

Telemedizin in der akuten Schlaganfallversorgung

Review und Empfehlungen des Kompetenznetzes Schlaganfall

Telemedicine for Acute Stroke Care

Review and Recommendations from the German Competence Network Stroke

Autoren

H. J. Audebert¹, K. Berger², S. Boy³, K. M. Einhäupl⁴, M. Endres⁴, G. Gahn⁵, R. Handschu⁶, M. Kaps⁷, W. Kuschinsky⁸, C. Lichy⁹, J. Röther¹⁰, J. Schenkel¹¹, M. Scibor⁶, A. Schleyer¹², M. Siebler¹³, O. W. Witte¹⁴, V. Ziegler¹⁵, A. Villringer¹⁶

Institute

Die Institutsangaben sind am Ende des Beitrags gelistet.

Schlüsselwörter

- Schlaganfall
- Telemedizin
- Stroke Unit
- Qualität
- Thrombolyse

Key words

- stroke
- telemedicine
- stroke unit
- quality
- thrombolysis

Bibliografie

DOI 10.1055/s-0028-1090158

Online-Publikation:

10. Februar 2009

Akt Neurol 2009; 36: 82–90

© Georg Thieme Verlag KG

Stuttgart · New York ·

ISSN 0302-4350

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Heinrich J. Audebert

Klinik für Neurologie und klinische Neurophysiologie, Charité, Universitätsmedizin Berlin
Hindenburgdamm 30
12200 Berlin
heinrich.audebert@charite.de

Zusammenfassung



Telemedizinische Anwendungen mit klinischer Untersuchung des Patienten über Videokonferenz und Fernbefundung der zerebralen Schnittbildgebung haben verbreitete Nutzung in der akuten Schlaganfallversorgung insbesondere in Regionen mit unzureichenden neurologischen Behandlungseinrichtungen gefunden. Wissenschaftliche Untersuchungen haben die Zuverlässigkeit der neurologischen Fernuntersuchung bestätigt und die Indikation für die systemische Lysetherapie kann über Telekonsile mit entsprechenden technischen Qualitätsstandards sicher gestellt werden. Eine Verbesserung klinischer Behandlungsergebnisse konnte bisher aber nur gezeigt werden, wenn die Telemedizin in das Konzept der Stroke Unit mit spezialisierten Schlaganfalleinheiten und entsprechenden Qualitätsstandards eingebettet wurde. Außerhalb eines derartigen integrierten Konzeptes ist ein klinisches Benefit nicht nachgewiesen. Forschungsbedarf besteht im Bereich der Kosteneffizienz, des Qualitätsmanagements und der Implementierung weiterer technologischer Innovationen. Der Einsatz der Telemedizin in der Prävention, prähospitalen Schlaganfallversorgung, Rehabilitation und ambulanten Nachsorge ist nicht ausreichend untersucht und bedarf einer konsequenten wissenschaftlichen Evaluation.

Einsatz der Telemedizin als Reaktion auf die aktuelle Situation der Schlaganfallversorgung in Deutschland



In Deutschland hat sich in den letzten Jahren erfreulicherweise eine veränderte Wahrnehmung des Schlaganfalls als zum guten Teil vermeidbare und vor allem effektiv behandelbare Erkrankung durchgesetzt. Der Schlaganfall ist bereits heute die häufigste Ursache für eine erworbene Behin-

Abstract



Telemedicine is increasingly being utilised for the remote evaluation of stroke patients, particularly in neurologically underserved areas. It is usually based on video examination and teleradiological evaluations of brain scans. Scientific analyses have demonstrated the reliability of neurological scores assessed via videoconference. Teleradiology using electronically transmitted original imaging data is potentially equivalent to onsite assessment. Intravenous thrombolysis can be indicated with similar results as in experienced stroke centres if both technological and professional quality standards are applied. However, improved clinical outcomes of stroke patients have only been shown when telemedicine was combined with the Stroke Unit concept based on specialised stroke wards and organised stroke care. More scientific evaluation is needed in the fields of cost effectiveness, quality management and implementation of further technological innovations. There are still insufficient data about the use of telemedicine in prevention, rehabilitation and post-stroke care and a comprehensive scientific evaluation is still needed.

derung und gehört zu den führenden Todesursachen. Bedingt durch den demografischen Wandel wird eine weitere Zunahme der Schlaganfallinzidenz für die nächsten 2 Jahrzehnte erwartet: im 5-Jahres-Zeitraum von 2021–2025 voraussichtlich um ein Drittel höher als von 2005–2010 [1]. Dies geht einher mit einer dramatischen Belastung der Sozialsysteme [1]. Die 4 evidenzbasierten Therapieformen des akuten Schlaganfalls umfassen die frühe Aspiration bei Hirninfark-

ten [2], die Behandlung auf einer spezialisierten Schlaganfallereinheit (Stroke Unit) für ischämische und hämorrhagische Schlaganfälle [3], die systemische Lysetherapie bei zerebralen Ischämien [4] und schließlich die Entlastungskraniotomie bei raumfordernden (malignen) Hemisphäreninfarkten [5]. Auch wenn das deutsche Stroke-Unit-Modell mit einer intensivierten Betreuung einschließlich Monitorüberwachung über 1–3 Tage und anschließender Weiterbehandlung auf einer (neurologischen) Allgemeinstation nicht in randomisierten Studien evaluiert wurde, legen verbesserte Indikatoren für die Behandlungsqualität und Daten aus Beobachtungsstudien eine ähnliche Prognoseverbesserung nahe [6, 7]. Der Effekt der frühen Rehabilitation nach dem Schlaganfall ist inzwischen gut validiert. Die im angloskandinavischen Raum meist in die Stroke Unit integrierte postakute Rehabilitation von Schlaganfallpatienten findet in Deutschland meist in neurologischen oder geriatrischen Rehabilitationseinrichtungen statt. Da dies meist nicht in exklusiv auf die Schlaganfallrehabilitation ausgerichteten Einheiten geschieht, ist unklar, ob die in Metaanalysen gesicherten Vorteile der Stroke-Rehabilitation-Units übertragen werden können. Inzwischen wurden ca. 200 zertifizierte Stroke Units in Deutschland, meist in Kliniken mit neurologischer Abteilung eingerichtet. Obwohl im „diagnosis-related-groups“ (DRG) System die Behandlung auf einer Stroke Unit bzw. die systemische Lysetherapie abgebildet und damit auch gegenfinanziert werden, ist davon auszugehen, dass diese evidenzbasierten Behandlungsformen weiterhin für einen erheblichen Teil der Bevölkerung nicht zur Verfügung stehen [8]. Dies gilt insbesondere für ländliche Gebiete, wo kleine bis mittelgroße Krankenhäuser oft über keine eigene neurologische Abteilung verfügen. Die Entfernung bis zur nächsten Stroke Unit ist in diesen Gegenden angesichts des engen Zeitfensters für die Lysetherapie und einer wohnortnahen Versorgung häufig zu weit. Um neurologische Expertise auch in regionalen Versorgungskrankenhäusern verfügbar zu machen, bietet sich die Telemedizin an [9]. Wie jede neue Versorgungsform in der Medizin muss jedoch auch die Telemedizin beim Schlaganfall bezüglich ihrer Effektivität wissenschaftlich untersucht werden.

Technische Grundbausteine der telemedizinischen Vernetzung

Die technischen Voraussetzungen für eine Teleuntersuchung in der akuten Schlaganfallversorgung stellen kritische zeitliche Anforderungen an die Telemedizinanlagen. Zu dieser Kategorie zählen Steuerungsaufgaben ebenso wie die Übertragung von Audio- und Videoströmen sowie die Übertragung von radiologischen Daten zwischen 2 oder mehr Standorten. Den hochspezifischen Aufgabenstellungen bei der telemedizinischen Schlaganfallversorgung können Standard-Videokonferenzsysteme nicht immer gerecht werden.

