



57. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie e.V. Kongress Palais Kassel

Wissenschaftliche Leitung
Prof. Dr. med. Peter Schramm (Lübeck)

Dieses Supplement wurde von der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie finanziert.

Inhaltsverzeichnis

Abstracts

Entzündliche Erkrankungen	S3
Vortrag/PowerPitch.....	S3
E-Poster	S5
Interventionelle Neuroradiologie	S9
Vortrag/PowerPitch.....	S9
Vorträge Young Scientist	S14
E-Poster	S17
KI in Praxis und Forschung	S46
Vortrag/PowerPitch.....	S46
E-Poster	S52
Neurodegenerative Erkrankungen	S65
Vortrag/PowerPitch.....	S65
E-Poster	S69
Neuroonkologie	S71
Vortrag/PowerPitch.....	S71
E-Poster	S79
Pädiatrische Neuroradiologie	S83
Vortrag/PowerPitch.....	S83
E-Poster	S85
Sonstiges	S85
Vortrag/PowerPitch.....	S85
Vorträge Young Scientist	S89
E-Poster	S90
Autorenverzeichnis	

Bei den mit * gekennzeichneten Autoren handelt es sich um die präsentierenden Autoren.

Entzündliche Erkrankungen

Power Pitch Vorträge

[29] MAGNON – Implementation and contribution of Lublin Criteria and quantitative MRI-analysis for daily clinical routine of MS Patients

Olaf Hoffmann¹, Manda Jankovic², Verena Isabell Leussink³, Lothar Spies⁴, Marie Groth^{5*}

¹St.Josefs-Krankenhaus Potsdam-Sanssouci, Potsdam, Deutschland,

²Sauerlandklinik Hachen, Sundern, Deutschland

³Praxis Neurologie in Meerbusch, Meerbusch, Deutschland

⁴jung diagnostics GmbH, Hamburg, Deutschland

⁵Novartis Pharma GmbH, Nürnberg, Deutschland

Background: Revised Lublin criteria provide a definition of remitting and progressing Multiple Sclerosis to classify disease activity of patients with Secondary Progressive Multiple Sclerosis (SPMS). However, Lublin criteria are only rarely used in clinical practice, similar to quantitative and standardized MRI analyses, which are often not part of standard routine care in patient management. MAGNON aims to evaluate if standardized quantification of MRI data sampled from clinical routine using standardized MRI acquisition protocols and assessment of MS patients based on the Lublin criteria provide benefits for neurologists working in day-to-day MS patient management.

Methods: Approximately 650 MRI scans of patients with SPMS or suspected SPMS will be provided by 50 centers in Germany. The analysis of standardized MRI data will comprise a volumetric quantification of brain and thalamic volumes as well as T2-lesion-volume and number using a centralised automatic processing pipeline (Biometrica MS®, jung diagnostics GmbH). Percentage brain volume change and new and enlarging T2 lesions are computed when follow-up scans are available. The value of a quantitative MRI analysis and the impact on patient assessment, including potential changes in Lublin classification, will be evaluated.

Results: First interim analysis data show that already a single standardized MRI scan can provide insights on disease activity and progression. Moreover, physicians state that already a single MRI suggests a change in MS treatment for about 40 % of their patients with suspected SPMS¹.

Discussion/Conclusion: MAGNON interim results indicate that quantification of lesion volume as well as brain and thalamic atrophy on routine MRI may facilitate the individual assessment of disease activity and progression according to the Lublin criteria and thus enhance individualized patient care.

Conflict of Interest: OH has received research support from Biogen, Sanofi and Novartis and honoraria for lectures and/or consulting from Alexion, Bayer, Biogen, Celgene, Janssen, Merck, Novartis, Roche and Sanofi. MJ has received research support, consulting fee and honoraria for lectures from Bristol Myers Squibb (2021). VIL has received research support, consulting fee and honoraria for lectures from Biogen, Novartis, Roche, and Teva. MG is an employee of Novartis Pharma GmbH. The project was sponsored by Novartis Pharma GmbH.

References

- Hoffmann et al. (2022) Oral Presentation. OPR-139 at EAN.

[79] Die quantitative T1-Kartierung als in vivo Biomarker detektiert diffuse Gewebsveränderungen in spezifischen Hirnregionen in genesenen COVID-19 Patienten

Masia Fahim¹, Elke Hattingen¹, Alina Jurcoane¹, Jan-Rüdiger Schüre¹, Svenja Klinsing², Ümniye Balaban³, Yascha Khodamoradi⁴, Makoto Kiyose², Kolja Jahnke², Michael Ronellenfisch^{2,5}, Maria Vehreschild⁴, Ralf Deichmann⁶, Christophe Arendt^{1*}

¹Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

²Institut für Neurologie, Universitätsklinikum Frankfurt, Deutschland,

³Institut für Biostatistik und mathematische Modellierung, Goethe-Universität Frankfurt, Deutschland

⁴Zentrum der Inneren Medizin, Infektiologie, Universitätsklinikum Frankfurt, Deutschland

⁵Dr. Senckenbergisches Institut für Neuroonkologie, Universitätsklinikum Frankfurt, Deutschland

⁶Brain Imaging Center, Goethe-Universität Frankfurt, Deutschland

Hintergrund: Infektionen mit SARS-CoV-2 stehen im Zusammenhang mit Hirnveränderungen. Ziel war es, die zerebrale Mikrostruktur mittels Kartierung der T1-Relaxationszeit in genesenen COVID-19-Patienten zu evaluieren.

Methoden: Rezent SARS-CoV-2-Infizierte und alters- und geschlechtsspezifisch abgestimmte Kontrollpersonen wurden prospektiv eingeschlossen. T1-Relaxationszeiten wurden mit der variablen Flipwinkelmethode berechnet. Die Segmentierung erfolgte auf synthetischen MP-RAGE-Bildern für folgende Strukturen seitengrennt: graue und weiße Substanz, Hippocampus, Amygdala, Putamen, Pallidum, Nucleus accumbens und caudatus. MP-RAGE und FLAIR-

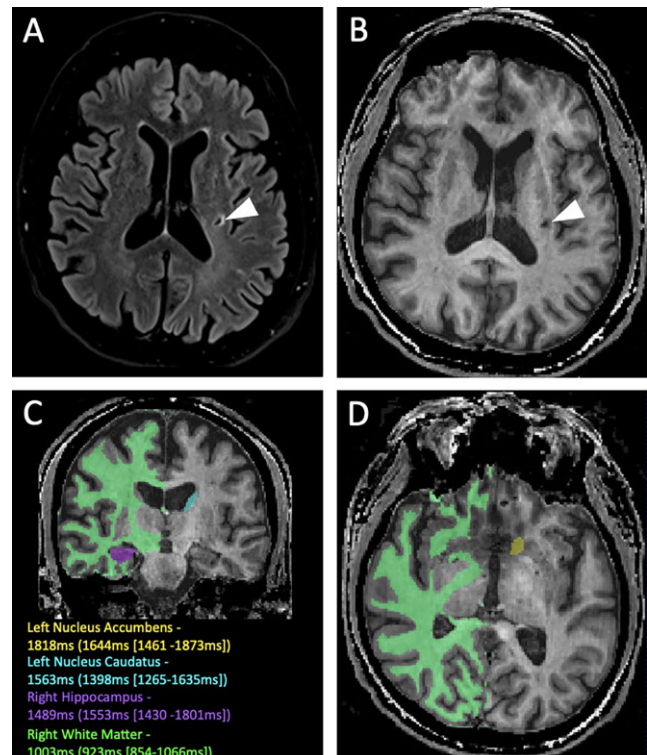


Abb. 1 | 79 66-jähriges Subjekt mit FLAIR (A) und synthetischer MP-RAGE (B), letztere T1-koregistriert mit automatisch segmentierten Strukturen (C&D). Der ehemals durch COVID-19 hospitalisierte Patient weist einen lakunären Schlaganfall (Pfeilspitzen) und veränderte T1-Relaxationszeiten auf (C, mediane T1-Werte vs. Gruppenwerte [IQR] der angepassten Kontrollen ≥ 40 Jahre)

Bilder wurden visuell hinsichtlich Läsionen der weißen Substanz und chronischen Infarkten untersucht. Zusätzlich wurden Fragebögen zu Symptomen, Vorerkrankungen, Gesundheitszustand, Depression, Schlaf, Schlafqualität, sowie neurologische Untersuchungen inklusive Riech- und Kognitionstest durchgeführt.

Ergebnisse: 145 Teilnehmer (medianes Alter [Interquartilsabstand], 46 [33,5–53] Jahre; 73 Frauen) wurden zwischen September 2020 und Dezember 2021 eingeschlossen, von denen sich 69 von COVID-19 erholten haben (davon 43 zu Hause und 26 im Krankenhaus) und 76 als Kontrollsubjekte dienten. Das Zeitintervall zwischen Diagnose und MRT betrug 157 [111,5–267,5] Tage. Initial hospitalisierte Patienten im Alter ≥ 40 Jahren hatten höhere T1-Werte als die angepassten Kontrollen in folgenden Bereichen: rechte weiße Substanz (+14,0 ms, $p=0,039$) und Hippocampus (+34,3 ms, $p=0,039$), linker Nucleus caudatus (+44,0 ms, $p=0,017$) und accumbens (+69,2 ms, $p=0,034$). Keine der T1-Werte zeigte Zusammenhänge mit visuellen Befunden, Vorerkrankungen, Zeit seit COVID-19 Diagnose, Aufenthaltsdauer im Krankenhaus und Ergebnissen aus den dezierten Tests.

Diskussion: Die vorliegende Studie berichtet über subtile qT1-Gewebsveränderungen in spezifischen Hirnregionen bei kürzlich an COVID-19 erkrankten Patienten, abhängig von der Hospitalisierung und ab einem Alter von 40 Jahren aufwärts.

Fazit: qT1 gibt Aufschluss über mikrostrukturelle Veränderungen in genesenen COVID-19-Patienten.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[88] Dental MRI – The extent of periodontal edema in T2 STIR sequences can be used to monitor active high-grade periodontal disease

Julian Schwarting^{1*}, Florian A. Probst², Magdalena Griesbauer¹, Egon Burian³, Yoana Malenova², Matthias Folwaczny⁴, Monika Probst¹

¹Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, München, Deutschland

²Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Klinikum der LMU München, München, Deutschland

³Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Klinikum Rechts der Isar, Technische Universität München, München, Deutschland

⁴Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten, Klinikum der LMU München, München, Deutschland

Background: Periodontal disease can be visualized in 3T MRI with T2-weighted STIR and Fast Field Echo T1-weighted Black Bone sequences where hyperintense edema and bone loss correlate to the typical clinical findings periodontal pocket depth and gum bleeds.

Aim of this study was to investigate the reversibility of imaging findings through standard treatment in the timespan of 3 months in correlation to the clinical examination status, in order to determine whether MRI imaging can be used to monitor disease activity.

Methods: 36 patients with generalized periodontitis were prospectively analyzed and were imaged with 3D isotropic T2-weighted STIR and Fast Field Echo T1-weighted Black bone sequences before and 3 months after standard therapy. Bone edema depth was measured in 164 teeth in the STIR sequence before and after treatment. Results were compared with standardized clinical examinations according to the periodontal screening index (PSI).

Results: Periodontitis results in bone edema adjacent to affected teeth with an average depth of 1.8 ± 0.18 mm. 3 months after therapy, mean edema depth shrank to 1.5 ± 0.14 mm, $p < .01$. Edema reduction was observed only in patients with bleeding on probing (BOP) before treatment (2.0 ± 0.21 mm vs. 1.7 ± 0.16 mm, $p < .01$), while there was no change in patients without BOP (0.71 ± 0.19 mm vs. 0.75 ± 0.21 mm). Changes were observed most prominently in patients with clinical-

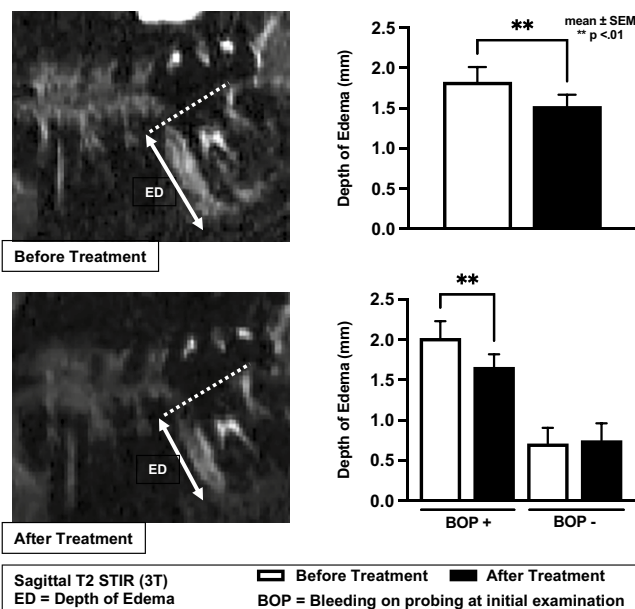


Fig. 1 | 88

ly measured periodontal pockets >5 mm depth (3.4 ± 0.36 mm vs. 2.4 ± 0.26 mm, $p \leq .001$).

Discussion: A reduction of periodontal bone edema in the T2 STIR was observed in patients with Grade 4 periodontitis. This provides additional information for therapy monitoring and could potentially validate future therapy methods.

Conclusion: Periodontal osseous edema in T2 STIR imaging can be used to monitor inflammation in patients with high-grade periodontal disease.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[204] Periphere Nervenbeteiligung bei Erstdiagnose Multiple Sklerose: eine prospektive MR-Neurographie-Studie

Olivia Fösleitner^{1*}, Laura Bettina Jäger², Daniel Schwarz¹, Jennifer Kollmer¹, Georges Sam², Brigitte Wildemann², Wolfgang Wick², Martin Bendszus¹, Sabine Heiland¹

¹Abteilung für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

²Abteilung für Neurologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Hintergrund: Multiple Sklerose (MS) ist definiert als demyelinisierende Erkrankung des zentralen Nervensystems. Die Beteiligung peripherer Nerven ist umstritten und der mögliche Wirkmechanismus unklar. Ziel dieser Studie war es, eine periphere Nervenbeteiligung bei MS-Patient:innen mit erster klinischer Manifestation mittels quantitativer MR-Neurographie (MRN) zu untersuchen.

Methoden: In dieser prospektiven monozentrischen Studie wurden 30 Patient:innen mit Erstdiagnose MS gemäß aktueller McDonald-Kriterien (19 Frauen, mittleres Alter $32,4 \pm 8,8$ Jahre) und 30 gematchte gesunde Kontrollen mittels hochauflösender 3T MRN untersucht. Es wurden Dual-Echo T2-Relaxometrie-Sequenzen des Nervus tibialis und peroneus vom proximalen Oberschenkel bis distalen Unterschenkel akquiriert. Die MR-Biomarker T2-Relaxationszeit (T2app), Protonenspindichte (PSD) und Nervenquerschnitt wurden mit klinischen Symptomen, intrathekalen Immunglobulin (Ig)-synthese, Elektroneurographie und Läsionslast im zerebralen und spinalen MRT korreliert. Die diagnostische Güte der MRN-Biomarker wurde mittels ROC-Analyse bestimmt.

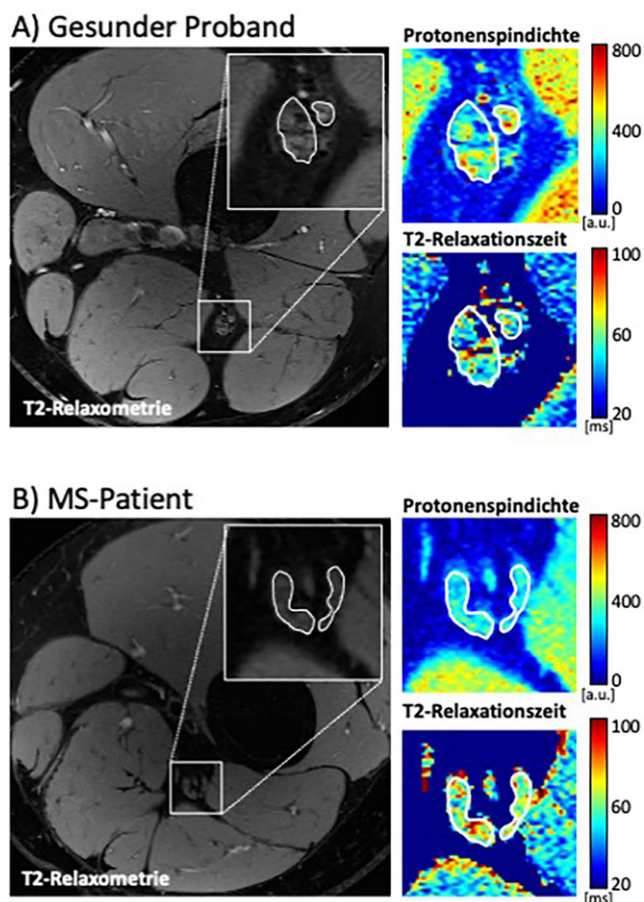


Abb. 1 | 204 Repräsentative T2-Relaxometriekarten des Nervus tibialis und peroneus (weiße Kontur) im distalen Oberschenkel bei einem gesunden Probanden (A) und einem MS-Patienten (B) zeigen die verminderte PSD und erhöhte T2-Relaxationszeit bei MS

Ergebnisse: MS-Patient:innen zeigten diffuse Veränderungen im Nervus tibialis und peroneus im Vergleich zur Kontrollgruppe mit verminderter PSD ($p < 0,001$), erhöhter $T2_{app}$ ($p < 0,001$), und geringem tibialen Nervenquerschnitt ($p < 0,001$). Die tibiale PSD erzielte die höchste diagnostische Genauigkeit ($AUC = 0,876$) in der Unterscheidung von Patient:innen und Gesunden. Die intrathekale IgG- und IgM-Synthese korrelierte mit der PSD ($r = -0,44$, $p = 0,016$). Patient:innen mit kontrastmittelaufnehmenden zerebralen oder spinalen Läsionen zeigten einen größeren tibialen und peronealen Nervenquerschnitt ($p < 0,001$, $p = 0,033$). Auffälligkeiten in der Elektroneurographie korrelierten mit der $T2_{app}$ ($p < 0,001$), PSD ($p = 0,002$) und dem Nervenquerschnitt ($p < 0,001$).

Discussion and Conclusion: Die quantitative MRN zeigt eine periphere Nervenbeteiligung bei MS-Patient:innen bereits bei Erstdiagnose. Die Korrelation der MRN-Biomarker mit der intrathekalen Immunglobulinsynthese könnte auf eine primäre Mitbeteiligung des peripheren Nervensystems bei Multipler Sklerose hindeuten.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

E-Poster

[275] Investigation of Blood Brain Barrier Breakdown and Early Clearance in Patients with Cerebral Small Vessel Disease using Contrast Enhanced MRI

Erelle Fuchs^{1*}, Hendrik Mattern^{2,3}, Anna-Charlotte John¹, Seraphine Zobel¹, Stefan Vielhaber⁴, Emrah Düzel^{5,6}, Anne Maass⁷, Esther Kühn^{8,9,10,11}, Stefanie Schreiber^{4,7,10}, Daniel Behme¹

¹Universitätsklinikum Magdeburg, Neuroradiologie, Magdeburg, Deutschland

²Biomedical Magnetic Resonance, Faculty of Natural Sciences, Magdeburg, Deutschland

³German Center for Neurodegenerative Diseases (DZNE), Gemischte zerebrale Pathologien und kognitives Altern, Magdeburg, Deutschland

⁴Universitätsklinikum Magdeburg, Neurologie, Magdeburg, Deutschland

⁵German Center for Neurodegenerative Diseases (DZNE, Klinische Neurophysiologie und Gedächtnis, Magdeburg, Deutschland

⁶Institut für Kognitive Neurologie & Demenzforschung, SFB-1436, Magdeburg, Deutschland

⁷German Center for Neurodegenerative Diseases (DZNE), Multimodales Neuroimaging, Magdeburg, Deutschland

⁸Institute for Cognitive Neurology and Dementia Research (IKND), Otto-von-Guericke University Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

⁹German Center for Neurodegenerative Diseases (DZNE), Magdeburg, Deutschland

¹⁰Center for Behavioral Brain Sciences (CBBS), Magdeburg, Deutschland

¹¹Hertie Institute for Clinical Brain Research, Tübingen, Deutschland

The integrity of the blood brain barrier (BBB) and glymphatic system is essential for brain health and waste clearance (Albayram et al., 2022). Impaired crosstalk between these systems could be a key player in the poorly understood pathomechanism in sporadic cerebral small vessel disease (CSVD), which includes cerebral amyloid angiopathy (CAA) and hypertensive arteriopathy (HA) (Perosa et al., 2022).

The goal of this study was to measure BBB breakdown and early clearance in patients with CSVD via gadolinium based contrast (GBCA)-enhanced T1 W 3D TSE black blood imaging. This methodology was adapted from Deike-Hofmann et al. (2019) who assessed the glymphatic pathway in patients with cerebral metastases using GBCA-enhanced, late enhancement hT2 W-FLAIR. BBB breakdown and early clearance were investigated simultaneously using pre and post sequences taken 10 minutes apart after intravenous GBCA admission. Changes in signal intensities (SI) from pre- to post-GBCA were measured in 39 regions of interest (ROI) of the brain. SI changes were assessed globally, and along the ventral and dorsal drainage pathways (Albayram et al., 2022).

A significant increase in SI from pre to post GBCA was shown in all CSVD subgroups, globally, ventrally, and dorsally with paired t-tests after adjustment for multiple comparisons (Table 1). Between groups, SI changes from the choroid plexus to the ventricles were observed as early as 10 min after GBCA admission. Seeing as GBCA infiltrated the choroid plexus as well as peripheral nerve endings (Fig. 1), it is likely that BBB breakdown and early clearance alteration was detected.

The significant increase in SI post GBCA in the CSVD cases might point towards BBB breakdown and potential deficits in early clearance. Comparisons within subgroups showed significant differences but were not significant in the inter-group comparisons, perhaps due to the small size of the control ($n = 2$).

Our preliminary, on-going study suggests that there is a BBB breakdown as well as early clearance disruption in patients with CSVD. In the future, our proposed early clearance concept will be validated with the established late-enhancement approach (i. e. 3–48 h post contrast).

There is no conflict of interest.

Fig. 1 | 275 Relative signal intensity (SI) change in control patients and patients with CSVD (HA, CAA). SI measurements of the various ROIs were normalized by the SI of brain parenchyma in the left frontal lobe, anterior to the second centricle. Relative signal intensity was calculated via following equation: $\text{relative SI increase} = (\text{SI}_{\text{post}} - \text{SI}_{\text{baseline}}) / \text{SI}_{\text{baseline}}$. Relative SI changes per ROI were averaged for the following subgroups: control ($n=2$), HA ($n=3$), CAA ($n=5$)

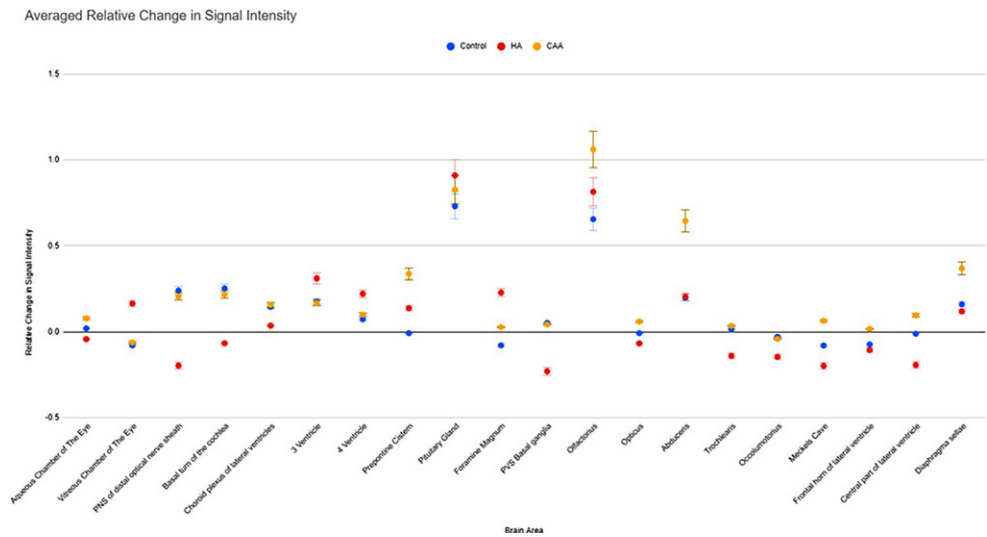


Fig. 2 | 275 Example of ROI placement in pre (left) and post (right) injection of a gadolinium-based contrast agent (GBCA) on T1 3D TSE black blood imaging in a healthy brain. For reference, sequences were taken approximately 10 minutes apart

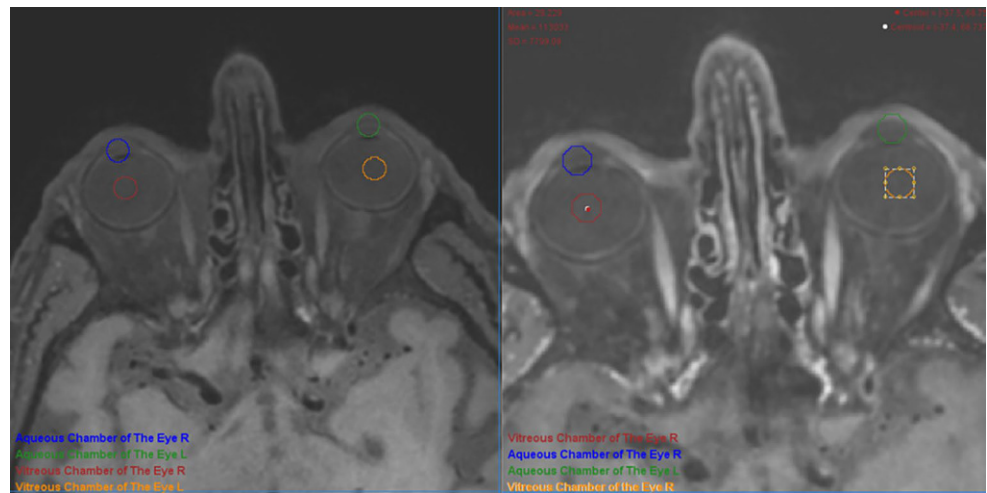


Fig. 3 | 275 Statistical testing was performed with the software package SPSS. SI of symmetric sites were averaged yielding 20 SI values for 20 ROIs. Comparison between pre and post contrast was performed with in each diagnostic subgroup using the paired-samples t-test for normalized data. SI values were normalized by the SI of brain parenchyma in the left frontal lobe, anterior to the second ventricle. Significance was set at the $p < 0.05$ level. p value adjusted for 9 tests yields a corrected threshold of $p < 0.006$. Significant values after p value adjustment marked in red

Paired t-test Performed	T value	Two-sided p value
Global Control Pre vs. Post GBCA	-2.414	0.021
Global HA Pre vs. Post GBCA	-5.014	<0.001
Global CAA Pre vs. Post GBCA	-5.999	<0.001
Ventral Control Pre vs. Post GBCA	-2.133	0.044
Ventral HA Pre vs. Post GBCA	-3.645	<0.001
Ventral CAA Pre vs. Post GBCA	-4.888	<0.001
Dorsal Control Pre vs. Post GBCA	-1.388	0.185
Dorsal HA Pre vs. Post GBCA	-3.589	0.002
Dorsal CAA Pre vs. Post GBCA	-5.361	<0.001

One way Anova tests were performed to test for difference in the relative SI change pre and post GBCA between control groups and HA and CAA groups, respectively. Significance was set at the $p < 0.05$ level.

Anova test performed	F value	p value
Global Pathway Control vs HA	2.076	0.152
Global Pathway Control vs CAA	2.080	0.151
Ventral Pathway Control vs HA	0.658	0.420
Ventral Pathway Control vs CAA	1.113	0.294
Dorsal Pathway Control vs HA	2.647	0.112
Dorsal Pathway Control vs CAA	1.861	0.177

[287] Prevalence of acute neurological complications and long-term neurological and neuroradiological follow-up in critically ill COVID-19 patients with and without ECMO treatment

Angelo Ippolito¹, Hans Urban², Kimia Ghoroghi³, Nico Rosbach⁴, Neelam Lingwal⁵, Elisabeth Adam¹, Benjamin Friedrichson¹, Andrea U. Steinbicker¹, Elke Hattingen³, Katharina Wenger-Alakmeh^{3*}

¹Department of Anesthesiology, University Hospital Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

²Department of Neurology, University Hospital Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

³Department of Neuroradiology, University Hospital Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

⁴Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University Hospital Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

⁵Institute of Biostatistics and Mathematical Modeling, University Hospital Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

Background: Acute brain injuries such as cerebral hemorrhage and acute ischemic stroke have been reported in critically ill COVID-19 patients as well as in patients treated with VV-ECMO independent of COVID-19 status. The purpose of this study was to compare critically ill COVID-19 patients with and without VV-ECMO treatment with regard to acute neurological symptoms and pathological neuroimaging findings (PNIF) and explore long-term deficits.

Methods: The single center study was conducted in consecutive critically ill COVID-19 patients between Feb 1st, 2020 and June 30th, 2021. Demographic, clinical and laboratory parameters were extracted

from databases. Retrospective imaging modalities included head CT and MRI. Follow-up MRI and neurological examination were performed in survivors more than 6 months after primary occurrence.

Results: Of 440 patients, 67 patients received VV-ECMO treatment (15%). 64 patients (24 with VV-ECMO treatment) developed acute neurological symptoms (pathological level of arousal/brain stem function/motor responses) during their ICU stay and underwent neuroimaging with CT head as primary modality. Critically ill COVID-19 patients with VV-ECMO treatment had a significantly lower survival during hospital stay compared to those without ($p < 0.001$). Among patients treated with VV-ECMO, 10% showed acute PNIF in one of the imaging modalities during their ICU stay (vs. 4% of patients in the overall COVID-19 ICU cohort). 9% showed primary or secondary ICH of any severity (vs. 3% overall), 6% severe ICH (vs. 1% overall), and 1.5% non-hemorrhagic cerebral infarctions (vs. <1% overall). There was a weak positive correlation between patients treated with VV-ECMO and the development of acute neurological symptoms. However, the association between VV-ECMO treatment and acute PNIF was negligible (Phi-coefficient <0.2). Mean loss of function on Barthel scale from baseline to long-term follow-up was 5 points (± 10 SD) and on modified Rankin Scale (mRS) 1 (± 1 S). Two survivors (one with ECMO-treatment, one without) showed innumerable, punctuate microhemorrhages, predominantly involving the juxtacortical white matter. None of the survivors showed diffuse leukoencephalopathy.

Discussion: The interpretation of neurological signs in critically ill comatose patients is often confounded by other factors such as sedation. Neurological injuries related to VV-ECMO treatment and those related to COVID-19 cannot be readily distinguished.

Es besteht kein Interessenkonflikt.

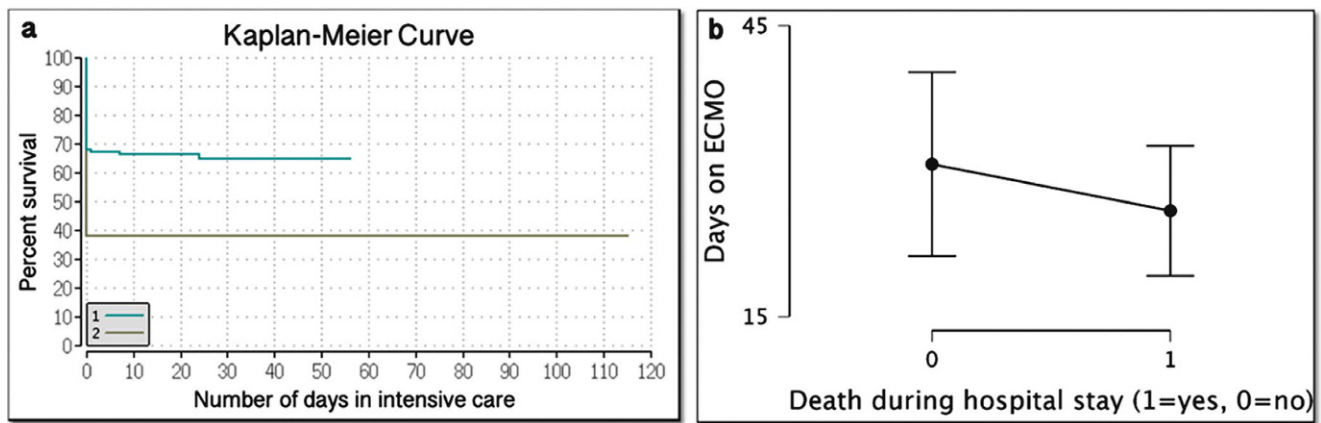


Fig 1 | 287 **a** The Kaplan-Meier estimator was used to estimate survival function. Starting-point was ICU admission and endpoint was ICU discharge. Group 1=critically ill COVID-19 patients treated without VV-ECMO; Group 2=critically III COVID-19 patients with VV-ECMO treatment. Critically III COVID-19 patients with VV-ECMO treatment had a significantly lower survival during hospital stay compared to those without ($p<0.001$). **b** Among VV-ECMO patients, there was no significant difference with regard to the number of days on VV-ECMO between patients who died during hospital stay and survivors ($p=0.35$). Descriptive plot of means error bars indicate the traditional 95% confidence intervals

Fig. 2 | 287 Flow chart of patients included in the study

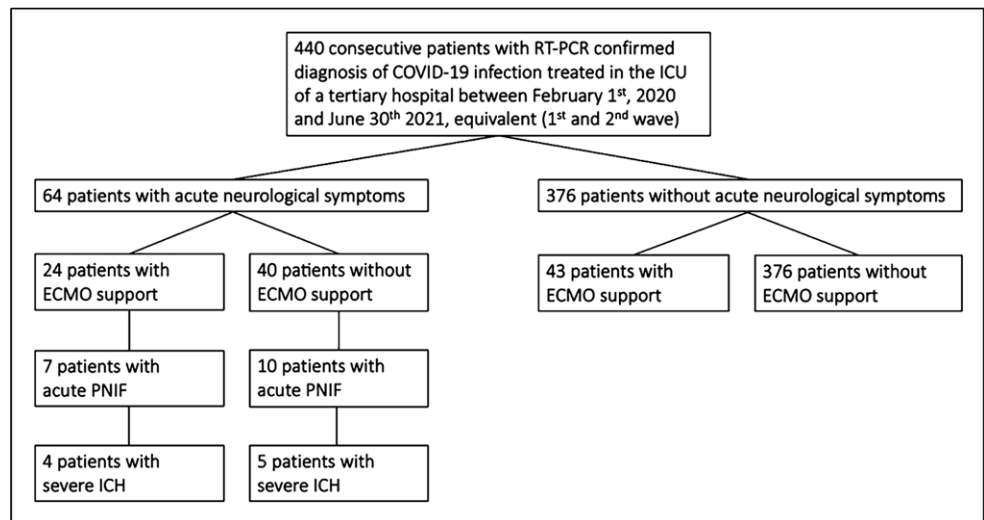
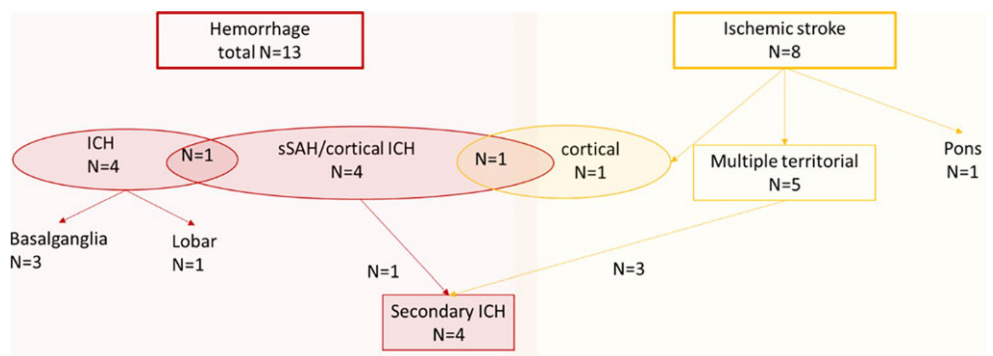


Fig. 3 | 287 64 patients (15%) developed acute neurological symptoms during their ICU stay and underwent neuroimaging. Among those patients, 17 (27%) showed acute PNIF in one of the imaging modalities during their ICU stay. Neuroimaging findings are summarized in this flow chart diagram



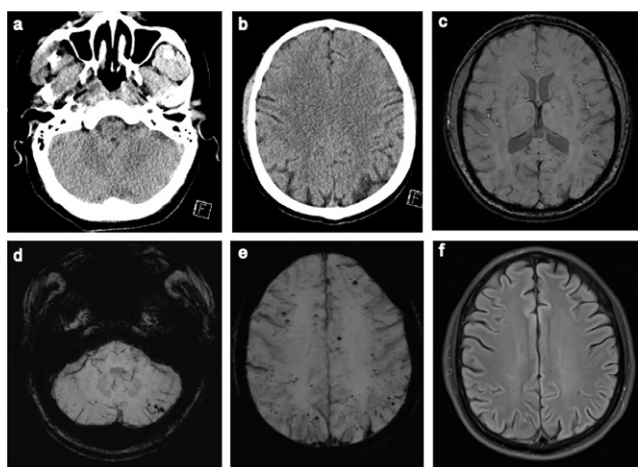


Fig 4 | 287 Case 9, 40-year-old male patient **a–b** CT head during ICU stay, even upon retrospective review, did not reveal punctate microhemorrhages. **c–f** Late follow-up MRI SWI after 172 days showed numerous punctate microhemorrhagic foci within the juxtacortical white matter, particularly near the depth of the sulci, within the corpus callosum, particularly in the splenium, and cerebellar. Patient was invasively mechanically ventilated for >44 days and within VV-ECMO support for 7 days. He received therapeutic doses UFH in target range during ICU stay. Patient showed no cognitive impairment in the MMSE during follow-up examination. HE was not impaired with regard to the activities of daily living on Bathel scale. Neurological examination revealed a slight, isolated left limb weakness and left facial palsy, an eye tremor, slight dysarthria and dysphagia, a positive Romberg’s sign, dysdiadochokinesis and a distal loss of sensitivity to vibration. Symptoms were compatible with cerebellar ataxia and critical illness polyneuropathy

Interventionelle Neuroradiologie

Power Pitch Vorträge

[14] Predictors of Good Clinical Outcome and Neurological Deterioration after Thrombectomy for Medium Vessel Occlusions

Helge Kniep¹*, Gabriel Brooks¹, Fabian Flottmann¹, Caspar Brekenfeld¹, Lukas Meyer¹, Vincent Geest¹, Laurens Winkelmeier¹, Tobias D. Faizy¹, Noel van Horn¹, Matthias Bechstein¹, Milani Deb-Chatterji², Götz Thomalla², Uta Hanning¹, Jens Fiehler¹, Susanne Siemonsen¹

¹UKE Hamburg, Klinik und Poliklinik für Neuroradiologische Diagnostik und Intervention, Hamburg, Deutschland
²UKE Hamburg, Klinik und Poliklinik für Neurologie, Hamburg, Deutschland

Fig. 1 | 14 Predictors of good outcome and poor outcome at 90 days after MT in MeVO (logistic regression)

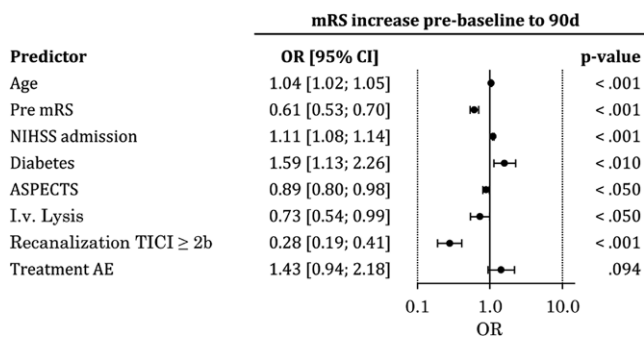
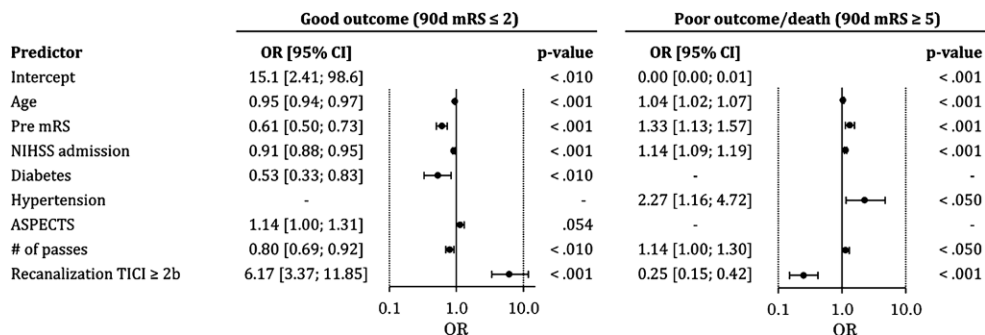


Fig. 2 | 14 Predictors of mRS increase pre-baseline to 90d (ordinal logistic regression)

Background: Predictors of good clinical outcome have been evaluated in mechanical thrombectomy (MT) for acute ischemic stroke with large vessel occlusion. However, MT for medium-vessel occlusions (MeVO) is still a matter of debate. We sought to identify factors associated with clinical outcome after MT for MeVO.

Methods: All patients enrolled in the German Stroke Registry (GSR) from 05/2015 to 12/2019 were analyzed. Inclusion criteria were distal occlusion of the medium middle cerebral artery and availability of the relevant data points. Multivariate logistic regression analysis was performed to identify factors associated with good clinical outcome (modified Rankin scale score (mRs) of 0–2) and poor clinical outcome/death (mRS 5–6) at 90d. Stroke-related neurological impairment defined as mRS increase pre-baseline to 90d was evaluated using ordinal logistic regression analysis.

Results: 597 patients fulfilled the inclusion criteria. 490 (83 %) patients received a successful recanalization and 290 (59 %) achieved good functional outcome, while poor outcome and death was recorded for 147 (30 %) of patients. Older age (odds ratio [OR] 0.95), higher baseline mRs (OR 0.61), higher baseline NIHSS (OR 0.91), comorbidity diabetes (OR 0.53), higher number of passages (OR 0.60) and unsuccessful recanalization (OR 0.16) decreased the probability of good clinical outcome (Fig. 1). Poor outcome and death was in addition associated with preexisting hypertension (OR 2.27) (Fig. 1). Ordinal logistic regression analysis showed that i.v. thrombolysis (OR 0.73)—although not significant for binarized outcome models—was associated with a lower risk of neurological deterioration in terms of mRS increase (Fig. 2).

Discussion/Conclusion: Older age, preexisting disability, increased severity of acute clinical disability, diabetes, higher number of retrieval attempts and unsuccessful recanalization decreased the probability of reaching a good clinical after MT for MCA-MeVO. Preexisting hypertension might be a relevant risk factor for poor outcome and death. I.v. thrombolysis reduced the risk of persisting neurological impairments/long-term mRS increase vs. pre-baseline status.

Die Autoren/Autorinnen erklären, dass Interessenkonflikte vorliegen. Die Verbindungen liegen der Kongressorganisation KUKM GmbH vor.

[66] Treatment of posterior inferior cerebellar artery aneurysms with the Woven Endobridge device

Lukas Görtz^{1*}, Thomas Liebig², Eberhard Siebert³, Yigit Oezpeynirci², Lenhard Pennig¹, Charlotte Zaeske¹, Jonathan Kottlors¹, Pia Lena Niederau¹, Michael Schönfeld¹, Marc Schlamann¹, Franziska Dorn⁴, Christoph Kabbasch¹

¹Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland

²Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum München (LMU), München, Deutschland

³Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Berlin (Charité), Berlin, Deutschland

⁴Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

Background: The Woven Endobridge (WEB) is an intra-saccular flow-disruptor for endovascular treatment of wide-necked bifurcation aneurysms, however, the concept of flow-disruption has not yet been evaluated for PICA aneurysms. In this multicenter study, we report our initial experience with the WEB for the treatment of PICA aneurysms. **Methods:** Sixteen PICA aneurysms treated with WEB were included. Patient demographics, aneurysm geometry, procedural details, adverse events and angiographic outcome were retrospectively determined.

Results: The median aneurysm size was 4 mm (range: 2–12 mm) and seven aneurysms were ruptured (44%). All aneurysms were broad-based and located at the proximal, anteromedullary segment of the PICA. WEB implantation was feasible in all cases except one (94%) because of WEB protrusion into the parent vessel. Adjunctive stent implantation was performed in two patients (13%) to improve WEB positioning. There were two procedural complications (13%): 1) Procedural re-rupture of a previously ruptured aneurysm, which could be stopped directly by WEB implantation due to intrasaccular stasis. 2) Thromboembolic partial posterior cerebral artery territory infarction with transient hemianopsia. At a median of 6 months, angiographic control showed complete occlusion in 12/15 aneurysms (80%), and neck remnants in 3/15 (20%). Aneurysm remnants or recanalization were not observed. There was no retreatment.

Discussion: Endovascular treatment of PICA aneurysms can be challenging due to an often wide-necked aneurysm geometry and a small parent artery diameter. Due to its saccular shape, the WEB can be feasible for PICA aneurysms and comes along with preservation of the PICA, durable aneurysm occlusion and potential omission of anti-platelets, if additional stent implantation can be avoided.

Conclusion: WEB embolization of PICA was feasible, safe and effective, however, further studies are required to validate these preliminary results.

Conflict of Interest: Christoph Kabbasch: Berater für Acandis GmbH (Pforzheim, Germany), Proktor bei MicroVention Inc./Sequent Medical (Aliso Viejo, CA, USA) Franziska Dorn: Berater für Acandis GmbH, Proktor bei CERUS Endovascular (Fremont, CA, USA) Thomas Liebig: Proktor bei MicroVention Inc./Sequent Medical, CERUS Endovascular, Phenox GmbH (Bochum, Germany), Stryker (Kalamazoo, MI, USA) und Medtronic (Dublin, Ireland)

[90] Strahlenexposition des Interventionalisten während der mechanischen Thrombektomie

Isabella Bourgart^{1*}, Charlotte Weyland¹, Niclas Schmitt¹, Dominik Vollherbst¹, Michael Breckwoldt¹, Martin Bendszus¹, Markus Möhlenbruch¹

¹Universitätsklinikum Heidelberg Neurologische Klinik: Neuroradiologie, Heidelberg, Deutschland

Hintergrund: Über die anfallende Strahlenexposition für neuroradiologische Interventionalisten (NRI) während einer mechanischen Thrombektomie (MT) ist bisher wenig bekannt. Ziel dieser Studie war die Äquivalentdosis für NRI während der MT zu ermitteln.

