

Notfall Rettungsmed 2008 · 11:173–177
 DOI 10.1007/s10049-008-1042-8
 Online publiziert: 26. April 2008
 © Springer Medizin Verlag 2008

Redaktion

W. Hacke, Heidelberg
 U. Kreimeier, München

H.J. Audebert¹ · C. Lichy² · K. Szabo³ · W.R. Schäbitz⁴

¹ Consultant Stroke Neurologist, Guy's and St Thomas' NHS Foundation Trust, London

² Neurologische Klinik, Universität Heidelberg

³ Neurologische Klinik, Universitätsklinikum Mannheim

⁴ Klinik und Poliklinik für Neurologie, Universität Münster

Telemedizin und Stroke Unit

Ersatz, Überbrückung oder Ergänzung?

Jeder Schlaganfall ist eine Gefährdung für Leben und Selbstständigkeit der betroffenen Patienten. Glücklicherweise stehen heute Therapiemöglichkeiten zur Verfügung, die die Prognose dieser häufigen und aufgrund der demographischen Entwicklung in ihrer Inzidenz noch zunehmenden Erkrankung effektiv verbessern. Evidenzbasierte Behandlungen mit hoher Wirksamkeit schließen die Versorgung auf einer Stroke Unit [18], die systemische Lyse bei ischämischen Schlaganfällen [8] und die Entlastungskraniotomie bei malignen Infarkten [19] ein.

➤ Größter Engpass für eine Versorgung nach „state of the art“ ist der Mangel an Schlaganfallexperten

Obwohl die Effektivität der Lysetherapie und der Behandlung auf einer Stroke Unit bereits seit Mitte der 1990er Jahre wissenschaftlich erwiesen ist, stehen diese Behandlungsformen weiterhin für die Mehrheit der Schlaganfallpatienten nicht zur Verfügung. Eine kürzlich veröffentlichte Analyse der europäischen Schlaganfallversorgung hat ergeben, dass im Jahr 2005 nur 13% aller Patienten in einer spezialisierten Schlaganfallinstitution („primary“ oder „comprehensive stroke centre“) und nur 3% mit einer Lyse behandelt wurden [11]. Größter Engpass für eine Schlaganfallversorgung nach dem „state of the art“ ist offensichtlich der länderübergreifende Mangel an Schlaganfallexperten – insbesondere im ärztlich neurologischen Bereich.

Die Telemedizin als Einsatz moderner Informationstechnologien in der Medizin verspricht hier eine einfach zu realisieren-

de Verbesserung, indem die Expertise erfahrener Schlaganfallzentren auch für Krankenhäuser mit geringerer Spezialisierung verfügbar wird. Da Schlaganfallsymptome audiovisuell, d. h. per Videountersuchung, gut erfassbar sind und die Daten der entscheidenden Bildgebungsverfahren (CT und MRT) digital übertragen werden können, erscheint der Schlaganfall als ideale Erkrankung für einen telemedizinischen Einsatz. Die als „Telestroke“ bezeichnete Anwendung in der akuten Schlaganfallversorgung hat in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung und Ausbreitung erfahren. Dabei wurde eine Vielzahl von unterschiedlichen Modellen umgesetzt. Die Bandbreite reicht von handheld-basierten Anwendungen in der Prähospitalphase über rein auf die Lyse fokussierte Projekte bis zu komplexen Netzwerken, die auch die spezialisierte Behandlung auf Schlaganfall-einheiten einschließlich eines konsequenten Qualitätsmanagements umfassen. Dabei stellt sich allerdings die Frage, ob mit der Telemedizin wirklich eine mit der Stro-

ke-Unit-Behandlung vergleichbare Behandlungsqualität erreicht werden kann.

Voraussetzungen für telemedizinische Beratungen

Technische Voraussetzungen

Die wesentlichen Elemente der aktiven Telemedizinnetzwerke bestehen aus digitaler Bildübertragung, Videountersuchung und elektronischer Befundübermittlung (■ **Abb. 1**). Während die Übertragung der zerebralen Bildgebung ähnlich wie die heute vielerorts verfügbaren PACS-Systeme („picture archiving and communication system“) funktioniert, wird für die Videountersuchung eine spezielle Adaptation der Videokonferenztechnik verwendet.

