Rubrikherausgeber

S. Delorme, Heidelberg (Leitung)
S. Diederich, Düsseldorf
F. Kainberger, Wien
P. Reimer, Karlsruhe
W. Reith, Homburg/Saar
M. Uhl, Freiburg

Punkte sammeln auf...

springermedizin.de/ eAkademie

Teilnahmemöglichkeiten

Diese Fortbildungseinheit steht Ihnen als e.CME und e.Tutorial in der Springer Medizin e.Akademie zur Verfügung.

- e.CME: kostenfreie Teilnahme im Rahmen des jeweiligen Zeitschriftenabonnements
- e.Tutorial: Teilnahme im Rahmen des e.Med-Abonnements

Zertifizierung

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Hinweis für Leser aus Österreich

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die in der e.Akademie erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH
Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
E-Mail: kundenservice@springermedizin.de

CME Zertifizierte Fortbildung

U. Yilmaz · W. Reith

Klinik für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie,
Universitätsklinikum des Saarlandes, Homburg-Saar

Akutbehandlung des ischämischen Schlaganfalls

Zusammenfassung

Der ischämische Schlaganfall ist ein medizinischer Notfall, bei dessen Management die schnelle und effektive Zusammenarbeit zwischen Neurologen und Radiologen unabdingbar ist. Die Therapie des akuten ischämischen Schlaganfalls ist zurzeit Gegenstand neuer vielversprechender Entwicklungen wie der strukturellen Optimierung diagnostischer Arbeitsabläufe zur Verkürzung der Zeit bis zur Therapieentscheidung und neuer endovaskulärer Techniken zur Rekanalisierung verschlossener Gefäße. Auch ist in großen klinischen Studien die Effektivität der Thrombolyse in einem erweiterten Zeitfenster von bis zu 4,5 h nachgewiesen und die Bedeutung des Zeitfaktors für das klinische Outcome untermauert worden.

Schlüsselwörter

Schlaganfall · Ischämie · Thrombolytische Therapie · Mechanische Rekanalisierung · Dekompressive Kraniektomie

Eine große Herausforderung besteht weiterhin in der Optimierung der diagnostischen Abläufe

Die Lysetherapie erfolgt in einer Dosierung von 0,9 mg rt-PA/kgKG

Auch im erweiterten Zeitfenster von 4,5 h profitieren die Patienten von der Thrombolyse

Lernziele

Nachdem Sie diese Lerneinheit absolviert haben:

- kennen Sie die entscheidenden Abläufe der aktuellen Diagnostik und Therapie des akuten ischämischen Schlaganfalls.
- haben Sie einen Überblick über wichtige Studien der letzten Jahre zur Schlaganfallbehandlung.
- kennen Sie neue Entwicklungen in der endovaskulären Rekanalisierung akuter intrakranieller Gefäßverschlüsse.

Einleitung

Obwohl die **i.v.-Thrombolysetherapie** 3 h nach Symptombeginn nach wie vor die einzig zugelassene kausale Akutbehandlung des ischämischen Schlaganfalls darstellt, ist in den letzten Jahren durch Studien zur Erweiterung des Lysezeitfensters und die Entwicklung neuer endovaskulärer Techniken Bewegung in die Schlaganfalltherapie gekommen. Eine große Herausforderung besteht weiterhin in der Optimierung diagnostischer Abläufe, um im Sinne des **Time-is-brain-Konzepts** eine schnellstmögliche Therapieentscheidung zu ermöglichen. In diesem Weiterbildungsartikel sollen unter Berücksichtigung neuer Entwicklungen die Grundzüge der aktuellen Schlaganfalldiagnostik und -therapie erörtert werden.

Der ischämische Schlaganfall ist ein plötzlich auftretendes **fokal-neurologisches Defizit**, dem eine akute Durchblutungsstörung des für die entsprechende Funktion zuständigen Hirnareals zugrunde liegt. Die Inzidenz beträgt in Deutschland etwa 137/100.000 Einwohner/Jahr [1]. Dabei stellt der Hirninfarkt eine der häufigsten Todesursachen und die häufigste Ursache einer bleibenden Invalidität dar. Schon 1995 wurde gezeigt, dass die i.v.-Applikation eines Plasminogenaktivators [„recombinant tissue plasminogen activator“ (rt-PA)] innerhalb von 3 h nach Beginn der klinischen Symptomatik zu einer Senkung der Mortalität und des Behinderungsgrads führt [2]. Innerhalb dieses Zeitfensters muss der Patient jedoch nicht nur das Krankenhaus erreicht haben, es müssen auch eine Reihe diagnostischer Prozeduren erfolgt sein, die sowohl der Diagnosestellung als auch dem Ausschluss von Kontraindikationen dienen und somit eine Therapieentscheidung ermöglichen. Die Lysetherapie erfolgt daraufhin in einer Dosierung von 0,9 mg rt-PA/kgKG, wovon 1 Zehntel als Bolus und der Rest als Infusion über 60 min appliziert werden (Maximaldosis: 90 mg; [2]). Die European Cooperative Acute Stroke Study (ECASS) 3 [3] und die Safe Implementation of Thrombolysis in Stroke – International Stroke Thrombolysis Registry (SITS-ISTR, [4]) haben nachgewiesen, dass Patienten auch bei der Erweiterung des Zeitfensters auf 4,5 h von der Thrombolyse profitieren, allerdings in geringerem Maße. Einen Überblick über wichtige klinische Studien zur Thrombolyse des ischämischen Schlaganfalls bietet ■ **Tab. 1**.

