



Christian Nasel^{1,2,3}

¹Zentrum für Medizinische Physik und Biomedizinische Technik, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

²MR-Exzellenzzentrum, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

³Klinisches Institut für Radiologie, Universitätsklinikum Tulln, Tulln a.d. Donau, Österreich

Interdisziplinäre Schlaganfallversorgung im Universitätsklinikum Tulln: interventionelle Neuroradiologie

Seit 10 Jahren werden an der Radiologie im Universitätsklinikum Tulln (UK Tulln) neuroradiologische interventionelle Eingriffe durchgeführt. Das UK Tulln ist damit bei den sog. revascularisierenden Gehirneingriffen das größte Zentrum in Niederösterreich. Neben den Thrombektomien werden auch Stentimplantationen an den Halsgefäßen sowie, soweit vertretbar, unmittelbar an Gehirnarterien, durchgeführt. Dabei kann die Radiologie auf ein erfahrenes Team aus neuroradiologisch ausgebildeten Fachärzten und Radiologietechnologen zurückgreifen wie auch auf eine enge Kooperation mit der Anästhesie und der Neurologie.

Endovaskuläre Schlaganfalltherapie

Die Möglichkeit, mittels Kathetertechnik verschlossene Stellen im Blutgefäßsystem des Gehirns zu erreichen und wieder zu eröffnen, wurde bereits in Fallserien seit den 1980er-Jahren beschrieben [1]. Eine der ersten kontrollierten, erfolgreichen klinischen Studien, welche eine solche endovaskuläre Therapie systematisch untersuchte und einen deutli-

Hinweis. Der gegenständliche Text ist eine Zusammenfassung des vom Autor gehaltenen Festvortrags anlässlich des 10-Jahres-Jubiläums der Zusammenlegung der Landesnervenklinik Gugging mit dem Krankenhaus Tulln.

chen Vorteil für die so behandelten Patienten zeigte, wurde wegen Blutungskomplikationen zunächst nicht weiter verfolgt, obwohl sich das hohe Potenzial endovaskulärer Methoden bereits abgezeichnet hatte [2]. Parallel dazu stand mit der systemischen intravenösen Thrombolyse bei akutem Schlaganfall bei Mangel durchblutung zunächst auch eine erfolgreiche Therapie zur Verfügung, so dass es schwierig war, die Wirkungsweise und Einsatzmöglichkeiten endo-

vaskulärer Techniken weiter zu beforschen [3, 4]. Auch waren die Ergebnisse der möglichen interventionellen Studien zunächst bescheiden, da frühzeitig behandelte, systemisch therapierte Patienten mit Patienten verglichen wurden, bei denen diese systemische Therapie bereits versagt hatte. Es lag somit stets ein prognostisch ungünstiger, zeitlich später interventioneller Behandlungszeitpunkt vor. Fortlaufende Analysen historischer und aktueller Studiendaten ergaben dann



Abb. 1 ▲ Das zunächst verschlossene gehirnversorgende Gefäß (a) wurde mittels Kathetertechnik bis zu den Gehirnarterien wieder eröffnet (b). Da das Hauptgefäß des linken Gehirnabschnitts weiterhin durch einen Thrombus verschlossen war (Pfeil, b), wurde dieses mittels Thrombektomie anschließend rekanalisiert (Pfeil, c)

