

Sitzung „ICB/SAB/TBI“

Impact of stereotactic ventriculocisternostomy on delayed cerebral infarction and outcome after subarachnoid hemorrhage

*R. Roelz, C. Scheiwe, J. Beck, P. Reinacher

Universitätsklinik Freiburg, Neurochirurgie, Freiburg i. Br., Deutschland

Background

Delayed cerebral infarction (DCI) is an important cause of morbidity and mortality in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSAH). Stereotactic catheter ventriculocisternostomy (STX-VCS) and fibrinolytic/spasmolytic lavage is a new method for DCI prevention. Here, we assess the effects of implementing STX-VCS in an unselected aSAH patient population.

Methods

Retrospective cohort study of all consecutive aSAH patients admitted to a neurosurgical referral center over a six-year period (10/2013 to 10/2018). Mid-term, STX-VCS was introduced and offered to patients at high risk for DCI. We compared the incidence and burden of DCI, neurological outcome and the use of induced hypertension and endovascular rescue therapy in this consecutive aSAH population three years BEFORE vs. three years AFTER STX-VCS became available.

Results

344 consecutive patients were included: 170 BEFORE and 174 AFTER. Fifty of 174 (29%) patients received STX-VCS. Stereotactic procedures resulted in one (2%) subdural hematoma. Favorable neurological outcome at six months occurred in 98 (58%) patients BEFORE and 119 (68%) patients AFTER (RR 0.80, 95%-CI: 0.64–0.98). DCI occurred in 32 (18.8%) patients BEFORE and 15 (8.6%) patients AFTER (RR 0.60, 95%-CI: 0.39–0.92), and total DCI volumes were 7,392 ml (100%) and 2,700 ml (37%), respectively. Induced hypertension was used in 75 (44%) and 29 (17%) patients, respectively (RR 0.38, 95%-CI: 0.26–0.55). Twenty-two (13%) patients BEFORE vs. three (2%) patients AFTER underwent endovascular rescue therapies (RR 0.13, 95%-CI: 0.04–0.44).

Conclusion

Selecting high-risk patients for STX-VCS reduced the DCI incidence, burden, and related mortality in a consecutive aSAH patient population. This was associated with an improved neurological outcome.

Sitzung „ICB/SAB/TBI“

Effect of volemic and cardiac status on brain oxygenation and cerebral metabolism in SAH patients

*V. Rass¹, A. Lindner¹, B. A. Ianosi^{1,2}, A. J. Schiefecker³, M. Kofler¹, M. Gaasch¹, B. Pfausler¹, R. Beer¹, E. Schmutzhard¹, R. Helbok¹

¹ Medizinische Universität Innsbruck, Neurologie; Neurologische Intensivstation, Innsbruck, Österreich

² Institute of Medical Informatics, UMIT: University for Health Sciences, Medical Informatics and Technology, Hall in Tirol, Österreich

³ Medizinische Universität Innsbruck, Innsbruck, Österreich

Introduction

Fluid management in patients after subarachnoid hemorrhage (SAH) aims at optimization of cerebral blood flow and brain oxygenation. In this study we intended to investigate the effect of fluid management on brain oxygenation and brain metabolism by integrating advanced hemodynamic monitoring (PiCCO device) and invasive neuromonitoring in SAH patients.

Methods

Prospectively collected data of 39 consecutive poor-grade SAH patients who underwent PiCCO monitoring and invasive neuromonitoring were included. Fluid management aimed at normovolemia by targeting a cardiac index (CI) ≥ 3 l/min/m², global end-diastolic index (GEDI) 680–800 ml/m², stroke volume variation (SVV) $< 10\%$. Patients were managed with a $P_{bt}O_2$ -targeted protocolized approach to prevent brain tissue hypoxia (BTH, $P_{bt}O_2 < 20$ mmHg). For the assessment of the overall association between hemodynamic parameters and $P_{bt}O_2$ /brain metabolism or during fluid challenges (2 hrs before and 2 hrs after fluid administration) generalized estimating equations were used.