Diagnostik

Die therapieentscheidende Diagnostik des akuten ischämischen Schlaganfalls beinhaltet:

Treatment of acute ischemic stroke

Abstract

Ischemic stroke is a medical emergency requiring fast and effective collaboration of neurologists and radiologists. Currently there are promising new developments in the treatment of acute ischemic stroke with efforts being made to reduce the door-to-needle time and to improve recanalization of occluded vessels by new endovascular techniques. Clinical trials have also demonstrated the efficacy of thrombolysis up to 4.5 h and confirmed the importance of the time to treatment for positive outcome.

Keywords

Stroke · Ischemia · Thrombolytic therapy · Mechanical recanalization · Decompressive craniectomy

Tab. 1 Klinische Studien zur Thrombolyse beim akuten ischämischen Schlaganfall und ihre Hauptausagen

Studie	Aussage
NINDS-Studie (1995; [2])	Die i.v.-Gabe von rt-PA innerhalb eines Zeitfensters von 3 h senkt beim ischämischen Schlaganfall die Mortalität und den Grad der Behinderung bei leichter Zunahme der Häufigkeit intrakranieller Blutungen.
SITS-MOST (2007; [5])	Bestätigung der Ergebnisse der NINDS-Studie bezüglich der sinkenden Mortalität und leichten Zunahme intrakranieller Blutungen
ECASS 3 (2008; [3])	Wirksamkeit auch im erweiterten Zeitfenster von 4,5 h
SITS-ISTR (2008; [4])	Wirksamkeit auch im erweiterten Zeitfenster von 4,5 h
ECASS European Cooperative Acute Stroke Study; NINDS National Institute of Neurological Disorders and Stroke; SITS-ISTR Safe Implementation of Thrombolysis in Stroke – International Stroke Thrombolysis Registry; SITS-MOST Safe Implementation of Thrombolysis in Stroke – Monitoring Study.	

Tab. 2 Kontraindikationen der i.v.-Thrombolyse. (Modifiziert nach [3])

Alter <18 oder >80 Jahre
Unklares Zeitfenster
Intrakranielle Blutung
NIHSS-Score >25
Krampfanfall zu Beginn der Symptomatik
Schlaganfall oder Schädel-Hirn-Trauma in den letzten 3 Monaten
Stattgehabter Schlaganfall in der Anamnese und Diabetes mellitus
Gabe von Heparin in den vergangenen 48 h und erhöhte partielle Thromboplastinzeit
Thrombozytenzahl <100.000/μl
Systolischer Blutdruck >185 mmHg oder diastolischer Blutdruck >110 mmHg
Blutzucker <50 mg/dl oder >400 mg/dl
Klinischer Verdacht auf eine Subarachnoidalblutung auch bei unauffälligem kraniallem CT
Orale Antikoagulation
Größere Operationen oder Verletzungen in den letzten 3 Monaten
Andere Ursachen eines erhöhten Blutungsrisikos
NIHSS National Institutes of Health Stroke Scale.

- die neurologische Untersuchung zur Erfassung und Klassifizierung des fokalneurologischen Defizits,
- die Bildgebung zum Ausschluss einer intrakraniellen Blutung und
- die Anamnese sowie Laboruntersuchungen zum Ausschluss von Kontraindikationen gegen eine thrombolytische Therapie (■ **Tab. 2**).

Erst kürzlich konnte gezeigt werden, dass durch die Optimierung der diagnostischen Arbeitsabläufe eine Halbierung der durchschnittlich vom Eintreffen des Patienten bis zur Therapieentscheidung benötigten Zeit möglich ist. Im Rahmen dieses Konzepts treffen sich beim Verdacht auf einen Schlaganfall im Lysezeitfenster Neurologen und Neuroradiologen mit dem Notarzt, der den Patienten begleitet, am CT-Gerät. Vor Ort werden sowohl die neurologische Untersuchung und Bildgebung als auch die notwendigen **Laboruntersuchungen** – mithilfe entsprechender Messgeräte – durchgeführt [6].

Neurologische Untersuchung

Die neurologische Untersuchung dient der Erfassung, Dokumentation und Klassifizierung des neurologischen Defizits gemäß der National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS). Ein messbares Defizit ist eine Voraussetzung für die Indikationsstellung zur Thrombolyse. Ein schweres neurologisches Defizit mit einem NIHSS-Score >25 gilt als relative Kontraindikation.

