

Magnetresonanztomografie beim akuten ischämischen Schlaganfall



Autoren

Adrian Ringelstein, Michael Forsting

Schlüsselwörter

akuter ischämischer Schlaganfall, MRT-Bildgebung, Wake-up-Stroke, diffusionsnegative Ischämie, DECTA-Bildgebung

Bibliografie

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0042-121032> |
Neuroradiologie Scan 2017; 07: 45–53
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York
ISSN 1616-9697

Die bildgebende Darstellung der hirnersorgenden Gefäße ist in der Akutphase des Schlaganfalls besonders wichtig. Spezielles Augenmerk wird in diesem Beitrag auf die Selektionskraft der MRT-Bildgebung hinsichtlich der Indikationsstellung für eine Thrombektomie oder i. v. Lysetherapie gelegt. Außerdem gibt der Text einen Einblick in zukünftige Entwicklungen bildgebender Verfahren, die das Potenzial haben, die Schlaganfallversorgung zu verändern.

Einleitung

Gemäß den Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie [1] ist die Anwendung eines schnittbildgebenden Verfahrens in der Akutphase eines ischämischen Schlaganfalls vor Einleitung einer Lysetherapie obligat. In der Regel wird heute eine CT des Schädels durchgeführt, häufig kombiniert mit einer CTA (computertomografische Angiografie) und gelegentlich auch in Kombination mit einer PCT (computertomografische Perfusionsmessung).

Aufgaben der Bildgebung in der Akutphase

Leitliniengerecht ist es, mit einer nativen CT eine intrakranielle Blutung auszuschließen. Denn diese ist rein klinisch von einem ischämischen Schlaganfall nicht ausreichend verlässlich zu unterscheiden, stellt aber eine Kontraindikation gegen die Einleitung einer i. v. (intravenösen) Lysetherapie dar. Alternativ ist es selbstverständlich erlaubt und auch weit verbreitet, in der Akutphase eine MRT-Untersuchung durchzuführen. Auch die MRT wird häufig mit einer Darstellung der hirnersorgenden Gefäße in Form einer MRA (Magnetresonanztomografie) und einer Perfusionsmessung (PWI [perfusionsgewichtete Bildgebung]) kombiniert.

Die Anforderungen an die initiale Bildgebung beim akuten ischämischen Schlaganfall gehen heutzutage über den reinen Blutungsausschluss hinaus. Die Bilder dienen auch dazu, bereits in der Akutphase den Grad (Tiefe der Ischämie) und das räumliche Ausmaß (Volumen des Hirninfarkts) und damit die Hirnschädigung zu bewerten. Damit lassen sich die Erfolgsaussichten einer

i. v. Lysetherapie und einer MTE (mechanische Thrombektomie) abschätzen. Für die Indikation zur MTE wird zusätzlich der Nachweis eines Verschlusses einer großen Hirnbasisarterie gefordert. Dies hat damit auch direkten Einfluss auf die Indikationsstellung beider Verfahren.

Eine weitere wichtige Aufgabe der initialen Bildgebung ist der Ausschluss oder die Bestätigung anderer, der Symptomatik zugrunde liegender pathologischer Prozesse. Diese können wie die oben bereits erwähnte intrakranielle Blutung Symptome eines ischämischen Schlaganfalls simulieren (sog. Stroke Mimics [2]). Zu diesen pathologischen Prozessen zählen u. a. subakute Enzephalitiden, aber auch ein Krampfanfall (Todd-Parse) bzw. eine akut symptomatisch gewordene Liquorzirkulationsstörung oder Raumforderung.

Die Darstellung der hirnersorgenden Gefäße in der Akutphase des ischämischen Schlaganfalls gehört heute zum Standard. Die CTA oder die MRA hilft nicht nur, die Ursache der Akutsymptomatik z. B. durch den Nachweis eines Gefäßverschlusses zu finden. Sie erleichtert es darüber hinaus auch, die Indikation für eine i. v. Lysetherapie [3] und die Indikation für eine MTE zu stellen. Gerade für letzteres Verfahren ist die zusätzliche Darstellung der zervikalen Abschnitte der hirnersorgenden Gefäße oft hilfreich.

ABKÜRZUNGEN

| | |
|-----------------|---|
| ASPECTS | Alberta Stroke Program early CT Scoring |
| CTA | computertomografische Angiografie |
| DECT(-A) | Dual-Energy-CT(-A) |
| DWI | diffusionsgewichtete Bildgebung |
| ECASS-4: | |
| EXTEND | Cooperative acute Stroke Study-4: Extending the Time for Thrombolysis in Emergency neurological Deficits (Studie) |
| ESCAPE | Endovascular Treatment for small Core and anterior Circulation proximal Occlusion with Emphasis on Minimizing CT to Recanalization Times (Studie) |
| EXTEND | Extending the Time for Thrombolysis in Emergency neurological Deficits (Studie) |
| FLAIR | Fluid-attenuated Inversion Recovery |
| GE | Gradienten-Echo |
| i. v. | intravenös |
| MRA | Magnetresonanztomografie |
| MTE | mechanische Thrombektomie |
| PCT | computertomografische Perfusionsmessung |
| POSITIVE | Perfusion Imaging Selection of ischemic Stroke Patients for endovascular Therapy (Studie) |
| PWI | perfusionsgewichtete Bildgebung |
| THAWS | Thrombolysis for acute Wake-up and unclear-Onset Strokes (Studie) |
| TOF | Time of Flight |