Auf Seiten der regionalen Kliniken wird ein Telemedizin Arbeitsplatz meist im Bereich der Notaufnahme oder auf der Schlaganfallstation eingerichtet. Die Videoübertragung erfolgt als simultane Video-



Abb. 1 ▶ Telemedizin-arbeitsplatz an der Klinik für Neurologie, Universität Heidelberg. (Mit freundlicher Genehmigung von Dr. Lichy)

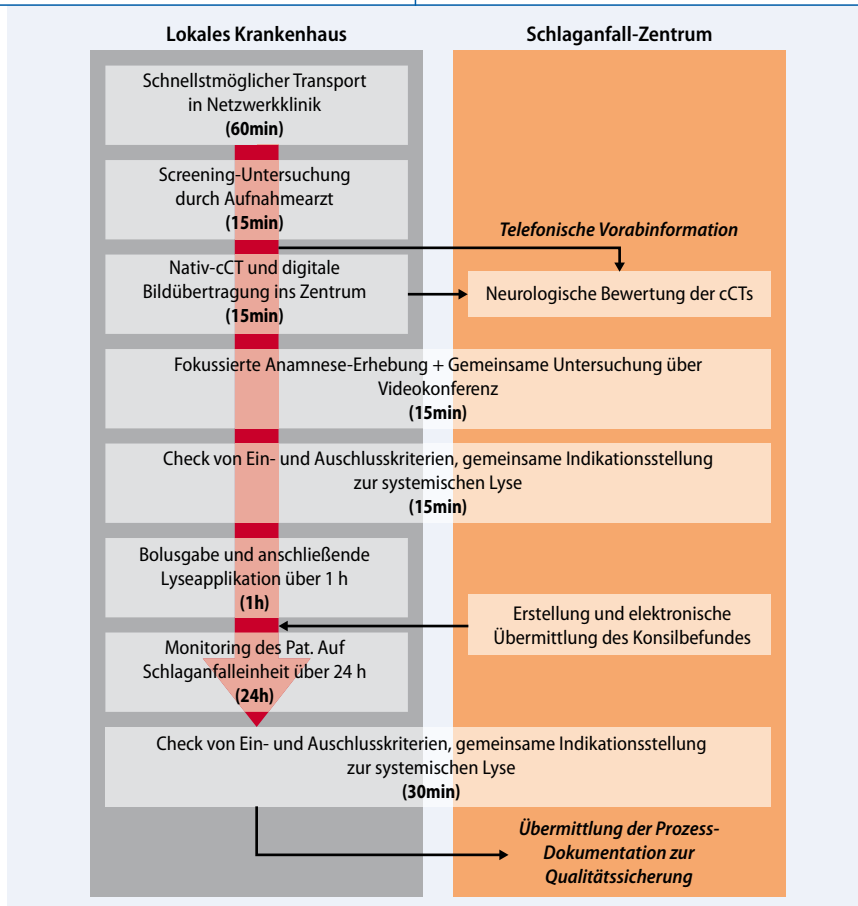


Abb. 2 ▲ Telethrombolyse. (Mod. nach [2])

konferenz und benutzt eine fernsteuerbare, in alle Richtungen bewegliche und zoombare Kamera sowie einen großen Bildschirm, über den der Telekonsiliararzt für den Patienten und den Arzt vor Ort sichtbar ist. Auf Seiten des Zentrums finden Bildschirme mit hoher Auflösung Verwendung, auf denen sowohl die Bildbeurteilung als auch die interaktive Videokonferenz dargestellt wird.

Für eine befriedigende Videoqualität sind symmetrische und stabile Übertragungsbandbreiten von mindestens 300 kbit/s erforderlich. Üblicherweise wird nach telefonischer Anmeldung im Schlaganfallzentrum die Telekonferenz innerhalb von Minuten aufgebaut. Im Rahmen des Telekonsils wird gemeinsam das weitere Prozedere festgelegt. Nach jedem Telekonsil erhält die regionale Klinik elektronisch übermittelt einen Konsilbefund.

