

## Freie Vorträge I

## Serum markers as risk predictors for intrahospital transports of mechanically ventilated neurosurgical intensive care patients

\*M. Bender, M. Stein, S. W. Kim, E. Uhl, K. Schöller  
Universitätsklinikum, Neurochirurgie, Gießen, Deutschland

### Objective

Intrahospital transports (IT) of critically ill neurosurgical patients can be hazardous. Increasing intracranial pressure (ICP) and decreasing cerebral perfusion pressure (CPP) are common complications of IT that can lead to secondary brain damage. This study was conducted to assess several serum parameters for their potential as risk predictors of IT in mechanically ventilated neurosurgical ICU patients.

### Methods

Retrospective analysis of mechanically ventilated/sedated neurosurgical ICU patients from March 2017 to August 2017. ICP was measured with an intracranial pressure probe or an external ventricular drain, CPP was calculated from ICP and mean arterial pressure. Demographic data, GlasgowComa Score (GCS), as well as serum hemoglobin (HB), hematocrit (HK) and serum sodium (S) on admission were analyzed. Blood parameters were dichotomized based on their respective median as follows: HB<sup>+</sup> (HB > 11 g/dl)/HB<sup>-</sup> (HB ≤ 11 g/dl), HK<sup>+</sup> (HK > 32%)/HK<sup>-</sup> (HK ≤ 32%), and S<sup>+</sup> (S > 145 mmol/l)/S<sup>-</sup> (S ≤ 145 mmol/l). ICP > 25 mmHg and a decreasing CPP value of 10 mmHg under the CPP value (defined individually for each pa-

tient) over two minutes were defined as potential risks (PR) of IT, and PR were correlated with the three blood values.

### Results

45 patients (f:  $n = 17$ ) with a median age of 60 years (range: 18-87) and a median GCS of three on admission (range: 3-15) were included in our study. Seven of these patients suffered from subarachnoid hemorrhage, 14 from traumatic brain injury, and 24 patients from intracerebral hemorrhage. In these 45 patients 113 ITs were conducted. We observed significantly less PR regarding ICP ( $p = 0.0001$ ) and CPP ( $p = 0.0001$ ) in the cohort HB<sup>+</sup> compared to HB<sup>-</sup>. In addition, in the cohort HK<sup>+</sup> we found significantly less PR with regard to ICP ( $p = 0.006$ ) and CPP ( $p = 0.014$ ) when compared to the cohort HK<sup>-</sup>. Significantly fewer PR ( $p = 0.049$ ) with regard to ICP were identified in the S<sup>+</sup> group compared to the S<sup>-</sup> group; however, there was no difference with regard to CPP ( $p = 0.14$ ).

### Conclusions

Pre-transport hemoglobin, hematocrit and sodium values predicted potential risks at intrahospital transports of critically ill neurosurgical patients.

Freie Vorträge I

## Systemische Inflammation verschlechtert die Prognose von Patienten mit intrazerebraler Blutung

\*M. Hagen<sup>1</sup>, J. Sembill<sup>1</sup>, M. Sprügel<sup>1</sup>, S. Gerner<sup>1</sup>, D. Madzar<sup>1</sup>, P. Hölter<sup>2</sup>, H. Lücking<sup>2</sup>, H. Huttner<sup>1</sup>, J. Kuramatsu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinik Erlangen, Neurologie, Erlangen, Deutschland

<sup>2</sup> Universitätsklinik Erlangen, Neuroradiologie, Erlangen, Deutschland

### Hintergrund

Eine systemische Entzündungsreaktion ohne Infektionsnachweis scheint bei diversen vaskulären Erkrankungen mit einer Verschlechterung der Krankheitsprognose verbunden zu sein. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, erstmals systematisch zu untersuchen, inwiefern ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines Systemischen Inflammatorischen Response Syndroms (SIRS) und der Langzeitprognose von Patienten mit intrazerebraler Blutung (ICB) besteht. Darüber hinaus sollten Faktoren identifiziert werden, welche mit dem Auftreten eines SIRS assoziiert sind.

### Methoden

Anhand unseres prospektiven Patientenregisters wurden die Daten zu Patienten mit ICB geprüft, welche im Universitätsklinikum Erlangen in einem Zeitraum von 2008-2015 therapiert wurden. Ein SIRS wurde nach geltenden Kriterien bei dem Vorliegen von mindestens zwei der folgenden vier Kriterien definiert: Körpertemperatur  $> 38\text{ °C}$  oder  $< 36\text{ °C}$ ; Atemfrequenz  $> 20/\text{min}$ ; Herzfrequenz  $> 90/\text{min}$ ; Leukozytenzahl  $> 12.000/\mu\text{l}$  oder  $< 4.000/\mu\text{l}$ . Primärer Endpunkt war die modifizierte Rankin-Skala (mRS) nach drei und zwölf Monaten analysiert mittels ordinaler Shift-Analyse. Mittels Propensity score-matching und multivariabler Regressionsanalysen wurden systematische Fehler und Störfaktoren ausgeglichen.

### Ergebnisse

Von insgesamt 780 Patienten mit ICB entwickelten 21,8 Prozent ( $n = 170$ ) der Patienten im Laufe des Krankenhausaufenthaltes ein SIRS. Die betroffenen Patienten litten an schwereren intrazerebralen Blutungen mit größeren Blutungsvolumina ( $18,3\text{ cm}^3$ , IQR (4,6-47,2) versus  $7,4\text{ cm}^3$ , IQR (2,4-18,6);  $p < 0,01$ ), waren häufiger von intraventrikulären Blutungen betroffen (57,6%,  $n = 98/170$  versus 24,8%,  $n = 79/319$ ;  $p < 0,01$ ) und waren bei Vorstellung klinisch schwerer betroffen (NIHSS 16, IQR [7-30] versus 6, IQR (3-12);  $p < 0,01$ ). Nach statistischer Angleichung war das Auftreten eines SIRS unabhängig mit einem ungünstigeren funktionellen Langzeitergebnis nach drei Monaten (OR 1,88; 95%-CI 1,13-3,11;  $p = 0,015$ ) und nach zwölf Monaten (OR 1,89; 95%-CI 1,13-3,17;  $p = 0,015$ ) assoziiert. Eine vorbekannte Leberfunktionsstörung und eine Zunahme des Hämatomvolumens in der Kontrollbildgebung waren mit der Entwicklung eines SIRS assoziiert.

### Schlussfolgerung

Bei ICB-Patienten ist die Entwicklung eines SIRS ein negativer Prognosefaktor für das funktionelle Langzeitergebnis, unabhängig vom Schweregrad der Erkrankung. Klinisch relevante Assoziationen zwischen der Entwicklung eines SIRS waren für eine vorbestehende Leberfunktionsstörung und eine Zunahme des Hämatomvolumens in der Kontrollbildgebung zu eruieren. Bezüglich Kausalität und potenzieller Behandlungsoptionen sind weitere Studien notwendig.

## Freie Vorträge I

## Behandlung des Schädel-Hirn-Traumas bei Patienten mit einem Alter $\geq 80$ Jahren – Wer profitiert von einer Operation?

\*P. Czorlich<sup>1</sup>, M. Mader<sup>1</sup>, P. Emami<sup>1</sup>, M. Westphal<sup>1</sup>, R. Lefering<sup>2</sup>, M. Hoffmann<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie, Hamburg, Deutschland

<sup>2</sup> Universität Witten-Herdecke, Campus Köln-Merheim, Institut für Forschung in der Operativen Medizin (IFOM), Köln, Deutschland

<sup>3</sup> Schön Klinik Neustadt, Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Neustadt in Holstein, Deutschland

### Fragestellung

Ein Schädel-Hirn-Trauma (SHT) tritt gehäuft bei älteren Menschen aufgrund von Stürzen auf, trotzdem ist die Datenlage zu diesem Thema sehr spärlich. Ziel dieser Analyse ist die Identifikation von Faktoren, welche bei einem operativen Vorgehen bei Patienten  $\geq 80$  Jahren, mit einer Reduktion der Mortalität verbunden sind.

### Methoden

Es erfolgte eine retrospektive Datenauswertung in Deutschland versorgter Patienten mit einem isolierten SHT aus dem Trauma-Register DGU® der Jahre 2002-2016. Einschlusskriterien waren ein Alter  $\geq 80$  Jahren, eine Kopfverletzung mit einem Abbreviated Injury Scale (AiS) Head  $\geq 3$ , wobei keine weitere Verletzung einen AiS von 1 überschreiten durfte. Alle sekundär verlegten Patienten sowie Patienten mit inkompletten Datensätzen in Bezug auf den Glasgow Coma Scale wurden ausgeschlossen. Die Datensätze wurden eingeteilt nach operativ und konservativ behandelnden Patienten. Das Outcome bei Entlassung wurde mittels Glasgow Outcome Scale (GOS) dokumentiert und ein gutes Outcome mit einem GOS von 4 und 5 definiert und mittels multivariater Regressionsanalysen bewertet.

### Ergebnisse

1.693 Patienten erfüllten die Einschlusskriterien. Eine operative Behandlung wurde bei 431 Patienten (25,5%) durchgeführt, eine ausschließlich konservative Therapie hingegen bei 1262 Patienten (74,5%). Die Mortalitätsrate der Gesamtkohorte lag bei 53,2 Prozent (900 Patienten). Es verstarben 49,4 Prozent (213/431 Patien-

ten) der operativ behandelten und 54,5 Prozent (687/1262) der konservativ behandelten Patienten. Ein gutes Outcome bei Entlassung zeigte sich bei 26,0 Prozent in der OP-Gruppe und bei 36,8 Prozent in der konservativen Therapie-Gruppe. Ein persistierender vegetativer Status (PVS) wurde bei 7,9 Prozent der operativ behandelten Patienten und bei 1,0 Prozent der konservativ behandelnden Patienten dokumentiert. Eine rein konservative Therapie, GCS  $\leq 8$ , das Vorliegen eines begleitenden Hirnödems, eine Verletzung des Hirnstamms, die Einnahme von einer Antikoagulation/Thrombozytenaggregationshemmung, bds. weite, lichtstarre Pupillen, ein Alter  $\geq 90$  Jahren und ein AiS Head von fünf oder sechs waren mit einer erhöhten Odds ratio (OR) für ein Versterben assoziiert.

