

5 **Spezialisierte Notfallversorgung von Schlaganfällen in Berlin (STEMO – Stroke-Einsatz-Mobil)**

Heinrich J. Audebert und Frederik Geisler

Der ischämische Schlaganfall ist weltweit und in Deutschland eine der häufigsten Ursachen für vorzeitiges Versterben und bleibende Behinderung. Beim ischämischen Schlaganfall ist eine Arterie im Gehirn verschlossen, sodass das von diesem Gefäß versorgte Gewebe nicht mehr mit Sauerstoff versorgt wird und nach einer bestimmten Zeit untergeht. Dadurch erleiden diese Patienten unterschiedliche neurologische Ausfälle. Die überwiegende Anzahl medizinischer Interventionen zielt auf die Verhinderung eines erneuten ischämischen Schlaganfalls (Sekundärprävention) oder die Vermeidung von Komplikationen ab. Dazu wird die Aufnahme eines Patienten auf eine spezialisierte Schlaganfallstation (Stroke Unit) gezählt, auf der ein besonderer Fokus auf der Identifikation der zugrunde liegenden Ursache des Schlaganfalls (Ätiologie) und der frühen Sekundärprävention (z.B. durch die Gabe von Thrombozytenaggregationshemmern), der Vermeidung bzw. Früherkennung und Therapie von Komplikationen (u.a. Schluckstörungen, Diagnose und Therapie einer Pneumonie) sowie der frühen Rehabilitation liegt. Bei Patienten, bei denen der Hirninfarkt große Areale des Gehirns betrifft, kann eine sog. dekompressive Hemikraniektomie erfolgen, bei der ein Teil des Knochens, der über dem Gehirn liegt, entfernt wird. Dadurch kann die Rate an Patienten, die versterben, reduziert werden.

Für die kausale Akuttherapie des ischämischen Schlaganfalls existieren effektive Therapieansätze. Darunter werden die systemische Thrombolyse (die intravenöse Gabe von Alteplase, eines stark blutverdünnenden Medikamentes) und die mechanische Thrombektomie (der Versuch, einen Thrombus mithilfe eines Katheters zu entfernen, der bis in das verschlossene Gefäß im Gehirn vorgeführt wird) subsummiert.

Abhängig von individuellen Patientenfaktoren ist der Effekt der kausalen Therapien stark zeitabhängig, d.h. eine schnellere Einleitung der Therapie verbessert die Prognose des Patienten (Lees et al.

2010). Der Beginn der kausalen Therapien ist nur innerhalb eines bestimmten Zeitfensters sinnvoll, in dem der Nutzen das Risiko der Therapie überwiegt. Bei der systemischen Thrombolyse ist ein Vorteil innerhalb eines Zeitfensters von 4,5 h belegt (Hacke et al. 2008), danach nur noch bei sorgfältig selektierten Patienten, auch bei unbekanntem Beginn der Symptome oder sogar nach 4,5 h. Diese ausgewählten Fälle werden in den Kapiteln „Spezialfälle“ näher beleuchtet.

Um die Zeit zwischen dem Beginn der Symptome und der Einleitung einer kausalen Therapie zu verkürzen und damit die Wahrscheinlichkeit einer besseren Prognose für den Patienten zu erhöhen, kommen unterschiedliche Konzepte zum Einsatz. Neben einer Aufklärung der Bevölkerung über Schlaganfallsymptome und sofortige Notrufwahl bei Zeichen eines Schlaganfalls, dem schnellstmöglichen Transport von Schlaganfallpatienten in eine Klinik mit Stroke Unit und der Optimierung der Abläufe in der Notaufnahme stellt eine Möglichkeit die Verlagerung der Schlaganfall-Notfalldiagnostik und Therapie in die prähospitalen Phase dar. Vor Beginn einer systemischen Thrombolyse oder mechanischen Thrombektomie ist neben der neurologischen Untersuchung eine Schnittbildgebung des Kopfes notwendig, um eine Hirnblutung auszuschließen und bei Bedarf die hirnversorgenden Gefäße darzustellen. Dieses Konzept wurde erstmalig mithilfe der mobilen Stroke Units (MSUs) realisiert und soll im Folgenden beschrieben werden.