Vor- und Nachteile der bildgebenden Verfahren

Die MRT ist der CT bekanntermaßen in der Detektion von Ischämien überlegen. Sie ist besser geeignet, kleinere ischämische Hirnläsionen sehr früh nachzuweisen [4]. Zudem zeigt sie mit größerer Sicherheit als die CT Ischämien des Hirnstamms oder mikroangiopathische, subkortikale Infarkte [5]. Zwangsläufig ist die MRT deshalb wegen des therapeutischen Zeitdrucks besser geeignet, in der Akutphase valide Aussagen zur Infarktgenese (z. B. hämodynamische Infarkte) zu machen. In zahlreichen Studien zeigte sich auch eine deutliche Überlegenheit der MRT in der Detektion von Stroke Mimics [6]. Die Nachteile der MRT sind ebenfalls lange bekannt: Neben der längeren Akquizezeit und den schwierigeren Überwachungsmöglichkeiten schwerkranker Patienten gibt es häufig Verzögerungen der Diagnostik. Dies betrifft z. B. Patienten mit Herzschritt-

machern oder anderen metallischen Implantaten, auch wenn diese heutzutage meistens keine Kontraindikation gegen eine MRT-Untersuchung mehr darstellen [7].

Magnetresonanztomografie**Akutphase****Untersuchungsprotokoll**

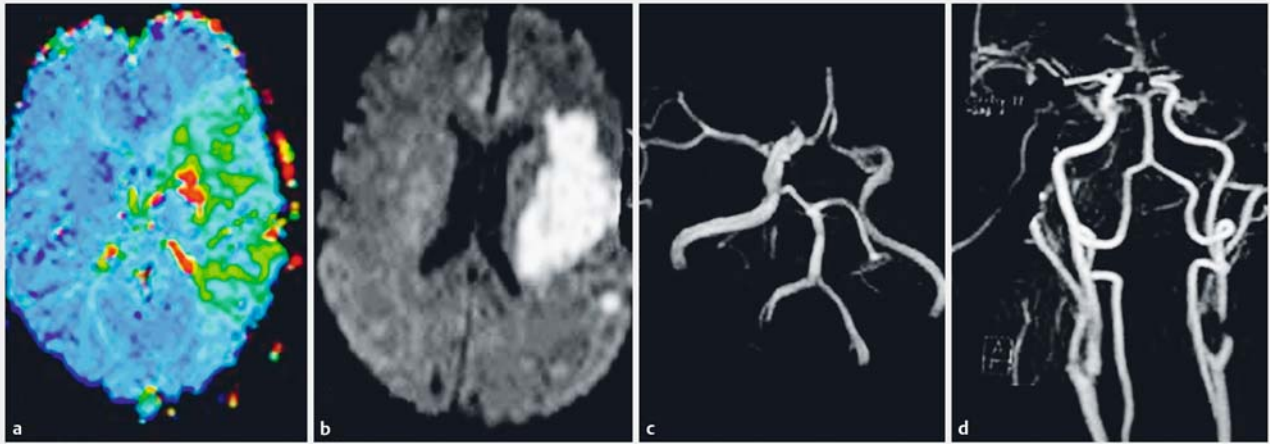
Bestimmte Schädel-MRT-Protokolle können inzwischen sowohl akute ischämische Schlaganfälle als auch z. B. eine akute intrakranielle Blutung oder einen hämorrhagischen Umbau des infarzierten Gewebes zuverlässig differenzieren. Dabei handelt es sich um Kombinationen der herkömmlichen T1w und T2w Sequenzen mit DWI (diffusionsgewichtete Bildgebung) und GE-Sequenzen (Gradienten-Echo-Sequenzen) [8].

Auch gibt es mittlerweile von allen großen MRT-Herstellern vorbereitete Protokolle, die bezüglich der Akquizezeit optimiert sind (► **Abb. 1**). Manche Hersteller werben mit Bildakquisitionszeiten von lediglich 5 min. Damit sind die MRT-Untersuchungszeiten kaum länger als die Akquisitionszeiten einer nativen CT mit CTA und stellen deshalb eine absolut sinnvolle Alternative zur CT dar.

Es muss an dieser Stelle aber erwähnt werden, dass keines dieser Protokolle eine MR-Darstellung der hirnversorgenden Gefäße (MRA) enthält. Bildakquisitionszeiten von unter 10 min sind kaum noch realisierbar, sobald eine TOF-MRA (Time-of-Flight-MRA) zum Nachweis des intrakraniellen Gefäßverschlusses oder gar eine kontrastmittelunterstützte MRA zur Darstellung der zervikalen Gefäßabschnitte verlangt wird (z. B. zur Darstellung des Zugangswegs vor einer Thrombektomie). Die Entscheidung für eine MRT-Untersuchung in der Akutphase bedeutet also einen Zeitverlust von einigen Minuten kostbarer Zeit, wenn potenziell eine Thrombektomie und/oder eine i. v. Lysetherapie angeboten werden soll. Ist allerdings in der Zusammenschau von klinischem Untersuchungsbefund und Anamnese die Ursache der Akutsymptomatik unklar, kann es vorteilhaft sein, primär eine MRT-Untersuchung durchzuführen. Wie oben schon erwähnt, ist diese der CT zum Nachweis des Infarkts in der Akutphase und zum Ausschluss oder Nachweis von Differenzialdiagnosen überlegen.

Merke

Die MRT ist in der Akutphase des ischämischen Schlaganfalls vor allem dann sinnvoll, wenn die Diagnose unklar ist und es nicht allein um den Ausschluss einer intrakraniellen Blutung geht.



