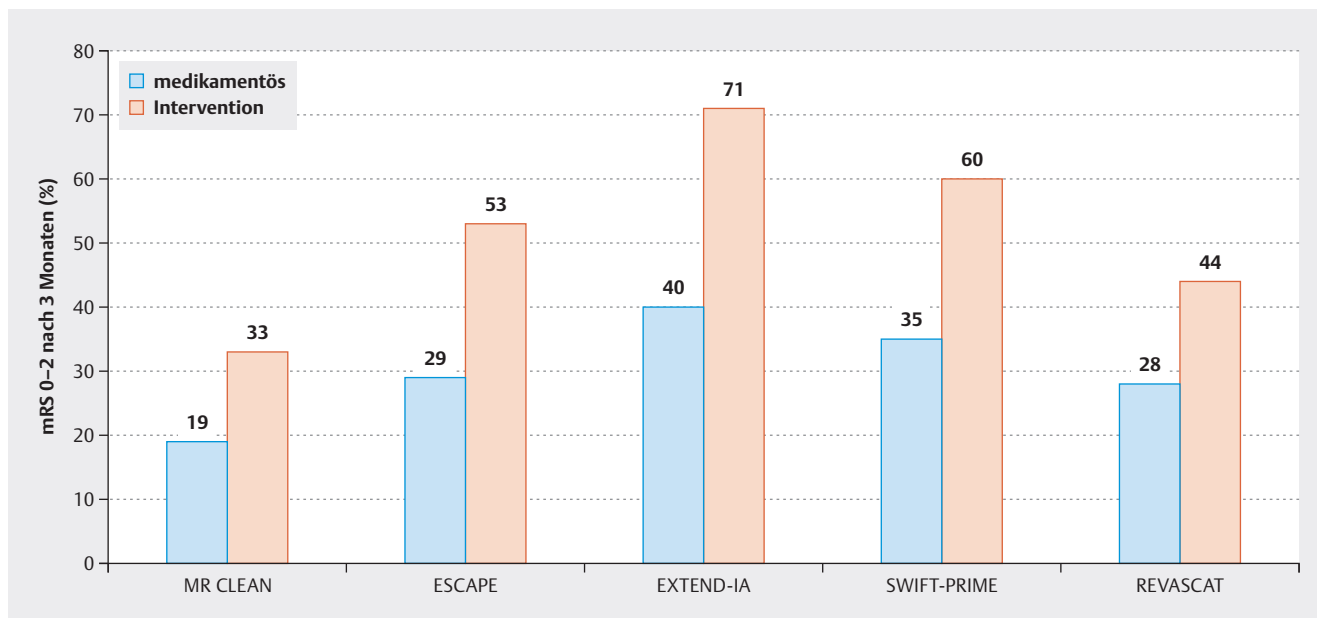
► **Abb. 1** Wirkungsweise eines Stent-Retrievers nach Flachdetektor-CT-Rekonstruktionen mit bariummarkierten künstlichen Thromben am Gefäßmodell.

a Der an einem Draht befestigte Mikrostent wird über dem Thrombus freigesetzt, der zwischen den Maschen des Stent-Retrievers und der Gefäßwand liegt (Pfeilspitzen).

b Ein Längsschnitt durch das Lumen des Stent-Retrievers zeigt Eindehlungen der Thrombusoberfläche durch die Maschen des Stents (kleine Pfeilspitzen), die den Rückhalt beim Rückzug gewährleisten.

indikationen bestehen – unverzüglich nach der Untersuchung begonnen werden sollte.

Die native CCT liefert in vielen Fällen auch bereits eine Gefäßinformation: Frische Thromben sind häufig als hyperdense Formation in den Arterien abgrenzbar, sodass es sich lohnt, genauer hinzusehen und gezielt danach zu suchen. Das gilt vor allem auch für die Mediaäste jenseits der Bifurkation im Bereich der Insel und Fissura Sylvii, wo Astverschlüsse CT-angiografisch oft schwieriger zu sehen



► **Abb. 2** Klinische Behandlungsergebnisse in 5 randomisierten Studien mit Vergleich zwischen i.v. Lyse und i.v. Lyse + Thrombektomie. Angegeben ist jeweils der Anteil schwer betroffener Schlaganfallpatienten, die sich nach 3 Monaten wieder selbstständig versorgen konnten (mRS 0–2).

sind als hyperdense Thromben als sog. „dot-sign“. Dünnschicht-Rekonstruktionen mit Schichtdicken um 1,5 mm erleichtern den Nachweis von Thromben [18].

Bei Verdacht auf einen Hirninfarkt sollten native CCT-Untersuchungen mit normaler Dosis durchgeführt werden, um einen möglichst hohen Weichteilkontrast zu gewährleisten und beginnende Dichteminderungen infolge eines ischämischen Ödems als Infarktfrühzeichen nicht zu übersehen. Niedrigdosis-Protokolle sind wenig geeignet. Die graue Hirnsubstanz der Hirnrinde und der Kerngebiete ist aufgrund ihrer höheren Zelldichte in der CT dichter als die weiße Hirnsubstanz mit ihren Faserbahnen. Beginnende Dichteminderungen als Infarktfrühzeichen zeigen sich in einer verminderten Differenzierbarkeit zwischen Kortex und subkortikalem Marklager oder in einer „Ablassung“ der Basalganglien. Diese nur in seltenen Einzelfällen reversiblen Dichteminderungen gelten als Hinweis auf einen definitiven Infarkt.

Eine alleinige Schwellung mit verstrichener Hirnfurchenzeichnung ohne Dichteminderung gilt nicht als sicheres Infarktfrühzeichen. Zur Einschätzung des Infarktausmaßes wurde der ASPECTS (Alberta Stroke Program Early CT Score) entwickelt [19]. Dabei wird das am häufigsten von Hirninfarkten betroffene Versorgungsgebiet der A. cerebri media in 10 Referenzregionen eingeteilt, deren Intaktheit anhand der CT-Aufnahmen überprüft wird: Caput nuclei caudati, Stammganglien, Capsula interna, Insel und 6 kortikale Territorien. Für jedes dichtegeminderte Areal wird ein Punkt abgezogen. Zum Nachweis geringer Dichteminderungen ist es u.U. sinnvoll, das Fens-

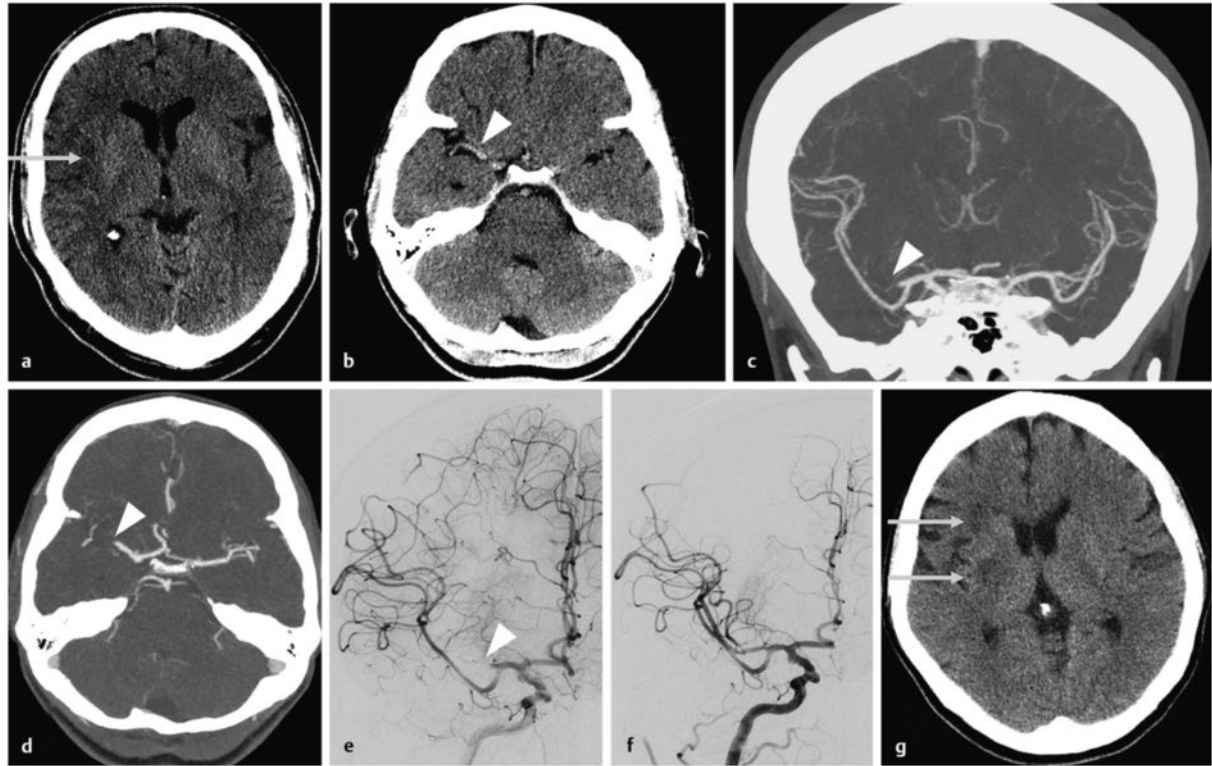
ter enger zu wählen als in der Standardeinstellung mit einer Weite von 80 und einem Center bei 40 HU. Bei hohem ASPECTS zwischen 6 und 10 ist mehr durch eine Rekanalisation rettbares Hirngewebe vorhanden als bei niedrigen Werten. Nach Daten aus der MR-CLEAN-Studie war der Nutzen der Thrombektomie bei ASPECTS von 4 oder geringer nicht mehr signifikant [11]. Nach neueren Analysen können jedoch auch Patienten mit geringerem ASPECTS noch von der Behandlung profitieren [20], was jedoch in weiteren Studien untersucht werden muss.