Speziell für medizinische Anwendungen entwickelte Telemedizinssysteme wie sie in den Projekten STENO (SchlaganfallNetzwerk mit Telemedizin in Nordbayern) [10], TEMPIS (Telemedizinisches Projekt zur integrierten Schlaganfallversorgung) [11], TESS (Telemedizin beim Schlaganfall in Schwaben) [12] und SOS-NET (Schlaganfall-Ostsachsen-Netzwerk) [13] verwendet werden, verfügen über Gerätesteuerung und Benutzerführung, die auf den ärztlichen Nutzer zugeschnitten sind.

Bei der Übertragung von Videosignalen treten große Datenströme auf. Hierfür müssten dann entsprechend leistungsfähige Da-

tenverbindungen mit hohen Übertragungsraten (idealerweise um 2 MB/s) aufgebaut werden. Durch geeignete Kompression im MPEG-4/AVC (Advanced Video Coding)-Format kann der Bandbreitenbedarf für die Nutzung von preiswerten Integrated Services Digital Network (ISDN)-Primärmultiplex- oder symmetrischen Digital Subscriber Line (DSL)-Anschlüssen auf handhabbaren Größen (<1000 kbit/s) verringert werden. Die Komprimierung mit Moving Picture Experts Group (MPEG)-4/AVC hat typischerweise eine etwa 3-mal so hohe Codiereffizienz wie H.262 (MPEG-2) und ist für Auflösungen von bis zu 1920 × 1080 Pixel ausgelegt was einer Auflösung von High Definition Television (HDTV) entspricht. Durch die rasante technologische Entwicklung der letzten Zeit stehen bei mobilen Geräten inzwischen höhere Bandbreiten (Universal Mobile Telecommunications System [UMTS], Wireless Local Area Network [WLAN], High Speed Downlink Packet Access [HSDPA]) zur Verfügung, die die Übertragung von Videosignalen in einer ausreichenden Qualität bieten.

Zum Austausch von radiologischen Bildern und zugehörigen Informationen wird der DICOM-Standard (Digital Imaging and Communications in Medicine) empfohlen. DICOM ist plattformunabhängig und wird weltweit eingesetzt. Durch den Aufbau auf dem Transmission Control Protocol-Internet Protocol (TCP/IP-Stack) sind nicht nur Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, sondern auch Netzwerkverbindungen möglich. Außerdem werden Services hinzugefügt, die eine Übertragung von Bildern und Metadaten, strukturierten Befunden und eine automatische Konfiguration von Geräten und Anwendungen ermöglichen.

Für die Übermittlung von Daten aus dem Rettungswagen in die Klinik während der Prähospitalphase können PDAs (Personal Digital Assistant) oder Handheld-PCs zur Datenerfassung eingesetzt werden. Der Datentransfer erfolgt dann über Mobilfunk mittels GPRS an einen externen Server, der die Daten über eine Firewall an einen internen Server übergibt. Von diesem internen Server werden die Stammdaten mittels Web-Service an das Krankenhausinformationssystem (KIS) übergeben.

Recht

Eine rein telemedizinische Behandlung des Patienten – also ausschließliche Betreuung des Patienten ohne Mitverantwortung eines auch persönlich anwesenden Arztes – ist aufgrund des sog. „Fernbehandlungsverbotes“ (§ 7 Abs. 3 [Muster-]Berufsordnung) nicht zulässig. Im Falle eines Konsiliardienstes ist diese Konstellation nicht gegeben, da die telemedizinische Tätigkeit ja nur einen Teilaspekt zur Behandlung beiträgt und der Patient auch durch einen persönlich anwesenden Arzt untersucht und behandelt wird. Die Qualität der fachlichen Beratung ist von den verfügbaren Informationen abhängig. Insofern ist jede telemedizinische Beratung durch den limitierten Zugang zu klinischen und anamnestischen Daten eingeschränkt. Grundsätzlich ist eine telekonsiliarische Tätigkeit jedoch wie eine konsiliarische Tätigkeit vor Ort (z. B. in einer anderen Abteilung des gleichen Krankenhauses) mit Gesamtbehandlungsverantwortung durch den lokal behandelnden Arzt zu interpretieren. Für Entscheidungen wie die Lysetherapie, die eine spezielle, in diesem Fall telemedizinisch zur Verfügung gestellte Expertise erfordern, entsteht aber eine Mitverantwortung der konsiliarisch tätigen Ärzte bzw. ist von einer Mitbehandlung durch den Experten auszugehen. Wie bei jedem Konsil ist eine Dokumentation der Befunde und Schlussfolgerungen erforderlich.

NIHSS-Item	Shafqat [17]	Meyer [19]	Handschu [10]	Handschu [10]
	nicht-akut	nicht-akut	0–36 hrs	0–6 hrs
Bewusstsein	1,00	1,00	0,99	0,97
Fragen	0,75	0,93	0,90	0,88
Aufforderung	0,29	1,00	0,93	0,89
Blickfolge	0,41	1,00	0,95	0,88
Gesichtsfeld	0,60	0,93	0,89	0,83
Facialisparese	0,40	0,22	0,85	0,62
Motorik Arm	0,82	0,88	0,90	0,74
Motorik Bein	0,83	0,74	0,92	0,72
Ataxie	-0,07	0,34	0,95	0,94
Sensibilität	0,48	0,80	0,91	0,83
Sprache	0,65	0,73	0,98	0,97
Dysarthrie	0,55	0,61	0,92	0,93
Neglect	0,77	0,80	0,96	1,00

Tab. 1 Studien zur Reliabilität der NIHSS (gewichtete Kappa-Koeffizienten).

Datenschutz: Die Vernetzung von Krankenhäusern stellt besondere Anforderungen an die Datensicherheit. Die technische Ausführung sollte folgende 4 Grundanforderungen (Verfügbarkeit, Integrität, Verbindlichkeit und Vertraulichkeit) erfüllen: Die *Verfügbarkeit* betrifft vor allem die Stabilität und Ausfallsicherheit der Netze und der Serversysteme. Patientendaten dürfen nur dort verfügbar sein, wo sie zur Behandlung des Patienten benötigt werden. *Integrität* bedeutet Echtheit (Authentizität), Zuverlässigkeit und Fälschungssicherheit von Daten und Informationen, aber auch Fälschungssicherheit von Identitäten (Personen und Geräten) bei der Kommunikation. Zur *Verbindlichkeit* gehören die Aspekte Nichtabstreitbarkeit, etwa von therapeutischen Maßnahmen, Beweissicherheit, von archivierten Patientendaten und Verantwortlichkeit für Therapieempfehlungen. Die *Vertraulichkeit* stellt sicher, dass jeder Beteiligte an dem telemedizinischen Schlaganfallbetreuungsprozess nur die Daten sehen darf und kann, die er im Interesse des Patienten sehen muss. Damit die Datenübertragung nicht von außen eingesehen werden kann, werden die Daten in einem sogenannten „Tunneling“-Protokoll verschlüsselt übertragen. Die IPsec-VPN (Internet Protocol Security im Virtual Private Network)-Technologie garantiert nach heutigen Maßstäben die höchste Sicherheit bei der Übertragung von Informationen in IP-Netzen.

Reliabilität der telemedizinischen Untersuchung

Eine wichtige Grundvoraussetzung telemedizinischer Dienste ist die Verlässlichkeit bzw. Reliabilität der audiovisuellen Fernuntersuchungen, also die Frage, ob dabei die gleichen Ergebnisse wie durch die übliche bettseitige Untersuchung erbracht werden.

Die erste Publikation zur Frage telemedizinischer Untersuchung neurologischer Befunde stammt aus dem Jahr 1993 [14]. Bei 9 Patienten mit Morbus Parkinson, wurde die Motorik anhand der Unified Parkinson Disease Rating Scale (UPDRS) untersucht, wobei eine bettseitige Untersuchung mit einer Befundung mittels Videokonferenzsystem durch einen 350 Meilen entfernten Untersucher verglichen wurde. Die Korrelation der UPDRS-Scores (Punkte 18–31) in beiden Untersuchungen war sehr hoch (0,91).