Innerhalb der OP-Gruppe profitierten insbesondere Patienten mit einem schwersten SHT (AiSHead5) von der OP mit einer beobachteten Mortalität von 56,1 Prozent im Gegensatz zu einer erwarteten Mortalität von 64,4 Prozent (Odds ratio [OR]; 0,871; 95%-Konfidenzintervall [KI] [0,780-0,962]). Das Vorliegen eines ausschließlichen Hirnödems (OR 0,06; 95%-KI [0,01-0,34]), subduralen Hämatoms (OR 0,43; 95%-KI [0,28-0,66]) bzw. intrazerebralen Hämatoms (OR 0,47; 95%-KI [0,21-1,0]) war mit einer Reduktion der Mortalität verbunden.

### Schlussfolgerungen

Die Datenbank des TR-DGU zeigt, dass eine operative Therapie mit einer Reduktion der Mortalität bei gleichzeitiger Erhöhung der Rate von PVS assoziiert ist. Die vorliegenden Daten erlauben jedoch keine valide Entscheidungsfindung für oder wider eine operative Behandlung bei Patienten  $\geq 80$  Jahren.

Freie Vorträge I

## MODERNISE (MODerate versus DEep Regime in NeuroIntensive care SEdation) – a randomized pilot study

\*A. Brault<sup>1</sup>, L. Uhlmann<sup>1</sup>, J. Bösel<sup>1,2</sup>, W. Wick<sup>1</sup>, S. Schönenberger<sup>1</sup>, C. Hametner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Heidelberg, Neurologie, Heidelberg, Deutschland

<sup>2</sup> Klinikum Kassel, Neurologie, Kassel, Deutschland

### Background

Sedation of the intensive care unit (ICU) patient is necessary to relieve the patient of pain, anxiety and agitation as well as to enable mechanical ventilation, diagnostic investigation and invasive procedures [1]. While the sedation policy at general ICUs has shifted from deep to moderate or even no sedation [2], optimal sedation of the cerebrovascular ICU patient is unclear and controversial. No evidence from randomized clinical trials in cerebrovascular patients is available so far.

### Aim

To evaluate the difference in length of stay on the ICU between treatment groups of moderate and deep sedation.

### Study design

MODERNISE is a prospective randomized (1:1), open, outcome observer blinded trial that compares moderate versus deep sedation in cerebrovascular ICU patients. Patients are eligible for inclusion when suffering from subarachnoidal hemorrhage, intracerebral hemorrhage or large ischemic stroke with an expected need of ventilation of at least three days. The level of sedation is monitored clinically utilizing the Richmond Agitation Sedation Scale [3] (moderate sedation:  $> -3$ ; deep sedation:  $\leq -3$ ) and by Bispectral Index Monitoring® (moderate sedation:  $\geq 60$ ; deep sedation:  $< 60$ ).

### Study outcomes

The primary endpoint of the study is defined as length of stay at ICU; secondary endpoints are duration of sedation, ventilator-free length of stay at ICU, frequency of adverse events (for example sustained elevated intracranial pres-

sure, self extubation, hypoxia, hypertensive crisis), ICU- and in-hospital mortality and the modified Rankin Scale 90 days after stroke.

### Recruitment

The study reopened in late 2017 – recruitment is ongoing. Up to 08/2018, 18 patients have been included in the trial. An interim analysis after 50 patients will evaluate futility for the frequency of adverse events. Anticipated trial size is  $n = 100$ . We highly encourage other researchers on ICUs with eligible patients to join the trial.

### Discussion

Results of this pilot trial will provide valuable insight into the feasibility and safety of moderate sedation, i.e. a possible change of paradigm of sedation policy in cerebrovascular ICU patients. If feasible, it may lay the groundwork for a large-scale multicenter randomized trial.

### Trial registration

[www.clinicaltrials.org/NCT02317497](http://www.clinicaltrials.org/NCT02317497)

### References

- [1] Reade MC, Finfer S (2014). Sedation and delirium in the intensive care unit. *N Engl J Med* 370: 444-454.
- [2] Sessler CN, Varney K (2008). Patient-focused sedation and analgesia in the icu. *Chest* 133: 552-565.
- [3] Sessler CN, Gosnell MS, Grap MJ et al. (2002). The richmond agitation-sedation scale: Validity and reliability in adult intensive care unit patients. *Am J Respir Crit Care Med* 166: 1338-1344.

## Freie Vorträge I

## Intrathekale Penetration von kontinuierlich appliziertem Meropenem und Vancomycin in Patienten mit Ventrikulitis

\*M. Mader<sup>1</sup>, P. Czorlich<sup>1</sup>, C. König<sup>2,3</sup>, V. Fuhrmann<sup>2</sup>, S. Kluge<sup>2</sup>, M. Westphal<sup>1</sup>, J. Grensemann<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie, Hamburg, Deutschland

<sup>2</sup> Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Klinik für Intensivmedizin, Hamburg, Deutschland

<sup>3</sup> Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Klinikapotheke, Hamburg, Deutschland

### Fragestellung

Vancomycin und Meropenem werden häufig zur empirischen Behandlung der Ventrikulitis eingesetzt. Für eine bakterizide Wirkung sind das Erreichen und die Aufrechterhaltung ausreichender intrathekaler Konzentrationen entscheidend. Unter therapeutischem Drug Monitoring (TDM) wurden die antibiotische Penetration des Liquor cerebrospinalis (CSF) und beeinflussende Faktoren untersucht.

### Methoden

Es wurden retrospektiv Patienten mit Ventrikulitis, kontinuierlicher Infusion von Antibiotika und TDM identifiziert. Angestrebte Serumkonzentrationen betragen 20-30 mg/l für Vancomycin und 16-32 mg/l für Meropenem. Serum- und CSF-Konzentrationen von Vancomycin und Meropenem wurden erhoben. Für jeden Messzeitpunkt wurde die antibiotische CSF Penetrationsrate berechnet und in hoch (> 18%) und niedrig (≤ 18%) kategorisiert. Es erfolgte die statistische Testung möglicher beeinflussender Faktoren.

### Ergebnisse

Von 22 Patienten standen 36 CSF/Serum-Paare für Meropenem und 43 Paare für Vanco-

mycin zur Verfügung. Kein Patient litt an einer Nieren- oder Leberinsuffizienz. Die mittlere Vancomycin-Serumkonzentration betrug  $22 \pm 8$  mg/l und die mittlere CSF-Konzentration  $4,5 \pm 2,6$  mg/l. Die CSF-Penetration betrug  $20 \pm 11$  Prozent (Bestimmtheitsmaß  $[R^2]$  0,02). Für Meropenem betrug die mittlere Serumkonzentration  $30,7 \pm 14,9$  mg/l, die mittlere CSF-Konzentration  $5,5 \pm 5,2$  mg/l und die Penetration  $18 \pm 12$  Prozent,  $R^2 = 0,42$ . Eine hohe Meropenem-Penetration war assoziiert mit erhöhtem CSF-Laktat, erhöhtem CSF-Gesamteiweiß und erhöhten Serum-Leukozyten. Eine hohe Vancomycin-Penetration war ebenfalls mit erhöhten Serum-Leukozyten sowie erniedrigtem Modified Graeb Score assoziiert.

### Schlussfolgerungen

Die CSF-Penetration von Meropenem und Vancomycin ist gering und zeigt eine hohe interindividuelle Variabilität. Routinemäßiges TDM wird in seiner Bedeutung zur Vermeidung unzureichender CSF-Konzentrationen unterstrichen und scheint ein praktikabler Ansatz zur individuellen Anpassung der kontinuierlichen antibiotischen Therapie bei Patienten mit Ventrikulitis zu sein.

Freie Vorträge I

## Sektoren- und fachübergreifende Versorgung für Patienten mit schwerer Sepsis und Sepsisfolgen

\*U. Bodechtel<sup>1</sup>, A. Bauer<sup>1</sup>, M. Ragaller<sup>2</sup>, P. Spieth<sup>2</sup>, T. Koch<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinik Bavaria Kreischa, Zentrum für fachübergreifende Intensivmedizin und Weaning, Kreischa, Deutschland

<sup>2</sup> Universitätsklinikum, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Dresden, Deutschland

### Hintergrund

Eine sektoren- und fachübergreifende Behandlung von komplexen Krankheitsbildern in Zentren ist weit verbreitet, beispielgebend sind zertifizierte Krebs- und Schlaganfallzentren. Für Patienten mit schwerer Sepsis und Sepsisfolgen fehlen bisher vergleichbare Behandlungskonzepte, obwohl die Sepsis ein häufiges und relevantes Krankheitsbild darstellt. Aufgrund der Grunderkrankung und der internistischen und neurologischen Folgeerkrankungen hat die Sepsis eine hohe Letalität und führt häufig zu dauerhaften Beeinträchtigungen.

### Methode

Auf Initiative der Klinik Bavaria Kreischa und der Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin am Universitätsklinikum Dresden sollte ein sektoren- und fachübergreifendes Versorgungskonzept für Patienten mit Sepsis und Sepsisfolgen entwickelt werden. Es sollten dabei aktuelle Empfehlungen mit den bestehenden Strukturen und Prozessen bei der Behandlung abgeglichen und angepasst und dann in eine zu evaluierende Versorgungsstruktur übertragen werden.

### Ergebnis

Es wurde ein zielorientierter Behandlungspfad für Patienten mit schwerer Sepsis und Sepsisfolgen entwickelt, der von der akutmedizinischen Behandlung über die Intensivrehabilitation, Neurologische Rehabilitation der Phasen B-D bis hin zur ambulanten Nachsorge reicht. Neben Teilzielbeschreibungen an den Schnittstellen beinhaltet der Behandlungspfad auch übergreifende Prozesse für relevante Einschränkungen. Für die Umsetzung in ein evaluierbares Versorgungskonzept wurden eine elektronische Fallakte, eine teleintensivmedizinische Einheit, ein Nachsorgekonzept sowie ein gemeinsames Fort- und Weiterbildungsprogramm inkl. Qualitätszirkel aller Beteiligten identifiziert.

### Fazit

Basierend auf nationalen und internationalen Empfehlungen und Abgleich mit bestehenden Behandlungsprozessen in zwei Institutionen wurde ein fach- und sektorenübergreifendes Versorgungskonzept für Patienten mit schwerer Sepsis und Sepsisfolgen entwickelt, das ab Oktober 2018 in einer Pilotphase erprobt und stetig zu einem „Comprehensive Sepsis Center“ weiterentwickelt werden soll.