Methoden: Dies ist eine prospektive Beobachtungsstudie eines tertiären Schlaganfallzentrums Deutschlands im Zeitraum von 10/2021 bis 04/2022. Einschlusskriterien waren die Intention einen akuten intrakraniellen Gefäßverschluss mit MT zu behandeln sowie das Tragen von zwei live-Dosimetern am linken Arm und der linken Schläfe durch die NRI. Zum Strahlenschutz wurde in allen Fällen eine mobile Bleiwand sowie ein hängender Bleischiebeschutz verwendet.

Ergebnis: Insgesamt wurden 50 MTs ausgewertet mit $n=2$ Thrombektomieversuchen im Median (IQR 1–4). Hierbei entstand eine Äquivalentdosis von 6,3 μ SV (IQR 3,3–19,6, Min. 0,4, Max. 48,6) am Kopf und 8,3 μ SV (3,6–16,7, Min. 0,3–64,5) am Arm der NRI. Das Dosisflächenprodukt (DFP 78,9 Gy cm^2 , IQR 31,7–14,9) und die Durchleuchtungszeit (DLZ 42,1 min, IQR 19,8–78,0 min) waren abhängig von der Anzahl der Thrombektomie-Versuche. Die Äquivalentdosis zeigte hingegen keine Abhängigkeit von den Versuchen (ein MT-Versuch vs. zwei MT-Versuche: Äquivalentdosis an der Schläfe: 14,8 μ Sv vs. 15,3 μ Sv, $p=0,891$) oder der Thrombektomie-Technik (Dosis für Kontaktaspiration vs. Stentretreiver für einen MT-Versuch: 11,5 μ Sv vs. 8,9 μ Sv am Kopf, $p=0,351$).

Diskussion: Während einer MT entstand in dieser Beobachtungsstudie für NRI eine Äquivalentdosis von 8,3 μ SV am Arm und 6,3 μ SV am Kopf. Die Strahlenexposition für den Patienten ist bekannterweise abhängig von der Anzahl der Thrombektomieversuche¹ und der Thrombektomietechnik². Für die Strahlenexposition der Interventionalisten konnte das nicht gezeigt werden.

Fazit: Über Streustrahlung entsteht bei der mechanischen Thrombektomie eine relevante Strahlenexposition für die Interventionalisten.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Weyland CS, Seker F, Potreck A, Hametner C, Ringleb PA, Möhlenbruch MA, Bendszus M and Pfaff JAR (2020) Radiation exposure per thrombectomy attempt in modern endovascular stroke treatment in the anterior circulation; Eur Radiol. 30(9):5039–5047. <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06837-2>
2. Weyland CS, Neuberger U, Seker F, Nagel S, Ringleb PA, Möhlenbruch MA, Bendszus M and Pfaff JAR (2020) Effect of treatment technique on radiation exposure in mechanical thrombectomy for acute ischaemic stroke: A matched-pair analysis; Neuroradiol J. 33(4):286–291. <https://doi.org/10.1177/1971400920925433>

[104] Iatrogene Luftembolien bei endovaskulären Interventionen: Einfluss von Ursprung und Anzahl an Luftblasen auf Hirninfarkte in einem experimentellen in vivo Modell

Tabea Schaefer^{1,2*}, Svenja Greive¹, Sabine Heiland¹, Martin Kramer², Stine Mencl³, Christoph Kleinschnitz³, Martin Bendszus¹, Dominik F. Vollherbst¹

¹Neuroradiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

²Klinik für Kleintiere, Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen, Deutschland

³Klinik für Neurologie, Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

Hintergrund: Cerebrale Infarkte durch iatrogene Luftembolien, meist bedingt durch Mikroluftblasen (MLB), sind eine weitverbreitete und häufig unterschätzte Komplikation bei endovaskulären Interventionen.

Conclusion: In stroke patients with LVO and initial ASPECTS of ≤ 5 , degree of early ischemic NWU was an independent predictor of clinical outcome. High NWU values ($\geq 11.4\%$) within early infarct lesions might serve as an indicator of futile MT in low ASPECTS patients.

Conflict of Interest: No conflicts

[123] Endovascular therapy for acute isolated internal carotid artery occlusion: a propensity score matched multicenter study

Daniel P. O. Kaiser^{1,2,3*}, Tilman Reiff⁴, Daniela Schoene^{3,5}, Davide Strambo⁶, Patrik Michel⁶, Mohamad Abdalkader⁷, Thanh Nguyen⁸, Matthias Gawlitza^{1,2,3}, Markus Möhlenbruch⁹, Peter Ringleb⁴, Volker Puetz^{3,5}, Johannes Gerber^{1,3}, Simon Nagel^{4–10}

¹Institute of Neuroradiology, University Hospital Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland

²Else Kröner Fresenius Center for Digital Health, TU Dresden, Dresden, Deutschland

³Dresden Neurovascular Center, University Hospital Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland

⁴Department of Neurology, Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Deutschland

⁵Department of Neurology, University Hospital Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland

⁶Department of Clinical Neurosciences, Lausanne University Hospital and University of Lausanne, Lausanne, Schweiz

⁷Department of Radiology, Boston Medical Center, Boston University School of Medicine, Boston, USA

⁸Division of Interventional Neurology/Neuroradiology, Boston Medical Center, Boston University School of Medicine, Boston, USA

⁹Department of Neuroradiology, Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Deutschland

¹⁰Department of Neurology, Klinikum Ludwigshafen, Ludwigshafen/Rhein, Deutschland

Background: The benefit of endovascular therapy (EVT) in patients with an acute symptomatic isolated occlusion of the internal carotid artery (ICA) is unclear. We aimed to compare clinical and safety outcomes of best medical treatment (BMT) versus BMT+EVT in patients with acute ischemic stroke due to isolated ICA occlusion.

Methods: We conducted a retrospective multicenter study with pooled data of consecutive patients with isolated ICA occlusion from four university hospitals between January 2016 and December 2020. We stratified patients by BMT versus BMT+EVT and matched the two groups by propensity score matching (PSM) based on a logistic regression model. The primary outcome was the effect of treatment strategy on favorable outcome (modified Rankin scale ≤ 2) at 90 days.

Results: We included 162 patients with a median age of 68 years (interquartile range [IQR] 59–80) and among whom 59% were male. Of 162 patients, 84 patients received BMT and 78 BMT+EVT (admission NIHSS 6 [IQR 3–11] versus 14 [IQR 7–20]; $p < 0.000$). After PSM, rates of favorable outcome in the BMT and BMT+EVT group were 23% and 47%, respectively (OR 3.01; 95%CI 1.51–5.99; $p = 0.002$). In multivariate analysis, EVT (OR 3.71; 95%CI 1.40–9.83; $p = 0.008$), male sex (OR 2.74; 95%CI 1.01–7.40; $p = 0.047$) and lower admission NIHSS (OR 0.84; 95%CI 0.78–0.90; $p < 0.000$) were associated with a higher likelihood of favorable 3-month outcome. The rate of symptomatic intracranial hemorrhage was 1% for BMT and 6% for BMT+EVT ($p = 0.133$), and 3-month mortality was 18% and 17%, respectively ($p = 0.832$). Periprocedural complications of EVT occurred in 13% and were associated with early neurological deterioration in 8%; these included 3 distal thrombus migrations.

Conclusion: In patients presenting with symptomatic isolated ICA occlusion, there was higher probability of favorable outcome in EVT compared to BMT treated patients after propensity score matched anal-

ysis. However, the risk of periprocedural complications must be considered.

The authors declare no competing interests.

DPOK is supported by the Joachim Herz Foundation.

[131] Mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke in COVID-19 patients: multicenter experience in 111 cases

Hanna Styczen¹, Volker Maus², Lukas Görtz³, Martin Köhrmann⁴, Christoph Kleinschnitz⁴, Sebastian Fischer², Markus Möhlenbruch⁵, Iris Mühlen⁶, Bernd Kallmünzer⁷, Franziska Dorn⁸, Asadeh Lakghomi⁸, Matthias Gawlitza⁹, Daniel P. O. Kaiser⁹, Joachim Klisch¹⁰, Donald Lobsien¹⁰, Stefan Rohde¹¹, Gisa Ellrichmann¹², Daniel Behme¹³, Maximilian Thormann¹⁴, Fabian Flottmann¹⁵, Laurens Winkelmeier¹⁵, Elke Ruth Gizewski¹⁶, Lukas Mayer¹⁷, Tobias Boeckh-Behrens¹⁸, Isabelle Riederer¹⁸, Randolph Klingebiel¹⁹, Björn Berger¹⁹, Martin Schlunz-Hendann²⁰, Dominik Grieb²⁰, Ali Khanafer²¹, Richard du Mesnil de Rochemont²², Christophe Arendt²², Jens Altenbernd²³, Jan-Ulrich Schlump²⁴, Adrian Ringelstein²⁵, Vivian Sanio²⁵, Christian Loehr²⁶, Agnes Dahlke²⁶, Carolin Brockmann²⁷, Sebastian R. Reder²⁷, Ulrich Sure²⁸, Yan LI¹, Ruben Mühl-Benninghaus²⁹, Thomas Rodt²⁹, Kai Kallenberg³⁰, Alexandru Durutya³⁰, Mohamed Elsharkawy³¹, Christian Paul Stracke³¹, Mathias Schumann³², Alexander Bock³², Omid Nikoubashman³³, Martin Wiesmann³³, Hans Henkes²¹, Pascal Mosimann³⁴, Rene Chapot³⁴, Michael Forsting¹, Cornelius Deuschl^{1*}

¹Institute for Diagnostic and Interventional Radiology and Neuroradiology, University Hospital Essen, Essen, Germany

²Department of Radiology, Neuroradiology and Nuclear Medicine, University Medical Center Langendreer, Bochum, Germany

³Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University Hospital Cologne, Cologne, Germany

⁴Department of Neurology and Center for Translational Neurosciences and Behavioral Sciences (CTNBS), University Hospital Essen, Essen, Germany

⁵Department of Neuroradiology, Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Germany

⁶Department of Neuroradiology, University of Erlangen-Nuremberg, Erlangen, Germany

⁷Department of Neurology, University of Erlangen-Nuremberg, Erlangen, Germany

⁸Department of Neuroradiology, University Hospital Bonn, Bonn, Germany

⁹Institute and Policlinic of Neuroradiology, University Hospital Carl Gustav Carus, Dresden, Germany

¹⁰Department of Diagnostic and Interventional Radiology and Neuroradiology, Helios General Hospital Erfurt, Erfurt, Germany

¹¹Department of Radiology and Neuroradiology, Klinikum Dortmund, Germany

¹²Department of Neurology, Klinikum Dortmund, Germany

¹³Department of Neuroradiology, University Hospital Magdeburg, Magdeburg, Germany

¹⁴Department of Radiology, University Hospital Magdeburg, Magdeburg, Germany

¹⁵Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, University Medical Center Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Germany

¹⁶Department of Neuroradiology, Medical University Innsbruck, Innsbruck, Austria

¹⁷Department of Neurology, Medical University Innsbruck, Innsbruck, Austria

¹⁸Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, Munich, Germany

- ¹⁹Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, University Hospital OWL (Campus Bethel), Bielefeld, Germany
- ²⁰Department of Radiology and Neuroradiology, Klinikum Duisburg-Sana Kliniken, Duisburg, Germany
- ²¹Clinic for Neuroradiology, Klinikum Stuttgart, Stuttgart, Germany
- ²²Institute of Neuroradiology, University Hospital Frankfurt, Frankfurt am Main, Germany
- ²³Department of Radiology and Neuroradiology, Gemeinschaftskrankenhaus Herdecke, Herdecke, Germany
- ²⁴Department of Neuropediatrics, Gemeinschaftskrankenhaus Herdecke, Herdecke, Germany
- ²⁵Department of Radiology and Neuroradiology, Kliniken Maria Hilf, Moenchengladbach, Germany
- ²⁶Department of Radiology and Neuroradiology, Klinikum Vest, Recklinghausen, Germany
- ²⁷Department of Neuroradiology, University Medical Center Mainz, Mainz, Germany
- ²⁸Department of Neurosurgery and Spine Surgery, University Hospital Essen, Essen, Germany
- ²⁹Department of Radiology, Klinikum Lueneburg, Lueneburg, Germany
- ³⁰Department of Neuroradiology, Klinikum Fulda, Fulda, Germany
- ³¹Clinic for Radiology, University Hospital Muenster, Muenster, Germany
- ³²Department of Neuroradiology, Vivantes Klinikum Neukoelln, Berlin, Germany
- ³³Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, University Hospital Aachen, Aachen, Germany
- ³⁴Department of Neuroradiology, Alfried Krupp Hospital Ruttenscheid, Essen, Germany

Background: Data on the frequency and outcome of mechanical thrombectomy (MT) for large vessel occlusion (LVO) in patients with COVID-19 is limited. Addressing this subject, we report our multicenter experience.

Methods: A retrospective cohort study was performed of consecutive acute stroke patients with COVID-19 infection treated with MT at 26 tertiary care centers between January 2020 and November 2021. Baseline demographics, angiographic and clinical outcome evaluated by the modified Rankin Scale (mRS) at discharge and 90 days were noted.

Results: We identified 111 out of 11,365 (1%) patients with acute or subsided COVID-19 infection who underwent MT due to LVO. Cardioembolic events were the most common etiology for LVO (38.7%). Median baseline National Institutes of Health Stroke Scale score and Alberta Stroke Program Early CT Score were 16 (IQR 11.5–20) and 9 (IQR 7–10), respectively. Successful reperfusion (mTICI \geq 2b) was achieved in 97/111 (87.4%) patients and 46/111 (41.4%) patients were reperfused completely. The procedure-related complication rate was 12.6% (14/111). Functional independence was achieved in 20/108 (18.5%) patients at discharge and 14/66 (21.2%) at 90 days follow-up. The in-hospital mortality rate was 30.6% (33/108). In the subgroup analysis, patients with severe acute COVID-19 infection requiring intubation had a mortality rate twice as high as patients with mild or moderate acute COVID-19 infection. Acute respiratory failure requiring ventilation and time interval from symptom onset to groin puncture were independent predictors for an unfavorable outcome in a logistic regression analysis.

Discussion: Our results are consistent with another large European multicenter study of MT in COVID-19 patients ($n=93$) and meta-analyses of AIS patients with COVID-19 infection which reported mortality rates ranging from 29% to 35% [1]. Several aspects related to the COVID-19 infection may explain our findings, including the respiratory distress observed in some patients. Acute respiratory failure requiring non-invasive ventilation or intubation proved to be an independent factor for an unfavorable outcome in multivariate analysis.

Conclusion: Our study showed a poor clinical outcome and high mortality, especially in patients with severe acute COVID-19 infection undergoing MT due to LVO.

Die Autoren/Autorinnen erklären, dass Interessenkonflikte vorliegen. Die Verbindungen liegen der Kongressorganisation KUKM GmbH vor.

References

- Nannoni S, de Groot R, Bell S, et al. (2016) Stroke in COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Int J Stroke*. 16:137–49. <https://doi.org/10.1177/1747493020972922>

[179] Association of Poor Cerebral Venous Outflow and Occurrence of Parenchymal Hematoma after Mechanical Thrombectomy

Laurens Winkelmeier^{1*}, Jeremy J Heit², Helge Kniep¹, Gabriel Broocks¹, Lukas Meyer¹, Vincent Geest¹, Paul Steffen¹, Christian Thaler¹, Noel van Horn¹, Jens Fiehler¹, Tobias D. Faizy¹

¹Klinik und Poliklinik für Neuroradiologische Diagnostik und Intervention, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Deutschland
²Department of Radiology, Stanford University School of Medicine, USA

Background: Parenchymal hematoma (PH) after endovascular thrombectomy (EVT) is a potentially dreadful complication in patients with acute ischemic stroke due to large vessel occlusion (AIS-LVO). Predictive biomarkers of PH might be used for risk stratification and guide postinterventional medical care. We hypothesized that poor cerebral venous outflow (VO) is associated with higher rates of PH in AIS-LVO patients after EVT.

Methods: We conducted a retrospective dual-center cohort study of AIS-LVO patients treated by EVT. VO profiles were assessed on admission CT angiography using the Cortical Vein Opacification Score (COVES). Poor VO was defined as COVES \leq 2. Presence of PH was evaluated on follow-up imaging acquired within 36 hours after EVT according to the Heidelberg Bleeding Classification (type PH1 or PH2)¹. Multivariable logistic regression was used to determine the association between cerebral VO and PH.

Results: A total of 629 AIS-LVO patients were included into this study. PH was found in 91 (14.5%) patients on follow-up imaging. Patients with PH achieved less frequently 90-day modified Rankin Scale scores of \leq 2 compared to patients with no PH (13.6% vs. 39.0%; $p<0.001$). The occurrence of PH was more likely in patients with poor VO compared to patients with favorable VO (18.3% vs. 8.5%; $p<0.001$). In multivariable regression, higher blood glucose on admission (per 10 mg/dl; OR: 1.07; 95% CI: 1.03–1.11; $p=0.001$), larger baseline ischemic core volumes (per 10 ml; OR: 1.08; 95% CI: 1.01–1.15; $p=0.014$) and poor VO profiles (OR: 1.81; 95% CI: 1.02–3.31; $p=0.046$) were strongly associated with the occurrence of PH, independent of age, sex and arterial collateral status.

Discussion: We found that patients with PH on post-EVT imaging achieved worse 3-month clinical outcomes. Poor cerebral VO was strongly associated with the occurrence of PH, independent of conventional arterial collateral status. This finding might be explained by hampered microperfusion and increased tissue vulnerability which are both reflected by poor VO.

Conclusion: Cerebral VO could serve as an additional predictive biomarker for PH after EVT and help to assess the need for postinterventional ICU care of AIS-LVO patients.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

- von Kummer, R., et al. (2015). „The Heidelberg Bleeding Classification: Classification of Bleeding Events After Ischemic Stroke and Reperfusion Therapy.“ *Stroke* 46(10): 2981–2986.

[223] Die interventionelle Therapie rezidivierender In-Stent Restenosen der Arteria carotis.

Enno Vollertsen^{1*}, Fritz Wodarg¹, Olav Jansen¹, Johannes Hensler¹

¹Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Kiel, Deutschland

Hintergrund: In-Stent Restenosen (ISR) sind mit 5,7 % eine mögliche Komplikation nach Stenting der Arteria carotis interna (CAS) [1]. Interventionelle Therapiemöglichkeiten sind die Ballonangioplastie (PTA) mit oder ohne medikamenten-beschichtetem Ballon (DEB) allein oder in Kombination mit erneutem CAS (rCAS). Die Charakteristika von ISR und rezidivierenden ISR (rISR) sowie die Sicherheit und Wirksamkeit der endovaskulären Therapie werden in dieser Arbeit analysiert.

Methoden: Es erfolgte eine retrospektive Datenauswertung aller in unserem Zentrum interventionell behandelten Patienten mit ISR und rISR.

Ergebnisse: 47 Patienten (36,2 % weiblich; Median 70, 51–92 Jahre) mit ISR wurden interventionell behandelt, in 29,8 % (14/47) kam es anschließend zu einer rISR. Davon wurden 57,1 % (8/14) einmal, 28,6 % (4/14) zweimal und 14,3 % (2/14) mehr als zweimal interventionell behandelt, zu 54,6 % mit DEB, 22,7 % mit PTA, 14,3 % mit DEB + rCAS und 9,1 % mit rCAS allein. 78,7 % der ISR waren in der gleichen Lokalisation innerhalb des Stents wie die initiale Stenose. Nach rCAS in der rISR-Therapie kam es nur in einem Fall zu einer erneuten rISR. Als Prädiktor für multiple rISR-Behandlungen konnten eine hochgradige initiale Stenose (≥ 70 % NASCET, $\chi^2=4,19$, $p=0,041$) detektiert werden. Bezüglich Stenttyp (closed vs. ultra-closed cell), Kalzifikationsgrad, Zeit bis zur ISR und residuellen Stenosen nach CAS fanden sich keine signifikanten Unterschiede. Peri- oder postinterventionelle Komplikationen traten in keinem Fall auf.

Diskussion: Die interventionelle Behandlung von rISR nach CAS, insbesondere mittels rCAS und DEB, ist bisher kaum systematisch untersucht [2]. Diese kleine, bisher jedoch größte Fallserie weist auf eine sichere interventionelle Therapiestrategie hin, wobei nach rCAS die wenigsten Rezidive auftraten.

Fazit: Multiple Rezidive nach ISR sind keine Seltenheit. Ein hoher initialer Stenosegrad scheint ein möglicher Faktor für die Entstehung von rISR zu sein, weshalb eine frühzeitige CAS vorteilhaft sein könnte, während übrige Faktoren wie Kalzifikationen, Stenttyp und residuelle Stenosen von untergeordneter Bedeutung zu sein scheinen.

Die Autoren/Autorinnen erklären, dass Interessenkonflikte vorliegen. Die Verbindungen liegen der Kongressorganisation KUKM GmbH vor.

Literatur

1. Clavel P, Hebert S, Saleme S, Mounayer C, Rouchaud A, Marin B. (2019) Cumulative incidence of restenosis in the endovascular treatment of extracranial carotid artery stenosis: a meta-analysis. *J Neurointerv Surg.* 11(9):916–923.
2. Huang H, Wu L, Guo Y, et al. (2021) Treatment of the Carotid In-stent Restenosis: A Systematic Review. *Front Neurol.* 12:748304.

[284] Lu:NAS – a modular 3D-printed neuroangiography simulator with highest anatomical precision and scalable anatomical-technical interfaces

Thomas Friedrich^{1,2}, Thorsten Buzug^{1,2}, Peter Schramm³, Hannes Schwenke^{3,4}

¹Institut für Medizintechnik, Universität zu Lübeck, Lübeck, Deutschland, ²Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik IMTE, Lübeck, Deutschland, ³Institut für Neuroradiologie, UKSH Campus Lübeck, Lübeck, Deutschland, ⁴Center of Brain, Behavior and Metabolism (CBBM), Universität zu Lübeck, Lübeck, Deutschland

Background: In effort to simulate the entire arterial access pathway to a cerebral artery using 3D printing, the small size of conventional 3D printers is a limiting factor. Since only small anatomical parts can be 3D printed, neuroradiology training centers are often obligated to use expensive aortic phantoms from commercial manufacturers. To overcome this issue, we developed Lu:NAS – Lübeck Neuroangiography Simulator – a modular 3D-printed neuroangiography simulator of the whole access pathway. The concept of Lu:NAS relies on scalable, 3D-printed anatomical-technical interfaces connecting 3D-printed arterial phantoms yet reaching highest anatomical precision.

Methods: Segmentation of clinical CT angiography data was performed using Analyze Pro 1.0 (AnalyzeDirect, Kansas, USA). Post-processing of the anatomical data and design of anatomical-technical interfaces was performed using NetFabb Premium 2021.1 and Fusion 360 (both Autodesk, San Rafael, California, USA). Printing was carried out on a Form 2 stereolithography printer (Formlabs Inc.). A realistic flow model was created via connectable patient-specific cerebral artery models and a flow pump.

Results: After installing the simulator in any angiography suite it enables beginners to learn handling of angiography catheters and devices as well as probing in different types of vascular anatomy. More experienced interventionalists can train thrombectomy and cerebral aneurysm treatment using a variety of interchangeable patient specific models. Due to the modular design, parts can be quickly exchanged by the users.

Discussion: This simulator enables new ways of individually training interventional neuroradiologists while providing a high degree of realism. A disadvantage of using high resolution printing material is a lack of flexibility in the vessel structures. To improve realism even further we are working on implementing elastic polymer resin for some vessel parts that exhibit physiological flexibility.

Conclusion: By means of a Lu:NAS – Lübeck Neuroangiography Simulator – a cost-effective and readily available simulation method was developed. It replicates complex anatomy with highest precision and enables rapid exchange of individual anatomies by means of modular structure and scalable adapters.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Vorträge Young Scientist

[138] Untersuchung experimenteller endovaskulärer Luftembolien anhand eines neuen Modells zur Produktion und Detektion hochgradig kalibrierter Mikroluftbläschen

Svenja Greive^{1*}, Tabea Schaefer^{1,2}, Sabine Heiland¹, Martin Kramer², Martin Bendszus¹, Dominik F. Vollherbst¹

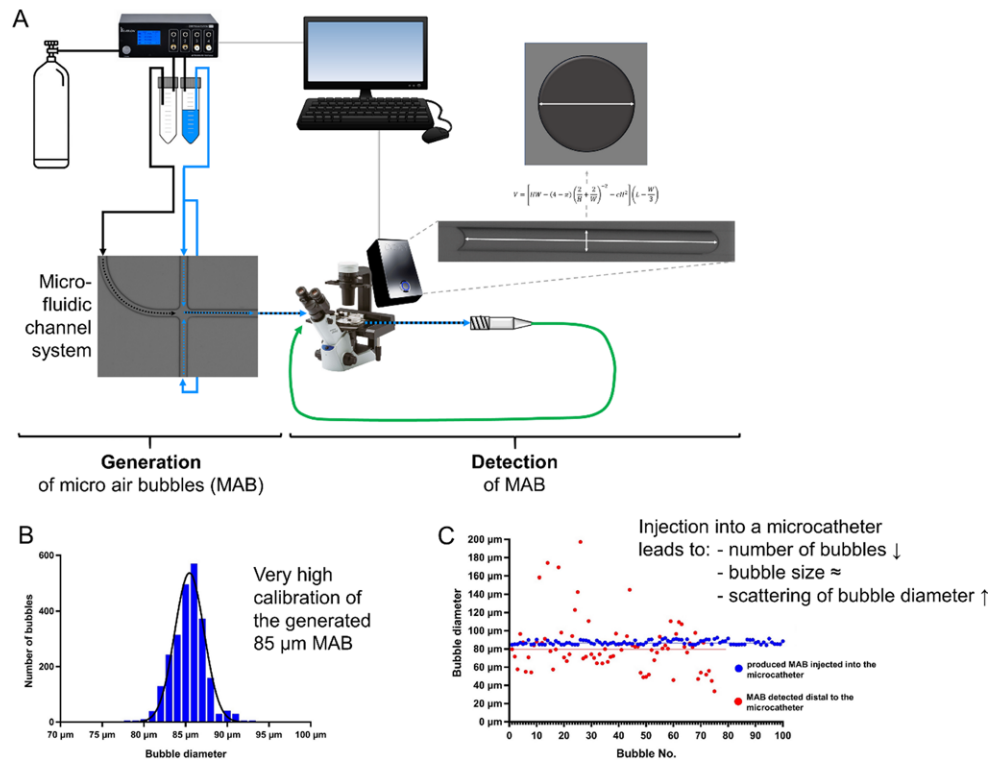
¹Abteilung für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

²Klinik für Kleintiere, Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen, Deutschland

Hintergrund: Endovaskuläre Eingriffe, insbesondere an hirnversorgenden und herznahen Gefäßen, gehen mit einem häufig unterschätzten Risiko cerebraler Luftembolien einher. Über die genaue Entstehung und das dynamische Verhalten dieser, überwiegend Mikroluftbläschen (MLB), ist nur wenig bekannt.

Methoden: Der Versuchsaufbau bestand aus einem Bläschenproduktions- und -detektionsteil. Um MLB mit einer Zielgröße von 85 µm in definierter Anzahl (50 ($n=3$), 100 ($n=3$), 2000 ($n=2$) MLB) zu produzieren, wurden spezielle Mikrofluidik-Kanal-Systeme verwendet. Die MLB wurden über einen Mikrokatheter in eine Petrischale geleitet. Detektion und Analyse der MLB erfolgte automatisiert. Proximal und distal des Katheters wurden die Durchmesser der MLB gemessen und verglichen.

Abb. 1 | 138 In **A** schematische Darstellung des Versuchsaufbaus. Blaue Pfeile: verdünntes Kontrastmittel, schwarzer Pfeil: Luft, blau/schwarze Pfeile: Luftbläschen im verdünnten Kontrastmittel, grüner Pfeil: Mikrokatheter. Darstellung der Verteilung der Blasengrößen (**B**). Vergleich der proximal und distal detektierten Luftbläschen (**C**)



Ergebnisse: Es konnten zuverlässig hochgradig kalibrierte MLB produziert werden (Median: 85,5 μm, SD 1,9 μm). Der Durchmesser der MLB nach Passage des Mikrokatheters veränderte sich nur geringfügig (Median: 86,6 μm). Hingegen konnte eine Verringerung der Anzahl (60,1 % der produzierten MLB) und eine wesentlich größere Streuung der Durchmesser (SD 29,6 μm) gezeigt werden.

Diskussion: Es wurde eine Methode entwickelt, MLB mit nahezu konstantem Durchmesser zu erzeugen und mit großer Präzision und Reproduzierbarkeit nachzuweisen. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass ein Katheter einen wesentlichen Einfluss auf Anzahl und Größe der MLB hat, die durch ihn injiziert werden. Dies sollte bei zukünftigen Studien und endovaskulären Eingriffen in der klinischen Praxis berücksichtigt werden.

Fazit: Mithilfe des in dieser Studie etablierten Modells können Mikro-luftbläschen präzise und zuverlässig produziert werden. Dadurch bietet es die Möglichkeit, systematische Studien über Luftembolismus durchzuführen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. C Schaefer T, Greive S, Heiland S, Kramer M, Bendszus M, Vollherbst DF (2022) Investigation of Experimental Endovascular Air Embolisms Using a New Model for the Generation and Detection of Highly Calibrated Micro Air Bubbles [published online ahead of print, 2022 Mar 8]. *J Endovasc Ther.* <https://doi.org/10.1177/152660282211082010>

[194] Klinisches Ergebnis von über 80-jährigen mit akutem Basilarisverschluss und mechanischer Thrombektomie im Vergleich zu jüngeren Patienten

Charlotte Weyland¹, Amanda Zimmermann^{1*}, Matthias Mutke¹, Ulf Neuberger¹, Arne Potreck¹, Fatih Seker¹, Martin Bendszus¹, Silvia Schönenberger², Peter Arthur Ringleb², Markus Möhlenbruch¹

¹Neuroradiologie, Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
²Neurologische Klinik, Universität Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Hintergrund: In Studien zur Schlaganfallbehandlung der hinteren Zirkulation mit mechanischer Thrombektomie (MT) sind betagte Patienten unterrepräsentiert, obwohl das Risiko eines akuten ischämischen Schlaganfalls mit steigendem Lebensalter zunimmt. Ziel dieser Studie war es zu ermitteln, inwiefern über 80-jährige Patienten klinisch von einer MT bei vertebrobasilärem Verschluss profitieren.

Methoden: Retrospektive, mono-zentrische Analyse von konsekutiv mittels MT behandelten Patienten mit einem akuten vertebrobasilärem Verschluss zwischen 01/2013 und 06/2021. Die Patienten wurden eingeteilt nach Alter am Tag des Schlaganfalls in unter 80-jährige (U80) und über 80-Jährige (Ü80). Endpunkt war das klinische Ergebnis nach 90 Tagen gemessen am modified Rankin Scale (mRS).

Ergebnisse: Von den untersuchten Patienten waren 77/212 (36,3 %) über 80 Jahre alt. Ü80er hatten einen schlechteren Vorzustand (mRS Median, IQR: 2, 1–3 Ü80 vs. 0, 0–1 U80, $p < 0,001$) und einen vergleichbaren NIHSS bei Aufnahme (21, 8–34 U80 vs. 22, 10–38 Ü80, $p = 0,712$). Ü80er zeigten einen vergleichbaren mRS 90 Tage nach Schlaganfall (Median, IQR: 5, 2–6 U80 vs. 5, 3–6 für Ü80, $p = 0,194$), aber seltener ein gutes klinisches Ergebnis (mRS 0–2: $n = 38$, 28 % für U80 vs. $n = 9$, 11,7 % für Ü80, $p = 0,004$) sowie vergleichsweise genauso häufig ein schlechtes klinisches Ergebnis (mRS 5–6, $n = 63$, 46,7 % U80 vs. 39, 50,6 %, $p = 0,194$).

Diskussion: Über 80-jährige mit akutem vertebrobasilärem Verschluss und mechanischer Thrombektomie sind im schlechteren Vorzustand im Vergleich zu jüngeren Patienten, zeigen aber kein schlechteres klini-

sches Ergebnis. Unter 80-jährige sind häufiger unabhängig (mRS 0–2) 90 Tage nach Schlaganfall, aber vergleichsweise genauso häufig von einem sehr schlechten klinischen Ergebnis nach MT betroffen.

Fazit: Anhand dieser Daten profitieren auch älteren Patienten von einer endovaskulären Rekanalisation bei vertebrobasilären Verschlüssen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[200] The Hypoperfusion Intensity Ratio is Correlated with the Risk of Parenchymal Hematoma after Thrombectomy Treatment

Laurens Winkelmeier^{1*}, Jeremy J Heit², Helge Kniep¹, Gabriel Broocks¹, Lukas Meyer¹, Paul Steffen¹, Christian Thaler¹, Noel van Horn¹, Vincent Geest¹, Jens Fiehler¹, Tobias D. Faizy¹

¹Klinik und Poliklinik für Neuroradiologische Diagnostik und Intervention, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

²Department of Radiology, Stanford University School of Medicine, Stanford, USA

Background: Parenchymal hematoma (PH) remains a major complication in patients with acute ischemic stroke due to large vessel occlusion (AIS-LVO) who underwent endovascular thrombectomy (EVT). Hypoperfusion intensity ratio (HIR) quantifies residual microperfusion of ischemic brain tissue and might reflect tissue vulnerability to reperfusion hemorrhages. We hypothesized that HIR correlates with the frequency of PH in AIS-LVO patients after EVT.

Methods: We conducted a retrospective cohort study of AIS-LVO patients who underwent EVT. HIR was automatically calculated using RAPID (iSchemaView, Menlo Park, CA, USA) and defined as the volume of tissue with time-to-max (Tmax) > 10s divided by the volume of tissue with Tmax > 6s on admission CT perfusion studies. HIR values of > 0.4 were regarded as unfavorable and HIR values of < 0.4 as favorable. Presence of PH was evaluated on follow-up imaging acquired after EVT according to the Heidelberg Bleeding Classification (type PH1 or PH2). Multivariable regression was used to determine the association between HIR and PH.

Results: A total of 624 patients met the inclusion criteria. Patients with PH ($n=91$, 14.6%) achieved less frequently good clinical outcomes defined as mRS of ≤ 2 compared to patients with no PH (13.6% vs. 38.9%; $p<0.001$). Patients with unfavorable HIR ($n=321$, 51.4%) demonstrated higher rates of PH on follow-up imaging compared to patients with favorable HIR (18.7% vs. 10.2%; $p=0.003$). In multivariable regression, higher blood glucose on admission (OR: 1.08; 95% CI: 1.03–1.12; $p<0.001$), extensive baseline infarct defined as ASPECTS ≤ 5 (OR: 2.52; 95% CI: 1.39–4.50; $p=0.002$) and higher HIR (OR: 1.16; 95% CI: 1.03–1.31; $p=0.019$) were strongly associated with the

occurrence of PH, independent of age, sex, admission National Institutes Health Stroke Scale and arterial collateral status (see Fig. 1).

Discussion: Our data showed that patients with PH on post-EVT imaging achieved worse 3-month clinical outcomes. Higher HIR was significantly linked to the occurrence of PH. This association might be explained by tissue vulnerability via hampered microperfusion and increased oedema formation both reflected by unfavorable HIR. HIR can be calculated fully automatically on CT perfusion studies which represents a great advantage over other biomarkers in daily clinical practice.

Conclusion: HIR represents an easily implementable biomarker for PH after EVT which can help to assess the need for postinterventional ICU care of AIS-LVO patients.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[239] Comparison of periprocedural findings of Contour device implantation and conventional coiling for the treatment of small-neck intracranial aneurysms

Fernando Bueno Neves¹, Karim Mostafa^{1*}, Naomi Larsen¹, Sönke Peters¹, Johannes Hensler¹, Friederike Gärtner¹, Tristan Klintz¹, Justus Mahnke¹, Olav Jansen¹, Fritz Wodarg¹

¹Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Universitätsklinik Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Kiel, Deutschland

Background: The Contour device is the latest flow-disruption device for treating wide-necked intracranial aneurysms. We evaluated the feasibility of Contour device implantation in patients with short-necked intracranial aneurysms in acute and elective settings and compared the peri-interventional outcomes with conventional aneurysm coiling.

Methods: 43 patients were divided into four groups depending on their presentation and treatment. All patients had aneurysms with a dome-to-neck ratio of 1,6 or higher. Data on deployment times, radiation dosages, contrast media volume, re-interventions and deaths were gathered. Angiograms after coiling or Contour device implantation were graded according to the O'Kelly-Marotta or Raymond-Roy-grading scales. **Results:** In both acute and elective groups, Contour device implantation was achieved significantly faster ($p<0,01$) and was associated with a lower radiation exposure ($p<0,03$). Numerically we found a higher number of complications and re-interventions in patients in the coiling groups.

Discussion: The Contour cohort was associated with less re-interventions than the coiling groups in both elective and acute settings. Unlike patients in an acute setting, complications in the elective groups were more likely to be procedure- or device-related.

Conclusion: Successful Contour device implantation could be achieved significantly faster and with less radiation exposure compared

Fig. 1 | 200 Multivariable logistic regression to predict parenchymal hemorrhage on follow-up imaging in stroke patients who underwent mechanical thrombectomy

Independent Variables	Dependent Variable: Occurrence of PH on Follow-Up		
	OR	95 % CI	p value
Age (per year)	0.98	0.97-1.00	0.053
Sex (male)	0.85	0.52-1.38	0.517
Admission NIHSS (per point)	1.04	0.99-1.08	0.093
Blood Glucose on admission (per 10 mg/dl)	1.08	1.03-1.12	<0.001
Extensive baseline infarct (ASPECTS ≤ 5)	2.52	1.39-4.50	0.002
Favorable arterial collaterals (Maas ≥ 3)	1.05	0.64-1.75	0.846
HIR (per 0.1 points)	1.16	1.03-1.31	0.019

$n = 598$ patients included. Statistical significance: $p<0.05$

Variable selection was based on previous studies. Candidate variables with a p-value of ≤ 0.2 in univariate logistic regression analysis were included.

with conventional aneurysm coiling in patients with small-neck intracranial aneurysms.

The authors declare no conflict of interest.

References:

1. Akhunbay-Fudge CY, Deniz K, Tyagi AK, et al. (2020) Endovascular treatment of wide-necked intracranial aneurysms using the novel Contour Neurovascular System: a single-center safety and feasibility study *Journal of NeuroInterventional Surgery*. 12:987–992.
2. Pierot, L (2013) Laurent Pierot From the Service de Radiologie, Wakhloo, A. K., Ajay K. Wakhloo From the Service de Radiologie, Pierot, C. to L., & Al., E. Endovascular treatment of intracranial aneurysms. *Stroke*.
3. Chalouhi N, Hoh BL, Hasan D (2013) Review of cerebral aneurysm formation, growth, and rupture. *Stroke*.

E-Poster

[9] Mechanical thrombectomy in acute terminal internal carotid artery occlusions using a large manually expandable stent retriever: multicenter initial experience

Sabeth Hüsken¹, Sebastian Fischer¹

¹Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Neuroradiologie und Nuklearmedizin, Universitätsklinikum Knappschaftskrankenhaus Bochum, Bochum, Deutschland

Background: With this retrospective multicenter analysis of acute ICA terminus occlusions treated with the Tigertriever XL Device we evaluated our angiographic and clinical experience. The design combines manual adjustability and maximum length in one device.

Methods: Retrospective multicenter analysis of acute terminal ICA occlusions treated by mechanical thrombectomy using the Tigertriever XL Device. Analysis of immediate angiographic results.

Results: 23 patients were treated using the Tigertriever XL due to an acute occlusion of the terminal ICA. The overall successful recanalization rate after a median of two maneuvers using the Tigertriever XL Device was 78.3 % (mTICI 2b-3). In 43.5 % (10/23) additional smaller devices were applied to treat remaining occlusions in downstream territories, which resulted in a final successful recanalization rate of 95.7 %. Device related complications did not occur. Two symptomatic intracerebral hemorrhages (sICH) were observed.

Conclusion: The Tigertriever XL Device might be a helpful tool in the treatment of ICA terminus occlusions with large clot burden resulting in high recanalization rates. This is mainly related to the manual adjustability of the device combined with the maximum length.

Conflict of Interest: S Fischer: Beratervertrag rapid medical.

References

1. Maus V, Hüsken S, Kalousek V, Karwacki GM, Nordmeyer H, Kleffner I, Weber W, Fischer S. (2021) Mechanical Thrombectomy in Acute Terminal Internal Carotid Artery Occlusions Using a Large Manually Expandable Stent retriever (Tiger XL Device): Multicenter Initial Experience. *J Clin Med*. 27;10(17):3853. <https://doi.org/10.3390/jcm10173853>. PMID: 34501298; PMCID: PMC8432012.

[10] Analyse medikamentöser endovaskulärer Therapien von zerebralen Vasospasmen in Deutschland 2018–2021: Erste detaillierte Ergebnisse aus dem DeGIR-QS-Register

Alexander Neumann^{1*}, Peter Schramm¹, Jan Küchler², Hannes Schacht¹, Ulf Jensen-Kondering¹, Werner Weber³

¹Neuroradiologie, UKSH Lübeck, Deutschland

²Neurochirurgie, UKSH Lübeck

³Radiologie, Neuroradiologie und Nuklearmedizin, KK Bochum, Deutschland

Hintergrund: Nach einer Subarachnoidalblutung sind zerebrale Vasospasmen (zVS) die häufigste Sekundärkomplikation mit erheblichem Einfluss auf den Krankheitsverlauf. Neben der systemischen Behandlung werden auch endovaskuläre Therapien (ET) durchgeführt. Diese ET werden umfangreich seit 2018 im Qualitätssicherungs(QS)-Register der Deutschen Gesellschaft für Interventionelle Radiologie (DeGIR) dokumentiert.

Methoden: Systematische Auswertung aller im DeGIR-QS-Register dokumentierten ET von zVS in den Jahren 2018–2021 unter zunächst besonderer Berücksichtigung medikamentöser ET.

Ergebnisse: Zwischen 2018 und 2021 erhielten 3419 Patienten 7097 medikamentöse ET (94,3 % [$n=6696$] Nimodipin, 5,5 % [$n=393$] Papaverin); medianes Alter 54, 66,9 % Frauen). Das mittlere Dosisflächenprodukt im Rahmen der ET betrug 3800 cGycm² (Interquartile range [IQR]: 2132–6984), die mittlere Durchleuchtungszeit 6 Min. (IQR: 3–12). Komplikationen traten in 89 der Prozeduren auf (1,3 %). Dabei handelte es sich insbesondere um akute Thrombembolien ($n=30$) und Dissektionen ($n=23$). Die mit den medikamentösen ET verbundene Mortalität betrug 0,3 % ($n=18$). Nach medikamentöser ET zeigten sich in 94,2 % der Fälle Besserungen der angiographischen zVS. Dabei beseitigte Papaverin die angiographischen zVS häufiger ($p=0,002$), jüngere Patienten (<54 Jahre; $p=0,002$) und Männer ($p<0,001$) zeigten diesbez. bessere Therapieergebnisse.

Diskussion: Medikamentöse ET von zVS sind komplikationsarm durchführbar, bedingen jedoch eine nicht zu vernachlässigende und bei der Abwägung von Behandlungsentscheidungen zu berücksichtigende Strahlenbelastung. Den vorliegenden Ergebnissen nach könnte im angiographischen Behandlungsergebnis Papaverin bei der medikamentösen ET von zVS gegenüber Nimodipin Vorteile bieten, allerdings ist bei diesem Vergleich die sehr unterschiedliche Gruppengröße zu berücksichtigen.

Fazit: Bei der Analyse der ET von zVS ist das DeGIR-QS-Register gut geeignet, weitere spezifische Fragestellungen zu beantworten.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[11] Intuitive Parameterbestimmung zur Blickdiagnose intrakranieller Aneurysmen

Aaron Moser^{1*}, Maximilian Schulze¹, Georg-Friedemann Rust², André Kemmling¹

¹Universitätsklinikum Marburg, Klinik für Neuroradiologie, Marburg, Deutschland

²Universitätsklinikum Jena, Sektion für Neuroradiologie, Jena, Deutschland

Hintergrund: Für eine elektive präinterventionelle Therapieplanung intrakranieller Aneurysmen (IA) ist die Charakterisierung der Morphologie grundlegend. Morphologische Details der IA sowie intuitiv und schnell bestimmbare IA-Eigenschaften, werden mit der 3D-CT-Angiographie (CTA) als Entscheidungshilfen für eine Therapieindikation ermittelt und mit der (3D-) DSA verglichen.

Methoden: 95 IA aus CTA-Datensätzen wurden interaktiv visualisiert und morphologisch durch Unstetigkeitsstellen, senkrechte Höhe und Verhältnis des maximalen Durchmessers zum Stammgefäß beschrieben. Zum Vergleich der diagnostischen Qualität und Vergleich mor-

phologischer Details dienten 95 DSA und 34 3D-DSA-Datensätze. Eine logistische Regressionsanalyse wurde mit den morphologischen Parametern und der Behandlungsindikation und Therapieform durchgeführt.

Ergebnisse: Nachweis und Lokalisierung der IA sowie Quantifizierung der Morphologie mit der 3D-CTA sind zuverlässig und gleichwertig zur DSA. Die Regressionsanalyse zeigt einen signifikanten

Zusammenhang ($p < 0,05$) der Behandlungsindikation mit den Parametern, wobei bei alleiniger Betrachtung die Zahl der Unstetigkeitsstellen am verlässlichsten zur Therapieindikation geeignet sind. Im Gegensatz zu den anderen Parametern sind die Unstetigkeitsstellen intuitiv durch Blickdiagnose bestimmbar.