5.1 Therapieoptionen beim ischämischen Schlaganfall

5.1.1 Abhängigkeit der Behandlungsergebnisse von der Zeit bis Therapiebeginn – Konzepte zur prähospitalen Versorgung von Schlaganfallpatienten

Die kausalen Therapieoptionen (systemische Thrombolyse und/oder mechanische Thrombektomie) beim ischämischen Schlaganfall sind zeitabhängig. Je früher diese begonnen werden, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Patient mit geringer oder ohne Behinderung überlebt. Vor beiden Therapien ist eine zerebrale Bildgebung mittels kranialer Computertomografie (cCT) oder kranialer Magnetresonanztomografie (cMRT) notwendig, um einen ischämischen Schlaganfall von einer Hirnblutung zu differenzieren, da diese Erkrankungen unterschiedlich und teils gegensätzlich behandelt werden. Eine Hirnblutung ist eine absolute Kontraindikation für die systemische Thrombolyse oder andere gerinnungshemmende Therapien und erfordert unter Umständen eine operative Therapie. Um die Zeit zwischen Symptombeginn und Therapiebeginn beim ischämischen Schlaganfall zu verkürzen, wurde versucht die prähospitalen Versorgung zu verbessern und den Transport in ein geeignetes Krankenhaus zu beschleunigen. Auch durch die Verlagerung bestimmter Maßnahmen in die prähospitalen Phase, wie die Erfassung von Vitalparametern, Blutzucker und Medikamentenanamnese oder die Anlage eines intravenösen Zuganges, soll die Zeit bis zum Beginn der Therapie verkürzt werden, da diese Tätigkeiten nicht mehr im Krankenhaus erfolgen müssen. In den Notaufnahmen sollen bestimmte Abläufe optimiert und beschleunigt werden, z.B. durch Einführung eines sog. „Stroke-Alarm“ (analog zu anderen Alarmen, z.B. des

„Koma-Alarms“), bei dem unterschiedliche Fachdisziplinen den Patienten zeitlich parallel beurteilen und behandeln. Obwohl diese Optimierungsstrategien durchaus zu schnelleren Zeiten bis zum Beginn einer kausalen Therapie führen, bleiben die fachneurologische Untersuchung und die zerebrale Bildgebung die limitierenden Faktoren, die bei der konventionellen Versorgung dem Krankenhaus vorbehalten bleiben. Daher wurde im Saarland in Deutschland erstmalig das Konzept der MSUs eingeführt, die in einem spezialisierten Rettungswagen das CT zum Patienten bringen und damit eine prähospitalen Bildgebung und auch schnellere Zeiten vom Beginn von Schlaganfallsymptomen bis zum Beginn der systemischen Thrombolyse („onset-to-needle-time, ONT“) ermöglichen. In Berlin ist seit 2011 eine spezialisierte MSU, seit 2017 sind drei MSUs, die sogenannten STrokeEinsatzMOBILE (STEMOs), an der prähospitalen Versorgung von Schlaganfallpatienten beteiligt.

! Je schneller kausale Therapien beim ischämischen Schlaganfall eingeleitet werden, desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass der Patient ohne behinderndes neurologisches Defizit überlebt („Time is Brain“).

5.1.2 Konventionelle Versorgung

Sofern ein Patient mit V.a. einen Schlaganfall nicht selbstständig oder durch Freunde oder Verwandte in eine Rettungsstelle transportiert wird, erfolgt der Transport in das nächste geeignete Krankenhaus durch die von der Leitstelle disponierten Rettungsmittel (Rettungswagen, RTW) allein oder in Kombination mit einem Notarzteinsatzfahrzeug (NEF). Welches Krankenhaus für den Patienten geeignet ist, entscheiden die Rettungskräfte vor Ort (entweder ein Rettungsassistent oder Notfallsanitäter; falls ein NEF disponiert wurde, der alarmierte Notarzt) nach Verdachtsdiagnose. Falls ein Schlaganfall als Differenzialdiagnose in Erwägung gezogen wird, transportiert der Rettungsdienst in das nächstgelegene Krankenhaus mit einer Stroke Unit. Falls eine Hirnblutung vermutet wird oder ein großer Schlaganfall mit einem möglichen Hauptstammverschluss, kann sich der Rettungsdienst auch dazu entscheiden, in ein weiter entferntes Zentrum mit spezialisierten Therapiemöglichkeiten zu transportieren. Dazu finden sich weitere Details in Kapitel 5.3.2.

In allen Fällen der konventionellen Versorgung kann die weitere Therapie allerdings erst nach einer zerebralen Bildgebung mit CT oder MRT, ggf. ergänzt um eine kontrastmittelgestützte Darstellung der Hirngefäße, durchgeführt werden. Nur mit dieser apparativen Zusatzdiagnostik kann eine Hirnblutung von einem ischämischen Schlaganfall unterschieden und die intrazerebralen Gefäße ausreichend dargestellt werden. Diese Diagnostik ist bei der konventionellen Versorgung frühestens in der Rettungsstelle der aufnehmenden Klinik verfügbar, sodass auch dort erst zeitkritische kausale Therapien, wie z.B. die systemische Thrombolyse, durchgeführt werden können.

! Der Ausschluss einer Hirnblutung durch zerebrale Bildgebung ist vor einer systemischen Thrombolyse/mechanischen Thrombektomie zwingend notwendig.