## Freie Vorträge I

## Retrospektive Einzelfallanalyse nicht erfolgter Hirnausfallsdiagnostik bei Verstorbenen mit primärer und sekundärer Hirnschädigung in der DSO-Region Ost

\*A. Günther<sup>1</sup>, K. Pleul<sup>2</sup>, M. Götze<sup>3</sup>, C. Wachsmuth<sup>4</sup>, O. W. Witte<sup>1</sup>, M. Bauer<sup>3</sup>, A. Rahmel<sup>5</sup>, M. Brauer<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Jena, Hans-Berger-Klinik für Neurologie, Jena, Deutschland

<sup>2</sup> Deutsche Stiftung Organtransplantation, DSO Region Ost, Dresden, Deutschland

<sup>3</sup> Universitätsklinikum Jena, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Jena, Deutschland

<sup>4</sup> Deutsche Stiftung Organtransplantation, Region Ost, Leipzig, Deutschland

<sup>5</sup> Deutsche Stiftung Organtransplantation, Frankfurt am Main, Deutschland

### Fragestellung

In der DSO-Region Ost (Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen) wurde seit 2014 bei Verstorbenen mit primärer und/oder sekundärer Hirnschädigung anonymisiert untersucht, warum eine Diagnostik des irreversiblen Hirnfunktionsausfalles (IHA-D) nicht erfolgte. Kann dies hilfreich sein, ein mögliches Potenzial an Organspendern zu erkennen?

### Methoden

Mithilfe des „DSO Transplantcheck für Excel“-Programms wurden in der DSO-Region Ost Patientenfälle detektiert in einem strukturierten Dialog zwischen Transplantationsbeauftragten und einem DSO-Koordinator anonymisiert einer standardisierten Einzelfallanalyse unterzogen und kategorisiert, mit der Fragestellung, weshalb eine IHA-D nicht eingeleitet wurde. Darüberhinaus fand eine Analyse dazu statt, nach welcher Liegedauer die Patienten verstarben abhängig von der zugrundeliegenden Diagnose (Hirnblutung, Hirninfarkt, hypoxischer Hirnschaden).

### Ergebnisse

Die Analyse umfasst bei Beteiligung von bis zu 128 Krankenhäusern weit über 15.000 Todesfälle in 2016 und 2017. Nach Ausschluss von Fällen mit absoluter Kontraindikation für eine Organspende, Verstorbene ohne Beatmung, schon bekannte und nicht relevante Fälle, wurden letztlich über 5.000 (32%) der Fälle einer Einzelfallanalyse unterzogen und kategorisiert. Ca. 75 Prozent der kategorisierten Todesfälle hatten eine primäre, über 25 Prozent eine sekundäre Hirnschädigung. Im Jahr 2016 wäre bei 73 Patienten aufgrund der Befunde die Einleitung

einer IHA-D indiziert gewesen, erfolgte aber nicht. Bei 195 Patienten erfolgte bei infauster neurologischer Prognose eine mit den Angehörigen besprochene Therapielimitierung, ohne die Option einer Organspende bei erwartbarem IHA zu besprechen. In 232 Fällen wurde aufgrund einer Patientenverfügung eine Therapielimitierung ohne Besprechung der Option einer Organspende bei erwartbarem IHA eingeleitet. In diesen drei Kategorien war dabei der Anteil von Patienten mit einer Liegedauer von < 72 Std. bis zum Versterben bei Patienten mit Hirnblutung 58 Prozent, bei Patienten mit Hirninfarkt 30 Prozent und bei Patienten mit hypoxischem Hirnschaden 34 Prozent.

### Schlussfolgerungen

Die vielfältigen Ursachen für nicht erfolgte IHA-D bei verstorbenen Patienten mit relevantem Hirnschaden lassen sich mit Transplantcheck differenziert erfassen und retrospektiv analysieren. Vor dem Hintergrund zu niedriger Organspenderzahlen und der aktuellen Diskussionen um bessere Erkennung potenzieller Organspender in Deutschland belegen die Ergebnisse ein beträchtlichen Bedarf, akut und schwer hirngeschädigte Patienten einer neurointensivmedizinischen Prognose-Evaluation zu unterziehen, sowohl im Bezug auf einen zu erwartenden IHA als auch im Kontext einer Einleitung einer Therapielimitierung. Sich in diesem Sinne interdisziplinär und intersektoral zu vernetzen, über bereits bestehende neurointensivmedizinische Netzwerke, aber auch neu zu etablierende neurochirurgische Kooperationen, ist Gegenstand aktueller, koordinierter Aktivitäten in der DSO-Region Ost.

## Freie Vorträge II

## Individualised blood pressure targets in the postoperative care of patients with severe intracerebral hemorrhage based on neuromonitoring parameters

\*A. Lindner<sup>1</sup>, V. Rass<sup>1</sup>, B. Ianosi<sup>2</sup>, A. J. Schiefecker<sup>1</sup>, M. Kofler<sup>1</sup>, A. Addis<sup>3</sup>, P. Rhomberg<sup>4</sup>, C. Thomé<sup>5</sup>, R. Beer<sup>1</sup>, B. Pfausler<sup>1</sup>, R. Helbok<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinik Innsbruck, Universitätsklinik für Neurologie – Neurologische Intensivstation, Innsbruck, Österreich

<sup>2</sup> UMIT – Private Universität für Medizinische Informatik und Technik, Hall, Österreich

<sup>3</sup> University of Sassari, Department of Clinical and Experimental, Sassari, Italien

<sup>4</sup> Universitätsklinik Innsbruck, Universitätsklinik für Neuroradiologie, Innsbruck, Österreich

<sup>5</sup> Universitätsklinik Innsbruck, Universitätsklinik für Neurochirurgie, Innsbruck, Österreich

### Introduction

Intracerebral hemorrhage (ICH) is a devastating disease associated with high mortality and morbidity. Guidelines recommend targeting a systolic blood pressure < 140 mmHg within six hrs after the bleeding. However, this recommendation is based on ICH patients with small size hematomas and may not be simply transferred to ICH patients with larger hemorrhages and the postoperative care after hematoma evacuation. Multimodal neuromonitoring in the perihematomal area may help to define the optimal blood pressure (BP) target based on brain tissue oxygenation and cerebral metabolism. Here, we aimed to investigate blood pressure targets of severe ICH patients using information of brain tissue monitoring around the ICH.

### Methods

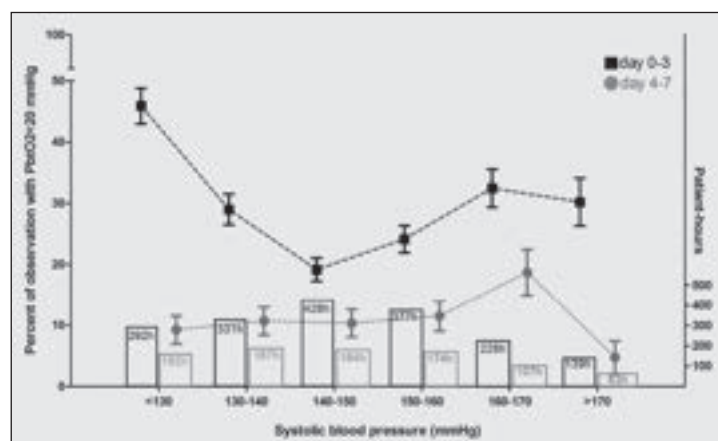
We prospectively included 31 poor-grade ICH patients after hematoma evacuation with monitoring of intracerebral pressure (ICP),

brain tissue oxygen tension (PbtO<sub>2</sub>) and cerebral microdialysis (CMD). Brain tissue hypoxia was defined as PbtO<sub>2</sub> ≤ 20 mmHg while metabolic ischemia was defined as elevated CMD-lactate-pyruvate-ratio (LPR) ≥ 40 combined with CMD-pyruvate ≤ 70 μmol/l. The early postoperative phase (days 0-3) was compared to the subacute postoperative phase (days 4-7). Multivariate regression analysis using generalized estimating equations was performed to identify associations between BP, PbtO<sub>2</sub> and brain metabolism.

### Results

Patients were 64 [IQR 55-69] years old, 26 percent (*n* = 8) were female and had a median ICH score of three [IQR 1-3]. After hematoma evacuation neuromonitoring probes remained for a median of six [IQR 4-9] days, resulting in 3825 analyzed monitoring hours within 8 days. Overall mean systolic BP was 146 ± 17 mmHg, mean cerebral perfusion pressure (CPP) 73 ± 12 mmHg and ICP was well controlled (mean 13 ± 7 mmHg) with only eight patients having

Figure 1





episodes of ICP  $\geq 22$  mmHg. The incidence of brain tissue hypoxia was highest in the initial phase after ICH (day 0: 43%) and significantly decreased thereafter ( $p = 0.002$ ). In multivariate models adjusted for gender and ICH score, lower systolic BP values were independently associated with a higher risk of brain tissue hypoxia in the early phase after ICH ( $\leq 130$  mmHg: adjOR 3.5, 95%-CI 1.5-7.9,  $p = 0.003$ ; 130-140 mmHg: adjOR 1.9, 95%-CI 1.01-3.4,  $p = 0.043$ ) compared to a reference range of 140-150 mmHg (Figure), corresponding to a mean arterial BP of  $86 \pm 6$  mmHg and mean CPP of  $72 \pm 9$  mmHg. In the subacute phase lower systolic BP was not significantly associated with  $\text{PbtO}_2 \leq 20$  mmHg

anymore ( $p > 0.3$ ). Cerebral metabolic ischemia was rare (4.6%) and occurred more often in the early phase (64%, adjOR 2.1, CI 95% 1.2-3.7,  $p = 0.015$ ) compared to the rest of the monitoring time.

### Conclusion

Our data suggest that blood pressure targets may be different in patients with larger hematoma size in the postoperative period, which differs from current recommendations in guidelines. A larger prospective study is needed to confirm our findings and to investigate the effect of different blood pressure targets on long-term outcome.