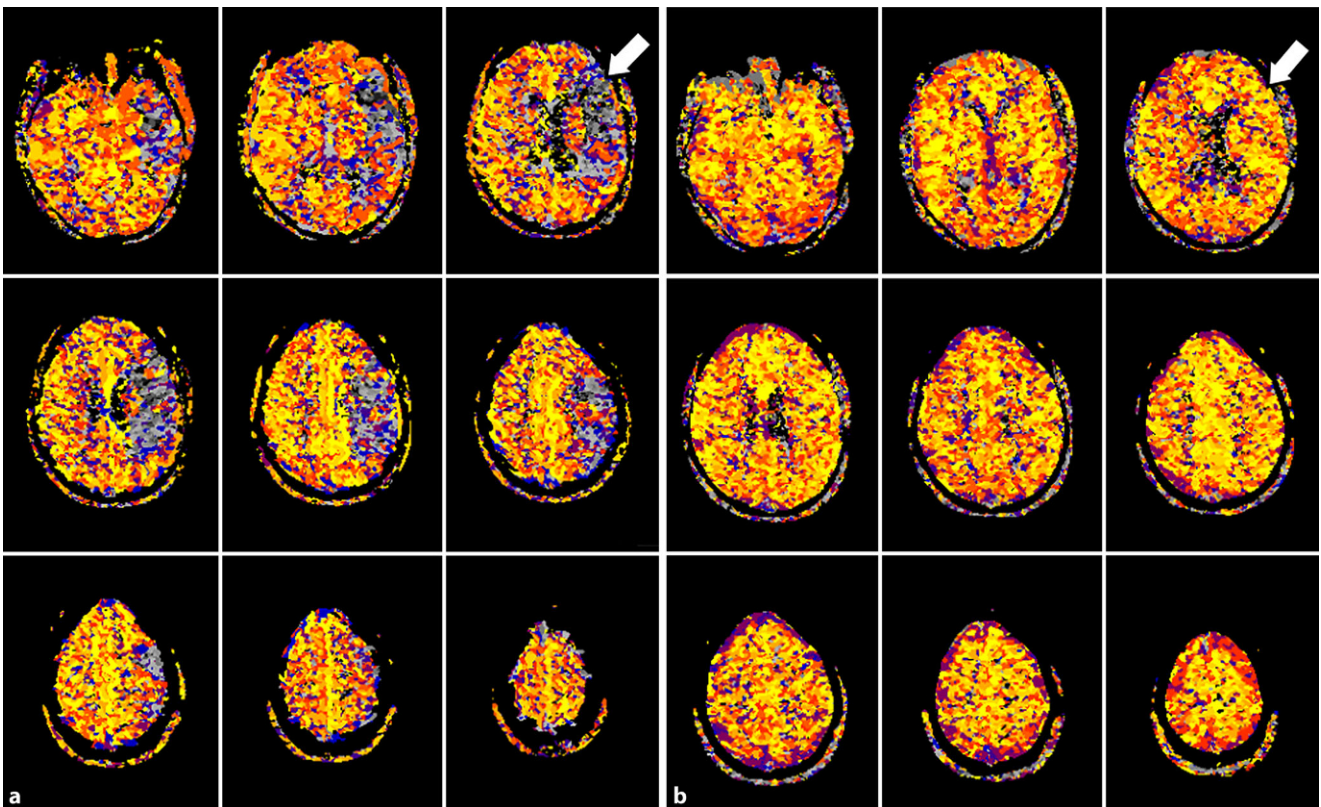


Abb. 2 ▲ Gehirndurchblutungsmessung mittels Magnetresonanztomographie (MRT) vor (a) und nach (b) der neuroradiologischen Intervention. Kritisch mangeldurchblutete Areale werden in der Messung grau bzw. schwarz dargestellt, regelrechte Durchblutung wird durch gelbe und rote Farbtöne angezeigt. Durch die Thrombektomie konnte ein zunächst kritisch durchbluteter Gehirnbezirk (beispielhaft durch *Pfeil* in a markiert) wieder regelrecht durchblutet werden (vgl. *Pfeil* in b)

jedoch, dass, bedingt durch die große Menge an Thrombusmaterial, umgekehrt große Gefäßverschlüsse im Gehirn einer systemischen Lysetherapie gar nicht zugänglich sind [5]. Bei kleineren Gefäßverschlüssen oder zur Überbrückung während des Transports zur Thrombektomie bleibt die systemische Lysetherapie trotzdem weiterhin innerhalb eines bestimmten Zeitraums eine wesentliche Therapie des ischämischen Schlaganfalls.

Grundlegende endovaskuläre Techniken

Die heute hohe Effizienz der neurointerventionellen Therapie wurde zudem erst durch die Entwicklung von „Stentrievern“ möglich, diese entfernen ein Blutgerinnsel vergleichbar einem Haken, als auch von geeigneten Aspirationskathetern, hier wird das Gerinnsel einfach abgesaugt. Bei allen diesen Verfahren soll der Thrombus möglichst vollständig aus dem Gefäß entfernt werden, wobei der

Begriff „Thrombektomie“ für die Technik mit dem Stentrievern geprägt wurde. Die Wirksamkeit der Thrombektomie wurde dann gleich in mehreren Studien nachgewiesen, zunächst im Zeitraum von 6–8 h, mittlerweile bis zu 24 h, abhängig vom jeweiligen Gehirndurchblutungsbefund [6–8]. Die Thrombektomie wird heute vom entsprechend ausgebildeten Neuroradiologen als mikrointerventioneller Eingriff durchgeführt, wobei mittels Kathedertechnik über das Blutgefäßsystem blockierende Blutgerinnsel aus wichtigen Gehirnarterien bei akutem Schlaganfall entfernt werden. Diese Therapie ist insbesondere bei großen Gefäßverschlüssen wirksam, die unbehandelt zu schweren Behinderungen oder sogar zum Tod führen können.