Die Reproduzierbarkeit der klassischen neurologischen Untersuchung mittels Telemedizin wurde bislang nur in einer einzigen kleinen Studie untersucht [15]. Bei 17 Patienten mit verschiedenen neurologischen Erkrankungen wurde die Übereinstimmung

zwischen bettseitiger und telemedizinischer Untersuchung von Augenbewegungen, Mimik, Zungenbewegungen, Muskelkraft, Muskeleigenreflexen und Pyramidenbahnzeichen, ferner Sensibilität und Koordination getestet. Die Übereinstimmung bewegte sich zwischen moderat bis nahezu perfekt (Kappa-Koeffizienten 0,21–1,00) und entsprach im Wesentlichen derjenigen zwischen 2 verschiedenen Untersuchern direkt am Krankenbett, was parallel dazu getestet wurde. Die schlechteste Übereinstimmung fand sich bei „Augenbewegungen“.

Die Einschätzung von akuten Schlaganfallpatienten erfolgt heute vor allem über etablierte Schlaganfallskalen wie die National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) oder die European Stroke Scale (ESS). Hierzu liegen inzwischen verschiedene Untersuchungen vor, die jeweils die Interraterreliabilität solcher Schlaganfallskalen bei telemedizinischer und bettseitiger Untersuchung erfassten.

Die Reliabilität der Scandinavian Stroke Scale bzw. der ESS wurde bislang nur in einer Arbeit durch Wiborg u. Mitarb. untersucht [16]. Es zeigte sich eine gute bis exzellente Übereinstimmung mit gewichteten Kappa-Koeffizienten (κ) von 0,70–0,97. Ein Teil der untersuchten Patienten befand sich noch im akuten Zeitfenster. Mehrfach in Studien untersucht wurde die NIH-Stroke-Scale (NIHSS). Shafqat u. Mitarb. [17] zeigten dabei bereits 1999 an einem Kollektiv von 20 Patienten, 2–73 Tage nach Ereignis, dass bei Schlaganfallpatienten hierbei vergleichbare Punktwerte erzielt werden (κ -0,07–0,83). Ähnliche Ergebnisse wurden durch Wang et al. [18] und Meyer et al. [19] bei Einsatz internetbasierter Systeme erzielt. In einer weiteren Arbeit wurde die Reliabilität der deutschsprachigen NIHSS bei videogestützter Fernuntersuchung von Akutpatienten direkt in der Notaufnahme untersucht [10] (κ 0,62–1,00). Ein Teil der Patienten wurde innerhalb von 6 Stunden nach Symptombeginn untersucht. Die Verlässlichkeit der klinischen Fernuntersuchung anhand verschiedener Schlaganfallskalen ist damit gut demonstriert. Eine zusammenfassende Darstellung findet sich in

• Tab. 1.

Für die telemedizinische Übermittlung von Bilddaten (CT, MRT), gibt es nur wenig Arbeiten, die die Reliabilität bei Schlaganfallpatienten untersuchen. Yamada et al. [20] benutzten ein Mobiltelefon, um die CT- und MRI-Bilder sowie Angiografien aus einer Notaufnahme zu bewerten. Unter den 100 Fällen waren neben akuten Schlaganfällen auch verschiedene andere neurologische Erkrankungen. Neben insgesamt positiven Erfahrungen vermerkten die Autoren, dass die Evaluation von Schlaganfällen, eine klinische Einschätzung des Patienten erfordert.

Die TRACTORS-Studie [21] verglich verblindete Auswertungen von CTs durch Neurologen via Teleradiologie im DICOM-Standard gegen Auswertungen der Filme am Röntgenschirm durch Neuroradiologen. Es zeigte sich unter Nutzung einer digitalen Bildübertragung eine exzellente Übereinstimmung. Für die Betrachtung von Röntgenfilmen mithilfe der Videokamera liegen bisher nur wenige Daten vor, die eine mäßige bis gute Übereinstimmung zeigen. Diese sollte auch aus Gründen der Praktikabilität daher nur Ausnahmesituationen vorbehalten bleiben [22].

Einsatz der Telemedizin in der prähospitalen Schlaganfallversorgung

Obwohl es, wie einleitend erwähnt, effektive Behandlungsmöglichkeiten des Schlaganfalls gibt, kommen diese Therapieformen nur bei relativ wenigen Patienten zur Anwendung. Gründe sind hierfür unter anderem, dass die stationäre Aufnahme durch Nichterkennen der Schlaganfallsymptome nicht bzw. zu spät erfolgt oder Patienten in Kliniken ohne geeignete Einrichtungen eingeliefert werden. Für beide Problembereiche ist eine Verbesserung durch den Einsatz der Telemedizin vorstellbar, zum einen durch die Verfügbarkeit neurologischer Expertise bereits vor Klinikaufnahme und zum anderen durch eine gezieltere Patientenzuweisung mittels eines entsprechenden Triage-Systems. Allerdings gibt es bisher nur sehr wenige wissenschaftliche Evaluationen zu diesem Thema.

Die Sensitivität und Spezifität von prähospitalen Schlaganfallscores nach Training des Rettungspersonals wurde in mehreren Publikationen untersucht [23–25]. In einer Studie wurde gezeigt, dass der Cincinnati Prehospital Stroke Scale auch von Laien akkurat erhoben werden kann, wenn die Erhebung durch einen trainierten Untersucher telefonisch geleitet wird [26]. Im sogenannten Stroke_Angel-Projekt [27] wurden die Ergebnisse des durch die Rettungsdienste erhobenen „Los Angeles pre-hospital stroke screen“ zusammen mit anderen zentralen anamnestischen bzw. klinischen Daten über ein Handheld-System vorab an eine neurologische Klinik mit überregionaler Stroke Unit übermittelt. Die Sensitivität und Spezifität des gewählten Scores stellten sich mit 69 bzw. 85 % als unbefriedigend heraus. Allerdings kam es durch die frühere Information in der aufnehmenden Klinik und durch verbesserte klinikinterne Abläufe im Vergleich zum Vor-Projekt-Zeitraum zu einer signifikanten Erhöhung der Lysefrequenz (von 6 auf 11 %).

Eventuell kann die Sensitivität durch die Anwendung des sehr einfach gehaltenen Gesicht-Arm-Sprach-Tests (FAST) erhöht werden [28], da dieser Score eine hohe Übereinstimmung bei Durchführung im Rettungsdienst und durch Schlaganfallspezialisten gezeigt hat [29].

Der Einsatz einer Videountersuchung im Rettungsdienst wurde im TeleBAT-System des Maryland Brain Attack Teams berichtet [30]. Über eine Mobilfunkverbindung mit 9,6 Kilobyte wurden alle 2 Sekunden Bilder einer NIHSS-Untersuchung vom Rettungswagen zum Schlaganfall-Neurologen in der Klinik übertragen. Eine gute Reliabilität der NIHSS-Untersuchung und verkürzte Zeit bis zur Behandlung im Vergleich zu einer Kontrollgruppe wird berichtet. Bei der „Interventionsgruppe“ handelte es sich allerdings um Schlaganfallsymptome mimende Schauspieler, während die Kontrollgruppe aus „echten“ Patienten bestand. Mit den heute verfügbaren, wesentlich höheren Übertragungsbandbreiten im Mobilfunk sind auch weitere Einsatzmöglichkeiten bis hin zur Übertragung von vor Ort im Rettungswa-

gen durchgeführten Schnittbildern des Gehirns vorstellbar. Im StrokeNet-Projekt wird derzeit in Berlin untersucht, ob eine bidirektional übertragene Videountersuchung die Zeitspanne vom Eintreffen des Rettungsdienstes am Notfallort bis zur Lysebehandlung in der Klinik verkürzt.