► **Abb. 1** MRT-Kurzprotokoll. Die reine Akquisitionszeit einschließlich der Kontrastmittelinjektion dauert etwa 10 min. Werden die Gefäßdarstellungen z. B. durch eine FLAIR-Sequenz (Fluid-attenuated-Inversion-Recovery-Sequenz) und ein T1w Bild ersetzt (hier nicht gezeigt), lässt sich die Bildakquisitionszeit auf 5 min reduzieren. Obwohl die Sequenzen geschwindigkeitsoptimiert sind, ist die Bildqualität sehr gut. Auch das in diesem Beispiel vorliegende DWI/PWI-Mismatch ist gut erkennbar. **a** PWI. **b** DWI. **c** TOF-MRA. **d** Kontrastmittelgestützte MRA.

In den anderen Situationen steht der Beginn der Therapie ganz im Vordergrund. Es sollte alles getan werden, um Zeitverzögerungen zu vermeiden. Da die Thrombektomie heutzutage die Therapie der Wahl im Falle eines interventionell erreichbaren Gefäßverschlusses ist, hilft eine schnelle Darstellung der großen basalen, hirnversorgenden Arterien sehr. In der Akutphase ist daher die native CT mit CTA in der Regel immer noch die sinnvollere Bildgebung.

Wake-up-Stroke

Untersuchungsprotokoll

Merke

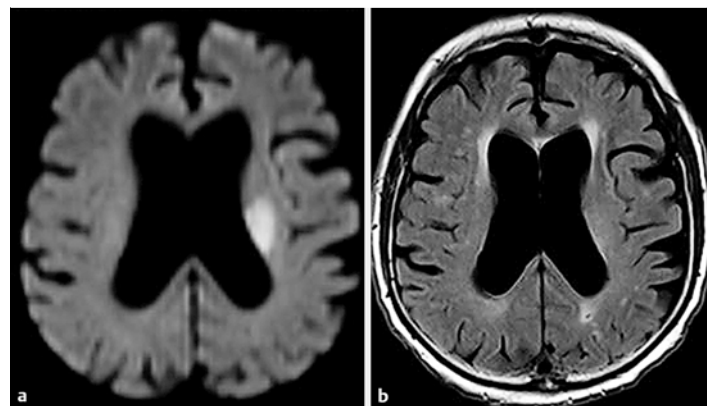
Bei Patienten mit einem Schlaganfall aus dem Schlaf heraus (Wake-up-Stroke) oder unklarem Zeitfenster sollte eine zerebrale MRT mit einer axialen DWI- und FLAIR-Sequenz erfolgen, um ein sog. DWI/FLAIR-Mismatch zu identifizieren.

Ein solches Mismatch mit noch fehlender oder kleinerer Infarktdemarkierung in der FLAIR-Sequenz (Fluid-attenuated-Inversion-Recovery-Sequenz; ► **Abb. 2**) zeigt bei der Mehrzahl der Patienten an, dass eine rekanalisierende Therapie erfolgreich und sicher eingesetzt werden kann [9]. Dieses Vorgehen hat sich in der täglichen Praxis der Autoren bewährt. Ob es in einer solchen Situation vertretbar ist, den Patienten ohne Mismatch eine Thrombektomie zu verweigern, wird kontrovers diskutiert [10, 11]. Zurzeit wird diese Frage in einer laufenden, randomisierten Studie prospektiv evaluiert (WAKE-UP-Studie, s. u.).

Zum Nachweis eines intrakraniellen Gefäßverschlusses kann eine TOF-MRA ohne die Gabe eines Kontrastmittels erfolgen. Da in vielen Kliniken ein MRT nicht rund um die Uhr zur Verfügung steht, wird alternativ – wie oben bereits beschrieben – eine multimodale CT-Bildgebung (natives CT, CTA und PCT) zur Bestimmung eines minderperfundierten, aber noch nicht irreversibel geschädigten Mismatch-Hirngewebes bei unklarem Zeitfenster eingesetzt.

Aktuelle Studienlage

Die Frage, welchen Patienten eine rekanalisierende Akutbehandlung überhaupt noch verweigert werden kann, muss angesprochen werden. Die meisten Studi-



► **Abb. 2** Typisches MRT eines Patienten mit einem Wake-up-Stroke und DWI/FLAIR-Mismatch. Nach aktuellem Kenntnisstand profitieren diese Patienten von einer MTE und möglicherweise auch von einer i. v. Lysetherapie. Das sog. unklare Zeitfenster ist heute kein Grund mehr, einem Patienten die Thrombektomie zu verweigern. **a** DWI-Bild. **b** FLAIR-Sequenz.

en, die sich mit dieser Frage befasst haben, basieren auf CT-Parametern [12, 13]. Eine systematische Untersuchung mittels MRT-Parametern, die helfen, eine solch weitreichende Entscheidung zu treffen, wurde bisher noch nicht publiziert. Die bisherigen Studien zeigen, welche Patienten von der Therapie besonders profitieren, aber nicht, welche von einer Thrombektomie nicht profitieren. Die kanadische ESCAPE-Studie (Endovascular Treatment for small Core and anterior Circulation proximal Occlusion with Emphasis on Minimizing CT to Recanalization Times), in die Patienten bis zu 12 h nach Symptombeginn für eine endovaskuläre Rekanalisation eingeschlossen wurden, bringt in diesem Dilemma nicht weiter. Der durchschnittliche Randomisierungszeitpunkt war zwar 169 min nach Symptombeginn, aber nur 49 Patienten wurden nach mehr als 6 h nach Beginn der Symptomatik für den endovaskulären Arm randomisiert [14]. Bei dieser Fragestellung könnte die WAKE-UP-Studie eine Antwort liefern.