CT-Angiografie

Bezüglich der Gefäßinformation sollte man sich nicht allein auf die native Thrombusbildgebung verlassen, da nicht alle Emboli hyperdens sind und falsch positive Befunde auch bei verkalkten Plaques oder hohem Hämatokrit vorkommen. Eine CT-Angiografie vom Aortenbogen bis zur vollständigen Abbildung der intrakraniellen Arterien gehört somit zum Standardprogramm bei der diagnostischen Abklärung von schwer betroffenen Schlaganfallpatienten. Auf die Bestimmung von Kreatinin- oder Schilddrüsenwerten kann angesichts der Seltenheit von Komplikationen in der Notfallsituation verzichtet werden. Wichtig ist der zeitgerechte Start des Scans, nachdem das Kontrastmittel ausreichend im Aortenbogen angekommen ist, um eine gute Kontrastierung der Arterien zu erreichen. Die extrakraniellen Abschnitte der supraaortalen Arterien sollten in jedem Fall mit dargestellt werden, um sog. Tandemläsionen (extrakranielle Stenose oder Verschluss mit nachgeschalteter intrakranieller Embolie) nicht zu übersehen und den Zugang für die Thrombektomie zu planen. CT-Angiogramme analysiert

FALLBEISPIEL

Ein Patient mit akutem Schlaganfall wird unter dem Bild eines Rechtshemisphärensyndroms eingeliefert. In der CT-basierten Standarddiagnostik wird ein Thrombus im distalen M1-Segment nachgewiesen (► **Abb. 3**). Durch die Thrombektomie kann der größte Teil des Mediaversorgungsgebiets erhalten werden. Klinisch bilden sich die Symptome vollständig zurück.



- **Abb. 3** CT-basierte Standarddiagnostik eines Schlaganfallpatienten mit Rechtshemisphärensyndrom. Der größte Teil des Mediaversorgungsgebiets konnte erhalten werden. Klinisch bildeten sich die Symptome vollständig zurück.
- a Native Schädel-CT mit Infarktfrühzeichen mit Dichteminderung im Bereich der rechten Inselrinde (Pfeil) entsprechend einem ASPECTS von 9.
- b Darstellung eines hyperdensen Thrombus im distalen M1-Segment (Pfeilspitze).
- c CT-angiografischer Nachweis eines Füllungsabbruchs des rechten Mediahauptstamms distal des Abgangs eines kaliberkräftigen temporalen Astes.
- d In koronaren Rekonstruktionen gute Kollateralversorgung mit nur geringfügig abgeschwächter Kontrastierung der rechtsseitigen Mediaäste.
- e Bestätigung des Gefäßverschlusses in der DSA (Gefäßverschluss jeweils durch Pfeilspitzen gekennzeichnet).
- f DSA-Bild nach erfolgreicher Rekanalisation durch Thrombektomie.
- g CCT-Verlaufskontrolle nach 24 Stunden mit Demarkation kleiner insulärer Infarkte rechts insulär und – präinterventionell noch nicht sichtbar – im hinteren Stammgangliengebiet rechts.

man am besten anhand von MIP-Rekonstruktionen in allen 3 Raumrichtungen.

Die CTA kann auch zur Abschätzung der Kollateralversorgung und Perfusion mit herangezogen werden: Bei fehlender oder schwacher Darstellung der Gefäße jenseits des Verschlusses und bei fehlender Parenchymanreicherung kann von einer schlechten Kollateralversorgung aus-

gegangen werden. Ganz zuverlässig ist dies nicht, weil schnelle CT-Scanner u. U. mit Verzögerung gefüllte Kollateralen nicht erfassen. Zeitlich aufgelöste CTA-Untersuchungen sind nicht mit allen Geräten möglich und haben sich außerhalb von Studien [14] bisher nicht durchgesetzt. ► **Abb. 3** zeigt exemplarisch eine heute als Standard für die Indikationsstellung zur Thrombektomie zu betrachtende CT + CT-Angiografie.

CT-Perfusion

CT-Perfusionsmessungen können dazu beitragen, den nicht mehr rettbareren Infarktkern von der umgebenden Penumbra zu unterscheiden, innerhalb derer ein Gewebsuntergang durch eine rechtzeitige Reperfusion noch verhindert werden kann. Nach Injektion eines Kontrastmittelbolus wird dabei wiederholt der gleiche Schichtstapel untersucht. Durch Hin- und Herbewegung des Tisches gelingt es, auch mit Detektorbreiten um 4 cm eine Abdeckung von 8 cm zu erreichen. Die Auswertung erfolgt automatisiert durch rechnerische Analyse der durch die seriellen Messungen gewonnenen Zeit-Dichte-Kurven. Neben einfachen zeitlichen Parametern wie Time to Peak (TTP) oder mittlere Transitzeit (MTT) kann der mit der Anstiegsteilheit der Kurve korrelierende regionale zerebrale Blutfluss (rCBF) oder das zur Fläche unter der Kurve korrespondierende regionale zerebrale Blutvolumen (rCBV) berechnet werden.

Die Befunde werden anhand von häufig farbigen Parameterbildern dargestellt, wobei die Codierung der Farben von der verwendeten Software abhängt. Eine absolute Quantifizierung ist aus technischen Gründen nur schwer möglich, sodass die gesunde Seite für die vergleichende Beurteilung herangezogen wird. Perfusionssoftwarelösungen trennen den definitiven Infarktkern, der z.B. bei TTP-Seitenunterschieden ab 10 s oder bei deutlich vermindertem rCBV angenommen wird, von der ischämischen Penumbra mit noch durch eine Rekanalisation rettbareren Hirnparenchym in dessen Umgebung.

Die Bedeutung der CT-Perfusion für die Indikationsstellung zur Thrombektomie ist bis heute umstritten, sodass sich Perfusionsmessungen nicht breit durchgesetzt haben. Für Radiologen, die sich bei der Analyse von Infarktfrühzeichen in der nativen CT unsicher fühlen, können sie jedoch helfen, Kandidaten für eine Thrombektomie zu finden. Das gilt insbesondere auch für Patienten in fortgeschrittenen Zeitfenstern, wenn keine MRT zur Verfügung steht.

MRT

MRT-Untersuchungen sind für Schlaganfallpatienten nicht so breit verfügbar wie die CT. Die Messzeit ist vergleichsweise länger, unruhige Patienten oder Patienten mit Herzschrittmachern und anderen Implantaten können nicht oder nur eingeschränkt untersucht werden.

DWI

Die MRT bietet mit der diffusionsgewichteten Bildgebung (DWI) eine im Vergleich zur CT sensitivere und einfachere zu beurteilende Methode, um Infarktfrühzeichen nachzuweisen. Signalsteigerungen im DWI-Bild mit einem B0-Wert von 1000 sollten anhand von ADC-Karten überprüft werden, um T2-Durchscheineffekte von dort dunkel dargestellten und quantifizierbaren Störungen der Wasserdiffusion zu unterscheiden. Diffusionsrestriktionen

entstehen, indem der ischämisch bedingte vermehrte Wassereinstrom die Zellen anschwellen lässt und den Interzellulärraum einengt. Sie können zwar in Einzelfällen reversibel sein, zeigen jedoch relativ zuverlässig den zu erwartenden Infarkt an. Der ASPECTS kann dabei auch auf DWI-Bilder angewendet werden. T2*-w oder susceptibilitätsgewichtete (SWI) Aufnahmen zeigen nicht nur intrakranielle Blutungen, sondern sind auch zur Identifizierung von Thromben geeignet, die häufig in Projektion auf die zerebralen Arterien als „Blooming“ sichtbar sind. Bis ein Infarkt in der auch zum Ausschluss einer Subarachnoidalblutung geeigneten FLAIR-Sequenz sichtbar wird, vergehen i. d. R. mehr als 4½ Stunden, sodass FLAIR-Bilder auch zur Abschätzung des Zeitfensters bei Patienten mit unbekanntem Zeitpunkt des Symptombeginns verwendet werden.

TOF-MR-Angiografie

Die TOF-MR-Angiografie liefert eine zuverlässige Information über die Offenheit der proximalen Hauptäste bis hin zu Gefäßen 2. Ordnung. Weiter peripher gelegene Gefäßverschlüsse sind bei den innerhalb von Stroke-Protokollen häufig schnellen Messungen nicht mehr zuverlässig identifizierbar.

MR-Perfusionsmessung

MR-Perfusionsmessungen nach Injektion eines gadoliniumhaltigen Kontrastmittels werden anhand von Signalintensitäts-Zeitkurven, denen durch die Boluspassage verursachte Signaländerungen zugrunde liegen, ausgewertet. Ähnlich wie in der CT-Perfusion werden Parameterbilder berechnet, die eine semiquantitative Abschätzung der Perfusion erlauben und nach ähnlichen Kriterien analysiert werden, wie dies für die CT-Perfusion beschrieben wurde.