Results

Patients were median 58 (IQR 48–66) years old and presented with poor clinical grade SAH

(H&H on admission 5, IQR 3–5). BTH occurred in 24 percent of the monitoring time within the first ten days. Mean CI were constantly within normal levels ranging from $3.1 (\pm 0.04)$ on day 0 to $4.1 (\pm 0.01)$ on day 4. A higher CI was associated with higher $P_{bt}O_2$ -levels (Wald = 4.4; $p = 0.036$) and decreased odds of BTH (Wald = 5.2, $p = 0.022$). CI was not associated with brain metabolic changes including metabolic distress (CMD-lactate/pyruvate > 40 ; $p = 0.403$) and neuroglucopenia (CMD-glucose ≤ 0.7 mmol/l, $p = 0.521$). Low GEDI (< 680) or high SVV (> 10) suggesting hypovolemia were observed in 40 percent and 31 percent, resp. $P_{bt}O_2$ did not significantly differ during hypovolemia as compared to normovolemia (low GEDI: $p = 1.0$, high SVV: $p = 0.168$).

177 fluid bolus were analysed, of which 32 (18%) resulted in clinically significant CI increases ($> 10\%$). During these episodes, CPP-levels increased ($p = 0.002$). $P_{bt}O_2$ did not change both in CI responders and non-responders ($p = 0.325$, $p = 0.129$, resp).

Conclusion

The results of these data indicate that optimal hemodynamic management in poor-grade SAH patients does not directly translate into improved brain tissue oxygenation or brain metabolism in a $P_{bt}O_2$ -protocolized approach. Future research with integration of the autoregulatory status is necessary.

Sitzung „ICB/SAB/TBI“

Expressionsanalyse zirkadianer Gene als möglicher Prognoseparameter bei aneurysmatischer Subarachnoidalblutung

*S. Frase¹, M. Steimer², S. Kaiser², N. A. Foit³, W. D. Niesen¹, N. Schallner²

¹ Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Neurologie und Neurophysiologie, Freiburg i. Br., Deutschland

² Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Freiburg i. Br., Deutschland

³ Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Neurochirurgie, Freiburg i. Br., Deutschland

Das induzierbare Enzym Hämoxigenase-1 (HO-1) degradiert Häm u.a. in Kohlenmonoxid (CO). Es gibt Hinweise darauf, dass die Expression zirkadianer Gene wie Per2 (Period-2) durch CO beeinflusst wird und durch induzierte HO-1-Aktivität im Rahmen einer Subarachnoidalblutung (SAH) hochreguliert werden könnte. Wir untersuchten einen möglichen Zusammenhang zwischen HO-1- und Per-2-Expression in Blut/Liquor und dem klinischen Verlauf bei SAH-Patienten.

Wir rekrutierten 40 Patienten mit SAH. Durch Realtime-PCR wurde die HO-1- und Per-2-Genexpression in Liquor und Blut an Tag eins und acht nach Blutungsereignis quantifiziert. Genexpression und klinische Verlaufsparemeter (Richmond Agitation and Sedation Scale (RASS), modified Rankin Scale (mRS), Mortalität) wurden mittels Spearman-Rank-Correlation verglichen. Die Patienten wurden anhand der Per2-Expression in Relation zur HO-1-Expression durch eine lineare Regressionsanalyse in eine Per2-high- und eine Per2-low-Gruppe eingeteilt.

HO-1-Expression im Liquor an Tag 1 korrelierte signifikant mit dem intrazerebralen Hämatomvolumen ($p = .04$, $R^2 = .12$). HO-1-Expression im Blut korrelierte mit mRS bei Entlassung ($p = .01$, $R^2 = .1$). Wir sehen HO-1-Expression am ehesten als Funktion der Hämatomlast und

Erkrankungsschwere. Im Liquor korrelierte Expression von Per2 (Tag 1 und 8) mit HO-1-Expression (Tag 1) als möglicher Indikator für eine HO-1-CO-abhängige cerebrale Per2-Induktion ($p = .001$, $R^2 = .29$). Per-2-Expression (Blut) an Tag 8 korrelierte mit in der zweiten und dritten Behandlungswoche erfassten minimalen RASS-Werten ($p = .025$). Zudem zeigte sich in der Per2-high-Patientengruppe in Relation zur HO-1-Expression an Tag acht im Blut ein nicht-signifikanter Trend hin zu geringerer Mortalität.