Bildgebung im Vorfeld des endovaskulären Eingriffs

Die Thrombektomie stellt nicht nur einen erheblichen Aufwand dar, sie birgt auch

Risiken für die Patienten. Zudem hängt ihre Indikation davon ab, wie weit noch vitales Gehirngewebe vorhanden ist, was insbesondere bei spätem Behandlungsbeginn und bei Patienten mit unklarem Ereignisbeginn eine wesentliche Rolle spielt. Es ist daher im Vorfeld des Eingriffs eine entsprechende neuroradiologische Diagnostik erforderlich, die am besten mittels Magnetresonanztomographie (MRT) erfolgt. Diese umfasst eine Überprüfung des gesamten Gehirns auf Vorschäden, eine Messung der aktuellen Gehirndurchblutung sowie die Darstellung aller Blutgefäße vom Abgang aus dem Aortenbogen bis zum Gehirn. In weniger als 15 min werden so die Indikation des Eingriffs gesichert, das Eingriffsrisiko beurteilt und eine Qualitätssicherung des Behandlungsergebnisses ermöglicht [9–11].

Anhand der folgenden Fallpräsentation soll die neurointerventionelle Tätigkeit der Radiologie am Universitätsklinikum Tulln in Zusammenarbeit mit der

Neurologie und Anästhesie exemplarisch erläutert und diskutiert werden.

Exemplarische neurointerventionelle Kasuistik

Ein 38-jähriger Patient wurde an unserer Abteilung mit akuten Halbseitenzeichen rechts vorgestellt. Die sofort durchgeführte multiparametrische MRT-Untersuchung, die das Ausmaß der gefährlichen Gehirndurchblutungsstörung im Vergleich zum bereits dadurch irreversibel geschädigtem Gehirngewebe zeigt, ergab eine kritische Perfusion in weiten Teilen der linken Gehirnhälfte. Es fanden sich zunächst nur minimale irreversibel geschädigte Areale. Die MR-Angiographie ergab eine Thrombose am Abgang der linken vorderen Halsschlagader (A. carotis interna) und einen Verschluss der linken mittleren Gehirnhauptschlagader (A. cerebri media). Da eine schwerwiegende, bleibende Behinderung drohte, wurde der Patient sofort nach der MRT-Untersuchung in den Angiographieraum der Radiologie verbracht. Eine Rekanalisation der Halsschlagader mit Stentversorgung sowie eine Thrombektomie der Gehirnhauptarterie links wurden erfolgreich durchgeführt (Abb. 1).

Eine Woche nach diesem Eingriff traten auf der Gegenseite akute neurologische Symptome auf, weswegen es zu einer Wiedervorstellung des Patienten an der Radiologie kam. Diesmal zeigte die multiparametrische MRT einen drohenden Verschluss der rechten vorderen Halsschlagader. In einem zweiten Akuteingriff wurde dieser mittels Stent versorgt. Die Kontroll-MRT ergab sodann eine reguläre Gehirndurchblutung und insgesamt keine wesentliche Zunahme der initial bereits bestehenden Infarktareale (Abb. 2).

Neurointerventionelle Behandlung im UK Tulln

Um eine moderne interventionelle Schlaganfallversorgung in Niederösterreich, wofür das UK Tulln immer gestanden hat, zu ermöglichen, bringen die Mitarbeiter der Radiologie Leistungen weit über das nur notwendige Maß hinaus, die gegebenen Ressourcen sind

psychopraxis. neuropraxis 2018 · 21 (Suppl 1):S76–S79
<https://doi.org/10.1007/s00739-018-0514-y>
 © Der/die Autor(en) 2018

C. Nasel

Interdisziplinäre Schlaganfallversorgung im Universitätsklinikum Tulln: interventionelle Neuroradiologie