5.1.3 Das STEMO-Konzept

Durch einen kompakten Computertomografen kann auf dem STEMO die zerebrale Bildgebung bereits prähospital am Einsatzort durchgeführt werden. Nach Bestätigung der neurologischen Verdachtsdiagnose und Ausschluss von Kontraindikationen kann die systemische Thrombolyse direkt nach Untersuchung sowie Durchführung einer Bildgebung bereits am Einsatzort begonnen werden. Falls der Verschluss eines großen Gefäßes durch kontrastmittelgestützte Arteriendarstellung (CT-Angiografie) im STEMO diagnostiziert werden sollte, wird der Patient in eine Klinik mit Möglichkeit einer mechanischen Thrombektomie gebracht und das Team bereits prähospital telefonisch alarmiert, was die Zeit bis zur Durchführung dieser Therapie ebenfalls verkürzen kann. Bei Hirnblutungen und Einnahme bestimmter gerinnungshemmender Medikamente (Blutverdünner) kann die Wirkung unter Umständen bereits prähospital neutralisiert (antagonisiert) werden.

! Durch Vorverlagerung der zerebralen Bildgebung in die prähospitalen Versorgung kann die Zeit bis zur systemischen Thrombolyse verkürzt werden durch Beginn der Therapie direkt vor Ort.

5.2 Personelle und technische Ausstattung des STEMO

5.2.1 Personal

Das STEMO wird durch drei Personen besetzt: Ein Notarzt mit mehreren Jahren Erfahrung auf dem Gebiet der vaskulären Neurologie behandelt den Patienten. Ein medizinisch-technischer Radiologieassistent (MTRA) ist verantwortlich für die Durchführung des cCT sowie die Laboruntersuchungen am Einsatzort. Ein Rettungsassistent oder Notfallsanitäter ist für das Führen des Fahrzeugs verantwortlich sowie, zusammen mit dem Notarzt, für die medizinische Betreuung des Patienten am Einsatzort.

Vor Durchführung eines cCT am Einsatzort wird die rechtfertigende Indikation durch einen neuroradiologischen Facharzt gestellt. Die relevanten Informationen werden telefonisch durch den am Einsatzort tätigen Notarzt mitgeteilt. Bei klinischer Relevanz kann das cCT durch eine CT-Angiografie ergänzt werden. Im Anschluss erstellt der nicht am Einsatzort anwesende Neuroradiologe nach Übertragung der radiologischen CT-Bilder einen Befund, den er unmittelbar an den Notarzt vor Ort weiterleitet.

5.2.2 Technische Ausstattung

Das STEMO ist ein spezialisiertes Rettungsmittel, das für die Versorgung von Schlaganfallpatienten konzipiert wurde. An Bord befinden sich ein 8-Zeilen-CT, das aufgrund des kleinen Röhrendurchmessers ausschließlich für die Durchführung von CT-Untersuchungen des Kopfes vorgesehen ist (s. Abb. 1). Das CT befindet sich während der Fahrt in einer verriegelten, speziell durch drei Bolzen gesicherten Position. Für die CT-Untersuchung und den Transport in ein Krankenhaus wird der Patient auf einer beweglichen Trage gelagert. In einem vom CT räumlich getrennten und gegen Röntgenstrahlung abgeschirmten kleinen Raum innerhalb des Fahrzeugs ist die Steuerung des CTs durch den MTRA sowie die Ansicht und Übertragung der radiologischen Bilder möglich. Der Patient kann aus dem Steuerungsraum über eine Kamera während der Untersuchung überwacht werden. Die Vitalparameter können auch im Untersuchungsraum kontinuierlich erfasst werden.

Verschiedene Laborwerte wie Blutbild, Blutzucker, „International Normalized Ratio“ (INR) und Kreatinin können durch mehrere mobile „Point-of-Care“ (POC)-Geräte gemessen werden. Damit werden insbesondere jene Laborwerte erfasst (INR, Thrombozyten, Blutzucker), die außerhalb bestimmter Grenzen eine Kontraindikation gegen eine systemische Thrombolyse darstellen würden.

Die darüber hinausgehende technische Ausstattung des STEMO ist vergleichbar mit einem NEF. Dem Personal stehen ein Defibrillator, der neben der



Abb. 1 Ansicht des STEMO von innen mit Darstellung der Patientenliege und des CTs in einem durch Blei abgeschirmten Raum (Foto: Sebastian Dörken)

Erfassung der Vitalparameter auch ein 12-Kanal-EKG aufzeichnen und telemedizinisch an eine Zielklinik übertragen kann, ein mobiles Beatmungsgerät, eine mobile Absaugeinheit, Sauerstoffflaschen, das Equipment zur nichtinvasiven und invasiven Beatmung und unterschiedlichste Medikamente zur Verfügung.