Einsatz der Telemedizin für die Lysetherapie

Da mit der Zeitspanne vom Auftreten der Symptome bis zum Behandlungsbeginn die Wirksamkeit der Lysetherapie rasch abnimmt [4] und diese Behandlung auch nur innerhalb der ersten 3 Stunden zugelassen ist, kommt einer möglichst frühen Indikationsstellung eine entscheidende Bedeutung zu. Der Einsatz der Telemedizin mit – technisch gesehen – fast unverzügter Datenübertragung ist daher gerade in diesem Bereich auch innerhalb der akuten Krankenhausbehandlung naheliegend. Hinzu kommt, dass die für die Thrombolyseentscheidung wichtigen Elemente der neurologischen Untersuchung und zerebralen Bildgebung gut telemedizinisch übertragbar sind. Viele Pionierprojekte hatten sich daher auf dieses Einsatzgebiet der Telemedizin konzentriert und übereinstimmend eine gute Anwendbarkeit berichtet [31–34]. In einer Reihe von Publikationen wird die Anwendung der Telethrombolyse in Kliniken beschrieben, in denen vorher keine Lysetherapie angeboten wurde [32, 33]. In anderen Netzwerken war die Einführung der telemedizinisch indizierten Lysetherapie mit einem deutlichen Anstieg der Lysehäufigkeit assoziiert [35, 36]. Eine jüngst veröffentlichte randomisierte Studie konnte zeigen, dass durch die telemedizinische Evaluation die Lyseentscheidung signifikant häufiger korrekt – d. h. entsprechend der Zulassung getroffen wurde [37]. Größere Fallzahlen wurden bisher vor allem aus dem telemedizinischen Projekt zur integrierten Schlaganfallversorgung in Bayern (TEMPiS) berichtet. Die Lyserate konnte dabei von nahezu 0 % im Verlauf einer 4-jährigen Projektphase auf über 6 % gesteigert werden [38]. Dass dieser Effekt wirklich auf die Netzwerk-Implementierung zurückzuführen ist, legt die prospektive Vergleichsstudie zwischen 5 TEMPiS-Kliniken und 5 hinsichtlich der Klinikmerkmale sehr ähnlichen regionalen Kliniken ohne entsprechende Netzwerkanbindung nahe [39] – die Lysetherapie wurde dabei in TEMPiS-Kliniken 10-mal häufiger durchgeführt. Die Therapieabwicklung und die Behandlungssicherheit waren in telemedizinisch beratenen Krankenhäusern im Vergleich zur Lyseanwendung in erfahrenen Schlaganfallzentren statistisch nicht signifikant unterschiedlich [40]. Die Behandlungsergebnisse nach 3 und 6 Monaten wurden prospektiv wiederum im Vergleich zu den beiden Schlaganfallzentren in München-Harlaching und Regensburg evaluiert [41]. Hierbei zeigten sich bei 170 Thrombolyse in telemedizinisch angeschlossenen Kliniken und 132 Lysen in den Zentren nahezu gleiche Raten für Mortalität (11 vs. 12 %) und gutes funktionelles Outcome (38 vs. 34 %) nach 3 Monaten und ähnliche Ergebnisse nach 6 Monaten. Sowohl die Baseline-Daten als auch die Behandlungsergebnisse entsprachen den Resultaten lyseerfahrener Kliniken im SITS-MOST-Register [42]. Durch die telemedizinische Indikationsstellung und die Implementierung einer spezialisierten Schlaganfallversorgung in kommunalen Kliniken kann daher offensichtlich die „Lernkurve“ von unerfahrenen Kliniken mit anfangs deutlich erhöhten Komplikationsraten [43–45] abgekürzt bzw. vermieden werden. Einschränkend muss gesagt werden, dass sehr schwere Schlaganfälle mit NIHSS über 20 im TEMPiS-Projekt nur selten lysiert wurden, und dass das Behandlungskonzept mit dem Aufbau

von Schlaganfallstationen und kontinuierlicher medizinischer Fortbildung weit über die Telemedizinanwendung hinausgeht. Derzeit wird die Effektivität der Telethrombolyse in einer weiteren randomisierten Studie untersucht.

Eine auf eine Telefonkommunikation beschränkte Indikationsstellung wurde bisher nur in einer vergleichenden Studie evaluiert [46]. Zwar konnte auch hier die Zahl der Lyseanwendungen in insgesamt 43 kommunalen Krankenhäusern gesteigert werden, die Behandlungsergebnisse waren jedoch im Vergleich zu den in einem Zentrum lysierten Patienten bezüglich Entlassung nach Hause oder in eine Pflegeinstitution signifikant und in Bezug auf die Klinikmortalität im Trend schlechter.

Telemedizinische Indikationsstellung von Interhospitaltransporten

Im TEMPiS-Projekt konnte gezeigt werden, dass seltene kritische Schlaganfallsubtypen wie Basilaristhrombosen oder maligne Hirninfarkte durch die telemedizinische Untersuchung frühzeitig und mit relativ hoher Zuverlässigkeit [11] erkannt werden können. Problematisch erwiesen sich in einer Analyse von 221 Interhospitalverlegungen jedoch die Verlegungsabläufe [47]. In den verschiedenen Gliedern der Verlegungskette wurde die Dringlichkeit bei Notfallverlegungen nicht immer ausreichend erkannt und die geeigneten Transportmittel entsprechend inkorrekt angefordert. Der Helikoptertransport erwies sich beispielsweise bei Verlegungsabständen unter 50 km als nicht vorteilhaft. Der Einsatz der Telemedizin als Triage-Instrument für sekundäre Verlegungen von Patienten für eine Lysetherapie stellte sich aufgrund des engen Zeitfensters als nicht sinnvoll heraus. Bei Patienten mit Basilaristhrombose war die verlängerte Zeit vom Symptom- bis zum Behandlungsbeginn nach Interhospitalverlegung mit einer signifikant schlechteren Prognose im Vergleich zu direkt in Schlaganfallzentren eingewiesene Patienten verbunden [48]. Falls eine Lysetherapie indiziert ist, sollte sie daher möglichst ohne Zeitverzug vor Ort begonnen werden.

Bisher gibt es keine kontrollierten Untersuchungen zur Sicherheit von Interhospitaltransporten unter laufender oder unmittelbar nach durchgeführter Lysetherapie („drip and ship“ Konzept).

Einbettung der Telemedizin in das Stroke-Unit-System

Über die Lysetherapie hinaus ist spezialisierte neurologische Expertise eine unabdingbare Voraussetzung für eine hochqualitative akute Schlaganfallversorgung. Sie wird zum Beispiel benötigt zur Abgrenzung von Schlaganfällen und sogenannten „stroke mimics“, also Erkrankungen anderer Genese mit ähnlichen Symptomen, oder zur Entscheidung über notwendige interventionelle Behandlungen wie der Hemikraniektomie bei malignen Hemisphäreninfarkten. Telemedizinische Netzwerke zur Versorgung von Schlaganfallpatienten werden daher zunehmend eingesetzt, um auch in Gebieten mit unzureichender Stroke-Unit-Dichte eine hochwertige Behandlungsqualität anzubieten. Dies erfordert den Aufbau von spezialisierten Schlaganfall-Schwerpunkt-Einheiten in den angebundenen Kliniken. Hier werden die Patienten von einem multidisziplinären Team in der Akuttherapie und frühen Rehabilitation betreut. Voraussetzungen hierzu sind neben einer technisch-telemedizinischen Ausstat-

Tab. 2 Telekonsilindikationen.

1. Patienten mit möglicher Indikation zur systemischen Lysetherapie
2. progrediente Schlaganfallsymptomatik
3. Bewusstseinsstörungen mit Verdacht auf vaskuläre Genese
4. Schlaganfälle mit möglicher Hirnstambeteiligung
5. intrazerebrale Blutungen
6. Subarachnoidalblutung
7. schwere Schlaganfälle (z. B. National Institutes of Health Stroke Scale > 10)
8. Unsicherheit bezüglich diagnostischem und therapeutischem Prozedere

tung auf aktuellem Stand verbindliche Behandlungs- und Strukturstandards, personelle Ressourcen und ein umfassendes netzwerkübergreifendes Qualitätsmanagement. Die telemedizinische Beratung erfolgt zur Sicherstellung einer jederzeit verfügbaren neurologischen Schlaganfallexpertise [38] und ermöglicht damit die effektive Umsetzung des Stroke-Unit-Konzeptes auch in neurologisch unterversorgten Regionen. Voraussetzung hierfür ist die verbindliche Einhaltung von Telekonsilindikationen (► **Tab. 2**). Die Vernetzungsstruktur macht die gleichzeitige Implementierung eines Qualitätsmanagements mit kontinuierlichen Fortbildungen, Bedside-Schulungen, Audits und regelmäßig aktualisierten Optimierungsaktivitäten möglich (vgl. ► **Tab. 3**). Dafür kann auch die telemedizinische Einrichtung als ständig verfügbares Kommunikationsmedium genutzt werden. Bei der Formulierung der Mindestkriterien für Tele-Stroke-Units durch die Deutsche Schlaganfallgesellschaft waren Teilnehmer des Subnetzes Telemedizin des Kompetenznetzes Schlaganfall aktiv eingebunden [49].