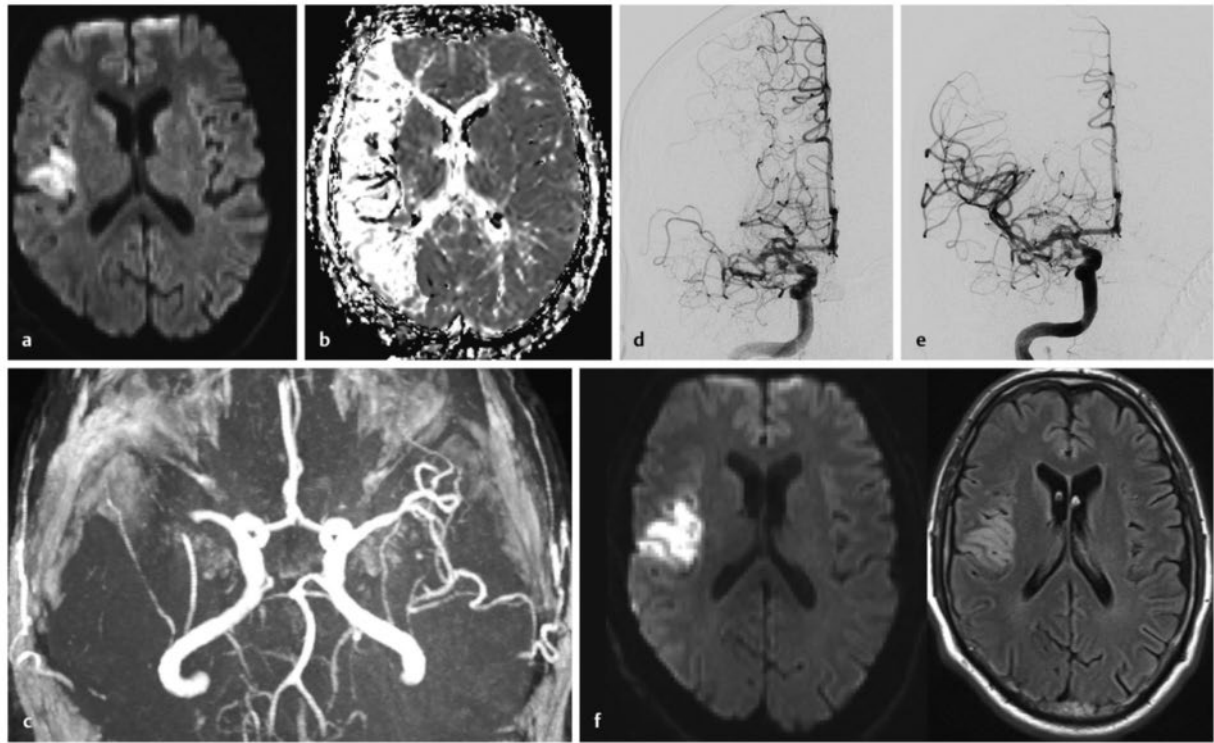
Mit MR-Perfusionsmessungen kann man ein sog. Mismatch zwischen den mutmaßlichen den Infarktkern anzeigenden DWI-Läsionen und umgebenden, noch nicht infarzierten und damit potenziell rettbareren Arealen feststellen (► **Abb. 3**).

In Bezug auf die Indikationsstellung zur Thrombektomie ist eine notfallmäßige MRT in folgenden Situationen sinnvoll und der CT in der Beurteilbarkeit überlegen:

- Die Diagnose einer Basilaristhrombose kann mit CT und CTA gestellt werden, das Ausmaß des Infarkts kann jedoch aufgrund der Artefakte in der hinteren Schädelgrube nicht zuverlässig abgeschätzt werden. Insbesondere bei Patienten mit längerer Bewusstlosigkeit kann eine MRT-Untersuchung sinnvoll sein. Mit diffusionsgewichteten Sequenzen gelingt es besser, Hirnstamminfarkte nachzuweisen. Bei ausgedehnten, beispielsweise den gesamten Hirnstammquerschnitt einnehmenden Infarkten ist die Prognose z.T. so schlecht, dass eine Rekanalisation u.U. nicht mehr sinnvoll ist. Gerade bei sehr schwach akzentuierten

FALLBEISPIEL

Bei einem Patienten mit klinisch ausgeprägtem Schlaganfall wird auswärtig eine CT angefertigt, in der keine Infarktfrühzeichen nachzuweisen sind. Der Patient wird ins Thrombektomiezentrum überwiesen und erhält dort eine MRT-basierte Diagnostik (► **Abb. 4**). Der Patient kann daraufhin erfolgreich rekanalisiert werden, der schwere klinische Befund ist in den nächsten Tagen rückläufig.



- **Abb. 4** MRT-basierte Schlaganfalldiagnostik bei einem Patienten mit primärer auswärtiger CT ohne Infarktfrühzeichen.
- a Auf den diffusionsgewichteten MRT-Aufnahmen ist ein begrenzter Infarktkern im Bereich der hinteren Insel und im angrenzenden parietalen Kortex deutlich zu erkennen (ASPECTS8).
 - b Bei dem auch nach Lyse noch schwer betroffenen Patienten (NIHSS 16) besteht in der Perfusionsbildgebung eine ausgeprägte Perfusionsverzögerung im gesamten rechten Mediaterritorium. Dementsprechend besteht ein Mismatch zwischen Perfusionsstörung und begrenztem Infarktkern als Hinweis auf rettbares Hirnparenchym.
 - c Die TOF-MR-Angiografie bestätigt die Persistenz des M1-Verschlusses.
 - d Angiografische Bestätigung des Verschlusses.
 - e Angiografie nach erfolgreicher Rekanalisation.
 - f MRT-Kontrolle am nächsten Tag mit zunehmender Demarkation des bekannten, jetzt auch in der FLAIR-Sequenz sichtbaren (rechtes Bild) Infarkts. Neue Infarkte sind nicht hinzugekommen.

DWI-Läsionen ist aufgrund einer möglichen Reversibilität jedoch Vorsicht geboten.

- Bei Patienten in fortgeschrittenen Zeitfenstern jenseits der 6-Stunden-Grenze oder bei unbekanntem Zeitfenster erlaubt eine MRT eine zuverlässigere Differenzierung zwischen Infarktkern und umgebendem, noch rettbarem Hirnparenchym. Patienten mit einem deutlichen Mismatch zwischen kleiner DWI-Läsion und ausgedehnteren Perfusionsstörungen können von einer späten Rekanalisation profitieren. Sollte kein Mismatch mehr nachweisbar sein, ist von einer Reka-

nalisation keine Rückbildung des Defizits mehr zu erwarten.

- Ausgeprägte mikroangiopathische Marklagerläsionen können in der CT Infarktfrühzeichen maskieren. Mit DWI-Aufnahmen in der MRT gelingt es leichter, frische Infarkte von älteren Veränderung zu differenzieren. Das gilt insbesondere auch für hämodynamische Infarkte entlang der inneren Gefäßgrenzzone im tiefen Marklager, die zusammen mit in der MR-Perfusion nachweisbaren Perfusionsstörungen eine Minderperfusion zuverlässig anzeigen.

- In Kliniken, die zur Thrombektomie zuverlegte Patienten behandeln, treten häufig Fälle mit langen Zeitintervallen zwischen erster Bildgebung und Eintreffen im Thrombektomiezentrum auf. Bei Zeitintervallen von 2 Stunden oder mehr kann es sinnvoll sein, die Bildgebung vor der Intervention zu aktualisieren und zumindest eine diffusionsgewichtete MRT zur Abschätzung des Infarktkerns durchzuführen (► **Abb. 4**).

INFO

Generell kann die MRT die CT in der Schlaganfalldiagnostik ersetzen, wenn zügige Abläufe beim Umlagern der Patienten, Stroke-Protokolle mit kurzen Messzeiten und eine entsprechende Verfügbarkeit gewährleistet sind. In Kliniken mit fehlenden MRT-Kapazitäten kann die CT-Perfusion zur Differenzierung zwischen Infarktkern und ischämischer Penumbra eingesetzt werden.

PRAXISTIPP

CCT und CT-Angiografie liefern für die Indikationsstellung zur Thrombektomie wichtige Informationen über den Infarktkern und umgebendes rettbares Hirnparenchym sowie eine Gefäßinformation für die Lokalisation des Gefäßverschlusses und den Zugang für einen interventionellen Eingriff. CT-Perfusionsmessungen oder MRT-Untersuchungen erleichtern die Abschätzung des Infarktkerns und sind vor allem bei Patienten in fortgeschrittenen Zeitfenstern vorteilhaft.

Time = Brain, Beschleunigung der Abläufe

Jeder Radiologe kann es mit Schlaganfallpatienten zu tun bekommen. Da die zu erwartenden Behandlungsergebnisse umso besser sind, je früher eine Rekanalisation mit Thrombolyse oder mechanischer Rekanalisation erfolgt, ist es wichtig zu wissen, dass insbesondere die erste Diagnostik bei einem solchen Notfall nicht verzögert werden darf. Es ist somit sinnvoll, dass angekündigte Schlaganfallpatienten direkt in die CT kommen und dort vom Neurologen kurz untersucht werden, um Transportzeiten zwischen Notaufnahme und Bildgebung zu vermeiden. Die intravenöse Lyse kann ebenfalls direkt nach dem Ausschluss einer Blutung in der CT begonnen werden. Die native CT und die CTA sollten direkt am Gerät, am besten im Beisein des Neurologen und interventionellen Neuro-radiologen ausgewertet werden, damit sofort eine Ent-

scheidung über die Indikation zur Thrombektomie getroffen und der Patient unverzüglich in die Angiografie gebracht werden kann. Entsprechendes gilt für Patienten, die nach den o.g. Kriterien primär in der MRT untersucht werden. Interventionalisten, Anästhesisten und Intensivmediziner müssen ebenfalls frühzeitig benachrichtigt werden, damit sie zeitgerecht zur Verfügung stehen.