5.3 Prähospitale Versorgung von Schlaganfallpatienten durch das STEMO

5.3.1 Bisherige STEMO-Evaluierung

Das STEMO wurde erstmals im Februar 2011 in Berlin eingesetzt. Eine Analyse von Daten der ersten Wochen nach Indienstnahme zeigte in einer Machbarkeitsstudie, dass der Einsatz des STEMO unter realen Einsatzbedingungen bei Patienten, die prähospital eine systemische Thrombolyse erhielten, möglich war (Weber et al. 2013). Es zeigte sich eine geringe Rate an medizinischen Komplikationen und technischen Defekten. In der nächsten größeren Analyse mit Daten der Jahre 2011–2013 (Prehospital Acute Neurological Treatment and Optimization of Medical care in Stroke Study, PHANTOM-S) konnte gezeigt werden, dass die Zeit vom Alarm des Rettungsmittels bis zum Beginn der systemischen Thrombolyse im Vergleich zur konventionellen Versorgung etwa 25 Minuten kürzer war, wenn das STEMO zum Einsatz kam. Die Rate an Hirnblutungen und die 7-Tage-Sterblichkeit waren nicht relevant unterschiedlich (Ebinger et al. 2014). Auch konnte eine weitere Auswertung zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit deutlich größer war, dass Patienten innerhalb der ersten Stunde nach Beginn der Symptome mit der Thrombolyse behandelt werden, wenn das STEMO zum Einsatz kam. So zeigte eine Auswertung, dass die Anzahl der Patienten, die mit einer systemischen Thrombolyse behandelt wurden, auch in der ersten Stunde nach Beginn der Beschwerden behandelt wurden, bei etwa 31% lag im Vergleich zu etwa 5%, wenn die Behandlung erst im Krankenhaus initiiert wurde (Ebinger et al. 2015).

In einer umfangreicheren Studie, die im Zeitraum von 2011–2015 durchgeführt wurde, wurden die Patienten, die auf dem STEMO mit einer Thrombolyse behandelt wurden, mit Patienten verglichen, die erst im Krankenhaus eine Thrombolyse erhielten. Dieser Registervergleich stellte erstmalig die Anzahl an Patienten, die eine Thrombolyse im STEMO erhielten, denen gegenüber, die diese Behandlung erst im Krankenhaus erhielten und berücksichtigte auch den Endpunkt, dass die Patienten 3 Monate nach dem Schlaganfall keine wesentliche Funktionseinschränkung aufwiesen. Obwohl auch hier die auf dem STEMO behandelten Patienten deutlich schneller behandelt wurden (die Zeit von Alarmierung bis zum Beginn der Thrombolyse war im STEMO fast 35 Minuten schneller) und die Anzahl an Patienten ohne relevantes Defizit nach 3 Monaten in der STEMO-Gruppe, relativ gesehen, etwas höher war als in der konventionellen Gruppe, war dieser Unterschied nach statistischer Berech-

nung nicht signifikant (Kunz et al. 2016). Die Wahrscheinlichkeit also, dass der Effekt auf einem Zufall beruhte und nicht auf die schnellere Behandlung zurückzuführen war, war damit zu groß, um einen Effekt der schnelleren Behandlung auf dem STEMO sicher anzunehmen. Auch in dieser Studie gab es keinen relevanten Unterschied zwischen der Anzahl der Patienten mit einer Hirnblutung und der Sterblichkeit nach 7 Tagen (Kunz et al. 2016). Inwieweit sich der inzwischen gut belegte schnellere Beginn der Therapie auf einer MSU im Vergleich zur Behandlung im Krankenhaus auch auf eine messbare und damit statistisch abgesicherte bessere Prognose für den Patienten übertragen lässt, wird in einer aktuellen Studie in Berlin untersucht, in der auch die Kosteneffektivität eingeschätzt werden soll. Auch in den Vereinigten Staaten sind ähnliche Studien bereits begonnen worden oder in Planung.

Neben der Zeit bis zum Beginn der Thrombolyse erfolgten auf dem STEMO weitere Studien. Unter anderem konnte eine Untersuchung nachweisen, dass die Zuweisung von Patienten in ein Krankenhaus, die mit dem STEMO behandelt wurden, im Vergleich zu konventionell behandelten Patienten besser war. Die relative Anzahl an Patienten mit einem ischämischen Schlaganfall, die in ein Krankenhaus ohne Stroke Unit transportiert wurden, war in der Gruppe der konventionell behandelten Patienten höher. Bei Patienten mit einer Hirnblutung war dieser relative Unterschied deutlich größer. Hier wurden 43% in ein Krankenhaus ohne neurochirurgische Versorgungsmöglichkeiten transportiert, in der STEMO-Gruppe dagegen nur etwa 11% (Wendt et al. 2015).