Bildgebung

Native kraniale CT. Bei der Indikationsstellung zur i.v.-Thrombolyse erfolgt die kraniale Bildgebung in erster Linie zum Ausschluss einer **intrakraniellen Blutung**, da diese klinisch nicht sicher

Durch eine Optimierung der diagnostischen Abläufe kann die Zeit zwischen Einlieferung und Therapieentscheidung halbiert werden

Abb. 1 ▲ Kranielle CT und CT-Angiographie eines 55-jährigen Patienten mit akut aufgetretener Aphasie und Hemiplegie rechts seit 1 h. **a, b** Ausschluss einer Blutung und eines demarkierten Infarkts im kraniellen CT. Als Ischämiefürhzeichen zeigt sich **b** das hyperdense Mediazeichen mit **c** einer entsprechenden Kontrastmittelaussparung in der CT-Angiographie

Abb. 2 ▲ Kontraindikationen zur Thrombolyse in der kraniellen CT. **a** Nachweis einer demarkierten Ischämie. Hier im linken Mediastromgebiet (weiße Pfeile). Der schwarze Pfeil zeigt dagegen auf eine alte Ischämie im Defektstadium im rechten Mediastromgebiet. **b** Stammganglienblutung und **c** Subarachnoidalblutung

Die native kranielle CT ist die
Bildgebung der Wahl

vom ischämischen Schlaganfall differenziert werden kann [7]. Auch eine bereits demarkierte ausgedehnte Ischämie stellt eine Kontraindikation der Thrombolyse dar. Die native kranielle CT (CCT) ist die Bildgebung der Wahl, da hiermit sowohl die Blutung als auch eine demarkierte Ischämie ausgeschlossen werden können. Die CT-Untersuchung ist schnell und weit verfügbar (■ Abb. 1, 2). Darüber hinaus können im CCT Ischämiefürhzeichen wie eine aufgehobene Mark-Rinden-Differenzierung oder das hyperdense Mediazeichen sichtbar sein.

CT-Angiographie. Zur Lokalisierung des Gefäßverschlusses kann eine CT-Angiographie der Kopf- und Halsgefäße durchgeführt werden (■ Abb. 1c), insbesondere wenn Möglichkeiten zu ergänzenden interventionellen gefäßeröffnenden Verfahren gegeben sind. Neben Gefäßverschlüssen können so auch **Gefäßstenosen**, die zu hämodynamisch bedingten Ischämien führen, oder **Dissektionen** dargestellt werden.

Abb. 3 ▲ CT-Perfusion. Darstellung verschiedener Perfusionsparameter nach dynamischer kontrastmittelverstärkter CT-Untersuchung mit einem Perfusionsdefizit im rechten Mediapfandgebiet bei akutem Mediapfandverschluss

CT-Perfusion. Die CT-Perfusion kann eine weitere Charakterisierung des Infarkts ermöglichen. In einer dynamischen kontrastmittelverstärkten Untersuchung werden verschiedene Parameter wie der zerebrale Blutfluss pro Zeiteinheit [„cerebral blood flow“ (CBF)], das Blutvolumen („cerebral blood volume“), die Transitdauer („mean transit time“) des Blutes und die Zeit bis zur höchsten Kontrastmittelkonzentration („time to peak“) berechnet (■ **Abb. 3**). Dabei korreliert insbesondere der CBF mit dem Ausmaß des Infarktkerns [8].

MRT-Bildgebung. Obwohl ein ischämisches Areal mithilfe diffusionsgewichteter Sequenzen im MRT deutlich früher nachgewiesen werden kann, ist die Durchführung der MRT für die Therapieentscheidung beim akuten Schlaganfall in der Regel nicht notwendig. Hilfreich kann sie aber bei einem unklaren Zeitfenster und zur weiteren **Nutzen-Risiko-Abwägung** sein. So kann mit dem Diffusion-weighted-imaging (DWI)-Perfusion-weighted-imaging (PWI)-Mismatch, dem Hirnareal, das ein Perfusionsdefizit, aber noch keine Diffusionsrestriktion aufweist, die sog. **Penumbra** abgeschätzt werden, die dem gefährdeten Hirnparenchym entspricht [9]. Bei einem unklaren Zeitfenster kann die MRT dazu dienen, das Infarktgeschehen zeitlich einzugrenzen. So wurde kürzlich ge-

Insbesondere der zerebrale Blutfluss korreliert mit dem Ausmaß des Infarktkerns

Die Durchführung der MRT ist für die Therapieentscheidung beim akuten Schlaganfall in der Regel nicht notwendig

Die besten angiographischen Ergebnisse werden mit Stent-Retrievern erzielt

Das Outcome von Patienten mit einem extrakraniellen Verschluss der A. carotis interna ist besonders schlecht

Tab. 3 TICI-Skala zur angiographischen Beurteilung der Perfusion. (Modifiziert nach [13])

TICI-Grad	Perfusion
0	Keine Perfusion; kein Fluss distal des Gefäßverschlusses
1	Kontrastmittelpassage mit minimaler Perfusion
2a	Partielle Füllung (<2 Drittel) des abhängigen Stromgebiets
2b	Vollständige, aber verzögerte Perfusion des abhängigen Stromgebiets
3	Vollständige Perfusion. Das gesamte abhängige Stromgebiet wird zeitgleich mit nichtbetroffenen Hirnarealen perfundiert.
TICI „Thrombolysis in Cerebral Infarction“.	

zeigt, dass ein Infarkt, der eine Diffusionsrestriktion, aber noch keine Signalsteigerung in der Fluid-attenuated-inversion-recovery (FLAIR)-Sequenz aufweist, mit hoher Wahrscheinlichkeit noch im 4,5-h-Zeitfenster liegt [10].