Evaluationen eines solchen telemedizinischen Netzwerkes (TEMPiS) konnten belegen, dass über die Effekte der häufiger durchgeführten systemischen Thrombolyse hinaus eine deutliche Verbesserung der Behandlungsqualität und hiermit assoziiert ein signifikant besseres Outcome der im Netzwerk behandelten Patienten erreicht wurde [39]. Hierzu wurden zu 5 regionalen TEMPiS-Kliniken 5 vergleichbare Kliniken in der gleichen Region ohne Netzwerkanbindung „gematcht“ und alle Schlaganfallpatienten über 22 Monate eingeschlossen. Neben der Behandlungsqualität wurde das Behandlungsergebnis 3 Monate nach dem Insult untersucht. Es zeigte sich, dass die Schlaganfallversorgung nach dem TEMPiS-Konzept im Vergleich zur Regelbehandlung mit einer signifikant besseren Behandlungsqualität und mit einer günstigeren Prognose für die Patienten verbunden war. Trotz einer im Mittel um 10% kürzeren Liegedauer erhielten die Patienten in TEMPiS-Häusern eine umfassendere Diagnostik und häufiger eine frühe Rehabilitationstherapie. Die Wahrscheinlichkeit für ein schlechtes Behandlungsergebnis nach 3 Monaten (Tod, institutionalisierte Pflege oder schwere Hilfsbedürftigkeit) war in den TEMPiS-Kliniken nach Korrektur für mögliche Einflussfaktoren in der multivariablen Analyse um 38% niedriger als in den Vergleichskliniken [39]. Diese Ergebnisse sind den Effekten spezialisierter Stroke Units [3] ähnlich und bleiben auch 12 und 30 Monate nach dem Schlaganfall signifikant günstiger in der TEMPiS-Gruppe erhalten [50]. Die Analyse der Behandlungsqualität bzw. des Outcomes vor und nach Netzwerkimplementierung in einer angeschlossenen Klinik bestätigte die Ergebnisse [51]. Kritisch ist anzumerken, dass diese Ergebnisse bisher nur aus einem Projekt stammen und daher noch einer Bestätigung durch andere Studien bedürfen.

Tab. 3 Ausstattungskriterien für regionale Schlaganfallseinheiten nach dem TEMPIS-Konzept.

1.	Die Ausstattung der telemedizinisch angebundenen Schlaganfallseinheiten orientiert sich an den Kriterien der regionalen Stroke Units (bezüglich neurologischer Arztpräsenz, siehe Punkt 4).
2.	Zentren und angebundene lokale Krankenhäuser sollten in einem regionalen Bezug stehen, so dass eine Verlegung von Patienten aus den angebundenen Kliniken in ein Zentrum des Netzwerks in kürzerer Zeit möglich ist.
3.	Eine neurologische Facharztpräsenz ist werktäglich zumindest teilschichtig vor Ort sicherzustellen. Neurologisch fachärztliche Expertise muss darüber hinaus kontinuierlich zu allen anderen Zeiten telemedizinisch verfügbar sein.
6.	Für die Einleitung eines Telekonsils gelten verbindliche Indikationen (s. o.) mit dem Ziel einer neurologischen Einbindung in alle Entscheidungen insbesondere bezüglich einer Lysetherapie, einer interventionellen Therapie und einer Krankenhausverlegung.
7.	Durchführung eines kontinuierlichen netzwerkübergreifenden Qualitätsmanagements mit folgenden Inhalten.
a)	Fortbildungen durch multidisziplinäre Fortbildungsteams in der Projektvorbereitung und projektbegleitend.
b)	Projektbegleitend sind regelmäßige Audit- bzw. Lehrvisiten und Bedside-Fortbildungen durchzuführen.
c)	für das Fortbildungsteam gelten folgende Richtgrößen für Netzwerke mit 10–15 angebundenen Kliniken:
	– mindestens ein Facharzt für Neurologie
	– mindestens eine Stelle für schlaganfallspezifische Pflege
	– mindestens 0,5 Stellen für therapeutische Fortbildungen (im logopädischen, physio- und ergotherapeutischen Bereich)
d)	Formulierung von netzwerkübergreifenden Behandlungsstandards (SOPs)
e)	regelmäßige Teilnahme an zentralen Fortbildungsveranstaltungen (mindestens 2-mal im Jahr)
f)	die Teilnahme an der externen Qualitätssicherung (z. B. ADSR) ist durch Abgleich der Controllingdaten sicherzustellen. Ein projektinternes Qualitätsmanagement einschließlich Benchmarking ist neben der Formulierung von Qualitätszielen und Überprüfung der Behandlungsstandards mindestens einmal jährlich sicherzustellen.

Tab. 4 Technische Mindeststandards.

1.	Zu jeder Tages- und Nachtzeit muss eine hochauflösende bidirektionale Audio-/Videoübertragung in Echtzeit unmittelbar durchführbar sein. Diese muss eine direkte Patientenuntersuchung durch den Telekonsiliar in hoher Qualität ermöglichen.
2.	Der Untersuchungsangriff soll sich an der NIHSS orientieren. Der Untersucher muss für den Patienten während der Untersuchung sichtbar und hörbar sein.
3.	Der Patient soll frei sprechen können (kein Headset). Die Untersuchung soll in einem geeigneten Raum unter apparativem Monitoring stattfinden.
4.	Parallel zur Videoübertragung muss ein Zugriff auf die Originaldaten der akuten Bildgebung (mindestens CT) des Patienten möglich sein.
5.	Der Datenschutz muss sich am aktuellen Stand der Technik (mindestens 128 Bit-Verschlüsselung) und an den gesetzlichen Bestimmungen orientieren.
6.	Mindestens über Befund und Therapieempfehlung sind (auch bei rein telefonischen Kontaktaufnahmen) schriftliche Aufzeichnungen anzufertigen und an den Anfordernden zu übermitteln.

Der Personalaufwand für telemedizinische Projekte wie TEMPIS ist erheblich. Ein Konsilservice mit für den Telekonsildienst freigestellten Neurologen bedarf im Schichtdienst mindestens fünf Vollkräften. Zudem werden durch Telemedizin keine Pflegekräfte, Logopäden usw. eingespart, sodass in dieser Hinsicht gegen-

über dem etablierten Stroke-Unit-Modell keine Einsparungspotenziale erwartet werden können. Durch den Einsatz mobiler, für die telemedizinische Beratung ausgerüsteter Laptops lässt sich in Zeiten mit erfahrungsgemäß geringerer Telekonsilfrequenz eine höhere Flexibilität und auch verbesserte Lebens- bzw. Arbeitsplatzqualität für die Telekonsiliarärzte erreichen, ohne dass kritische Therapieentscheidungen dadurch beeinträchtigt würden [52]. Derzeit ist jedoch die technische Qualität der mobilen Anwendung noch nicht als gleichwertig im Vergleich zu einer krankenhausbasierten Vernetzung anzusehen.

Einsatz der Telemedizin in der Rehabilitation und poststationären Schlaganfallversorgung

Ein Einsatz der Telemedizin in der nachstationären Rehabilitation wird für die verschiedenen Disziplinen der neurologischen Rehabilitation (Physiotherapie [53], Ergotherapie [54] und Logopädie [55]) berichtet, allerdings gibt es keine ausreichenden kontrollierten Studien. Schließlich ist eine Verwendung der Telemedizin im sogenannten Tele-Homecare-Bereich denkbar. In anderen Bereichen wie zum Beispiel bei Herzinsuffizienz [56] oder chronisch obstruktiver Lungenerkrankung [57] gibt es bereits überzeugende Anwendungen.