Auch wurde die Möglichkeit untersucht, bereits auf dem STEMO eine Unterscheidung zwischen einem ischämischen Schlaganfall, einer Erkrankung, die einen Schlaganfall vortäuscht („stroke mimic“) und einer Hirnblutung mithilfe von Markern im Blut, sog. Biomarkern, zu treffen. Obwohl eine klare Unterscheidung nicht eindeutig gelang, zeigten nur Patienten mit Hirnblutungen sehr hohe Konzentrationen eines Biomarkers (Rozanski et al. 2017).

Weiterhin wurden die telemedizinischen Möglichkeiten in der prähospitalen Notfallversorgung untersucht. Dabei war die Einschätzung des Patienten nach neurologischer Untersuchung durch einen Arzt, der den Patienten nur mithilfe einer Kamera und eines Mikrofons beurteilte (Telekonsiliarzt), vergleichbar mit der Beurteilung des Arztes, der vor Ort war. Auch die Diagnosestellung sowie die Anzahl an Patienten, die eine systemische Thrombolyse erhielten, war vergleichbar zwischen beiden Ärzten (Geisler et al. 2019).

5.3.2 Spezielle Fälle

Schlaganfall mit unklarem Symptombeginn und > 4,5 h nach Symptombeginn

Der Therapieeffekt der systemischen Thrombolyse bei Patienten mit einem akuten ischämischen Schlaganfall ist zeitabhängig, d.h. je schneller die Therapie eingeleitet wird, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, ohne oder mit nur geringer Behinderung zu überleben (Lees et al. 2010). Der Vorteil der

systemischen Thrombolyse ist evidenzbasiert üblicherweise nur bis zu 4,5 Stunden nach Beginn der Symptome signifikant besser im Vergleich zu Patienten, die mit Placebo behandelt wurden (Hacke et al. 2008). Bei einem Teil der Patienten mit ischämischem Schlaganfall ist der Symptombeginn allerdings unbekannt, weil sie z.B. mit den Beschwerden aufgewacht sind oder von Angehörigen vorgefunden wurden und sich, z.B. aufgrund einer Sprachstörung, nicht ausreichend verständigen können.

Bei diesen Patienten kommt unter bestimmten Voraussetzungen dennoch eine systemische Thrombolyse infrage, sofern man den Beginn der Beschwerden mithilfe eines sog. Surrogatparameters abschätzen kann. Dies ist der Fall, wenn in der MRT-Untersuchung in einer Sequenz der Nachweis einer akuten Durchblutungsstörung (sog. „diffusion weighted imaging“, DWI) zur Darstellung kommt und in einer anderen („fluid attenuated inversion recovery“, FLAIR) noch nicht. In diesen Fällen kann von einem Symptombeginn von weniger als vier bis fünf Stunden ausgegangen werden (DWI/FLAIR mismatch). In einer Studie zeigten Patienten mit einem DWI/FLAIR mismatch, die mit Alteplase behandelt wurden, nach 90 Tagen im Vergleich zu mit Placebo behandelten Patienten eine signifikant geringere Behinderung (Thomalla et al. 2018).

Eine Voraussetzung für die Therapie dieser sog. „Wake-up-Patienten“ ist ein Krankenhaus, das über die Möglichkeit verfügt, Patienten mit Schlaganfall mit einem MRT zu untersuchen. Darüber hinaus kann bei sorgfältig selektierten Patienten mit einem Schlaganfall und einem Symptombeginn > 4,5 Stunden, sofern bestimmte bildmorphologische Befunde im cCT oder MRT vorliegen, die systemische Thrombolyse im Einzelfall einen Vorteil bringen. Dem Rettungsdienst kommt dabei die entscheidende Aufgabe zu, ein entsprechendes Krankenhaus auszuwählen, auch wenn eine andere Klinik näher liegen sollte.

! Auch bei unklarem Symptombeginn (in Einzelfällen auch bei einem Symptombeginn > 4,5 Stunden) kann die systemische Thrombolyse für den Patienten einen Vorteil bringen. Eine Voraussetzung dafür ist die Verfügbarkeit eines MRTs (bei Symptombeginn > 4,5 Stunden auch ein cCT mit Perfusionsdarstellung) im aufnehmenden Krankenhaus. Dies sollte prähospital vor Transport bekannt sein oder telefonisch erfragt werden.