Das Konzept der Mobile-Stroke-Unit-Studie [11] geht auf dem Weg zur beschleunigten Therapieentscheidung einen deutlichen Schritt weiter; erste Ergebnisse wurden 2010 veröffentlicht. Nach diesem Konzept fahren der Neurologe und Neuroradiologe mit einem mobilen CT-Gerät und **Point-of-care-Labor** bei Eingang eines Notrufs mit Verdacht auf einen Schlaganfall zum Patienten und führen die Diagnostik, die für die Therapieentscheidung notwendig ist, direkt vor Ort durch.

Endovaskuläre Rekanalisierung akuter Gefäßverschlüsse

Deutliche Fortschritte gab es in den letzten Jahren in der Entwicklung neuer endovaskulärer Verfahren zur Rekanalisierung akuter Gefäßverschlüsse. Bereits im Jahr 1999 konnte im Rahmen der Prolyse-in-Acute-Cerebral-Thromboembolism (PROACT)-II-Studie gezeigt werden, dass die intraarterielle Applikation von **rekombinanter Prourokinase** mithilfe eines Mikrokatheters direkt am Thrombus bei Verschlüssen der A. cerebri media das klinische Outcome nach 90 Tagen deutlich verbessert [12]. Die Beurteilung des angiographischen Ergebnisses eines Rekanalisierungsversuchs erfolgt anhand der **Thrombolysis-in-Cerebral-Infarction (TICI)-Skala** [13]. Dabei entspricht ein TICI-Wert von 0 einem Gefäßverschluss ohne Perfusion des abhängigen Stromgebiets und ein Wert von 3 einer vollständigen und unverzögerten Perfusion (■ **Tab. 3**). Von einer erfolgreichen Rekanalisierung wird in Studien bei TICI-Werten von 2 oder 3 ausgegangen.

Mithilfe eines kornenzieherförmigen Drahts, dem sog. **Merci-Retriever** wurden Rekanalisierungsraten von 46% [14] erreicht, später in modifizierter Form bis zu 69,5% [15]. Ein anderer Ansatz mit Rekanalisierungsraten von 81,6% wurde mit dem **Penumbra-System** verfolgt, bei dem der Thrombus unter fortlaufender Aspiration mit einer Pumpe endovaskulär zerkleinert und abgesaugt wird [16]. Die bislang besten angiographischen Ergebnisse mit Rekanalisierungsraten von >90% werden aber unter Einsatz von sog. Stent-Retrievern erzielt [17, 18]. Dabei wird nach endovaskulärer Passage des Thrombus mithilfe eines Mikrokatheters der Stent-Retriever im Thrombus freigesetzt und anschließend zusammen mit dem Thrombus aus dem Gefäß herausgezogen (■ **Abb. 4, 5**).

Eine Gruppe von Schlaganfallpatienten mit einem besonders schlechten Outcome sind Patienten mit einem extrakraniellen Verschluss der A. carotis interna. Kürzlich wurde gezeigt, dass auch in der Therapie des akuten Schlaganfalls die Behandlung mit einem Karotisstent sicher und vielversprechend ist [19].

Obwohl eine Metaanalyse von 53 Studien ergab, dass die Rekanalisierung mit dem Outcome nach einem akuten ischämischen Schlaganfall korreliert [20], stehen große Studien zum klinischen Outcome von Patienten nach endovaskulärer Rekanalisierung noch aus.

Dekompressive Hemikraniektomie

Eine lebensgefährliche Komplikation – insbesondere nach ausgedehnten Mediainfarkten – ist eine starke Hirndrucksteigerung bis zur Einklemmung im Rahmen der Ödematisierung des infarzierten Hirnparenchyms (**maligner Mediainfarkt**). Bei konservativer Behandlung liegt die Mortalität dieser Komplikation bei 80% [21]. In einer gemeinsamen Analyse mehrerer randomisierter Studien wurde 2007 nachgewiesen, dass die frühzeitige Entlastung der Raumforderung durch teilweise Entfer-

Abb. 4 ▲ Digitale Subtraktionsangiographie mit selektiver Einstellung der linken A. carotis interna des Patienten aus Abb. 1 vor (*oben*) und nach (*unten*) mechanischer Rekanalisierung mithilfe eines Stent-Retrievers

Abb. 5 ▲ Extrahierte Thromben nach Rekanalisierungen mit verschiedenen Stent-Retrievers

Abb. 6 ▲ Mediainfarkt links bei einem 50-jährigen Patienten nach Dissektion der A. carotis interna. **a** Nachweis einer ausgedehnten Ischämie im linken Medialstromgebiet mit beginnender Mittellinienverlagerung nach rechts. **b** Kraniale CT nach dekompensiver Hemikraniektomie links mit rückläufiger Mittellinienverlagerung. Vorwölbung des infarzierten Hirnparenchyms aus dem Trepanationsdefekt. **c** Defektstadium nach 4 Monaten mit E-vacuo-Erweiterung des Ventrikelsystems. **d** Anlage einer Schädeldachplastik

nung der Schädeldecke und Anlage einer **Duraplastik** die Mortalität und den Grad der Behinderung deutlich senkt (■ **Abb. 6**; [22]).