Reliabilität der telemedizinischen Untersuchung

Für die Bewertung der telemedizinischen Untersuchung ist entscheidend, ob sich

die wichtigsten klinisch neurologischen Symptome des Schlaganfalls zuverlässig erfassen lassen und gleichzeitig nicht vaskuläre Erkrankungen mit ähnlichen Krankheitszeichen (sog. „stroke mimics“) abgegrenzt werden können.

Die gute audiovisuelle Untersuchbarkeit von Schlaganfallsymptomen erleichtert die telemedizinische Beurteilung

Im Schlaganfallbereich gibt es verschiedene Scores, die den Schweregrad und die Symptomatologie des individuellen Erkrankungsfalls gut abbilden. Als meist genutztes Instrumentarium hat sich dabei die amerikanische National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) in klinischen Studien und in der Patientenselektion für die Lysetherapie durchgesetzt. Mehrere Untersuchungen haben übereinstimmend ergeben, dass dieser Score auch in der telemedizinischen Anwendung mit vergleichbaren Ergebnissen in allen Einzelbereichen durchgeführt werden kann [9, 12, 17, 20]. Auch „stroke mimics“ las-

sen sich telemedizinisch durch erfahrene Neurologen erkennen [21], die Erfassung dieser nicht vaskulär bedingten neurologischen Syndrome hat sich in einer Untersuchung als relativ zuverlässig erwiesen.

Juristische Implikationen

Eine rein telemedizinische Konsiliartätigkeit – also die Beratung ohne Beteiligung eines physisch anwesenden Arztes – ist aufgrund des so genannten „Fernbehandlungsverbots“ nach § 7 Abs. 3 der (Muster-)berufsordnung nicht zulässig. Durch die gemeinsame Untersuchung des Patienten mit dem behandelnden Arzt vor Ort ist diese Konstellation im oben beschriebenen telemedizinischen Beratungsszenario allerdings nicht gegeben. Prinzipiell ist durch die Hinzuziehung einer spezialisierten Expertise mittels Telemedizin eine Verbesserung der medizinischen Behandlungsqualität zu erwarten. Eine entsprechende Vernetzung ist daher ethisch und auch rechtlich zulässig.

Die Qualität der fachlichen Beratung ist von den verfügbaren Informationen abhängig. Insofern beinhaltet eine telemedizinische Beratung durch den limitierten Zugang zu klinischen und anamnestischen Daten immer einen Vorbehalt. Grundsätzlich ist eine telekonsiliarische Tätigkeit jedoch wie eine konsiliarische Tätigkeit vor Ort (z. B. in einer anderen Abteilung des gleichen Krankenhauses) zu interpretieren. Das heißt, die Gesamtbehandlungsverantwortung bleibt beim behandelnden Arzt. Für Entscheidungen wie die zur Lysetherapie, die eine spezielle, in diesem Fall telemedizinisch zur Verfügung gestellte Expertise erfordern, entsteht aber eine definitive Mitverantwortung der telemedizinisch tätigen Ärzte. Wie bei jedem Konsil ist eine ausreichende Dokumentation der Befunde und Schlussfolgerungen erforderlich.

Für den Datenschutz gilt, dass die Übertragungssicherheit gewährleistet sein muss. Aufgrund der routervermittelten Fragmentierung der Informationen bzw. der Verwendung eines Virtual Private Network (VPN) stellt dies technisch kein wesentliches Problem dar. In Bezug auf die Patientenaufklärung, die Datenspeicherung und die Zugriffssicherung müssen spezielle Vorkehrungen getroffen werden.

Telestroke-Applikationen

Telethrombolysse

Da mit der Zeitspanne vom Auftreten der Symptome bis zum Behandlungsbeginn die Wirksamkeit der Lysetherapie rasch abnimmt und diese Behandlung auch nur innerhalb der ersten 3 h zugelassen ist, kommt einer frühest möglichen Indikationsstellung eine entscheidende Bedeutung zu. Der Einsatz der Telemedizin mit technisch gesehen nahezu unverzögerter Datenübertragung ist daher gerade in diesem Bereich sehr nahe liegend.