Unsere Daten lassen vermuten, dass eine erhöhte Expression von HO-1 und Per2 im peripheren Blut in Zusammenhang steht mit dem Ausmaß der klinischen Vigilanzminderung. Unsere Daten legen außerdem nahe, dass die Regulation der Expression von HO-1 sowie zirkadianer Gene wie Per2 das kurzfristige klinische Outcome nach SAH beeinflussen könnte. Im Einklang mit in der Literatur beschriebenen organoprotektiven Eigenschaften durch Hochregulation zirkadianer Gene scheint eine relativ zur HO-1-Induktion hohe Per2-Expression möglicherweise mit einer niedrigeren Mortalität einherzugehen. Die frühe Bestimmung der HO-1- und Per2-Expression im Blut bei Patienten mit SAH könnte einen weiteren Baustein zur Prognoseabschätzung im Verlauf der Intensivbehandlung darstellen.

Sitzung „ICB/SAB/TBI“

Incidence of craniectomy and ventriculo-peritoneal shunting in patients receiving continuous intra-arterial nimodipin for treatment of severe refractory cerebral vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage

*J. Anthofer, S. Bele, P. Schödel, A. Brawanski, K. M. Schebesch

Uniklinikum Regensburg, Klinik für Neurochirurgie, Regensburg, Deutschland

Objective

Severe refractory cerebral vasospasm (CV) is a major cause for disability and death in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage (SAH). Continuous intra-arterial nimodipin therapy (CIAN) can be used as one rescue option in selected patients. Nevertheless, the effect on outcome is discussed controversially. To evaluate an aspect of the efficacy of the procedure, we analyzed the incidence of craniectomy (CE) and ventriculo-peritoneal shunting (VP) after CIAN.

Methods

We retrospectively compared the incidence of craniectomy and ventriculo-peritoneal shunting in all consecutive patients receiving CIAN therapy in the years 2011–2017 with a historical control group suffering from severe CV and treated with hypervolemic hypertensive therapy (HHT) in the years 2006–2010. Inclusion criteria for CV was clinical and radiological evidence for severe vasospasm (CT angiography, perfusion CT and/or conventional angiography).

Results

49 consecutive patients (35 female/14 male, mean age 49.24 years [range 27–80]) who received CIAN were included in the study. Forty-one patients (26 female/15 male, mean age 50.93 years [range 33–77]) with similar criterias were analyzed in the control group. The two groups showed comparable demographic data, WFNS, Fisher and Hunt and Hess Scoring. The number of CE due to CV was significantly lower in the CIAN group (6.1%) than in the control patients (29.3%, $p = 0.002$). The rate of VP was significantly higher in the CIAN group (46.9% vs. 22.0%, $p = 0.04$) as well as the rate of tracheotomies (61.2% vs. 24.4%, $p = 0.001$).

Conclusion

We believe that the significantly lower rate of CE in the CIAN group is attributable to a lower rate of CV-induced ischemia with consecutively elevated intracranial pressure. However, the effect on neurological outcome and quality of life has to be evaluated separately.

Sitzung „ICB/SAB/TBI“

Melatonin level in aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSAH): a prospective analysis

*W. Albanna, M. Weiß, T. Schmidt, H. Clusmann, G. A. Schubert

RWTH Aachen University, Neurosurgery, Aachen, Deutschland

Background

An acute increase in intracranial pressure and reduction of cerebral blood flow are thought to contribute to Early Brain Injury (EBI) after SAH, a crucial contributor to overall outcome. In this period, oxidative stress, inflammatory factors, and neuronal apoptosis are triggered. After experimental SAH, the circadian molecule melatonin showed both antioxidant and anti-inflammatory impacts. We prospectively assessed the endogenous melatonin level in SAH patients in the context of disease severity and outcome.

Methods

We prospectively enrolled 30 consecutive adult patients (57.9 ± 12 , female $n = 22$) undergoing treatments for a SAH from 02/2015 to 05/2017. All relevant demographic data, clinical course and complications (including DCI) as well as outcome (GOS) were recorded. Samples of serum were collected from each patient (from 11:00 am to 05:00 pm) and stratified in the early (EPd1-4), critical (CPd5-8, CPd9-12, CPd13-15) and late phase (LPd16-21) amounting to a total of 141 samples. For measuring of melatonin, ELISA kits from IBL International GmbH were used. Sample preparation and analysis were carried out as recommended by the manufacturer. The lower limit of quantification (LLOQ) was set at 3 pg/ml.