Diskussion: Die 3D-CTA erlaubt eine exakte Bewertung der Aneurysma-Morphologie in kürzester Zeit mit der 3D-Software mit Beschleunigung des radiologischen Befundablaufs. Die Verwendung einer benutzerfreundlichen 3D-CTA-Software und eine Reduktion des effektiven Parameterpools auf die Unstetigkeitsstellen und Lokalisation konnten die präinterventionelle Therapieplanung von IA signifikant verkürzen und Abläufe im zeitlich limitierten Klinikalltag zugunsten der Patientenbetreuung beschleunigen.

Fazit: Die Verwendung der 3D-CTA als nichtinvasiver First-Line-Imaging-Ansatz und häufige Initial-Diagnostik bei präinterventioneller Therapieplanung ist möglich und liefert gegenüber der 3D-DSA gleichwertige Ergebnisse. Darüber hinaus ergibt sich eine hohe Korrelation der intuitiv bestimmaren Unstetigkeitsstellen mit der Behandlungsindikation sowie ein Zusammenhang zwischen Lokalisation und Therapieform. Die Ergebnisse stützen die Hypothese, dass die CTA mit der hier vorgestellten Methode geeignet erscheint die Aneurysma-Detektionsraten in kürzerer Befundungszeit zu erhöhen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[15] Thrombectomy for Medium Vessel Occlusions: Predictors of successful recanalization in clinical practice

Helge Kniep^{1*}, Matthias Bechstein¹, Gabriel Brooks¹, Caspar Brekenfeld¹, Fabian Flottmann¹, Noel van Horn¹, Vincent Geest¹, Laurens Winkelmeier¹, Tobias D. Faizy¹, Milani Deb-Chatterji², Lukas Meyer¹, Uta Hanning¹, Götz Thomalla², Jens Fiehler¹, Susanne Siemonsen¹

¹UKE Hamburg, Klinik und Poliklinik für Neuroradiologische Diagnostik und Intervention, Hamburg, Deutschland

²UKE Hamburg, Klinik und Poliklinik für Neurologie, Hamburg, Deutschland

Background: Patient-specific factors associated with successful recanalization in mechanical thrombectomy (MT) have been evaluated for acute ischemic stroke with large vessel occlusion. However, MT for medium-vessel occlusions (MeVO) is still a matter of debate. We sought to identify predictors of successful recanalization in MT for MeVO.

Methods: All patients enrolled in the German Stroke Registry (GSR) from 05/2015 to 12/2019 were analyzed. Inclusion criteria were distal occlusion of the medium middle cerebral artery and availability of the relevant data points. Standard descriptive statistics and multivariate logistic regression analysis was performed to identify factors associated with successful recanalization (Tici $\geq 2b$) and full recanalization (Tici 3)

Results: 597 patients fulfilled the inclusion criteria, 490 (83 %) received a successful recanalization and 290 (59 %) achieved good functional outcome. Patients with TICI $\geq 2b$ had a lower pre-stroke mRS (0.7 vs. 1.1), a lower NIHSS at admission (10.5 vs 12.2), a lower number of passes (1.8 vs. 2.4) and lower rates of treatment related AEs. 90d mRS was lower in patients with successful recanalization (2.5 vs. 4.1) (Fig. 1). Comparing patients with Tici 3 ($N=296$) and Tici 2b ($N=194$), full recanalization was associated with anti-thrombotic medication (60 % vs. 46 %), comorbidities dyslipidemia (53 % vs. 37 %) and atrial fibrillation (49 % vs. 38 %) and higher ASPECTS (9.0 vs 8.6). A higher rate of general anesthesia (74 % vs. 60 %, $p < 0.05$), a lower number of passes (1.6 vs.

	Tici < 2b (N=97)	Tici $\geq 2b$ (N=490)	Total (N=587)	p value
Pre mRS	1.1 (1.4)	0.7 (1.2)	0.8 (1.3)	0.019
NIHSS admission	12.2 (6.0)	10.5 (5.8)	10.8 (5.8)	0.012
# of passes	2.4 (2.5)	1.8 (1.4)	1.9 (1.6)	0.002
Dissection/perforation	7 (7%)	13 (3%)	20 (3%)	0.024
Clot migration/embolization	8 (8%)	15 (3%)	23 (4%)	0.016
ICH during treatment	8 (8%)	13 (3%)	21 (4%)	0.007
Stroke during treatment	1 (1%)	0 (0%)	1 (0%)	0.024
NIHSS 24h	14.9 (9.2)	8.2 (8.2)	9.3 (8.7)	< 0.001
Malignant MCA 24h	3 (3%)	1 (0%)	4 (1%)	0.002
90d mRS	4.1 (1.9)	2.5 (2.1)	2.8 (2.1)	< 0.001

Numbers are shown as mean (standard deviation) or N (%).
Only factors with significant differences ($p \leq 0.05$) are shown.

Fig. 1 | 15 Study population characteristics successful and incomplete recanalization

	Tici 2b (N=194)	Tici 3 (N=296)	Total (N=490)	p value
Anti-thrombotic medication	89 (46%)	177 (60%)	266 (54%)	0.002
Comorbidity dyslipidemia	72 (37%)	157 (53%)	229 (47%)	< 0.001
Artrial fibrillation	74 (38%)	145 (49%)	219 (45%)	0.018
ASPECTS	8.6 (1.6)	9.0 (1.5)	8.8 (1.5)	0.013
Anesthesia				0.007
- beginning with local, change to general	7 (4%)	7 (2%)	14 (3%)	
- conscious sedation with local anesthesia	68 (36%)	69 (24%)	137 (28%)	
- general anesthesia	114 (60%)	216 (74%)	330 (69%)	
# of passes	2.2 (1.7)	1.6 (1.1)	1.8 (1.4)	< 0.001
ICH 24h	27 (14%)	19 (6%)	46 (9%)	0.005

Numbers are shown as mean (standard deviation) or N (%).
Only factors with significant differences ($p \leq 0.05$) are shown.

Fig. 2 | 15 Study population characteristics successful and full recanalization

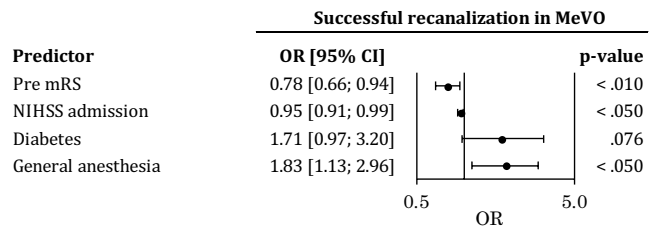


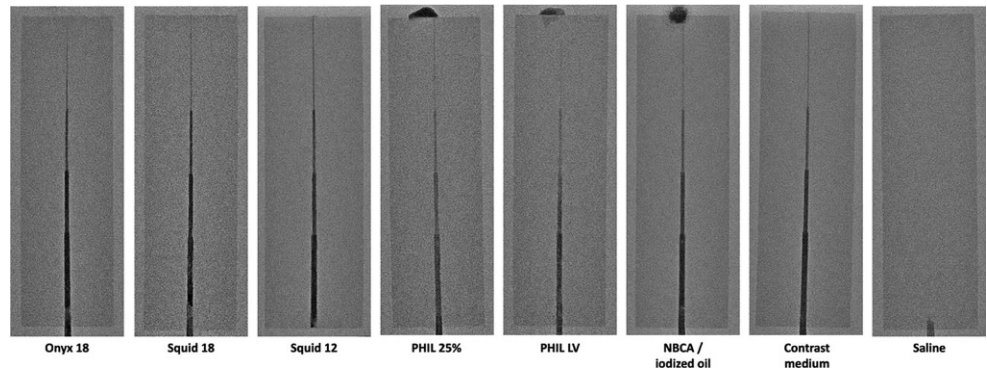
Fig. 3 | 15 Predictors of successful recanalization Tici $\geq 2b$ (logistic regression)

2.2, $p < 0.05$) and a lower rate of intracranial hemorrhage at 24 h (6 % vs. 14 %, $p < 0.05$) were observed in patients with Tici 3. However, long time functional outcome was equal with 90d mRS of 2.5 ($p = 0.915$) (Fig. 2). In a multivariate logistic regression analysis low pre-mRS (OR=0.78), low NIHSS at admission (OR=0.95) and general anesthesia (OR = 1.83) were significantly associated with successful recanalization (Fig. 3).

Discussion/Conclusion: Patients with successful recanalization (Tici $\geq 2b$) in MT with MeVO had better initial neurological status, lower number of passes, lower rates of AEs and better long term functional outcome. Tici 3 was among others associated with higher ASPECTS, general anesthesia, lower number of passes and lower rates of ICH. However, long term functional outcome did not differ between Tici 3 and Tici 2b. Multivariate regression analysis confirmed favorable neurological status at admission and general anesthesia as significant predictors for successful recanalization in patients with MeVO.

Die Autoren/Autorinnen erklären, dass Interessenkonflikte vorliegen. Die Verbindungen liegen der Kongressorganisation KUKM GmbH vor.

Fig. 1 | 23



[23] Visibility of liquid embolic agents in fluoroscopy

Niclas Schmitt^{1*}, Lena Wucherpfennig², Sophia Hohenstatt¹, Charlotte Weyland¹, Christof M Sommer^{3,4}, Martin Bendszus¹, Markus A Möhlenbruch¹, Dominik F. Vollherbst¹

¹Neuroradiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

²Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

³Klinik für Radiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

⁴Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Sana Kliniken Duisburg, Duisburg, Deutschland

Background: Endovascular embolization of intracranial arteriovenous malformations using liquid embolic agents (LEAs) is a frequently applied treatment mode. Since visibility of these LEAs is essential for visual control and to prevent complications, our aim was the systematic assessment of the visibility of the most used LEAs in fluoroscopy.

Methods: A novel in vitro model, resembling cerebral vessels, was specifically designed using a 3D printer. Embolization was conducted for the following LEAs: Onyx 18, Squid 18, Squid 12, PHIL 25 %, PHIL LV, NBCA/iodized oil (ratio 1:1) as well as contrast medium and saline. Fluoroscopic imaging was performed with standard settings according to clinical routine using the angiography system ARTIS icono (Siemens Healthineers, Erlangen, Germany). Visibility was graded quantitatively (contrast to noise ratio, CNR) and qualitatively (five-point scale).

Results: All LEAs provided at least acceptable visibility in this in vitro model. Onyx and Squid as well as NBCA/iodized oil were best visible at a comparable level and superior to the formulations of PHIL which did not differ in quantitative and qualitative analyses (e. g. Onyx 18 vs. PHIL 25 %: mean CNR±standard deviation (SD): 3.02±0.42 vs. 1.92±0.35; mean score±SD: 5.00±0.00 vs. 3.75±0.45; p£ 0.001).

Discussion: Sufficient visibility of LEAs during embolization and the knowledge of the differences between the agents is mandatory for safe embolization procedures. A possible reason for the better visibility of the tantalum-based LEAs Onyx and Squid is the higher atomic number (AN) of the admixed tantalum (AN 73) compared to iodine (AN 53) as part of PHIL. The higher AN leads to a higher absorption of x-rays, resulting in a better visibility of the LEA. Since the embolic agents NBCA/iodized oil and the formulations of PHIL both include iodine for radiopacity, the higher amount of iodine within the ratio of 1:1 for NBCA/iodized oil probably causes its better visibility.

Conclusion: Relevant differences in the fluoroscopic visibility of LEAs in endovascular embolization procedures could be demonstrated, while all investigated LEAs provided acceptable visibility in our in vitro model.

Die Autoren/Autorinnen erklären, dass Interessenkonflikte vorliegen. Die Verbindungen liegen der Kongressorganisation KUKM GmbH vor.

[32] Endovascular treatment of distal medium vessel occlusions using microcatheter aspiration thrombectomy

Dominik Grieb^{1,2*}, Björn Greling³, Katharina Schulz¹, Frederik Boxberg¹, Katharina Melber¹, Omar Abu-Fares², Heinrich Lanfermann², Martin Schlunz-Hendann¹, Dan Meila^{3,4}

¹Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Sana Kliniken Duisburg, Duisburg, Deutschland

²Institut für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland

³Klinik für Interventionelle Neuroradiologie, Johanna-Etienne-Krankenhaus, Neuss, Deutschland

⁴Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Helios Klinikum Krefeld, Krefeld, Deutschland

Background: Endovascular treatment (EVT) seems to be beneficial in distal medium vessel occlusion (DMVO) stroke even beyond middle cerebral artery (MCA)—M2 segment. However, data about aspiration thrombectomy of DMVOs is scarce since common aspiration catheters are usually too large for small distal intracranial arteries. We report our initial experiences using the microcatheter aspiration thrombectomy (MAT) technique for DMVOs in the MCA territory.

Methods: We retrospectively analyzed all acute ischemic stroke (AIS) patients that underwent MAT of a primary or secondary DMVO in the M3 or M4 segment between 01/2019 and 10/2021. Recanalization rates, procedural safety and outcome data were recorded.

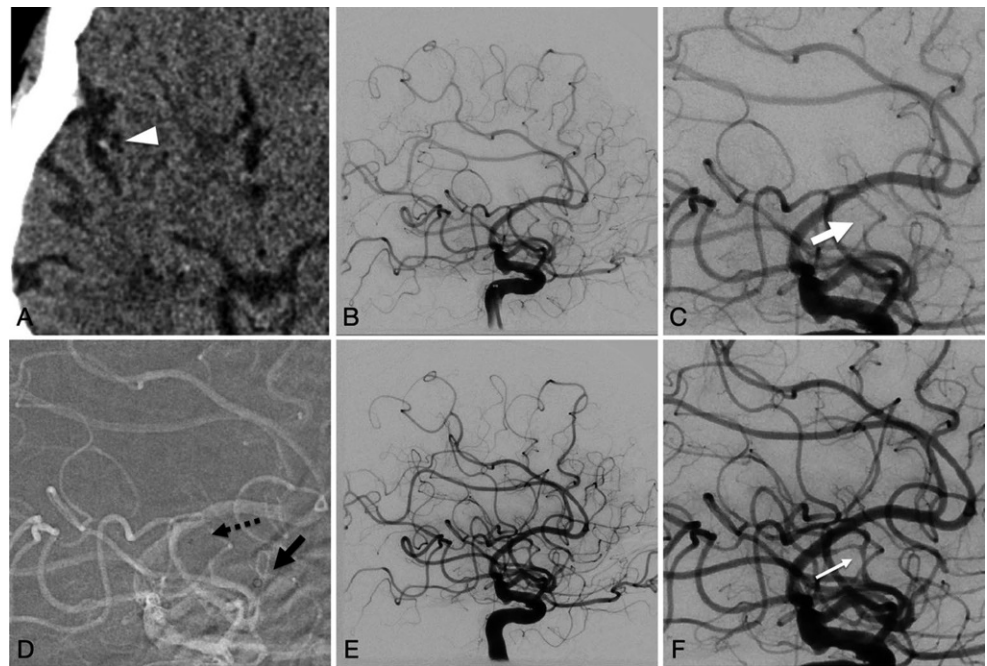
Results: MAT of acute M3 and M4 occlusions was performed in 19 patients with AIS (primary DMVOs: 6; secondary DMVOs: 13). Successful revascularization to DMVO TICI ³ 2b was achieved in 58 % (11/19) with a single pass in all of them. NIHSS score at admission was 12 and 3 at discharge, respectively. 68 % (13/19) had a good clinical outcome at discharge (mRS 0–2). No symptomatic complications related to MAT occurred.

Discussion: Different recanalization devices for DMVOs including the 3MAX and low profile self-expandable stent retrievers (SRs) have already been used with promising results. However, the comparability is limited since the minority of occlusions in the appropriate studies are beyond the level of M2. Even in the so far only study on MAT for DMVOs, more than one third of cases were M2 occlusions. We excluded M2 occlusions because these are generally treated with thrombectomy techniques similar to large vessel occlusions. Initial results of M3 occlusions treated with Tigertriever 13 showed slightly higher recanalization rates (73.9 % with DMVO TICI ³ 2b) than with the MAT in our study (58 % with DMVO TICI ³ 2b). However, hemorrhagic complication rates following SR based thrombectomy in DMVOs seems to be considerably higher (up to 41 %) than with MAT.

Conclusion: MAT of DMVOs in the MCA territory is a technically feasible and effective treatment with a notably low complication rate.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Fig. 1 | 32 NIHSS 9. Isolated right M3 occlusion (A–C) and full recanalization (DMVO-TICI 3) after MAT (E, F). Note position of microcatheter tip in the proximal part of the clot (dotted arrow in D) and Sofia 5F in Truncus inferior (black arrow in D)



References

1. Crockett MT et al. (2019) Dual suction Headway 27...micro-ADAPT technique. *J Neurointerv Surg*.11:714–8.
2. Guenego A et al. (2021) Thrombectomy ... Tigertriever 13). *Interv Neuroradiol*. <https://doi.org/10.1177/15910199211039926>.

[56] Systematische Analyse von Perfusionsparametern zur Bestimmung der Prädiktivität der zugrundeliegenden Ätiologie bei Verschlüssen der Arteria carotis interna

Daniel Weiß^{1*}, Henrik Lang², Michael Gliem², Marius Vach¹, Luisa Wolf¹, Bernd Turowski¹, Julian Caspers¹

¹Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

²Klinik für Neurologie, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

Hintergrund: Verschlüsse der Arteria carotis interna (ACI) können einerseits durch eine Dissektion, kardioembolisch (KE) oder makroangiopathisch (MP) bedingt sein. Hierzu wurde untersucht, ob anhand von Perfusionsparametern der in der Routinediagnostik durchgeführten Computertomographie-Perfusion (CT-P) zwischen diesen Ätiologien unterschieden werden kann, um eine optimierte Schlaganfalltherapie zu ermöglichen.

Methoden: Es wurden retrospektiv zwischen 2012 und 2019 Patienten erfasst, die aufgrund eines akuten ischämischen Schlaganfalls durch einen ACI-Verschluss eine CT-P erhalten haben. Gruppenvergleiche zwischen den Ätiologien bezüglich der Verhältniszahlen der Perfusionsparameter zwischen den Hemisphären: relatives cerebrales Blutvolumen (rCBV), relativer cerebraler Blutfluss (rCBF), time-to-maximum (Tmax) und mean-transit-time (MTT) wurden mittels einfaktorier ANOVA berechnet und mittels Bonferroni-post-hoc Test paarweise verglichen.

Ergebnisse: 69 Patienten (Alter=70±14, Dissektion=10 (14,5%), KE=19 (27,5%), MP=40 (58,0%)) wurden erfasst. Es zeigten sich ausschließlich Gruppenunterschiede in der ANOVA für MTT ($p=0,004$) und Tmax ($p=0,04$). Im post-hoc Test zeigte sich ausschließlich hinsichtlich der MTT eine Differenzierbarkeit zwischen KE und MP Verschlüssen ($p=0,003$, 0,15 CI [0,05–0,26]).

Diskussion: Bei einem KE bedingten Schlaganfall liegt oft eine deutlich schlechtere Kollateralisierung aufgrund der Rarefizierung vor als bei einem MP Gefäßverschluss oder einer Dissektion [1–2]. Dennoch führen die Perfusionsunterschiede nur zu einer Differenzierbarkeit zwischen MP und KE durch die MTT.

Fazit: Eine Unterscheidung zwischen KE und MP Verschlüssen der ACI anhand der MTT ist möglich. Eine Abgrenzung von KE und MP Verschlüssen zu Dissektionen gelingt in diesem Kollektiv anhand der Perfusionsparameter nicht.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Guglielmi, V., et al. (2019) Collateral Circulation and Outcome in Atherosclerotic Versus Cardioembolic Cerebral Large Vessel Occlusion. *Stroke*. 50(12): p. 3360–3368.
2. Faber JE, Zhang H, Lassance-Soares RM, et al. (2011) Aging causes collateral rarefaction and increased severity of ischemic injury in multiple tissues. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 31(8):1748–1756. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.111.227314>

[58] Verzögerte vasodilatatorische Wirkung von intraarteriell appliziertem Nimodipin in der Behandlung von zerebralen Vasospasmen nach subarachnoidalen Blutungen

Michael Schönfeld^{1*}, Charlotte Zaeske¹, David Zopfs¹, Kai Roman Laukamp¹, Simon Lennartz¹, Lukas Görtz¹, Pia Lena Niederau¹, Lajos Basten¹, Nuran Abdullayev¹, Christoph Kabbasch¹, Marc Schlamann¹

¹Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinik Köln, Köln, Deutschland

Hintergrund: Nach intraarterieller (i. a.) Nimodipingabe zur Behandlung von zerebralen Vasospasmen wird in direkten angiographischen Kontrollen zu einem beträchtlichen Teil ein ungenügendes Therapieansprechen beobachtet¹. Wir haben untersucht, ob der vasodilatatorische Effekt von Nimodipin noch mit verzögerter Wirkung eintritt.

Methoden: Alle im Jahr 2021 in unserem Institut mittels i. a. Nimodipin wegen zerebralen Vasospasmen nach subarachnoidalen Blutungen behandelten Patienten wurden retrospektiv gesichtet. Davon wurden alle Patienten untersucht, bei denen angiographische Kontrastmittelserien vor

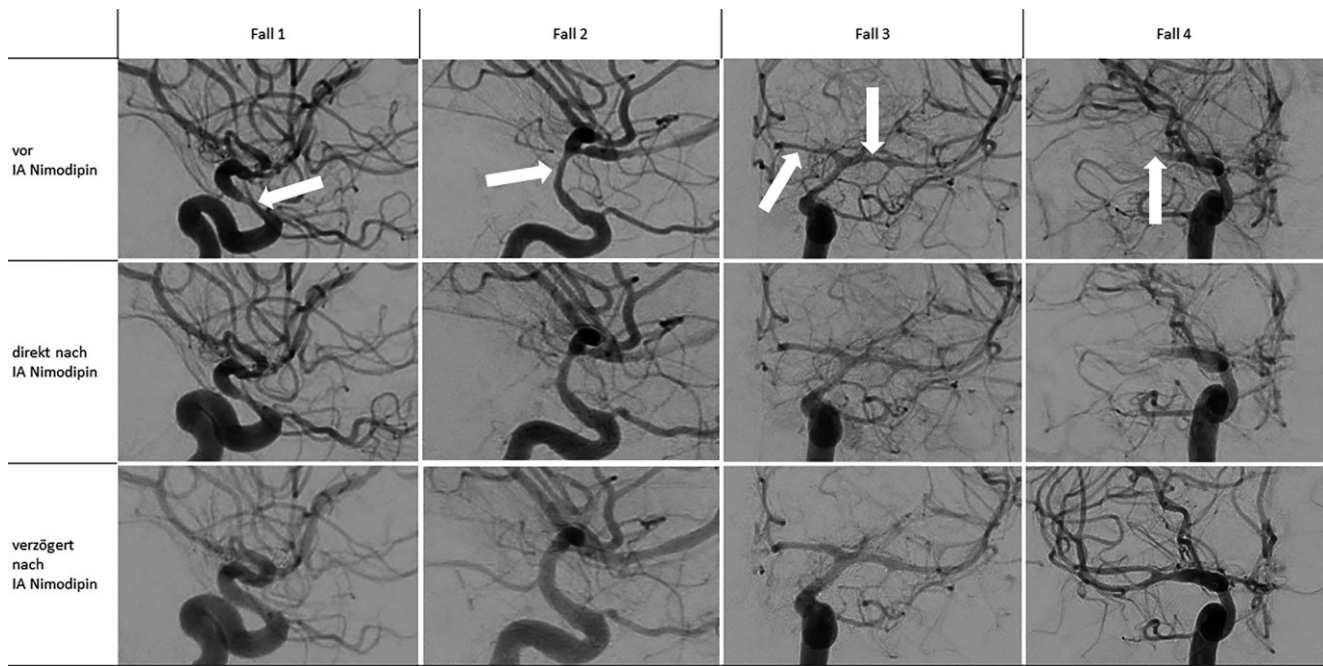


Abb. 1 | 58 Vier Fälle mit verzögerter Wirkung von intraarteriell appliziertem Nimodipin. Alle Fälle zeigen eine im Verlauf zunehmende vasodilatatorische Wirkung. Die Vasodilatation ist am stärksten ausgeprägt Gefäßen mit fokalen Vasospasmen (weiße Pfeile). Während in der Fällen 1, 2 und 4 zwischen der direkten Kontrollserie und der direkten Kontrollserie und der späten Kontrollserie noch in andere Gefäße Nimodipin infundiert wurde, wurde dies in Fall 3 nicht getan. Der okklusive Vasospasmus des M1-Segments in Fall 4 beatnd auch in der direkten Kontrolle Nimodipininfusion, jedoch zeigte sich das Gefäße in einer späten Kontrollserie wieder eröffnet.

und direkt nach Nimodipingabe sowie eine späte Kontrollserie akquiriert wurden. Untersucht wurden die Nimodipindosis, der zeitliche Verlauf der Intervention und die Veränderung der Gefäßdiameter.

Ergebnisse: In 29/168 Fällen (13/32 Patienten) lagen späte Kontrollserien mit einem mittleren Zeitintervall von 38,4 (±16,5) min nach einer mittleren Gesamtdosis von 4,5 (±1,2) mg Nimodipin vor. Die Zunahme der Gefäßdurchmesser war in den späten Kontrollserien ausgeprägter als in den direkten Kontrollserien, vor allem in den spastischen Gefäßabschnitten ($n=28$: 108,7% (±83,2%) vs. 32,0% (±27,4%), $p<0,0001$), geringer jedoch auch in den nicht spastischen Gefäßabschnitten ($n=29$: 26,7% (±13,1%) vs. 14,9% (±10,6%), $p<0,0001$). In einem Fall stellte sich ein Gefäß sowohl in der ersten Kontrastmittelserie als auch in der direkten Kontrolle vollständig verschlossen dar, das sich in der späten Kontrolle 37 min nach Nimodipingabe als wiedereröffnet zeigte.

Diskussion: Späte Kontrollserien wurden in unserer Klinik mit der Intention eingeführt, im Falle einer erfolglosen Therapie mit i.a. Nimodipin bei hochgradigen Vasospasmen eine zusätzliche Angioplastie durchzuführen. Nach Durchführung der späten Kontrollen zeigten jedoch alle Gefäße ein deutliches Ansprechen auf Nimodipin, so dass in jedem Fall von einer zusätzlichen Angioplastie Abstand genommen wurde.

Fazit: Es lässt sich ein zeitlich verzögerter, vasodilatatorischer Effekt von Nimodipin nachweisen, der in spastischen Gefäßen stärker ist als in nicht spastischen Gefäßen. Dieser Effekt sollte berücksichtigt werden, bevor eine i.a. Therapie mit Nimodipin als erfolglos bewertet wird und die Therapie zu einer Angioplastie hin eskaliert wird.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Hanggi D et al. (2008) Intra-arterial nimodipine for severe cerebral vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: influence on clinical course and cerebral perfusion. *AJNR*. 29(6):1053–60.

[61] Vergleich des Aperio-Hybrid Stent-retrievers mit dessen Vorläufermodell bezüglich des Therapieergebnisses, der Sicherheit und Effektivität.

Daniel Weiß^{1*}, Christoph Kabbasch², Thorsten Lichtenstein², Bernd Turowski¹, Marius Kaschner¹

¹Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Düsseldorf, Deutschland

²Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Köln, Deutschland

Hintergrund: Moderne Stent-retriever wie der neue Aperio Hybrid Stent-retriever (APH) zeigen oft verbesserte technische Eigenschaften wie eine gesteigerte Röntgenopazität, wodurch die Sichtbarkeit des Materials während der Intervention erhöht wird [1]. Ziel dieser multizentrischen Untersuchung ist der Vergleich zwischen dem APH und seinem bewährten Vorgängermodell (AP) bezüglich seiner Effektivität, Sicherheit sowie des erreichten Therapieergebnisses.

Methoden: In dieser multizentrischen, retrospektiven Untersuchung wurden Patienten, die aufgrund eines akuten ischämischen Schlaganfalls mit dem APH oder AP behandelt wurden bezüglich eines guten Therapieergebnisses nach drei Monaten (modifizierte Rankin Scala, mRS, ≤2), eines guten finalen Rekanalisationsergebnisses (Thrombolysis in cerebral infarction scale, TICI, ≥2b) und der Komplikationsrate analysiert.

Ergebnisse: 51 Patienten (weiblich=64,7%, Alter=73±16, NIHSS (median)=15) wurden erfasst. Ein mRS≤2 wurde bei Verwendung des APH in 44,0% erreicht (AP=36,8%). Ein gutes finales Rekanalisationsergebnis wurde jeweils in 100% erreicht. Komplikationsfreiheit wurde beim APH (67,7%) im Vergleich zum AP (85,0%) leicht seltener, eine symptomatische intrakranielle Blutung jedoch nie beobachtet. Die Gesamtmortalität nach drei Monaten war vergleichbar (APH=20,0%, AP=21,1%).

Diskussion: Die Rate an Patienten mit einem mRS≤2 nach drei Monaten war vergleichbar mit früheren Untersuchungen sowie leicht höher als bei

der Verwendung des AP [2]. Die finalen Rekanalisationsraten zwischen APH und AP waren vergleichbar und besser als im TRACK-Register und einer Untersuchung zum EmboTrap. Es zeigte sich ein gutes Nutzen-Risiko-Profil des APH. Im direkten Gruppenvergleich zeigte sich kein substanzieller Unterschied zwischen APH und AP bezüglich des funktionellen Therapieergebnisses, eines guten Rekanalisationsergebnisses und der Komplikationsrate.

Fazit: Es zeigte sich eine vergleichbare Effektivität und Sicherheit des APH und des AP sowie eine sehr gute Rate an Patienten mit gutem Therapieergebnis.

Offenlegungserklärung: C. Kabasch erhielt persönliche Honorare von Microvention und Acandis außerhalb der eingereichten Arbeit. Die übrigen Autoren erklären, dass keine Interessenkonflikte bestehen.

Literatur

1. Kabasch C, Mpotsaris A, Chang DH, et al. (2016) Mechanical thrombectomy with the Trevo ProVue device in ischemic stroke patients: does improved visibility translate into a clinical benefit? *J Neurointerv Sur*. 8:778–82.
2. Zaidat OO, Castonguay AC, Nogueira RG, et al. (2018) TREVO stent-retriever mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke secondary to large vessel occlusion registry. *J Neurointerv Surg* 10: 516–24.

[77] Predictors of symptomatic intracranial hemorrhage after endovascular thrombectomy in acute ischemic stroke patients with anterior large vessel occlusion – recanalization duration and reperfusion quality determine

Yan Li^{1*}, Natalie van Landeghem¹, Aydin Demircioglu¹, Martin Köhrmann², Lennart Milles², Philipp Dammann³, Marin Darkwah Oppong³, Jabbarli Ramazan³, Jens Theysohn¹, Hanna Styczen¹, Michael Forsting¹, Isabel Wanke¹, Benedikt Frank², Cornelius Deuschl¹

¹Universitätsklinikum Essen, Institute für Diagnostische und Interventionelle Radiologie und Neuroradiologie, Essen, Deutschland

²Universitätsklinikum Essen, Klinik für Neurologie, Essen, Deutschland

³Universitätsklinikum Essen, Klinik für Neurochirurgie und Wirbelsäulechirurgie, Essen, Deutschland

Background: Symptomatic intracranial hemorrhage (sICH), which is consistently associated with poor neurological outcome, is a major

complication of endovascular thrombectomy (EVT) for acute ischemic stroke (AIS) patients. We aimed to evaluate predictors of sICH in AIS patients following EVT due to anterior large vessel occlusion (LVO). Further, we compared neurological outcome of patients with asymptomatic intracranial hemorrhage (asICH) with those without intracranial haemorrhage.

Methods: Data on stroke patients from January 2018 to December 2020 in a tertiary care centre were retrospectively analysed. Anterior LVO was defined as occlusion of internal carotid artery and/or M1/M2 branch of middle cerebral artery. Exclusion criterion was stenting of carotid artery or intracranial vessels. sICH was defined as a deterioration of at least four points in the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) scores associated with brain hemorrhage or hemorrhage leading to death. Logistic regression model was run to analyse the impact of 14 variables on their association with sICH.

Results: Of the 174 patients (mean age 77, 41.4 % male) following EVT, sICH and asICH was present in 10.3 % ($n=18$) and 10.3 % ($n=18$). Incomplete reperfusion (TICI 0–2b) (odds ratio [OR], 0.656; 95 % confidence interval [CI], 0.513–0.841; $p=0.001$) and extended time from groin to reperfusion (per 10 minutes, OR 1.217; 95 % CI 1.09–1.359; $p<0.001$) was significantly associated with the presence of sICH. The overall neurological outcome at discharge of patients with asICH was worse than those without hemorrhage (NIHSS 15 versus 7, $p=0.104$). In the subgroup analysis regarding same reperfusion grade the NIHSS scores did not differ significantly between asICH and non-ICH groups (median 7.5 versus 5 by TICI 3, $p>0.1$; 19 versus 12 by TICI 0–2b, $p>0.1$).

Discussion: Our study demonstrated the paramount importance of complete reperfusion not only for a better neurological outcome but also for risk minimization of sICH. However, caution is needed to avoid extended thrombectomy time, especially in case of expected unfavourable neurological outcome regardless of reperfusion grade.

Conclusion: Complete reperfusion and short interventional time are significantly associated with the absence of sICH.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Fig. 1 | 77

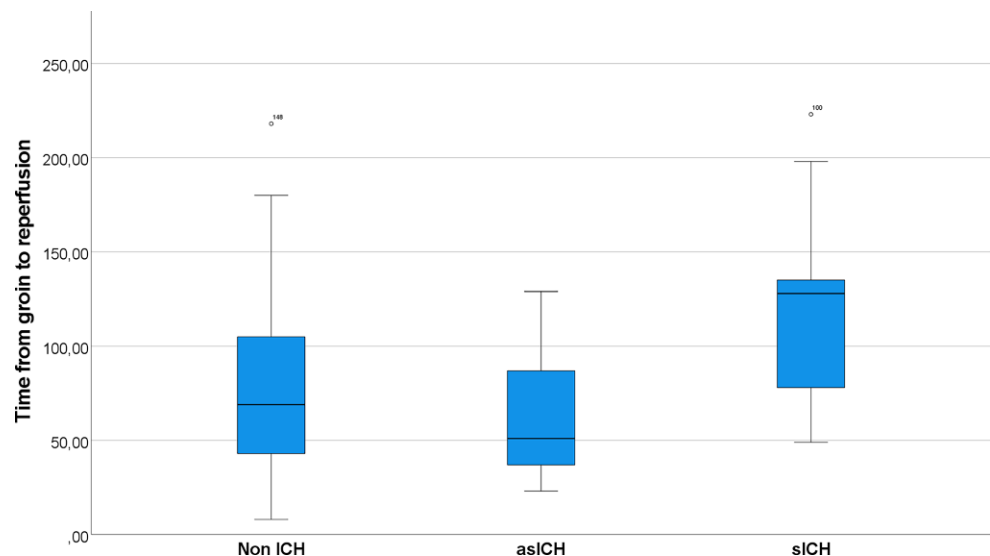
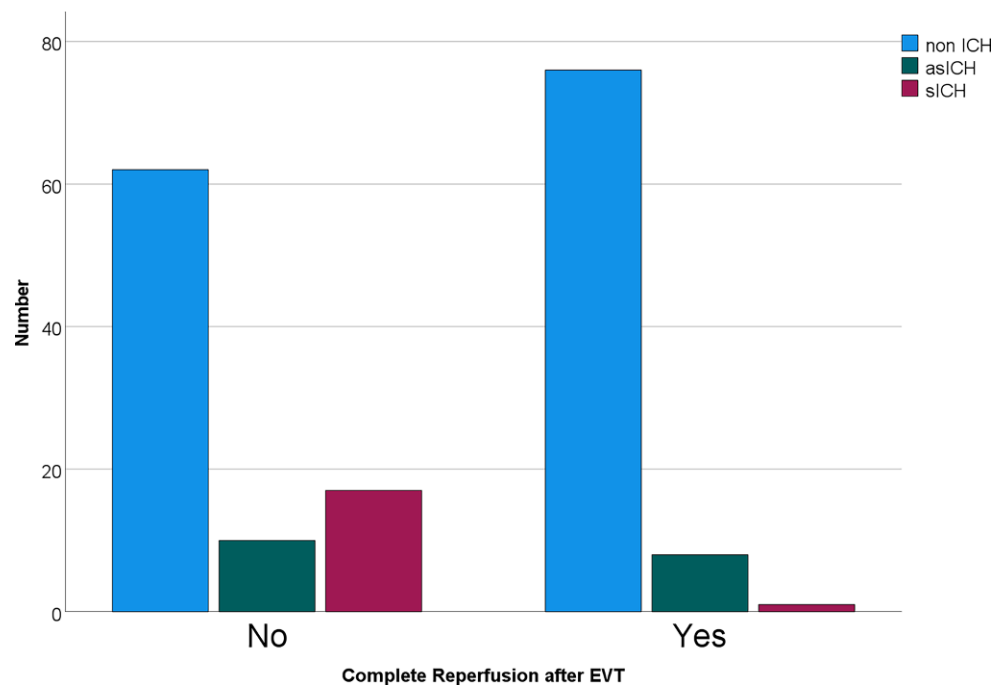


Fig. 2 | 77



[97] Secondary stroke lesion growth in the follow-up after endovascular therapy: a prospective longitudinal imaging study

Maria Berndt^{1*}, Kathleen Bernkopf², Simone Henze¹, Moritz Hernandez Petzsche¹, Christian Maegerlein¹, Dominik Sepp¹, Claus Zimmer¹, Silke Wunderlich², Benno Ikenberg², Tobias Boeckh-Behrens¹

¹Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Klinikum rechts der Isar, Fakultät für Medizin, TU München, München, Deutschland

²Neurologische Klinik und Poliklinik, Klinikum rechts der Isar, Fakultät für Medizin, TU München, München, Deutschland

Background: Clinical outcome of endovascular treated stroke is dependent on multiple variables, resulting in a large inter-individual var-

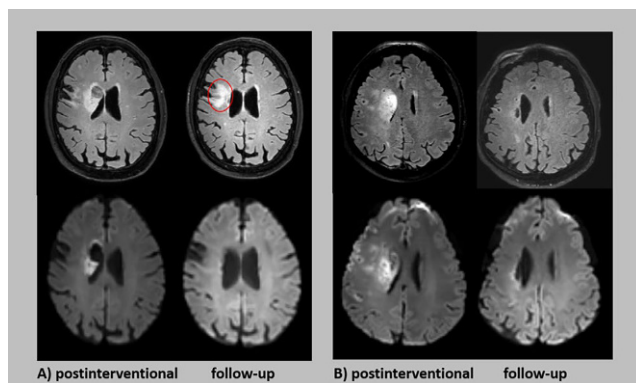


Fig. 1 | 97 images of patients after mechanical recanalization of a large vessel occlusion of the anterior circulation in the postinterventional (3 days) and follow-up stage (3 months). Representative examples of patients with (A) and without (B) lesion growth in the follow-up imaging after three months, shown in the upper row (FLAIR images). No diffusion restrictions were seen in the follow-up (DWI images, bottom row)

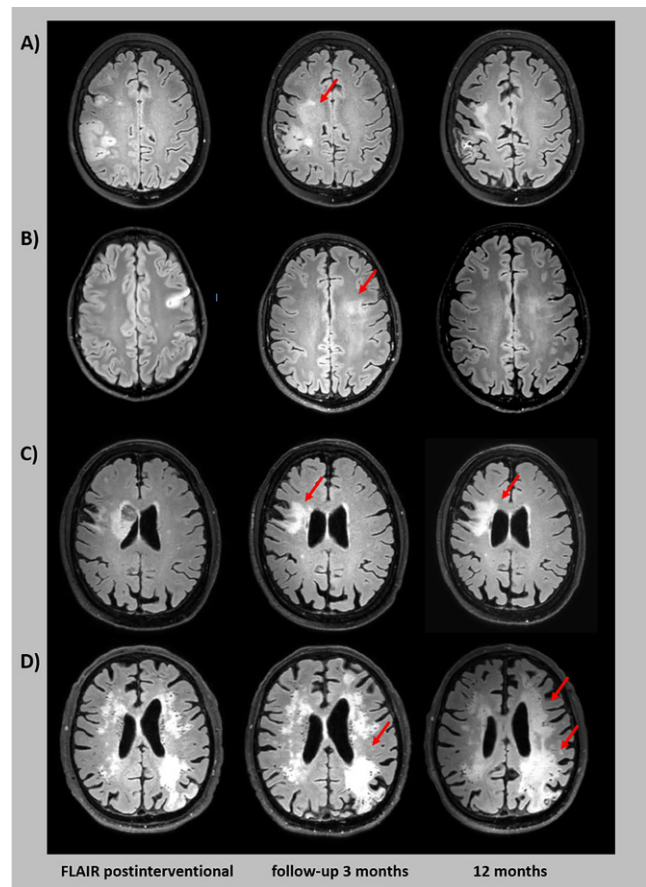


Fig. 2 | 97 Representative examples (A-F) of patients with stroke lesion growth in the 3/12-months followup. New lesions are localized in the white matter within the deep vascular border zone adjacent to the primary stroke lesion

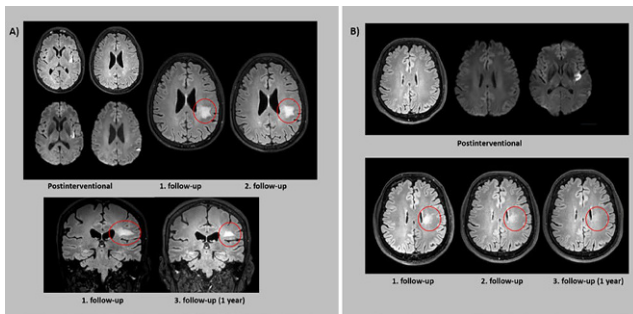


Fig. 3 | 97 Representative examples (A–B) of patients with stroke lesion growth in the follow-up. New lesions are localized in the white matter within the deep vascular border zone distant to primary ischemic lesion. For these examples, lesion extent diminishes within in the further follow-up imaging (6–12 months FU)

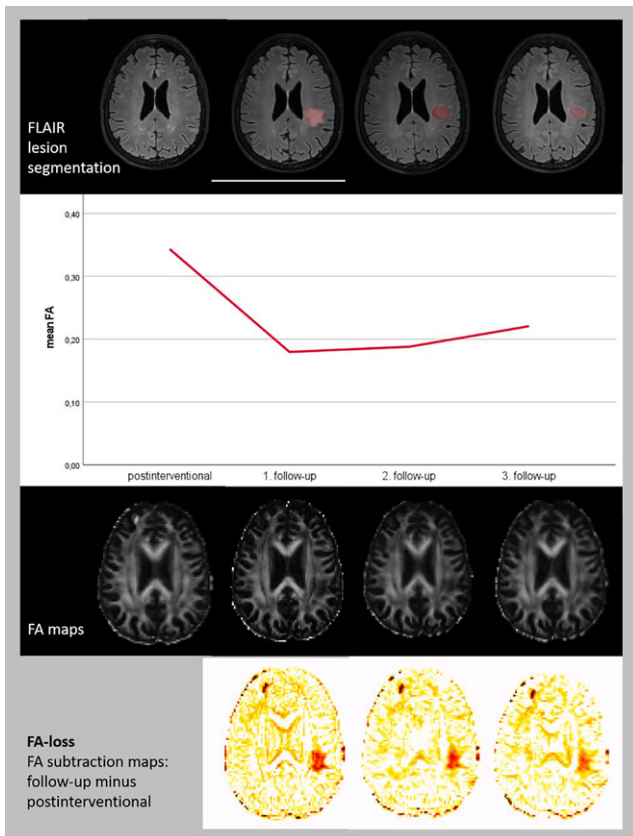


Fig. 4 | 97 An analysis of the microstructural integrity showed that the area of the new lesion in the follow-up has not been affected post-interventionally (FA, MD and AD not altered). There is a distinct loss in the further examinations until 1-year follow-up. MD- and AD-values (not displayed here) show also a loss in the 3-months follow-up and an increase in the further course

ability. In this context, secondary stroke injury might be of relevance but has not been systematically investigated yet. Aim of the study was to uncover secondary phenomenon in follow-up imaging and identify possible underlying reasons.

Methods: In a prospective, longitudinal single-center study endovascular treated patients with a large vessel occlusion in the anterior circulation were included and followed-up after 3 to 12 months by clinical and imaging investigations incl. DTI. Stroke lesions were segmented in

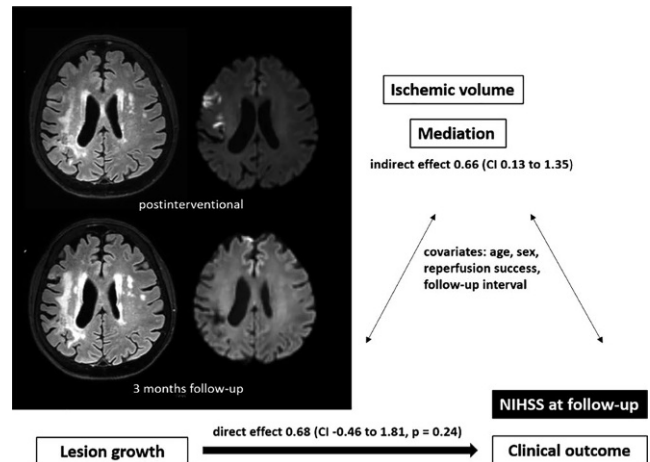


Fig. 5 | 97 Mediation analysis to test if and to which extent the ischemic volume would causally explain the association between lesion growth in the follow-up and clinical outcome (at 3-months follow-up). The bootstrapped 95 % confidence interval for the indirect effect (mediation: total-direct effect) is different from zero (0,66 CL: 0,13 to 1,35), indicating that ischemic volume significantly mediates the relationship between occurrence of lesion growth and clinical outcome

FLAIR-images, microstructural alterations were assessed by analyzing DTI-metrics and associations to clinical parameters were investigated. **Results:** Within the cohort ($n=81$), 25 patients (31 %) were identified with a lesion growth (LG) in the follow-up-imaging (Fig. 1), either adjacent to primary stroke lesion (Fig. 2) or distant (Fig. 3). DTI-metrics show a partially reversible loss of microstructural integrity as displayed in Fig. 4.