Viele Pionierprojekte hatten sich daher auf dieses Einsatzgebiet der Telemedizin konzentriert und übereinstimmend eine gute Anwendbarkeit berichtet. Größere Fallzahlen wurden bisher v. a. aus dem „Telemedizinischen Projekt zur integrierten Schlaganfallversorgung“ in Bayern (TEMPiS) berichtet. Dabei waren die Behandlungssicherheit, die Therapieabwicklung (■ **Abb. 2**) und die Langzeitergebnisse in prospektiven Evaluationen vergleichbar mit den Ergebnissen erfahrener Schlaganfallzentren [3, 4, 16]. Derzeit wird die Effektivität der Telethrombolysse in 2 randomisierten Studien untersucht.

Management von Notfallverlegungen

Kann die systemische Lyse nach qualifizierter Indikationsstellung und in einem entsprechend ausgestatteten Setting vor Ort durchgeführt werden, so bleiben einige Schlaganfallssubtypen, die einer sofortigen interventionellen Diagnostik und Behandlung in spezialisierten Zentren bedürfen. Dies bezieht sich insbesondere auf Subarachnoidalblutungen oder maligne Hirninfarkte, für die evidenzbasierte interventionelle Behandlungen verfügbar sind, aber auch auf Basilaristhrombosen, die ohne unverzügliche Behandlung eine extrem schlechte Prognose haben. Die Telemedizin kann hier dazu beitragen, die entsprechenden Konstellationen rasch zu erkennen, Sekundärverlegungen schnellstmöglich zu organisieren und die weitere Behandlung durch Vorabübermittlung der entsprechenden Befunde zu unterstützen. Durch die verstärkte Einbeziehung der nachfolgenden Behandlungsinstitution können nicht nur notwendige

Zusammenfassung · Abstract

Notfall Rettungsmed 2008 · 11:173–177 DOI 10.1007/s10049-008-1042-8
© Springer Medizin Verlag 2008

H.J. Audebert · C. Lichy · K. Szabo · W.R. Schäbitz

Telemedizin und Stroke Unit. Ersatz, Überbrückung oder Ergänzung?

Zusammenfassung

Eines der entscheidenden Hindernisse für eine flächendeckende Schlaganfallversorgung nach dem „state of the art“, insbesondere in ländlichen Regionen, ist der Mangel an rasch verfügbarer neurologischer Expertise. Telemedizinische Anwendungen mit klinisch-neurologischer Untersuchung via Videokonferenz zwischen der Aufnahmeklinik und einem spezialisierten Schlaganfallzentrum sowie teleradiologischer Bewertung der zerebralen Bildgebung können diesen Versorgungseingangs überbrücken. Tatsächlich lassen sich Schlaganfallsyndrome gut durch eine Videountersuchung erfassen. Die Indikation für die systemische Lysetherapie kann telemedizinisch ohne zeitliche Verzögerung gestellt werden. Die Versorgung auf einer Stro-

ke Unit als insgesamt wirksamste Behandlungsstrategie kann dadurch aber nicht ersetzt werden. Wird allerdings die telemedizinische Vernetzung mit dem Stroke-Unit-Konzept und einem konsequenten Qualitätsmanagement kombiniert, können auch kleinere Krankenhäuser eine Schlaganfallversorgung auf hohem Niveau anbieten. Durch eine telemedizinisch unterstützte Optimierung von Notfalltransporten und die rasch verfügbare „second opinion“ erfahrener Schlaganfallzentren entstehen zusätzliche Perspektiven.

Schlüsselwörter

Schlaganfall · Telemedizin · Thrombolysse · Stroke Unit

Telemedicine and stroke unit. Substitute, bridging or complement?

Abstract

The shortage of rapidly accessible neurological expertise is one of the major barriers of state of the art stroke management, particularly in rural areas. The use of telemedicine including neurological assessment via video-examination and teleradiological evaluation of brain scans is promising to overcome this barrier. The remote examination allows reliable recognition of stroke symptoms and non vascular stroke mimics. Telemedicine allows the initiation of systemic thrombolysis without time delays. However, telemedicine can not replace Stroke Units, representing the most effective treatment concept in acute

stroke. On the other hand, even smaller hospitals can offer high quality of stroke care if telemedical networking is combined with the implementation of local stroke wards and comprehensive quality management. Telemedicine offers additional benefits as it can be used to optimize emergency interhospital transfers and provides an easily accessible “second opinion” for smaller neurological departments.