Stroke-Units

Ein wesentlicher Bestandteil der Akutversorgung von Schlaganfallpatienten ist die Behandlung und Überwachung auf spezialisierten Schlaganfallstationen, den sog. Stroke-Units. Bereits 1993 wurde gezeigt, dass die Mortalität der Schlaganfallpatienten bei Behandlung auf einer Stroke-Unit im Vergleich zur Behandlung auf einer Allgemeinstation um 28% niedriger ist [23]. Die Bezeichnung als Stroke-Unit ist dabei mit Anforderungen an das vorhandene Personal, die verfügbaren diagnostischen Prozeduren, die Möglichkeiten zur Überwachung, die Infrastruktur und die Therapie verbunden [24]. Darüber hinaus kann in Deutschland die Zertifizierung zur erweiterten Stroke-Unit erfolgen. Voraussetzung dafür ist die Erfüllung weiterer Anforderungen, z. B. das Vorhandensein einer interventionellen Neuroradiologie und Neurochirurgie.

Fazit für die Praxis

- Beim akuten Schlaganfall zählt jede Minute!
- Die diagnostischen Arbeitsabläufe einschließlich der Bildgebung müssen beim Eintreffen eines *Schlaganfallpatienten im Lysezeitfenster* darauf ausgelegt sein, eine schnellstmögliche Therapieentscheidung zu ermöglichen.
- Neue Techniken zur endovaskulären Rekanalisierung verschlossener Gefäße deuten darauf hin, dass die Verantwortung des Neuroradiologen im Management des akuten ischämischen Schlaganfalls in Zukunft deutlich zunehmen wird.

Korrespondenzadresse

Dr. U. Yilmaz

Klinik für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Universitätsklinikum des Saarlandes, Kirrberger Str., 66424 Homburg-Saar
umut.yilmaz@uks.eu

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt für sich und seinen Koautor an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Die Mortalität der Schlaganfallpatienten ist auf einer Stroke-Unit im Vergleich zu Allgemeinstationen deutlich geringer

Literatur

- Kolominsky-Rabas PL, Sarti C, Heuschmann PU et al (1998) A prospective community-based study of stroke in Germany – the Erlangen Stroke Project (ESPro): incidence and case fatality at 1, 3, and 12 months. *Stroke* 29:2501–2506
- The National Institute of Neurological Disorders and Stroke rt-PA Stroke Study Group (1995) Tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke. *N Engl J Med* 333:1581–1587
- Hacke W, Kaste M, Bluhmki E et al (2008) Thrombolysis with alteplase 3–4.5 hours after acute ischemic stroke. *N Engl J Med* 359:1317–1329
- Wahlgren N, Ahmed N, Dávalos A et al (2008) Thrombolysis with alteplase 3–4.5 h after acute ischaemic stroke (SITS-ISTR): an observational study. *Lancet* 372:1303–1309
- Wahlgren N, Ahmed N, Dávalos A et al (2007) Thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke in the Safe Implementation of Thrombolysis in Stroke – Monitoring Study (SITS-MOST): an observational study. *Lancet* 27:275–282
- Walter S, Kostopoulos P, Haass A et al (2011) Point-of-care laboratory halves door-to-therapy-decision time in acute stroke. *Ann Neurol* 69:581–586
- Weir CJ, Murray GD, Adams FG et al (1994) Poor accuracy of stroke scoring systems for differential clinical diagnosis of intracranial haemorrhage and infarction. *Lancet* 344:999–1002
- Campbell BC, Christensen S, Levi CR et al (2011) Cerebral blood flow is the optimal CT perfusion parameter for assessing infarct core. *Stroke* 42:3435–3440
- Röther J, Schellinger PD, Gass A et al (2002) Effect of intravenous thrombolysis on MRI parameters and functional outcome in acute stroke < 6 hours. *Stroke* 33:2438–2445
- Thomalla G, Cheng B, Ebinger M et al (2011) DWI-FLAIR mismatch for the identification of patients with acute ischaemic stroke within 4x5 h of symptom onset (PRE-FLAIR): a multicentre observational study. *Lancet Neurol* 10:978–986
- Walter S, Kostopoulos P, Haass A et al (2010) Bringing the hospital to the patient: first treatment of stroke patients at the emergency site. *PLoS One* 5:e13758
- Furlan A, Higashida R, Wechsler L et al (1999) Intra-arterial prourokinase for acute ischemic stroke. The PROACT II study: a randomized controlled trial. *Prolyse in Acute Cerebral Thromboembolism*. *JAMA* 282:2003–2011
- Higashida RT, Furlan AJ, Roberts H et al (2003) Trial design and reporting standards for intra-arterial cerebral thrombolysis for acute ischemic stroke. *Stroke* 34:e109–137
- Smith WS, Sung G, Starkman S et al (2005) Safety and efficacy of mechanical embolectomy in acute ischemic stroke: results of the MERCI trial. *Stroke* 36:1432–1438
- Smith WS, Sung G, Saver J et al (2008) Mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke: final results of the Multi MERCI trial. *Stroke* 39:1205–1012
- Penumbra Pivotal Stroke Trial Investigators (2009) The penumbra pivotal stroke trial: safety and effectiveness of a new generation of mechanical devices for clot removal in intracranial large vessel occlusive disease. *Stroke* 40:2761–2768
- Roth C, Papanagiotou P, Behnke S et al (2010) Stent-assisted mechanical recanalization for treatment of acute intracerebral artery occlusions. *Stroke* 41:2559–2567
- Papanagiotou P, Roth C, Walter S et al (2010) Treatment of acute cerebral artery occlusion with a fully recoverable intracranial stent: a new technique. *Circulation* 121:2605–2606
- Papanagiotou P, Roth C, Walter S et al (2011) Carotid artery stenting in acute stroke. *J Am Coll Cardiol* 58:2363–2369
- Rha JH, Saver JL (2007) The impact of recanalization on ischemic stroke outcome: a meta-analysis. *Stroke* 38:967–973
- Berrouschot J, Sterker M, Bettin S et al (1998) Mortality of space-occupying („malignant“) middle cerebral artery infarction under conservative intensive care. *Intensive Care Med* 24:620–623
- Vahedi K, Hofmeijer J, Juettler E et al (2007) Early decompressive surgery in malignant infarction of the middle cerebral artery: a pooled analysis of three randomised controlled trials. *Lancet Neurol* 6:215–222
- Langhorne P, Williams BO, Gilchrist W, Howie K (1993) Do stroke units save lives? *Lancet* 342:395–398
- Leys D, Ringelstein EB, Kaste M et al (2007) Facilities available in European hospitals treating stroke patients. *Stroke* 38:2985–2991