The group of LG has a higher rate of acute carotid pathology (48 % vs. 23 %, $p=0.026$). Including patients with a persisting stenosis in the follow-up (rated in MRI and Doppler), 72 % of the patients within the LG group can be identified with an underlying vascular pathology (vs. 39 %, $p=0.006$). None of the patients with LG present with new clinical symptoms, but the LG-group shows a lower rate of substantial neurological improvement ($p<0.01$) and higher NIHSS-values at follow-up ($p=0.03$), which is mediated by ischemic volume (Fig. 5).

Discussion: The phenomenon of lesion growth in the follow-up is newly described for a high proportion of endovascularly treated stroke patients. Of note, the described lesions are predominantly localized in the white matter within the deep vascular border zone. Underlying reasons for the secondary injury may be multifactorial, but the results seem to suggest a vascular-associated pathophysiology.

Conclusion: The high rate of secondary lesion growth depicted in the deep watershed zone with corresponding changes in the microstructure and the association to underlying vascular pathologies directs to a possible connection to disturbed vascular autoregulation functions, which needs clarifications in further studies.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[99] A multicenter analysis of the DERIVO® 2 Embolization Device in the treatment of ruptured and unruptured intracranial aneurysms.

Maximilian Thormann^{1*}, Nele Sillis¹, Jens Altenbernd², Björn Berger³, Andrea Cioltan⁴, Christian Loehr⁵, Georg Bohner⁶, Eberhard Siebert⁶, Hannes Nordmeyer⁷, Anastasios Mpotsaris⁸, Daniel Behme^{1,9}

¹Clinic for Neuroradiology, University Clinic Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

²Herdecke, Department of Radiology and Neuroradiology, Gemeinschaftskrankenhaus Herdecke, Herdecke, Deutschland

³Bielefeld, Department of Neuroradiology, Evangelisches Klinikum Bethel, Universitätsklinikum OWL, Bielefeld, Deutschland

⁴Recklinghausen, Department of Radiology and Neuroradiology, Klinikum Vest GmbH Behandlungszentrum Knappschaftskrankenhaus Recklinghausen, Recklinghausen, Deutschland

⁵Recklinghausen, Department of Radiology and Neuroradiology, Klinikum Vest Knappschaftskrankenhaus Recklinghausen, Recklinghausen, Deutschland

⁶Department of Neuroradiology, Charité Berlin, Berlin, Deutschland

⁷Abteilung für interventionelle Neuroradiologie radprax, St. Lukas Klinik, Solingen, Deutschland

⁸Department for Diagnostic and interventional Radiology and Neuroradiology, Munich Clinic Harlaching, München, Deutschland

⁹Research Campus STIMULATE, Otto-von-Guericke University Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

Background: Flow diverters have emerged as an effective and widely utilized therapy option for intracranial aneurysms. The DERIVO® 2 Embolization Device (DED2) is a new addition to the market and promises better radiopacity. The purpose of this study was to evaluate the safety and efficacy of the DED2 with regards to angiographic and clinical outcomes.

Methods: We conducted a retrospective multicenter analysis at six interventional facilities. Patients with unruptured or ruptured cerebral aneurysms treated with the DED2 were included. The primary objective was angiographic aneurysm occlusion at 6 months as measured by the OKM grading scale. The clinical result as measured by mRS was assessed 6 months following intervention, with substantial morbidity defined as mRS 3–5.

Results: We included 37 patients treated with the DED2 between August 2020 and July 2021. Five patients had ruptured aneurysms. The median age was 60, with 27 female patients and 10 males. The median mRS was 0. (range 0–4). Average aneurysm size was 9.1 (7.9) mm, while average neck size was 6.8. (6.3) mm. The average number of FD implants was 1.1. (range 1–2). In all cases the DED2 opened upon deployment. Following implantation, all patients received dual antiplatelet therapy. Thirty patients were eligible for clinical follow-up (81.1 %). 25 (83.3 %) had an mRS of 0 or 1, with no clinical worsening in two patients with pre-existing significant morbidity. Three patients died during the follow-up period, two of whom had ruptured aneurysms initially. Follow-up imaging was available in 27 (90 %) patients, with 23 (85.2 %) demonstrating satisfactory aneurysm occlusion OKM grade C-D.

Discussion: In our retrospective analysis of the DED2 pooled outcomes are favorable and in line with other flow diverters [1]. No treatment related major morbidity was observed during the follow-up period. Angiographic follow-up demonstrated high occlusion rates at six months. Limitations include the retrospective nature of the study and heterogeneous patient selection.

Conclusion: The DED2 is both safe and effective in the treatment of ruptured and unruptured intracranial aneurysms.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenskonflikt.

References

1. Florez WA, Garcia-Ballestas E, Quiñones-Ossa GA, et al. (2021) Silk® Flow Diverter Device for Intracranial Aneurysm Treatment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurointervention*. 16: 222

[103] Management of Carotid Cavernous Fistulas: a single center experience.

Georgios Luca Alatzides^{1*}, Marcel Opitz¹, Yan LI¹, Marvin Darkwah Oppong¹, Karsten Wrede², Benedikt Frank³, Isabel Wanke¹, Michael Forsting¹, Cornelius Deuschl¹

¹Diagnostische und Interventionelle Radiologie und Neuroradiologie, Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

²Klinik für Neurochirurgie und Wirbelsäulenchirurgie, Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

³Klinik für Neurologie, Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

Background: Treatment of Carotid-cavernous fistulas (CCF) can be a great challenge for neurointerventionalist. With the evolvement of neuroendovascular techniques with different vascular approaches and a variety of available embolization material high occlusion rates with good clinical and functional outcome are feasible but until now there is still little evidence available. Therefore, we conducted a single center retrospective study to assess different periprocedural aspects of the endovascular treatment of patients with CCF at our institution.

Methods: We retrospectively reviewed all patients undergoing endovascular embolization of CCF at our hospital and collected epidemiological, clinical and imaging data as well as interventional procedure reports and clinical efficacy.

Results: After screening for eligibility 59 patients were included with a mean age of 71.0 (IQR 20.0). In most cases there was a spontaneous etiology of the CCF (41/59, 69.5 %) while 22.0 % (13/59) developed a CCF posttraumatic and 8.5 % (5/59) along with an intracranial aneurysm. Most of the patients presented with a Barrow type D fistula (29/59, 49.2 %) followed by Barrow type A fistulas (25/59, 42.4 %). In the majority of cases, endovascular therapy could be completed in one session (44/59, 74.6 %) with a transvenous approach in 55.9 % (33/59), transarterial in 33.9 % (20/59) and less often as a combination of both (6/59, 10.2 %). Coils were used solely in 45.8 % (27/59) while a combination of Onyx and Coils was applied in 42.4 % (25/59). Complete obliteration was achieved in nearly all patients (57/59, 96.6 %) with an overall procedure-related complication rate of 10.2 % (6/59) and an intraprocedural-related complication rate of 5.1 % (3/59).

Discussion: Endovascular treatment of CCF is an effective method to reach high occlusion rates even in complex cases in different CCF subtypes.

Conclusion: In a tertiary care center neurointerventional strategies are safe although rare complications may have major clinical impact. This should stimulate further research to improve periprocedural morbidity.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenskonflikt.

[116] Rekanalisation distaler Hirngefäße bei akutem Schlaganfall mit APERIO® (REVISAR): erste Zwischenanalyse

Franziska Dorn^{1*}, Hannes Nordmeyer²

¹Klinik für Neuroradiologie, Uniklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

²radprax an der St. Lukas Klinik, radprax, Solingen, Deutschland

Hintergrund: REVISAR ist eine prospektive multizentrische Studie zur mechanischen Thrombektomie mit dem Aperiio® 17 Stentretreiver (Acandis, Pforzheim, Deutschland). Primäres Ziel ist, die Sicherheit und Wirksamkeit des Aperiio® 17 Stentretreivers bei distalen arteriellen Verschlüssen (Durchmesser <3 mm) in der vorderen und hinteren Zirkulation zu untersuchen

Methoden: Die Daten werden in einem Intention-to-treat-Ansatz von allen Patienten erhoben, die eine Einverständniserklärung unterschrieben haben. Primäre Endpunkte sind die erfolgreiche Rekanalisation des Zielgefäßes (TICI-Score mind. 2b) mit maximal von 3 Passagen ohne symptomatische intrakranielle Blutung oder rescue therapy, sowie ein gutes neurologisches Ergebnis (mRS 0–2) nach 90 Tagen. Primäre

Sicherheitsendpunkte sind die Raten der device- und verfahrensassoziierten (schwerwiegenden) unerwünschten Ereignisse (AEs/SAEs) und die Sterblichkeit. Bildgebende Daten werden von den Zentren und einem zentralen Core Lab ausgewertet. Primäres Einschlusskriterium ist die Behandlung mit dem APERIO® 17 und APERIO® 17 Hybrid. Ausschlusskriterien sind ASPECTS 0–5, initiale Hämorrhagien und ein mRS-Wert von mehr als 3 vor der Behandlung.

Ergebnisse: 67 Patienten wurden bisher eingeschlossen, die Daten von 56 Patienten konnten ausgewertet werden. Das Durchschnittsalter lag bei 78 Jahren, 54 % der Patienten waren weiblich, der NIHSS-Score lag im Median bei 8 (1–31). Die behandelten Zielverschlüsse waren M2 (61 %), M3 (18 %), P1/2 (14 %), A1-3 (3 %), BA (2 %). Eine erfolgreiche Rekanalisation am Ende des Eingriffs wurde in 94,4 % mit durchschnittlich 1,6 Passagen erreicht. Ein gutes klinisches Ergebnis (mRS 0–2) nach 90 Tagen erreichten 25 von 30 Patienten, bei denen ein 30d Follow Up vorlag (83 %). Die Sterblichkeit lag bei 5 %. Bis auf eine Embolisation in ein primär nicht betroffenes Territorium gab es keine periprozeduralen Komplikationen.

Diskussion: Die erste Zwischenanalyse zeigt hohe Rekanalisationsraten bei gutem Sicherheitsprofil und leistet somit perspektivisch einen Beitrag zum Nachweis der Wirksamkeit der mechanischen Thrombektomie von kleinen, peripheren Gefäßverschlüssen.

Fazit: Die Zwischenergebnisse der prospektiven Studie sind vielversprechend.

Offenlegungserklärung: Die Autoren/Autorinnen erklären Folgendes:

FD ist Proctor/Berater für Cerenovus, Balt, Cerus Endovascular, Stryker und Acandis

HN ist Proctor/Berater für Acandis und Balt.

[120] Occlusion type, number of recanalization passages and dose program determine radiation dose in endovascular stroke thrombectomy

Gregor Peter^{1*}, Bernd Eckert²

¹UKE, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie und Nuklearmedizin, Hamburg, Deutschland

²Asklepios Klinik Altona, Institut für Radiologie und Neuroradiologie, Hamburg, Deutschland

Purpose: Identification of independent treatment factors associated with high radiation exposure during endovascular mechanical thrombectomy (EMT) in acute ischemic stroke.

Methods: This retrospective analysis included all patients treated by means of EMT during the 2-year-period 2017–2018 in a comprehensive stroke center. EMT were performed by four internal and three external certified neuroradiologists in a clinic overlapping on call system.

Radiation exposure as the dependent variable (dose area product DAP, Gy · cm²) was dichotomized in <100 Gy · cm² and ≥100 Gy · cm². Independent variables were age (<75 vs. ≥75), time of intervention (during vs. beyond workday), treating neuroradiologist (internal vs. external), occlusion type (mono vs. tandem), reperfusion success (TICI 0–2A vs. TICI 2B/3), recanalization attempts (≤2 vs. >2) and dose protocol (normal dose in 2017 vs. low dose (LD) in 2018).

Results: EMT treatments of 208 patients (111 female, 97 male, mean age 71.6 years) were analyzed. Median DAP was 86.6 Gy · cm² and could be reduced from 104.8 Gy · cm² (N=105 in 2017) to 73.3 Gy · cm² (N=103 in 2018) with LD program. **Univariable and multivariable binary logistic regression analysis** revealed a significantly increased radiation exposure (≥100 Gy · cm²) in tandem occlusion type ($P<.001$), >2 recanalization attempts ($P<.001$) and normal dose protocol ($P=.002$).

Discussion: Tandem occlusion type and number of recanalization attempts are the dominant treatment factors for the amount of radiation exposure in stroke EMT. Future reference discussions or extensive radiation doses in specific patients should consider these aspects. Modern dose reduction programs can significantly reduce the radiation exposure in EMT for patients and for the medical staff and should be implemented routinely.

Conclusion: Low dose programs can significantly reduce the radiation exposure in EMT. High radiation exposure is significantly associated with more than two recanalization attempts and in case of tandem occlusions.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[134] Combination of Targeted temperature management and Thrombectomy after acute Ischemic Stroke (COTTIS) – a pilot study

Jürgen Bardutzky^{1*}, Rainer Kollmar², Mohammad Fazel³, Christian Taschner⁴, Wolf-Dirk Niesen¹

¹Neurologie, Universität Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Neurologie, Klinikum Darmstadt, Darmstadt, Deutschland

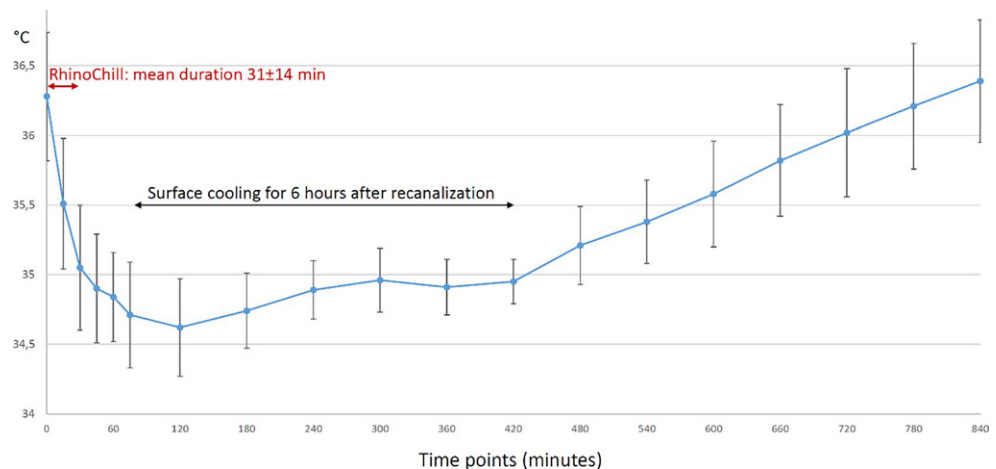
³Research, BrainCool, Lund, Schweden

⁴Neuroradiologie, Universität Freiburg, Freiburg, Deutschland

Background: To evaluate the feasibility and safety of immediately induced hypothermia to 35 °C with non-invasive transnasal cooling by RhinoChill (BrainCool) followed by surface cooling for 6 h after recanalisation in patients with anterior large vessel occlusion (LVO) undergoing endovascular thrombectomy (EVT).

Methods: Patients with LVO <24 h and the indication for EVT were included (12/21–5/22). RhinoChill was started immediately after intubation for EVT and stopped at the esophageal target temperature of

Fig. 1 | 134 Esophageal temperatures in the first 14 hours after start of treatment



35 °C. Hypothermia was maintained with surface cooling (BrainCool) for 6 h after recanalisation, followed by active rewarming (0.21 °C/h). Patients were sedated (propofol/remifentanyl) during the entire hypothermia period.

Results: 20 patients (age 76 + 10y) were included (12 received additional thrombolysis, 4 additional stenting of the proximal ICA). Mean door-to-start-of-RhinoChill-time was 58 + 24min, door-to-groin-time was 65 + 25min, door-to-recanalisation-time was 117 + 37min. Successful recanalisation (TICI 2b-3) was achieved in 90 % of patients. The course of esophageal temperature is shown in Fig. 1. The target temperature of 35 °C was reached within 31 + 14min (cooling rate 2.6 °C/h). 90 % of the patients had reached <35 °C at recanalisation.

The core infarct size (CBF <30 %, VEOcore) increased from admission 27 + 23 ml to 30 + 30 ml at day 2–5 (CT or MRI), and 95 % of the initial penumbra (Tmax >6sec, VEOcore) was salvaged.

Median NIHSS on admission was 15 (IQR 12–18) and improved to 2 (IQR 1–8) at day 7. 70 % of the patients had a good short-term outcome (mRS 0–2) at discharge (9 + 3days).

Complications: Mild epistaxis in one patient, pneumonia in 5 patients, asymptomatic hemorrhagic transformation in 2 patients.

Discussion and Conclusion: Combining hypothermia and thrombectomy was feasible and safe in sedated and ventilated patients. The effect of this procedure will be evaluated in the randomized COTTIS-2 trial.

Conflict of Interest: Prof. Bardutzky und Dr. Niesen erhielten Referenten-Honorar von BraibCool, Dr. Fazel ist Angestellter ver Firma BrainCool.

[139] Klinische Erfahrung mit Nimbus nach frustraner Stentretreiver Thrombektomie

Franziska Dorn^{1*}, Felix Bode², Nils Lehnen¹

¹Uniklinikum Bonn, Klinik für Interventionelle und diagnostische Neuroradiologie, Bonn, Deutschland

²Uniklinikum Bonn, Klinik für Neurologie, Bonn, Deutschland

Hintergrund: Trotz des insgesamt hohen Rekanalisationserfolgs ist die mechanische Thrombektomie bei 12 bis 41 % der Patienten erfolglos [1]. Nimbus wurde entwickelt, um speziell fibrinreiche Clots wirksam zu entfernen, welche mit herkömmlichen Stentretreivern- und/oder Aspirationsverfahren oft nicht entfernt werden können. Wir stellen unsere klinischen Erfahrungen und Rekanalisationserfolge mit Nimbus als Second-Line-device nach frustraner Stentretreivern-Thrombektomie bei großen Gefäßverschlüssen vor.

Methoden: Konsekutive Behandlungsfälle, bei denen Nimbus nach erfolgloser Rekanalisation an unserem Schlaganfallzentrum mit herkömmlichen Stentretreivern eingesetzt wurde, wurden retrospektiv ausgewertet.

Ergebnisse: Nimbus wurde bei 20 Patienten nach vorangegangenem frustranem Rekanalisationsversuch mit durchschnittlich 2,36 Passagen (maximal 6) eingesetzt. Bei 10/20 Patienten (50 %) führte Nimbus zu einem TICI 2b-3 Ergebnis. Im Durchschnitt waren 2,3 Nimbus-Passagen (maximal 5) notwendig, bei 5/10 Patienten führte Nimbus nach einer Passage zur Rekanalisation.

Diskussion: Die Effektivität von Nimbus zur Entfernung fibrinreicher Thromben wurde im Modell nachgewiesen [2]. In unserer Serie führte Nimbus bei 50 % der Patienten zu einem guten Rekanalisationsergebnis. Größere Fallzahlen und Studien sind notwendig, um diese vielversprechenden Ergebnisse zu bestätigen.

Fazit: Nimbus kann eine sinnvolle Option bei ansonsten erfolgloser Rekanalisation sein.

Offenlegungserklärung: Die Autoren/Autorinnen erklären Folgendes: FD ist Proctor/Berater für Cerenovus, Balt, Cerus Endovascular, Stryker und Acandis

Literatur

- Goyal M et al. (2016) Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials. *Lancet*. 23;387(10029):1723–31. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00163-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00163-X). Epub 2016 Feb 18. PMID: 26898852. Sidiqui
- Fennell VS, Setlur Nagesh SV, Meess KM, Gutierrez L, James RH, Springer ME, Siddiqui AH. (2018) What to do about fibrin rich „tough clots“? Comparing the Solitaire stent retriever with a novel geometric clot extractor in an in vitro stroke model. *J Neurointerv Surg*. 10(9):907–910. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2017-013507>. Epub 2018 Jan 19. PMID: 29352061.

[140] School of thrombectomy – a 3-step-approach to perform acute stroke treatment with simulator training and virtual supervision by remote streaming support (RESS)

Franziska Dorn¹, Nils Lehnen¹, Asadeh Lakghomi¹, Arndt Schievelkamp², Felix Bode², Alexander Radbruch¹, Daniel Paech^{1*}

¹Uniklinikum Bonn, Klinik für Interventionelle und diagnostische Neuroradiologie, Bonn, Deutschland

²Uniklinikum Bonn, Klinik für Neurologie, Bonn, Deutschland

Background: As the number of neurointerventional procedures continues to increase, so does the need for well-trained neurointerventionalists. New technologies can help in providing efficient and safe training to prospective neurointerventionalists (1–2). We aimed to establish and assess a systematic 3-step approach including simulator training and virtual supervision by remote streaming support (RESS).

Methods: The concept was evaluated by three trainees using a ten-item questionnaire for step 1 (simulator), as well as a standardized questionnaire following the initial 15 consecutive thrombectomies for each trainee and the supervisor.

Results: Simulator training was rated helpful to prepare for thrombectomies (mean 4.33, median 4). Supervision by RESS resulted in a subjectively high level of safety during all steps (extracranial catheterization (4.46 ± 0.81, 3.60 ± 0.71, 3.33 ± 0.94), intracranial catheterization (4.23 ± 0.68, 3.13 ± 0.88, 3.33 ± 0.6), stent retriever deployment (4.67 ± 0.59, 3.20 ± 0.75, 3.40 ± 0.71), and retrieval maneuver (4.40 ± 0.71, 3.27 ± 0.77, 3.60 ± 0.49). During extracranial (6/45) and intracranial stenting (1/45), the subjective level of safety was high (extracranial: 3.75 ± 0.43, 3.5 ± 0.50, intracranial: 3.0 ± 0.00). Trainees would have accepted active manual assistance from the supervisor in 6 situations. The supervisor reported an overall high sense of safety with the desire to intervene in 4 situations. The trainees changed their approach based on the supervisor's advice in a total of 9 situations. Benefit declined over time for all trainees.

Discussion: The 3-step approach increases the level of safety, as reported by the trainees and supervisor in this study.

Conclusion: New technologies such as simulator training and RESS supervision may enable an accelerated training of neurointerventionalists

Conflict of Interest: Die Autoren/Autorinnen erklären Folgendes: FD ist Proctor/Berater für Cerenovus, Balt, Cerus Endovascular, Stryker und Acandis

References

- Kreiser K, Ströber L, Gehling KG, Schneider F, Kohlbecher S, Schulz CM, et al. (2021) Simulation Training in Neuroangiography–Validation and Effectiveness. *Clinical Neuroradiology*. 31(2):465–73.
- Bechstein M, Buhk J-H, Frölich AM, Broocks G, Hanning U, Erler M, et al. (202) Training and supervision of thrombectomy by Remote Live Streaming Support (RESS). *Clinical Neuroradiology*. 31(1):181–7.

[141] Evaluation of the use of the large-format pRESET 6–50 thrombectomy stent retriever (phenox GmbH) in the endovascular treatment of ischaemic stroke with occlusions of the intracerebral arteries

Hermann Krähling^{1*}, Burak Han Akkurat¹, Mohamed Elsharkawy¹, Wolfram Schwandt¹, Christian Paul Stracke¹

¹Klinik für Radiologie des Universitätsklinikum Münster (UKM), Sektion für Interventionelle Neuroradiologie, Münster, Deutschland

Background: Mechanical thrombectomy (MT) has become the standard treatment in acute ischemic stroke (AIS) with large vessel occlusion (LVO). First-pass (FP) reperfusion of the occluded vessel and fewer passes with stent-retrievers show improvement of functional outcome in stroke patients while higher numbers of passes are associated with higher complication rates and worse outcomes. Studies indicate that the size of the stent-retriever is associated with a higher rate of first-pass reperfusion and improved clinical outcome.

We investigated the clinical performance of one of the largest stent-retrievers available in the treatment of LVO (pRESET 6–50 mm, Phenox GmbH, Bochum).

Methods: We evaluated the outcome of MT with the pRESET 6–50 stents-retriever in stroke patients with occluded proximal vessels.

The reperfusion rate after MT was quantified by the thrombolysis in cerebral infarction (TICI) score and functional neurological outcome was evaluated with the modified Rankin scale (mRS). Successful FP reperfusion was defined as TICI $\geq 2b$. Successful and complete final reperfusion were defined as TICI $\geq 2b$ and TICI $\geq 2c$ respectively.

Ergebnisse: We included all patients with AIS and LVO, that were treated in our interventional neuroradiology department with the pRESET 6–50 between 09/2021–05/2022. Finally, we included 45 patients (25 male, 20 female) with a median age of 73 (range 38–95). 35 patients presented with occlusion of the middle cerebral artery (MCA) in the M1-segment and 5 patients with occlusion of the M2-segment. 2 patients presented with occlusion of the internal cerebral artery (ICA) and 4 patients with obstructed basilar artery (BA).

Successful FP reperfusion was achieved in 30 patients (67%). Successful and complete final reperfusion were achieved in 43 (96%) and 42 (93%) patients respectively. Median NIHSS in all treated patients improved from 17 to 4. Median mRS developed from 5 to 4.

Discussion: MT with the pRESET 6–50 achieves high successful FP reperfusion rates and a high overall rate of reperfusion in patients with AIS and LVO.

Conclusion: MT with the pRESET 6–50 achieves high successful FP reperfusion rates and a high overall rate of reperfusion in patients with AIS and LVO.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

- Serna Candel C, Aguilar Pérez M, Bänzner H, Henkes H, Hellstern V. (2021) First-Pass Reperfusion by Mechanical Thrombectomy in Acute M1 Occlusion: The Size of Retriever Matters. *Front Neurol.* 22:12:679402. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.679402>. PMID: 34267722; PMCID: PMC8276778.

[142] Todesursachen endovaskulär therapierter Schlaganfallpatienten

Helen Nagel¹, João Pinho², Dimah Hasan¹, Hani Ridwan¹, Pardes Habib², Jörg B. Schulz², Martin Wiesmann¹, Arno Reich², Omid Nikoubashman^{1*}

¹Institut für Neuroradiologie, RWTH Aachen Universitätsklinikum, Aachen, Deutschland

²Institut für Neurologie, RWTH Aachen Universitätsklinikum, Aachen, Deutschland

Hintergrund: Vorhandene Studien zu den intrahospitalen Todesursachen sind, mit Einführung endovaskulärer Techniken als neuer Standard in der Schlaganfalltherapie, nicht mehr aktuell. Ziel dieser Beobachtungsstudie war es, die Todesursachen während des Krankenhausaufenthaltes ischämischer Schlaganfallpatienten, die eine endovaskuläre Schlaganfallbehandlung erhielten, darzustellen. Der Schwerpunkt lag auf der Differenzierung zwischen kurativer Therapieintention und sekundär palliativer Behandlung vor dem Tod.

Methoden: Wir untersuchten eine Gesamtkohorte von 1342 Patienten, die zwischen 2010 und 2020 in einem tertiären Schlaganfallzentrum (Aachen, Deutschland) eine endovaskuläre Schlaganfallbehandlung (EST) erhielten und analysierten die Todesursachen bei allen 326 verstorbenen Patienten. Wir unterschieden zwischen kurativer Behandlung und einem sekundären palliativen Ansatz und betrachteten die Todesursachen, Gründe für einen palliativen Ansatz sowie die Therapiezahlen im Verlauf des Jahrzehnts.

Ergebnisse: Die häufigste Todesursache in der Kohorte der 326 verstorbenen Patienten war zerebrovaskulären Ursprungs (51,5%). Darauf folgten Pneumonie und Sepsis (25,8%) sowie kardiovaskuläre Ereignisse (8,3%). Ein palliatives Therapiekonzept wurde sekundär in 75,8% der Fälle aufgrund neurovaskulärer Ursachen angestrebt. Innerhalb dieser Gruppe verstarben 54,0% der Patienten an neurovaskulären Ursachen, 26,0% aufgrund von Pneumonie und Sepsis.

Diskussion: In Anbetracht des hohen Anteils an sekundär palliativ behandelten Patienten empfiehlt sich eine Analyse der Gründe für ein palliatives Konzept anstelle der Todesursachen, um einer Verschleierung dieser, beispielsweise durch Beendigung lebenserhaltender Maßnahmen, entgegenzuwirken.

Fazit: Bei Schlaganfallpatienten spielen zerebrovaskuläre Ereignisse eine große Rolle, nicht nur bezüglich der intrahospitalen Todesursachen, sondern auch als Grund für ein palliatives Konzept.

Offenlegungserklärung: Die Autoren/Autorinnen erklären Folgendes: Dr. Wiesmann berichtet über Beratertätigkeiten für Stryker, Zahlungen für Vorträge von Bracco, Medtronic, Siemens und Stryker sowie Zahlungen für die Entwicklung von Lehrpräsentationen von Bracco, Codman, Medtronic, Phenox und Siemens. Dr. Nikoubashman berichtet über Vorträge für Phenox und Beratungs- und Forschungszuschüsse von Stryker. Die anderen Autoren berichten über keine Konflikte.

[143] Thrombus perviousness and retrieval maneuvers in M1-segment occlusions

Lucas Ivo Emanuel Becker^{1*}, Christian Taschner¹, Theo Demerath¹, Samer Elsheikh¹, Niklas Lützen¹, Elias Kellner², Horst Urbach¹

¹Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg im Breisgau, Deutschland

²Universitätsklinikum Freiburg – Klinik für Radiologie – Medizinphysik, Freiburg im Breisgau, Deutschland

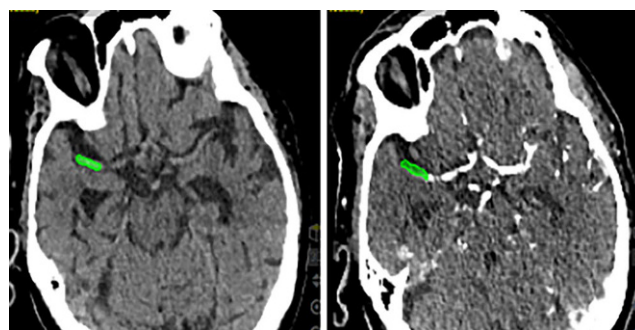
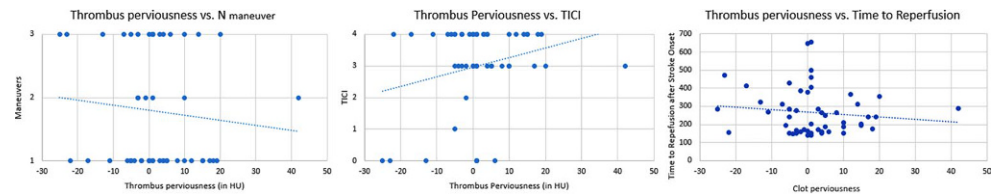


Fig. 1 | 143

Fig. 2 | 143



Background: Thrombus perviousness refers to the degree with which blood—and, consequently, contrast agent—is able to flow into and through a clot. We aimed to test the hypothesis that a high perviousness leads to shorter intervention times and less retrieval maneuvers.

Methods: Out of 526 patients, 51 were retrospectively recruited from a stroke database (33 female, 18 male, median age: 79 y). We restricted the evaluation to patients with M1-segment occlusions who underwent balloon-and stent-retriever assisted mechanical thrombectomy. Thrombus perviousness was calculated in semiautomatically segmented thrombi on unenhanced CT and CT angiography by calculating the thrombus attenuation increase (TAI) on the medical platform NORA (www.nora-imaging.org, Fig. 1). Use of distal access catheter for aspiration and thrombus length served as confounders. Correlations between thrombus perviousness and number of retrieval maneuvers (a), Thrombolysis in Cerebral Infarction score (TICI) (b) and time to reperfusion (c) were assessed.

Results: Spearman-Rank-Correlation was used to measure the impact of clot perviousness within the aforementioned subgroups. Respective coefficients [(a): $r_s = -0.0943$, p (2-tailed) > 0.5 ; (b): $r_s = 0.12$, p (2-tailed) < 0.5 ; (c): $r_s = -0.08168$, p (2-tailed) $= 0.56883$] were calculated [($p = (6\sum d_i^2) / (n(n^2 - 1))$).

Discussion: In a selected subgroup of patients with M1-LVO, time to reperfusion and the number of retrieval maneuvers did not depend on thrombus perviousness. Whether the effect of i. v. thrombolysis is related to thrombus perviousness could not be tested so far.

Conclusion: Thrombus perviousness had no impact on retrievability, however evaluation of a larger cohort seems reasonable.

Abbreviations:

LVO Large Vessel Occlusion
TICI Thrombolysis in Infarction Score
MCA Middle Cerebral Artery
CT Computer Tomography
TAI Thrombus attenuation increase
HU Hounsfield Unit(s)

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[152] Multizentrische Studie zur Stent-gestützten Aneurysmabehandlung mit dem Woven Endobridge

Lukas Görtz^{1*}, Thomas Liebig², Eberhard Siebert³, Robert Forbrig², Lenhard Pennig¹, Charlotte Zaeske¹, Pia Lena Niederau¹, Jonathan Kottlors¹, Michael Schönfeld¹, Marc Schlamann¹, Franziska Dorn⁴, Christoph Kabbasch¹

¹Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland

²Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum München (LMU), München, Deutschland

³Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Berlin (Charité), Berlin, Deutschland

⁴Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

Hintergrund: Das Woven Endobridge (WEB) ist ein Implantat zur endovaskulären Therapie von Hirnaneurysmen und wird hierbei aufgrund seiner kugelförmigen Kontur hauptsächlich für breitbasige Bifurkationsaneurysmen verwendet. Die zusätzliche Implantation eines intrakraniellen Stents ist in der Regel nur erforderlich, wenn das WEB

in das Trägergefäß hineinragt oder dieses stenostiert. In dieser multizentrischen Studie wurde die Stent-gestützte WEB-Behandlung systematisch untersucht.

Methoden: Es wurden alle Aneurysmen mit einem Durchmesser < 11 mm untersucht, welche zwischen 2011 und 2020 an drei neurovaskulären Zentren behandelt wurden. Patienten, welche entweder nur mit WEB oder mit WEB + Stent behandelt worden sind, wurden verglichen hinsichtlich Aneurysma-Merkmale, Behandlungsdetails, Komplikationen und angiographischer Ergebnisse.

Ergebnisse: Insgesamt wurden 178 Patienten (durchschnittliches Alter: 58 ± 12 Jahre, 71 % Frauen) eingeschlossen, welche mit dem WEB an 178 Aneurysmen behandelt wurden (durchschnittliche Größe: 7.0 ± 2.4 mm, 30 % rupturiert). In 15 Fällen (8.4 %) war eine zusätzliche Stent-Implantation notwendig. Die Aneurysma-Basiswerte der beiden Gruppen waren vergleichbar. Insgesamt traten bei stentgestützter Behandlung mehr thromboembolische Komplikationen auf als in der Kontrollgruppe (33.3 % vs. 8.0 %, $p = 0.002$). Der Großteil dieser Komplikationen betraf in beiden Gruppen technische Komplikationen, welche asymptomatisch waren, sodass das Risiko eines Schlaganfalls in beiden Gruppen gering war (0 % vs. 1.8 %, $p = 1.0$). In den Nachsorgeuntersuchungen zeigten sich nach 6 Monaten 73 % der WEB-behandelten und 67 % der WEB+Stent-behandelten Aneurysmen vollständig verschlossen ($p = 0.5$).

Diskussion: Stent-gestützte WEB Implantation scheint genauso sicher und effektiv zu sein wie alleinige Behandlung mit dem WEB. Nach Stent-Implantation ist jedoch eine langfristige medikamentöse Plättchenhemmung erforderlich, welche den Vorteil des WEBs als rein intraneurysmatisches Implantat aufhebt.

Fazit: Stent-gestützte Aneurysmabehandlung mit dem WEB kann als Rescue-Behandlung bei ungünstiger Position eines bereits implantierten WEBs oder zur Behandlung komplexer Aneurysmen als Alternative zum Stent-gestützten Coiling verwendet werden.

Offenlegungserklärung: Christoph Kabbasch: Berater für Acandis GmbH (Pforzheim, Germany), Proktor bei MicroVention Inc./Sequent Medical (Aliso Viejo, CA, USA) Franziska Dorn: Berater für Acandis GmbH, Proktor bei CERUS Endovascular (Fremont, CA, USA) Thomas Liebig: Proktor bei MicroVention Inc./Sequent Medical, CERUS Endovascular, Phenox GmbH (Bochum, Germany), Stryker (Kalamazoo, MI, USA) und Medtronic (Dublin, Ireland)

[153] Evaluation of a novel liquid embolic agent (N-hexyl cyanoacrylate; Magic Glue®) for neurovascular embolization

Lukas Görtz^{1*}, Jan Borggrefe², Nuran Abdullayev¹, Lenhard Pennig¹, Charlotte Zaeske¹, Pia Lena Niederau¹, Jonathan Kottlors¹, Marc Schlamann¹, Michael Schönfeld¹, Christoph Kabbasch¹

¹Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland

²Institut für Radiologie, Mühlenkreiskliniken Minden, Minden, Deutschland

Background: N-butyl cyanoacrylate (NBCA) and ethylene vinyl alcohol (EVOH; Onyx®) are the most commonly used embolic agents for neurovascular embolization. In this study, we present our initial clinical experience with the novel liquid embolic agent N-hexyl cyanoacrylate (NHCA; Magic Glue®, Balt, Montmorency, France).

Methods: NHCA was used for percutaneous embolization of four carotid paragangliomas as the sole embolic material and in one dural arteriovenous fistula (dAVF) as part of a multimodal treatment. In these cases, NHCA was diluted with ethiodized oil (i. e. Lipiodol®) in a ratio of 1:4. However, the viscosity of the embolic agent can be affected by altering the mixture ratio. Procedural characteristics, adverse events and occlusion effectiveness were retrospectively assessed.

Results: Application of NHCA was technically feasible in all cases with no procedural morbidity. It could be applied in a smooth and controlled fashion. Microcatheter entrapment or retrograde polymerization did not occur. Among the paragangliomas, complete or near-complete occlusion was attained in 3 cases, but in the largest tumor, only partial devascularization was obtained. In the dAVF, the microcatheter could not be advanced to the fistula point due to vessel elongation. NHCA was chosen as embolic agent, as it polymerizes slower than NBCA and may penetrate deeper than EVOH, depending on its mixing ratio to Lipiodol. Thereby, complete fistula occlusion was achieved.

Discussion: NHCA polymerizes slower and is less adhesive than NBCA, which potentially facilitates its injection, reduces the risk of microcatheter entrapment and improves cure rates. Preclinical studies showed a similar long-term occlusive efficacy of NHCA and NBCA, while EVOH might have higher recanalization rates caused by inflammatory responses. Moreover, NHCA is colourless, which might be advantageous for subcutaneous lesions.

Conclusion: In this case series, neurovascular embolization with NHCA was feasible and effective warranting further investigation.

Conflict of Interest: Christoph Kabbasch: Berater für Acandis GmbH (Pforzheim, Germany), Proktor bei MicroVention Inc./Sequent Medical (Aliso Viejo, CA, USA)

[154] Wie stark wird die automatisierte CT-Perfusions Mismatch-Berechnung im akuten ischämischen Schlaganfall durch Patientenbewegung beeinflusst?

Arne Potreck^{1*}, Fatih Seker¹, Matthias Mutke¹, Sabine Heiland¹, Martin Bendszus¹

¹Abteilung für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Hintergrund: Die Evaluation des CT-Perfusions-Mismatch stellt ein etabliertes Verfahren zur Abschätzung des Infarktkern- und Penumbrevolumens dar und kann in Grenzfällen in die Indikationsstellung einbezogen werden. Allerdings ist unklar, wie zuverlässig die automatisierte Perfusionsauswertung bei Patientenbewegung während der Perfusionsaufnahme ist.

Methoden: Für verschiedene Mismatch-Szenarien wurden CT-Perfusionsdaten mithilfe eines realistischen Perfusions-Phantoms simuliert. Anschließend wurden Rauschen und artifizielle Bewegung (in unterschiedlichem Schweregrad) zu den Daten hinzugefügt. Die simulierten CT-Perfusionsdaten konnten dann mit RAPID (RAPID, iSchemaView) ausgewertet werden und so der Einfluss der Patientenbewegung auf die Berechnung von Infarktkern-, Penumbrevolumen und Mismatch-Quotient ermittelt werden.

Ergebnisse: Die verschiedenen Volumina und der Mismatch-Quotient wurden durch die artifiziell hinzugefügte Patientenbewegung in unterschiedlichem Ausmaß beeinflusst. In Abhängigkeit der Stärke der Bewegung zeigte sich dabei eine Tendenz zu kleineren Infarktkern-Volumina (mittlere Differenz von -5.3 (-14-3.5) ml für geringe Kopfbewegung und -7.0 (-14.7-0.7) ml für starke Kopfbewegung) und größeren Penumbra-Volumina (+ 9.9 (-25-44) ml für geringe Kopfbewegung und + 35 (-14-85) ml für starke Kopfbewegung). Resultierend zeigte sich auch der Mismatch-Quotient von der Kopfbewegung abhängig (+ 0.8 (-1.5-3.0) für geringe Kopfbewegung und +1.9 (-1.3-5.1) für starke Kopfbewegung).

Diskussion: Patientenbewegung während der CT-Perfusionsaufnahme beeinflusst die automatisierte Mismatch-Berechnung. In Abhängigkeit

der Stärke der Patientenbewegung kann dies zu potenziell Therapie-relevanten Unterschieden in den berechneten Mismatch-Quotienten führen, welche bei der Heranziehung von solchen Daten berücksichtigt werden sollten.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[155] Drug-coated balloons for the treatment of in-stent restenosis in the neurovascular setting.

Philipp von Gottberg^{1*}, Victoria Hellstern¹, Alexandru Cimpoca¹, Ali Khanafer¹, Hansjörg Bänzner², Hans Henkes¹

¹Katharinenhospital, Klinik für Neuroradiologie, Stuttgart, Deutschland

²Katharinenhospital, Klinik für Neurologie, Stuttgart, Deutschland

Background: Neurointerventional treatment of cervical and intracranial atherosclerotic stenosis (CAS/IAS) has not seen the breakthrough yet as in other fields of neurointerventional therapy. Several major trials could so far not show a clear superiority of minimal invasive endovascular CAS treatment and for IAS, especially SAMMPRIS, VISSIT and the WEAVE trial highlighted the problem of in-stent restenosis (ISRS) following endovascular treatment.

We therefore investigated the role of drug-coated balloons (DCB) for the treatment of cervical and intracranial ISRS to address a common problem following endovascular treatment of atherosclerotic stenosis in the neurovascular field.

Methods: Data from 120 patients with ISRS of cervical ($n=60$) or intracranial ($n=60$) artery segments who underwent transcatheter re-angioplasty with DCB at our institution between 2008 and 2021 were retrospectively analyzed. Follow-up was by regular digital subtraction angiography and clinical examinations. The mean follow-up time was 4 years (2–129 months). Endpoints were ISRS of >50% following DCB-treatment and any major stroke related to the treated vessel.

Results: All procedures of re-angioplasty were successfully performed. There were no periprocedural complications, no in-hospital death or major stroke. Following DCB treatment, the mean interval of freedom from symptoms and/or stenosis was 3.2 years (2–122 mo). Thirty percent of the population reached the endpoint of ISRS ($n=35$), or major ipsilateral stroke ($n=1$). No intracranial treated vessel segment was identified to be at higher risk for ISRS.

Discussion: ISRS following CAS/IAS treatment is still an issue to be solved, and our data shows relatively good intervals of freedom from symptoms/re-stenosis when compared to plain-balloon ISRS-treatment. Also, DCB-treatment is a less complex maneuver than re-stenting of ISRS in the neurovascular field and doesn't add potential stimulus for neoendothelial proliferation through newly implanted materials.

However, the results differ among different DCB models, suggesting potential for further improvement.

Conclusion: In our study, DCB was an uncomplex and comparably safe way to treat cervical and intracranial ISRS. The low rate of periprocedural complications and the median time of freedom from symptoms and/or restenosis suggest that DCB angioplasty for ISRS is a viable treatment.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[165] Erfahrungen mit dem Neva VS Device zur Behandlung zerebraler Vasospasmen

Charlotte Zaeske^{1*}, Lukas Görtz¹, David Zopfs¹, Jonathan Kottlors¹, Nuran Abdullayev¹, Christoph Kabbasch¹, Marc Schlamann¹, Michael Schönfeld¹

¹Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland

Hintergrund: Die Behandlung zerebraler Vasospasmen nach subarachnoidaler Blutung stellt nach wie vor eine Herausforderung dar. Das Neva VS device wurde entwickelt, um eine Angioplastie proximaler Vasospasmen unter erhaltener Perfusion distaler Gefäßabschnitte durchzuführen. Wir haben das Neva VS device in Hinblick auf Sicherheit und Effektivität untersucht.

Methoden: Seit 10/2019 werden Patienten mit proximalen höhergradigen Vasospasmen nach Subarachnoidalblutung bei insuffizientem Ansprechen auf intraarteriell appliziertes Nimodipin in unserem Institut mittels Neva VS device behandelt. Wir haben die Gefäßdurchmesser im spastischen Segment vor und nach Therapie sowie in der nachfolgenden Angiographie (innerhalb 24–72 h nach Therapie), als auch das Auftreten periinterventioneller Komplikationen untersucht.

Ergebnisse: Im Auswertungszeitraum wurden insgesamt 321 Vasospasmodysen bei 74 Patienten durchgeführt. Das Neva VS device wurde in 10 Gefäßen von sieben Patienten mit je einer durchgeführten Vasospasmodyse eingesetzt. Es zeigte sich eine signifikante Zunahme der Gefäßdurchmesser in der Kontrollserie (Mittelwert vorher: $1,33 \pm 0,30$ mm, Mittelwert nachher: $2,24 \pm 0,58$ mm, $p=0,0011$). Patienten, die kurzfristig erneut angiographiert wurden, zeigten einen anhaltenden Effekt im entsprechenden Gefäßsegment ($n=8$: Mittelwert vorher: $1,33 \pm 0,34$ mm, Mittelwert Re-Angio: $2,90 \pm 0,89$ mm, $p<0,0001$). Sechs von sieben Patienten erhielten zusätzlich intraarterielles Nimodipin (im Mittelwert $4,0 \pm 2,58$ mg). Es traten keine periinterventionellen Komplikationen auf.