Ischämische Schlaganfälle mit Hauptstammverschlüssen

Neben der systemischen Thrombolyse ist die mechanische Thrombektomie ein weiteres evidenzbasiertes Verfahren, bei der ein verschlossenes Gefäß im Gehirn mithilfe eines Katheters wiedereröffnet (rekanalisiert) wird. Dies ist allerdings nur bei größeren hirnversorgenden Arterien möglich. Infrage kommt diese Therapie daher bei den sog. Hauptstämmen (dazu werden üblicherweise die A. basilaris, die A. carotis interna und die A. cerebri media im

M₁-Segment subsummiert). Eine mechanische Thrombektomie kann innerhalb von 4,5 Stunden mit der systemischen Thrombolyse kombiniert werden oder nach diesem Zeitraum unter bestimmten Voraussetzungen auch allein durchgeführt werden.

Ohne eine prähospitalen Möglichkeit der Bildgebung und insbesondere der Gefäßdarstellung kann ein Hauptstammverschluss jedoch nur vermutet werden, z.B. wenn der Patient neurologisch schwer betroffen ist. Bei Patienten, die eine Körperseite überhaupt nicht mehr bewegen können (Hemiplegie), insbesondere in Kombination mit einer Blickwendung zur anderen Seite oder einer Störung der Vigilanz, ist die Wahrscheinlichkeit für einen Hauptstammverschluss sehr hoch.

Die Anmerkungen aus dem Abschnitt „Schlaganfall mit unklarem Symptombeginn und > 4,5 h nach Symptombeginn“ gelten hier analog. Das aufnehmende Krankenhaus muss die Option der mechanischen Thrombektomie anbieten. Dafür ist neben einer geeigneten Bildgebung mit Gefäßdarstellung und einer Stroke-Unit-Versorgung auch ein interventionell tätiger Neuroradiologe erforderlich, der die mechanische Thrombektomie durchführen kann. Bei Verdacht auf einen Hauptstammverschluss sollten Patienten entsprechend in ein Krankenhaus transportiert werden, das diese Voraussetzungen erfüllt. Auf dem STEMO kann ein Hauptstammverschluss bereits prähospital diagnostiziert werden. Damit kann der hospital tätige Neuroradiologe bereits prähospital über den Hauptstammverschluss informiert werden und das Interventionsteam bereitet die Untersuchung vor. Hierdurch kann Zeit eingespart und der Patient schneller behandelt werden. Eine schnellere Einleitung der mechanischen Thrombektomie ist, wie bei der systemischen Thrombolyse, mit einem besseren Outcome verbunden. Durch die prähospitalen Diagnosestellung im STEMO kann zudem über die gezielte Klinikwahl häufig eine Sekundärverlegung vermieden werden.

! Patienten mit schweren neurologischen Ausfällen sollten vom Rettungsdienst in ein Krankenhaus transportiert werden, das eine mechanische Thrombektomie anbietet. Dies sollte ggf. vor Transport kurz telefonisch überprüft werden.

Hirnblutungen

Der ischämische Schlaganfall kann ohne apparative Zusatzdiagnostik nur auf der Basis von Anamnese und klinischer Untersuchung nicht sicher von einer Hirnblutung unterschieden werden. Daher ist ein CT oder ein MRT zur endgültigen Diagnosestellung notwendig.

Abhängig von der Art der Hirnblutung (Epiduralhämatom, Subduralhämatom, Subarachnoidalblutung, intrazerebrale Blutung mit oder ohne Ventrikeleinbruch) sind unterschiedliche fachliche Fähigkeiten der aufnehmenden

Zielklinik notwendig. Eine kleinere Stammganglienblutung kann ggf. auf einer Stroke Unit ohne Neurochirurgie im Haus versorgt werden, während größere Hirnblutungen, Epiduralhämatome, Subduralhämatome und vor allem aneurysmatische Subarachnoidalblutungen in der Regel eine neurochirurgische Therapie, ggf. auch eine neuroradiologische Intervention in Kombination mit einer spezialisierten intensivmedizinischen Therapie erfordern.

Auch hier gelten die Aussagen aus dem Abschnitt „Ischämische Schlaganfälle mit Hauptstammverschlüssen“ analog. Patienten mit schwerem neurologischem Defizit, auch bei einem Symptombeginn > 24 Stunden, sollten in ein Zentrum mit Neurochirurgie transportiert werden, insbesondere wenn starke Kopfschmerzen, Übelkeit und Erbrechen oder eine Vigilanzstörung vorliegen. Durch die prähospitalen Diagnosestellung im STEMO kann auch hier über die gezielte Klinikauswahl häufig eine Sekundärverlegung vermieden werden.