CME.springer.de wird zur e.Akademie

Die e.Akademie von Springer Medizin ist die Weiterentwicklung von CME.springer.de und bietet Ihnen ein noch umfassenderes und moderneres Fortbildungsangebot: Mehr als 1500 Fortbildungsmodule, neue e.Learningformate und multimediale Elemente machen Ihre Fortbildung und das Sammeln von CME-Punkten noch flexibler und komfortabler.

e.CME: Als Zeitschriftenabonnent stehen Ihnen in der e.Akademie nach wie vor alle zertifizierten Fortbildungsbeiträge Ihrer Zeitschrift als e.CME zur Verfügung. Darüber hinaus haben Sie künftig die Möglichkeit, Beiträge Ihrer Zeitschrift, deren Zertifizierungszeitraum abgelaufen ist, weiterhin für Ihre Fortbildung und persönlichen Wissenscheck zu nutzen.

► Der direkte Weg zur e.Akademie unter springermedizin.de/eAkademie

Nutzer von e.Med, dem Springer Medizin Online-Paket, profitieren vom vollen Leistungsumfang der e.Akademie: Mehr als 1500 e.CMEs aus den wichtigsten medizinischen Fachgebieten werden ergänzt durch die neuen e.Learningformate e.Tutorial und e.Tutorial plus.

Das e.Tutorial ist speziell für die Online-Fortbildung konzipiert und didaktisch optimiert. Klar gegliederte Lernabschnitte, besondere Hervorhebung von Merksätzen, zoomfähige Abbildungen und Tabellen sowie verlinkte Literatur erleichtern das Lernen und den Erwerb von CME-Punkten.

Das e.Tutorial.plus bietet multimedialen Zusatznutzen in Form von Audio- und Videobeiträgen, 3D-Animationen, Experteninterviews und weiterführende Informationen. CME-Fragen und Multiple-Choice-Fragen innerhalb der einzelnen Lernabschnitte ermöglichen die Lernerfolgskontrolle.

► Weitere Informationen zum e.Med-Komplettpaket und Gratis-Testangebot unter springermedizin.de/eMed

Bitte beachten Sie:

- Teilnahme nur online unter:
springermedizin.de/eAkademie
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden
online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

CME-Fragebogen

kostenfreie Teilnahme am e.CME für Zeitschriftenabonnenten

? Ein 72-jähriger Patient mit einer bekannten koronaren Herzerkrankung wird morgens von seiner Ehefrau hilflos im Flur liegend aufgefunden. Wach hatte sie ihn zuletzt am Abend zuvor vor dem Schlafengehen gesehen. Beim Eintreffen in der Klinik zeigen sich eine vollständige Hemiplegie rechts, ein hängender Mundwinkel rechts, eine Blickwendung nach links und eine Aphasie. Welche Aussage trifft zu?

- ☐ Eine intrakranielle Blutung kann aufgrund der eindeutigen Symptomatik, insbesondere aufgrund der Blickwendung nach links, klinisch ausgeschlossen werden.
- ☐ Die Einnahme von Cumarinen würde keine Kontraindikation für die Durchführung einer i.v.-Thrombolyse darstellen.
- ☐ Das Lysezeitfenster zählt ab dem Eintreffen in der Notaufnahme. Es bleiben also 3 h für die notwendige Diagnostik.
- ☐ Die Dauer der Symptomatik ist in diesem Fall unklar und liegt nicht sicher innerhalb des Lysezeitfensters. Eine Thrombolyse kann daher auch nach Ausschluss einer intrakraniellen Blutung durch ein CCT nicht ohne weiteres durchgeführt werden.
- ☐ Da es sich hier um ein vollständiges Mediasyndrom handelt, sollte schnellstmöglich eine dekompressive Hemikraniektomie durchgeführt werden.