Es hat sich bewährt, alle für diese Abläufe wichtigen Personen wie Neurologen, Schwestern, MTRAs, Radiologen zu alarmieren und möglichst kurze Abläufe zu trainieren [21]. Ziel muss es sein, das Zeitintervall von der zur Indikation führenden Bildgebung bis zur Leistenpunktion möglichst kurz zu halten. Es sollte in jedem Fall unter 90 Minuten, besser unter 60 Minuten betragen.

Merke

Bei Patienten mit Symptomen eines akuten Schlaganfalls hat die bildgebende Diagnostik mit oberster Priorität unverzüglich zu erfolgen.

Thrombektomie

Wer profitiert, wer profitiert nicht?

Die ersten positiven Studien zeigen, dass klinisch schwer betroffene Patienten mit embolischen Verschlüssen großer Arterien im vorderen Hirnkreislauf (intrakranielle ACI, Karotis-T, M1) innerhalb von Zeitfenstern von bis zu 6 Stunden nach Symptombeginn und ASPECTS >4 von einer Thrombektomie profitieren (► **Tab. 1**) [11–14]. Eine Analyse der gepoolten Daten aus 5 randomisierten Studien zeigt, dass auch Untergruppen mit Sondersituationen einen Nutzen haben können, der z. T. schon durch weitere Studien belegt ist [16, 20].

Entgegen den Erwartungen profitieren insbesondere ältere, auch über 80-jährige Patienten von der Thrombektomie, sodass es nach oben hin keine fixe Altersgrenze mehr gibt.

Auch Patienten, die aufgrund von Kontraindikationen keine systemische Thrombolyse erhalten können, haben einen Nutzen von der Intervention [20, 22]. Da der Wert der häufig als sog. Bridging-Behandlung bis zum Beginn der Rekanalisation eingesetzten Lyse umstritten ist, werden innerhalb der SWIFT-direct-Studie derzeit Thrombektomiepatienten mit oder ohne begleitende Lyse randomisiert.

Schwer betroffene Patienten mit embolischen Verschlüssen wichtiger M2-Äste können ebenfalls erfolgreich thrombektomiert werden [20]. Für diese Fälle wurden Stent-Retriever und Aspirationskatheter inzwischen weiter miniaturisiert. Fallserien zeigen hohe Rekanalisationsraten und gute klinische Behandlungsergebnisse in mindestens 50% der Fälle. Insbesondere bei weiter peripher

► **Tab. 1** Gesicherte Thrombektomieindikationen und Indikationen aus positiven Subgruppenanalysen der RCTs mit z. T. weiterem Studienbedarf.

Indikation	durch RCTs gesichert	Einzelfallentscheidung	Studienbedarf
schwer betroffen, ACI, M1, dominanter M2-Ast, Zeitfenster 6 h	+		
schwer betroffen, ACI, M1, dominanter M2-Ast, begrenzter Infarktkern, Zeitfenster 6–24 h	+		
Patienten mit Tandemverschlüssen	+ Subgruppe		+
schwer betroffen, peripherer M2-Ast, A. cerebri anterior oder A. cerebri posterior	+ Subgruppe	+	+
schwer betroffen, vertebrobasilärer Verschluss	–	+	+
leicht betroffen (NIHSS < 10), akuter Verschluss einer großen Arterie	+ Subgruppe	+	+
schwer betroffen, großer Infarktkern ASPECTS 2–4	+ Subgruppe	+	+
Patienten ohne Bridging-Lyse	+ Subgruppe	+	+

RCT = Randomized controlled Trial, ACI = A. carotis interna, NIHSS = National Institute of Health Stroke Scale, ASPECTS = Alberta Stroke Program Early CT Score

jenseits der Mediabifurkation gelegenen Verschlüssen und bei kleinerem Gefäßdurchmesser scheint das Risiko symptomatischer Blutungen nach mechanischer Rekanalisation jedoch erhöht zu sein [23].

Patienten mit Tandemläsionen (extrakranieller ACI-Verschluss auf dem Boden einer atherosklerotischen Karotisstenose mit nachgeschaltetem embolischem Gefäßverschluss) profitieren in ähnlicher Weise von der Thrombektomie wie Patienten ohne extrakranielle Gefäßpathologie [20]. Zur Behandlung der Karotisstenose sind meist notfallmäßige Karotisstentimplantationen mit der Notwendigkeit einer suffizienten Thrombozytenaggregationshemmung erforderlich. Hauptrisiko sind symptomatische Einblutungen in sich entwickelnde Infarkte, deren Rate zwischen 7 und 10% angegeben wird [24, 25].

Nachdem sich gezeigt hatte, dass Patienten auch in fortgeschrittenen Zeitfenstern von bis zu 8 Stunden – in Einzelfällen auch darüber hinaus – einen Nutzen von der Thrombektomie haben können, wurde dies in der DAWN- und in der DEFUSE-III-Studie [26, 27] in Zeitfenstern von bis zu 24 h systematisch untersucht. Patienten-Mismatch zwischen schwerem klinischen Bild und begrenztem Infarktkern hatten nach Thrombektomie ein signifikant besseres Outcome als Patienten, die nur medikamentös auf der Stroke-Unit behandelt wurden [26]. Rekanalisationsraten und klinische Behandlungsergebnisse waren in selektierten Patientenkollektiven ähnlich hoch wie nach Thrombektomien mit früheren Zeitfenstern, was nicht bedeutet, dass man sich mit der Rekanalisationsbehandlung Zeit lassen kann. Jede Verzögerung erhöht das Risiko, dass zunehmend Hirnparenchym zugrunde geht. Für

die Indikationsstellung zur Thrombektomie ist der Nachweis von rettbarem Hirnparenchym in der MRT- oder CT-Bildgebung allerdings wichtiger als das Zeitfenster.

Die Thrombektomie kann auch bei Patienten sinnvoll sein, die zum Zeitpunkt der Diagnosestellung klinisch nur leicht betroffen sind oder deren Ausfälle sich zunächst zurückgebildet haben. Bei persistierendem Gefäßverschluss ist das Risiko groß, dass die Kollateralversorgung nach einiger Zeit erschöpft ist und es dann doch zu bleibenden Defiziten kommt. In erfahrenen Zentren mit niedriger Komplikationsrate besteht ein Trend, auch diese Patienten zu thrombektomieren, was durch Studien noch nicht gesichert ist.

Für Basilaristhrombosen und andere Gefäßverschlüsse im hinteren Hirnkreislauf gibt es derzeit ebenfalls keine Daten aus randomisierten Studien (► **Tab. 1**). Zumindest für Patienten mit Basilarisspitzenembolien kann man annehmen, dass sie in gleicher Weise von einer Thrombektomie profitieren wie Patienten mit Verschlüssen im vorderen Hirnkreislauf. Bis zu 30% der Gefäßverschlüsse entstehen auf dem Boden einer intrakraniellen Atherosklerose. Wenn nach der Thrombektomie eine Stenose nachweisbar ist, ist häufig eine notfallmäßige Ballonangioplastie oder Stentimplantation unerlässlich, um den Fluss zuverlässig wiederherzustellen. Angesichts der infausten Prognose gelten für die Rekanalisation von Basilaristhrombosen keine strikten Zeitfenster. Wie oben bereits beschrieben kann eine MRT zur Festlegung der Infarktausdehnung dazu beitragen, Patienten zu identifizieren, die von einer Rekanalisation profitieren können.

PRAXISTIPP

Zurückhaltung bei der Indikationsstellung zur Thrombektomie ist vor allem bei Patienten mit großen Infarkten angebracht, die funktionell relevante Areale betreffen. Dies gilt insbesondere für ältere Patienten, die sich schon vorher nicht mehr selbstständig versorgen konnten oder dement waren. Derartige Einzelfälle sollten jedoch auch in Absprache mit einem Thrombektomiezentrum und nach Rücksprache mit den Angehörigen geprüft werden, bis bessere Studiendaten für Fälle mit niedrigem ASPECTS vorliegen.

Wie wird's gemacht?

Für die Thrombektomie ist entweder eine Vollnarkose oder eine Sedierung erforderlich. Die Behandlungsergebnisse unterscheiden sich dabei nach derzeitigem Erkenntnisstand nicht wesentlich [28].

Überprüfung des Befundes

Der CT- oder MR-angiografische Befund sollte zunächst noch einmal nach selektiver Sondierung des betroffenen Gefäßes überprüft werden. Eine Darstellung der übrigen hirnersorgenden Arterien erübrigt sich in den meisten Fällen, weil die Verhältnisse dort nach der CT-Angiografie bereits klar sind und dies nur zu Zeitverzögerungen führen würde.