Keywords

Stroke · Telemedicine · Thrombolysis · Stroke Unit

Infobox 1

„TEMPiS-Richtlinien“ zur schnellstmöglichen Verlegung. (Mod. nach [1])

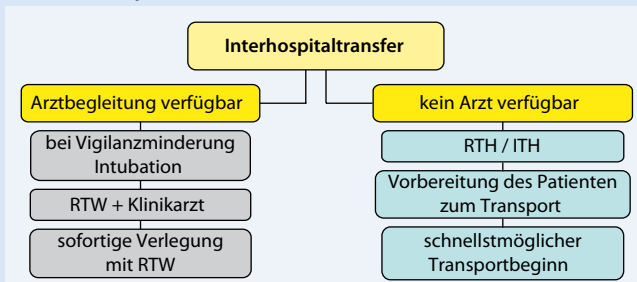
Patientenkollektiv:

- (Verdacht auf) Basilaristhrombose (Beginn der systemischen Lyse in der lokalen Klinik)
- Maligner Mediainfarkt zur Entlastungskraniektomie
- Raumfordernde Kleinhirnblutung zur Entlastungskraniotomie
- Ventrikeleinblutung und drohender Hydrozephalus (Ventrikeldrainage)
- Akute Subarachnoidalblutung (Grad II–IV nach Fischer)

Entscheidung zur schnellstmöglichen Verlegung erfolgt im Rahmen des Telekonsils:

- Wichtigstes Kriterium ist Zeitpunkt des Eintreffens an der Zielklinik
- Anmeldung „schnellstmöglicher Transport“ erfolgt bei der regionalen Rettungsleitstelle

Auswahl des Transportmittels in Absprache mit der regionalen Rettungsleitstelle nach Leitfaden Interhospitaltransfer:



Vorbereitung des Patienten zum (RTH/ITH)-Transport:

- Endotracheale Intubation
- Analgosedierung
- Stabile Herz-Kreislauf-Situation (Cave: arterielle Hypotonie, Antihypertensiva), ggf. Katecholamine
- Möglichst arterielle Kanüle
- Möglichst Blasenkatheter

Unnötige Verzögerungen im Rahmen dieser Transportvorbereitungen vermeiden!

Ziel ist die schnellstmögliche Verlegung nach adäquater Patientenversorgung mit vertretbarem Transportrisiko

Bei Entfernungen <50 km ist ein bodengebundener Transport meist schneller als ein Lufttransport!

Transporte optimiert, sondern auch unnötige Verlegungen vermieden werden.

Die telemedizinische Vernetzung eignet sich somit sehr gut zur Verlegungstriage. Eine Analyse des TEMPiS-Projekts hat ergeben, dass Verlegungen aufgrund raumfordernder Hirninfarkte und (vermuteter) Basilaristhrombosen tatsächlich häufiger durch die frühe telemedizinische Untersuchung im Primärkrankenhaus eingeleitet wurden. Einschränkend muss hinzugefügt werden, dass die in der Realität gemessenen Verlegungsdauern mit ca. 2 1/2 h für akute neurovaskuläre Krankheitsbilder kritisch lang waren. Speziell bei Basilaristhrombosen war dies auch mit einem schlechteren Behandlungsergebnis im Vergleich zu primären Aufnahmen in Schlaganfallzentren verbunden.

Diese Erfahrungen zeigen, dass die Telemedizin allein die eingeschränkten Ressourcen in kleineren Krankenhäusern nicht völlig ausgleichen kann. Um den kritischen Nachteilen zu begegnen, ist daher

eine begleitende Optimierung der Verlegungsabläufe notwendig ([1]; **Infobox 1**). Bei Patienten mit Basilaristhrombose wird inzwischen eine systemische Lysetherapie vor Transportbeginn im Sinne eines Bridgings gestartet [14]. Patienten mit typischen Zeichen einer Basilaristhrombose (plötzlich auftretende Bewusstlosigkeit ohne erkennbare andere Ursache und/oder progrediente Hinstammsymptome) sollten direkt in ein Zentrum mit Interventionsmöglichkeit gebracht werden, wenn dies innerhalb einer Stunde zu erreichen ist.