? Der diensthabende Neurologe schickt nachts einen 65-jährigen Patienten zum CCT, der seit 1 h plötzlich den linken Arm nicht mehr heben und die linke Hand nicht mehr bewegen kann. Das CCT ist altersentsprechend unauffällig. Welche Aussage trifft zu?

- ☐ Ein unauffälliges CCT schließt einen ischämischen Schlaganfall aus.
- ☐ Bei einem unauffälligen CCT muss vor einer Thrombolyse mindestens ein Gefäßverschluss mittels CT-Angiographie nachgewiesen werden.

- ☐ Bei einem unauffälligen CCT muss vor einer Thrombolyse mindestens ein Perfusiondefizit mittels einer CT-Perfusion nachgewiesen werden.
- ☐ Aufgrund der relativ geringen Symptomatik muss vor einer Thrombolyse ein MRT mit DWI durchgeführt werden. Erst der Nachweis diffusionsgestörter Areale rechtfertigt die Durchführung einer Thrombolyse.
- ☐ Es handelt sich um ein messbares neurologisches Defizit mit Symptombeginn im Lysezeitfenster. Sind keine anderen Kontraindikationen vorhanden, sollte sofort mit der Thrombolyse begonnen werden.

? Aufgrund eines Schlaganfalls mit unklarem Zeitfenster wird bei einer Patientin ein MRT mit einer T1, einer T2, einer FLAIR, einer DWI und einer MR-Perfusionsmessung durchgeführt. Welche Aussage über die Penumbra trifft zu?

- ☐ Die Penumbra entspricht am ehesten dem Hirnareal, das eine Perfusionsstörung, aber noch keine Diffusionsrestriktion aufweist.
- ☐ Die Penumbra entspricht am ehesten dem Hirnareal, das eine Diffusionsrestriktion, aber noch keine Signalsteigerung in der FLAIR aufweist.
- ☐ Die Penumbra entspricht am ehesten dem diffusionsgestörten Hirnareal.
- ☐ Die Penumbra entspricht dem Hirnareal, das auch durch eine Thrombolyse nicht mehr gerettet werden kann.
- ☐ Ein großes DWI-PWI-Mismatch stellt eine Kontraindikation für eine Thrombolyse dar.

? Das CCT eines 56-jährigen Patienten mit einer Hemiplegie links zeigt als einzige Auffälligkeit das hyperdense Mediazeichen rechts. Welche Aussage trifft zu?

- ☐ Es handelt sich um eine aktive Blutung aus der A. cerebri media.

- ☐ Durch die hyperdense Media ist der Infarkt definitionsgemäß demaskiert. Eine Thrombolyse ist somit kontraindiziert.
- ☐ Es handelt sich um ein Ischämiefrühzeichen.
- ☐ Das hyperdense Mediazeichen zeigt an, dass das Lysezeitfenster noch nicht überschritten sein kann.
- ☐ Das hyperdense Mediazeichen zeigt an, dass es durch die körpereigene Fibrinolyse zu einer spontanen Rekanalisierung der zuvor verschlossenen A. cerebri media gekommen ist.

? Aufgrund einer zunehmenden Somnolenz wird 2 Tage nach einem bekannten Mediainfarkt rechts bei einem 49-jährigen Patienten eine Kontroll-CCT durchgeführt. Es zeigt sich eine ausgedehnte Hypodensität des gesamten rechten Mediastromgebiets. Die äußeren Liquorräume sind verstrichen. Es besteht eine leichte Mittellinienverlagerung nach links. Welche Aussage trifft zu?

- ☐ Da es bei fluktuierender Symptomatik offensichtlich zu weiteren Gefäßverschlüssen gekommen ist, kann eine Thrombolyse erneut erwogen werden.
- ☐ Durch die Ödematisierung des ausgedehnten Infarktareals besteht die Gefahr einer weiteren Hirndrucksteigerung und Einklemmung. Die Möglichkeit einer dekompressiven Hemikraniektomie sollte geprüft werden.
- ☐ Da es sich um eine Einblutung in das Infarktareal handelt, ist die Prognose sehr schlecht.
- ☐ Es handelt sich um typische vorübergehende Bewusstseinsstörungen im Verlauf einer Ischämie im Mediastromgebiet. Die weitere Beobachtung auf der Stroke-Unit ist ausreichend. Die nächste Kontroll-CCT sollte in etwa 10 Tagen erfolgen.

- ☐ Die Ödematisierung zeigt die erneute Durchblutung der Penumbra an, ist prognostisch also ein gutes Zeichen.

? Welche Aussage zur i.v.-Thrombolyse trifft zu?