Diskussion: Nach Therapie mit dem Neva VS device in Kombination mit intraarteriellem Nimodipin zeigten sich behandelte Vasospasmen rückläufig mit auch längerfristig (24–72 h) noch nachweisbarem Effekt. Es traten keine Komplikationen auf. Der Nutzen einer stand-alone Therapie (im Vergleich zur Ballonangioplastie oder zur alleinigen medikamentösen Therapie) als auch der Einfluss auf das klinische Outcome bleiben noch zu überprüfen.

Fazit: Der Einsatz des Neva VS device ist in Kombination mit intraarterieller Nimodipingabe sicher und effektiv, mit Aussicht auf eine längeranhaltende (>24 h) Wirkdauer im behandelten Gefäßsegment.

Offenlegungserklärung: Die Autoren/Autorinnen erklären Folgendes: CK ist Proktor für Acandis und Microvention.

[169] Vergleich des klinisch-neurologischen Outcomes zweier unterschiedlicher Thrombektomietechniken mittels Stentretreiver plus Aspiration gegenüber alleiniger Aspiration – eine single center real life Studie

Alexandra Zillmer¹, Maximilian Schulze^{1*}, André Kemmling¹, Anja Gerstner¹, Ole Simon¹

¹Marburg, Deutschland

Hintergrund: Die Thrombektomie ist die Standardtherapie des ischämischen Schlaganfalls durch Verschluss einer großen hirnzuführenden oder intrakraniellen Arterie.

Ziel dieser Studie ist es 2 unterschiedliche Thrombektomietechniken, Stentretreiver plus Aspiration gegenüber alleiniger Aspiration, hinsichtlich NIHSS bei Entlassung und mRS nach 90 Tagen sowie TICI Score nach Intervention anhand eines klinischen Patientenkollektivs zu vergleichen.

Methoden: Von 195 Patienten mit Schlaganfall im vorderen Stromgebiet wurden 170 mit Stentretreiver plus Aspiration, 25 mit alleiniger Aspiration behandelt.

Primäre Endpunkte waren der der NIHSS bei Entlassung, mRS nach 90 Tagen, TICI Score nach der Intervention. Sekundäre Endpunkte waren Interventionszeit, Anzahl der Thrombektomiemanöver, interventionsassoziierte Komplikationen

Ergebnisse: Postinterventionell fand sich in der Gruppe Stentretreiver plus Aspiration in 80 % eine erfolgreiche Rekanalisation (TICI Score $\geq 2b$) versus 60 % in der Gruppe alleinige Aspiration ($p=0,002$). Sowohl der NIHSS bei Entlassung ($p=0,016$) als auch der mRS nach

90 Tagen ($p=0,042$) waren bei Patienten, die mit Stentretreiver plus Aspiration behandelt wurden signifikant niedriger als bei Patienten, die mit Aspiration allein behandelt worden waren. Die Interventionszeit (Leistenpunktion bis Rekanalisation) war für die Gruppe der mit Stentretreivers plus Aspiration behandelten Patienten geringer als in der Aspirationsgruppe, jedoch nicht signifikant ($p=0,561$).

Diskussion: In Marburg zeigt sich ein deutlich besseres Outcome (mRS von 0–2) in der Stentretreiver Gruppe (20,5 % vs. 0 %), trotzdem ist das Outcome, verglichen mit dem Patientenkollektiven in Amerika, deutlich schlechter (45,6 % vs. 17,5 % in Marburg).

Fazit: Die Thrombektomie bei Schlaganfall im vorderen Stromgebiet mit Aspiration plus Stentretreiver ist der alleinigen Aspiration bzgl. des klinisch-neurologischen Outcomes sowohl hinsichtlich NIHSS nach Entlassung als auch des mRS nach 90 Tagen überlegen. Postinterventionelle Komplikationen sind ein starker Einflussfaktor auf das Langzeitoutcome.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Nogueira, R.G., Frei, D., Kirmani, J.F., Zaidat, O., Lopes, D., et al. (2018) Safety and Efficacy of a 3-Dimensional Stent Retriever With Aspiration-Based Thrombectomy vs Aspiration-Based Thrombectomy Alone in Acute Ischemic Stroke Intervention. *JAMA Neurology*. 75 (3), 304–311. <https://doi.org/10.1001/jama-neurol.2017.3967>.

[172] Neurologische Verbesserung während Verlegung als Prädiktor für Rekanalisation bei proximalem Gefäßverschluss

Nicolas Alavi^{1*}, Simon Nagel^{2,3}, Peter Arthur Ringleb³, Silvia Schönenberger³, Markus Möhlenbruch¹, Martin Bendszus¹, Christian Herweh¹

¹Abt. Neuroradiologie, Universitätsklinik Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

²Neurologische Klinik, Klinikum der Stadt Ludwigshafen, Ludwigshafen, Deutschland

³Neurologische Klinik, Universitätsklinik Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Hintergrund: Die mechanische Thrombektomie ist neben der systemischen Thrombolyse als Standard-Behandlung beim akuten ischämischen Schlaganfall etabliert. Es gibt Hinweise, dass eine Thrombolyse bei einer Verlegung von Patienten mit konsekutiver Verzögerung der Thrombektomie unabhängig vom ursächlichen Gefäßverschluss zur klinischen Besserung führen kann. Das Ziel dieser Studie war den Effekt der Lyse und mögliche Ursachen für die klinische Besserung nach Lyse vor Thrombektomie festzustellen.

Methoden: In der retrospektiven Studie wurden zu allen Patienten, die in den letzten 5 Jahren aus sekundären Krankenhäusern zur Thrombektomie an ein Comprehensive Stroke Center verlegt wurden, klinische Daten anhand der elektronischen Patientenakte erfasst. Zudem wurden unabhängig die Verschlusslokalisation und das Rekanalisationsergebnis erfaßt.

Ergebnisse: Es wurden 273 Fälle eingeschlossen bei denen es unter der Verlegung zu einer sehr frühen neurologischen Verbesserung (VENI) kam. Bei 13 dieser Patienten war es beim Zeitpunkt der Angiographie zu einer vollständigen, bei 36 zu einer partiellen Rekanalisation gekommen. Pat. mit VENI hatten einen höheren NIHSS bei Vorstellung im Primärzentrum (20 vs. 15; $p<0,001$) und häufiger Lyse-Therapie vor Verlegung (11 vs 38; $p=0,014$). Eine vollständige Rekanalisation während Verlegung war bei Pat. mit VENI seltener als ohne (43 vs 6; $p=0,017$). In der univariaten Regressions-Analyse war nur der initiale NIHSS signifikanter Prädiktor für das Auftreten von VENI (OR: 1,1; $p=0,001$) wohingegen eine Lysetherapie und Vollrekanalisation nicht signifikant waren.

Diskussion: Wie auch in früheren Studien lässt eine klinisch-neurologische Zustandsverbesserung bei Patienten mit proximalem Gefäßverschluss nicht auf eine Rekanalisation schließen, auch wenn dieses Phänomen nach Thrombolyse häufiger auftritt. Möglicherweise war die aktuelle Stichprobe nicht ausreichend groß, um eine ursächliche Rolle der Thrombolyse zu belegen.

Fazit: Daher sollte auch trotz früher neurologischer Verbesserung bei Patienten mit proximalem Verschluss von der Indikation zur Thrombektomie ausgegangen werden.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[176] Flow diversion for internal carotid artery aneurysms with compressive neuro-ophthalmologic symptoms: Predictors for morbidity, mortality and incomplete aneurysm occlusion

Daniel Kaiser¹, Jennifer Linn¹, Daniel Behme², Grégoire Boulouis³, Hanna Styczen⁴, Cornelius Deuschl⁴, Volker Maus⁵, Sebastian Fischer⁵, Donald Lobsien⁶, Joachim Klisch⁶, Nuran Abdullayev⁷, Christoph Kabbasch⁷, Sébastien Soize⁸, Guillaume Bellanger⁹, Kevin Janot³, Ala Jamous¹⁰, Christophe Cognard⁹, Laurent Pierot⁸, Matthias Gawlitza^{1*}

¹Neuroradiologie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland

²Neuroradiologie, Universitätsklinik Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

³Neuroradiologie, CHU Tours, Tours, Frankreich

⁴Neuroradiologie, Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

⁵Radiologie und Neuroradiologie, Universitätsklinikum Knappschaftskrankenhaus Bochum, Bochum, Deutschland

⁶Radiologie und Neuroradiologie, Helios Klinikum Erfurt, Erfurt, Deutschland

⁷Radiologie und Neuroradiologie, Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland

⁸Neuroradiologie, CHU Reims, Reims, Frankreich

⁹Neuroradiologie, CHU Toulouse, Toulouse, Frankreich

¹⁰Neuroradiologie, Universitätsmedizin Göttingen, Deutschland

Background and purpose: Flow diversion is an effective treatment for aneurysms of the internal carotid artery (ICA) with compression-related neuro-ophthalmological symptoms, especially when treatment is initiated early after symptom onset and aneurysm occlusion is complete. However, non-negligible complication rates were reported. Our aim was to identify risk factors for morbidity/mortality and incomplete aneurysm occlusion.

Methods: We performed a secondary analysis of a previous publication, which included all patients treated with a flow diverter for an unruptured aneurysm of the ICA with compression-related symptoms.

Results: Fifty-four patients with 54 aneurysms (48 females, 88.9%; mean age 59.2 ± 15.9; range 21–86 years) treated with flow diversion were included. We observed morbidity and mortality rates of 7.4% and 3.7%. Increasing age (OR per decade 3.2 [95% CI 1.23–8.49]; $p=0.02$) and dual antiplatelet therapy with Ticagrelor (OR 13.9 [95% CI 1.16–165.97]; $p=0.04$) were significantly associated with morbidity/mortality. After a median follow-up of 13.3 ± 10.5 months, the rates of complete aneurysm occlusion, neck remnant and aneurysm remnant were 74%, 14% and 12%. Incomplete occlusion after flow diversion was less frequently observed in intradural aneurysms (OR 0.16 [0.03–0.81]; $p=0.03$).

Conclusion: Although a promising treatment for compressive ICA aneurysms, flow diversion carries a relevant risk for complications and incomplete aneurysm occlusion. Our results may help identify constellations in which flow diversion may not be the ideal treatment method.

Conflict of Interest: DK: Received stents from Phenox. SF: Consultancy contracts and payment of honoraria for lectures with Phenox, Microvention, Stryker, Kaneka Pharma, Rapid Medical. JK: Proctoring contract with Phenox and Microvention. CD: Support for meetings

and travel by Microvention, Vesalio. CK: Consultancy contracts and payment of honoraria for lectures with Microvention, Acandis. DB: Consultancy contracts with Phenox, ThrombX, Balt, Vesalio, Acandis; payment or honoraria for lectures by Vesalio, Acandis, Balt; support for meetings and travel by Vesalio. MG: Consultancy contract with Phenox and Microvention; CEC in a flow diverter study by Microvention; received stents from Phenox for research purposes. The other authors declare no specific conflict of interest.

[177] Heparin-hydrogel coatings for improved hemocompatibility of neurovascular implants

Daniel P.O. Kaiser^{1,2,3,4*}, Tim-Lenz Habijan⁵, Matthias Gawlitza^{1,2,4}, Manfred F. Maitz³

¹Institute of Neuroradiology, University Hospital Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland

²Else Kröner Fresenius Center for Digital Health, TU Dresden, Dresden, Deutschland

³Max Bergmann Center of Biomaterials, Leibniz Institute of Polymer Research Dresden, Dresden, Deutschland

⁴Dresden Neurovascular Center, University Hospital Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland

⁵phenox GmbH, Bochum, Deutschland

Background: Thromboembolic events up to symptomatic ischemic strokes are the most common and serious complications of neuroendovascular procedures. Antithrombogenic materials and surface coatings could help reduce the risk of these complications. Biohybrid hydrogels of four-arm poly(ethylene glycol) and heparin (PHG) recently were developed as heparinized coating; integration of thrombin-cleavable linkers turns them to a feedback-response system (tcPHG) with on-demand release of the anticoagulant in the case of coagulation. We investigated the efficacy of these hydrogels as coating on stents in vitro.

Methods: Nitinol bare-metal stents were spray-coated with the hydrogel precursor solutions. After polymerization, the gels were dehydrated, the coated stents were loaded into application sheaths and stored in dry state till application.

For hemocompatibility testing, bare-metal stents (BMS) and hydrogel coated stents were mounted inside the tubes of a Chandler loop assay. The Chandler loop assay was filled with pooled fresh blood from two ABO-compatible healthy donors anticoagulated with 1.5 U/ml heparin and incubated at 37 °C at 13 turns per minute for 1 h (flow 7.15 ml/min). After incubation, we analyzed the blood count, platelet factor 4, complement fragment 5a, prothrombin fragment F1+2, and leukocyte activation by flow cytometry. The stents were examined by fluorescence scan (FS) and scanning electron microscopy (SEM) for adherent thrombi.

Results: The hydrogel coating remained intact during application. Average levels of platelets count were initial: 156*10⁹/l, empty Chandler loop: 149*10⁹/l, PHG: 127*10⁹/l, tcPHG: 130*10⁹/l, BMS: 91*10⁹/l. The measures of coagulation activation (F1+2 and PF4) were 7.5 nmol/l and 836.1 IU/ml for PHG, 3.2 nmol/l and 821.8 IU/ml for tcPHG, and 40.8 nmol/l and 1350.9 IU/ml for BMS. The granulocyte-platelet conjugates (% of granulocytes) were 55.6% for empty Chandler loop, 74.2% and 60.9% for PHG and tcPHG, and 85.1% for BMS. The heparin concentration after incubation was comparable in all systems. The coated stents showed notably decreased adherent thrombi compared with the BMS.

Conclusion: The anticoagulant hydrogel coatings applied on neurovascular Nitinol stents provide high anticoagulant properties by locally releasing heparin and reducing the activation and adhesion of platelets. These results provide the basis for further in vivo tests.

The authors declare no competing interests.

DPOK is supported by the Joachim Herz Foundation.

[185] Reasons for Incomplete Reperfusion (TICI 2a/b) in Anterior Circulation Large-Vessel Occlusion Stroke

Vincent Geest^{1*}, Abdulla Al-Yousef², Paul Steffen¹, Helge Kniep¹, Tobias D. Faizy¹, Lukas Meyer¹, Noel van Horn¹, Laurens Winkelmeier¹, Götz Thomalla³, Thomas Rodt², Jens Fiehler¹, Hannes Leischner², Fabian Flottmann¹

¹Klinik und Poliklinik für Neuroradiologische Diagnostik und Intervention, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland, ²Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Klinikum Lüneburg, Lüneburg, Deutschland, ³Klinik und Poliklinik für Neurologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

Background: In mechanical thrombectomy (MT) of stroke patients with large vessel occlusion (LVO) the degree of reperfusion is a crucial determinant of clinical outcome. Several studies demonstrate that complete reperfusion is related to better outcomes in comparison with incomplete reperfusion (TICI 2a/2b). In this study, we investigated the underlying reasons of incomplete reperfusion.

Methods: All patients treated in two tertiary stroke centers between January 2017 and September 2020 were analyzed. Inclusion criteria were Anterior Circulation (AC) LVO stroke and MT with incomplete reperfusion (TICI 2a/2b). The images and reports of the interventions were studied to identify the rationale for terminating the intervention with incomplete reperfusion and to assess the location of the initial and final occlusion.

Results: Of 550 patients with LVO stroke treated with MT, incomplete reperfusion was observed in 272 (49%). 140 patients were included, 29 (21%) with TICI 2a and 111 (79%) with TICI 2b. In 100/111 (90%) of TICI 2b patients, recanalization of the remaining occlusion was not attempted. The most frequent rationales for this were a too peripheral localization (56/100, 56%) or clinical irrelevance (12/100, 12%) of the

remaining occlusion. In patients with TICI 2a recanalization of the remaining occlusion was more often attempted (14/29, 48%). The most frequent reason for an incomplete reperfusion in this subgroup was failure of thrombus removal (8/14, 57%). In 4/14 (29%) the occlusion could not be reached or passed.

Discussion: Our results suggest that interventionalists are cautious in treating remaining distal vessel occlusions. This could be improved by better techniques or strategies of accessing peripheral vessels. In patients with TICI 2a the higher rates of failed recanalization attempts indicate less problems with access, but more problems with failed reperfusion attempts (e.g. persistent occlusion due to refractory thrombus). **Conclusion:** Additional endovascular therapy options for distal vessels and refractory occlusions are needed to reduce the rate of incomplete reperfusion in MT.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[187] Proximale Okklusion versus Pseudo-Okklusion in der Kontrastmittel-gestützten MR-Angiographie bei akuten ischämischen Schlaganfällen: Eine Studie zur diagnostischen Genauigkeit

Pia Lena Niederau^{1*}, David Zopfs¹, Kai Roman Laukamp¹, Paulo Lubaca¹, Simon Lennartz¹, Charlotte Zaeske¹, Lajos Basten¹, Lukas Görtz¹, Marc Schlamann¹, Michael Schönfeld¹

¹Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Uniklinik Köln, Köln, Deutschland

Hintergrund: Die diagnostische Genauigkeit der Kontrastmittel-gestützten Magnetresonanztomographie (CE-MRA) zur Unterscheidung eines proximalen Verschlusses der Arteria carotis interna (ACI) von einer Pseudo-Okklusion bei distalem ACI-Verschluss ist nicht bekannt.

Fig. 1 | 185 Procedural aspects and reasons of TICI 2a reperfusion

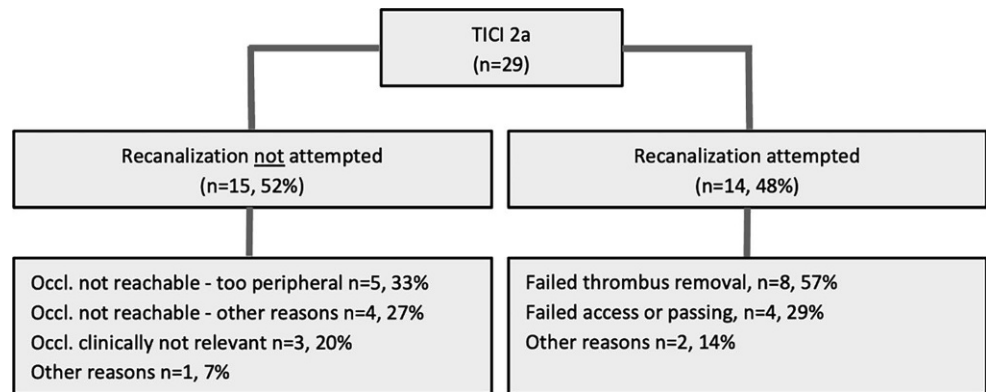
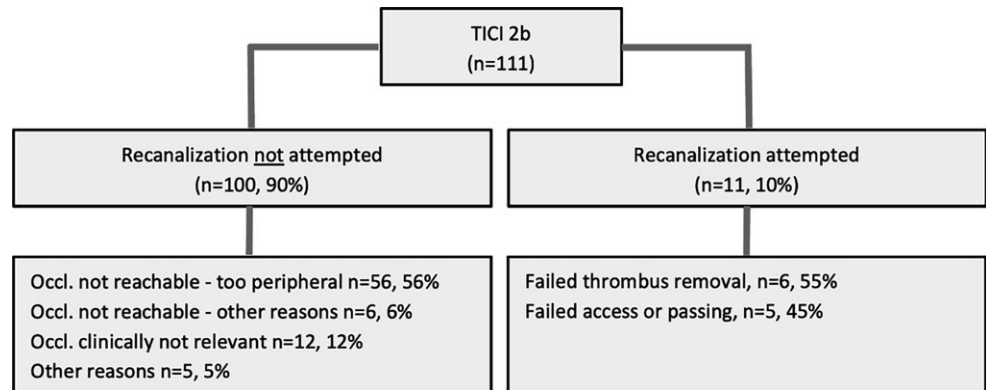


Fig. 2 | 185 Procedural aspects and reasons of TICI 2b reperfusion



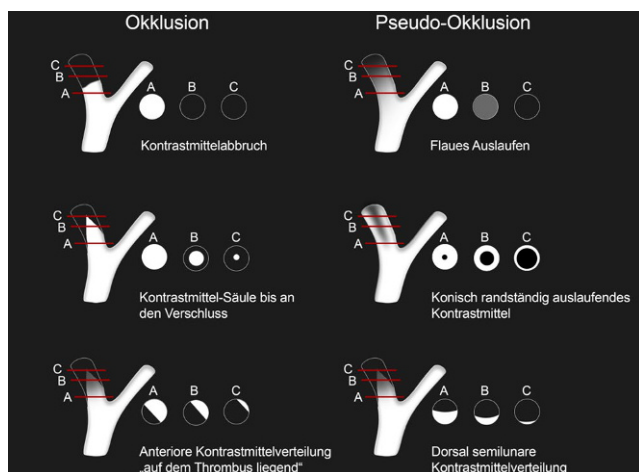


Abb. 1 | 187

Methoden: Alle Patienten, die zwischen 2018 und 2021 mit akutem ischämischen Schlaganfall endovaskulär behandelt wurden und bei denen vorher in einer CE-MRA ein Kontrastmittelabbruch der proximalen ACI auf der betroffenen Seite gesehen wurde, wurden ausgewertet. Die Daten von 21 Patienten wurden analysiert. Zwei für die Art des Verschlusses verblindete Untersucher bewerteten zuerst voneinander unabhängig und bei Unstimmigkeit anschließend im Konsens anhand einer vorab erstellten schematischen Darstellung axiale Reformatierungen der CE-MRAs hinsichtlich des Vorliegens einer Okklusion oder Pseudo-Okklusion der betroffenen ACI. Die Ergebnisse wurden mit den Bildern der Digitalen Subtraktions-Angiographie als Referenz verglichen.

Ergebnisse: Eine ACI-Pseudookklusion lag in 10/21 Fällen vor (48 %). In vier Fällen waren die Reader in einer ersten Bewertung unterschiedlicher Meinung. Die Übereinstimmung lag bei einem Cohen's Kappa von 0,62. Die Sensitivität der Reader im Konsensrating lag bei 90,0 %, die Spezifität bei 90,9 %, der positive prädikative Wert bei 90,0 %, der negative prädikative Wert bei 90,9 %, die Treffsicherheit (Accuracy) bei 90,5 %.

Diskussion: Die Unterscheidung einer echten proximalen Okklusion von einer Pseudo-Okklusion kann vor einer endovaskulären Behandlung für die Auswahl der Materialien (z. B. Größe und Art des Führungskatheters) wichtig sein. Verglichen mit Studiendaten zur computertomographischen Angiographie erlaubt die CE-MRA dabei eine zuverlässigere Unterscheidung anhand verschiedener Muster des Kontrastmittelabbruchs¹

Fazit: Anhand der von uns entwickelten Muster des Kontrastmittelabbruchs in der CE-MRA kann eine Pseudookklusion mit hoher Genauigkeit von einer echten Okklusion unterschieden werden.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Diouf A, et al. (2018) Cervical Internal Carotid Occlusion versus Pseudo-occlusion at CT Angiography in the Context of Acute Stroke: An Accuracy, Interobserver, and Intraobserver Agreement Study. *Radiology*, 286(3):1008–1015.

[188] Lu:NAS/r – a modular 3D printed simulator for transradial access in neuroangiography

Hannes Schwenke^{1,2*}, Jakob Seemann^{1,2}, Thorsten Buzug^{3,4}, Thomas Friedrich^{3,4}, Peter Schramm¹

¹Institut für Neuroradiologie, UKSH Campus Lübeck, Lübeck, Deutschland

²Center of Brain, Behavior and Metabolism (CBBM), Universität zu Lübeck, Lübeck, Deutschland

³Institut für Medizintechnik, Universität zu Lübeck, Lübeck, Deutschland

⁴Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik IMTE, Lübeck, Deutschland

Background: Endovascular neuroradiological interventions are increasingly performed via transradial access since this approach offers a range of advantages for patients such as a lower risk of uncontrollable bleeding at the puncture site. To gain proficiency in performing transradial neurovascular procedures, an increasing number of aspiring neurointerventionalists need to be trained. To fulfill this demand, we developed a dedicated simulator for transradial access in neuroangiography, based on Lu:NAS—Lübeck neuroangiography simulator.

Methods: Using image modification and segmentation software anatomical data was extracted from suitable patient CT angiography data. These models were adapted for stereolithography printing in a CAD application and printed on a Formlabs Form 2. For larger vessel sizes with limited physiological flexibility a stiff, clear resin was used. The brachioradial parts were printed using high elasticity resin to achieve more realistic vessel movement. A flow pump enables a mixture of water and glycerin to simulate blood flow, achieving a more realistic catheter handling.

Results: The Lu:NAS/r enables realistic transradial neuroangiography training in any conventional angiography unit or with camera visualization. Learning catheter configuration, different vessel probing and treatment of neurovascular pathologies using transradial access is possible before the first real patient case of aspiring neurointerventionalists.

Discussion: Clinical evaluation revealed overall highly realistic behavior of catheter and wire. A disadvantage of the elastic resin is a slight increase in friction between hydrophilic wires and the inner wall of the radial artery. Once the wire tip advances into the aortic arch that friction seems to be no longer relevant. Especially the rotation and configuration of the Simmons-2-catheter was lifelike and provided very good haptic feedback.

Conclusion: Transradial access in interventional neuroradiology is complex. However, it is easy to learn with an increasing number of successful cases. With application of Lu:NAS/r, a significant part of the procedure can already be learned and trained before the first real patient case. Continuous training or piloting of new techniques in transradial access are also possible.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[191] Indirect flow diversion for off-centered bifurcation aneurysms and distant small-vessel aneurysms, a retrospective proof of concept study from five neurovascular centers

Marie-Sophie Schüngel^{1*}, Richard Brill¹, Martin Skalej¹, Stefan Schob¹

¹Abteilung für Neuroradiologie, Klinik & Poliklinik für Radiologie, Universitätsklinikum Halle (Saale), Halle, Deutschland

Background: The therapeutic success of endovascular aneurysm treatment using flow diverting stents (FDS) is based on the reduction of aneurysmal perfusion and the subsequent formation of a neointima along the stent struts. However, off-centered bifurcation aneurysms and aneurysms arising from peripheral vessel segments oftentimes cannot be treated via implanting a FDS at the neck level for technical reasons. In those, indirect flow diversion—a FDS deployed in the main artery proximal to the parent vessel of the aneurysm—can be a viable treatment strategy.

Methods: Clinical data, aneurysm characteristics, anti-platelet medication, follow-up results and associated complications, were recorded.

Results: 17 patients (17 aneurysms) from five neurovascular centers were included. The average distance between the FDS and the aneurysm was 1.65 mm. In 15/17 patients (88.2 %), aneurysm perfusion was reduced immediately after implantation. Delayed opacification (OKM A3: 11.8 %), reduction in size (OKM B1-3: 29.4 %) and occlusion (D1: 47.1 %) were observable at the last follow-up. Clinically relevant procedural complications, adverse events in the early phase and in the late subacute phase were not observed in any case.

Discussion: The results of our study indicate that indirect flow diversion is a viable approach for aneurysms arising from bifurcations that involve small, efferent branches and aneurysms arising from a peripheral portion of small cerebral arteries as well. The therapeutic effect is based on the progressive deconstruction of the aneurysm, and potentially its parent vessel. However, careful evaluation of the individual collateral situation at hand is important for treatment success and must be included in the pre-interventional workup. Still, disconnecting the Circle of Willis with flow diverting technology should be considered a functionally significant strategy for aneurysm treatment.

Conclusion: Our preliminary data suggest that indirect flow diversion is a safe, feasible and effective approach for off-centered bifurcation aneurysms and distant small-vessel aneurysms. Validation with larger studies and long term outcomes is warranted.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[193] Accuracy of augmented reality-guided (AR) drainage versus stereotactic and conventional puncture in an intracerebral hemorrhage phantom model

Theo Demerath^{1*}, Amin Stanicki², Roland Rölz³, Mateo Farina³, Marco Bissolo³, Christine Steiert³, Panagiotis Fistouris³, Volker Arnd Coenen⁴, Horst Urbach¹, Christian Fung³, Jürgen Beck³, Peter Reinacher^{4,5}

¹Neuroradiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Deutschland

²Medizinische Fakultät, Albert Ludwigs Universität Freiburg, Deutschland

³Neurochirurgie, Universitätsklinikum Freiburg, Deutschland

⁴Stereotaktische und funktionelle Neurochirurgie, Universitätsklinikum Freiburg, Deutschland

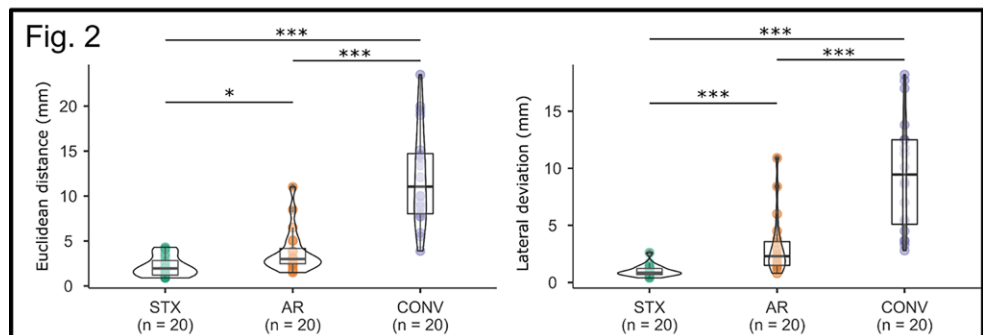
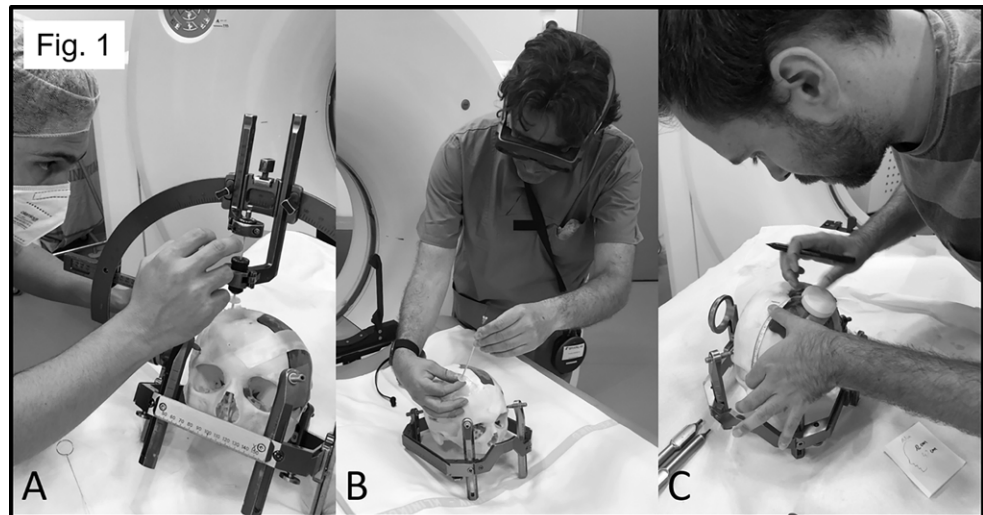
⁵Fraunhofer Institut für Lasertechnologie, Fraunhofer Gesellschaft, Aachen, Deutschland

Background: Minimally-invasive intracranial drain placement is a common neurosurgical emergency procedure in patients with intracerebral hemorrhage (ICH). We aimed to retrospectively investigate the accuracy of conventional free-hand (bedside) hemorrhage drain placement and to prospectively compare the accuracy of augmented/mixed reality-guided (AR) versus frame-based stereotaxy-guided (STX) and freehand drain placement in a phantom model.

Methods: A retrospective, single-center analysis evaluated the accuracy of drain placement in 73 consecutive ICH with a visual rating of postinterventional computed tomography data. In a head phantom with a simulated deep ICH, five neurosurgeons performed four punctures for each technique: STX, AR and the free-hand technique (Fig. 1 A-C). The Euclidean distance to the target point and the lateral deviation of the achieved trajectory from the planned trajectory at target point level were compared between the three methods.

Results: Analysis of the clinical cases revealed an optimal drainage position in only 46/73 (63 %). Correction of the drain was necessary in 23/73 cases (32 %). In the phantom study, accuracy of AR was significantly higher than the free-hand method ($p < 0.001$ for both Euclidean and lateral distances). The Euclidean distance using AR (median 3 mm) was close to that using STX (median 1.95 mm; $p = 0.023$) (Fig. 2).

Fig. 1 | 193



Discussion: We demonstrated that the accuracy of the free-hand technique was low and that subsequent position correction was common. In a phantom model, AR drainage placement was significantly more precise than the free-hand method.

Conclusion: AR has great potential to increase precision of emergency intracranial punctures in a bedside setting.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[199] DSA-based 2D perfusion measurements in delayed cerebral ischemia (DCI) after subarachnoid hemorrhage.

Steffen Lücknerath^{1*}, Sebastian R. Reder¹, Ahmed Othman¹, Marc A. Brockmann¹, Andrea Kronfeld¹, Carolin Brockmann¹

¹Universitätsmedizin der JGU Mainz, Klinik und Poliklinik für Neuroradiologie, Mainz, Deutschland

Background: Endovascular treatment of DCI is frequently being performed in patients with SAH-related vasospasm. Goal of the underlying study was to evaluate the effects of endovascular treatment on cerebral perfusion in patients with DCI using DSA datasets.

Methods: DSA data sets were analyzed retrospectively by MATLAB (R2017b; The Mathworks, Inc., MA, USA) using an advanced maximum slope (MS) model. Based on time and density in lateral view regions of interest (ROI) according to distal blood supply of the medial cerebral artery were analyzed regarding slope, time to peak (TTP) and area under the curve (AUC). The three ROI's were oriented to the superior cerebral veins and empirically chosen to 40 pixels to exclude bigger vessels, but to cover a maximum area. DSA Data sets of 11 male and 32 female (50.1 ± 9.9 years) before and after endovascular treatment for DCI (balloon-PTA (*n* = 5), intra-arterial nimodipine (*n* = 26), combination of PTA and nimodipine (*n* = 11) were analyzed using the advanced MS model.

Results: Values for slope, TTP and AUC significantly increased after treatment. There were significant differences in slope for ROI1 (8.3 ± 20.8 vs. 11.7 ± 25.9; *p* = 0.002), ROI2 (7.9 ± 19.1 vs. 11.8 ± 25.5; *p* = 0.001) and ROI3 (7.9 ± 17.9 vs. 12.7 ± 27.4; *p* = 0.001). Significant results were seen in TTP before and after intervention in ROI1 (2438 ± 1358 vs. 1942 ± 867; *p* = 0.019) and ROI2 (2822 ± 1356 vs. 2002 ± 754; *p* = 0.001), also for AUC in ROI1 (2817 ± 880 vs. 2479 ± 888; *p* = 0.042) and ROI2 (3184 ± 1128 vs. 2596 ± 975; *p* = 0.01). For ROI3 there were no significant results regarding to TTP and AUC.

Discussion: This study revealed statistically significant differences pre- and post-interventional using advanced maximum slope based algorithms. This should be considered for evaluation DSA-based 2D cerebral perfusion measurements hereby detecting and quantifying therapeutic effects of endovascular treatment.

Conclusion: DSA based 2D cerebral perfusion is feasible and valuable for further studies investigating peri-interventional effects of endovascular treatment of DCI.

Disclosure statement: There is no conflict of interests.

[211] The Influence of mood and attitude of the interventionalist on the outcome of thrombectomy in acute ischemic stroke

Jonathan Kottlors^{1*}, Lenhard Pennig¹, Charlotte Zaeske¹, David Zopfs¹, Kai Roman Laukamp¹, Lukas Görtz¹, Michael Schönfeld¹, Christoph Kabbasch¹, Marc Schlamann¹, Nuran Abdullayev¹

¹Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Uniklinik Köln, Köln, Deutschland

Purpose: Previous studies explored the effect of the situational mood of health care professionals on the outcome of demanding tasks such

Fig. 1 | 199 Maximum slope model with (a) slope ($\Delta SI/\Delta t$) and TTP and (b) AUC as integral of the curve of signal intensity. By A. Kronfeld

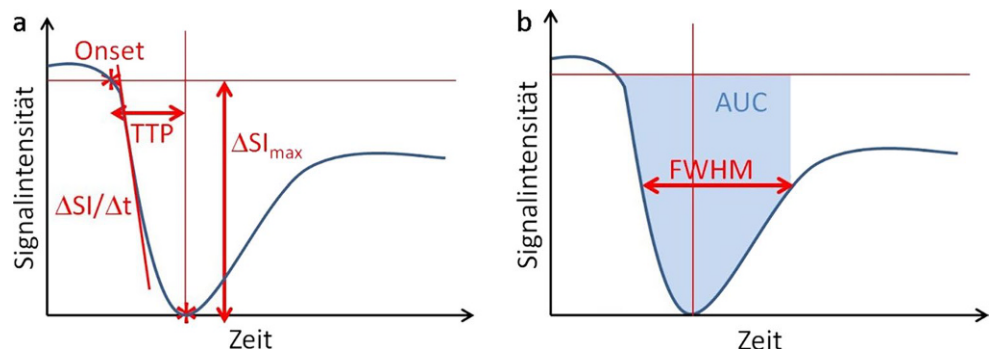
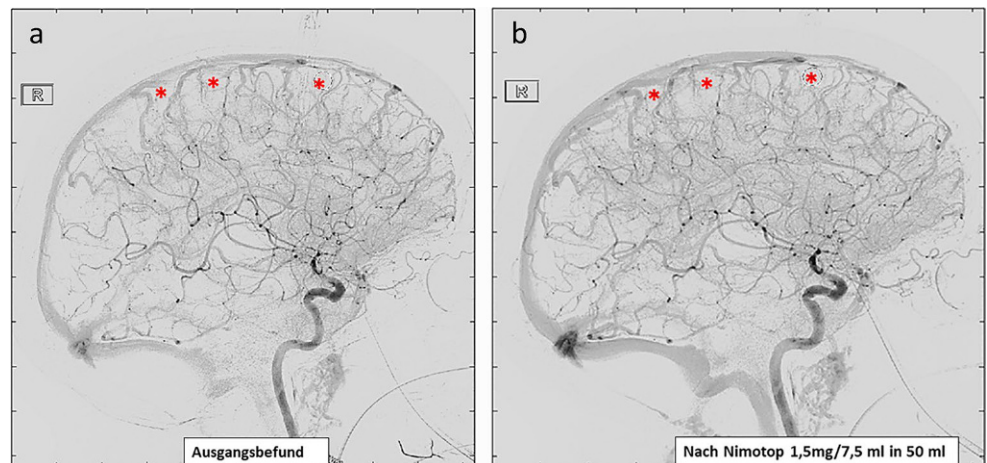


Fig. 2 | 199 DSA data and setting of ROI1-3 (*) for intracranial outflow measurement (a) before and (b) after intervention using intra-arterial nimodipine



as surgical interventions. [1–3] The influence of mood in highly professionalized and standardized fields of work was found to be negligible. [1]

Purpose of this investigation is to evaluate the impact of pre-procedural mood on outcome parameters in neuroradiological treatment of ischemic stroke. Above, we evaluated the impact of the intervention on postprocedural mood.

Methods: We used a six-item short scale, for the assessment of dynamical within-subject fluctuations of mood. The scale is based on the Multidimensional Mood Questionnaire and captures the basic affective dimensions: valence, energetic arousal, and calmness. [4, 5] We included comparisons of procedural characteristics (TICI score, number of passes, NIHSS-Scale & mRS-Scale) at time of intervention and at discharge.

Results: Nine participating interventionalists received a questionnaire before and after intervention. Data collection was performed on a dataset of 43 thrombectomies. Preprocedural mood did not influence the immediate outcome in any of the items ($R < .2$). Preprocedural estimation of the chances of success was found to have a weak correlation with recanalization success ($R = .3$). The postprocedural assessment of the tiredness showed a moderate correlation with the number of passes of the intervention ($R = .5$).

Discussion: Outcome of ischemic stroke seems to be independent of the respective mood of the attending neuroradiologist and thus can be considered as a highly standardized, professionalized procedure independent of currently prevailing state of mind.

Conclusion: The outcome of thrombectomy seems to be independent of the mood of the interventionalist, large-scale studies, with a high-

er number of interventionalists, should be performed to corroborate the preliminary results, and may also account for a potential difference in interventionalists' experience levels.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

1. Hall, J. C. et al. (2003) British Journal of Surgery.
2. Kaafarani, H. et al. (2005) Does surgeon frustration and satisfaction with the operation predict outcomes of open or laparoscopic inguinal hernia repair? J. Am. Coll. Surg.
3. Cuschieri, A. (2003) Lest we forget the surgeon. Semin. Laparosc. Surg.
4. Wilhelm, P. et al. (2007) Assessing Mood in Daily Life. Eur. J. Psychol. Assess.
5. Heinrichs, M. et al. Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF).

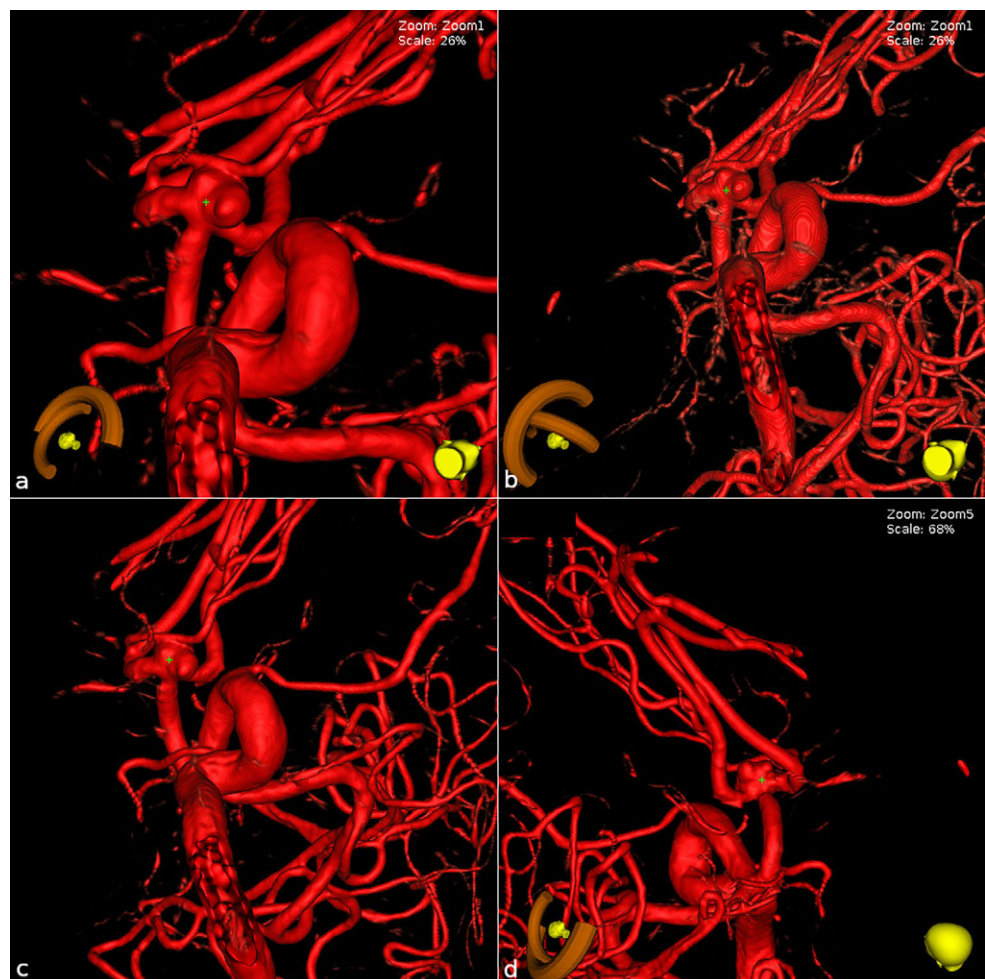
[217] Automatisierte Empfehlung möglicher Zielprojektionen zur Aneurysmabehandlung

Seraphine Zubel¹, Stefan Klebingat^{1*}, Daniel Behme¹

¹Universitätsklinikum Magdeburg A. ö. R., Klinik für Neuroradiologie, Magdeburg, Deutschland

Hintergrund: Bei der biplanen Bildgebung intrakranieller Aneurysmen ist es aufgrund physikalischer Restriktionen der C-Bögen nicht immer möglich, eine optimale Projektion zu erreichen [1]. Um dem Anwender

Abb. 1 | 217 Vier ähnlich gewählte Arbeitsprojektionen eines Aneurysmas, die alle ohne zusätzliche Kopfeigung nicht erreichbar sind



eine automatisierte C-Bogenausrichtung und samt gezielt unterstützender Kopflagerung vorschlagen zu können [2], ist es zunächst notwendig zu verstehen, wie eine optimale Aneurysmaprojektion aussehen sollte.

Methoden: Vier Neuroradiologen unterschiedlicher Erfahrungsstufen richten mit Hilfe eines Simulationstools jeweils zehn verschiedene 3D-DSA Darstellungen intrakranieller Aneurysmen für eine interventionelle Therapie aus (siehe Abb. 1). Dies erfolgt ohne Restriktionen der C-Bogenbewegungen und bei neutraler Lagerung des Kopfes. Die gewählten Arbeitsprojektionen werden dann gruppiert und mittels normalisierter LAO/RAO- und CRA/CAU-Winkel verglichen (Abweichung <math><20^\circ</math>).

Ergebnisse: Bei allen Aufnahmen konnte mindestens eine ähnlich gewählte Arbeitsprojektion identifiziert werden, bei der durchschnittlich 87% der Anwender übereinstimmten. Bei 60% der Aufnahmen wurde außerdem mindestens eine weitere gemeinsame Projektion identifiziert.

Diskussion: Eine optimale Arbeitsprojektion ist durch verschiedene Merkmale gekennzeichnet, z. B. die Sichtbarkeit des Aneurysmahalses und der abgehenden Gefäße an der Aneurysmabasis. Auch die geplante Behandlungsmethode kann Einfluss auf die gewählte Projektion haben (z. B. Flowdiverter vs. Coiling). Unsere Ergebnisse zeigen, dass zwischen verschiedenen Behandlern nur mäßige Abweichungen in den als ideal empfundenen Arbeitsprojektionen vorliegen, sofern eine Therapiemethode vorgegeben wird.