Bei der WAKE-UP-Studie geht es um Efficacy and Safety of MRI-based Thrombolysis in Wake-Up Stroke. Die randomisierte, doppelt-blinde, placebokontrollierte Studie untersucht den Nutzen der i. v. Lyse für Patienten mit unbekanntem Zeitfenster. Sie verwendet für die Indikationsstellung das DWI/FLAIR-Mismatch. Die Hypothese ist, dass „nur“ diffusionsgestörte Hirnareale als nur reversibel geschädigt gelten. Dagegen werden Hirnareale, die bereits eine Signalanhebung in der FLAIR-Sequenz zeigen, als dauerhaft geschädigt angesehen. Wenn also die DWI-Läsion größer als der FLAIR-Defekt ist, wäre eine Therapie indiziert, um die diffusionsgestörten Areale, die über den FLAIR-Defekt hinausgehen, noch zu retten. Patienten mit sehr großen Ischämiearealen (DWI mehr als 100 ml oder mehr als $\frac{1}{3}$ des Middle cerebral Artery Territory) und über 80-jährige Patienten wurden ausgeschlossen. WAKE-UP soll 800 Patienten einschließen, die etwa 60 Kliniken in Europa beisteuern. Primärer Endpunkt der Studie ist das Outcome nach 1 und 3 Monaten (Modified Rankin-Scale).

Parallel läuft eine ähnliche japanische Studie (THAWS [Thrombolysis for acute Wake-up and unclear-Onset Strokes]), allerdings ohne Alterslimit. Bei dieser Studie sollen 300 Patienten randomisiert werden. Auch dabei werden Patienten mit sehr großen DWI-Läsionen ausgeschlossen (ASPECTS [Alberta Stroke Program early CT Scoring] < 5 [15]). Die Ergebnisse beider Studien werden Anfang 2017 erwartet.

Die randomisierte, doppelt-blinde, placebokontrollierte Multizenterstudie EXTEND (Extending the Time for Thrombolysis in Emergency neurological Deficits) untersucht den Nutzen einer i. v. Lysetherapie maximal 9 h nach Symptombeginn. Auch bei dieser Studie können unter bestimmten Bedingungen Patienten mit un-

klarem Zeitfenster eingeschlossen werden. Die Studie verwendet nicht das DWI/FLAIR-Mismatch, sondern das PWI/DWI-Mismatch oder das CT/PCT-Mismatch. Patienten werden vorwiegend in Australien und Asien rekrutiert. Das europäische Pendant heißt ECASS-4:EXTEND (Cooperative acute Stroke Study-4: Extending the Time for Thrombolysis in Emergency neurological Deficits). Bei dieser Studie ist allerdings nur die MRT als bildgebendes Verfahren erlaubt. Der primäre Endpunkt ist das Outcome, gemessen als Verbesserung des Modified Rankin-Score nach 3 Monaten.

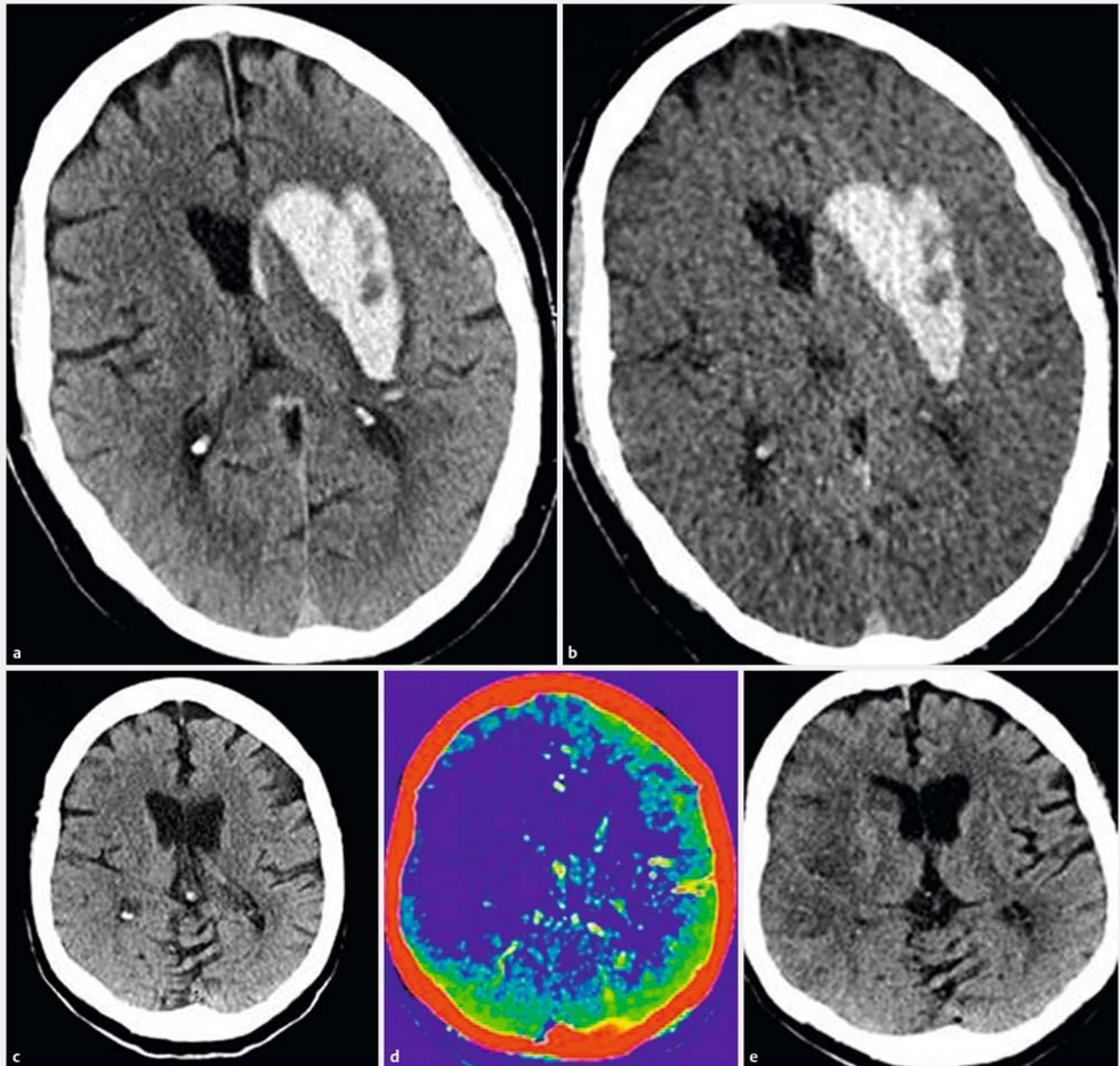
Aus neuroradiologischer Sicht ist die POSITIVE-Studie (Perfusion Imaging Selection of ischemic Stroke Patients for endovascular Therapy) interessant. Diese untersucht den Nutzen der MTE innerhalb von 12 h nach Symptombeginn bei Patienten, die nicht für eine i. v. Thrombolyse geeignet sind. Kleinere, bereits publizierte Studien zu diesem Thema suggerieren, dass auch diese Patienten von der MTE profitieren können [16].