- ☐ Sie ist in einem Zeitfenster von 4,5 h zugelassen.
- ☐ Sie erfolgt mithilfe von rekombinantem Thromboplastin.
- ☐ Die Dosierung beträgt 0,9 mg/kgKG, wovon 1 Zehntel als Bolus und der Rest als Infusion über 60 min appliziert werden (Maximaldosis: 90 mg).
- ☐ Sie führt zu einer deutlichen Reduktion des Risikos intrakranieller Blutungen.
- ☐ Sie wird nur angewendet, wenn endovaskuläre Verfahren zur Rekanalisierung nicht verfügbar sind.

? Welche Aussage zu endovaskulären Verfahren zur Rekanalisierung akuter intrakranieller Gefäßverschlüsse trifft zu?

- ☐ Bezogen auf das angiographische Ergebnis ist die intraarterielle Thrombolyse allen anderen Verfahren überlegen.
- ☐ Mit Stent-Retriefern werden Rekanalisierungsraten von >90% erreicht.
- ☐ Endovaskuläre Verfahren haben die i.v.-Thrombolyse weitgehend verdrängt.
- ☐ Eine Korrelation zwischen dem klinischen Outcome und einer Rekanalisierung wurde bisher nicht nachgewiesen.
- ☐ Ein großes DWI-PWI-Mismatch stellt eine Kontraindikation für eine endovaskuläre Rekanalisierung dar.

? Bei einem Patienten im Lysezeitfenster wird nach i.v.-Thrombolyse ein Verschluss des Hauptstamms der A. cerebri media rechts mechanisch mithilfe eines Stent-Retrievers rekanalisiert. Der TICl-Wert nach Rekanalisierung beträgt 3. Welche Aussage trifft zu?

- ☐ Da der Gefäßverschluss behoben wurde, kann auf die Behandlung in einer Stroke-Unit verzichtet werden.
- ☐ Es wurden 3 periphere Äste der A. cerebri media eröffnet.
- ☐ Der Hauptstamm der A. cerebri media wurde eröffnet. Das gesamte abhängige Stromgebiet wird zeitgleich mit nichtbetroffenen Hirnarealen perfundiert.
- ☐ Da der Gefäßverschluss behoben wurde, sollte das zuvor i.v. applizierte rt-PA antagonisiert werden.
- ☐ Aufgrund der Behandlung mit einem Stent sollte der Patient anschließend 3 Monate eine doppelte Thrombozytenfunktionshemmung mit Acetylsalicylsäure und Clopidogrel erhalten.

? Ein 45-jähriger Fernfahrer wird hilflos von Reisenden auf einer Raststätte in seinem Lkw entdeckt. Beim Eintreffen in der Notaufnahme besteht ein vollständiges Mediasyndrom. Das CCT ist altersentsprechend unauffällig. Mithilfe welcher Methode kann eine grobe zeitliche Zuordnung des Infarktgeschehens vorgenommen werden?

- ☐ Ein lokales Defizit im zerebralen Blutvolumen (CBV) in der CT-Perfusion spricht für einen länger zurückliegenden Infarkt (>6 h).
- ☐ Spätestens nach 3 h entwickelt sich bei einem vollständigen Mediasyndrom stets ein hyperdenses Mediazeichen. Dessen Fehlen zeigt an, dass sich der Patient noch im Lysezeitfenster befindet.
- ☐ Ein Infarkt, der eine Diffusionsrestriktion in der DWI, aber noch keine Signalsteigerung in der FLAIR-Sequenz aufweist, liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit noch im 4,5-h-Zeitfenster.

- ☐ Ein Infarkt, der eine Diffusionsrestriktion in der DWI und im Sinne eines fehlenden DWI-PWI-Mismatches eine weitgehend identische Perfusionsminderung in der MR-Perfusionsmessung zeigt, kann gefahrlos lysiert werden.
- ☐ Eine weitere Eingrenzung des Infarkalters ist nicht möglich. Der Patient sollte sicherheitshalber nur die halbe Dosis rt-PA erhalten.

? Welche Aussage zur Behandlung des Schlaganfalls trifft zu?

- ☐ Die Mortalität des Schlaganfalls sinkt bei Behandlung auf einer Stroke-Unit im Vergleich zur Behandlung auf einer Allgemeinstation um 28%.
- ☐ Die ECASS-3-Studie zeigte, dass die Erweiterung des Lysezeitfensters auf 6 h ohne Zunahme der Komplikationsrate möglich ist.
- ☐ Im Gegensatz zur intrazerebralen Blutung ist die Subarachnoidalblutung nur eine relative Kontraindikation der i.v.-Thrombolyse.
- ☐ Die Indikation zur i.v.-Thrombolyse darf nur nach sicherem Ausschluss einer intrakraniellen Blutung durch eine MRT gestellt werden.
- ☐ Die Mortalität des sog. malignen Mediainfarkts liegt ohne dekompressive Hemikraniotomie bei etwa 20%.

Diese zertifizierte Fortbildung ist 12 Monate auf springermedizin.de/eAkademie verfügbar. Dort erfahren Sie auch den genauen Teilnahmeabschluss. Nach Ablauf des Zertifizierungszeitraums können Sie diese Fortbildung und den Fragebogen weitere 24 Monate nutzen.

Hier steht eine Anzeige.