Fazit: Es scheint möglich universelle Projektionsvorschläge für Aneurysmen zu identifizieren, die als Grundlage eines Deep Learning Tools zur automatisierten Empfehlung von biplanen Behandlungsprojektionen inkl. einer optimierten Kopflagerung (z. B. Extension/Flexion) dienen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Dowlati, Ehsan, et al. (2020) „Head Repositioning during Neuro-interventional Procedures to Optimize Biplanar Imaging.“ *Journal of Neuroimaging* 30.5. 603–608.
2. Wilson, Dale L., et al. (1999) „Determining X-ray projections for coil treatments of intracranial aneurysms.“ *IEEE transactions on medical imaging* 18.10. 973–980.

[219] Feasibility and safety of ADAPT in acute distal posterior cerebral artery occlusions

Frederik Boxberg¹, Katharina Melber¹, Hauke Wensing¹, Katharina Schulz¹, Heinrich Lanfermann², Martin Schlunz-Hendann¹, Dominik Grieb^{1,2}

¹Department of Radiology and Neuroradiology, Sana Kliniken Duisburg, Duisburg, Deutschland

²Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, Medical School Hannover, Hannover, Deutschland

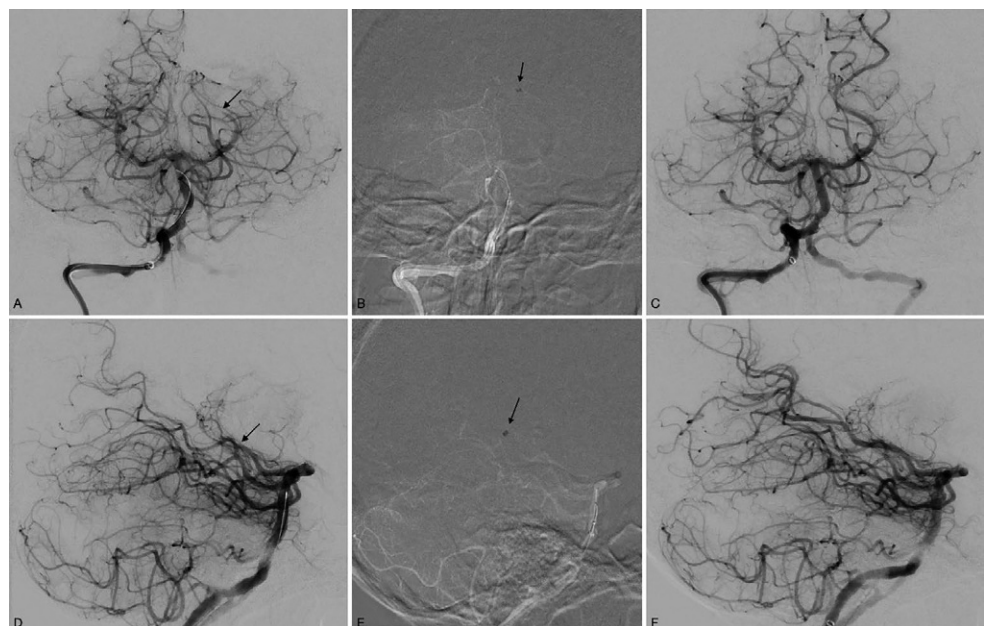
Background: The direct aspiration first pass technique (ADAPT) is an effective and safe endovascular treatment (EVT) for distal medium vessel occlusions (DMVO) of the anterior circulation. Data about ADAPT in the distal posterior circulation is limited. We evaluated feasibility, safety and efficacy of ADAPT with distal access catheters (DAC) as the primary method for EVT of acute distal posterior cerebral artery occlusions (PCAOs).

Methods: We retrospectively identified all patients between 2017 and 2021 with an acute ischemic stroke due to distal PCAOs (P2-/P3-segment), either isolated or combined with proximal large vessel occlusions, that underwent thrombectomy using ADAPT with DACs as frontline therapy. We analyzed demographic data, angiographic recanalization rates and procedural safety.

Results: 18 consecutive patients with distal PCAOs (P2: 15/18; P3: 3/18) were included. Ten presented with an isolated distal PCAO, eight harbored distal PCAOs in combination with a basilar artery occlusion (BAO) or distal ICA occlusion and dominant PcomA. In all cases, the distal PCAO could be reached with the DAC. Successful revascularization (mTICI $\geq 2b$) with ADAPT alone was achieved in 72% of cases (13/18) with mTICI 3 achieved in 61% (11/18). No complications related to distal PCA aspiration thrombectomy occurred.

Discussion: Initial results of EVT in DMVOs of the posterior circulation are promising [1, 2]. Our retrospective analysis of acute distal PCAOs treated with ADAPT demonstrated good revascularization rates which are in line with these previously published studies. Moreover, we encountered no procedural complications in our cohort. A low complication rate is essential for a reliable evaluation of different thrombectomy techniques, particularly in the challenging field of DMVOs.

Fig. 1 | 219



Conclusion: ADAPT with DACs appears to be feasible and safe for acute distal PCAOs in the setting of different occlusion patterns. Further studies are needed to investigate clinical effectiveness of distal PCA thrombectomies and to better delineate eligible patients.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

- Meyer L, et al. (2021) Thrombectomy for Primary Distal Posterior Cerebral Artery Occlusion Stroke: The TOPMOST Study. *JAMA Neurol.* 1;78(4):434–444.
- Miszczuk M, Bauknecht HC, Kleine JF, Kabbasch C, Liebig T, Bohner G, Siebert E. (2021) Mechanical thrombectomy of acute distal posterior cerebral artery occlusions. *J Clin Neurosci.* 88:57–62.

[225] Sirolimus-Eluting Balloon PTA for In-Stent Restenosis of Carotid Artery Stents – first in men results

Silke Hopf-Jensen^{1*}, Stefan Müller-Hülsbeck¹

¹Department of Diagnostic and Interventional Radiology and Neuroradiology, DIAKO Hospital Flensburg, Flensburg, Deutschland

Purpose: The incidence of high-grade in-stent restenosis (ISR) in patients treated with carotid artery stents range between 2.7 %–16 % due to neointimal hyperplasia and vascular remodelling. Sirolimus (Rapamycin) is a cytostatic drug with anti-inflammatory property and thus offers chances in the treatment of ISR.

Methods: A 76-year-old female patient with left-sided symptomatic carotid artery stenosis (90 % NASCET) was treated with 6×25 mm Roadsaver® stent (Terumo, Tokyo, Japan) in 2016. In 10/2021 the patient presented with a 70 % asymptomatic ISR and a Sirolimus-Eluting Balloon (SEB, SELUTION SL^{RTM}; M.A. MedAlliance SA, Nyon, Switzerland) was used for ISR treatment.

A 72-year-old female patient with right-sided symptomatic carotid artery stenosis (95 %) was treated with 6×25 mm Roadsaver stent in 05/2020. Duplex ultrasonography (DUS) in 03/2022 revealed an asymptomatic ISR of 70 %, with indication for re-PTA.

Results: The 4.5×20 mm SELUTION SLR was used in the first and 5×40 mm in the second patient. The procedures were uneventful without neurological complications. The MRI before discharge showed no DWI lesion and DUS confirmed full stent patency after 3 and 6 months, respectively.

Discussion: Paclitaxel-coated balloons have already been proven in the treatment of ISR, but without significant superior long-term results (1). In contrast to cytotoxic profile and crystalline formulations of Paclitaxel, Sirolimus has a cytostatic effect with intervention in the G1 phase of the cell cycle (2). SELUTION SL^{RTM} Balloons are coated with a CA^{TTM} (Cell Adherent technology) transfer membrane containing 4 µm micro-reservoirs combining a non-crystalline formulation of Sirolimus and biodegradable polymer, with drug release over 90 days. Neointimal proliferation is inhibited and anti-inflammatory effect is achieved due to inhibition of reproduction and proliferation of circulating inflammatory cells (3).

Conclusion: SEB-PTA offers potential opportunities in treatment of carotid artery ISR. Long-term data are still pending.

The authors declare no conflict of interest

References

- Huang et al. (2021) *Front Neurol.* 4;12:748304.
- Zeller Tet al. (2020) *J Endovasc Ther.* 27(5):683–690
- Liu et al. (2019) *Front Pharmacol.* 9:1520

[226] Cannabis-assoziiertes M1 Verschluss mit konsekutiver Thrombektomie

Maximilian Kress^{1*}, Silke Hopf-Jensen¹, Stefan Müller-Hülsbeck¹

¹Diagnostische u. Interventionelle Radiologie/Neuroradiologie, DIAKO Krankenhaus, Flensburg, Deutschland

Hintergrund: Cannabis (Ca.) ist die häufigste illegal konsumierte Droge und neben den psychiatrischen Reaktionen, Tachykardien, Hyper- und Hypotensionen sind Fälle der Cannabis assoziierten Arteriitis (CAA) und des Cannabis-assoziierten Schlaganfalls (CAI) beschrieben. Letztere sind selten und die Pathogenese ist nicht vollständig geklärt.

Methoden: Ein 39-jähriger Pat. (C.:1 g/d über 23a) mit persistierenden Kopfschmerzen und progredienter Hemihypästhesie zeigt im ambulanten MRT mehrzeitige und einen akuten Infarkt. Nach Sicherung der Diagnose eines M1 Verschlusses mit Penumbra von 2/3 des Medialstromgebietes, bei NIHSS 6 und ASPECTS 7, stellen wir, unter Berücksichtigung des jungen Patientenalters, die Indikation zur Thrombektomie.

Ergebnisse: Nach initialer Rekanalisation bestand eine kurzstreckige Stenose, die nach PTA eine plaquefreie und elastische Konfiguration zeigte und zum wiederholten Gefäßverschluss führte. Es erfolgte die Stentversorgung. In der postinterventionellen MRT bestanden milde vaskulitische Veränderungen. Die Symptome sind vollständig rückläufig.

Diskussion: Ca. Abusus führte bei einer 25–34-jährigen Kohorte zu einem 17 % erhöhtem Risiko für Schlaganfälle. Während die bisherigen CAI nach hoher Exposition auf die vasokonstriktorische, -spastische und thrombophile Wirkung von THC und CBD hindeuten, ist diese nicht-arteriosklerotische Stenose ähnlich zur CAA und der Thrombangiitis obliterans. Hier beruht die Pathogenese auf einer isolierten Verdickung der Intima. In Abgrenzung zu diesen pAVK Varianten ist dies die erste Beschreibung an einem intrakraniellen Gefäß.

Die Lebenszeitprävalenz zum Ca. Konsum in Deutschland ist seit den 90er Jahren verdoppelt. Veränderungen des langfristigen Konsumverhaltens bei einer anstehenden Legalisierung werden kontrovers diskutiert.

Fazit: Langjähriger Ca. Abusus kann bei jungen Patienten zu intrakraniellen Stenosen vom nicht-arteriosklerotischen, elastischen Typ führen und stellt die interventionelle Schlaganfallsbehandlung vor neue Herausforderungen. Gerade vor dem Hintergrund einer möglichen Legalisierung von Cannabis in Deutschland bedürfen die unbekannt vaskulitischen Pathomechanismen weiterer Erforschung.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[234] Impact of stroke pattern on outcome in basilar artery occlusion

Moritz Hernandez Petzsche^{1*}, Christian Maegerlein¹, Silke Wunderlich², Benno Ikenberg², Claus Zimmer¹, Tobias Boeckh-Behrens¹, Maria Berndt¹

¹Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, Klinikum rechts der Isar, School of Medicine, Technical University of Munich, München, Deutschland

²Department of Neurology, Klinikum rechts der Isar, School of Medicine, Technical University of Munich, München, Deutschland

Background: Basilar artery occlusion (BAO) leads to high morbidity and mortality. Etiology of BAO may be broadly divided into stenosis-associated occlusion and thromboembolic occlusion. Patients with stenosis-associated BAO have been shown to have worse outcome than patients with thromboembolic occasions. The reason for this divergence remains unknown.

Methods: Magnetic resonance imaging (MRI) that was performed within the first 10 days post stroke onset, was retrospectively analyzed

Fig. 1 | 234 Multivariate logistic regression model for good clinical outcome (mRS ≤ 3) with relative infarct volumes in the specified brain region as independent variables

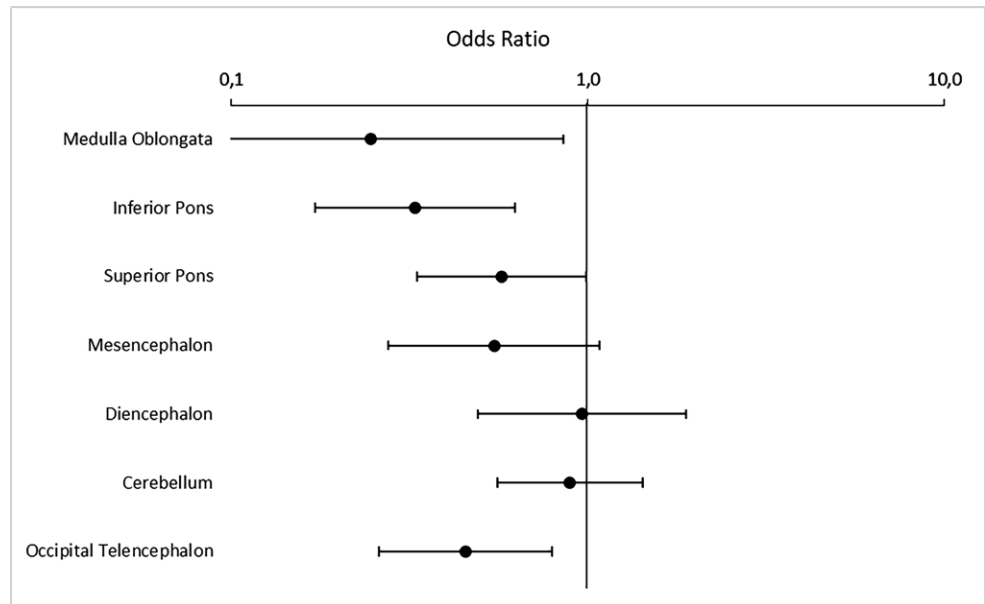
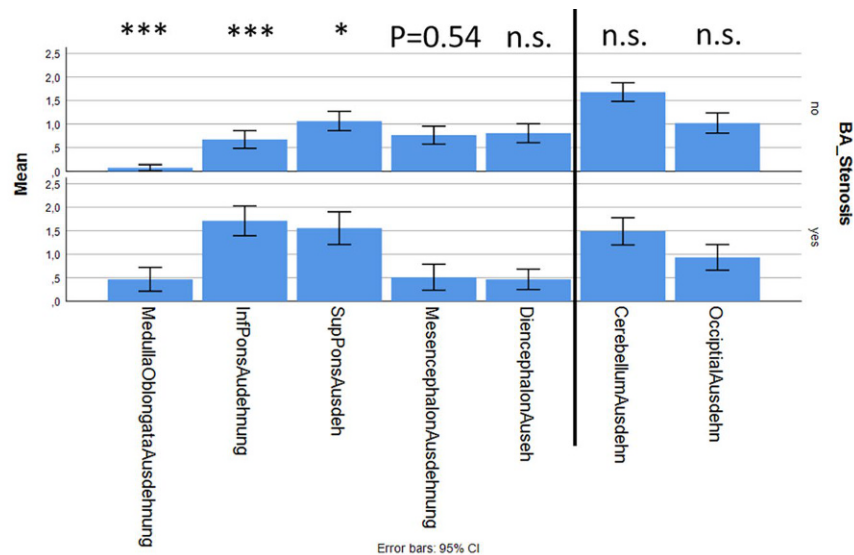


Fig. 2 | 234 Infarct distribution of BAO with and without underlying Stenosis. Relative infarct volumes are significantly higher in the inferior brain stem in BAO with underlying stenosis than in BAO without stenosis



*** $p < 0.001$

** $p < 0.01$

* $p < 0.05$

n.s. = not significant

in 199 patients after endovascular treatment for BAO. Ischemia localization was graded on diffusion weighted imaging (DWI) of MRI. The region of interest included areas of brain parenchyma that are dependent on the perfusion of the posterior circulation: the medulla oblongata, the inferior pons, the superior pons, the mesencephalon, the diencephalon, the cerebellum, and the perfusion territory of the posterior cerebral artery in the telencephalon, especially the occipital lobes. Presence of ischemia was graded on a semiquantitative visual score: 0 (0 % DWI volume, no infarct), 1 (1–20 % DWI volume, punctiform infarcts), 2 (20–60 % DWI volume, larger infarcts) 3 (60–100 % DWI volume, subtotal to total infarction).

Results: A multivariate logistic regression model was calculated to predict good clinical outcome (mRS at discharge of 3 or below). Only infarct volumes of the medulla oblongata (OR=0.25; 95 % CI=0.07–0.86; $P=0.001$), the inferior pons (OR=0.328; 95 % CI=0.17–0.63; $P=0.001$), the superior pons (OR=0.57; 95 % CI=0.33–0.99;

$P=0.046$), and the occipital lobes (OR=0.46; 95 % CI=0.26–0.80; $P=0.006$) negatively predicted a good clinical outcome, Fig. 1. Infarct extension in the mesencephalon, the diencephalon and the cerebellum did not independently predict a good clinical outcome. Patients with stenosis-associated occlusion showed greater ischemic volumes in the inferior brain stem, Fig. 2.

Conclusion: Infarcts of the inferior brain stem due to BAO are more likely to cause morbidity and mortality as measured by the mRS than infarcts of the superior brain stem. This finding likely partly explains the association between stenosis-associated BAO and reduced outcome.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[235] Breaking with a dogma: persisting diffusion restrictions (pDWI lesions) in imaging follow-up after endovascular treated stroke may represent a slowed signal progression

Maria Berndt^{1*}, Tobias Boeckh-Behrens¹, Kathleen Bernkopf², Simone Henze¹, Christian Maegerlein¹, Dominik Sepp¹, Claus Zimmer¹, Silke Wunderlich², Benno Ikenberg², Moritz Hernandez Petzsche¹

¹Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Klinikum rechts der Isar, Fakultät für Medizin, TU München, München, Deutschland

²Neurologische Klinik und Poliklinik, Klinikum rechts der Isar, Fakultät für Medizin, TU München, München, Deutschland

Background: According to present literature, DWI signal transformation of the infarct core is completed no later than one month af-

ter onset of ischemia. Frequent exceptions can be observed in the clinical routine, which often leads to insecurities in further clinical patient management. We sought to classify new or persisting DWI abnormalities in the follow-up imaging of stroke patients and elucidate their clinical relevance.

Methods: A prospective single-center study of stroke patients treated with mechanical thrombectomy was conducted. Patients received high resolution MR imaging, including DWI, SWI and FLAIR- imaging in the acute phase and in the follow-up after 3 to 12 months.

Results: We identified persisting or new diffusion restriction in 32 of 81 patients (39.5%). DWI restrictions in different location to the primary infarct core, representing new ischemia, was observed in 4 patients (4.9%, Fig. 1). DWI restrictions in areas of heightened susceptibility, representing imaging artefacts, was observed in 3 patients (3.7%, Fig. 2). Smaller areas of persisting DWI restriction

Fig. 1 | 235 Ischemic demarcation in the acute post-stroke phase (A, FLAIR/DWI). Punctuate DWI lesion at new location in follow-up imaging (B, FLAIR/DWI), that was not affected in the acute phase. The lesion can be assumed as a new ischemic event

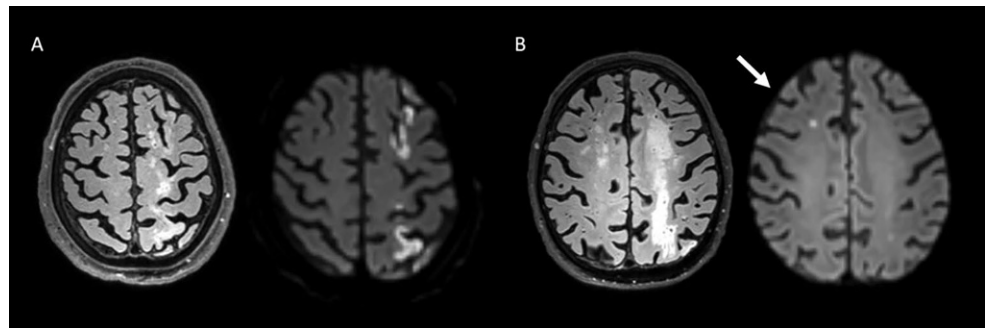


Fig. 2 | 235 The DWI restriction in the follow-up imaging corresponds to the location of a signal alteration of SWI. The residuum of hemorrhage within the infarction is assumed to cause the diffusion restrictions in the follow-up imaging (FLAIR/DWI/SWI)

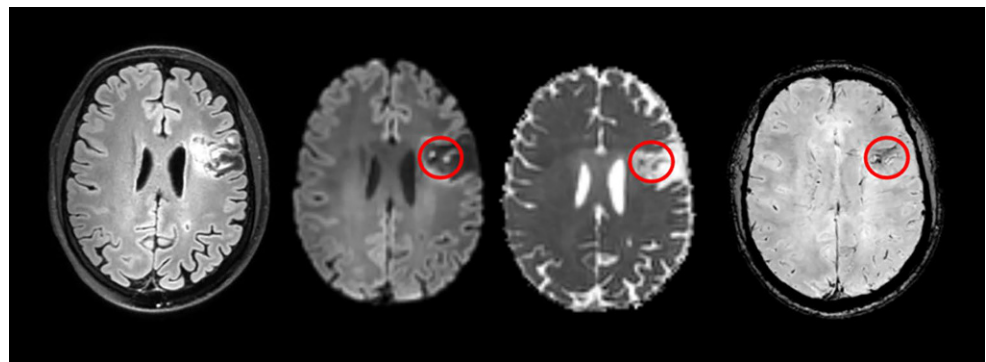


Fig. 3 | 235 Presence of persisting diffusion restrictions (pDWI/esions) in the 3-month follow-up imaging (C, FLAIR/DWI). The DWI restrictions are found at the same location of the ischemic lesion assessed in the acute post-stroke phase (A, FLAIR/DWI) and aren't induced by hemorrhage (inspected by SWI, 8)

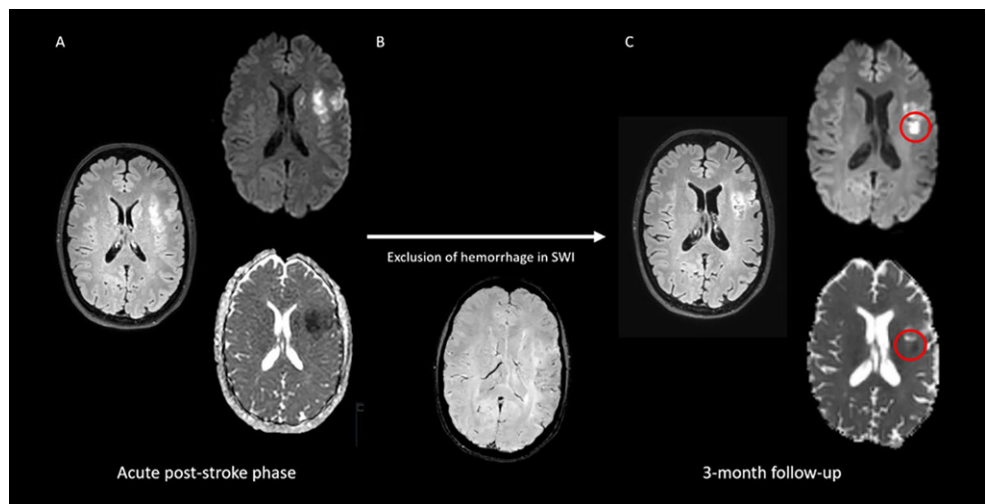
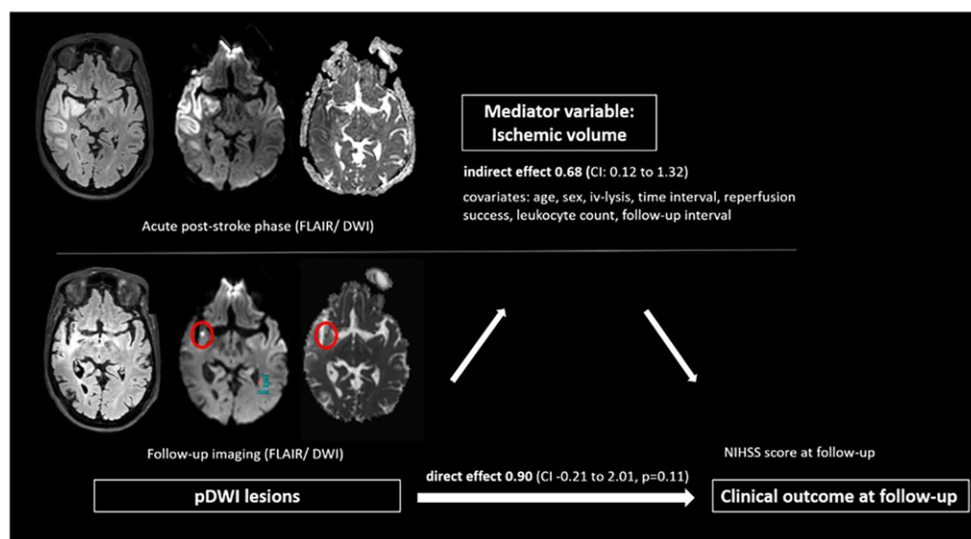


Fig. 4 | 235 Mediation analysis to test if the ischemic volume in the acute post-stroke phase may have an impact on the association between pDW/lesions (DWI restrictions within former ischemic lesion) and clinical outcome./schemic volume mediates the relationship between pDWI lesions and clinical outcome, assessed by NIHSS score at follow-up. NIHSS: National Institutes of Health Stroke Scale



(pDWI lesions) within the former infarct core were observed in 25 patients (30.9 %, Fig. 3), without clinical evidence of recurrent stroke. Patients with pDWI lesions showed higher values of NIHSS at follow-up ($p < 0.01$). Presence of pDWI lesions is associated with a large primary infarct core (OR/CI: 1.03/1.01–1.05, $p < 0.01$), that mediates the coherence to clinical outcome (Fig. 4).

Discussion: The presence of pDWI lesions in follow-up imaging is described for a high proportion of endovascular treated stroke patients. They are likely caused by delayed resolution of necrosis and inflammation in patients with large infarcts. This phenomenon should not to be confused with recurrent stroke and does not warrant further clinical evaluation if located within the area of primary ischemia.

Conclusion: pDWI lesions represent a newly described imaging phenomenon and amends the previously held dogma of completed post-stroke DWI signal transformation no later than one-month post stroke onset. Impact on clinical outcome can be explained by their association to greater primary ischemia, with may cause a strongly delayed diffusion signal progression.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[253] A virtual pipeline to assess hemodynamics within intracranial aneurysms treated with a novel contour neurovascular device

Jana Korte^{1,2*}, Mariya Pravdivtseva³, Franziska Gaidzik^{1,2}, Fritz Wodarg⁴, Naomi Larsen³, Philipp Berg^{1,2}

¹Research Campus STIMULATE, University of Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

²Department of Fluid Dynamics and Technical Flows, University of Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

³Department of Radiology and Neuroradiology, Section Biomedical Imaging, Molecular Imaging North Competence Center (MOIN CC), University Medical Center Schleswig-Holstein (UKSH), Kiel, Deutschland

⁴Department of Radiology and Neuroradiology, University Medical Center Schleswig-Holstein (UKSH), Kiel, Deutschland

Background: The blood flow inside intracranial aneurysms (IAs) can be affected by treatment with flow diverting devices. A novel contour neurovascular system (CNS) can reduce rupture risk and help aneurysm healing. In this study, we analyze the impact of CNS on the hemodynamics inside artificially created IA models using computational fluid dynamics (CFD). With CFD a precise calculation of the blood flow (0.1 mm^3

voxel-size) is carried out. This represents an outstanding advantage for analyzing different CNS sizes, position and shapes, without harming the individual.

Methods: Three CNS of different sizes (Mean \varnothing 5 mm, 11 mm, 14 mm) are first implanted into three artificially created IA models varying in size. Water is pumped through the IA cases and the location and shape of the real CNS are captured with micro computer tomography (mCT). To serve as boundary conditions for the simulations, these mCT images are segmented and transformed and mass flow inlet and pressure outlet curves are measured during the experiments as presented in [1,2].

Results: Fig. 1 shows the segmented cases with implanted CNS (black arrow) used in the simulations. Time averaged velocity (TAV) streamlines show the flow through the devices. As shown in Fig. 2 the TAV in the IA is 80 % lower with a CNS.

Discussion: In this study, flow reduction by CNS in IA models is assessed with CFD. Thus, the approach to segment the CNS from in-vitro experiments is proven to be efficient [3]. Though it is common in CFD of IAs [4], limitation is the assumption of rigid walls during simulation, since the CNS does not adapt perfectly to the wall. As shown in Fig. 3 the oscillatory shear index (OSI) on the wall is differently distributed with CNS. By using CFD the precise location and shape of the CNS can be virtually varied and the impact onto hemodynamics inside the IA further evaluated.

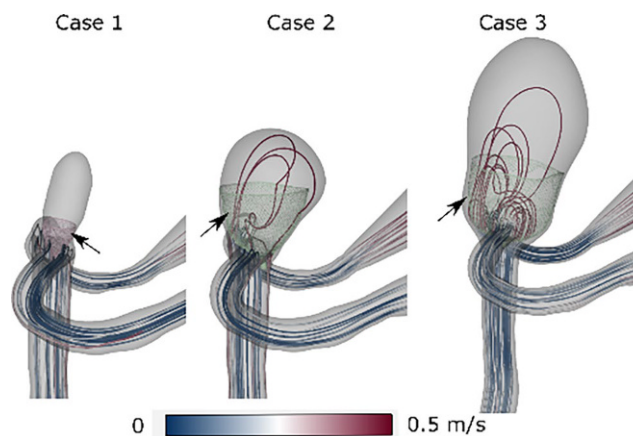


Fig. 1 | 253 IA cases with CNS. Streamlines colored with time averaged velocity over one cardiac cycle 0–0,5 m/s

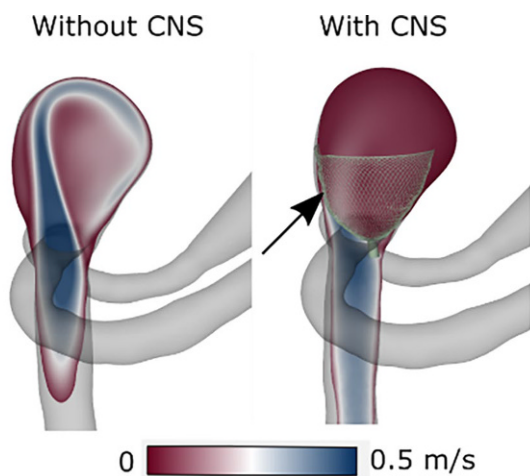


Fig. 2 | 253 Contour through IA colored by cycle-averaged velocity for case 2

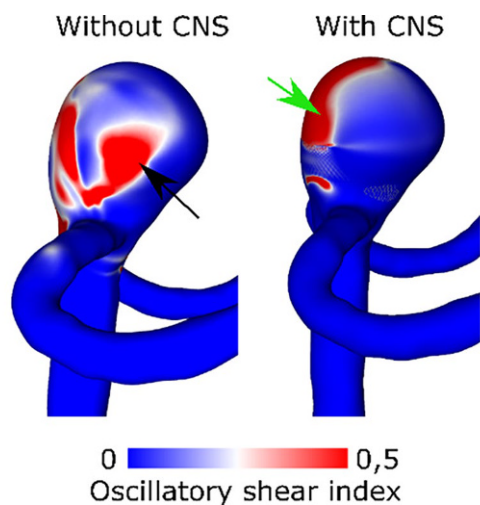


Fig. 3 | 253 OSI on IA surface without and with CNS for case 2

Conclusions: A virtual pipeline is developed to study the flow diversion of CNS, which show reduced flow into IAs with CNS. The flexible virtual flow assessment allows evaluation of CNS locations in different IAs which is impossible within in-vivo studies.

Conflict of Interest: Kein Interessenkonflikt.

References

1. Pravdivtseva et al. <https://doi.org/10.1002/jmri.27587>
2. Gaidzik et al. [DOI.org/10.1007/s11548-021-02486-y](https://doi.org/10.1007/s11548-021-02486-y)
3. Liebig et al. <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000001783>
4. Berg et al. <https://doi.org/10.3171/2019.4.FOCUS19181>

[257] Correlation between aneurysmal subarachnoid hemorrhage and reduced bone mineral density – a radiographic analysis

Jonathan Kottlors^{1*}, Lukas Görtz¹, Christoph Kabbasch¹, Marc Schlamann¹, Michael Schönfeld¹, Jan Borggrefe², Nuran Abdullayev¹

¹Institut für diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Köln, Köln, Deutschland

²Institut für Radiologie, Mühlenkreiskliniken Minden, Minden, Deutschland

Background: Higher patient age, female sex, arterial hypertension, and smoking represent well-known risk factors for aneurysmal subarachnoid hemorrhage (SAH). Since connective tissue weakness plays an integral role in the pathogenesis of intracranial aneurysms, we hypothesized that SAH patients have a reduced bone mineral density (BMD).

Methods: Computed tomography angiography (CTA) scans of 40 consecutive SAH patients performed with the same CT scanner were analyzed and compared to 40 patients with comparable demographics that received a CTA scan to rule out neck or brain injury. Measurement of BMD without the use of an external reference phantom was performed using a standardized method using an established software (IntelliSpace, Philips, Amsterdam, The Netherlands) using 3D regions of interests in the bone marrow of the vertebral bodies C3-C5. Spectrometric calibration of Hounsfield units to the mineral scale was performed with density measurements in the paravertebral muscles (erector spinae) and the subcutaneous fat tissue.

Results: The mean patient age was 64 ± 9 years in the SAH group and 60 ± 9 years in the control group ($p=0.1$). The mean bone marrow density of SAH patients (114.3 mg/ml) was significantly lower than that of controls (185.7 mg/ml, $p<0.01$).

Discussion: These results indicate a reduced BMD in SAH patients. Both aneurysm generation and osteoporosis are characterized by degeneration of connective tissue, which is in part a normal process of ageing. To evaluate an independent association between BMD and aneurysm development, further analyses will be required to evaluate relevant covariates such as body mass index, arterial hypertension and nicotine abuse.

Conclusion: If an association between BMD and SAH can be confirmed by further studies, additional brain imaging might be recommended for patients with osteoporosis to screen for intracranial aneurysms.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[260] Erste multizentrische Thrombektomie Erfahrungen mit dem Q-Kathetersystem

Jan Höltje^{1*}, Volker Maus², Christian Loehr³, Tobias Boeckh-Behrens⁴, Peter Schramm¹

¹Institut für Neuroradiologie, UKSH Campus Lübeck, Lübeck, Deutschland

²Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Neuroradiologie und Nuklearmedizin, Universitätsklinikum der Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Deutschland

³Klinik für Radiologie, Neuroradiologie und Nuklearmedizin, Klinikum Vest, Recklinghausen, Deutschland

⁴Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Klinikum Rechts der Isar der Technischen Universität München, München, Deutschland

Hintergrund: Die direkte Thrombusaspiration (ADAPT) ist beim akuten ischämischen Schlaganfall durch große bis mittlere Gefäßverschlüsse ein etabliertes Therapieverfahren. Gemäß des Hagen-Poiseuilleschen Gesetzes beeinträchtigt neben dem Durchmesser auch die absolute Länge eines Katheters den Flusswiderstand und damit den Druckgradienten an der Katheterspitze bzw. dem Thrombus. Wir berichten in dieser nationalen multizentrischen Beobachtungsstudie über die ersten Erfahrungen mit den Q-Aspirationskathetern (MIVI Neuroscience, Inc., Eden Prairie, MN, USA) in Deutschland. Das Q-System besteht aus einem distalen Katheter mit einem aufgeweiteten proximalen Ende, welches in dem Führungskatheter (2,24 mm Innenlumen (ID)) eine passende Abdichtung bildet, ein proximaler Edelstahlraht ersetzt den proximalen Schaft eines herkömmlichen Aspirationskatheters (*Abbildung*). Das distale ID der Q-Katheter variiert von 1,75 mm (Q6) über 1,45 mm (Q5) und 1,09 mm (Q4) bis 0,91 mm (Q3).

Tab. 1 | 260

	n	first pass Aspiration	nur Aspiration	Rescue Stentriever
TICI 3	9 (64,3 %)	3 (21,4)	3 (21,4 %)	6 (42,9 %)
TICI 2c	1 (7,1 %)			1 (7,1 %)
TICI 2b	3 (21,4 %)	1 (7,1 %)	2 (14,3 %)	
TICI 1	1 (7,1 %)			1 (7,1 %)



Abb. 1 | 260

Methoden: In den vier teilnehmenden Zentren wurden 2021 14 Thrombektomien mit dem Q-Kathetersystem an 13 PatientInnen (6 weibl., Alter 51–89 Jahre) durchgeführt. Als transfemorale Zugangsdiente eine 90 cm Schleuse mit 2,24 mm ID. Die Aspiration wurde direkt an der Schleuse durchgeführt. Für distale ACI- und proximale M1-Verschlüsse wurde der Q6 ($n=4$), in der mittleren M1 bis proximalen M2 und der A. basilaris der Q5 ($n=4$) verwendet, bei distalere Okklusionen (M2, P2) oder bei geringem Gefäßkaliber wurde auf die Q4 und Q3 ($n=6$) Katheter zurückgegriffen.

Ergebnisse: In zwei Fällen mussten dem Verschluss zugrundeliegende Stenosen mit stentgestützter PTA therapiert werden. Periinterventionelle Komplikationen, z. B. Blutungen oder Dissektionen wurden nicht berichtet.

Fazit: Die MIVI Q-Katheter sind eine neue Technologie für die Aspirationstherapie, einfach in der Anwendung und erzielten im klinischen Alltag vergleichbare Ergebnisse zu anderen großvolumigen Systemen. Weitere Studien mit größeren Patientenkollektiven sind erforderlich, um Outcomedaten beurteilen zu können.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt./Die Autoren/Autorinnen erklären Folgendes: (Wenn Ihre Offenlegungserklärung zu lang ist, können Sie diese separat im System eingeben.)

Offenlegungserklärung: Beratervertrag bzw. Vortragshonorar Pneumbrainc. Stryker.

[264] Stenting intrakranieller Stenosen mit dem CREDO® heal Stent – erste Erfahrungen.

Hannes Nordmeyer^{1*}

¹radprax Neurozentrum, Abteilung für diagnostische und interventionelle Neuroradiologie, Solingen, Deutschland

Hintergrund: Die mechanische Thrombektomie (MT) stellt die Standardtherapie des akuten ischämischen Schlaganfalls bei Verschlüssen der großen Hirnarterien (Large Vessel Occlusions – LVO) dar. In bis zu 30 % bleibt eine erfolgreiche Rekanalisation aus, u. a. bei zugrundeliegenden intrakraniellen Stenosen, Dissektionen oder nicht extrahierbaren Thromben. Das Notfall-Stenting stellt hier die letzte Behandlungsoption zur Erzielung einer permanenten Gefäßöffnung und eines guten klinischen Ergebnisses dar. Der Fibrin- und Heparin beschichtete CREDO®

heal Stent bietet einen neuen Ansatz zur Reduktion ischämischer Komplikationen bei intrakraniellen atherosklerotischen Stenosen (ICAD).

Vorstellung der Heal Technologie und erster Erfahrungen mit dem CREDO® heal Stent als erstes beschichtetes Device für die Behandlung intrakranieller Stenosen.

Methoden: In vitro Thrombin- Antithrombin III-Tests wurden zur Messung des Thrombosierungsverhaltens durchgeführt. Beschichtete Stents zeigten im Vergleich zu unbeschichteten eine signifikant geringere Thrombosierung. Diskutiert werden außerdem tierexperimentelle Daten und erste klinische Erfahrungen mit dem CREDO® heal stent und dem NeuroSpeed® PTA Ballon. Stenting mit CREDO® heal wurde durchgeführt bei Patienten mit initialer LVO und zugrundeliegender Stenose in einem Zeitfenster von <24 h nach Symptombeginn.

Ergebnisse: Siebzehn Patienten wurden von Juli bis November 2021 mit dem CREDO® heal Stent behandelt. Rescue-Stenting wurde bei 7, symptomatische ICAD bei 8, andere Ätiologien bei 2 Patienten behandelt. Es wurde ein finales TICI $\geq 2b$ -Ergebnis in 82,3 % erzielt und es ereignete sich eine technische Komplikation.

Diskussion/Fazit: Mit dem CREDO® heal Stent wird eine Erweiterung des interventionellen Repertoires zur Behandlung der sICAD und im Rahmen der MT bei refraktären Verschlüssen vorgestellt. Die finalen TICI-Werte stimmen mit denen nicht beschichteter Implantate überein. Die Effektivität hinsichtlich der langfristigen ischämischen Ereignisse muss in einer prospektiven Studie evaluiert werden.

Offenlegungserklärung: Der Autor hat Vortragshonorare der Firma Acandis erhalten.

[266] Association of cortical and subcortical brain atrophy with functional outcome after EVT: going beyond chronological age

Joachim Fladt¹, Faysal Benali¹, Tanaporn Jaroengarmsamer¹, Fouzi Bala¹, Nishita Singh¹, Johanna Ospel¹, Michael Tymianski², Michael Hill¹, Mayank Goyal¹, Aravind Ganesh¹

¹Department of Clinical Neurosciences, University of Calgary, Calgary, Kanada

²Department of Surgery, University of Toronto, Kanada

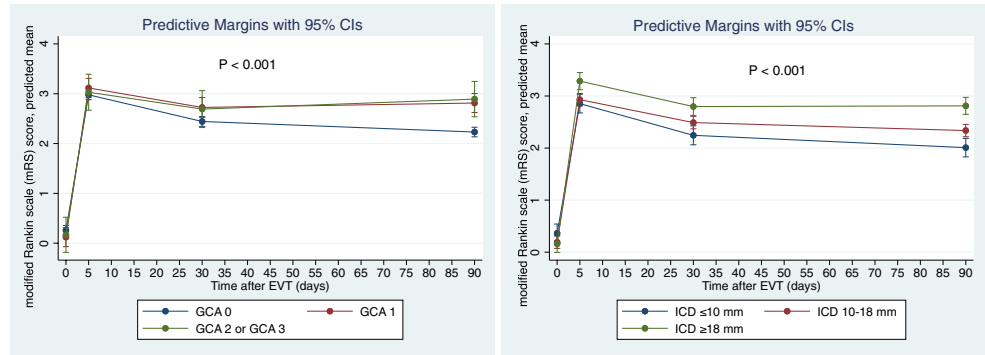
Background: Brain frailty may diminish the ability of acute stroke patients to cope with ischemic injury irrespective of their chronological age, leading to impaired functional recovery. We aim to investigate the impact of brain atrophy, an important surrogate for brain frailty, on functional outcome after EVT.

Methods: We analyzed CT imaging data from the ESCAPE-NA1 trial. Cortical atrophy was visually assessed using the GCA-scale; subcortical atrophy was captured by measuring the intercaudate-distance (ICD). To account for any swelling, we measured the hemi-ICD, on the non-affected-side and multiplied this by 2. The primary outcome was 90-day-mRS (ordinal-shift-analysis). The secondary outcome was repeated-mRS-measures at different time points (pre-stroke, day 5, 30 and 90). Adjustments were made for age, sex, final infarct volume (FIV), laterality, white matter hyperintensity burden, Nerinetide-Alteplase interaction, and study site.

Results: Out of 1102 included patients, 818 (74 %) had no-atrophy (GCA-0), 220 (20 %) mild (GCA-1) and 64 (6 %) moderate-severe (GCA-2/3). The median ICD was 14 mm (IQR10-18). Both, GCA and ICD were significantly associated with 90-day-mRS (GCA-1 vs GCA-0: cOR 1.67, 95 %CI:1.22–2.29; GCA-2/3 vs GCA-0: cOR 2.25, 95 %CI:1.34–3.79; ICD: cOR[per mm increase] 1.05, 95 %CI:1.02–1.08). Furthermore, mRS outcomes over the course of follow-up varied by the degree of atrophy (figure1). For example, the mRS for patients with GCA-1 was on average 0.42 points higher at 30-days (95 %CI:0.18–0.66) and 0.72 points higher at 90-days (95 %CI:0.49–0.95), compared to GCA-0.

Conclusion: Brain atrophy is associated with less favorable outcome over time, in AIS patients treated with EVT within 12-hours of symptom onset.

Fig. 1 | 266 The impact of brain atrophy on functional outcome at different time-points



Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[267] Association of white matter hyperintensity burden with functional outcome after EVT: going beyond chronological age

Faysal Benali¹, Joachim Fladt^{1*}, Tanaporn Jaroengarmsamer¹, Fouzi Bala¹, Nishita Singh¹, Johanna Ospel¹, Michael Tymianski², Michael Hill¹, Mayank Goyal¹, Aravind Ganesh¹

¹Department of Clinical Neurosciences, University of Calgary, Kanada

²Department of Surgery, University of Toronto, Kanada

Background: Preexisting brain frailty may determine clinical outcomes after EVT, irrespective of the chronological age. Markers of cerebral small vessel disease (CSVD), such as white matter hyperintensities (WMH), are important surrogates of brain frailty. We aim to investigate the impact of WMH-burden, detected on stroke CT, on functional outcome after EVT.

Methods: We included patients with interpretable CT from the ESCAPE-NA1-dataset. We visually scored WMH by using the Fazekas scale (WMH-burden score 0–6; the sum of periventricular and deep WMH). The primary outcome was mRS at 90 days (ordinal-shift-analysis). The secondary outcome was repeated mRS measures at different time points (pre-stroke, day 5, 30 and 90). The models were adjusted for age, sex, final infarct volume (FIV), laterality, cortical atrophy, Nerinetide-Alteplase interaction, and study site.

Results: We included 1102 patients with interpretable CT. The total WMH-burden score was 0–1 in 696/1102 (63 %), 2 in 211/1102 (19 %); and ≥3 in 195/1102 (18 %). The WMH-burden was significantly associated with 90-day-mRS (cOR [per point increase in Fazekas

score] of 1.09; 95 %CI:1.05–1.14). Furthermore, mRS outcomes over the course of follow-up differed by WMH-burden. For example, the mRS of patients with substantial WMH-burden (score ≥3) was on average 0.47 points higher at 30-days (95 %CI 0.22–0.72) and 0.6 points higher at 90-days (95 %CI 0.36–0.85), compared to patients with no/minimal WMH (score 0–1), figure1.