Umsetzung des Stroke-Unit-Modells

Die Behandlung auf einer spezialisierten Stroke Unit ist bei weitem die wichtigste evidenzbasierte akute Schlaganfalltherapie, da sie für nahezu alle Schlaganfallpatienten anwendbar ist und zu einer erheblichen Verminderung von Sterblichkeit und Behinderung im Alltag führt [18]. Neurologische

Schlaganfallexpertise ist in diesem Konzept über die Initiierung der systemischen Lysetherapie hinaus zum frühen Erkennen von Hochrisikosituationen und zur Einleitung differenzierter Akutbehandlungen notwendig. Daneben hängt die Bestimmung der zugrunde liegenden Ätiologie und damit die Effektivität der Sekundärprophylaxe entscheidend von der Kenntnis der (Patho)physiologie der zerebralen Blutversorgung ab. Da dieses Fachwissen und die entsprechende klinische Erfahrung in den meisten Allgemeinkrankenhäusern nicht oder zumindest nicht ständig verfügbar sind, kann die Telemedizin auch zum Aufbau von spezialisierten Schlaganfalleinheiten in diesen Kliniken genutzt werden.

Telemedizin sollte zur Umsetzung des Stroke-Unit-Konzepts auch in kleineren Kliniken führen und keinesfalls als Ersatz für spezialisierte Schlaganfalleinheiten dienen.

Erfahrungen aus dem TEMPiS-Netzwerk

Dieser Ansatz wurde v. a. im TEMPiS-Modell gewählt. Zwei Schlaganfallzentren in München und Regensburg betreuen dabei 12 (inzwischen 15) regionale Krankenhäuser in Süd-Ost-Bayern. Zentrale Elemente des Konzepts waren zunächst der Aufbau von Schlaganfalleinheiten mit zugehörigem Team aus Ärzten, Pflegekräften und verschiedenen Therapeuten. Die Mitglieder dieser Behandlungseinheiten wurden projektvorbereitend und -begleitend geschult. Telekonsilindikationen wurden gemeinsam, aber projektübergreifend festgelegt. Begleitet wurde das Projekt von einem intensiven Qualitätsmanagement einschließlich Visiten und Praxisbegleitungen vor Ort sowie einer externen vergleichenden Qualitätssicherung [7].

Ähnlich wie in den Stroke-Unit-Analysen [10, 15] konnte hierdurch eine Verbesserung der Behandlungsqualität, gemessen an Qualitätsindikatoren wie schnelle Bildgebung, Überwachungsintensität und frühe Rehabilitationstherapie erreicht werden [6, 13]. Die Behandlungsraten für die systemische Thrombolyse stiegen von unter 1% vor Vernetzung auf mittlerweile 8% aller ischämischen Schlaganfälle an. Ein multizentrischer Vergleich zwischen Kliniken im TEMPiS-Netzwerk und Krankenhäusern ohne entsprechende Netzwerkanbindung ergab eine signifikant geringere Wahr-

scheinlichkeit für das kombinierte schlechte Outcome von Tod oder institutionalisierter Pflege oder schwerer Behinderung 3 Monate nach dem Schlaganfallereignis („odds ratio“ 0,62; 95% CI 0,52–0,74; [5]).

► Auch im Stroke-Unit-Konzept offeriert die Telemedizin eine zusätzliche Option

Die angeschlossenen 4 Kliniken mit eigener neurologischer Abteilung nutzen den Telemedizinendienst neben einer gemeinsamen Entscheidung zur Lysetherapie und für Notfallverlegungen vor allem als Möglichkeit einer Second Opinion. In dieser Hinsicht offeriert die Telemedizin also eine zusätzliche Option auch innerhalb des Stroke-Unit-Konzepts. Da sich durch die telemedizinische Kooperation aber eine zusätzliche kritische Schnittstelle in der Behandlungsabfolge ergibt, muss ein entsprechendes Netzwerk von einer auf die Telemedizin adaptierten Qualitätssicherung begleitet werden. Das aufgrund der zusätzlichen Schnittstelle erforderliche konsequente Qualitätsmanagement wird durch elektronische Vernetzung erleichtert.