## Freie Vorträge II

## Einfluss von Thrombozytenfunktionshemmern auf funktionelles Outcome und Blutungscharakteristika bei der Intrazerebralen Blutung

\*M. Sprügel<sup>1</sup>, J. Kuramatsu<sup>1</sup>, S. Gerner<sup>1</sup>, J. Sembill<sup>1</sup>, H. Lücking<sup>2</sup>, T. Struffert<sup>2</sup>, A. Dörfler<sup>2</sup>, S. Schwab<sup>1</sup>, H. Huttner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Erlangen, Neurologie, Erlangen, Deutschland

<sup>2</sup> Universitätsklinikum Erlangen, Neuroradiologie, Erlangen, Deutschland

### Fragestellung

Thrombozytenfunktionshemmer (TFH) finden breiten Einsatz in der Prävention kardiovaskulärer Ereignisse. Die Kombinationstherapie aus Thrombozytenfunktionshemmern (TFH) und oralen Antikoagulanzen (OAK) steigert zwar das Blutungsrisiko, jedoch sind die Auswirkungen einer TFH-Therapie auf Schweregrad und Charakteristika einer Intrazerebralen Blutungen (ICB) unklar.

### Methodik

Anhand multizentrischer Observationsstudien und einer prospektiven Datenbank wurden Patienten mit primärer ICB, VKA-ICB und NOAK-ICB sowie Information zur TFH-Vormedikation identifiziert. Als Endpunkt wurden funktionelles Outcome und Mortalität nach drei Monaten sowie radiologische Blutungscharakteristika festgelegt. Unterschiede der Basischarakteristika wurden mittels PS Matching adjustiert und in einer binär logistischen Regressionsanalyse der Zusammenhang zwischen TFH und Blutungsvolumen untersucht.

### Ergebnisse

Insgesamt bestand bei 32,4 Prozent ( $n = 346$  von 1069) der Patienten mit primärer ICB und 11,7 Prozent ( $n = 290$  von 2.476) mit OAK-ICB eine begleitende TFH-Therapie. Nach PS Matching zeigten sich bei Patienten mit primärer ICB keine signifikanten Unterschiede der Endpunkte ( $p > 0,10$ ). Dagegen wiesen Patienten mit VKA-ICB unter TFH größere Blutungsvolumina (21,9 [7,4-61,4] ml vs. 15,7 [5,7-44,5] ml;  $p < 0,01$ ) auf, welche sich auch in der Regressionsanalyse mit einer vorherigen TFH-Therapie assoziiert zeigten (OR: 1,80 [1,20-2,70];  $p < 0,01$ ). Entsprechend bestand bei Patienten mit VKA-ICB und vorheriger TFH eine höhere Mortalität und ein schlechteres funktionelles Outcome nach drei Monaten ( $p < 0,05$ ).

### Schlussfolgerungen

Eine Begleitmedikation mit Thrombozytenfunktionshemmern führt bei Patienten mit intrazerebraler Blutung unter Antikoagulation zu größeren Blutungsvolumina mit konsekutiv schlechterem Outcome, nicht jedoch bei der spontanen ICB. Eine Kombinationstherapie aus OAK und TFH, insbesondere eine duale Thrombozytenfunktionshemmung, sollte daher auf ein enges Patientenkollektiv und einen kurzen Zeitraum beschränkt bleiben.

## Freie Vorträge II

## Interaction between vasopressors and nimodipine in the treatment of patients with subarachnoid hemorrhage, severe cerebral vasospasm and delayed cerebral ischemia

\*A. Pala<sup>1</sup>, J. Schick<sup>1</sup>, M. Klein<sup>1</sup>, G. Durner<sup>1</sup>, E. Bart<sup>2</sup>, M. Braun<sup>3</sup>, B. Schmitz<sup>3</sup>, C. R. Wirtz<sup>1</sup>, R. König<sup>1</sup>, T. Kapapa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Ulm, Neurochirurgie, Günzburg, Deutschland

<sup>2</sup> Universitätsklinikum Ulm, Anästhesiologie, Ulm, Deutschland

<sup>3</sup> Universitätsklinikum Ulm, Neuroradiologie, Ulm, Deutschland

### Introduction

Induced hypertension and nimodipine belong to the most important treatment strategies for delayed cerebral ischemia (DCI) which is major contributor to inferior outcome of patients with spontaneous subarachnoid hemorrhage (SAH). Consequences of increasing vasopressors dose in order to achieve induced hypertension and to counterbalance prolonged sedation and nimodipine effects in patients with severe DCI and vasospasm are unclear. We report about detailed general characteristics and influence of total vasopressor and nimodipine dose on outcome in patients with SAH.

### Patients and methods

We performed a two-center, retrospective, clinical-data based analysis of 732 treated patients with SAH in the period of 2008 and 2016. Demographic data and clinical scores like age, gender, World Federation of Neurosurgeons Score (WFNS), body mass index (BMI), Fisher score, history of arterial hypertension and smoking, occurrence of cerebral vasospasm (CV) and aneurysm location as well as detailed dose of vasopressors and nimodipine during the treatment period were evaluated. Clinical outcome was analyzed using modified Rankin Scale (mRS) 6 months after the treatment. Univariate and multivariate regression analysis was used for the statistical analysis.

### Results

Follow up was assessed for 397 patients. 260 (65.5%) achieved a good outcome defined as mRS 0-3. Univariate and multivariate analysis confirmed nimodipine ( $p = 0.049$ ), age ( $p = 0.049$ ) and CRP ( $p = 0.002$ ) as independent predictors for good outcome. WFNS grade, Fisher score, hypertension, initial hydrocephalus, total vasopressor dose showed significant influence on outcome only in univariate analysis. Sex, smoking, body mass index and mean arterial pressure (MAP) showed no significant association with outcome. The subgroup analysis of patients with milder initial SAH grading (WFNS 1-3) showed significant influence of initial hydrocephalus ( $p = 0.003$ ) and CRP ( $p = 0.001$ ) levels on further outcome. Having evaluated only patients with WFNS 4-5, age, CRP ( $p = 0.011$ ), vasopressor ( $p = 0.030$ ) and nimodipine ( $p = 0.049$ ) dose were independent predictors for patients' outcome. Patients with mean MAP < 93 mmHg showed better outcome and correlated to nimodipine dose of 241.8 mg as well as to cut-off total vasopressor dose of 523 mg.

### Conclusion

Total dose of vasopressor seems to be justifiable in order to apply maximal nimodipine dose in patients with severe DCI and VS after SAH. According to our data, age and CRP levels were confirmed as further independent predictors for outcome according to our results.

Freie Vorträge II

## Epilepsy after aneurysmal subarachnoid hemorrhage – a single center series

\*M. Hamed, V. Borger, P. Schuss, A. Hadjiathanasiou, B. Simon, A. Güresir, H. Vatter, E. Güresir

Universitätsklinikum Bonn, Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie, Bonn, Deutschland

### Objective

Aim of the study was to evaluate the incidence of and risk factors for early and late onset epilepsy after aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSAH).

### Methods

Between January 2006 and June 2017 898 patients with aSAH were treated. Information, including patient characteristics, treatment modality, aneurysm size and location, radiological features, and functional neurological outcome were assessed and further analyzed. Early epilepsy was defined as onset within 14 days after aSAH, and late onset six months after aSAH. Outcome was assessed according to the modified Rankin Scale (mRS) at six months and stratified into favourable (mRS 0-2) versus unfavourable (mRS 3-6).

### Results

153 of the 898 patients with aSAH (17%) suffered from early epilepsy. After six months, 94 of the surviving 688 patients (13.7%) suffered from epilepsy. New onset epilepsy after six months was observed in 35 of the 94 patients with epilepsy (37%). Outcome did not differ in patients with early epilepsy versus (vs.) patients without ( $p = 0.16$ ). However, patients with late onset epilepsy achieved significantly more often poor outcome ( $p = 0.009$ ).

In the multivariate analysis, poor grade SAH ( $p < 0.001$ , OR 10.2, 95%-CI 5.7-18.3), and patient age ( $p < 0.001$ , OR 1.04, 95%-CI 1.02-1.07) were associated with outcome.

### Conclusion

In this single-center study, neither early onset, nor late onset epilepsy was associated with poor outcome.

## Freie Vorträge II

## The rate of complications in the continuous intra-arterial nimodipine application in cerebral vasospasm and delayed cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage

\*T. Kapapa<sup>1</sup>, A. Pala<sup>1</sup>, J. Schick<sup>1</sup>, M. Klein<sup>1</sup>, R. Wirtz<sup>1</sup>, B. Schmitz<sup>2</sup>, M. Rath<sup>2</sup>, E. Barth<sup>3</sup>, W. Klingler<sup>4</sup>, R. König<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Ulm, Neurochirurgische Klinik, Ulm, Deutschland

<sup>2</sup> Universitätsklinikum Ulm, Sektion Neuroradiologie, Ulm, Deutschland

<sup>3</sup> Universitätsklinikum Ulm, Interdisziplinäre Operative Intensivmedizin, Ulm, Deutschland

<sup>4</sup> Universitätsklinikum Ulm, Neuroanästhesie, Ulm, Deutschland

### Objective

Cerebral Vasospasm (CV) and the delayed cerebral ischemia (DCI) remain as the last major challenges in the treatment of subarachnoid hemorrhage (SAH). The continuous intra-arterial (ia) application of nimodipine seemed to be a promising approach in cases refractory to any other medical treatment. However, this rescue-therapy turned out to be accompanied by many risks, and lack of knowledge about the risk-benefit-ratio is still dominating the literature due to only small treatment cohorts.

### Methods

We conducted an explorative, retrospective study in all consecutively treated patients of spontaneous SAH in the period of 01.01.2008 to 31.12.2016. Out of the total of 658 patients, 64 (9.7%) were treated by continuous ia nimodipine application. 40 (62.5%) patients were female, mean age was 52 (SD11.6) years. The majority had an initial Hunt & Hess Score of III (18, 28%). Fisher Score was Grade IV in 38 (59%) patients. Continuing clinical worsening (42, 66%) mainly between day four and seven (28, 43.7%), increasing flow velocity in daily transcranial Doppler (53, 83%), and/or deficits in cerebral perfusion displayed by imaging (44, 67%) despite other measures of treatment lead to ia therapy. All patients treated by ia nimodipine were given anticoagulative and platelet-inhibiting drugs. Complications were defined as any side effect or adverse event in the context of manner or dosage of nimodipine application with potential for medical intervention.