5.4 Zusammenfassung

Der ischämische Schlaganfall ist eine häufige Erkrankung, die oft für vorzeitiges Versterben oder dauerhafte Behinderung verantwortlich ist. Bei einem ischämischen Schlaganfall ist eine Arterie im Gehirn durch einen Thrombus verschlossen und dem durch dieses Gefäß versorgte Gewebe wird nicht mehr ausreichend Blut zugeführt, sodass es abstirbt, wenn es dauerhaft verschlossen bleibt (und keine ausreichenden „Umgehungsarterien“, die sog. „Kollateralen“ vorhanden sind). Die wirksamen und ursächlichen Behandlungen sind mehr oder weniger zeitabhängig. Die medikamentöse Behandlung, die systemische Thrombolyse mit dem Medikament Alteplase, hat die Auflösung des in einer Arterie des Gehirns befindlichen Thrombus zum Ziel. Bei der mechanischen Thrombektomie wird mithilfe eines Katheters, der bis in die betroffene Arterie im Gehirn vorgeführt wird, der Thrombus entfernt. In der Regel kann die Thrombolyse bis 4,5 h nach Beginn der Symptome erfolgen und wird bei Verschlüssen großer Gefäße (den sog. Hauptstammverschlüssen) mit der mechanischen Thrombektomie kombiniert, die allerdings allein – unter bestimmten Umständen – auch noch bis 24 h nach Beginn der Symptome durchgeführt werden kann. Je schneller das betroffene Gefäß wiedereröffnet wird, desto schneller wird das entsprechende Areal im Gehirn mit Blut versorgt und desto geringer sind die dauerhafte Schädigung und damit auch die Behinderung für den Patienten. Um die systemische Thrombolyse oder die mechanische Thrombektomie durchführen zu können, ist eine radiologische Untersuchung des Gehirns mit einer Computertomografie oder Magnetresonanztomografie obligat, u. a. um eine Hirnblutung auszuschließen. Neben zahlreichen Verbesserungen im Krankenhaus, um Patienten mit einem ischämischen Schlaganfall diese Therapien anbieten zu können, bieten die MSUs die Möglichkeit, die systemische Thrombolyse bereits prähospital am Einsatzort durchzuführen, da sie über einen Computertomografen an Bord sowie entsprechend spezialisiertes Personal verfügen. In mehreren Studien konnte ge-

zeigt werden, dass die Zeit bis zum Beginn der Thrombolyse dadurch verkürzt werden kann. Allerdings fehlen bisher weitgehend größere Studien, die einen vorteilhaften Effekt auf die bleibenden neurologischen Ausfälle bei Patienten belegen, die auf einer MSU behandelt wurden, im Vergleich zu denjenigen, die erst im Krankenhaus behandelt wurden. Neben der Möglichkeit des Beginns der Thrombolyse vor Eintreffen im Krankenhaus durch eine MSU kommt der zügigen und vor allem korrekten Transportentscheidung eine wichtige Bedeutung zu. Für all diese Situationen ist die prähospital neurologische Einschätzung – ggf. auch mit zerebraler Bildgebung und vorgezogenem Therapiebeginn – von Vorteil.



Take home messages

- *Die kausalen und evidenzbasierten Therapien des akuten ischämischen Schlaganfalls (systemische Thrombolyse und mechanische Thrombektomie) sind zeitabhängig, d.h. je schneller eine Therapie eingeleitet wird, desto günstiger ist die Prognose für den Patienten.*
- *Vor Durchführung der kausalen Therapien ist eine zerebrale Bildgebung mit cCT oder cMRT, bei Bedarf ergänzt um eine zerebrale Gefäßdarstellung, notwendig.*
- *Durch Vorverlagerung der zerebralen Bildgebung und Durchführung der systemischen Thrombolyse in die prähospital Phase in einer MSU kann die Zeit bis zum Beginn der Therapie verkürzt und damit möglicherweise auch die Prognose für die Patienten verbessert werden.*
- *Auch Patienten, bei denen der Beginn der Symptome unbekannt ist (sog. „Wake-up-Patienten“) oder bei denen der Beginn länger als 4,5 Stunden zurückliegt, können unter bestimmten Voraussetzungen noch von einer systemischen Thrombolyse und/oder mechanischen Thrombektomie profitieren, sofern in der zerebralen Bildgebung bestimmte Bedingungen erfüllt sind.*
- *Dem schnellen und zielgerichteten Transport von Patienten kommt eine wichtige Bedeutung zu. Patienten mit schweren neurologischen Defiziten sollten in ein Krankenhaus transportiert werden, das über eine Neurochirurgie und interventionelle Neuroradiologie verfügt, Patienten mit unbekanntem Beginn der Symptome in ein Krankenhaus, das ein cMRT zeitnah durchführen kann.*

Literatur

- Ebinger M, Winter B, Wendt M, Weber JE, Waldschmidt C, Rozanski M et al. (2014) Effect of the use of ambulance-based thrombolysis on time to thrombolysis in acute ischemic stroke: a randomized clinical trial. JAMA. 311(16):1622–1631.
- Ebinger M, Kunz A, Wendt M, Rozanski M, Winter B, Waldschmidt C et al. (2015) Effects of golden hour thrombolysis: a prehospital acute neurological treatment and optimization of medical care in stroke (PHANTOM-S) substudy. JAMA Neurol. 72(1):25–30.