Zusammenfassung der wissenschaftlichen Ergebnisse und Empfehlungen für den Einsatz der Telemedizin in der Schlaganfallversorgung

Die Telemedizin stellt keine neue Behandlung des Schlaganfalles dar. Der Stellenwert der Telemedizin hängt daher davon ab, ob evidenzbasierte Therapieformen hierdurch in Behandlungssituationen ermöglicht werden, in denen sie ohne Telemedizin nicht oder nicht mit gleicher Effektivität zur Anwendung kommen könnten.

Als gesichert kann zum heutigen Stand gelten:

- ▶ Die telemedizinische Untersuchung über eine hochqualitative bidirektionale Videokonferenz erlaubt eine reliable und valide Untersuchung von Schlaganfallpatienten.
- ▶ Durch die digitale Übertragung der zerebralen Bildgebung können Schnittbilduntersuchungen des Gehirns auch aus der Ferne mit gleicher Qualität interpretiert werden.
- ▶ Über die telemedizinische Patientenuntersuchung und tele-radiologische Befundung kann die Entscheidung zur Lysetherapie sicher getroffen werden. Übereinstimmend werden höhere Lyseraten nach Implementierung von telemedizinischen Netzwerken berichtet.
- ▶ Über die Lysetherapie hinaus kann die Telemedizin zur Verbesserung der akuten Schlaganfallversorgung im Rahmen von integrierten Netzwerkkonzepten auf Basis des Stroke-Konzeptes genutzt werden.

Empfehlungen:

- ▶ Der Einsatz der Telemedizin wird empfohlen, wenn er zu einer vermehrten Umsetzung evidenzbasierter Behandlungsstrategien führt. Dies gilt insbesondere in Regionen mit unzureichendem Angebot von neurologisch geführten Stroke Units. Da die Telemedizin die Anwesenheit eines spezialisierten Arztes nicht vollständig ersetzen kann, ist die Einrichtung von neurologisch geführten Stroke Units bei ausreichenden Fallzahlen vorzuziehen, bzw. die Einbindung konsiliarisch vor Ort tätiger Neurologen sicherzustellen.

- ▶ Da das Stroke-Unit-Konzept im Vergleich zur anderen evidenzbasierten Therapien wie Lysetherapie, Aspiringabe oder Entlastungskraniotomien bei malignen Infarkten hinsichtlich seines therapeutischen Effektes auf die Gesamtschlaganfallpopulation die eindeutig höchste Wirksamkeit zeigt, wird die Einbettung der Telemedizin in ein System der Schlaganfallbehandlung in spezialisierten Einheiten mit multimodalem Therapieteam empfohlen. Eine Verbesserung der Behandlungsprognose durch den Einsatz der Telemedizin außerhalb eines derartigen integrierten Konzeptes ist nicht nachgewiesen.
- ▶ Als Qualitätsstandard für telemedizinische Netzwerke werden die Kriterien für Telemedizin in der Schlaganfallversorgung der Deutschen Schlaganfall-Gesellschaft [49] empfohlen.
- ▶ Da die Behandlungssicherheit bei der systemischen Lysetherapie auch von der weiteren medizinischen Überwachung und Betreuung abhängt, ist eine, auf die Lyseindikationsstellung reduzierte telemedizinische Beratung nur bei gleichzeitiger Implementierung entsprechender Qualitätsstandards in den behandelnden Krankenhäusern gerechtfertigt.
- ▶ Eine Nutzung der Telemedizin zur Indizierung eines Patiententransportes in eine spezialisierte Klinik mit Lysemöglichkeit erscheint im prähospitalen Rahmen als sinnvolles, derzeit nicht ausreichend untersuchtes Konzept. Prähospital mobile Computing-Systeme erlauben allerdings die Etablierung überprüfbarer präklinischer Prozessschritte und können den Rettungsdienst in seiner Entscheidungsfindung unterstützen.
- ▶ Hinsichtlich Interhospitalverlegungen für Notfallinterventionen kann die Nutzung der Telemedizin lange Verlegungslatenzen nicht zufriedenstellend verhindern.

Bedarf für weitere wissenschaftliche Evaluation

Die Anwendung der Telemedizin für die Schlaganfallversorgung erfordert weitere systematische wissenschaftliche Untersuchungen hinsichtlich Risiken und Nutzen in den verschiedenen Anwendungsbereichen. Zusätzlich zu den traditionellen Variablen sollte ein besonderer Schwerpunkt auf ökonomische Gesichtspunkte der Telemedizin in der Schlaganfallversorgung gelegt werden, z. B. auf die Veränderungen der direkten und indirekten Kosten (Kosten der Netzbildung, Unterhaltskosten, Kosten durch Zunahme der Thrombolysehäufigkeit, Personalkosten durch Telekonsile, Kosteneinsparung durch besseres Patientenoutcome oder wohnortnahe Versorgung).

Wenn möglich, sollten wie in anderen Bereichen der klinischen Forschung etabliert, auch hier randomisierte und kontrollierte Studien durchgeführt werden, insbesondere bei Outcomestudien. Andere mögliche Studienendpunkte könnten Anwenderzufriedenheit oder Veränderungen im Kenntnisstand oder im Verhalten der behandelnden Ärzte sein. Auch der Einfluss der telemedizinischen Vernetzung auf die Rekrutierung in klinischen Studien sollte untersucht werden. Schließlich sind angesichts der kontinuierlichen technischen Weiterentwicklung systematische Untersuchungen bezüglich der technischen Qualitätsstandards für die Telekommunikation notwendig.

Konkrete Fragestellungen beim Einsatz der Telemedizin in der Schlaganfallversorgung

1. Einsatz der Telemedizin für Primärprävention und Bevölkerungsaufklärung:
 - ▶ Kann die Telemedizin sicher und effektiv Aufklärungskampagnen und Schlaganfallfortbildungen unterstützen oder ergänzen? Kann die Telemedizin Hausärzten den Zugang zu Schlaganfallexperten erleichtern? Kann Sie die Information medizinischer Laien und auch allgemeiner medizinischer Dienste verbessern?
2. Telemedizin und Rettungsdienst:
 - ▶ Kann die Telemedizin sicher und effektiv Diagnostik und Logistik von Schlaganfällen während der Prähospitalphase verbessern? Sind validierte Bewertungsskalen (Scores) auch telemedizinisch in diesem Bereich anwendbar oder sogar etablierten Methoden überlegen? Erleichtert die Telemedizin die frühe Identifizierung von Schlaganfallsymptomen und kann sie somit als Grundlage einer Triage für Schlaganfallpatienten dienen oder die Informationskette zwischen Rettungsdienst und Schlaganfallzentrum optimieren?
3. Telemedizin in der stationären Notfallbehandlung:
 - ▶ Sind bestimmte Konzepte der telemedizinischen Schlaganfallversorgung effektiver als andere Konzepte? Ist die Beschränkung auf eine telemedizinische Konsultativität ohne Einbindung in das Stroke-Unit-Konzept mit einer Verbesserung von Behandlungsergebnissen verbunden?
 - ▶ Wie können Qualitätsstandards der beratenden Ärzte gemessen werden? In welchem Umfang werden diese Kriterien in den verschiedenen Netzwerken eingehalten? In welchem Ausmaße müssen telemedizinische Konzepte durch (verpflichtende?) Fortbildungsmaßnahmen des Personals in den dezentralen Kliniken ergänzt werden?
 - ▶ Welche Zeitlimits sind in einem Telekonsildienst in der akuten Schlaganfallversorgung einzuhalten und wie können diese Intervalle auch hinsichtlich forensischer Fragestellungen gemessen werden?
 - ▶ Wie lässt sich eine externe Qualitätssicherung von telemedizinischen Schlaganfallnetzwerken in die bundesweit existierenden Qualitätssicherungssysteme integrieren und wie kann ein netzwerkinternes und -externes Benchmarking erfolgen?
 - ▶ Wie kann ein Vergütungssystem entwickelt werden, in dem die empfohlenen Kriterien und die Leistungen sowohl der beratenden als auch der beratenen Einrichtungen kostendeckend abgebildet werden?
4. Telemedizinische Anwendungen in der Schlaganfallrehabilitation:
 - ▶ Können Teilbereiche der Rehabilitation (z. B. Ergo-, Physiotherapie, Logopädie) mit einem den etablierten Verfahren vergleichbaren Qualität durch die Telemedizin ganz oder teilweise geleistet werden?
 - ▶ Kann durch den Einsatz der Telemedizin eine erhöhte Behandlungsintensität mit erhöhter Therapiedichte und/oder -frequenz erreicht werden?
 - ▶ Führen telemedizinische Anwendungen vor allem in der poststationären Rehabilitation zu einer Verbesserung des funktionellen Outcomes?
 - ▶ Lassen sich durch Methoden der Telerehabilitation Personalkosten oder Wegekosten einsparen?