### Results

Adverse events or side effects of continuous ia nimodipine application occurred in 41 (64%) patients. Occlusion of the catheter occurred in ten (16%) cases. This event needed a replacement of a catheter in eight (13%) patients. A thrombus at the end of the catheter could be displayed by imaging in 24 (38%) patients. However, in 14 (22%) patients new cerebral infarctions could be detected in follow up imaging. None of them was a major territorial, occlusive infarction. There were four (6%) dislocations of the catheter and four (6%) dissections of extracerebral vessels. There were nine (14%) patients with new signs of intracranial hemorrhage after commencement of the ia therapy, mainly at the approach for the ventricular drain. No patient needed surgical intervention. There were six (9%) patients with signs of pulmonary shunting which needed adjustments of ventilation and dosage of nimodipine. There was no extracranial ischemic adverse event like enteric ischemia due to the simultaneous application of vasopressors. Four (6%) patients died despite all measures of therapy, one patient died due to an additive cardiac infarction.

### Conclusion

Side effects or adverse events are not uncommon. However, none of these had a direct lethal or long-term impairing effect on the patient. The comparison with a historical cohort reveals a low rate of deceased patients. Patient selection by clinical impression and/or imaging evidence of cerebral perfusion deficits in the context of ineffective other measures are crucial for the indication.

Freie Vorträge II

## Stellenwert intrazerebraler Blutanteile bei Patienten mit atraumatischer Subarachnoidalblutung

\*S. T. Gerner<sup>1</sup>, J. B. Kuramatsu<sup>1</sup>, J. Reichl<sup>1</sup>, I. Eyüpoglu<sup>2</sup>, M. Buchfelder<sup>2</sup>, H. Lücking<sup>3</sup>, P. Hoelter<sup>3</sup>, S. Schwab<sup>1</sup>, H. Huttner<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Erlangen, Neurologische Klinik, Erlangen, Deutschland

<sup>2</sup> Universitätsklinikum Erlangen, Neurochirurgische Klinik, Erlangen, Deutschland

<sup>3</sup> Universitätsklinik, Neuroradiologische Abteilung, Erlangen, Deutschland

### Hintergrund

Bislang stehen nur begrenzt Daten bezüglich der Bedeutung von intrazerebralen Blutanteilen (ICB) für das Langzeitoutcome bei Patienten mit atraumatischer Subarachnoidalblutung (SAB) zur Verfügung.

### Fragestellung

Welche Relevanz haben ICB-Anteile bei Patienten mit SAB auf das Outcome nach zwölf Monaten?

### Methoden

Über einen Fünf-Jahres-Zeitraum (2008-2012) wurden alle konsekutiven Patienten mit SAB, die an der Neurologischen oder Neurochirurgischen Klinik des UK Erlangen behandelt worden sind, erfasst. Neben dem Ausmaß der SAB wurde die Häufigkeit und Lokalisation von ICB-Anteilen und ihr Volumen dokumentiert. Sowohl das funktionelle Outcome (modified Rankin scale (mRS); günstig 0-2 vs. ungünstig 3-6) als auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität (EQ-5D) und Langzeitkomplikationen nach zwölf Monaten wurden erhoben. Für die Outcomeanalyse wurde ein Propensity Score Matching (PSM; ratio 1:1, caliper 0.2) durchgeführt.

### Ergebnisse

Insgesamt standen 494 Patienten mit atraumatischer SAB zur Verfügung, hiervon wie-

sen 85 (17,2%) ICB-Anteile bei Aufnahme auf. Patienten mit ICB hatten einen schlechteren klinischen Zustand bei Aufnahme (WFNS) und wiesen ein größeres Ausmaß an subarachnoidalen/intraventriculären Blutanteilen auf. Das größte ICB-Volumen lag bei Patienten mit Aneurysma der MCA als Blutungsursache vor (31,4 [11,7-42,4] ml), das mediane parenchymatöse Blutvolumen lag bei 11,0 (5,4-31,8) ml. Nach erfolgreichem PSM erlangten ICB-Patienten seltener ein günstiges funktionelles Outcome nach zwölf Monaten (mRS 0-2: ICB 31,7% vs. Ø ICB 57,7%;  $p = 0,001$ ). Weiterhin litten Patienten mit ICB häufiger an einer Epilepsie (ICB 23,4% vs. Ø ICB 7,3%;  $p = 0,022$ ) und schätzten ihre eigene Gesundheit im Vergleich zu Patienten ohne ICB schlechter ein (EQ-5D VAS: ICB 50 [30-70] vs. Ø ICB 80 [65-95];  $p < 0,001$ ). In der multivariablen Analyse waren ICB-Anteile vor ischämischer Komplikation der am stärksten mit ungünstigem funktionellen Outcome nach zwölf Monaten assoziierte Parameter (Risk Ratio [95%-CI]: ICB 4,5 [2,0-10,0]).

### Schlussfolgerungen

ICB-Anteile sind häufig bei Patienten mit SAB und mit funktionellen sowie subjektiven Einschränkungen nach einem Jahr assoziiert. Möglicherweise könnten diese Patienten von einer frühzeitigen operativen Hämatomevakuierung profitieren.



## Freie Vorträge II

## Hämdegradationsprodukte und deren potenzielle Rolle in der Entstehung des zerebralen Vasospasmus nach Subarachnoidalblutung

\*A. Joerk<sup>1,2</sup>, M. Ritter<sup>3</sup>, K. H. Herrmann<sup>4</sup>, D. Freitag<sup>5</sup>, N. Langguth<sup>1</sup>, A. Schaeffgen<sup>1</sup>, C. Sommer<sup>1</sup>, M. Guenther<sup>1</sup>, R. A. Seidel<sup>3,6</sup>, D. Schulze<sup>3</sup>, G. Pohnert<sup>3</sup>, M. Westerhausen<sup>3</sup>, J. Walther<sup>5</sup>, R. Kalff<sup>5</sup>, J. R. Reichenbach<sup>4</sup>, O. W. Witte<sup>1</sup>, K. Holthoff<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Jena, Hans-Berger-Klinik für Neurologie, Jena, Deutschland

<sup>2</sup> Universitätsklinikum Jena, Forschungsprogramm „Else Kröner-Forschungskolleg AntiAge“, Jena, Deutschland

<sup>3</sup> Institut für Anorganische und Analytische Chemie, Jena, Deutschland

<sup>4</sup> Universitätsklinikum Jena, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Medical Physics Group, Jena, Deutschland

<sup>5</sup> Universitätsklinikum Jena, Klinik für Neurochirurgie, Jena, Deutschland

<sup>6</sup> Universitätsklinikum Jena, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Jena, Deutschland

### Fragestellung

Das verzögerte, ischämisch bedingte neurologische Defizit (DIND) ist eng mit dem Auftreten des zerebralen Vasospasmus assoziiert und bestimmt maßgeblich die Prognose von Patienten mit erlittener Subarachnoidalblutung (SAB). Die dem intrakraniellen Hämatom entstammenden Hämdegradationsprodukte (HDPs) stehen zunehmend im Fokus der Erforschung der multifaktoriellen Pathogenese des Vasospasmus. Neben Bilirubin-Oxidations-Endprodukten (BOXes) konnte mit den Propentdyopents kürzlich eine weitere Substanzklasse der HDPs identifiziert werden, die in erhöhten Konzentrationen im Liquor von SAB-Patienten nachweisbar sind. Vorausgehende Untersuchungen zeigten eine vasokonstriktive Wirkung von BOXes und PDPs in Arteriolen in akuten Hirnschnitten von Mäusen.

### Methodik

Diese in-vivo-Studie basiert auf Experimenten an anästhesierten Wildtyp-Mäusen und Mäusen mit inaktivem BK-Kaliumkanal, sogenannten BK-Knockout-Mäusen. Mittels Zwei-Photonen-Mikroskopie wurden zunächst kurzfristige Veränderungen des Durchmessers und der Blutflussgeschwindigkeit pialer Arteriolen nach subarachnoidaler Applikation von PDPs und BOXes über ein akutes kraniales Fenster untersucht. Um eine Aussage über einen potenziellen Langzeiteffekt der HDPs auf funktionelle Parameter der Hirnperfusion treffen zu können, erfolgte im zweiten Schritt die Injektion von PDPs und BOXes in die Cisterna magna. Diese Intervention wurde flankiert von zeitlich hochauflösenden funktionellen MRT-Messungen mittels eines 9,4T-Kleintierscanners.

### Ergebnisse

In Übereinstimmung mit Vorergebnissen aus in-vitro-Experimenten an akuten Hirnschnitten konnte für alle HDP-Isomere eine akute gefäßverengende Wirkung von pialen und intrakortikalen Arteriolen in vivo gezeigt werden. Zusätzlich führte die intrakortikale HDP-Applikation zu einer Verlangsamung des Blutflusses in vorgeschalteten Gefäßabschnitten. In BK-Knockout-Mäusen war dieser Effekt nicht nachweisbar. Ergänzt wurden die Daten um MRT-Perfusionsmessungen: Die intrathekale Applikation von Eigenblut als auch von PDPs führte zu einer reversiblen Verlangsamung des zerebralen Blutflusses zwischen dem dritten und siebten postinterventionellen Tag. Die histologische Nachuntersuchung des Hirngewebes in beiden Versuchsgruppen ergab darüber hinaus eine Proliferation der Gefäßwand von Hirnarterien.

### Schlussfolgerung

Aus den Ergebnissen der Studie kann abgeleitet werden, dass subarachnoidal applizierte Hämdegradationsprodukte eine akute Verengung des Durchmessers zerebraler Arteriolen bewirken. Die Substanzklasse der PDPs ruft darüber hinaus eine arterielle Gefäßwandproliferation sowie ein reversibles, zerebrales Perfusionsdefizit hervor, das mit dem Zeitgang einer experimentell induzierten SAB vergleichbar ist. Mit den PDPs konnte eine vasoaktive Substanzklasse identifiziert werden, die maßgeblich an der Entstehung des verzögerten zerebralen Vasospasmus beteiligt sein könnte.