Results

In 61 out of 141 samples (43.3%), melatonin remained below the LLOQ. 55.2 percent in EPd1-4, 72 percent in CPd5-8, 38 percent in CPd9-12, 32 percent in CPd13-15 and 14.8 percent in LPd16-21. In only twelve samples (8.5%), melatonin level increased > 15 pg/ml [15.4–357]. Nine out of these twelve samples (75%) were probes related to ruptured aneurysms of the anterior communicating artery (AComA). Increased Melatonin level correlated with the occurrence of a ruptured AComA ($r = 0.802$, $p = 0.05$). In solely three samples (EPd1-4), melatonin level was > 15 pg/ml (100% AComA).

Fifteen cases with DCI were observed (melatonin level: 6.6 pg/ml [5.3–11.85]) with melatonin level ≤ 6.6 pg/ml in 71 percent of cases.

Conclusion

To our knowledge, we reveal the first clinical study evaluating melatonin level during the clinical course after aSAH. In the critical phase and after DCI, however, melatonin level seems to be suppressed. Our preliminary findings are being expanded and will be further pursued in our study.

Sitzung „ICB/SAB/TBI“

The effect of temperature increases on brain tissue oxygen tension in patients with traumatic brain injury – a CENTER-TBI study

*V. Rass¹, B. A. Ianosi^{1,2}, A. Lindner¹, M. Kofler¹, R. Beer¹, S. Rossi³, N. Stocchetti⁴, R. Helbok¹

¹ Medizinische Universität Innsbruck, Neurologie; Neurologische Intensivstation, Innsbruck, Österreich

² Institute of Medical Informatics, UMIT: University for Health Sciences, Medical Informatics and Technology, Hall in Tirol, Österreich

³ Parma University Hospital, Department of Anesthesia and Intensive Care, Parma, Italien

⁴ University of Milan, Mailand, Italien

Background

Temperature alterations and particularly fever is common after traumatic brain injury (TBI) and aggravates secondary brain injury. Little is known about dynamic changes of brain tissue oxygen tension ($P_{bt}O_2$) during the development of fever. The aim of this study was to identify episodes of temperature increases manually and by automated detection and to describe associated patterns of $P_{bt}O_2$ changes.

Methods

Data derive from the multicentre prospective Collaborative European Neuro Trauma Effectiveness Research in TBI (CENTER-TBI) study. Temperature increases (≥ 0.5 °C) were identified in 33 patients by manual inspection and automated detection. Associated changes in systemic and neuromonitoring parameters ($P_{bt}O_2$, cerebral perfusion pressure – CPP, pressure reactivity index – PRx, ICP, MAP, HF) from baseline to the highest temperature were expressed as median delta change. Generalized estimating equations were used to express significant associations.

Results

Patients were median 50 (IQR, 34–66) years old and presented with a motor GCS of 3 (IQR 1, 5). 205 episodes of clinically significant temperature increases (≥ 0.5 °C) were manually identified. Median temperature increase was 0.8 °C

from 37.0 °C (IQR 36.5, 37.6) to 38.0 °C (IQR 37.6, 38.4) within four hours resulting in a median slope of 0.22 °C/hour (IQR 0.15, 0.34). Overall, $P_{bt}O_2$ slightly increased ($P_{bt}O_2$ delta 0.9 mmHg, IQR –2.3, 3.9, $p < 0.001$) during episodes of temperature increase. Manual classification revealed increases in $P_{bt}O_2$ in 35 percent ($P_{bt}O_2$ delta = + 4.5 mmHg, $p < 0.001$), decreases in 17 percent ($P_{bt}O_2$ delta = –4.5 mmHg, $p < 0.001$) and $P_{bt}O_2$ curves without significant changes in 48 percent ($P_{bt}O_2$ delta = –0.7 mmHg, $p = 0.809$) of episodes. During episodes of temperature increases associated with a decrease in $P_{bt}O_2$ we found a significant decrease in CPP (CPPdelta –3.16 mmHg, IQR –10, –0.1; $p < 0.001$) and a higher PRx (median $PR_{xbaseline}$ 0.12) which was not evident during episodes with an increase in $P_{bt}O_2$ (CPPdelta –1.7, $p = 0.064$; $PR_{xbaseline}$ 0.04). Comparable results were found when analysing episodes identified by automated detection.