Interessant ist, dass telemedizinische Netzwerke, die nicht auf dem Stroke-Unit-Prinzip aufbauen, bisher über vergleichsweise niedrige Telekonsil- und Lyseraten berichtet haben. Auch ein Effektivitätsnachweis ist für eine rein auf der teleneurologischen Beratung basierenden Vernetzung bisher nicht erbracht worden.

Perspektiven

Neue Perspektiven ergeben sich zum einen durch die rasch fortschreitende technische Entwicklung und zum anderen durch neue Anwendungen der Telemedizin. In der Prähospitalmedizin laufen derzeit in Deutschland 2 Pilotprojekte, die eine verbesserte diagnostische Einordnung und beschleunigte Zuverlegung in geeignete Behandlungsinstitutionen zum Ziel haben. Dabei werden mobile telemedizinische Einheiten verwendet, die Patienten- und Behandlungsdaten bereits vor Klinikaufnahme mit den klinischen Behandlungsteams kommunizieren.

Durch die zunehmende Verbreitung der Breitband-Mobilfunktechnologie (UMTS) kann die telemedizinische Beratung even-

tuell auch von zu Hause oder von unterwegs aus über ein Laptop erfolgen. Da die real verfügbaren Übertragungsraten im Gegensatz zu festnetzbasierenden Netzwerken erhebliche Schwankungen aufweisen und sich auch neue datenschutzrechtliche Herausforderungen ergeben, muss die Anwendbarkeit und Akzeptanz noch weiter untersucht werden.

Schließlich erscheint die Telemedizin als hervorragendes Instrument zur Unterstützung klinischer Studien. Da in größeren Netzwerken mehrere tausend Schlaganfallpatienten pro Jahr behandelt werden, kann auch Patienten mit selteneren Schlaganfallsubtypen die Teilnahme an einer klinischen Studie (eventuell nach Verlegung) angeboten werden. Auch hier muss sich die Telemedizin jedoch erst in der praktischen Umsetzung bewähren.

Fazit

Die Telemedizin ist eine inzwischen vielfach genutzte Möglichkeit, spezielles Schlaganfall-Know-How in Kliniken ohne etabliertes Schlaganfallzentrum zu bringen. Die technischen, juristischen und organisatorischen Hürden sind größtenteils überwunden und der Nachweis einer hohen diagnostischen Reliabilität erbracht. Bewährt hat sich die telemedizinische Beratung bei der Indikationsstellung für die Lysetherapie und Notfallverlegung. Ein Effektivitätsnachweis ist für die Telemedizin jedoch bisher nur erbracht, insofern sie in Kombination mit dem Stroke-Unit-Konzept angewandt wird. Damit wird eine wohnortnahe qualitativ hochwertige Schlaganfallversorgung möglich – mit gleichzeitigem Zugang zu nur in großen Zentren vorgehaltenen interventionellen Therapieoptionen.

Korrespondenzadresse

Dr. H.J. Audebert



Consultant Stroke Neurologist, Guy's and St Thomas' NHS Foundation Trust
Lambeth Palace Road London SE1 7EH
United Kingdom
heinrich.audebert@gstt.nhs.uk

Interessenkonflikt. Dr. H. Audebert hat Vortragshonorare von den Firmen Boehringer Ingelheim Pharma GmbH und Meytec (Telemedizin) GmbH erhalten. Die anderen Autoren berichten über keine Interessenkonflikte.