- Geisler F, Kunz A, Winter B, Rozanski M, Waldschmidt C, Weber JE et al. (2019) Telemedicine in prehospital acute stroke care. *J Am Heart Assoc.* 8(6):e011729.
- Hacke W, Kaste M, Bluhmki E, Brozman M, Davalos A, Guidetti D et al. (2008) Thrombolysis with alteplase 3 to 4.5 hours after acute ischemic stroke. *N Engl J Med.* 359(13):1317–1329.
- Kunz A, Ebinger M, Geisler F, Rozanski M, Waldschmidt C, Weber JE et al. (2016) Functional outcomes of pre-hospital thrombolysis in a mobile stroke treatment unit compared with conventional care: an observational registry study. *Lancet Neurol.* 15(10):1035–1043.
- Lees KR, Bluhmki E, von Kummer R, Brott TG, Toni D, Grotta JC et al. (2010) Time to treatment with intravenous alteplase and outcome in stroke: an updated pooled analysis of ECASS, ATLANTIS, NINDS, and EPITHET trials. *Lancet.* 375(9727):1695–1703.
- Rozanski M, Waldschmidt C, Kunz A, Grittner U, Ebinger M, Wendt M et al. (2017) Glial fibrillary acidic protein for prehospital diagnosis of intracerebral hemorrhage. *Cerebrovasc Dis.* 43(1–2):76–81.
- Thomalla G, Simonsen CZ, Boutitie F, Andersen G, Berthezene Y, Cheng B et al. (2018) MRI-guided thrombolysis for stroke with unknown time of onset. *N Engl J Med.* 379(7):611–622.
- Weber JE, Ebinger M, Rozanski M, Waldschmidt C, Wendt M, Winter B et al. (2013) Prehospital thrombolysis in acute stroke: results of the PHANTOM-S pilot study. *Neurology.* 80(2):163–168.
- Wendt M, Ebinger M, Kunz A, Rozanski M, Waldschmidt C, Weber JE et al. (2015) Improved prehospital triage of patients with stroke in a specialized stroke ambulance: results of the pre-hospital acute neurological therapy and optimization of medical care in stroke study. *Stroke.* 46(3):740–745.



Prof. Dr. med. Heinrich J. Audebert

Heinrich J. Audebert studierte Medizin an der Ludwigs-Maximilians-Universität München. Nach Abschluss des Studiums und Dissertation über „Psychische und Neurologische Komplikationen nach Herztransplantation“ arbeitete er zunächst in kommunalen Versorgungskrankenhäusern in Bayern. Er initiierte und koordinierte das Telemedizinische Projekt zur integrierten Schlaganfallversorgung (TEMPiS) in Bayern von 2002 bis 2006 und habilitierte sich an der Universität Regensburg. Nach einer zweijährigen klinischen Tätigkeit am St Thomas’ Hospital in London wurde er an das Centrum für Schlaganfallforschung der Berliner Charité berufen. Hier leitet er die Klinik für Neurologie am Campus Benjamin Franklin und koordiniert mehrere Forschungsprojekte wie das Stroke-Einsatzmobil (STEMO), die intensivierete Sekundärprävention zur Reduktion von Sekundärereignissen nach Schlaganfall (INSPIRE-TMS) sowie das Innovationsfonds-Projekt „Akutneurologische Versorgung in Nordostdeutschland mit telemedizinischer Unterstützung“ (ANNOteM). Gemeinsam ist diesen Projekten das Ziel, innovative Versorgungsformen mit geeigneten wissenschaftlichen Methoden zu evaluieren und im Erfolgsfall eine Überführung in die Routineversorgung zu ermöglichen.

Dr. Frederik Geisler

Frederik Geisler ist Facharzt für Neurologie. Er trägt die Zusatzbezeichnung Notfallmedizin. Seine Promotion befasste sich mit dem Thema „Simultaner Einsatz der Magnetenzephalographie und Nahinfrarotspektroskopie zur nicht invasiven Analyse der neurovaskulären Kopplung am Beispiel eines simplen und komplexen Fingerbewegungsparadigmas bei jungen und alten Menschen“. Sein wissenschaftlicher Schwerpunkt ist die vaskuläre Neurologie. Er ist seit mehreren Jahren an der Charité – Campus Benjamin Franklin tätig und verfügt über eine mehrjährige Erfahrung als Notarzt auf dem STEMO sowie einem Notarzteinsatzfahrzeug.