Freie Vorträge II

## Die Bedeutung der Dysphagie bei Patienten mit spontaner Subarachnoidalblutung

\*T. Keser<sup>1</sup>, M. Kofler<sup>1</sup>, A. Schiefecker<sup>1</sup>, V. Rass<sup>1</sup>, M. Gaasch<sup>1</sup>, B. Ianos<sup>1</sup>, A. Lindner<sup>1</sup>, R. Beer<sup>1</sup>, B. Pfausler<sup>1</sup>, P. Rhomberg<sup>2</sup>, E. Schmutzhard<sup>1</sup>, R. Helbok<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Medizinische Universität Innsbruck, Neurologie, Innsbruck, Österreich

<sup>2</sup> Medizinische Universität Innsbruck, Neuroradiologie, Innsbruck, Österreich

### Fragestellung

Dysphagie ist eine häufige Komplikation bei cerebrovaskulären Erkrankungen und mit der Entwicklung von Pneumonien, Mangelernährung und erhöhter Sterblichkeit assoziiert. Die Bedeutung der Dysphagie bei Patienten mit spontaner Subarachnoidalblutung wurde bislang unzureichend untersucht.

### Methoden

Prospektiv gesammelte Daten von 270 konsekutiven Patienten mit spontaner Subarachnoidalblutung wurden bezüglich der Inzidenz der Dysphagie analysiert. Zur Abklärung von Schluckbeschwerden wurde der Bogenhauser Dysphagie Score (BODS) verwendet. Dysphagie wurde als BODS  $\geq 3$  während des Intensivaufenthalts definiert. Ein Hunt-&-Hess-Grad von vier oder fünf wurde als „poor clinical grade“, ein Modified Rankin Scale Score von  $\geq 3$  als „poor functional outcome“ definiert. Multivariate Analysen wurden mittels logistischer Regression durchgeführt.

### Ergebnisse

Das mediane Alter betrug 57 (IQR 47-68) Jahre, 157 Patienten (63%) waren weiblich. Dysphagie wurde bei 86 Patienten (34%) diagnostiziert. Ein Aneurysma wurde bei 191 Patienten (76%) nachgewiesen. Die Parameter Intubation ( $p < 0,001$ ), poor clinical grade bei Aufnahme ( $p = 0,036$ ), assoziiertes intraparenchymales Hämatom ( $p = 0,021$ ), Hydrocephalus ( $p = 0,005$ ) und Nachweis eines Aneurysmas ( $p < 0,001$ ) waren signifikant mit dem Auftreten einer Dysphagie assoziiert. Weiters war die Dysphagie unabhängig von konventionellen Risikofaktoren mit dem Auftreten einer Pneumonie (OR = 5,9, 95%-CI = 3,3-10,5,  $p < 0,001$ ) sowie mit einem längerem Intensivaufenthalt (29,5 versus 14 Tage,  $p < 0,001$ ) und einem schlechten Drei-Monats-Outcome (OR = 7,0, 95%-CI = 3,9-12,5,  $p < 0,001$ ) assoziiert.

### Schlussfolgerung

Die Dysphagie ist eine häufige Komplikation nach spontaner Subarachnoidalblutung und stellt einen unabhängigen Prädiktor für schlechtes Outcome dar. Engmaschiges Screening, insbesondere bei Risikopatienten, sowie Infekt-Surveillance sind mögliche präventive Maßnahmen.

### Freie Vorträge III

## Robotik in der Medizin – Rechtliche Herausforderungen

\*D. Sprengel

Leibniz-Universität Hannover, Juristische Fakultät, Hannover, Deutschland

Der Vortrag wird rechtliche Herausforderungen von Robotik in der Medizin am Beispiel von Mobilisationsrobotik übersichtlich und anhand von Beispielen darstellen.

### Hintergrund

Als Partner eines Forschungsprojekts betreuen wir die Entwicklung einer Mobilisationsrobotik aus juristischer Sicht. Die Mobilisationsrobotik wird rapide weiterentwickelt, sodass sich neue Anwendungsszenarien und juristische Probleme ergeben.

Die Robotik übernimmt den wesentlichen Teil der Therapie bis zu einem (teil-)autonomen Handeln und ist nicht mehr nur therapeutisches Hilfsmittel. Dafür sind Therapeuten eher überwachend, assistierend tätig. Aus dieser Entwicklung ergeben sich neue Problematiken, beispielsweise andere Verletzungsrisiken für Leib und Leben der Patienten.

Probleme entstehen auch aus der schweren Nachvollziehbarkeit von Fehlern. Die Zurechnungsstrukturen des Rechts werden vor neue Herausforderungen gestellt! Juristische Anforderungen insgesamt bedürfen einer sorgfältigen Konkretisierung, um für die Praxis hilfreich zu sein.

### Rechtliche Problemstellungen

Für die juristische Aufarbeitung ist eine Zusammenschau aller Rechtsgebiete notwendig. Es sind vielfältige Interessen, Rechte und Pflichten von Patienten, Herstellern, Anwendern und rechtlichen Betreuern von Patienten zu beachten.

Ausgangspunkt ist das Grundgesetz. Es versieht Patienten neben der Menschenwürde mit Persönlichkeitsrechten, dem Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit, der

Freiheit der Person und der allgemeinen Handlungsfreiheit. Für Hersteller und Forscher können zudem die Wissenschafts- und Berufsfreiheit relevant sein. Weitere öffentliche Gesetze konkretisieren diese Rechte. Es wird ein Überblick über die Normen gegeben und diskutiert, ob das bestehende „Sicherheitsrecht“ in diesem Kontext einen angemessenen Ausgleich gewähren kann.

Im Zivilrecht liegt ein Schwerpunkt darauf, den Handlungsmaßstab für die Anwender der Mobilisationsrobotik zu bestimmen, etwa um Schadensersatzansprüche zu verhindern. Ein möglicher Anknüpfungspunkt für die Haftung ist der Fahrlässigkeitsvorwurf. Gemeint ist die Verletzung der „im Verkehr erforderlichen Sorgfalt“; ein denkbar vager Maßstab. Auch die Pflicht, „alles Erforderliche und Zumutbare“ zu tun, um Schädigungen zu verhindern, ist ohne Zwischenschritt kaum praxistauglich.

Schließlich drohen den Beteiligten Strafbarkeiten wie Totschlag, Körperverletzung, Freiheitsberaubung, unterlassene Hilfeleistung oder die Verletzung von Privatgeheimnissen. Hier steht neben den Vorsatzdelikten die fahrlässige Begehungsweise im Fokus.

Um die Fragen umfassend zu würdigen, sind sämtliche Rechte und Pflichten der Beteiligten darzustellen. Hieraus ist der Verhaltensmaßstab für das jeweilige Szenario (Forschung oder Einsatz) und den jeweiligen Beteiligten zu entwickeln. Ein besonderer Fokus liegt auf der Autonomie des Patienten und der Haftung der Beteiligten.

### Einführende Literatur

Eric Hilgendorf, *Einführung in das Medizinstrafrecht*. München, 2016.

Freie Vorträge III

## Der Alberta stroke program early CT score (ASPECTS) als bildmorphologischer Indikator neurogener Dysphagien

S. Lapa<sup>1</sup>, C. Foerch<sup>1</sup>, O. C. Singer<sup>1</sup>, E. Hattingen<sup>2</sup>, \*S. Luger<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Goethe-Universitätsklinikum, Abteilung für Neurologie, Frankfurt am Main, Deutschland

<sup>2</sup> Goethe-Universitätsklinikum Frankfurt, Institut für Neuroradiologie, Frankfurt am Main, Deutschland

### Einleitung

Patienten mit akutem Hirninfarkt im Stromgebiet der A. cerebri media (ACM) weisen häufig Symptome einer Dysphagie auf, welche mit Malnutrition, der Entwicklung von Aspirationspneumonien und einer erhöhten Mortalität vergesellschaftet ist. Folglich ist die Identifikation von Schlaganfallpatienten mit Schluckstörungen frühzeitig nach Symptombeginn sehr wichtig. Bedside-Screening-Werkzeuge haben hier großen Stellenwert. Inwieweit hierzu auch bildgebende Instrumente verwendet werden können, ist bislang nicht bekannt. Wir untersuchten, ob der Alberta stroke program early CT score (ASPECTS) als Indikator neurogener Dysphagien bei Patienten mit ACM-Infarkten dienen könnte und ob diesbezüglich Unterschiede zwischen der rechten und linken Hemisphäre zu finden sind.

### Methoden

Die Studie basierte auf einem prospektiven Datensatz von 113 Patienten mit akutem ischämischen Hirninfarkt im ACM-Stromgebiet. Die fiberoptische endoskopische Evaluation des Schluckaktes (FEES) zur Klärung des Vorliegens einer Dysphagie (primärer Endpunkt) wurde bei jedem Patienten im Zeitraum von 24 Stunden nach stationärer Aufnahme durchgeführt. In der cerebralen Bildgebung (cCT oder cMRT) wurden die bildmorphologisch sicht-

baren Infarktzeichen mit Hilfe des ASPECT Scores graduiert.

### Ergebnisse

62 Patienten (54,9%) wurden nach erfolgter FEES-Untersuchung als dysphagisch eingestuft. Bei Patienten mit linkshemisphärischen Infarkten fanden sich die stärksten Assoziationen zwischen betroffenen ASPECTS Sektoren und Dysphagie für den Ncl. lentiformis (ExpB 0,113 [CI 0,028-0,433];  $p = 0,001$ ), die Insula (0,275 [0,102-0,742];  $p = 0,011$ ) und das frontale Operculum (0,280 [CI 0,094-0,834];  $p = 0,022$ ). Für rechtshemisphärische Infarkte ließen sich lediglich nicht-signifikante Assoziationen finden, die sich noch am stärksten für die Insula darstellten (0,385 [0,107-1,384];  $p = 0,144$ ). Für die linke Hemisphäre zeigte sich in einer multivariaten Regressionsanalyse eine unabhängige Assoziation zwischen niedrigeren ASPECT Scores und Dysphagie, wohingegen dies für die rechte Hemisphäre nicht der Fall war.

### Interpretation

Die Verteilung und das Ausmaß von bildmorphologischen cerebralen Ischämiezeichen gemäß ASPECTS kann als Indikator einer neurogenen Dysphagie in Patienten mit Hirninfarkten im MCA-Stromgebiet Anwendung finden, insbesondere wenn die linke Hemisphäre betroffen ist.