5. Telemedizin für die subakute Behandlung und die Sekundärprävention:

- ▶ Ist durch Tele-Homecare-Systeme eine bessere Überwachung von Hochrisikopatienten möglich und kann hierdurch die Rezidivrate bei Patienten in der Sekundärprävention gesenkt werden? Kann durch den Einsatz der Telemedizin eine verbesserte Compliance in Bezug auf die Sekundärprävention im ambulanten Bereich erreicht werden?
- ▶ Wie lässt sich ein ambulantes telemedizinisches Monitoring praktisch hinsichtlich Qualität, Kosten und medikolegalen Aspekten umsetzen?

Förderung

Das vorliegende Manuskript ist ein gemeinsames Positionspapier des Kompetenznetzes Schlaganfall (Vorstand des Kompetenznetzes und Subnetz Telemedizin). Das Kompetenznetz Schlaganfall wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Interessenkonflikte

H. J. Audebert hat Vortragshonorare von MEYTEC GmbH erhalten.

Die anderen Mitautoren haben keine Interessenkonflikte angegeben.

Die Projekte TEMPiS, STENO, TESS und Stroke Angel wurden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Kompetenznetzes Schlaganfall gefördert.

TEMPiS wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie und Frauen, von den Bayerischen Krankenkassen und von der Deutschen Schlaganfall-Stiftung gefördert.

STENO wird vom Bayerischen Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie und Frauen und von den Bayerischen Krankenkassen gefördert.

TESS wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, Familie und Frauen und wird von den Bayerischen Krankenkassen gefördert.

Stroke Angel Initiative erhielt Unterstützung durch die Fa. Philips, die Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe, die Fa. Boehringer Ingelheim und Sanofi-Aventis.

Institutsangaben

- ¹ Klinik und Hochschulambulanz für Neurologie und klinische Neurophysiologie, Charité, Universitätsmedizin Berlin, Centrum für Schlaganfallforschung Berlin (CSB)
- ² Institut für Epidemiologie und Sozialmedizin, Universität Münster
- ³ Klinik und Poliklinik für Neurologie, Universität Regensburg
- ⁴ Klinik und Poliklinik für Neurologie, Charité, Universitätsmedizin Berlin
- ⁵ Neurologische Klinik, Städtisches Klinikum Karlsruhe gGmbH
- ⁶ Universitätsklinikum Erlangen, Neurozentrum
- ⁷ Neurologische Klinik der Justus-Liebig-Universität Gießen
- ⁸ Institut für Physiologie and Pathophysiologie, Universität Heidelberg
- ⁹ Neurologische Klinik, Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
- ¹⁰ Klinik für Neurologie, Klinikum Minden
- ¹¹ Klinik für Neurologie, Klinikum Harlaching, Städtisches Klinikum München GmbH
- ¹² Neurologische Abteilung Bezirkskrankenhaus Günzburg
- ¹³ MediClin Fachklinik Rhein / Ruhr, Fachbereich Neurologie
- ¹⁴ Hans Berger Klinik für Neurologie, Friedrich-Schiller-Universität Jena
- ¹⁵ Neurologische Klinik, Rhön-Klinikum Bad Neustadt
- ¹⁶ Kognitive Neurologie, MPI, Universität Leipzig; Charité, Humboldt-Universität

Literatur

- 1 Kolominsky-Rabas PL, Heuschmann PU, Marshall D et al. Lifetime cost of ischemic stroke in Germany: results and national projections from a population-based stroke registry: the Erlangen Stroke Project. *Stroke* 2006; 37: 1179–1183
- 2 Sandercock P, Gubitz G, Foley P et al. Antiplatelet therapy for acute ischaemic stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2003 CD000029
- 3 Langhorne P. Organised inpatient (stroke unit) care for stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2007 CD000197
- 4 Hacke W, Donnan G, Fieschi C et al. Association of outcome with early stroke treatment: pooled analysis of ATLANTIS, ECASS, and NINDS rt-PA stroke trials. *Lancet* 2004; 363: 768–774
- 5 Vahedi K, Hofmeijer J, Juettler E et al. Early decompressive surgery in malignant infarction of the middle cerebral artery: a pooled analysis of three randomised controlled trials. *Lancet Neurol* 2007; 6: 215–222
- 6 Weimar C, Ringelstein EB, Diener HC. [Monitoring stroke units: management, outcome, efficiency]. *Nervenarzt* 2007; 78: 957–966
- 7 Daffertshofer M, Mielke O, Pullwitt A et al. Transient ischemic attacks are more than „ministrokes“. *Stroke* 2004; 35: 2453–2458
- 8 Leys D, Ringelstein EB, Kaste M et al. Facilities available in European hospitals treating stroke patients. *Stroke* 2007; 38: 2985–2991
- 9 Levine SR, Gorman M. „Telestroke“: the application of telemedicine for stroke. *Stroke* 1999; 30: 464–469
- 10 Handschu R, Littmann R, Reulbach U et al. Telemedicine in emergency evaluation of acute stroke: interrater agreement in remote video examination with a novel multimedia system. *Stroke* 2003; 34: 2842–2846
- 11 Audebert HJ, Wimmer ML, Hahn R et al. Can Telemedicine Contribute to Fulfill WHO Helsingborg Declaration of Specialized Stroke Care? *Cerebrovasc Dis* 2005; 20: 362–369
- 12 Wiborg A, Widder B. Teleneurology to improve stroke care in rural areas: The Telemedicine in Stroke in Swabia (TESS) Project. *Stroke* 2003; 34: 2951–2956
- 13 Gahn G, Becker U, Goldhagen T et al. Schlaganfall-Ostsachsen-Netzwerk (SOS-NET): Aufbau einer flächendeckenden Schlaganfallversorgung auf Basis eines unabhängigen Qualitätsmanagements (Abstract). *Akt Neurol* 2008; 35: 94
- 14 Hubble JP, Pahwa R, Michalek DK et al. Interactive video conferencing: a means of providing interim care to Parkinson's disease patients. *Mov Disord* 1993; 8: 380–382
- 15 Craig JJ, McConville JP, Patterson VH et al. Neurological examination is possible using telemedicine. *J Telemed Telecare* 1999; 5: 177–181
- 16 Wiborg A, Widder B, Riepe M et al. Beitrag der Telemedizin zur flächendeckenden Schlaganfallversorgung in ländlichen Gebieten (German). *Akt Neurol* 2000; 27: 119–124
- 17 Shafiqat S, Kvedar JC, Guanci MM et al. Role for telemedicine in acute stroke. Feasibility and reliability of remote administration of the NIH stroke scale. *Stroke* 1999; 30: 2141–2145
- 18 Wang S, Lee SB, Pardue C et al. Remote evaluation of acute ischemic stroke: reliability of National Institutes of Health Stroke Scale via telestroke. *Stroke* 2003; 34: e188–e191
- 19 Meyer BC, Lyden PD, Al Khoury L et al. Prospective reliability of the STRoKE DOC wireless/site independent telemedicine system. *Neurology* 2005; 64: 1058–1060
- 20 Yamada M, Watarai H, Andou T et al. Emergency image transfer system through a mobile telephone in Japan: technical note. *Neurosurgery* 2003; 52: 986–988
- 21 Johnston KC, Worrall BB. Teleradiology Assessment of Computerized Tomographs Online Reliability Study (TRACTORS) for acute stroke evaluation. *Telemed J E Health* 2003; 9: 227–233
- 22 Handschu R, Tomandl B, Littmann R et al. Telemedicine in Stroke Management (Abstract). *Cerebrovasc Dis* 2003; 16: S59
- 23 Llanes JN, Kidwell CS, Starkman S et al. The Los Angeles Motor Scale (LAMS): a new measure to characterize stroke severity in the field. *Prehosp Emerg Care* 2004; 8: 46–50
- 24 Kidwell CS, Starkman S, Eckstein M et al. Identifying stroke in the field. Prospective validation of the Los Angeles prehospital stroke screen (LAPSS). *Stroke* 2000; 31: 71–76
- 25 Bray JE, Martin J, Cooper G et al. Paramedic identification of stroke: community validation of the Melbourne ambulance stroke screen. *Cerebrovasc Dis* 2005; 20: 28–33
- 26 Liferidge AT, Brice JH, Overby BA et al. Ability of laypersons to use the Cincinnati Prehospital Stroke Scale. *Prehosp Emerg Care* 2004; 8: 384–387