Führungskatheter

Über den liegenden Diagnostikkatheter kann – über einen langen Wechselführungsdraht – das Zugangssystem für die Thrombektomie eingewechselt werden. Ballonführungskatheter, mit denen ein temporärer ACI-Verschluss während des Zurückziehens der Thromben möglich ist, haben sich in Studien gegenüber langen Schleusen oder einfachen Führungskathetern als vorteilhaft erwiesen [29]. Alternativ zum Wechselmanöver über einen langen Draht kann das Zugangssystem auch mit einer Teleskoptechnik mit einem überlangen Diagnostikkatheter als Innenkatheter eingebracht werden. Der Führungskatheter wird i. d. R. hochzervikal in der A. carotis interna platziert, was bei anguliertem oder kurvigem Gefäßverlauf jedoch nicht immer möglich ist.

Nach Platzierung des Führungskatheters gibt es mehrere technische Varianten, die kurz skizziert werden sollen:

Stent-Retriever

Bei Verwendung eines Stent-Retrievers wird der Verschluss vorsichtig mit einem Mikroführungsdraht und einem Mikrokatheter passiert (► **Abb. 5b**). Nach Kontrolle der korrekten Position des Mikrokatheters in einem größeren Ast wird der Stent-Retriever eingeführt und so in Position gebracht, dass seine distalen Markierungen deutlich distal des Thrombusendes liegen. Durch Zurück-

ziehen des Mikrokatheters wird der Stent-Retriever freigesetzt und sollte den Thrombus komplett überdecken. Eine Wartezeit von ca. 5 Minuten ist sinnvoll, damit die sich entfaltenden Nitinolstreben Zeit haben, sich in die Thrombusoberfläche hineinzudrücken. Neuere Stent-Retriever sind dabei sichtbar oder tragen Marker, sodass man die Expansion beobachten kann. Nach der Wartezeit wird der Ballon des Führungskatheters inflatiert und der Stent-Retriever langsam unter Aspiration des Führungskatheters mit einer Vakuumspritze zurückgezogen (► **Abb. 5c**). Vor der Deflation des Ballons muss der Führungskatheter einwandfrei rückläufig sein. Sollte dies auch nach wiederholtem Aspirieren nicht der Fall sein, sollte er unter Aspiration entfernt werden. Der Rekanalisationserfolg wird mit einer Angiografieserie überprüft. Falls Restthromben oder weitere, einer Thrombektomie zugängliche Gefäßverschlüsse vorhanden sind, kann das Thrombektomieanöver wiederholt werden.

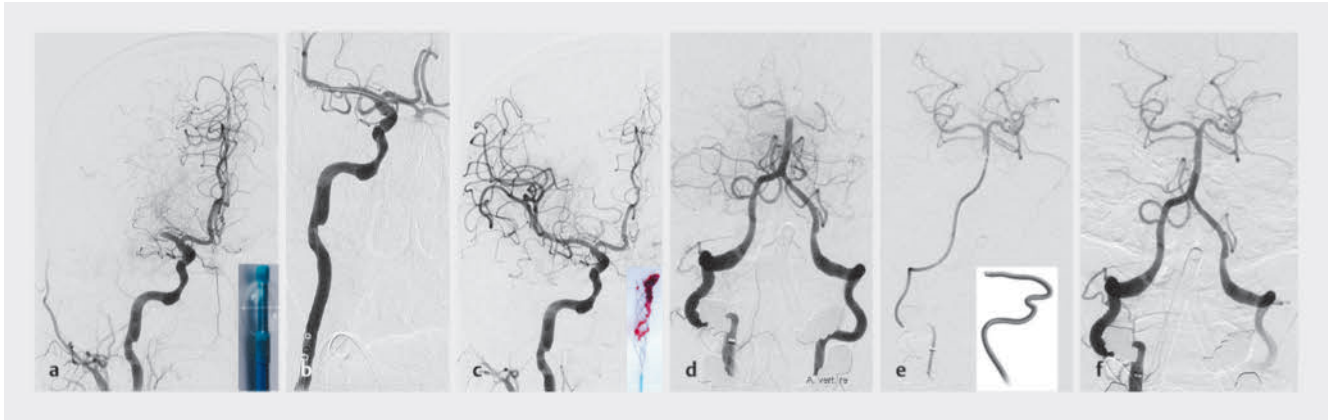
Thrombusaspiration

Mittlerweile wurden auch die Methoden der Thrombusaspiration weiterentwickelt. Spezielle Aspirationskatheter haben im Vergleich zu den ersten Modellen ein größeres Innenlumen und sind so flexibel, dass die kritische Passage des Karotissiphons in den meisten Fällen kein Problem mehr darstellt. So ist es möglich, mit 5- oder 6-F-Aspirationskathetern den Mediahauptstamm zu erreichen. Meist werden die Aspirationskatheter über einen innenliegenden Mikrokatheter bis an das Thrombusende vorgeschoben (► **Abb. 5e**). Durch Ansetzen einer Vakuumspritze oder einer Pumpe wird der Thrombus direkt aspiriert (► **Abb. 5f**). Wenn der Aspirationskatheter nicht mehr rückläufig ist, wird er unter zusätzlicher Aspiration des Führungskatheters entfernt. Eine temporäre Ballonokklusion ist dabei sinnvoll; das Innenlumen der heute verfügbaren Ballonführungskatheter reicht jedoch für großlumige Aspirationskatheter nicht in jedem Fall aus.

Randomisierte Vergleichsstudien zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen Stent-Retrievern und Aspirationskathetern bezüglich der Rekanalisationsrate und des klinischen Outcomes, sodass 2 effiziente Techniken zur Verfügung stehen. Die Stent-Retriever-Technik hat etwas höhere primäre Erfolgsraten, bei der Aspiration muss in einigen Fällen sekundär ein Stent-Retriever verwendet werden [29, 30].

SAVE-Technik

Es gibt Bemühungen, die Thrombektomie durch Kombination der beiden Techniken noch weiter zu verbessern und hohe Rekanalisationsraten mit nur einem Thrombektomieanöver zu erreichen. Bei der sog. SAVE-Technik wird der Thrombus mit einem Stent-Retriever an den Eingang eines Aspirationskatheters zurückgezogen. Sobald kein Reflux von Blut mehr erfolgt, werden Aspirationskatheter und Stent-Retriever gemeinsam unter Aspiration des Führungskatheters entfernt [31]. Diese komple-



► **Abb. 5** Beispiele für die Anwendung aktueller Thrombektomietechniken: Ballonführungskatheter + Stent-Retriever und direkte Aspiration mit Aspirationskatheter.

a Nachweis eines M1-Verschusses rechts in der DSA.

b Nach Einwechseln eines Ballonführungskatheters wird der Thrombus mit einem Mikrokatheter passiert. Nach Freisetzen des Stent-Retrievers über dem Thrombus ist eine partielle Rekanalisation erreicht.

c Nach dem Rückzug des Stent-Retrievers unter temporärer Ballonokklusion und Aspiration des Führungskatheters Bergung von Thromben und vollständige Rekanalisation *TICI III*.

d Basilarisspitzenembolie mit umflossenem Thrombus.

e Nach Platzierung einer langen 6-F-Schleuse in der rechten A. vertebralis wird ein großlumiger flexibler Aspirationskatheter an das distale Thrombusende vorgeführt. Mit direkter Aspiration gelingt es, diesen vollständig zu entfernen.

f Abschlusskontrolle nach Rückzug des Aspirationskatheters.

xe Technik muss weiter in multizentrischen Studien erprobt werden.

Technik bei Tandemokklusionen

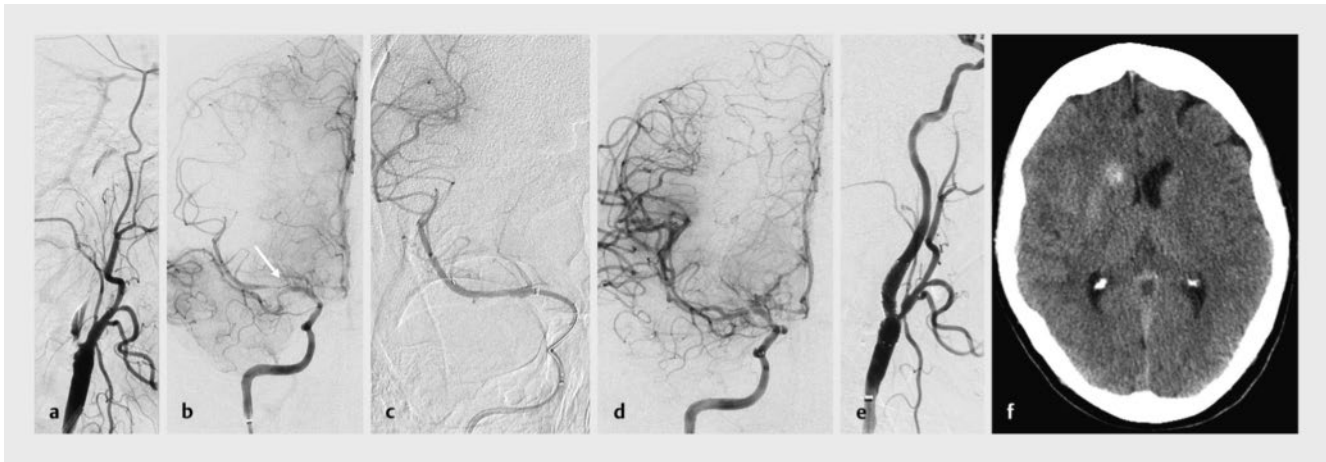
Bei Tandemokklusionen – im häufigsten Fall ein ACI-Verschuss auf dem Boden einer Karotisstenose oder Dissektion mit nachgeschaltetem Karotis-T- oder Mediahauptstammverschuss – wird die Technik modifiziert: Wenn es möglich ist, findet die intrakranielle Thrombektomie zuerst statt. Dazu ist eine Passage der Stenose mit dem Führungskatheter und/oder mit einem Aspirationskatheter erforderlich, die bei hochgradigen Engen häufig primär nicht gelingt. In diesen Fällen ist es sinnvoll, zunächst Thrombusmaterial an der Stenose über den Führungskatheter zu aspirieren und dann die Stenose nach Vordilatation mit einem 3-mm-PTA-Ballon zu passieren. Es sollte dann ein Stent-Retriever über dem intrakraniellen Thrombus platziert werden. Thromben in der distalen ACI können über den Aspirationskatheter abgesaugt werden. Für den Rückzug des Stent-Retrievers ist es vorteilhaft, den Führungskatheter auch noch oberhalb der Stenose zu platzieren, damit ggf. auch mehrere Rekanalisationsmanöver mit Rückzug des teilweise in den Aspirationskatheter hineingezogenen Stent-Retrievers möglich sind. Im Idealfall sind die Gefäße nach der Thrombektomie frei von Thromben, sodass man abschließend den Karotisstent im Rückzug implantieren kann (► **Abb. 6**).