Literatur

1. Audebert HJ, Clarmann C von, Schenkel J et al. (2005) Problemfeld der Notfallverlegungen beim Schlaganfall. Ergebnisse des telemedizinischen Pilotprojektes zur integrierten Schlaganfallversorgung in Südostbayern (TEMPIS). Dtsch Med Wochenschr 130: 2495–2500
2. Audebert HJ et al. (2008) Telemedizin in der akuten Schlaganfallversorgung – Eine Standortbestimmung. Georg Thieme, Stuttgart
3. Audebert HJ, Kukla C, Clarmann C von et al. (2005) Telemedicine for safe and extended use of thrombolysis in stroke: the Telemedic Pilot Project for Integrative Stroke Care (TEMPIS) in Bavaria. Stroke 36: 287–291
4. Audebert HJ, Kukla C, Vatankhah B et al. (2006) Comparison of tissue plasminogen activator administration management between Telestroke Network hospitals and academic stroke centers: the Telemedical Pilot Project for Integrative Stroke Care in Bavaria/Germany. Stroke 37: 1822–1827
5. Audebert HJ, Schenkel J, Heuschmann PU et al. (2006) Effects of the implementation of a telemedical stroke network: the Telemedic Pilot Project for Integrative Stroke Care (TEMPIS) in Bavaria, Germany. Lancet Neurol 5: 742–748
6. Audebert HJ, Wimmer ML, Hahn R et al. (2005) Can telemedicine contribute to fulfill WHO Helsingborg Declaration of specialized stroke care? Cerebrovasc Dis 20: 362–369
7. Audebert HJ, Wimmer ML, Schenkel J et al. (2004) Telemedizinisch vernetzte Schlaganfallstationen; Vorstellung des telemedizinischen Pilotprojektes zur integrierten Schlaganfallversorgung in Südostbayern (TEMPIS) und seiner Effizienzanalyse. Nervenarzt 75: 161–165
8. Hacke W, Donnan G, Fieschi C et al. (2004) Association of outcome with early stroke treatment: pooled analysis of ATLANTIS, ECASS, and NINDS rt-PA stroke trials. Lancet 363: 768–774
9. Handschu R, Littmann R, Reulbach U et al. (2003) Telemedicine in emergency evaluation of acute stroke: interrater agreement in remote video examination with a novel multimedia system. Stroke 34: 2842–2846
10. Jorgensen HS, Nakayama H, Raaschou HO et al. (1995) The effect of a stroke unit: reductions in mortality, discharge rate to nursing home, length of hospital stay, and cost. A community-based study. Stroke 26: 1178–1182
11. Leys D, Ringelstein EB, Kaste M, Hacke W; Executive Committee of the European Stroke Initiative (2007) Facilities available in European hospitals treating stroke patients. Stroke 38: 2985–2991
12. Meyer BC, Lyden PD, Al Khoury L et al. (2005) Prospective reliability of the STRoke DOC wireless/site independent telemedicine system. Neurology 64: 1058–1060
13. Müller H, Nimrichter B, Schenkel J et al. (2006) Verbesserung der Schlaganfall-Behandlung in einem regionalen Versorgungskrankenhaus; Prozessqualität vor und nach Einbindung in ein telemedizinisch unterstütztes Schlaganfall-Netzwerk. Dtsch Med Wochenschr 131: 1309–1314
14. Müller R, Pfefferkorn T, Vatankhah B et al. (2007) Admission facility is associated with outcome of basilar artery occlusion. Stroke 38: 1380–1383
15. Ronning OM, Guldvog B (1998) Stroke units versus general medical wards, 1: twelve- and eighteen-month Survival: a randomized, controlled trial. Stroke 29: 58–62
16. Schwab S, Vatankhah B, Kukla C et al. (2007) Long-term outcome after thrombolysis in telemedical stroke care. Neurology 69: 898–903
17. Shafiqat S, Kvedar JC, Guanci MM et al. (1999) Role for telemedicine in acute stroke. Feasibility and reliability of remote administration of the NIH stroke scale. Stroke 30: 2141–2145
18. Stroke Unit Trialists' Collaboration (2007) Organised inpatient (stroke unit) care for stroke. Cochrane Database Syst Rev 4: CD000197
19. 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
20. Wang S, Lee SB, Pardue C et al. (2003) Remote evaluation of acute ischemic stroke: reliability of National Institutes of Health Stroke Scale via telestroke. Stroke 34: e188–e191
21. Wiborg A, Widder B (2003) Teleneurology to improve stroke care in rural areas: The Telemedicine in Stroke in Swabia (TESS) Project. Stroke 34: 2951–2956