Zusammenfassung

Die über das Gefäßsystem durchgeführte Eröffnung verschlossener zerebraler Arterien bei akutem Infarkt wird seit über 25 Jahren beforscht. Das Ziel ist die vollständige Entfernung von thrombotischen Materials aus den Gefäßen. Beim Standardverfahren extrahiert man mit einem von Stents abgeleiteten Gerät den Thrombus aus dem Gefäß, alternativ wird der Thrombus aspiriert. Die hohe Wirksamkeit der endovaskulären Therapie ist durch mehrere große Studien belegt. Der von Neuroradiologen durchgeführte mikrointerventionelle Eingriff erfordert ein interdisziplinäres Management der Patienten durch Anästhesie, Neurologie und Radiologie. Grundlage einer Therapieentscheidung ist eine multiparametrische Bildgebung des

Gehirns, präferenziell mit der Magnetresonanztomographie (MRT). Diese muss den zu erwartenden Schaden sowie bereits bestehende zerebrale Läsionen verlässlich anzeigen. Im Universitätsklinikum Tulln, dem derzeit größte Zentrum für endovaskuläre Schlaganfallbehandlung in Niederösterreich (NÖ), steht die MRT seit 10 Jahren rund um die Uhr zur Verfügung, ebenso werden endovaskuläre Eingriffe mit steigender Frequenz innerhalb des multizentrischen NÖ-Versorgungsprogramms durchgeführt.

Schlüsselwörter

Zerebrale Ischämie · Mechanische Thrombektomie · Zerebraler Infarkt · Perfusionsbildgebung · Magnetresonanzbildgebung

Interdisciplinary stroke treatment at the University Hospital Tulln: interventional neuroradiology

Abstract

Endovascular recanalization of occluded major cerebral vessels in acute ischemic stroke has been the subject of intensive research for more than 25 years. The aim is the complete removal of occluding thrombotic material from the vessel system. In the standard procedure the thrombus is extracted from the vessel with a stent retriever device or aspiration of the thrombus is performed. Several studies have proven the high efficiency of this endovascular therapy. The microinterventional operation is performed by a neuroradiologist and necessitates an interdisciplinary management of the patient involving anesthesiology, neurology and radiology. The foundation of a therapy decision is a multiparametric imaging

of the brain, preferentially with magnetic resonance imaging (MRI). This must reliably show the brain damage to be expected and the already manifested cerebral lesions. At the University Hospital in Tulln, currently the largest interventional stroke center in Lower Austria, multiparametric MRI has been available around the clock for 10 years. A steadily increasing number of endovascular neurointerventions are also carried out within the multicentric treatment program of Lower Austria.

Keywords

Cerebral ischemia · Mechanical thrombectomy · Cerebral infarction · Perfusion imaging · Magnetic resonance imaging

meist indirekt proportional dazu. Im UK Tulln steht für Patienten mit akutem Schlaganfall 7 Tage pro Woche und 24h am Tag eine multiparametrische MRT-Untersuchung mit vollautomatischer Auswertung zur Verfügung, die es ermöglicht, eine akute gefährliche Mangel durchblutung des Gehirns sofort zu erkennen. Rund 800–1000 solcher Untersuchungen werden jährlich durchgeführt, wobei auch die Rekanalisations-

ergebnisse nach neuroradiologischen Eingriffen qualitätsgesichert dokumentiert werden.

Mehr als 1000 neuroradiologische Angiographien (Interventionen und Diagnostik) fanden in den vergangenen Jahren an der Radiologie im UK Tulln statt. Für neuroradiologisch interventionelle Eingriffe steht eine moderne biplane Neuroangiographieanlage, die internationalen Anforderungen entspricht, im

UK Tulln zur Verfügung. Seit 2014 werden zusätzlich alle Interventionsfälle in einer Qualitätssicherungsdatenbank der einschlägigen Fachgesellschaften dokumentiert, um eine zeitgemäße Ausbildung von angehenden Neurointerventionalisten im UK Tulln zu garantieren. Ein an der Abteilung entwickeltes Fotodokumentationssystem erfasst und speichert das aus der Thrombektomie gewonnene Thrombusmaterial für wissenschaftliche Auswertungen. Im Schwerpunktbereich Hirnkreislaufforschung und biomedizinische Technik kann die Radiologie des UK Tulln auf mehrere internationale Publikationen sowie mehrere Diplomarbeiten und Dissertationen zu diesen Themen verweisen.