Sollte die primäre Passage der Stenose mit einem Aspirationskatheter aufgrund der Rigidität des Plaquematerials nicht möglich sein, kann man die Stentimplantation auch

vorziehen und den Führungskatheter für die Thrombektomie danach oberhalb des Stents platzieren. Ein Loading mit Clopidogrel oder Ticagrelor und die Gabe von ASS sind notwendig, um die Stents offen zu halten. Zur Prävention von Reperfusionshemorrhagien ist eine strikte Blutdrucküberwachung indiziert.

Technik bei Verschlüssen im hinteren Hirnkreislauf

Für Verschlüsse im hinteren Hirnkreislauf muss das Vorgehen ebenfalls modifiziert werden: Die Vertebralarterien sind für die Platzierung von Ballonführungskathetern häufig zu dünn, sodass man i. d. R. eine lange Schleuse in die A. subclavia legt und einen Aspirationskatheter als Zugang zur A. basilaris wählt. Emboli an der Basilarisspitze lassen sich mit großlumigen Aspirationskathetern häufig gut direkt aspirieren. Bei Verwendung von Stent-Retrievers sollte man für die Platzierung das P1-Segment auswählen, in das der Thrombus hineinragt. Der Rückzug erfolgt i. d. R. unter Aspiration in den Aspirationskatheter hinein. Bei proximalen oder langstreckigen Basilarisverschlüssen ist an die Möglichkeit einer zugrunde liegenden intrakraniellen Stenose zu denken. Wenn dies nach einem zu einer partiellen Rekanalisation führenden Stent-Retriever-Manöver wahrscheinlich ist, ist eine frühzeitige vorsichtige Ballonangioplastie sinnvoll, um ein weiteres Aufreißen der Plaque-Oberfläche zu verhindern. Falls dies nicht zu einer befriedigenden Rekanalisation führt, muss notfallmäßig ein Stent implantiert werden, für dessen Offenheit wiederum eine suffiziente Thrombozytenaggregationshemmung erforderlich ist.



► **Abb. 6** Tandemokklusion mit extrakraniellem ACI-Verschluss auf dem Boden einer hochgradigen abgangsnahen ACI-Stenose und nachgeschalteten umflossenen Thromben an der rechten Mediabifurkation. Klinisch hat sich der zunächst schwer betroffene Patient in der Rehaklinik gut erholt.

- a Extrakranieller ACI-Verschluss auf dem Boden einer hochgradigen abgangsnahen ACI-Stenose.
- b Nachgeschaltete umflossene Thromben an der rechten Mediabifurkation (Pfeil).
- c Nach Vordilatation und Aspiration von Thromben gelingt die Passage der ACI-Stenose mit einer 6-F-Schleuse und einem 6-F-Aspirationskatheter.
- d Eine Thrombektomie mit Stent-Retriever und Aspiration führt zu einer Rekanalisation der intrakraniellen Gefäße.
- e Im Rückzug wird die extrakranielle Stenose mit einem doppelagigen Stent überbrückt und die Stenose nachdilatiert.
- f Eine CT-Kontrolle zeigt einen Mediateilinfarkt rechts mit Resten von Kontrastmittelextravasaten im Bereich der Basalganglien und im lateralen Frontallappen.

Qualitätssicherung

Die DeGIR (Deutsche Gesellschaft für Interventionelle Radiologie und minimal-invasive Therapie) hat gemeinsam mit der DGNR (Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation) ein Zertifizierungsprogramm geschaffen, um die Thrombektomie innerhalb der Radiologie und Neuroradiologie zu verbreiten und die jetzt schon annähernd erreichte flächendeckende Versorgung und die Qualität der Interventionen weiter zu verbessern. Kleinzentren mit einem einzelnen Interventionalisten und geringer Fallzahl von deutlich unter 40 im Jahr werden nicht in der Lage sein, die nötigen Standards aufrechtzuerhalten, sodass eine gewisse Zentralisierung und eine Zusammenarbeit in Schlaganfallnetzwerken erforderlich ist. Für einen 24-stündigen Bereitschaftsdienst an 7 Tagen in der Woche sind für die Thrombektomie mindestens 3 Interventionalisten erforderlich. Wenn Neuroradiologen dafür nicht in genügendem Umfang zur Verfügung stehen, ist eine Beteiligung interventioneller Radiologen sinnvoll. Alternativ sind auch Kooperationen mit einem übergeordneten Zentrum möglich, das die Ausbildung weiterer Operateure und einen Teil der Fälle in kritischen Zeiten übernehmen kann.

Qualitätssicherungsmaßnahmen sind erforderlich, um zu überprüfen, ob geeignete Patienten der Thrombektomie zugeführt und zeitgerecht behandelt werden und ob die in den Studien nachweisbaren Behandlungsergebnisse auch in der realen Versorgung erreicht werden. Neben

dem DeGIR-Register gibt es in einigen Bundesländern eine verpflichtende Qualitätssicherung für den Schlaganfall, die sich derzeit bemüht, Thrombektomiedaten mit in das System zu integrieren.

Welche Ergebnisse können wir heute erwarten?

Mit heutigen Thrombektomietechniken sind in erfahrenen Zentren TICI-IIb- bis TICI-III-Rekanalisationsraten um 90% möglich. Die Rate an guten klinischen Behandlungsergebnissen (mRS 0–2) nach 3 Monaten liegt bei 50% und darüber. Symptomatische Blutungen als Komplikation wurden außerhalb akuter Stentimplantationen mit Häufigkeiten unter 2% angegeben [32]. Gefäßkomplikationen wie Dissektionen oder Perforationen sollten auf seltene Einzelfälle beschränkt bleiben. Über die Häufigkeit prozedurbezogener Embolien in vorher nicht betroffene Gefäße gibt es keine zuverlässigen Daten. Die weitere Entwicklung der Thrombektomie sollte jedoch dazu beitragen, die unvollständige Entfernung von Thromben oder den Verlust von Thrombusfragmenten bei Aspirations- oder Extraktionsmethoden nach Möglichkeit zu vermeiden.