Conclusion: In patients with AIS undergoing EVT within 12 hours of onset, an increasing burden of WMH assessed on CT is associated with worse functional outcome over time.

Conflict of Interest: Die Autoren/Autorinnen erklären Folgendes: Michael Tymianski ist he CEO of NoNo Inc.

[270] Assessment of aneurysm flow reduction after flow modulation with Black Blood MRI

Mariya Pravdivtseva^{1*}, Hivnu Toraman¹, Fritz Wodarg², Jana Korte³, Franziska Gaidzik³, Philipp Berg³, Jan-Bernd Hövener¹, Olav Jansen², Naomi Larsen²

¹Department of Radiology and Neuroradiology, Section Biomedical Imaging, Molecular Imaging North Competence Center (MOIN CC), University Medical Center Schleswig-Holstein (UKSH), Kiel University, Kiel, Deutschland

²Department of Radiology and Neuroradiology, University Medical Center Schleswig-Holstein (UKSH), Kiel University, Kiel, Deutschland

³Research Campus STIMULATE, University of Magdeburg, Magdeburg, Deutschland

Background: Intracranial aneurysms (IA) can be treated with flow-modulating devices (FMDs). Anyhow treated IA might progress or rupture, thus, a marker of treatment success is needed. Flow MRI can detect IA flow reduction but is impaired by metal artifacts. Black blood (BB) MRI is less sensitive to metal artifacts. We hypothesize that intra-aneurysmal BB signal differs before and after treatment and that BB MRI can aid in the assessment of treatment success.

Methods: Six IA models were produced from patient 3D RA data. Intrasaccular flow modulation devices (Contour neurovascular system) and flow-diverter stents (Derivo and two non-commercial) were placed into the models.

A 3T MR system with a head coil was used. BB contrast was achieved with a T1-weighted (T1w) BB 3D variable refocusing flip angle turbo spin-echo (SE) sequence. The flow was measured using a time-resolved T1w spoiled fast gradient echo (GRE) sequence with 3D velocity encoding (4D flow).

Results: All FMDs were successfully deployed in the models and reduced IA flow, which was confirmed by DSA. On 4D flow, strong metal artifacts caused by FMDs were present at the aneurysm neck. On BB MRI, an increased signal was observed in the aneurysm lumen after placing FMDs, while the signal remained unchanged in the parent artery. The areas of increased signal on BB were co-localized with areas of decreased flow as determined by 4D flow (Fig. 1).

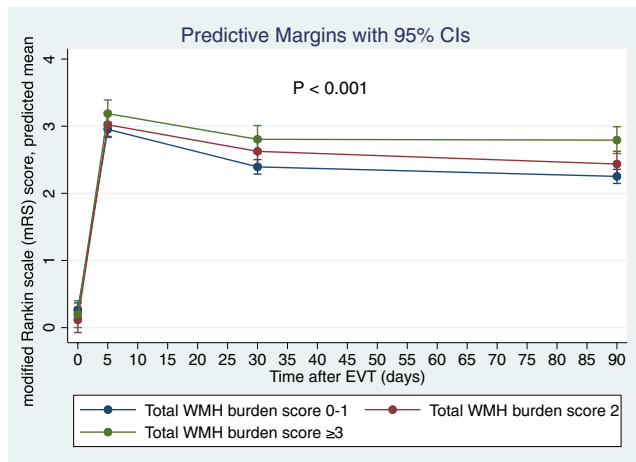
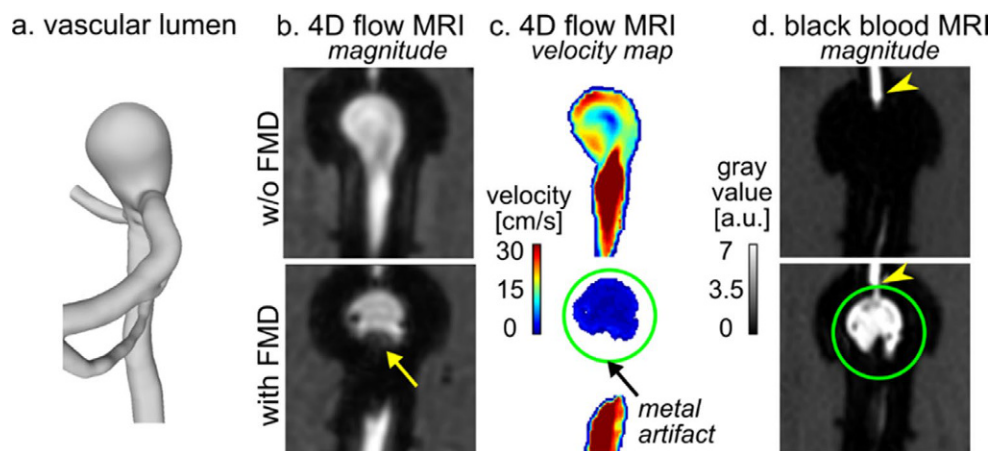


Fig. 1 | 267 The impact of total WMH burden on functional outcome after EVT at different time-points

Fig. 1 | 270 Representative data of a basilar tip aneurysm model: (a) vascular lumen that was used for 3D printing; (b-c) 4D flow and BB MR (d) images without and with FMD. The 4D flow was affected by metal artifacts (arrows). The presence of an FMD led to a decrease in blood flow velocity and increased BB signal on the side of the aneurysm (green circle)



Discussion: Increased BB signal is a consequence of reduced IA flow. Previously, we showed that BB MRI can indicate areas of slow-flowing fluid in untreated IA [1.] Accordingly, implanted FMDs reduced inflow into the aneurysm sac, which can be visualized with BB MRI. IA flow is commonly assessed with the 4D flow, which provides comprehensive 3D velocity data. However, GRE-based 4D flow is severely impaired by metal artifacts caused by FMDs, while SE-based BB MRI is less susceptible and can provide diagnostic images. Thus, BB MRI might be superior for flow analysis in the presence of metal implants.

Conclusion: Intra-aneurysmal hyperintensities on BB MRI correspond with flow reduction after FMD-implantation and might enable assessment of the therapeutic effect.

Conflict of Interest: Mariya Pravdivtseva has received research support from Cerus endovascular.

References

- Pravdivtseva et al. (2021) JMRI. <https://doi.org/10.1002/jmri.27587>

[279] Dosisflächenprodukt bei der durchleuchtungsgestützten Schlaganfalltherapie – eine Auswertung der DeGIR-Daten

Felix Bärenfänger^{1*}, Stefan Rohde²

¹Institut für Medizinische Strahlenphysik und Strahlenschutz, Klinikum Dortmund gGmbH, Dortmund, Deutschland

²Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Klinikum Dortmund gGmbH, Dortmund, Deutschland

Hintergrund: Seit 2012 protokollieren die deutsche Gesellschaft für Interventionelle Radiologie (DeGIR) und die Deutsche Gesellschaft für Neuroradiologie (DGNR) Daten von durchleuchtungsgestützten Schlaganfalltherapien in teilnehmenden Kliniken im Modul E. Neben klinischen und technischen Parametern werden mit dem Dosisflächenprodukt (DFP) und der Durchleuchtungszeit auch dosispezifische Angaben dokumentiert. Durch eine Auswertung der DeGIR-Daten aus 2019–2021 soll gezeigt werden, mit welchem DFP bei der durchleuchtungsgestützten Schlaganfalltherapie nach aktuellem Stand zu rechnen ist und ob Korrelationen zwischen dem DFP und anderen Parametern existieren.

Methoden: Die Daten wurden durch die DeGIR in Form von .csv-Dateien zur Verfügung gestellt. Anschließend erfolgte eine Strukturierung und eine Filterung nicht plausibler Einträge nach zuvor definierten Kriterien mithilfe einer Python-Datenanalyse-Bibliothek (pandas). Nach der Filterung wurden die Daten mithilfe von OriginPro 2022 nach Methoden der deskriptiven Statistik ausgewertet.

Ergebnisse: In den Jahren 2019 bis 2021 erfasste die DeGIR insgesamt 62.738 Studien aus 210 Institutionen bezüglich gefäßeröffnender Verfahren (Modul E). Nach Anwendung der Filterkriterien verbleiben 59.345

„auswertbare“ Daten, wobei sich 43.045 auf die Schlaganfalltherapie beziehen. Das für den diagnostischen Referenzwert ausschlaggebende 75. Perzentil der Verteilung beträgt 12.183 cGy·cm². Es zeichnet sich sowohl eine Abhängigkeit des 75. Perzentil des DFPs von der Manöveranzahl (8 880 cGy·cm² bei 0–1 Manövern und 26.065 cGy·cm² bei ≥ 8 Manövern) als auch von der Verschlussanzahl sowie der verwendeten Technik ab.

Diskussion: Die Auswertung der DeGIR-Daten zeigt, dass grundsätzlich eine Anpassung des DRW (aktuell: 18.000 cGy·cm², BfS, 2018) nach unten sinnvoll wäre. Es sollte jedoch berücksichtigt werden, dass der Dosisbedarf bei Interventionen stark von der Komplexität und der Untersuchererfahrung abhängt.

Fazit: Eine Anpassung des DRW für die Schlaganfalltherapie sollte nach Auswertung der DeGIR-Daten an mindestens einen weiteren Parameter, der die Komplexität des individuellen Falles berücksichtigt, geknüpft werden. Dazu kann beispielsweise die benötigte Manöveranzahl verwendet werden.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

KI in Praxis und Forschung

Power Pitch Vorträge

[16] Predicting 90d mRS scores using novel deep neural decision forests based on early clinical information from large scale stroke registry data

Helge Kniep¹, Johannes Dupont^{1*}, Matthias Bechstein¹, Gabriel Broocks¹, Caspar Brekenfeld¹, Noel van Horn¹, Lukas Meyer¹, Milani Deb-Chatterji², Uta Hanning¹, Fabian Flottmann¹, Götz Thomalla², Jens Fiehler¹, Susanne Siemonsen¹

¹UKE Hamburg, Klinik und Poliklinik für Neuroradiologische Diagnostik und Intervention, Hamburg, Deutschland

²UKE Hamburg, Klinik und Poliklinik für Neurologie, Hamburg, Deutschland

Background: Exact prediction of ordinal mRS 90d scores based on data available at 24 h has not been investigated in detail. Such approach could serve as surrogate for long-term outcome in clinical trials and might allow optimization of post-stroke rehabilitation strategies. We present novel tree-structured Deep-Learning algorithms to predict long-term functional outcome. We furthermore investigate characteristics of patients with unexpected neurological improvement/deterioration.

Methods: All patients enrolled in the German Stroke Registry (06/2015–12/2019) with anterior circulation stroke and availability of relevant data were included. Clinical data available at 24 h was evaluated using tree-structured Deep-Learning algorithms in a nested fivefold cross-validation approach. Wrongly classified cases were analyzed, and predictors of unexpected neurological deterioration/improvement identified.

Results: 3206 patients were included. Most important predictors of 90d mRS were 24 h NIHSS, 24 h mRS, Age, prestroke mRS, NIHSS at ad-

mission, adverse events until 24 h, ASPECTS and Tici scores (Fig. 3). Receiver-operating characteristics (ROC)-AUCs for prediction of the 90d mRS scores using clinical data at 24 h ranged between 0.73 for mRS 3 [0.69; 0.74] and 0.92 for mRS 0 [0.89; 0.94]. Binarized outcome with mRS ≤2 was classified with ROC-AUC of 0.90 (0.88; 0.92) (Fig 1). Over-optimistic (>1 mRS points too low) and over-pessimistic predictions (>1 mRS points too high) were associated with specific patient characteristics that might be risk factors for unexpected neurological deterioration and improvement (Fig 2).

Discussion: 90d mRS scores can be predicted based on information available at 24 h with relatively high accuracy. Predictions were over-optimistic for patients with significant divergence between 24 h neurological status and 90d mRS, suggesting adverse events and delayed neurological deterioration as important factors for unexpected deterioration. Over-pessimistic predictions were associated with older patients, worse neurological status at 24 h, less severe occlusion locations and lower rates of adverse events.

Conclusion: The presented approach allows early mRS 90d score prognosis and could be used to a) optimize post-stroke rehabilitation and to b) stabilize endpoints in clinical trials with high lost to follow-ups. We furthermore identify factors associated with unexpected neurological improvement and deterioration to improve the understanding of post-stroke neurological rehabilitation.

Offenlegungserklärung: Die Autoren/Autorinnen erklären, dass Interessenkonflikte vorliegen. Die Verbindungen liegen der Kongressorganisation KUKM GmbH vor.

mRS	ROC-AUC (95% CI)
0	0.92 (0.89; 0.94)
1	0.83 (0.77; 0.85)
2	0.79 (0.75; 0.83)
3	0.73 (0.69; 0.74)
4	0.79 (0.77; 0.81)
5	0.91 (0.86; 0.93)
6	0.90 (0.88; 0.92)
≤ 2	0.90 (0.88; 0.92)

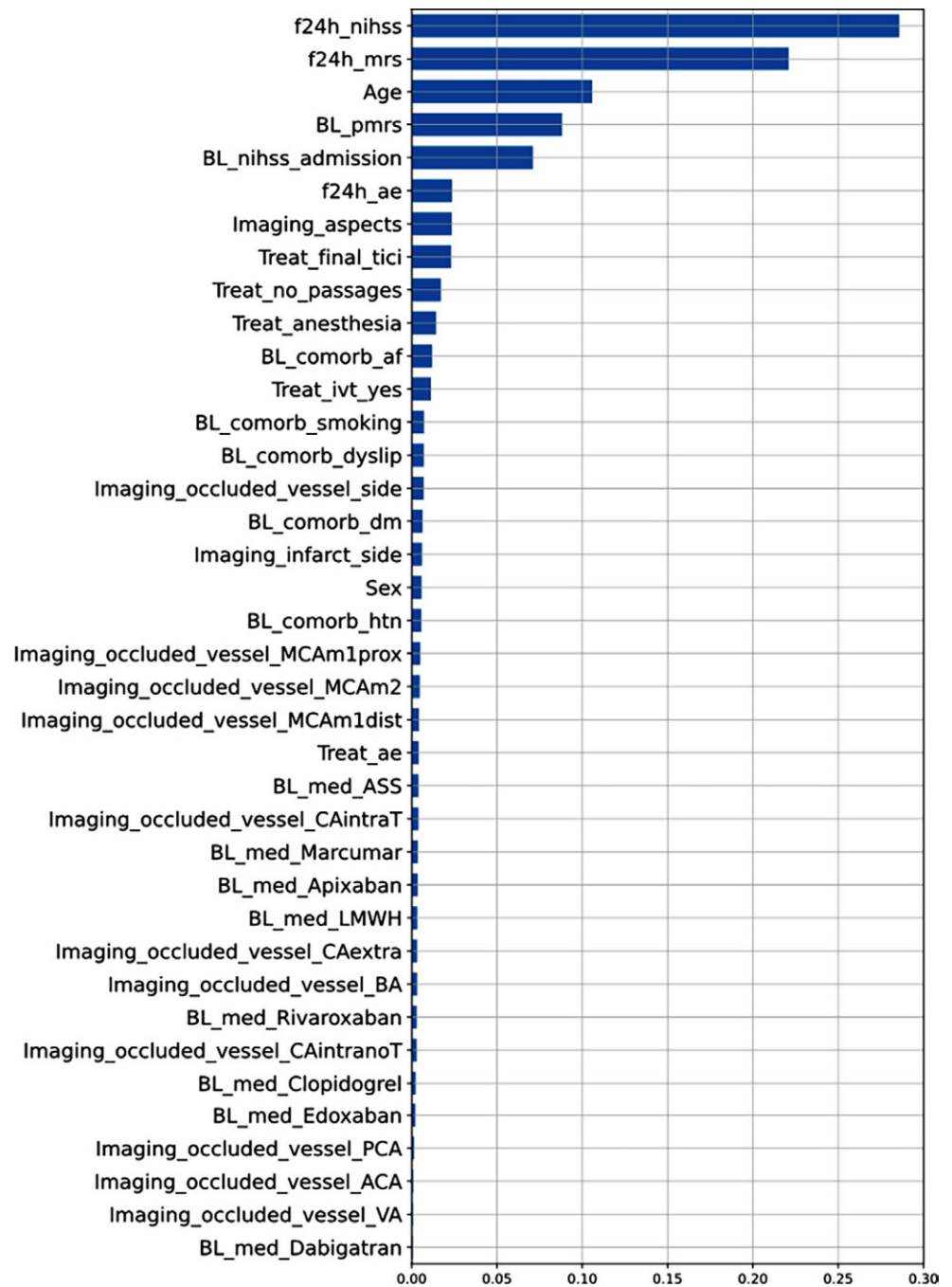
Fig. 1 | 16 Predictive performance of Deep Neural Decision Forest

Fig. 2 | 16 Predictors of unexpected neurological improvement and deterioration Data shown as mean (standard deviation) and # (%)

	correctly classified (N=1808)	over-optimistic model: mRS >1 too low (N=710)	p value
NIHSS admission	14.2 (7.4)	13.1 (6.7)	0.001
Diabetes	367 (20%)	172 (24%)	0.031
Treatment in primary admission hospital	1063 (62%)	386 (57%)	0.04
Number of passes	2.4 (3.7)	2.0 (2.1)	0.023
24h mRS	3.7 (1.5)	3.4 (1.4)	0.001
24h NIHSS	12.0 (10.9)	8.3 (7.9)	0.001
24h adverse events (general)	510 (28%)	148 (21%)	0.001
24h malignant MCA infarction	58 (3%)	7 (1%)	0.002
24h ICH	223 (12%)	59 (8%)	0.004
90d mRS	3.0 (2.1)	3.9 (1.7)	0.001
90d mRS model prediction	3.0 (2.1)	2.2 (1.5)	0.001

	correctly classified (N=1808)	over-pessimistic model: mRS >1 too high (N=688)	p value
Age	71.7 (13.5)	73.7 (12.9)	0.001
Atrial fibrillation	711 (39%)	309 (45%)	0.011
Previous smoker	214 (12%)	58 (8%)	0.034
Treatment in primary admission hospital	1063 (62%)	375 (56%)	0.01
ACA occlusion	49 (3%)	34 (5%)	0.006
Carotis T occlusion	90 (5%)	21 (3%)	0.033
24h mRS	3.7 (1.5)	4.1 (1.1)	0.001
24h NIHSS	12.0 (10.9)	13.5 (10.5)	0.002
90d mRS	3.0 (2.1)	2.1 (1.7)	0.001
90d mRS model prediction	3.0 (2.1)	3.5 (1.7)	0.001

Fig. 3 | 16 Relative predictive power of factors used in the deep learning approach (mean accuracy decrease)



[54] What's my age again: Prediction of MS lesion enhancement on MRI without contrast using machine learning

Sarah Schläger^{1*}, Timo Löhr^{1,2}, Andreas Gassner², Claus Zimmer¹, Mark Mühlau³, Björn Menze^{2,4}, Benedikt Wiestler¹

¹Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, Munich, Deutschland

²Image-Based Biomedical Modeling, Department of Computer Science, Technical University of Munich, Munich, Deutschland

³Department of Neurology, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, Munich, Deutschland

⁴Department of Quantitative Biomedicine, University of Zurich, Zurich, Schweiz

Background: New white-matter lesions in multiple sclerosis (MS) typically show contrast enhancement on T1-w MR images as a marker of active inflammation for about 8 weeks (1). However, repeated administration of contrast agent comes along with non-negligible health risks (2–4). Having established a deep learning-based model for lesion segmentation (5), we aim to automatically predict lesion enhancement also on MRI without contrast.

Methods: We identified 254 MS patients with FLAIR, T1 and T1+c (with contrast) images of the brain. Each patient underwent at least four scans. All images from a patient were linearly co-registered and lesion segmentation was performed using a patch-based U-Net (5) for each time point,

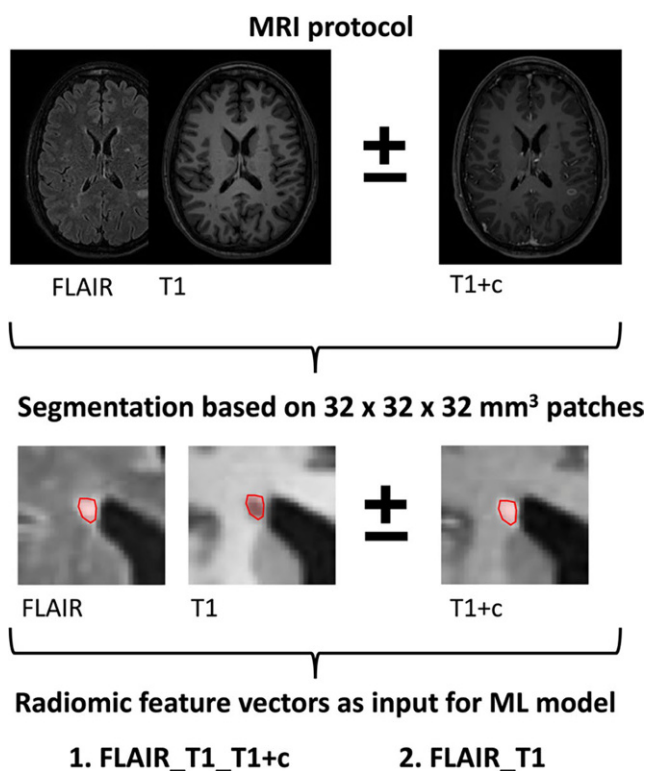


Fig. 1 | 54 MS lesions in the MR images were segmented using a patch-based U-Net algorithm. For each lesion, two different radiomic feature vectors worked as input for the ML model: one based on FLAIR, T1 and T1+c data and one based on FLAIR and T1 data, only

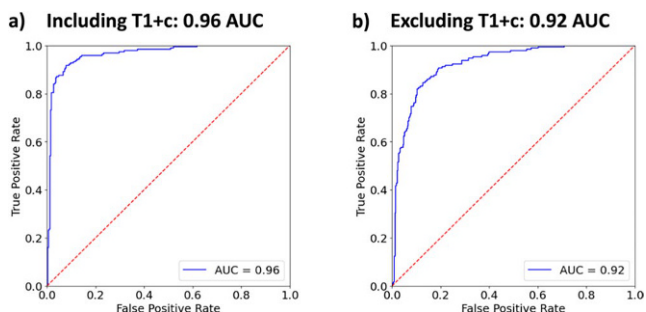


Fig. 2 | 54 ROC curves for prediction of lesion-specific contrast enhancement based on a) features from FLAIR, T1 and T1+c images and b) features from FLAIR and T1 images, only. Including the T1+c data leads to an AUC of 0,96, waiving the T1+c data leads to an AUC of 0,92

thus creating a longitudinal trajectory for each lesion. To keep only lesions with a well-defined onset, we discarded lesions without initial contrast enhancement. This resulted in 1741 lesion segmentations (each lesion might have multiple segmentations over time), split into a training ($n=1217$) and test cohort ($n=524$). For each lesion segmentation two radiomic feature vectors were generated: one based on FLAIR, T1 and T1+c data and one based on FLAIR and T1 data only (Fig. 1). The feature vectors worked as separate input for a multilayer perceptron, which was trained to predict lesion enhancement. Prediction quality was evaluated. **Results:** Based on the data of all three sequences our ML model could predict lesion enhancement with an ACC of 93 % and an AUC of 0.96 (Fig. 2a). The exclusion of T1+c data resulted in an ACC of 87 % and an AUC of 0.92 (Fig. 2b).

Discussion: The excellent accuracy of lesion enhancement prediction solely based on unenhanced MRI is of interest: Inflammatory activity is a prognostic marker for the disease course, but current guidelines (4) recommend omitting contrast agent in follow-up scans. This work lays the foundation stone for a further development of our classifier for lesion age estimation to identify patients with dissemination in time based on a single MRI session.

Conclusion: Our ML model accurately predicts contrast enhancement and thus identifies fresh, active lesions on noncontrast MRI.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

1. He, J., Grossman, R.I., Ge, Y., Mannon, L.J. (2001) Enhancing patterns in multiple sclerosis: evolution and persistence. *AJNR am J Neuroradiol.* 22(4):664–669
2. Grobner, T. (2006) Gadolinium-a specific trigger for the development of nephrogenic fibrosing dermopathy and nephrogenic systemic fibrosis? *Nephrol Dial Transplant.* 21(4):1104–1108. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfk062>
3. Gulian, V., Calamante, F., Shellock, F.G., Kanal, E., Reeder, S.B. (2017) Gadolinium deposition in the brain: summary of evidence and recommendations. *Lancet Neurol.* 16(7):564–570. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(17\)30158-8](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(17)30158-8)
4. Wattjes, M.P., Ciccarelli, O., Reich, D.S., Banwell, B., de Stefano, N., Enzinger, C., Fazekas, F., Filippi, M., Frederiksen, J., Gasparini, C., HAcohen, Y., Kappos, L., Li, DKB., Mankad, K., Montalban, X., Newsome, S.D., Oh, J., Palace, J., Rocca, M., Sasestre, Garriga, J., Tintoré, M., Traboulsee, A., Vrenken, H., Yoursy, T., Barkhof, F., Rovira Á. (2021) MAGNIMS-CMSC-NAIMS consensus recommendations on the use of MRI in patients with multiple sclerosis. *Lancet Neurol.* 20(8):653–670. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(21\)00095-8](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(21)00095-8)
5. Li, H., Jiang, G., Zhang, J., Wang, R., Wang, Z., Zheng, W.S., Menze, B. (2018) Fully convolutional network ensembles for white matter hyperintensities segmentation in MR images. *Neuroimage.* 183:650–665. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.07.005>

[137] Automated deep-learning based detection and localization of vessel occlusions on CT-angiography in patients with acute ischemic stroke

Edwin David Scholze^{1,2*}, Michael Baumgartner³, Gianluca Brugnar¹, Hagen Meredig^{1,2}, Christian Ulfert¹, Markus Möhlenbruch¹, Martin Bendszus¹, Klaus Maier-Hein³, Philipp Vollmuth^{1,2}

¹Department of Neuroradiology, Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Deutschland

²Section for Computational Neuroimaging, Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Deutschland

³Medical Image Computing, German Cancer Research Center (DKFZ), Heidelberg, Deutschland

Background: This study aimed to develop and validate an automated, deep-learning based algorithm for detection and localization of vessel occlusions on CT-angiography in patients with acute ischemic stroke (AIS)

Methods: A dataset of 1179 patients including 800 consecutive patients with AIS and large or medium vessel occlusion (LVO, MeVO) as well as 379 consecutive patients without LVO/MeVO (control group) on CT-angiography were included. The site of occlusion was manually annotated on CT-angiography by placing a spheric annotation with a diameter of 15–30 voxels with its center at the point of loss of contrast. Patients were randomly split on a per-class basis into a training set (75 %) and test set (25 %) to maintain the distribution of occlusion locations. A RetinaNet was trained to automatically detect and localize the vessel occlusion using 5-fold cross-validation. Performance metrics were analyzed on a patient-level (occlusion yes/no) using the AUC

and on an object-level (localization of occlusion) using the free-response receiver operating characteristic (FROC).

Results: The dataset included $n=800$ patients with $n=966$ vessel occlusions, including 610 LVOs (63%) and 263 MeVOs (27%) in the anterior circulation and 93 LVOs/MeVOs (10%) in the posterior circulation. The RetinaNet demonstrated a patient-level AUC of 0.96 (95%CI=0.95–0.98) on the test set, with 0.98 (95%CI=0.97–1.00) for LVOs and 0.94 for MeVOs (95%CI=0.89–0.98) in the anterior circulation and 0.87 (95%CI=0.73–0.98) for LVOs/MeVOs in the posterior circulation. The associated object-level performance showed an FROC of 0.79 (95%CI=0.73–0.84), a sensitivity of 0.81 (95%CI=0.74–0.88) for LVOs and 0.65 (95%CI=0.53–0.77) for MeVOs in the anterior circulation and 0.5 (95%CI=0.31–0.7) for LVOs/MeVOs in the posterior circulation was achieved. The median processing time was 103s (IQR=83–142s) per case.

Discussion: The ANN was able to reliably identify the presence of a vessel occlusion on CT-angiography in patients with AIS, with object-level performance reflecting the distribution of occlusion site frequencies in the training set.

Conclusion: Quick, automated identification of vessel occlusions in all intra- and extracranial vessel territories is feasible using artificial neural networks as a decision-support system.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[148] Comparison of Clot and Core Infarct Volume Detection with MeTHINKS AI vs. Multimodal CT Imaging in Patients with Large Vessel Occlusion (LVO)

Lucas Ivo Emanuel Becker^{1*}, Facundo Diaz², Martí Cristian², Granés Cristina², Victor Salvia², Horst Urbach¹, Christian Taschner¹

¹Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Neuroradiologie, Freiburg im Breisgau, Deutschland

²Methinks AI, Barcelona, Spanien

Background: Multimodal CT including CTA and CTP Imaging are clinically used in patients with suspected LVO for determination of

LVO location as well as core infarct evaluation. A novel AI-program by MeTHINKS (Barcelona, Spain) uses machine learning algorithms trained for detection of brain vessel occlusion and core infarction assessment based on nCCT. We compared AI—and multimodal CT—based clot and core infarction predictions.

Methods: Methinks Software uses a deep learning model trained with about 2500 nCCT manually segmented by a group of radiologists who had access to CTA and follow-up images.

As input, the software receives nCCT images of patients with suspected stroke. The analysis, which takes less than 60 seconds, yields two types of results: (1) for all patients, a prediction of LVO, including segmentation of suspicious areas; (2) for patients with suspected LVO, an estimate of the final infarct volume in milliliters.

Results: 105 patients (mean age: 74.3 years; 61 women; mean NIHSS 15; TIC1 3) were included. LVO subtypes included Carotid-T, M1, M2 and tandem occlusions. Dissections were excluded. Fig. 1 shows an example of a left hemispheric MCA occlusion with infarct volume estimate and thrombus prediction by CTA/CTP (B and C) on the left and AI algorithm equivalent on the right (D and E). nCCT upon admission (A); final core infarction in the left basal ganglia (F).

Discussion: The analysis for the main study is expected to be completed in September 2022. The final results will be available for presentation in October 2022. The two algorithms will be discussed separately in terms of clinical applicability.

Conclusion: AI-based algorithm can correctly identify thrombus location and predict ultimate core infarction.

Disclosure statement: We have no conflicts of interest to disclose.

Abbreviations

TICI Thrombolysis in Infarction Score

M1/2 Middle Cerebral Artery – M1/M2 segment

CT Computer Tomography

CTA CT- Angiography

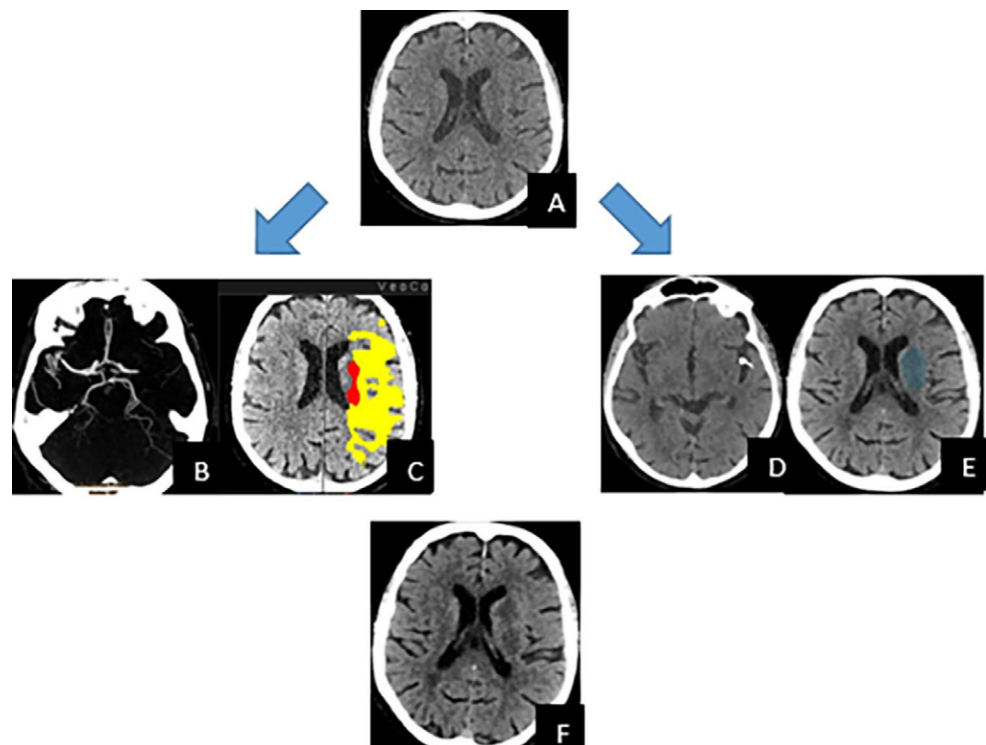
CTP CT- Perfusion

nCCT native cranial CT

AI Artificial Intelligence

NIHSS National Institute Health Stroke Score

Fig. 1 | 148



[180] The influence of normalisation approaches on machine learning algorithms for the detection of radiogenomic phenotypes in brain tumour patients.

Martha Foltyn^{1*}, Marianne Schell¹, Gianluca Brugnara¹, Annkathrin Reinhardt², Damian Stichel², Andreas von Deimling², Wolfgang Wick³, Martin Bendszus¹, Philipp Vollmuth¹

¹Department of Neuroradiology, University of Heidelberg Medical Center, Heidelberg, Deutschland

²Department of Neuropathology, University of Heidelberg Medical Center, Heidelberg, Deutschland

³Neurology Clinic, University of Heidelberg Medical Center, Heidelberg, Deutschland

Background: Molecular biomarkers are important in the diagnosis and therapy of brain tumours. Non-invasive determination of these using radiomics is part of current research. The lack of reproducibility and defined standards of radiomics is a major challenge. The high intensity variations between MR images also severely affect the performance of radiomics extraction, making intensity normalization an important pre-processing step in the analysis of brain MRI images. In this study, we investigate the influence of different normalization methods on the predictive power of machine learning algorithms for the detection of radiogenomic phenotypes in brain tumour patients.

Methods: This retrospective study examined departmental preoperative MRI scans of 580 patients with newly diagnosed brain tumour. The protocol included a T1, T1 post contrast, T2 and FLAIR sequence. In addition, IDH, 1p19q and MGMT status was known from an underlying 450k analysis. We investigated the influence of three different normalisation procedures: N4 Bias Field Correction, WhiteStripe Normalization and Z-Score Normalization. For all four sequences, we extracted 104 radiomics, which were rated as particularly valid by the Image Biomarker Standardisation Initiative and compared the predictive power of 10 different machine learning algorithms using 0.2 train-test split.

Results: The predictive power of IDH-status differs depending on the underlying intensity normalization and the chosen algorithm. The best results for predicting IDH status in the test set were obtained with Z-Score Normalization and Gaussian Naive Bayes algorithm (AUC 0.94, sensitivity 0.85, specificity 0.86). The best results for the prediction of 1p19q status were obtained with WhiteStripe Normalization and Gaussian Naive Bayes algorithm (AUC 0.88, sensitivity 0.8 and specificity 0.76), and for prediction of MGMT status with Z-Score Normalization and Gaussian Naive Bayes algorithm (AUC 0.71, sensitivity 0.77, specificity 0.68).

Discussion: Radiomics and machine learning algorithms can be used to reliably predict IDH status in brain tumour patients. The predictive power can be optimised by the choice of intensity normalization and machine learning algorithm. Valid prediction of 1p19q and MGMT status is not reliably possible independent of intensity normalization and machine learning algorithm.

Conclusion: In radiogenomic examinations, the choice of intensity normalization should be considered in the future, in addition to the choice of the appropriate algorithm.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[181] Longitudinal Follow-Up Imaging in Multiple Sclerosis can be improved with Deep Learning based Image Synthesis.

Sarah Schläger¹, Hongwei Li², Thomas Baum¹, Claus Zimmer¹, Mark Mühlau³, Benedikt Wiestler¹, Tom Finck^{1*}

¹Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München, München, Deutschland

²Image Based Biomedical Modeling, Technische Universität München, München, Deutschland

³Klinik und Poliklinik für Neurologie, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München, München, Deutschland

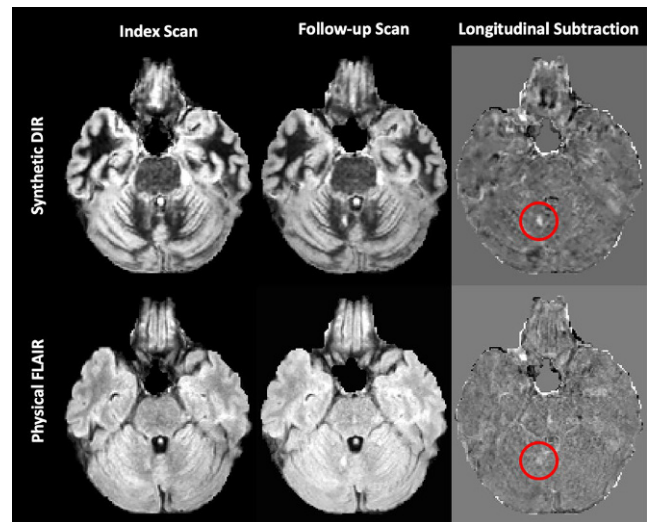


Fig. 1 | 181

Background: Double Inversion Recovery (DIR) has been validated as a sensitive MRI sequence in Multiple Sclerosis (MS) imaging. Deep-learning techniques can robustly generate synthetic DIR sequences that are on par with their physical counterparts. As longitudinal interpretation of MRI data is paramount in MS diagnostics, we aim to investigate the utility of synthetic DIR (synthDIR) longitudinal subtraction imaging in a multicenter dataset of MS patients.

Methods: We implemented a previously established generative adversarial network (GAN) to synthesize DIR from input T1w and FLAIR sequences for 214 MRI datasets originating from 74 patients and 5 different acquisition centers (mean count of longitudinal follow-up exams/patients: 1.9). Two readers, blinded to the image origin, independently quantified lesions in the longitudinal subtractions (most recent exam—previous exam) for the physically acquired FLAIR and synthDIR. Lesions were grouped into locations outlined in the McDonald criteria.

Results: Both readers detected significantly more MS-specific (periventricular, juxtacortical, infratentorial) lesions in the longitudinal subtractions of synthDIR compared to the physically acquired FLAIR. Specifically, synthDIR allowed to depict 3.1 ± 0.27 (R1) and 3.31 ± 0.44 (R2) new lesions/follow-up, while 2.52 ± 0.21 (R1) and 2.54 ± 0.48 (R2) new lesions could be found in FLAIR ($p < 0.001$). Relative gains in new lesion counts were most pronounced in the (juxta)cortical localization when comparing synthDIR to FLAIR (1.05 ± 0.44 vs. 0.84 ± 0.48 in R1 and 1.16 ± 0.27 vs. 0.79 ± 0.21 in R2, $p < 0.001$).

Discussion: Lesion-targeted image synthesis can generate high-contrast DIR images that improve the longitudinal follow-up imaging in MS compared to standard sequences.

Conclusion: Implementation of synthetic imaging promises to relevantly reduce scan times while maintaining the diagnostic accuracy of physical MRI.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

E-Poster

[1] Anonymisierung mittels softwaregestützter Entfernung identifizierender Gesichtszüge (Defacing): Auswirkung auf die automatisierte MRT-basierte Hirnatrophieschätzung

Christian Rubbert^{1*}, Luisa Wolf¹, Bernd Turowski¹,
Dennis Hedderich², Christian Gaser³, Robert Dahnke^{3, 4, 5},
Julian Caspers¹

¹Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie,
Medizinische Fakultät, Universität Düsseldorf, Düsseldorf,
Deutschland

²Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie,
Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, München,
Deutschland

³Klinik für Neurologie, Klinik für Psychiatrie, Universitätsklinikum
Jena, Jena, Deutschland

⁴Institut für Psychologie, Friedrich-Schiller-Universität, Jena,
Deutschland

⁵Center of Functionally Integrative Neuroscience, Aarhus University,
Aarhus, Dänemark

Hintergrund: Gesichtserkennungsalgorithmen können MRT Schädel Untersuchungen den Fotografien entsprechender Testsubjekte in 97 % der Fälle zuordnen. [1] Zur Anonymisierung von Bilddaten ist die Entfernung von identifizierenden Gesichtszügen, das „Defacing“, somit obligatorisch, doch bestehen Bedenken hinsichtlich der Datenintegrität. Diese Arbeit untersucht die Auswirkungen des Defacing auf die automatische Hirnatrophieschätzung.

Tab. 1 | 1 Unter Verwendung des 75. Perzentils des Benchmarks wurden die folgenden Ausreißer für die unbeschleunigte und beschleunigte T1-Bildgebung gefunden:

	unbeschleunigt	beschleunigt
afni_refacer	18	16
fsl_deface	4	18
mri_deface	0	15
mri_reface	0	2
PyDeface	0	0
spm_deface	0	7

Tab. 2 | 1 PyDeface schnitt dabei ohne Ausreißer am besten ab (unbeschleunigter mittlerer RMSE $0,08 \pm 0,05$, beschleunigter mittlerer RMSE $0,07 \pm 0,05$). Die folgenden Ausreißer wurden mit dem Grubbs-Test gefunden:

	unbeschleunigt	beschleunigt
afni_refacer	16	13
fsl_deface	10	21
mri_deface	7	20
mri_reface	7	6
PyDeface	5	8
spm_deface	10	12

Abb. 1 | 1

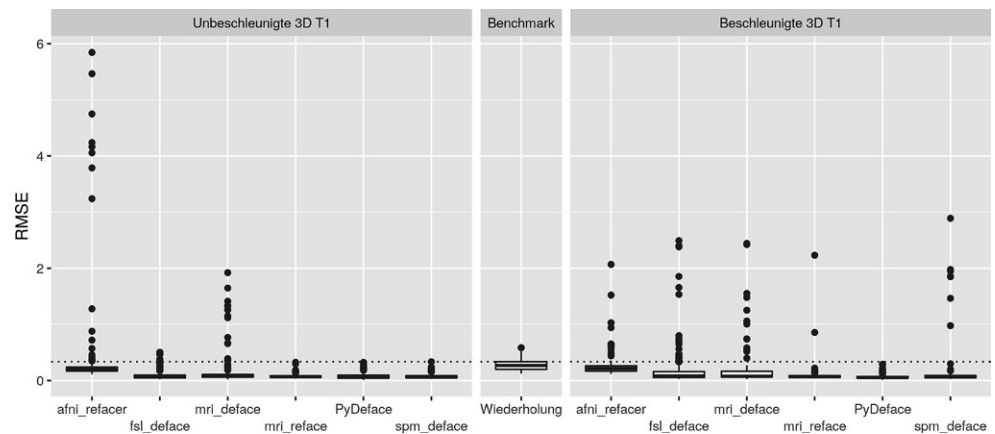
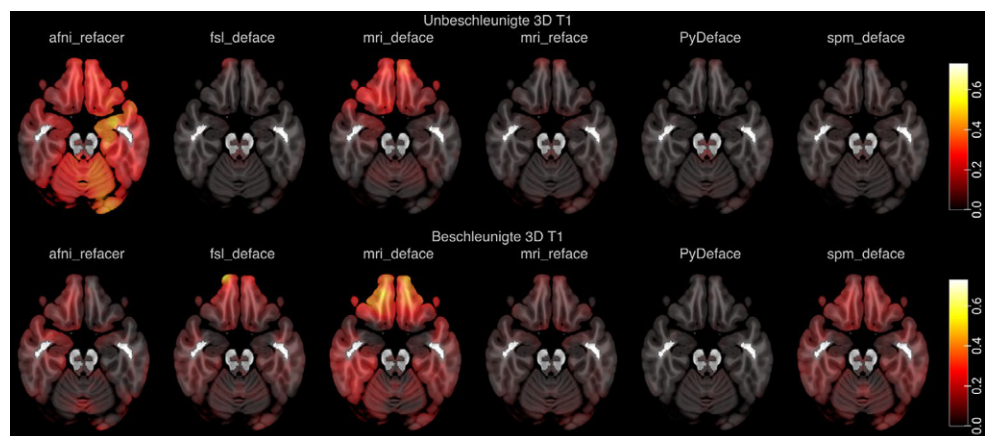


Abb. 2 | 1 Die absolute Abweichung der mittleren z-Werte wurde auf repräsentativer Höhe visualisiert:



Methoden: Aus der ADNI-Datenbank wurden 268 Alzheimer-Erkrankte eingeschlossen. Von diesen lagen 154 unbeschleunigte, 67 unbeschleunigte Wiederholungsaufnahmen innerhalb der gleichen Untersuchung sowie 114 beschleunigte 3D-T1-Aufnahmen vor.

Mit der Open-Source-Software `veganbagel` wurden Atrophiekarten für jede Originaluntersuchung und nach Defacing mit `afni_refacer`, `fsl_deface`, `mri_deface`, `mri_reface`, `PyDeface` oder `spm_deface` berechnet. Der quadratische Fehler (root-mean-square error, RMSE) der z-Scores im Vergleich mit den z-Scores der Originaluntersuchung wurde berechnet.

Als Benchmark dienen RMSE-Werte, die im Vergleich der unbeschleunigten und unbeschleunigten Wiederholungsaufnahmen berechnet wurden. Ausreißer wurden als $RMSE > 75$. Perzentil des Benchmarks definiert und mittels des Grubbs-Tests gesucht.

Ergebnisse: Der Benchmark-RMSE betrug $0,28 \pm 0,1$ (0,12 bis 0,58, 75. Perzentil: 0,33). Die RMSE-Werte nach Defacing mittels der verschiedenen Ansätze wurden als Box-Whisker-Plot aufgetragen:

Diskussion/Fazit: Defacing hat häufig Auswirkungen auf die automatisierte Atrophieschätzung, insbesondere bei der beschleunigten 3D-T1-Bildgebung. Nur `PyDeface` zeigte gute Ergebnisse mit vernachlässigbaren Auswirkungen.

Offenlegungserklärung: Kein Interessenkonflikt.