Resümee

Die Thrombektomie ist eine neuroradiologische interventionelle Methode, die bis zu 24 h nach dem Verschluss eines großen Gehirngefäßes zu dessen Rekanalisation eingesetzt werden kann. Obgleich der endgültige Erfolg dieses Eingriffs auch von der Vorschädigung des Gehirns und den verbleibenden Umgehungskreisläufen abhängt, ist die Thrombektomie heute eines der wirksamsten Verfahren zur Versorgung des akuten ischämischen Schlaganfalls. Dieses Verfahren wird seit ca. 10 Jahren an der Radiologie am Universitätsklinikum Tulln angeboten, wobei auch die notwendige modernste Bildgebung mittels MRT rund um die Uhr zur Verfügung steht.

Fazit

Eine Beurteilung der neuroradiologischen Interventionsmöglichkeiten bei akutem ischämischen Schlaganfall erfolgt am besten mittels einer multiparametrischen Bildgebung, wobei sich das MRT besonders gut dafür eignet.

Bei nachgewiesenem Verschluss eines großen gehirnversorgenden Gefäßes mit noch vitalem, in der MRT-Bildgebung detektierten, Gehirnwebe in der betroffenen Region, ist ein endovaskulärer Eingriff durch den Neuroradiologen angezeigt. Der Erfolg der gesetzten Maßnahmen hängt stark von der funktionierenden

Zusammenarbeit der Anästhesie, Neurologie und Radiologie ab.

Korrespondenzadresse



© Privat

Prim. Univ.-Prof. Dr. Christian Nasel, MSc PhD EDiNR

Klinisches Institut für Radiologie, Universitätsklinikum Tulln

Alter Ziegelweg 10, 3430 Tulln a.d. Donau, Österreich
christian.nasel@meduniwien.ac.at

Funding. Open access funding provided by Medical University of Vienna.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. C. Nasel gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle Untersuchungen und Behandlungen werden am UK Tulln nach den gängigen medizinischen Standards durchgeführt. Als Universitätsspital ist das UK Tulln zur Einhaltung der WMA-Standards, sowie der Richtlinie ICH Topic E 6 (European Medicines Agency) in der letztgültigen Fassung verpflichtet.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

1. Theron J, Courtheoux P, Casasco A, Alachkar F, Notari F et al (1989) Local intraarterial fibrinolysis in the carotid territory. *AJNR Am J Neuroradiol* 10:753–765
2. del Zoppo GJ, Higashida RT, Furlan AJ, Pessin MS, Rowley HA et al (1998) PROACT: a phase II randomized trial of recombinant pro-Urokinase by direct arterial delivery in acute middle cerebral artery stroke. *Stroke* 29:4–11
3. 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
4. Hacke W, Kaste M, Fieschi C, Toni D, Lesaffre E et al (1995) Intravenous thrombolysis with recombinant tissue plasminogen activator for acute hemispheric stroke. The European Cooperative Acute Stroke Study (ECASS). *JAMA* 274:1017–1025
5. Riedel CH, Zimmermann P, Jensen-Kondering U, Stinglele R, Deuschl G et al (2011) The importance of size: successful recanalization by intravenous

thrombolysis in acute anterior stroke depends on thrombus length. *Stroke* 42:1775–1777

6. Albers GW, Marks MP, Kemp S, Christensen S, Tsai JP et al (2018) Thrombectomy for stroke at 6 to 16 hours with selection by perfusion imaging. *N Engl J Med* 378:708–718
7. Berkhemer OA, Fransen PSS, Beumer D, van den Berg LA, Lingsma HF et al (2015) A randomized trial of Intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med* 372:11–20
8. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, Eesa M, Rempel JL et al (2015) Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med* 372:1019–1030
9. Nasel C, Kronsteiner N, Schindler E, Kreuzer S, Gentsch S (2004) Standardized time to peak in ischemic and regular cerebral tissue measured with perfusion MR imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 25:945–950
10. Davis SM, Donnagan GA, Parsons MW, Levi C, Butcher KS et al (2008) Effects of alteplase beyond 3 h after stroke in the Echoplanar Imaging Thrombolytic Evaluation Trial (EPITHET): a placebo-controlled randomised trial. *Lancet Neurol* 7:299–309
11. Albers GW, Thijs VN, Wechsler L, Kemp S, Schlaug G et al (2006) Magnetic resonance imaging profiles predict clinical response to early reperfusion: The diffusion and perfusion imaging evaluation for understanding stroke evolution (DEFUSE) study. *Ann Neurol* 60:508–517