## Freie Vorträge III

## Konzentriertes intranasales Midazolam zur Behandlung des Status epilepticus: Eine Pharmako-EEG-Studie

\*L. Kay, N. Merkel, A. von Blomberg, N. Jahn, L. M. Willems, P. Reif, S. Schubert-Bast, F. Rosenow, A. Strzelczyk

Epilepsiezentrum Frankfurt Rhein-Main, Klinik für Neurologie, Goethe Universität, Frankfurt am Main, Deutschland

### Hintergrund

Der Status epilepticus (SE) stellt einen medizinischen Notfall dar und bedarf einer schnellen und sicheren Gabe von Notfallmedikamenten wie zum Beispiel intranasalem Midazolam (in-MDZ) zu seiner Beendigung sowie zur Vermeidung von Komplikationen. Gegenstand dieser Untersuchung ist die Tolerabilität und Effektivität von in-MDZ als Ersttherapie des SE im Krankenhaus bei Jugendlichen und Erwachsenen unter EEG-Ableitung.

### Methoden

Alle Patienten, die im Universitätsklinikum Frankfurt in der Abteilung für Neurologie und Neurochirurgie aufgrund eines SE mit in-MDZ unter EEG-Monitoring zwischen August 2015 und April 2018 behandelt wurden, sind in diese retrospektive Analyse eingeschlossen worden.

Daten zur medizinischen Vorgeschichte, Epilepsiesyndrom und -behandlung sowie Dosis, Wirksamkeit und Nebenwirkungen von in-MDZ wurden erfasst. Die Zeit bis zum Ende des SE wurde unter Berücksichtigung der Medikationsreihenfolge von zwei zertifizierten Epileptologen unabhängig analysiert. Darüberhinaus wurde eine Zeit-Frequenz-Analyse der EEG-Datensätze angefertigt.

### Ergebnisse

Insgesamt wurden 42 Patienten (durchschnittliches Alter  $52,7 \pm 22,7$  Jahre; 19 männ-

lich [45,2%]) mit in-MDZ im SE behandelt. Die mittlere Dosis von in-MDZ betrug 6,4 mg (Spannweite [SW] 2,5-10 mg; Standardabweichung [SA] 2,6). Bei fünf Patienten (11,9%) traten unerwünschte Reaktionen auf, von denen keine als schwerwiegend einzustufen war.

Insgesamt konnte bei 24 Patienten der SE nach Gabe von in-MDZ durchbrochen werden, ohne dass weitere Benzodiazepine oder Antikonvulsiva gegeben wurden (57,1%). Im Durchschnitt war der SE fünf Minuten und fünf Sekunden nach Gabe von in-MDZ beendet (SW 00:00:29-00:14:53; SA 00:03:10). Bei 18 Patienten zeigte das EEG nach Gabe von in-MDZ weiterhin einen SE (42,9%).

In der Analyse der EEG-Zeit-Frequenz-Analyse konnte das Auftreten eines Beta-Effekts nach Gabe von Midazolam gezeigt werden.

### Schlussfolgerungen

In-MDZ erwies sich als effektiv und sicher in der Ersttherapie des SE im Krankenhaus. Vorangegangene Studien konnten bereits zeigen, dass nicht-intravenöse Darreichungsformen von Benzodiazepinen schneller verabreicht werden können im Vergleich zu einer intravenösen Gabe. Aufgrund der hohen Relevanz des schnellen Behandlungsbeginns beim SE, welcher mit einem besseren Outcome einhergeht, sollte in-MDZ auch bei Patienten im Krankenhaus, bei denen es zu Therapieverzögerungen kommen könnte, bedacht werden.

## Freie Vorträge III

## Nachteiliger Effekt der Narkosedauer auf das klinische Ergebnis nach endovaskulärer Therapie des akuten Schlaganfalls

L. Raming<sup>1</sup>, J. Barlinn<sup>1</sup>, H. Moustafa<sup>1</sup>, T. Siepmann<sup>1</sup>, A. Abramjuk<sup>2</sup>, K. Haedrich<sup>2</sup>, A. Prakapenia<sup>1</sup>, J. Linn<sup>2</sup>, V. Puetz<sup>1</sup>, \*K. Barlinn<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitätsklinikum Dresden, Klinik für Neurologie, Dresden, Deutschland

<sup>2</sup> Universitätsklinikum Dresden, Institut für Neuroradiologie, Dresden, Deutschland

### Einleitung

Es herrscht Unklarheit darüber, inwieweit eine Narkose während einer endovaskulären Therapie (EVT) von proximalen Gefäßverschlüssen relevanten Einfluss auf das klinische Ergebnis nimmt. Wenig bekannt ist zudem der Einfluss der Narkosedauer selbst, bedürfen Schlaganfallpatienten doch häufig einer Fortsetzung der Narkose nach EVT. Das Ziel dieser monozentrischen Untersuchung war es, bei akuten Schlaganfallpatienten den Einfluss der Narkosedauer im Rahmen einer EVT auf das funktionelle Ergebnis und das Überleben zu untersuchen.

### Methodik

Es wurden akute Schlaganfallpatienten mit proximalem Gefäßverschluss im anterioren Stromgebiet prospektiv erfasst, die im Zeitraum 01/2016 bis 03/2018 an unserem neurovaskulären Zentrum eine EVT erhielten. Um den alleinigen Effekt der Narkose zu untersuchen, berücksichtigten wir ausschließlich Patienten für unsere Analyse, die nicht länger als 72 Stunden (z.B. aufgrund von raumfordernden Infarkten, pulmonaler Indikation) narkotisiert waren. Wir verwendeten ein logistisches Regressionsmodell, um die Assoziation zwischen der Narkosedauer und den klinischen Endpunkten günstiges funktionelles Ergebnis (modifizierte Rankin-Skala 0-2) und Überleben nach drei Monaten zu untersuchen.

### Ergebnisse

Von insgesamt 253 prospektiv erfassten Patienten erfüllten 138 Patienten unsere Analyse kriterien: medianes Alter 77 Jahre (Interquartilsbereich, 65-82); 46 Prozent männlich; medianer NIHSS-Punktwert 18 (15-21). Die mediane Dauer der Narkose betrug 5,4 (2,5-19,7) Stunden und die der Intubation 8,3 (3,2-32,3) Stunden. Im Median wurde die Narkose nach EVT für 3,6 (0,8-18,4) Stunden fortgesetzt. In der logistischen Regressionsanalyse, adjustiert für klinische und bildgebende Co-Variablen, fand sich eine negative Assoziation zwischen der Dauer der Narkose und günstiges funktionelles Ergebnis ( $p = 0,028$ ) sowie Überleben ( $p = 0,019$ ) nach drei Monaten. Alle weiteren 15 Minuten unter Narkose reduzierten die Wahrscheinlichkeit auf ein günstiges funktionelles Ergebnis um sechs Prozent (95%-CI, 0,89-0,99;  $p = 0,028$ ) sowie auf Überleben um drei Prozent (95%-CI, 0,94-0,99;  $p = 0,019$ ). Diese Assoziationen blieben auch dann bestehen, wenn wir ausschließlich die Narkosedauer nach Beendigung der EVT berücksichtigten.

### Schlussfolgerung

Die Dauer der Narkose scheint einen nachteiligen Effekt auf das klinische Ergebnis nach einer endovaskulären Therapie des akuten Schlaganfalls auszuüben. Inwieweit sich eine frühzeitige Rücknahme der Narkose vorteilhaft auf das klinische Ergebnis auswirkt, bedarf weiterer klinischer Prüfung.



## Freie Vorträge III

## Vergleichbare klinische Ergebnisse nach endovaskulärer Therapie bei telemedizinisch verlegten Schlaganfallpatienten mit akutem Gefäßverschluss

\*H. Moustafa<sup>1</sup>, A. Prakapenia<sup>1</sup>, T. Siepmann<sup>1</sup>, K. Haedrich<sup>1</sup>, L. P. Pallesen<sup>1</sup>, C. Wojciechowski<sup>1</sup>, J. Gerber<sup>2</sup>, V. Puetz<sup>1</sup>, J. Linn<sup>2</sup>, J. Barlinn<sup>1</sup>, K. Barlinn<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Neurologie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden, Klinik für Neurologie, Dresden, Deutschland

<sup>2</sup> Institut für Neuroradiologie, Dresden, Deutschland

### Einleitung

Eine erst kürzlich veröffentlichte explorative Analyse weist auf einen vergleichbaren Nutzen der endovaskulären Therapie (EVT) bei akuten Schlaganfallpatienten mit proximalem Gefäßverschluss hin, ungeachtet dessen, ob diese nach telemedizinischer Beratung verlegt oder direkt an einem Schlaganfallzentrum aufgenommen werden. Das Ziel dieser monozentrischen Studie war es, anhand prospektiver Daten den telemedizinischen Stellenwert für die EVT zu untersuchen.

### Methodik

Es wurden Patienten mit akutem Gefäßverschluss im anterioren Stromgebiet prospektiv registriert, die zwischen Januar 2016 und März 2018 an unserem neurovaskulären Zentrum eine EVT erhielten. Wir unterschieden Patienten anhand deren Aufnahmemodus in zwei Gruppen, wobei erstere telemedizinisch verlegte Patienten und letztere direkt angenommene Patienten umfassten. Zwischen diesen Gruppen verglichen wir klinische und bildgebende Variablen sowie die outcome Parameter symptomatische intrazerebrale Blutung (sICB), Reperfusion (TICI 2b/3), günstiges funktionelles Ergebnis (mRS < 2) und Überleben nach jeweils drei Monaten.

### Ergebnisse

Von insgesamt 513 prospektiv erfassten Patienten, die innerhalb des Beobachtungszeitrau-

mes an unserem Zentrum eine EVT erhielten, erfüllten 164 Patienten unsere Analysekriterien: medianes Alter 76 Jahre (Interquartilsbereich, 66-82); 46 Prozent Männer; medianer NIHSS-Punktwert 17 (Interquartilsbereich, 13-20). Von diesen Patienten wurden 73 (44,5%) nach vorheriger telemedizinischer Beratung zu uns verlegt und 91 (55,5%) direkt in unserer Notaufnahme vorgestellt. Telemedizinische Patienten wiesen längere onset-to-needle (median: 128 [95-150] vs. 103 [87-122] min;  $p = 0,051$ ) und onset-to-groin puncture (median: 295,5 [248-340] vs. 180 [132-220] min;  $p < 0,0001$ ) Zeiten als direkt angenommene Patienten auf. Darüber hinaus lagen keine signifikanten Unterschiede ( $p > 0,05$ ) zwischen beiden Gruppen vor. Hinsichtlich des Auftretens einer sICB (2,7% vs. 1,1%;  $p = 0,586$ ), einer Reperfusion (80,0% vs. 76,9%;  $p = 0,545$ ), eines günstigen funktionellen Ergebnisses (23,9% vs. 28,9%;  $p = 0,481$ ) sowie Überleben (73,2% vs. 67,0%;  $p = 0,393$ ) nach drei Monaten fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen.