Diffusionsnegative Ischämien

Merke

Wird in der Akutphase des ischämischen Schlaganfalls die MRT als bildgebendes Verfahren eingesetzt, ist zu beachten, dass bei etwa $\frac{1}{5}$ – $\frac{1}{3}$ der Patienten keine Diffusionsstörung im MRT messbar ist.

Dies betrifft klinisch manifeste Ischämien und nicht transitorische ischämische Attacken und hat keinen Einfluss auf das Outcome des Patienten [17]. Aufgrund einer fehlenden DWI-Läsion darf also dem Patienten mit einem Schlaganfallsyndrom keine rekanalisierende Therapie verweigert werden. Der klinische Befund und nicht das Ergebnis der Bildgebung ist dann ausschlaggebend. In der zitierten Studie von Makin u. Mitarb. zeigte sich bei 29 % der Patienten keine DWI-Läsion innerhalb von 4 Tagen nach Symptombeginn (Median: 95 % Vertrauensintervall: 23–25 %) [17]. Nach einem Jahr hatten 14 % der initial „DWI-negativen“ Patienten einen Reinfarkt, genauso oft wie Patienten mit einer initialen DWI-Läsion. Daraus lässt sich vor allem ableiten, dass eine fehlende DWI-Läsion kein Grund ist, die begründete klinische Diagnose einer akuten zerebralen Ischämie aufgrund eines unauffälligen Bildbefunds anzuzweifeln. Auch ist das kein Grund, gar die leitliniengerechte Akuttherapie und die Sekundärprophylaxe zu verändern. Wenn klinische Zweifel an der Diagnose bestehen, kann ein PWI ergänzt werden. Dies zeigt nämlich trotz fehlender DWI-Läsion ein Perfusionsdefizit in ca. 25 % der Fälle. Das gilt übrigens auch bei Patienten mit der klinischen Diagnose einer nicht transitorischen ischämischen Attacke [18].



► **Abb. 3** Neue CT-Techniken, die das Potenzial haben, einige der Nachteile der CT zu kompensieren. **a** Natives CT des Kopfes mit einer akuten Blutung links in den Stammganglien. **b** Virtuelles natives CT desselben Patienten. Dieses Bild wurde nie „gescannt“, sondern aus dem DECTA-Datensatz berechnet. Die Bildqualität reicht noch nicht an **a** heran, zeigt aber sicher auch die akute Blutung. **c** Echtes natives CT des Schädels in der Akutphase einer zerebralen Ischämie ohne pathologischen Befund. **d** Virtuelle (aus DECTA-Daten berechnete) Jodkarte. Diese zeigt bereits in der Akutphase das Kontrastierungsdefizit. **e** Das Kontrastierungsdefizit aus **d** entspricht dem später demarkierten rechtsseitigen Mediainfarkt.

Neue computertomografische Techniken

Es gibt verschiedene Gründe dafür, dass immer mehr Patienten eine akute rekanalisierende Schlaganfalltherapie erhalten:

- insgesamt zunehmendes Bewusstsein in der Bevölkerung für die Dringlichkeit einer Behandlung beim akuten ischämischen Schlaganfall („Jede Minute zählt!“)
- zunehmend flächendeckende Versorgung mit Stroke Units
- Verbesserungen in den Strukturen des Rettungsdienstes