Conclusion

Manual and automated detection performed well in identifying episodes of temperature increases in severe TBI patients. During the development of fever, a decrease in brain tissue oxygenation was only found in a minority of patients with impaired cerebral autoregulation. Careful monitoring of CPP may ameliorate the risk of brain tissue hypoxia during temperature increases.

Wann und wo kommen mögliche Thrombektomiepatienten ins Krankenhaus? Eine Registerstudie aus Baden-Württemberg

*B. Reuter¹, C. Stock², S. Hyrenbach³, I. Bruder³, P. A. Ringleb⁴, R. Kern⁵, C. Gumbinger⁴

¹ Helios Klinik Müllheim, Abteilung für Neurologie und Geriatrie, Müllheim, Deutschland

² Universität Heidelberg, Institut für Medizinische Biometrie und Informatik (IMBI), Heidelberg, Deutschland

³ Baden-Württembergische Krankenhausgesellschaft, Qualitätssicherung im Gesundheitswesen Baden-Württemberg (QiG BW) GmbH, Stuttgart, Deutschland

⁴ Universität Heidelberg, Abteilung Neurologie und Poliklinik, Heidelberg, Deutschland

⁵ Klinikum Kempten, Neurologische Klinik, Kempten, Deutschland

Fragestellung

Die flächendeckende Etablierung der mechanischen Thrombektomie (MT) stellt eine wesentliche Herausforderung für die Schlaganfallversorgung dar. Wir untersuchten die Aufnahmequote von schwer betroffenen Schlaganfallpatienten stratifiziert nach Tageszeit und Versorgungsstufe der aufnehmenden Krankenhäuser (KH), um die Zahl der für eine MT in Frage kommenden Patienten abschätzen zu können.

Methoden

Anhand des Schlaganfallregisters Baden-Württemberg (BW) wurde die Daten von 91 864 Patienten mit akuter zerebraler Ischämie ausgewertet (Analysezeitraum 2008 bis 2012), stratifiziert nach dem National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) Score bei Aufnahme und aufgeschlüsselt in Drei-Std.-Tageszeitintervalle. Ein NIHSS-Score ≥ 10 wurde als Prädiktor für einen Verschluss großer Gefäße gewählt. Mittels multivariabler Poisson-Regression wurde der Zusammenhang zwischen Aufnahmezeit und NIHSS Score untersucht. Im Anschluss wurde die Aufnahmequote aufgeschlüsselt nach der Versorgungsstufe der aufnehmenden KH (keine Stroke Unit [SU], lokale SU, regionale SU, überregionale SU) und einem Dreischichtmodell ermittelt (Frühdienst 7.00 bis 14.59 Uhr, Spätdienst 15.00 bis 22.59 Uhr, Nachtdienst 23.00 bis 6.59 Uhr).

Ergebnisse

43 Prozent der Patienten hatten bei Aufnahme einen NIHSS-Score von ≤ 3 , 33 Pro-

zent einen NIHSS-Score von 4 bis 9 und 25 Prozent einen NIHSS-Score von ≥ 10 . Patienten mit NIHSS-Score ≥ 10 ($N = 22\,527$) wiesen die gleichmäßigste Aufnahmequote über den Tagesverlauf auf. Je höher die Versorgungsstufe, desto mehr Patienten mit NIHSS-Score ≥ 10 wurden in den KH pro Jahr vorgestellt (gemittelte Aufnahmequote pro Jahr und KH: keine SU $N = 8$, lokale SU $N = 52$, regionale SU $N = 90$, überregionale SU $N = 178$). Hiervon wurden 54 Prozent im Frühdienst, 36 Prozent im Spätdienst und zehn Prozent im Nachtdienst aufgenommen. Im Nachtdienst wurden in ganz BW über fünf Jahre $N = 2\,269$ Patienten mit NIHSS-Score ≥ 10 vorgestellt, entsprechend $N = 9$ pro Woche. Überregionale SUs wiesen im Nachtdienst geringfügig höhere Aufnahmequoten auf als KH niedrigerer Versorgungsstufen, trotzdem waren dies im Schnitt nur 22 Patienten pro Jahr.