KERNAUSSAGEN

- Die Thrombektomie ist inzwischen eine durch eine Vielzahl von randomisierten Studien gesicherte evidenzbasierte Form der Schlaganfallbehandlung.
- Hauptzielgruppe für die interventionelle Behandlung sind klinisch schwer betroffene Patienten mit embolischen Verschlüssen großer zerebraler Arterien (ACI, Karotis-T, M1, M2 und Basilaris), die innerhalb der ersten 6 Stunden nach Symptombeginn behandelt werden können.
- Auch Patienten in fortgeschrittenen Zeitfenstern von bis zu 24 Stunden nach Symptombeginn können von einer Thrombektomie profitieren, wenn Infarkte im betroffenen Gefäßterritorium begrenzt sind und ausreichend rettbares Hirnparenchym vorhanden ist.
- Patienten mit Tandemläsionen – extrakranielle Gefäßstenose/Verschluss + nachgeschaltete intrakranielle Embolie – profitieren klinisch in ähnlicher Weise von der Thrombektomie und notfallmäßigen Stentimplantation wie Patienten ohne vorgeschaltete extrakranielle Gefäßobstruktion.
- Eine Thrombektomie sollte im Sinne einer Einzelfallentscheidung auch bei Patienten mit akutem Verschluss einer großen Hirnarterie erwogen werden, wenn sie klinisch nur leicht betroffen sind oder wenn ein großer Infarktkern (ASPECTS < 5) vorliegt.
- Auch bei weiter peripher gelegenen Gefäßverschlüssen von Ästen zweiter Ordnung sollte eine Thrombektomie erwogen werden, wenn die Patienten schwer betroffen sind und das abhängige Territorium noch nicht vollständig infarziert ist.
- Die native Schädel-CT in Kombination mit einer CT-Angiografie zur Darstellung der Arterien vom Aortenbogen bis nach intrakraniell ist als bildgebendes Untersuchungsverfahren der 1. Wahl zur notfallmäßigen Abklärung von klinisch schwer betroffenen Schlaganfallpatienten anzusehen.
- Die MRT kann optional eingesetzt werden und bietet Vorteile beim Nachweis früher Infarktzeichen, bei Infarkten in der hinteren Schädelgrube und bei der Bestimmung der Relation zwischen Infarktkern und rettbarem Hirnparenchym in der Umgebung. Dies gilt insbesondere für Fälle mit fortgeschrittenem oder unbekanntem Zeitfenster.
- Die CT- oder MRT-Diagnostik hat absolute Dringlichkeit. Sie darf nicht verzögert werden und die Abläufe sind entsprechend zu optimieren.
- Die Zeit zwischen bildgebender Diagnostik und Leistenpunktion zu Beginn der Thrombektomie sollte unter 90, besser unter 60 Minuten betragen. Wenn im eigenen Haus keine Thrombektomie möglich besteht, muss der Patient unverzüglich in ein Thrombektomiezentrum verlegt werden.
- Für die Thrombektomie stehen heute Stent-Retriever und Aspirationskatheter zur Verfügung, deren Verwendung als gleichwertig zu betrachten ist. Als Zugang haben sich Ballonführungskatheter bewährt, die einen temporären Strömungsstillstand und eine Aspiration während der Bergung der Thromben erlauben.
- Eine weitgehende oder vollständige Rekanalisation TICI IIb/III kann in bis zu 90% der Fälle erreicht werden.
- Gute klinische Behandlungsergebnisse mit Patienten, die sich nach 3 Monaten wieder selbstständig versorgen können, sind in über 40% der Fälle zu erwarten.
- Für die Ausbildung von an Schlaganfallinterventionen interessierten Radiologen stellt die DeGIR ein Weiterbildungs- und Zertifizierungsprogramm zur Verfügung.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass keine Interessenkonflikte vorliegen.

Autorinnen/Autoren



Joachim Berkefeld

Prof. Dr. med. Leitender Oberarzt am Institut für Neuroradiologie des Universitätsklinikums Frankfurt am Main. Seine klinischen und wissenschaftlichen Schwerpunkte liegen auf dem Gebiet der vaskulären und interventionellen Neuroradiologie.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. med. Joachim Berkefeld

Institut für Neuroradiologie
Universitätsklinikum Frankfurt am Main
Schleusenweg 2–16
Haus 95
60528 Frankfurt am Main
j.berkefeld@med.uni-frankfurt.de

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen

Wissenschaftlich verantwortlich gemäß Zertifizierungsbestimmungen für diesen Beitrag ist Prof. Dr. Joachim Berkefeld, Frankfurt am Main.

Literatur

- [1] Kohler M, Deutschbein J, Peschke D et al. Schlaganfallgeschehen in Deutschland – Zur Vergleichbarkeit von Krankenkassen-, Register- und DRG-Daten. *Fortschr Neurol Psychiatr* 2014; 82: 627–633
- [2] Lees KR, Emberson J, Blackwell L et al. Effects of Alteplase for Acute Stroke on the Distribution of Functional Outcomes: A Pooled Analysis of 9 Trials. *Stroke* 2016; 47: 2373–2379
- [3] Riedel CH, Zimmermann P, Jensen-Kondering U et al. The importance of size: successful recanalization by intravenous thrombolysis in acute anterior stroke depends on thrombus length. *Stroke* 2011; 42: 1775–1777
- [4] Furlan A, Higashida R, Wechsler L et al. Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: a randomized controlled trial. *Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism*. *JAMA* 1999; 282: 2003–2011
- [5] Broderick JP, Palesch YY, Demchuk AM et al.; Interventional Management of Stroke (IMS) III Investigators. Endovascular therapy after intravenous t-PA versus t-PA alone for stroke. *N Engl J Med* 2013; 368: 893–903
- [6] Kidwell CS, Jahan R, Gornbein J et al.; MR RESCUE Investigators. A trial of imaging selection and endovascular treatment for ischemic stroke. *N Engl J Med* 2013; 368: 914–923
- [7] Ciccone A, Valvassori L, Nichelatti M et al.; SYNTHESIS Expansion Investigators. Endovascular treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med* 2013; 368: 904–913
- [8] Pérez MA, Miloslavski E, Fischer et al. Intracranial thrombectomy using the Solitaire stent: a historical vignette. *J Neurointerv Surg* 2012; 4: e32
- [9] Akins PT, Amar AP, Pakbaz RS et al.; SWIFT Investigators. Complications of endovascular treatment for acute stroke in the SWIFT trial with solitaire and Merci devices. *AJNR Am J Neuroradiol* 2014; 35: 524–528
- [10] Nogueira RG, Lutsep HL, Gupta R et al.; TREVO 2 Trialists. Trevo versus Merci retrievers for thrombectomy revascularisation of large vessel occlusions in acute ischaemic stroke (TREVO 2): a randomised trial. *Lancet* 2012; 380: 1231–1240
- [11] Wenger KJ, Berkefeld J, Wagner M. Flat panel detector computed tomography for the interaction between contrast-enhanced thrombi and stent retrievers in stroke therapy: a pilot study. *Clin Neuroradiol* 2014; 24: 251–254
- [12] Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 11–20
- [13] Saver JL, Goyal M, Bonafe A et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 2285–2295
- [14] Goyal M, Demchuk AM, Menon BK et al.; ESCAPE Trial Investigators. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 1019–1030
- [15] Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med* 2015; 372: 1009–1018
- [16] Jovin TG, Chamorro A, Cobo E et al.; REVASCAT Trial Investigators. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 2296–2306
- [17] Fiehler J, Gerloff C. Mechanische Thrombektomie bei Schlaganfall. *Dtsch Arztebl Int* 2015; 112: 830–836
- [18] Riedel CH, Zoubie J, Ulmer S et al. Thin-slice reconstructions of nonenhanced CT images allow for detection of thrombus in acute stroke. *Stroke* 2012; 43: 2319–2323
- [19] Pexman JH, Barber PA, Hill MD et al. Use of the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) for assessing CT scans in patients with acute stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001; 22: 1534–1542
- [20] Goyal M, Menon BK, van Zwam WH et al.; HERMES collaborators. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet* 2016; 387: 1723–1731
- [21] Bohmann FO, Tahtali D, Kurka N et al. A Network-Wide Stroke Team Program Reduces Time to Treatment for Endovascular Stroke Therapy in a Regional Stroke-Network. *Cerebrovasc Dis* 2018; 45: 141–148
- [22] Kaesmacher J, Mordasini P, Arnold M et al. Direct mechanical thrombectomy in tPA-ineligible and -eligible patients versus the bridging approach: a meta-analysis. *J Neurointerv Surg* 2018. doi:10.1136/neurintsurg-2018-013834
- [23] Saber H, Narayanan S, Palla M et al. Mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke with occlusion of the M2 segment of the middle cerebral artery: a meta-analysis. *J Neurointerv Surg* 2017. doi:10.1136/neurintsurg-2017-013515
- [24] Sivan-Hoffmann R, Gory B, Armoiry X et al. Stent-Retriever Thrombectomy for Acute Anterior Ischemic Stroke with Tandem Occlusion: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Eur Radiol* 2017; 27: 247–254
- [25] Behme D, Mpotsaris A, Zeyen P et al. Emergency Stenting of the Extracranial Internal Carotid Artery in Combination with Anterior Circulation Thrombectomy in Acute Ischemic Stroke: A Retrospective Multicenter Study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2015; 36: 2340–2345

- [26] Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC et al. DAWN trial investigators Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke with a Mismatch between Deficit and Infarct. *N Engl J Med* 2018; 378: 11–21
- [27] Albers GW, Marks MP, Kemp S et al.; DEFUSE 3 Investigators. Thrombectomy for Stroke at 6 to 16 Hours with Selection by Perfusion Imaging. *N Engl J Med* 2018; 378: 708–718
- [28] Schönenberger S, Uhlmann L, Hacke W et al. Effect of Conscious Sedation vs General Anesthesia on Early Neurological Improvement Among Patients With Ischemic Stroke Undergoing Endovascular Thrombectomy: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2016; 316: 1986–1996
- [29] Brinjikji W, Starke RM, Murad MH et al. Impact of balloon guide catheter on technical and clinical outcomes: a systematic review and meta-analysis. *J Neurointerv Surg* 2018; 10: 335–339
- [30] Lapergue B, Blanc R, Gory B et al.; ASTER Trial Investigators. Effect of Endovascular Contact Aspiration vs Stent Retriever on Revascularization in Patients With Acute Ischemic Stroke and Large Vessel Occlusion: The ASTER Randomized Clinical Trial. *JAMA* 2017; 318: 443–452
- [31] Maus V, Henkel S, Riabikin A et al. The SAVE Technique: Large-Scale Experience for Treatment of Intracranial Large Vessel Occlusions. *Clin Neuroradiol* 2018. doi:10.1007/s00062-018-0702-4
- [32] Mueller-Kronast NH, Zaidat OO, Froehler MT et al.; STRATIS Investigators. Systematic Evaluation of Patients Treated With Neurothrombectomy Devices for Acute Ischemic Stroke: Primary Results of the STRATIS Registry. *Stroke* 2017; 48: 2760–2768

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-0657-7035>
Radiologie up2date 2018; 18: 319–336
 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
 ISSN 1616-0681

Punkte sammeln auf CME.thieme.de



Diese Fortbildungseinheit ist 12 Monate online für die Teilnahme verfügbar. Sollten Sie Fragen zur Online-Teilnahme haben, finden Sie unter cme.thieme.de/hilfe eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

Unter eref.thieme.de/CXB7DIB oder über den QR-Code kommen Sie direkt zum Artikel zur Eingabe der Antworten.