KERNAUSSAGEN

- Der akute ischämische Schlaganfall ist eine der häufigsten lebensbedrohlichen Erkrankungen in Deutschland und die häufigste Ursache für Behinderungen oder Pflegebedürftigkeit im Erwachsenenalter.
- In den letzten Jahrzehnten hat sich die Schlaganfallversorgung in Deutschland massiv verbessert. Die Einführung der Stroke Units, aber auch die mittlerweile flächendeckend eingesetzten Therapieverfahren haben entscheidend dazu beigetragen. Zu diesen Therapieverfahren zählen die i. v. Lysetherapie, die dekompressive Kraniektomie und die transarterielle Thrombektomie. Alle 4 Bausteine haben nachweislich zu einer signifikanten Reduktion von Mortalität und/oder Morbidität geführt.
- Neben den Versorgungsstrukturen an sich ist eine schnelle und aussagekräftige Bildgebung Grundlage jeder zeitbewussten Schlaganfalltherapie. Zu den infrage kommenden bildgebenden Verfahren zählen die CT und die MRT.
- In der Akutphase des Schlaganfalls ist die native CT mit CTA die bildgebende Methode der Wahl. Die MRT dagegen ist in dieser Phase bei unklarer Diagnose hilfreich.
- Bei Patienten mit Wake-up-Stroke oder unklarem Zeitfenster ist ein DWI/FLAIR-Mismatch ein Zeichen dafür, dass eine rekanalisierende Therapie sicher möglich und erfolgversprechend ist.
- Jedoch ist bei $\frac{1}{5}$ – $\frac{1}{3}$ der Patienten keine Diffusionsstörung im MRT festzustellen. Das wirkt sich aber nicht auf das Outcome dieser Patienten aus. Solchen Patienten darf eine rekanalisierende Therapie deshalb nicht verweigert werden.
- Eine mögliche Alternative stellt möglicherweise die DECTA dar, die mit einer Aufnahme sowohl ein virtuelles natives CT-Bild als auch eine Darstellung des ischämischen Hirnareals liefert. Dazu liegen erste vielversprechende Ergebnisse vor.

- Beschleunigung der In-House-Versorgung in den Krankenhäusern

Dies bedeutet, dass die Bildgebung immer früher nach Beginn der Symptomatik durchgeführt werden kann. Native CT-Untersuchungen, die tatsächlich bereits den demarkierten Infarkt zeigen, werden daher zunehmend seltener. In den meisten Akutsituationen zeigt die native CT-Untersuchung deshalb einen Normalbefund, allenfalls mit dezenten Ischämiefühzeichen. In der Akutphase ist der Infarkt nur mittels PCT als solcher visualisierbar. Die PCT führt aber zu einer hohen Strahlenbelastung [19] und die Auswertung ist aufgrund zahlreicher technischer Schwächen fehleranfällig [20]. Das Ziel neuerer Entwicklungen ist daher, eine zerebrale Ischämie ohne die Verwendung einer PCT früh sichtbar zu machen.

DECT-Geräte (Dual-Energy-CT-Geräte) sind mit 2 Röntgenröhren ausgestattet, die häufig im rechten Winkel zueinander eingebaut sind. Es ist möglich, die Röhren

mit unterschiedlicher „Energie“ zu betreiben (variable Stromstärke und Spannung). Mit dieser Technik können Gewebe oder Material mit hoher Atomzahl von solchen mit niedriger Atomzahl differenziert werden. Ein Material mit hoher Atomzahl ist z. B. das Jod im CT-Kontrastmittel. Das Hirngewebe hat im Verhältnis dazu eine sehr niedrige Atomzahl. Mithilfe einer geeigneten Modifizierung von Rekonstruktionsalgorithmen ist es damit möglich, die Verteilung des während der CTA verabreichten Kontrastmittels im Hirnparenchym zu messen. Auf diese Weise können sog. Jodkarten erstellt werden, die den Infarkt bereits in der Frühphase visualisieren. Wird das Kontrastmittel vollständig aus dem Datensatz „herausgerechnet“, entsteht ein „virtuelles“ natives CT-Bild. Es lässt sich also mit einer einzelnen DECTA (Dual-Energy-CTA) ein natives Schädel-CT „herstellen“. Gleichzeitig kann das ischämische Hirnareal ohne Verwendung einer PCT in der Akutphase dargestellt werden (► **Abb. 3**). Erste vielversprechende Ergebnisse wurden auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie vorgestellt [21].

Diese Technik hat durchaus das Potenzial, den Nachteil der schlechteren Visualisierung einer akuten Ischämie mittels CT wettzumachen und damit das Problem der Stroke Mimics einer Lösung näher zu bringen.

Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt vorliegt.

Über die Autoren



Adrian Ringelstein

Priv.-Doz. Dr. med.; 1996–2003 Studium der Humanmedizin an der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg und der RWTH Aachen. 2004 Assistenzarzt im Institut für Diagnostische Radiologie Universitätsklinikum Düsseldorf. 2009 Facharzt und später Oberarzt der Allgemeinradiologie, 2010 Oberarzt der Neuroradiologie, jetzt Leitender Oberarzt im Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie und Neuroradiologie Universitätsklinikum Essen.



Michael Forsting

Prof. Dr. med.; 1980–1986 Studium der Medizin an der RWTH Aachen und der Universität Bern. 1997 Berufung auf die Professur für Neuroradiologie an der Universitätsklinik Essen. Seit 2003 Lehrstuhl für Radiologie und Neuroradiologie an der Universitätsklinik Essen. Seit 2016 Medizinischer Direktor der Zentralen IT am Universitätsklinikum Essen. Verschiedene wissenschaftliche Auszeichnungen und Mitarbeit in zahlreichen wissenschaftlichen Gremien.