Schlussfolgerungen

Für das Ziel einer flächendeckenden schnellen MT in BW erscheint es nicht zwingend erforderlich, diese in weiteren KH tageszeitunabhängig, also auch nachts zu etablieren. Für die Versorgung der nächtlichen Schlaganfallpatienten mit Bedarf einer MT würde unter der Voraussetzung eines geeigneten Zuweisungskonzeptes eine geringe Anzahl SUs in BW mit permanenter MT-Bereitschaft ausreichen.

Sitzung „Ischämie“

Rezente klinisch stumme Ischämien erhöhen das Risiko für eine hämorrhagische Transformation nach intravenöser Thrombolyse nicht

*S. Stösser^{1,2}, L. Ullrich², J. Kassubek², A. C. Ludolph², M. Schocke³, H. Neugebauer^{2,4}

¹ Universitätsklinikum Bonn, Neurologie, Bonn, Deutschland

² Universitätsklinikum Ulm, Neurologie, Ulm, Deutschland

³ Rehabilitations- und Universitätsklinikum Ulm (RKU), Radiologie, Ulm, Deutschland

⁴ Universitätsklinikum Würzburg, Neurologie, Würzburg, Deutschland

Fragestellung

Intrazerebrale Blutungen sind die wichtigste Komplikation einer intravenösen Thrombolyse (IVT) bei akuter zerebraler Ischämie. Mit Hilfe von Kontraindikationen sollen Patienten mit einem exzessiv hohen Blutungsrisiko von der IVT ausgeschlossen werden. Zu diesen Kontraindikationen zählt gemäß der Fachinformation für Alteplase ein in den vorhergehenden drei Monaten aufgetretener Schlaganfall. Unklar ist bislang, ob kürzlich abgelaufene Schlaganfälle, die asymptomatisch waren und lediglich bildgebend zur Darstellung kommen, als Kontraindikation für eine IVT betrachtet werden sollten. Das Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob der Nachweis rezenter (klinisch) stummer Ischämien (RSI) mit einem erhöhten Blutungsrisiko und einem schlechteren klinischen Outcome nach IVT bei akutem Schlaganfall assoziiert ist.

Methoden

Dies ist eine retrospektive monozentrische Kohortenstudie an Patienten, die aufgrund einer MR-tomographisch festgestellten akuten zerebralen Ischämie mittels IVT behandelt wurden. Das Aufnahme-MRT wurde hinsichtlich dem Auftreten von RSI mit Diffusionsrestriktion und FLAIR-positivem Signal untersucht. Diese Patientenkohorte (RSI⁺) wurde hinsichtlich hämorrhagischer Transformation nach IVT sowie des klinischen Outcomes mit

der Kontrollkohorte ohne Nachweis von RSI (RSI⁻) verglichen.

Ergebnisse

Insgesamt 981 Schlaganfallpatienten mit IVT nach MRT-Diagnostik wurden im Untersuchungszeitraum identifiziert. RSI waren bei 113 Patienten (11.5%) nachzuweisen (RSI⁺). Aus den RSI-negativen Fällen wurde jeder vierte Patient ($n = 217$) für die Kontrollkohorte (RSI⁻) ausgewählt. Eine hämorrhagische Transformation nach IVT trat bei 32 (28.3%) RSI⁺- und 56 (25.8%) RSI⁻-Patienten auf ($p = 0.624$). Symptomatische intrazerebrale Blutungen traten bei zwei (1.8%) RSI⁺- und fünf (2.3%) RSI⁻-Patienten auf ($p = 1.000$). Bezüglich der klinischen Outcomeparameter (NIHSS nach 24, 36 und 72 Stunden, mRS und Barthel-Index bei Entlassung, Krankenhaussterblichkeit) wurden ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Kohorten festgestellt.

Schlussfolgerungen

Der Nachweis rezenter klinisch stummer Ischämien bei Patienten, die aufgrund einer akuten zerebralen Ischämie mittels IVT behandelt werden, ist nicht mit einem erhöhten Risiko einer hämorrhagischen Transformation oder eines schlechteren klinischen Outcomes assoziiert. Rezente klinisch stumme Ischämien sollten anhand der vorliegenden Daten nicht als Kontraindikation für eine IVT gewertet werden.