- 27 Ziegler V, Rashid A, Muller-Gorchs M *et al.* [Mobile computing systems in preclinical care of stroke: Results of the Stroke Angel initiative within the BMBF project PerCoMed.]. *Anaesthesist* 2008; 57: 677–685
- 28 Kleindorfer DO, Miller R, Moomaw CJ *et al.* Designing a message for public education regarding stroke: does FAST capture enough stroke? *Stroke* 2007; 38: 2864–2868
- 29 Nor AM, McAllister C, Louw SJ *et al.* Agreement between ambulance paramedic- and physician-recorded neurological signs with Face Arm Speech Test (FAST) in acute stroke patients. *Stroke* 2004; 35: 1355–1359
- 30 LaMonte MP, Cullen J, Gagliano DM *et al.* TeleBAT: mobile telemedicine for the Brain Attack Team. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2000; 9: 128–135
- 31 LaMonte MP, Bahouth MN, Hu P *et al.* Telemedicine for acute stroke: triumphs and pitfalls. *Stroke* 2003; 34: 725–728
- 32 Wang S, Gross H, Lee SB *et al.* Remote evaluation of acute ischemic stroke in rural community hospitals in Georgia. *Stroke* 2004; 35: 1763–1768
- 33 Schwamm LH, Rosenthal ES, Hirshberg A *et al.* Virtual TeleStroke support for the emergency department evaluation of acute stroke. *Acad Emerg Med* 2004; 11: 1193–1197
- 34 Waite K, Silver F, Jaigobin C *et al.* Telestroke: a multi-site, emergency-based telemedicine service in Ontario. *J Telemed Telecare* 2006; 12: 141–145
- 35 Choi JY, Porche NA, Albright KC *et al.* Using telemedicine to facilitate thrombolytic therapy for patients with acute stroke. *Jt Comm J Qual Patient Saf* 2006; 32: 199–205
- 36 Audebert HJ, Kukla C, Clarmann C *von et al.* Telemedicine for safe and extended use of thrombolysis in stroke: the Telemed Pilot Project for Integrative Stroke Care (TEMPiS) in Bavaria. *Stroke* 2005; 36: 287–291
- 37 Meyer BC, Raman R, Hemmen T *et al.* Efficacy of site-independent telemedicine in the STROkE DOC trial: a randomised, blinded, prospective study. *Lancet Neurol* 2008; 7: 787–795
- 38 Vatankhah B, Schenkel J, Furst A *et al.* Telemedically Provided Stroke Expertise beyond Normal Working Hours. The Telemedical Project for Integrative Stroke Care. *Cerebrovasc Dis* 2008; 25: 332–337
- 39 Audebert HJ, Schenkel J, Heuschmann PU *et al.* Effects of the implementation of a telemedical stroke network: the Telemed Pilot Project for Integrative Stroke Care (TEMPiS) in Bavaria, Germany. *Lancet Neurol* 2006; 5: 742–748
- 40 Audebert HJ, Kukla C, Vatankhah B *et al.* 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* 2006; 37: 1822–1827
- 41 Schwab S, Vatankhah B, Kukla C *et al.* Long-term outcome after thrombolysis in telemedical stroke care. *Neurology* 2007; 69: 898–903
- 42 Wahlgren N, Ahmed N, Davalos A *et al.* Thrombolysis with alteplase for acute ischaemic stroke in the Safe Implementation of Thrombolysis in Stroke-Monitoring Study (SITS-MOST): an observational study. *Lancet* 2007; 369: 275–282
- 43 Katzan IL, Furlan AJ, Lloyd LE *et al.* Use of tissue-type plasminogen activator for acute ischemic stroke: the Cleveland area experience. *JAMA* 2000; 283: 1151–1158
- 44 Katzan IL, Hammer MD, Furlan AJ *et al.* Quality improvement and tissue-type plasminogen activator for acute ischemic stroke: a Cleveland update. *Stroke* 2003; 34: 799–800
- 45 Heuschmann PU, Kolominsky-Rabas PL, Roether J *et al.* Predictors of in-hospital mortality in patients with acute ischemic stroke treated with thrombolytic therapy. *JAMA* 2004; 292: 1831–1838
- 46 Frey JL, Jahnke HK, Goslar PW *et al.* tPA by telephone: extending the benefits of a comprehensive stroke center. *Neurology* 2005; 64: 154–156
- 47 Audebert HJ, Clarmann C *von, Schenkel J et al.* Problemfeld der Notfallverlegungen beim Schlaganfall. Ergebnisse des telemedizinischen Pilotprojektes zur integrierten Schlaganfallversorgung in Südbayern (TEMPiS). *Dtsch Med Wochenschr* 2005; 130: 2495–2500
- 48 Muller R, Pfefferkorn T, Vatankhah B *et al.* Admission facility is associated with outcome of basilar artery occlusion. *Stroke* 2007; 38: 1380–1383
- 49 Deutsche Schlaganfall-Gesellschaft. Mindestkriterien für Telemedizin in der Schlaganfallversorgung. Pressemitteilung 5–2008 www.dsg-info.de 2008 Ref Type: Internet Communication
- 50 Audebert HJ, Schultes K, Tietz V *et al.* Long-term effects of specialized stroke care with telemedicine support in community hospitals. On behalf of the Telemedical Project for Integrative Stroke Care (TEMPiS). *Stroke* 2008 published online, DOI: 10.1161/STROKEAHA.108.529255
- 51 Müller H, Nimmrichter B, Schenkel J *et al.* Verbesserung der Schlaganfall-Behandlung in einem regionalen Versorgungskrankenhaus; Prozessqualität vor und nach Einbindung in ein telemedizinisch unterstütztes Schlaganfall-Netzwerk. *Dtsch Med Wochenschr* 2006; 131: 1309–1314
- 52 Audebert HJ, Boy S, Jankovits R *et al.* Is Mobile Teleconsulting Equivalent to Hospital Based Telestroke Services? *Stroke* 2008 epub ahead of print
- 53 Piron L, Tonin P, Atzori AM *et al.* Virtual environment system for motor tele-rehabilitation. *Stud Health Technol Inform* 2002; 85: 355–361
- 54 Adamovich SV, Merians AS, Boian R *et al.* A virtual reality based exercise system for hand rehabilitation post-stroke: transfer to function. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2004; 7: 4936–4939
- 55 Palsbo SE. Equivalence of functional communication assessment in speech pathology using videoconferencing. *J Telemed Telecare* 2007; 13: 40–43
- 56 Cleland JG, Louis AA, Rigby AS *et al.* Noninvasive home telemonitoring for patients with heart failure at high risk of recurrent admission and death: the Trans-European Network-Home-Care Management System (TEN-HMS) study. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 1654–1664
- 57 Vontetsianos T, Giovas P, Katsaras T *et al.* Telemedicine-assisted home support for patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease: preliminary results after nine-month follow-up. *J Telemed Telecare* 2005; 11 (Suppl. 1): 86–88