Literatur

- [1] Deutsche Gesellschaft für Neurologie. Leitlinien. Im Internet: <http://www.dgn.org/leitlinien> (Stand: 10.12.2016)
- [2] Dupre CM, Libman R, Dupre SI et al. Stroke chameleons. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2014; 23: 374–378
- [3] Veronel D, Ringelstein A, Cohnen M et al. Systemic thrombolysis based on CT or MRI stroke imaging. *J Neuroimaging* 2008; 18: 381–387
- [4] Daverio M, Bressan S, Gregori D et al. Patient and process factors associated with type of first neuroimaging and delayed diagnosis in childhood arterial ischemic stroke. *Acad Emerg Med* 2016; 23: 1040–1047
- [5] Moreau F, Asdaghi N, Modi J et al. Magnetic resonance imaging versus computed tomography in transient ischemic attack and minor stroke: The more you see the more you know. *Cerebrovasc Dis Extra* 2013; 3: 130–136
- [6] Chalela JA, Kidwell CS, Nentwich LM et al. Magnetic resonance imaging and computed tomography in emergency assessment of patients with suspected acute stroke: a prospective comparison. *Lancet* 2007; 369: 293–298
- [7] Camacho JC, Moreno CC, Shah AD et al. Safety and quality of 1.5-T MRI in patients with conventional and MRI-conditional cardiac implantable electronic devices after implementation of a standardized protocol. *AJR Am J Roentgenol* 2016; 207: 599–604
- [8] Leker RR, Keigler G, Eichel R et al. Should DWI MRI be the primary screening test for stroke? *Int J Stroke* 2014; 9: 696–697
- [9] Kuntze Söderqvist Å, Andersson T, Wahlgren N et al. Mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke-patients with wake-up stroke and the elderly may benefit as well. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2016; 25: 2276–2283
- [10] Aoki J, Sakamoto Y, Kimura K. Intravenous thrombolysis increases the rate of dramatic recovery in patients with acute stroke with an unknown onset time and negative FLAIR MRI. *J Neuroimaging* 2016; 26: 414–419
- [11] Seitz RJ, Oberstrass H, Ringelstein A et al. Failed recovery from thrombolysis is predicted by the initial diffusion weighted imaging lesion. *Cerebrovasc Dis* 2011; 31: 580–587
- [12] Goyal M, Menon BK, van Zwam WH et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet* 2016; 387: 1723–1731
- [13] Psychogios MN, Schramm P, Frölich AM et al. Alberta Stroke Program Early CT Scale evaluation of multimodal computed tomography in predicting clinical outcomes of stroke patients treated with aspiration thrombectomy. *Stroke* 2013; 44: 2188–2193
- [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] Aviv RI, Mandelcorn J, Chakraborty S et al. Alberta Stroke Program Early CT Scoring of CT perfusion in early stroke visualization and assessment. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007; 28: 101975–1980
- [16] Dorn F, Prothmann S, Patzig M et al. Stent retriever thrombectomy in patients who are ineligible for intravenous thrombolysis: a multicenter retrospective observational study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2016; 37: 305–310
- [17] Makin SD, Doubal FN, Dennis MS et al. Clinically confirmed stroke with negative diffusion-weighted imaging magnetic resonance imaging: Longitudinal study of clinical outcomes, stroke recurrence, and systematic review. *Stroke* 2015; 46: 3142–3148
- [18] Grams RW, Kidwell CS, Doshi AH et al. Tissue-negative transient ischemic attack: Is there a role for perfusion MRI? *AJR Am J Roentgenol* 2016; 207: 157–162
- [19] Guberina N, Suntharalingam S, Naßenstein K et al. Clinical evaluation of a dose monitoring software tool based on Monte Carlo Simulation in assessment of eye lens doses for cranial CT scans. *Neuroradiology* 2016; 58: 955–959
- [20] Heit JJ, Wintermark M. Perfusion computed tomography for the evaluation of acute ischemic stroke: strengths and pitfalls. *Stroke* 2016; 47: 1153–1158
- [21] Khokale A, Moeninghoff C, Weimar C et al. Nachweis zerebraler Ischämien bei proximalem intrakraniellen Gefäßverschluss mittels Dual Energy CT Iodkarten. Erste Ergebnisse. In: Abstracts: 51. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie e.V. in Kooperation mit der 24. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Neuroradiologie, 05.–08.10.2016. Köln: Clin Neurorad; 2016: 26: 1–111

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Adrian Ringelstein
Institut für Diagnostische und Interventionelle
Radiologie und Neuroradiologie
Universitätsklinikum Essen
Hufelandstr. 55
45122 Essen
Tel.: (+)49-201-7231501
Fax: (+)49-201-7231548
E-Mail: adrian.ringelstein@uk-essen.de

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 <http://cme.thieme.de/hilfe> eine ausführliche Anleitung. Wir wünschen viel Erfolg beim Beantworten der Fragen!

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

VNR 2760512017152373280



Frage 1

Die Durchführung welcher Art von Untersuchung schreiben die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie in der Akutphase des ischämischen Schlaganfalls vor Einleitung einer Lysetherapie vor?

- A CTA (computertomografische Angiografie)
- B EEG (Elektroenzephalografie)
- C schnittbildgebendes Verfahren
- D MRA (Magnetresonanztomografie)
- E PCT (computertomografische Perfusionsmessung)

Frage 2

Was gehört *nicht* zu den Aufgaben der initialen Bildgebung beim akuten ischämischen Schlaganfall vor Beginn einer intravenösen Lysetherapie?

- A Nachweis eines Verschlusses einer großen Hirnbasisarterie
- B Bestimmung der Tiefe der Ischämie
- C Ausschluss einer intrakraniellen Blutung
- D Bestimmung des Volumens des Hirninfarkts
- E Bewertung der Hirnschädigung

Frage 3

Welcher der folgenden pathologischen Prozesse zählt *nicht* zu den sog. Stroke Mimics?

- A Raumforderung
- B Krampfanfall (Todd-Parese)
- C Liquorzirkulationsstörung
- D Hyperglykämie
- E subakute Enzephalitis

Frage 4

Bezüglich welcher Parameter ist die MRT der CT in der Detektion von Ischämien unterlegen?