### Schlussfolgerung

Patienten mit einem akutem Gefäßverschluss scheinen einen vergleichbaren Nutzen von der EVT zu haben, ungeachtet dessen, ob sie nach telemedizinischer Beratung verlegt oder unmittelbar an einem Schlaganfallzentrum angenommen werden.

Freie Vorträge III

## Outcome prediction in post cardiac arrest patients using automated assessment of Gray-White Matter Ratio (GWR) in brain computed tomography

\*M. Kenda<sup>1</sup>, M. Scheel<sup>2</sup>, A. Kemmling<sup>3</sup>, C. Storm<sup>4</sup>, C. J. Ploner<sup>1</sup>, C. Leithner<sup>1</sup><sup>1</sup> Charité – Universitätsmedizin Berlin, Klinik für Neurologie, Berlin, Deutschland<sup>2</sup> Charité – Universitätsmedizin Berlin, Institut für Neuroradiologie, Berlin, Deutschland<sup>3</sup> Universitätsklinikum Münster, Institut für Klinische Radiologie, Münster, Deutschland<sup>4</sup> Charité – Universitätsmedizin Berlin, Medizinische Klinik mit Schwerpunkt Nephrologie und Internistische Intensivmedizin (CVK/CCM), Berlin, Deutschland

### Background

Outcome prediction in the early phase after cardiac arrest and resuscitation remains challenging. Brain computed tomography is frequently used to investigate the extent of hypoxic-ischemic encephalopathy (HIE). Determination of the gray-white matter ratio (GWR) is one possibility to quantify the changes associated with HIE, but it requires a rater dependent, manual placement of regions-of-interest (ROI). In order to minimize inter-rater-variability, we investigated an automated method for determination of GWR in brain CT of cardiac arrest survivors.

### Methods

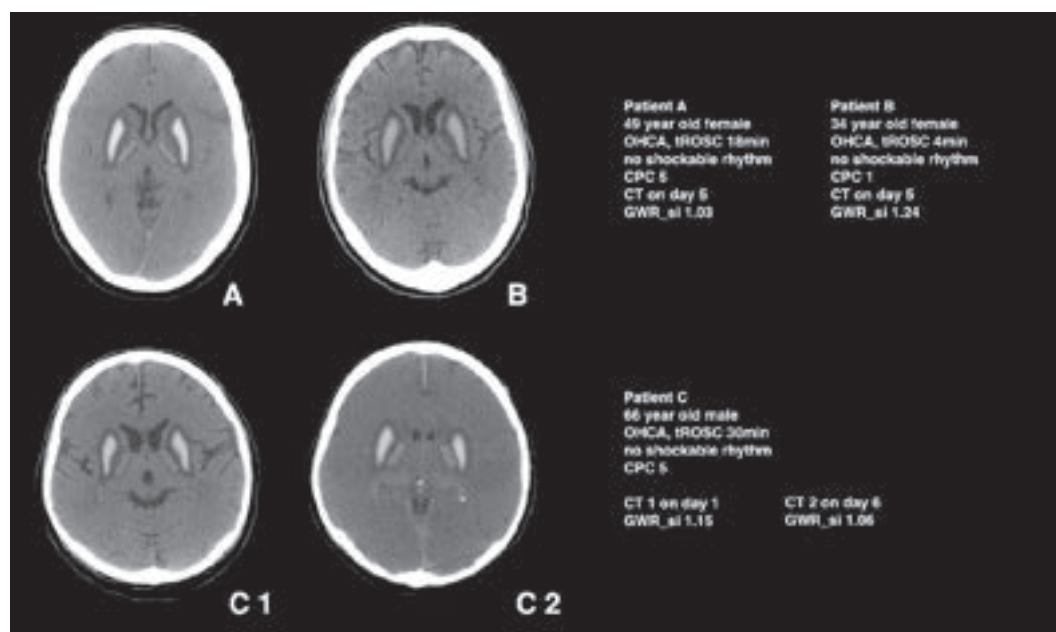
From a prospective database we identified 294 patients with cardiac arrest, all treated with targeted temperature management at 33 °C for

24 hours, who had received one or more brain CTs within the first ten days. Images were automatically analyzed using CT-MRI coregistration with the FMRIB Software Library (FSL) and MRI Atlas regions (examples in Figure 1). GWR was calculated as ratio between the mean regional Hounsfield Units (HU) in the posterior limb of the internal capsule (PLIC) and the mean HU in the Putamen, weighted by tissue probability.

### Results

310 brain CT images of 261 patients were successfully included in the final analysis. Median Age was 62 years (IQR 48-73). 99 (38%) patients had a good neurological outcome, defined as Cerebral Performance Category (CPC) 1-3 and 162 (62%) patients had a poor outcome (CPC 4-5) at ICU discharge. GWR was significantly lower

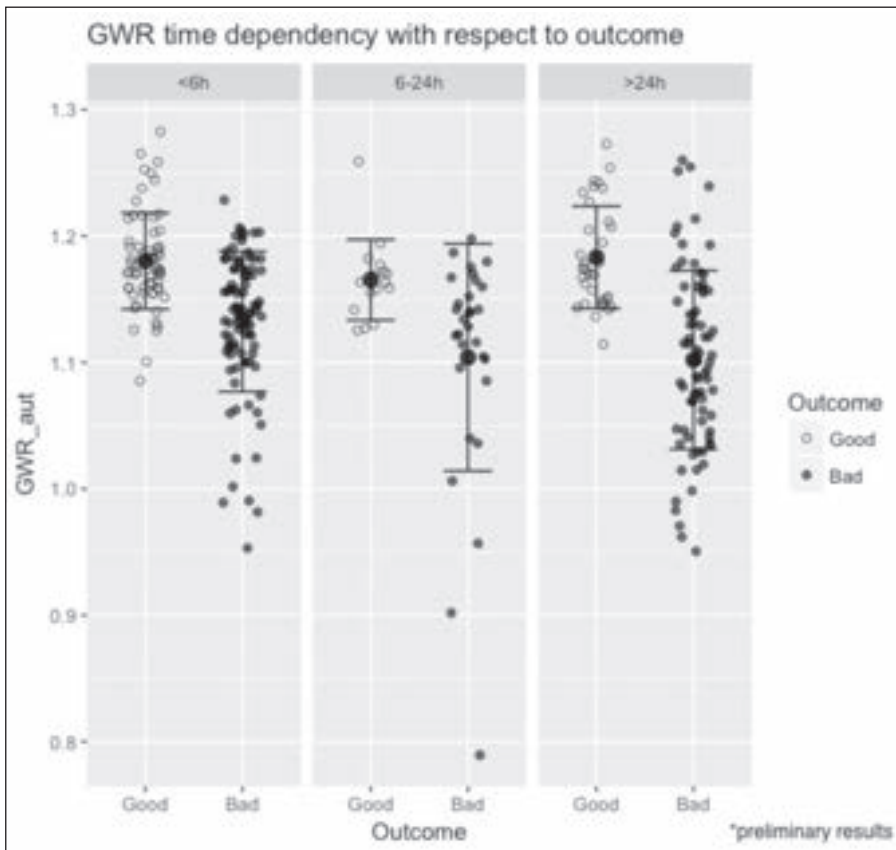
Figure 1



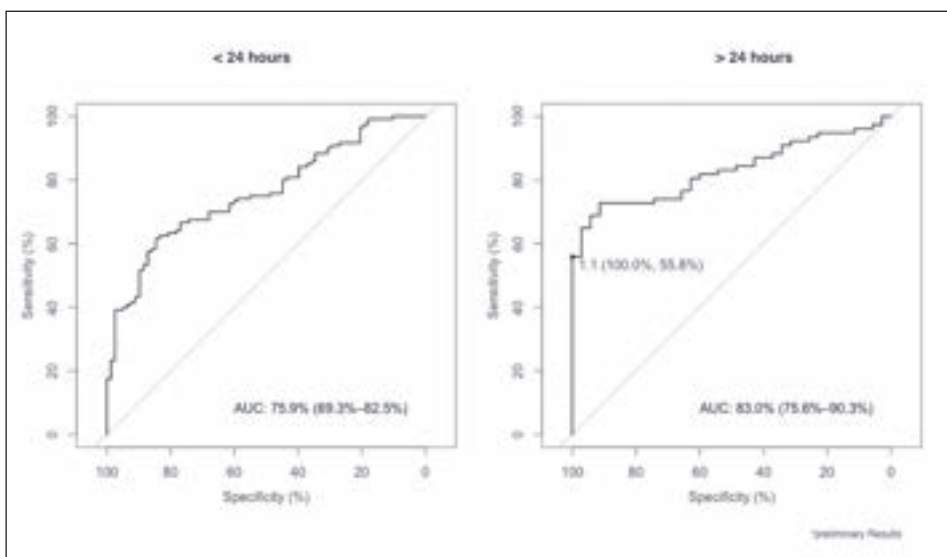
in patients with poor outcome (Figure 2). An automated GWR < 1.11 in CTs performed at least 24 hours after arrest (n = 112) predicted poor outcome in patients with 100 percent specificity and 56 percent sensitivity, Receiver-operating-characteristic (ROC) analysis demonstrated an area-under-the-curve (AUC) of 83 percent (CI 76%-90%) (Figure 3).

**Conclusion**

Automated assessment of GWR in brain computed tomography after cardiac arrest is a rater-independent method which may improve prognostication of neurological outcome. The sensitivity for poor outcome prediction is better in CTs performed at least 24 -48 hours after cardiac arrest as compared to CT upon hospital arrival.



**Figure 2**



**Figure 3**