VNR 2760512018154652663



Frage 1

Welche der folgenden Aussagen zur Indikationsstellung zur Thrombektomie beim akuten Schlaganfall ist richtig?

- A Alle Schlaganfallpatienten sind Kandidaten für eine interventionelle Behandlung.
- B Bei allen Schlaganfallpatienten mit akuten Verschlüssen der großen Hauptstämme der intrakraniellen Arterien sollte eine Thrombektomie erwogen werden.
- C Bei Zeitfenstern von mehr als 6 Stunden nach Symptombeginn ist eine Thrombektomie nicht mehr indiziert.
- D Patienten mit geringen oder vollständig zurückgebildeten Schlaganfallsymptomen profitieren besonders von einer vorbeugenden Thrombektomie.
- E Patienten mit in der CT nachweisbaren großen Infarkten sollten bevorzugt behandelt werden, weil die als Infarktfrühzeichen sichtbaren Veränderungen i. d. R. reversibel sind.

Frage 2

Welches der folgenden für neuroradiologische Gefäßinterventionen entwickelte Medizinprodukt kommt bei einer mechanischen Rekanalisation routinemäßig *nicht* zum Einsatz?

- A Mikrokatheter
- B Mikroführungsdraht
- C Stent-Retriever
- D Aspirationskatheter
- E Flow-Diverter

Frage 3

Welche der folgenden Aussagen zur bildgebenden Diagnostik bei klinisch schwer betroffenen Patienten mit akutem Schlaganfall ist am ehesten richtig?

- A Eine native Schädel-CT ist ausreichend.
- B Eine CT-Perfusionsmessung sollte in jedem Fall durchgeführt werden.
- C Eine native CT in Kombination mit einer CT-Angiografie gilt als Standard für die Bildgebung.
- D Die CT-Angiografie sollte sich auf die Darstellung der intrakraniellen Gefäße beschränken.
- E Eine MRT-Untersuchung ist für die Indikationsstellung zur Thrombektomie klar zu bevorzugen.

Frage 4

Welche der folgenden Aussagen zu Situationen, in denen eine MRT Vorteile gegenüber einer CT-basierten Diagnostik liefert, ist *nicht* richtig?

- A Die MRT ist bei Patienten mit Verdacht auf eine Ischämie im hinteren Hirnkreislauf vorteilhaft, weil sie Hirnstamminfarkte besser nachweist als die CT.
- B Bei klinischem Verdacht auf eine Basilaristhrombose ist eine MRT unerlässlich, da die Diagnose mit CT + CT-Angiografie nicht zuverlässig gestellt werden kann.
- C Die MRT ist für die Entscheidung zwischen kleineren Infarkten und mikroangiopathischen Marklagerläsionen vorteilhaft.
- D Die Beurteilung des Infarktkerns ist anhand diffusionsgewichteter MRT-Aufnahmen einfacher als die Analyse von Infarktfrühzeichen in der CT.
- E Bei fortgeschrittenem oder unbekanntem Zeitfenster sind MRT-Untersuchungen hilfreich, um definitive Infarkte von noch rettbarem Hirnparenchym zu unterscheiden.

Frage 5

Welche der folgenden Aussagen zum ASPECTS zur Beurteilung von Infarktfrühzeichen bei Kandidaten für eine interventionelle Schlaganfallbehandlung ist *nicht* richtig?

- A Der ASPECTS überprüft systematisch 10 Referenzregionen im Versorgungsgebiet der A. cerebri media im Hinblick auf Dichteminderungen.
- B Der ASPECTS gilt nicht für die Gefäßterritorien des hinteren Hirnkreislaufs.
- C Ein hoher Score bedeutet, dass das Hirnparenchym überwiegend intakt ist.
- D Ein niedriger Score zeigt eine geringe Infarktlast an.
- E Mit dem ASPECTS können neben CT- auch diffusionsgewichtete MRT-Aufnahmen beurteilt werden.

► Weitere Fragen auf der folgenden Seite ...

Punkte sammeln auf CME.thieme.de

Fortsetzung...

Frage 6

Welche der folgenden Aussagen zu den Ergebnissen der Thrombektomie beim akuten Schlaganfall ist richtig?

- A Nach heutigem Standard können erfolgreiche Rekanalisationen in bis zu 70% der Fälle erwartet werden.
- B Rekanalisationsraten TICI IIb/III von 50% gelten als akzeptabel.
- C Gute klinische Behandlungsergebnisse sind nur innerhalb der ersten 6 Stunden nach Symptombeginn zu erwarten.
- D Der Nachweis, dass auch Patienten in fortgeschrittenen Zeitfenstern von einer Thrombektomie profitieren können, bedeutet, dass der Schlaganfall als Notfall weniger zeitkritisch ist.
- E Gute klinische Behandlungsergebnisse in etwa 50% der Fälle können in erfahrenen Zentren erwartet werden.

Frage 7

Welche der folgenden Aussagen zur Thrombektomieindikation bei weiter peripher gelegenen Gefäßverschlüssen ist *nicht* richtig?

- A Neben Fällen mit intrakraniellen ACI- und M1-Verschlüssen können auch Patienten mit weiter peripher gelegenen M2-Ast-Verschlüssen von einer Thrombektomie profitieren.
- B Es ist sinnvoll, auf CT- oder MR-Angiogrammen gezielt nach M2-Ast-Verschlüssen zu suchen.
- C Insbesondere klinisch schwer betroffene Patienten, bei denen das abhängige Gefäßterritorium noch nicht weitgehend infarziert ist, können einen Nutzen von der mechanischen Rekanalisation haben.
- D Jenseits der Mediabifurkation gelegene M2-Ast-Verschlüsse sind mit den heutigen Thrombektomiesystemen aufgrund des geringeren Gefäßdurchmessers nicht erreichbar.
- E In Einzelfällen können auch Patienten mit Verschlüssen der A. cerebri anterior und A. cerebri posterior thrombektomiert werden.

Frage 8

Welche der folgenden Aussagen zu Patienten mit sog. Tandemläsionen (extrakranieller ACI-Verschluss auf dem Boden einer Stenose + nachgeschaltete Embolie intrakraniell) ist richtig?

- A Bei Patienten mit extrakraniell bifurkationsnahe ACI-Verschluss fehlt die Zugangsmöglichkeit nach intrakraniell, sodass diese Fälle für eine Thrombektomie nicht geeignet sind.
- B Aufgrund der höheren Komplexität des Eingriffs ist nach bisherigen Studiendaten in solchen Fällen kein klinischer Nutzen von einer mechanischen Rekanalisation zu erwarten.
- C Patienten mit Tandemläsionen werden mit Thrombektomie und notfallmäßiger Karotisstentimplantation behandelt, die über den gleichen Zugang in einer Sitzung erfolgen.
- D Patienten mit Tandemläsionen bekommen im Regelfall erst eine chirurgische Karotisendarteriektomie, intraoperativ oder im Anschluss an die Operation kann dann die Thrombektomie erfolgen.
- E Patienten mit Tandemläsionen und geplantem notfallmäßigem Stenting haben erhöhte Risiken einer symptomatischen intrakraniellen Blutung und profitieren deshalb statistisch nicht von einer mechanischen Rekanalisation.

Frage 9

Ein 75-jähriger Patient, der mit einer Aphasie und einer Hemiplegie rechts aufgewacht ist, wird in die Klinik gebracht, und soll eine notfallmäßige Bildgebung erhalten. Welche der folgenden möglichen Vorgehensweisen ist im Hinblick auf eine Thrombektomie *nicht* als optimal anzusehen?

- A Durchführung einer nativen CCT, CT-Angiografie und CT-Perfusionsmessung
- B Durchführung einer Schlaganfall-MRT-Untersuchung mit DWI-, FLAIR-, T2*w Sequenzen sowie einer TOF-MRA und einer MR-Perfusionsmessung
- C notfallmäßige, unverzügliche Untersuchung an dem Gerät, das sofort zur Verfügung steht
- D Untersuchung mit aufgeschobener Dringlichkeit, da der Patient außerhalb eines etablierten Behandlungszeitfensters kommt
- E notfallmäßige Verlegung in ein Thrombektomiezentrum bei bildgebendem Nachweis eines proximalen Gefäßverschlusses und rettbareren Hirnparenchyms

► Weitere Fragen auf der folgenden Seite ...

Punkte sammeln auf [CME.thieme.de](https://www.thieme.de)

Fortsetzung...

Frage 10

Bei welcher der folgenden Konstellationen ist eine Thrombektomieindikation *nicht* gesichert?

- A Patient mit ausgeprägter Klinik, vertebrobasilärer Verschluss
- B Patient mit ausgeprägter Klinik, ACI-Verschluss
- C Patient mit gering ausgeprägter Klinik, akuter Verschluss einer großen Arterie
- D Patient mit Tandemverschluss
- E Patient mit ausgeprägter Klinik, peripherer M2-Ast betroffen