- A sicherer Nachweis auch kleinerer ischämischer Hirnläsionen
- B sicherer Nachweis von Ischämien des Hirnstamms
- C frühzeitiger Nachweis ischämischer Hirnläsionen
- D sicherer Nachweis von mikroangiopathischen subkortikalen Infarkten
- E kurze Akquisezeit

Frage 5

Wann ist der Einsatz der MRT in der Akutphase des ischämischen Schlaganfalls sinnvoll?

- A wenn schnell eine Therapieentscheidung getroffen werden muss
- B wenn die Ursache der Akutsymptomatik klar ist
- C wenn die Diagnose unklar ist und es nicht allein um den Ausschluss einer intrakraniellen Blutung geht
- D wenn in kurzer Akquisezeit die hirnversorgenden Gefäße dargestellt werden sollen
- E wenn eine intrakranielle Blutung ausgeschlossen werden muss

Frage 6

Unter welchen Voraussetzungen sind die von allen großen MRT-Geräteherstellern vorbereiteten MRT-Protokolle mit kurzer Akquisezeit eine sinnvolle Alternative zur nativen CT?

- A wenn ein intrakranieller Gefäßverschluss nachgewiesen werden soll
- B wenn eine intrakranielle Blutung ausgeschlossen werden soll
- C wenn eine kontrastmittelgestützte Darstellung der zervikalen Gefäßabschnitte benötigt wird
- D wenn die hirnversorgenden Gefäße dargestellt werden sollen
- E wenn der Zugangsweg für eine Thrombektomie dargestellt werden soll

Frage 7

Welche der folgenden Aussagen zum sog. DWI/FLAIR-Mismatch (Mismatch der Befunde der diffusionsgewichteten und der Fluid-attenuated-Inversion-Recovery-Bildgebung) ist *nicht* richtig?

- A Im DWI-Bild zeigen sich beim DWI/FLAIR-Mismatch diffusionsgestörte Hirnareale, in der FLAIR-Sequenz ist jedoch noch keine oder nur eine kleine Infarktdemarkierung zu sehen.
- B Bei Patienten mit einem Wake-up-Stroke findet sich generell nie ein DWI/FLAIR-Mismatch.
- C Bei den meisten Patienten mit DWI/FLAIR-Mismatch wird eine rekanalisierende Therapie erfolgreich sein.
- D Ob Patienten ohne ein DWI/FLAIR-Mismatch eine Thrombektomie verweigert werden kann, wird derzeit kontrovers diskutiert.
- E Ein DWI/FLAIR-Mismatch kann bei unklarem Zeitfenster nach dem ischämischen Ereignis helfen, eine Therapieentscheidung zu treffen.

Frage 8

Welche der folgenden Aussagen zu diffusionsnegativen Ischämien ist *falsch*?

- A Das Fehlen der Diffusionsstörung im MRT hat bei Patienten in der Akutphase des ischämischen Schlaganfalls keine Auswirkung auf ihr Outcome.
- B Bei einem kleinen Teil der Patienten ist in der Akutphase des ischämischen Schlaganfalls keine Diffusionsstörung im MRT messbar.
- C Bestehen bei Patienten mit Schlaganfallsyndrom ohne MRT-Diffusionsstörung klinische Zweifel, kann mithilfe der PWI (perfusionsgewichtete Bildgebung) ein Perfusionsdefizit detektiert werden.
- D Zeigt ein Patient mit Schlaganfallsyndrom keine Diffusionsstörung im MRT, dann handelt es sich bei ihm nicht um einen ischämischen Schlaganfall.
- E Lässt sich bei Patienten in der Akutphase des ischämischen Schlaganfalls keine Diffusionsstörung im MRT feststellen, ist der klinische Befund therapieentscheidend.

Frage 9

Welche der folgenden Aussagen zur CT-Bildgebung bei akutem ischämischen Schlaganfall ist korrekt?

- A Da in der Bevölkerung nicht bekannt ist, dass beim akuten ischämischen Schlaganfall die Behandlung möglichst rasch einsetzen muss, wird die Bildgebung immer erst durchgeführt, wenn die Symptomatik sich schon deutlich ausgebildet hat.
- B In nativen CT-Aufnahmen ist der demarkierte Infarkt immer gut zu erkennen, unabhängig davon, wie rasch nach dem Schlaganfall die Bildgebung durchgeführt wird.
- C Die PCT ist weniger fehleranfällig als die CT.
- D Die Strahlenbelastung ist bei der CT immer höher als bei der PCT.
- E In der Akutphase lässt sich der Infarkt nur mittels PCT darstellen.

Frage 10

Welche der folgenden Aussagen zur DECT bzw. DECTA (Dual-Energy-CT bzw. –CTA) ist *nicht* zutreffend?

- A Die Verteilung des CTA-Kontrastmittels im Hirnparenchym kann mit dieser Technik in Form einer Jodkarte dargestellt werden.
- B Zusätzlich zu jeder DECTA-Aufnahme muss immer ein separates natives CT-Bild aufgenommen werden.
- C Die Geräte sind mit 2 Röhren ausgestattet, die häufig im rechten Winkel zueinander eingebaut sind.
- D Mit dieser Methode kann ein Infarkt bereits in der Frühphase sichtbar gemacht werden.
- E Die Technik ermöglicht es, Gewebe oder Material mit hoher Atomzahl (Jod im Kontrastmittel) von solchen mit niedriger Atomzahl (Hirngewebe) zu differenzieren.