Literatur

- Schwarz CG, et al. (2021) *Neuroimage* 231:117845. 10.1016/j.neuroimage.117845

[4] Automatisierte morphometrische Analyse der Wirbelsäule in einer populationsbasierten MRT-Studie

Felix Streckenbach^{1*}, Gundram Leifert¹, Thomas Beyer¹, Anita Mesanovic¹, Ebba Beller¹, Sönke Langner¹, Daniel Cantré¹, Marc-André Weber¹

¹Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Kinder- und Neuroradiologie, Universitätsmedizin Rostock, Rostock, Deutschland

Hintergrund: Degenerativ bedingte Spinalkanalstenosen sind ein sehr häufiges Krankheitsbild. Obwohl eine Vielzahl von Graduierungen für die Einteilung des Schweregrades existieren, gibt es keine Angaben über Normwerte für die Diameter des Spinalkanals, der Bandscheiben und der Wirbelkörper. Populationsbasierte MR-Studien wie die NAKO Gesundheitsstudie (NAKO) ermöglichen es, entsprechende Normwerte zu generieren. Eine manuelle Analyse solcher umfangreicher Datensätze ist jedoch nicht praktikabel und reliabel. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein auf maschinelles Lernen basierendes automatisches Verfahren zur morphometrischen Analyse der MRT-Untersuchungen der Wirbelsäule zu etablieren.

Methoden: Als Ground Truth für den auf 3D-CNN-basierenden Algorithmus dienten 300 manuell mittels ITK SNAP segmentierte sagittale T2-gewichtete MRT-Datensätze der gesamten Wirbelsäule aus der NAKO (TE 126 ms, TR 4800 ms, Schichtdicke 3,29 mm, FOV 814×432 mm), die mittels der Software des Herstellers bereits in der Vorverarbeitung zu einer Darstellung der gesamten Wirbelsäule fusioniert wurden. An 200 Datensätzen erfolgte zuerst das Training des Algorithmus und an 100 Datensätzen anschließend die Validierung. Abschließend wurde der Algorithmus an 30 Datensätzen getestet und die Ergebnisse statistisch anhand des Dice-Koeffizienten sowie des Intersection-Over-Union-Tests evaluiert. Anhand der aus den insgesamt 11.254 Datensätzen durch den Algorithmus erhobenen Parameter, wurden morphometrische Vergleichswerte für Alters-, Geschlechts-, Größen- und Gewichts-korrelierte Kohorten berechnet.

Ergebnisse: Die Analyse der Validierungs- und Testdatensätze zeigte eine exzellente Korrelation. Basierend auf den insgesamt 11.254 NAKO Daten konnten morphometrische Vergleichswerte für die verschiedenen Kohorten generiert werden.

Diskussion: Mittels CNN-basiertem Algorithmus ist die reliable Segmentation von MR-Untersuchungen der gesamten Wirbelsäule aus populationsbasierten MRT-Studien möglich und es können Normwerte für unterschiedliche Kohorten basierend auf verschiedenen demographischen Parametern generiert werden.

Fazit: Die von uns entwickelte Software hat großes Potential die Analyse von MRT-Aufnahmen der Wirbelsäule zu optimieren und kann somit zukünftig diesbezüglich einen wichtigen Beitrag in der Diagnostikstellung und Therapieplanung leisten.

Offenlegungserklärung: Herr Gundram Leifert arbeitet als Senior AI Researcher bei PLANET AI GmbH, Rostock und ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Kinder- und Neuroradiologie der Universitätsmedizin Rostock.

[24] Automatisierte Detektion zerebraler Aneurysmen mit einer KI-Software

Nils Lehnen^{1*}, Robert Haase¹, Frederic Carsten Schmeel¹, Hartmut Vatter², Franziska Dorn¹, Alexander Radbruch¹, Daniel Paech¹

¹Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

²Klinik für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

Hintergrund: Evaluation der Detektionsraten einer kommerziell erhältlichen Software, die zur automatischen Detektion zerebraler Aneurysmen in Time-of-Flight MR-Angiographien (TOF-MRA) trainiert wurde.

Methoden: 191 MRT-Untersuchungen mit TOF-MRA wurden durch einen erfahrenen Radiologen mit vollständiger Kenntnis der schriftlichen Befunde und der Vor- und Folgeuntersuchungen befundet bezüglich des Vorhandenseins zerebraler Aneurysmen. Die Ergebnisse wurden mit den Ergebnissen der Software `mdbrain` ((mediaire GmbH, Berlin, Deutschland) verglichen und die Sensitivität, Spezifität, PPV und NPV sowie die Accuracy wurden errechnet. Außerdem wurden die Detektionsraten je nach Aneurysmagröße, -morphologie und -lokalisierung untersucht.

Ergebnisse: 54 Aneurysmen wurden vom Radiologen detektiert. Davon wurden 38 durch die Software korrekt detektiert. Die Zahl der richtig negativen Befunde betrug 123, die Zahl der falsch positiven Befunde betrug 18. 16 durch den Radiologen detektierte Aneurysmen wurden von der Software nicht gefunden. Die Sensitivität der Software betrug 72,6 %, die Spezifität 87,2 %, der PPV 67,9 %, der NPV 88,5 % und die Accuracy 82,6 %. Dabei beobachteten wir für sakkuläre Aneurysmen ohne Zeichen einer Thrombose oder eines inhomogenen Flusssignals, die größer sind als 5 mm, eine Sensitivität von 100 %, während fusiforme und/oder partiell thrombosierte Aneurysmen mehrheitlich der Detektion durch den Algorithmus entgingen mit Sensitivitäten von 33,3 % bzw. 16,7 %. Es wurden acht Aneurysmen durch den Radiologen retrospektiv gefunden, die in den ursprünglichen Befundtexten nicht erwähnt wurden, von denen die Software vier korrekt detektierte.

Diskussion: Die vorliegende Studie dient als unabhängige, externe Validierung einer kommerziell erhältlichen KI-Software, die auf die Detektion zerebraler Aneurysmen trainiert ist. Die Software erreicht gute Detektionsraten für klinisch relevante Aneurysmen mit einer Größe von mehr als 5 mm. Für kleinere Aneurysmen und solche mit inhomogenem Flussignal sowie fusiforme Aneurysmen beobachteten wir geringere Detektionsraten. Die Anzahl der falsch positiven Befunde ist mit 18 bei 191 Untersuchungen akzeptabel.

Fazit: Unsere Daten legen nahe, dass die Software zukünftig Radiologen bei der Befundung von TOF-MRA unterstützen kann. Weitere Studien werden benötigt, um den Effekt der Nutzung der Software auf Detektionsraten, Interrater-Agreement und Befundungszeiten zu untersuchen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[26] Diagnosis of Depressive Disorder based on Structural Imaging using Automated Machine Learning (AML)

Mathieu Ehlinger Delcourt^{1*}, Camilla Krämer^{1,2}, Christiane Jockwitz^{1,2}, Christian Rubbert³, Julian Caspers³, Svenja Caspers^{1,2}

¹Institute for Anatomy I, Medical Faculty & University Hospital Düsseldorf, Heinrich Heine University, Düsseldorf, Deutschland

²Institute of Neuroscience and Medicine (INM-1), Research Centre Jülich, Jülich, Deutschland

³Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Medical Faculty & University Hospital Düsseldorf, Heinrich Heine University, Düsseldorf, Deutschland

Background: Well-generalizing machine learning (ML) models for depression classification could provide useful insights about its pathomechanisms. Whether such a classification is possible is an open question [1]. Automated ML (AML) is a relatively new subfield of ML where the task of ML pipeline design is performed algorithmically. As an alternative to already utilized ML methods, we (1) sought to assess the applicability of AML in two commonly performed ML tasks, namely age and sex prediction, as a benchmark for AML, then (2) applied it to depression classification using structural neuroimaging data. **Methods:** Two separate samples were drawn from the 1000BRAINS study [2] (N1=579, N2=578; mean age 61.01 12.84 years, 46 % female), the first for AML model training, the second for validation in 10-fold cross-validation (CV) (10 repeats). Subjects structural MRI were preprocessed using Freesurfer v6.0. Cortical thickness, gray matter volume and surface area were extracted for each region of the 400 Schaefer parcellation. AML models for sex-classification and age-prediction were developed as a benchmark, using Auto-sklearn v0.13.0 with its default algorithm search-space. We tested the models on a sample drawn from the BiDirect study [3] (N3=1102; mean age 51.08 7.51 years, 58 % female). Two separate samples (N4=551; N5=551) were derived from BiDirect for training and testing an AML model for depression classification.

Results: AML performed similar to state-of-the-art ML models for age (5.69 mean absolute error) and sex prediction (85.8 % balanced accuracy (BA)) on N3. AML models solidly generalized when applied to the sample of another study. For depression classification, AML models only performed slightly better than random (55.1 % BA) in the validation phase.

Discussion and conclusion: AML may be a viable alternative to ML in neuroimaging-based tasks. This option is especially interesting in the context of ML experts scarcity. AML using MRI-derived structural features performed similarly to ML for depression classification [1].

The authors declare no conflicts of interest

References:

1. Flint, C et al. (2021). *Neuropsychopharmacology* 46, 15101517
2. Caspers, S et al. (2014). *Frontiers in Aging Neuroscience* 6
3. Teismann, H et al. (2014). *BMC psychiatry* 14, Article number: 174

[28] Convolution-Neuronal-Network (CNN)-based dural sinus thrombosis (DST) detection on Brain MRI.

Philipp Arnold^{1*}, Elias Kellner², Marco Reisert², Horst Urbach³, Theo Demerath³

¹Uniklinik Freiburg – Klinik für Radiologie, Freiburg im Breisgau, Deutschland

²Universitätsklinikum Freiburg – Klinik für Radiologie – Medizinphysik, Freiburg im Breisgau, Deutschland

³Uniklinik Freiburg – Klinik für Neuroradiologie, Freiburg im Breisgau, Deutschland

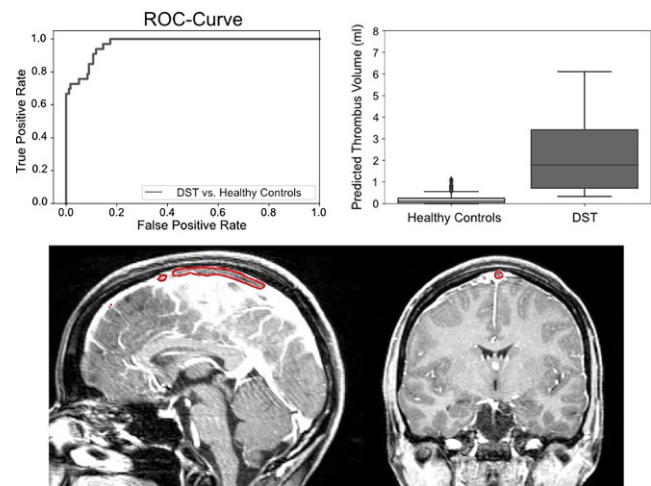


Fig. 28 | 1

Purpose: To develop a convolutional neural network (CNN) classifier for robust automated detection of dural sinus thromboses (DSTs) using the contrast-enhanced T1w MPRAGE sequence and probe its generalization performance in an independent dataset.

Materials and Methods: The CNN was trained on contrast-enhanced T1w MPRAGE datasets of 40 patients with manually segmented DST and 40 healthy controls. The CNN was validated on an independent, previously unseen dataset of 33 DST patients and 178 healthy controls. The presence of DST on MRI (DST-specific protocol including T1/T2, FLAIR, and SWI sequences) served as the gold standard for evaluating the sensitivity and specificity of DST detection.

Results: In the cross-validation, the CNN achieved a sensitivity of 88 % at a specificity of 89 % on the validation dataset. Receiver operating characteristic analysis revealed an area under the curve of 0.97 at a threshold volume of 471 voxels (i.e. 0.47 ml).

Conclusion: Our method shows a robust automated detection of DSTs using a commonly used T1w post-contrast sequence. Taken together with the minimal input requirements, our approach constitutes a clinically viable and useful tool in the automated detection of dural sinus thromboses.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[37] Automated MRI sequence identification using convolutional neural networks trained on 2D-slices

Mustafa Ahmed Mahmutoglu^{1*}, Chandrakanth Jayachandran Preetha¹, Hagen Meredig¹, Gianluca Brugnara¹, Martin Bendszus¹, Philipp Vollmuth¹

¹Neuroradiologie Abteilung, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Background: Multicentric, anonymized MRI data mostly requires manual work to obtain accurate labeling of MRI sequences, since those are usually unstandardized across institutions and MRI devices. Similar sequence types can have widely different names among MRI scanner manufacturers [1]. Acquiring correct MRI sequence labels is essential for training neural network models and extracting radiomics features, though manual labeling of each MRI sequence is time-consuming.

Methods: A total of 2177 patients from 249 institutions from three previously conducted clinical trials in neuro-oncology (EORTC-26.101, CENTRIC, CORE) and an internal trial (HD) were included in the present study. Available MRI sequences ($n=58,270$) from 8539 exams were acquired on >25 MRI different scanners ranging from 1–3T. A Convolutional Neural Network (CNN) based on ResNet18 and ResNet50 architectures were trained to classify 2D-image slices of vol-

Fig. 1 | 37 Validation accuracy and confusion matrix for ResNet18 versus ResNet50 after 50 training epochs

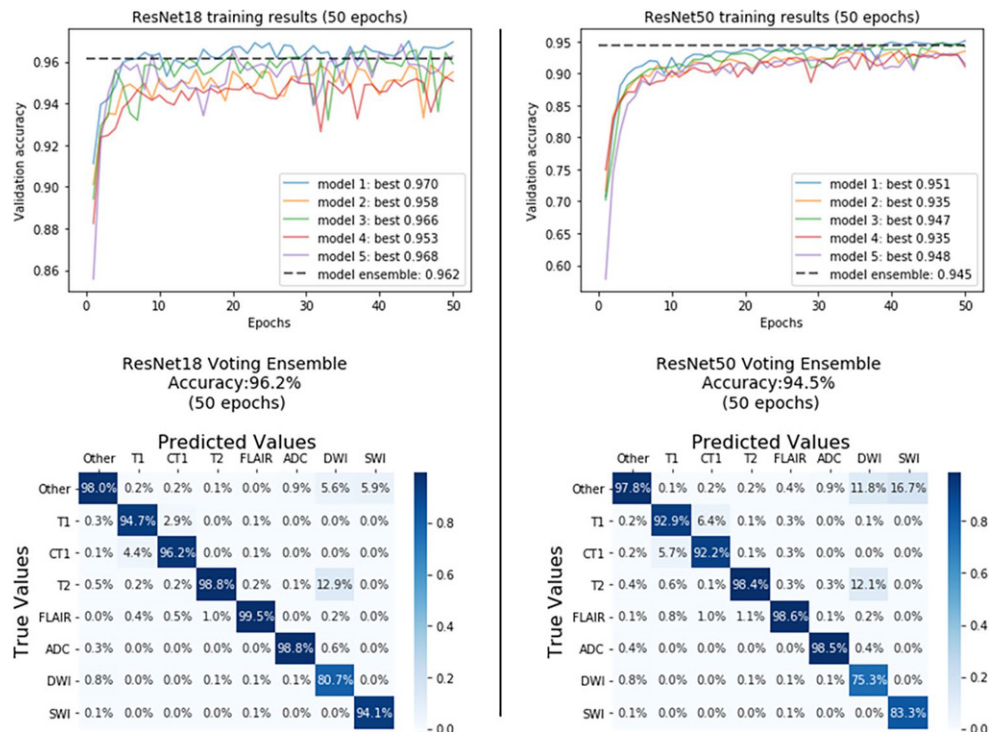
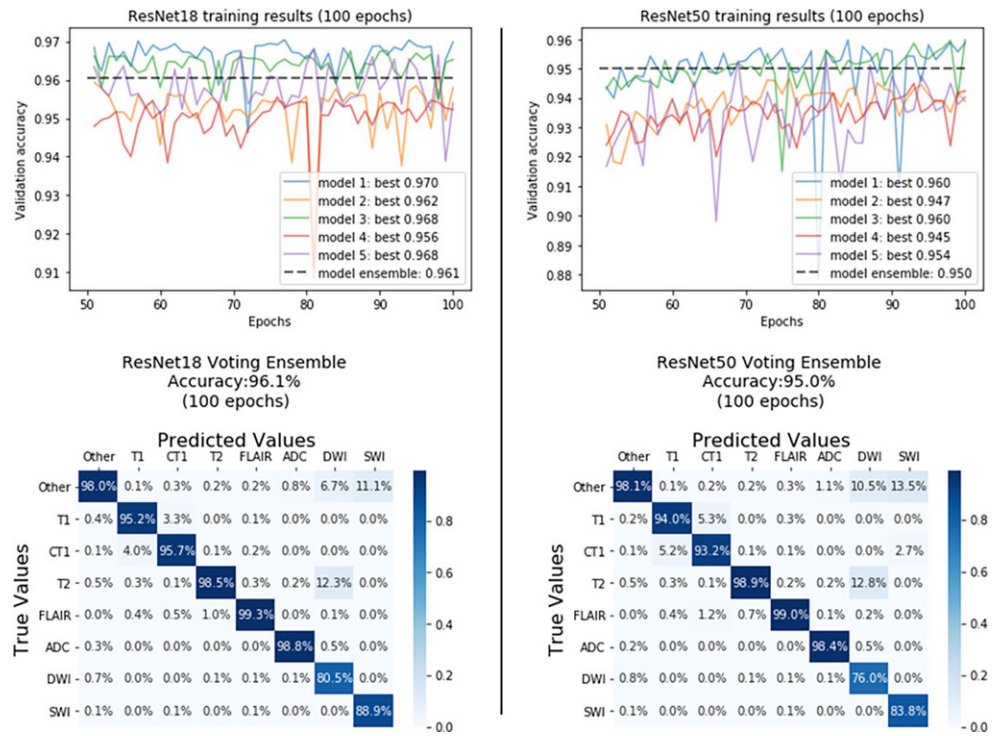


Fig. 2 | 37 Validation accuracy and confusion matrix for ResNet18 versus ResNet50 after 100 training epochs



umetric T1, T1c, T2, FLAIR, ADC, DWI and SWI sequences or to ascertain whether they do not belong to any of those classes. A stratified 5-fold split was applied to divide the whole data in non-overlapping and balanced groups (64% training, 16% validation, 20% test set). **Results:** The ResNet18 ensemble model was superior to ResNet50 with an overall prediction accuracy of 96.2% on the test set after only 50 epochs of training (Fig. 1), ranging from 80.7% (for DWI) to

99.5% (for FLAIR). Further training from 50 to 100 epochs increased the prediction accuracy only for ResNet50 models (Fig. 2). **Discussion:** Prediction accuracy for T1, CT1, T2, FLAIR and ADC were very good, ranging from 94.7% to 99.5%. The ResNet18 architecture was superior to ResNet50 despite less convolutional layers. Distinguishing T2-w sequences from DWI was the most challenging task, probably due to low B-values of DWI.

Conclusion: Convolutional Neural Network (CNN) based identification of MRI sequences is a reliable tool tested on multicentric data from more than 2000 patients from over 200 institutions.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

1. Nitz WR: MR imaging: Acronyms and clinical applications. *Eur. Radiol.* 9:979–997, 1999

[46] Deep learning-based assessment of internal carotid artery anatomy to predict difficult intracranial access in endovascular recanalization of acute ischemic stroke

Gregor Nageler^{1,2*}, Ingmar Gergel², Markus Fangerau², Martin Bendszus¹, Markus Möhlenbruch¹, Ulf Neuberger¹

¹Dept. of Neuroradiology, University of Heidelberg Medical Center, Heidelberg, Deutschland

²mbits imaging GmbH, Heidelberg, Deutschland

Background: Mechanical thrombectomy (MT) duration is an important predictor for neurological outcome¹. Recently it was shown that an angle of $\leq 90^\circ$ of the internal carotid artery (ICA) is predictive for longer MT duration². As angle measurement is not trivial, deep learning (DL) could help identifying difficult MT cases in advance.

Methods: 379 CT-angiographies (CTA) of patients who underwent MT between 01/2016 and 12/2020 were included. Segmentation of aortic arch, as well as common carotid artery (CCA) and ICA was performed. These were used to train an nnUNet³ (80 train, 20 validation, 21 test). The remaining 258 CTAs were segmented using the trained nnUNet with manual verification afterwards. Angles of left and right ICAs were measured resulting in two classes: acute angle $\leq 90^\circ$ and $>90^\circ$. 758 segmentations of CCA and ICA were used to train a convolutional neural network (470 train, 117 validation, 105 test) determining the ICA angle. The nnUNet was evaluated using Dice-Score, Precision and Recall. The classification was evaluated using AUC and Accuracy. Correlation of ICA angle and MT duration was explored using median and Whitney-U test.

Results: Median MT duration for cases with ICA angle $>90^\circ$ was 48 minutes and with $\leq 90^\circ$ 64 minutes ($p=0.001$). Segmentation evaluation showed Dice Scores of 0.94/0.86, precision of 0.94/0.84 and recall of 0.95/0.88 for Aorta and CCA/ICA, respectively. Segmentation with the trained nnUNet took 30 s per CT with an average of 3 min of manual verification. Evaluation of ICA angle determination resulted in an AUC of 0.92 and accuracy of 0.85.

Discussion: It was possible to verify the correlation between ICA angle and MT duration and furthermore develop a DL based method for

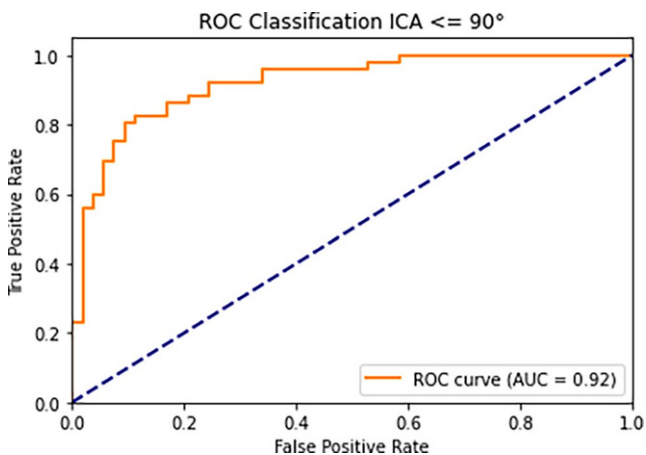


Fig. 1 | 46 ROC curve of classification task (ICA angle $\leq 90^\circ$)

Segmentation by trained nnUNet

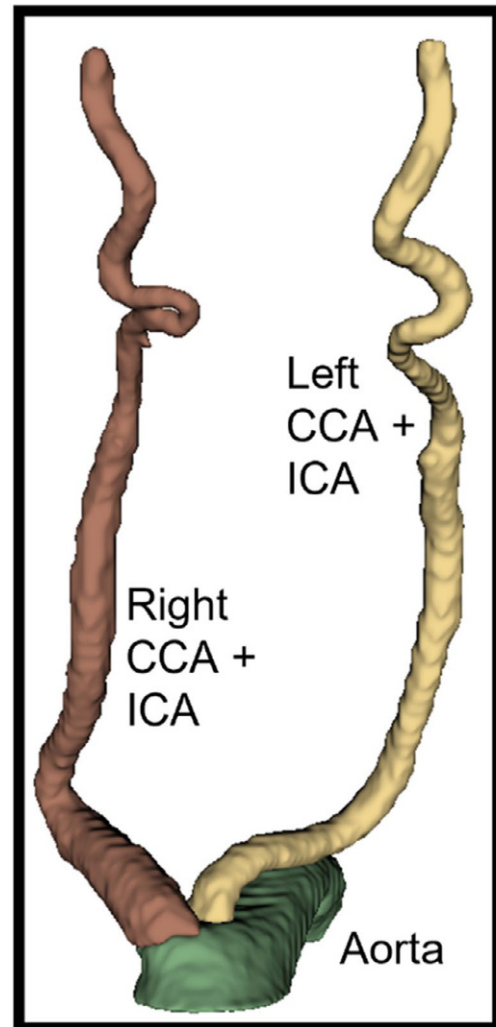


Fig. 2 | 46 Automatically generated segmentation

semi-automatic assessment. The potential for full automation exists. A larger training set for the nnUNet training might render manual verification unnecessary. Higher performance of the angle determination could be achieved by applying more sophisticated preprocessing and data augmentation methods. Most probably, more anatomical features of interest can be identified in a similar fashion.

Conclusion: A combined DL segmentation and classification approach is eligible for the assessment of difficult vascular anatomy in CTA of MT patients.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

1. Brugnara et al. (2020) *Stroke*. 51(12):3541–3551
2. Holswilder et al. (2022) *European Stroke Journal*. 7(1):48–56
3. Isensee et al. (2021) *Nat Methods* 18:203–211.

[112] Automated detection of new lesions in multiple sclerosis using artificial neural networks

Gianluca Brugnara^{1,2*}, Chandrakanth Jayachandran Preetha^{1,2}, Hagen Meredig^{1,2}, Kianush Karimian-Jazi¹, Michael Breckwoldt¹, Martin Bendszus¹, Philipp Vollmuth^{1,2}

¹Department of Neuroradiology, Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Deutschland

²Section for Computational Neuroimaging, Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Deutschland

Background: Deep-learning has demonstrated great potential for simplifying routine procedures in radiology through the development of accurate decision-support systems. Here, we developed an artificial neural network (ANN) capable of automatically detecting newly-occurring multiple sclerosis (MS) lesions on follow-up MRI.

Methods: a total of $n=686$ consecutive patients with a total of $n=3180$ follow-up exams (Median $n=4$ exams, IQR 3–6) who underwent MRI at the Department of Neuroradiology of the Heidelberg University Hospital between 01/2010 and 06/2020 were retrospectively enrolled in the study. The MRI exams and their radiological reports were reviewed and assigned with a binary label (0/1) for either absence/presence of new T2w/FLAIR-lesions as compared to the previously available follow-up exam. Data was split 80:20 into training and test set and an ANN with a self-attention mechanism was trained using 5-fold cross-validation onto pairs of FLAIR-sequences from two consecutive MRI exams. In addition to conventional data augmentation (e. g., rotation and translation of the images), generative adversarial network-based data augmentation (generation of virtual MS patient data) was performed to alleviate class imbalance in the training dataset. Lesion detection performance was evaluated by means of the AUC as well as Sensitivity, Specificity, Positive and Negative-Predictive Value (PPV, NPV). Model interpretation was assessed through the generation of gradient-weighted class activation maps (GradCAM).

Results: Within the test set ($n=475$ exam pairs, $n=126$ patients), $n=346$ exams presented 1 or more new lesions as compared to the previous follow-up exam (73%). Here, the ANN achieved an AUC of 0.85, with an accuracy of 0.83 (95% CI 0.80–0.86), a sensitivity of 0.68 (0.59–0.75), specificity of 0.90 (0.86–0.93), PPV of 0.73 (0.64–0.80) and NPV of 0.87 (0.83–0.90) for automated detection of newly-occurring MS lesions on follow-up MRI.

Discussion: Overall, the network achieved a very high specificity, with a relatively lower sensitivity due to false positives. The discrepancy in the results could also be owed to the sample imbalance of the randomly selected test set.

Conclusion: The developed ANN achieved a high accuracy in detecting newly occurring lesions on FLAIR data in a large retrospective dataset without the need for an explicit lesion segmentation.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[122] Fully automated segmentation and volume measurement of intracerebral hemorrhage with deep learning external validation approach and further development

Haoyin Cao^{1*}, Andrea Dell’orco², Dmitry Desser³, Christopher Güttler², Bernd Hamm¹, Jawed Nawabi¹

¹Department of Radiology, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

²Department of Neuroradiology, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

Fig. 1 | 122 Data processing pipeline

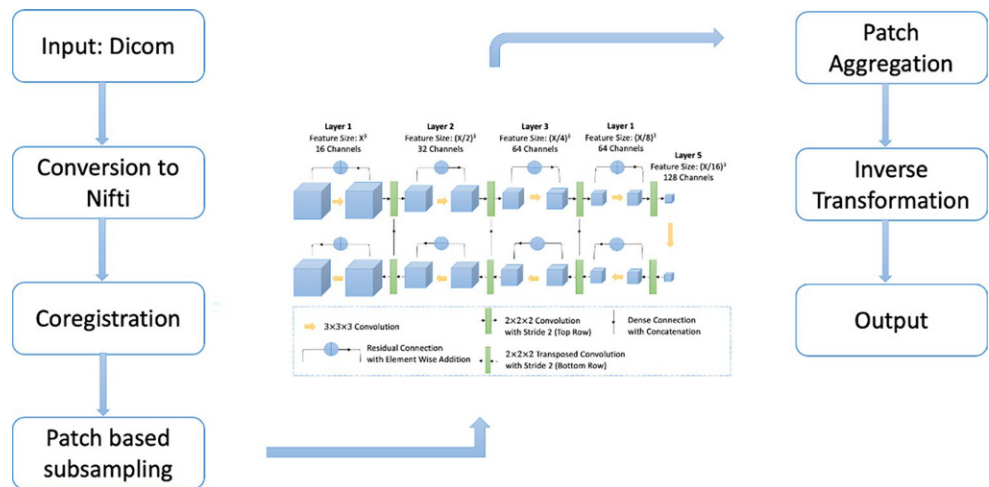
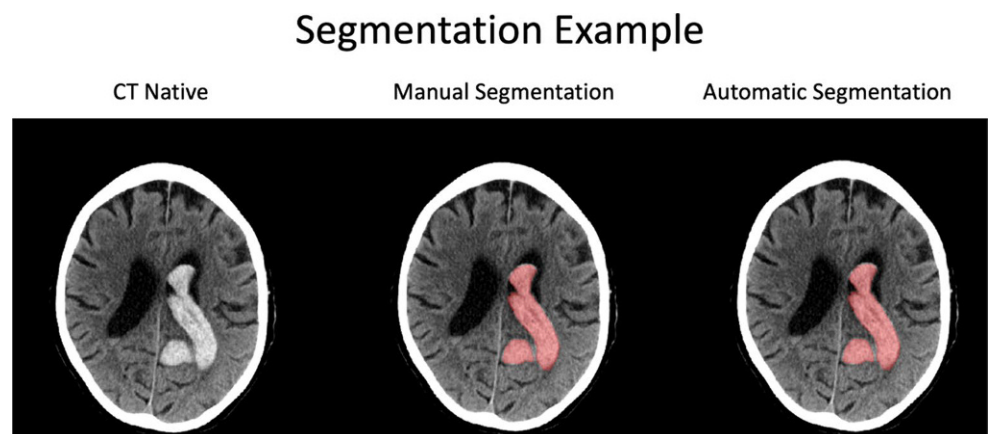


Fig. 2 | 122 Segmentation Example



³Ihre-Radiologen.de, Medizinische Versorgungszentren GmbH, Berlin, Deutschland

Background: Intracerebral hemorrhage (ICH) volumetric estimation is a routine measurement performed in clinical research. The deep neural network “DeepBleed” is the first publicly available model to perform the task of ICH segmentation and volume estimation published by Sharrock et al.

The shortages of this network are the Lack of clinically relevant differentiation between parenchymal and intraventricular hematoma (IVH) and the lack of inclusion of all types of ICH regarding location. Our first objective is to use our own multicenter datasets including infratentorial hemorrhage to improve the prediction of this model. The second objective is to further develop the deep learning algorithm for a robust segmentation and volumetric measurements of ICH including IVH.

Methods: This retrospective multicenter cohort study included patients from two European tertiary stroke centers with acute spontaneous ICH diagnosed on non-enhanced CT scans. Ground truth (segmentation masks) was manually generated by well experienced neuroradiologists. Model performance on lesion segmentation and volumetric measurement of ICH and IVH were evaluated by comparing the model results with ground truth and inter-rater alignment.

Results: A total of 620 patients were included (male/female: 349/271, Mean Age±SD: 68.8±14). Total cohort was then divided into a training cohort (n=100) and a validation cohort (n=20), and testing cohort (n=496). The mean dice score (DSC) was 0.75±0.21. Pearson’s correlation of dice scores between ground truth and automatic segmented volumes was significantly high with R2=0.90, p<0.0001.

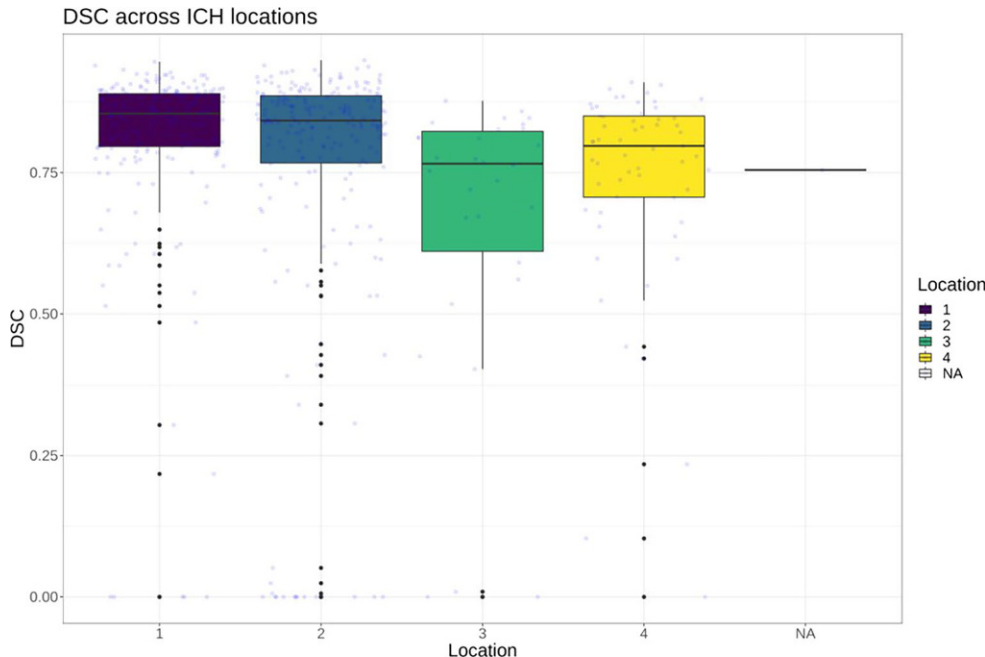
Discussion: The “DeepBleed” algorithm performed well in an external validation cohort, demonstrating transportability of the model in clinical routine. Further, our approach improved the current status-quo by surpassing important limitations of the algorithm and help to improve clinical decision-making and risk stratification regardless of the location-specifics of the hematoma.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

1. Sharrock, M.F., Mould, W.A., Ali, H. et al. (2020) 3D Deep Neural Network Segmentation of Intracerebral Hemorrhage: Development and Validation for Clinical Trials. Neuroinformatics.

Fig. 3 | 122 Boxplot of dice scores representing four cerebral locations (1 = lobar, 2 = deep, 3 = brainstem, 4 = cerebral)



Correlation

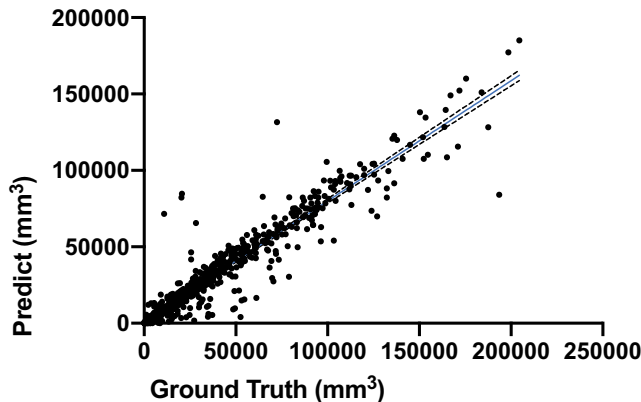


Fig. 4 | 122 Pearson’s correlation of dice scores between ground truths and automatic segmentations (R2=0.90, p<0.0001)

[126] Reproduzierbarkeit und Übertragbarkeit von Deep Learning-basierter Segmentierung von Hirnaneurysmen in TOF-MRAs

Marius Vach^{1*}, Luisa Wolf¹, Vivien Ivan¹, Daniel Weiß¹, Julian Caspers¹, Christian Rubbert¹

¹Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Medizinische Fakultät, Düsseldorf, Deutschland

Hintergrund: Die Segmentierung von medizinischen Bildern ist ein wichtiger Schritt in Systemen zur automatischen Bildanalyse. In den letzten Jahren haben sich dafür Deep-Learning-basierte Ansätze durchgesetzt. Es ist jedoch wenig über die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse und die Übertragbarkeit der Modelle auf Geräte anderer Hersteller bekannt. Ziel dieser Arbeit war es zu untersuchen, inwiefern die Deep-Learning-basierte Segmentierung von Hirnaneurysmen in Time-of-Flight

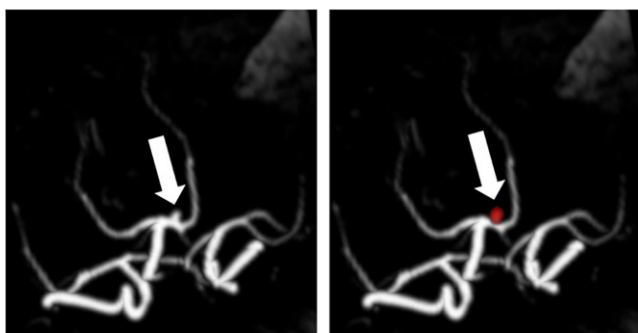


Abb. 1 | 126 MIP einer TOF-MRA mit P1-Aneurysma links und ohne Segmentierung durch das von uns trainierte Modell.

	Vorherige Publikation (Sichtermann et al.)	Validation (externe Siemens-MRTs)	Test (andere Hersteller)
Dice Score	0,47 ± 0,28	0,65 ± 0,25	0,69 ± 0,24
Sensitivität	0,85	0,88	0,87

Abb. 2 | 126

MR-Angiographien (TOF-MRAs) reproduzierbar ist und sich auf MRT-Geräte anderer Hersteller übertragen lässt.

Methoden: TOF-MRAs von 282 Patienten (209 Frauen, 59 ± 16 Jahre) mit 296 Aneurysmen wurden in diese retrospektive Studie eingeschlossen. Der Datensatz wurde in einen Trainingsdatensatz mit Siemens-MRTs aus unserem Institut (*n* = 213), einen Validationsdatensatz mit Siemens-MRTs anderer Institutionen (*n* = 37) und einen Testdatensatz mit MRTs anderer Hersteller (*n* = 32, 13 GE, 16 Philips, 3 Hitachi) unterteilt. „DeepMedic“ wurde als Software-Bibliothek verwendet [1]. Die Ergebnisse wurden mit denen einer Publikation [2] mit dem gleichen neuronalen Netz und den gleichen Parametern verglichen. Zudem wurden die Ergebnisse der externen Siemens-MRTs mit denen der MRTs anderer Hersteller verglichen.

Ergebnisse: Das Modell zeigte zur vorherigen Publikation eine vergleichbare Sensitivität sowie einen verbesserten Dice Score. Auch die Ergebnisse zwischen den externen Siemens-MRTs und denen anderen Herstellern unterschieden sich nicht signifikant (*p* = 0,49).

Diskussion/Fazit: Die Reproduzierbarkeit und Übertragbarkeit von Deep-Learning-basierter Segmentierung ist ein wichtiger Faktor für den Einsatz im klinischen Alltag. Die Ergebnisse einer vorherigen Veröffentlichung konnten in einem gänzlich neuen Patientenkollektiv reproduziert

werden. Zudem konnte gezeigt werden, dass ein Segmentierungsmodell, welches anhand von Bildern eines MRT-Herstellers trainiert wurde, sich auf Bilder anderer Hersteller übertragen lässt.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Quellen:

1. Kamnitsas K et al. (2017) Efficient multi-scale 3D CNN with fully connected CRF for accurate brain lesion segmentation. *Med Image Anal.* 36:61–78
2. Sichtermann T et al. (2019) Deep Learning-Based Detection of Intracranial Aneurysms in 3D TOF-MRA. *AJNR Am J Neuroradiol.* 40(1):25–32

[145] Opportunistic osteoporosis screening in routine CT of the spine using a convolutional neural network (CNN)-based architecture – comparison with quantitative CT

Nico Sollmann^{1,2*}, Maximilian Löffler^{1,3}, Malek Hussein¹, Anjany Sekuboyina¹, Michael Dieckmeyer¹, Sebastian Rühling¹, Claus Zimmer¹, Björn Menze^{4,5}, Gabby B. Joseph⁶, Thomas Baum¹, Jan Kirschke¹

¹Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, School of Medicine, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, Munich, Germany

²Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University Hospital Ulm, Ulm, Germany

³Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University Medical Center Freiburg, Freiburg im Breisgau, Germany

⁴Image-Based Biomedical Modeling, Department of Informatics, Technical University of Munich, Munich, Germany

⁵Department of Quantitative Biomedicine, University of Zurich, Zurich, Switzerland

⁶Department of Radiology and Biomedical Imaging, University of California, San Francisco, CA, USA

Background: Opportunistic osteoporosis screening is of increasing importance, particularly in the elderly. This study’s purpose was to compare lumbar volumetric bone mineral density (vBMD) extracted by a convolutional neural network (CNN)-based architecture (fully automated vertebral body labeling, segmentation, and correction for contrast phase) using routine computed tomography (CT) with vBMD from dedicated quantitative CT (QCT), and to evaluate performance for distinguishing between patients with and without osteoporotic vertebral fractures (VFs).

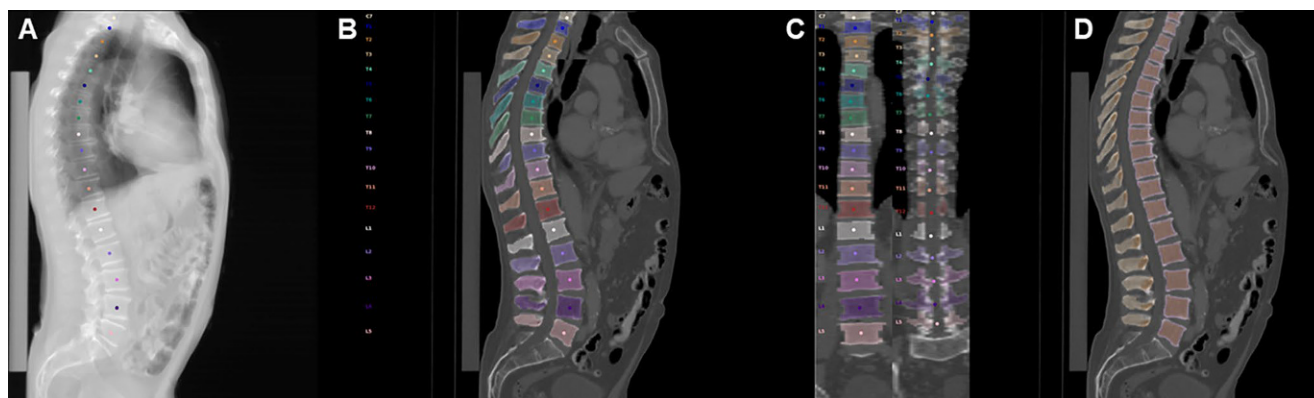


Fig. 1 | 145 Automated vertebral body labeling and segmentation with a convolutional neural network (CNN)-based framework Computes tomography (CT) scan of a 65-year-old patient visualized as virtual radiograph in lateral projection (A) and as reconstructions with segmentation masks enclosing the vertebral bodies in lateral views (B, D) and coronal views (C). Labeling and segmentation of vertebral bodies (C7–L5) was achieved in automated CNN-based fashion. Vertebral level-wise extraction of CT-based volumetric bone mineral density (vBMD) was performed using adjustment for the contrast media phase, CT system, and scan protocol (tube voltage) in each patient’s scan

Methods: 144 patients (median age: 70.7 years) with clinical routine CT (8 different CT systems, 120 kVp or 140 kVp, contrast and non-contrast scans) and dedicated QCT acquired within ≤ 30 days were included. Lumbar vBMD was derived from the CNN-based approach (vBMD_ OPP) and dedicated QCT (vBMD_QCT). Furthermore, non-calibrated Hounsfield units (HU) were extracted from vertebral bodies as previously proposed for immanent opportunistic osteoporosis screening based on CT attenuation. In a subcohort of 88 patients (thoraco-lumbar spine covered by imaging for VF reading), vBMD was used to distinguish patients based on the VF status.

Results: The intra-class correlation coefficient (ICC) for vBMD_QCT vs. vBMD_ OPP showed excellent agreement (ICC=0.913), while agreement for vBMD_QCT vs. non-calibrated HU was lower (ICC=0.704). Bland-Altman analysis showed data points from 95.1 % of patients within the limits of agreement (-23.2 – 25.0 mg/cm³) for vBMD_QCT vs. vBMD_ OPP. Osteoporosis (vBMD < 80 mg/cm³) was detected in 89 patients (vBMD_QCT) and 88 patients (vBMD_ OPP), while no patient crossed the diagnostic borders for vBMD from healthy to osteoporosis or vice versa. The best performance for discrimination between patients with and without VFs was observed for vBMD_ OPP (area under the curve [AUC]=0.862, 95 %-confidence interval [95 %-CI]=0.771–0.953).

Conclusion: Accurate opportunistic osteoporosis screening in routine CT with automated vertebral body labeling, segmentation, and correction for the contrast phase can become feasible whilst compensating for varying scanning protocol environments.

Disclosure: Jan S. Kirschke and Anjany Sekuboyina are co-founders of Bonescreen GmbH.

[147] From three-dimensional angiography to subtraction angiography using artificial intelligence.

Stefan Klebingat^{1*}, Maximilian Thormann¹, Seraphine Zübel¹, Elie Diamandis¹, Daniel Behme¹

¹Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Magdeburg A. ö. R., Magdeburg, Deutschland

Background: Generating cerebral three dimensional digital subtraction angiographies (3D-DSA) is associated with high radiation exposure for patients and users. Unwanted patient movement often leads to decreased image quality in the subtraction series. The aim of this work is to generate the subtraction volumes solely from the series performed with contrast agent (“fill run”) without prior native images (“mask run”).

Methods: A custom-adapted Generative Adversarial Network (GAN) based on pix2pix [1] is trained on 42 3D-DSA to directly generate the subtraction series from the fill runs using domain transfer without prior segmentation. Three neuro-radiologists evaluate volume renderings (VR) of the cerebral blood vessels of both the original and the self-generated subtraction series of another 19 3D-DSA (see figure 1). Blind-

Fig. 1 | 147 Volume renderings of original 3D-DSA (*left*) and generated 3D-DSA (*right*)

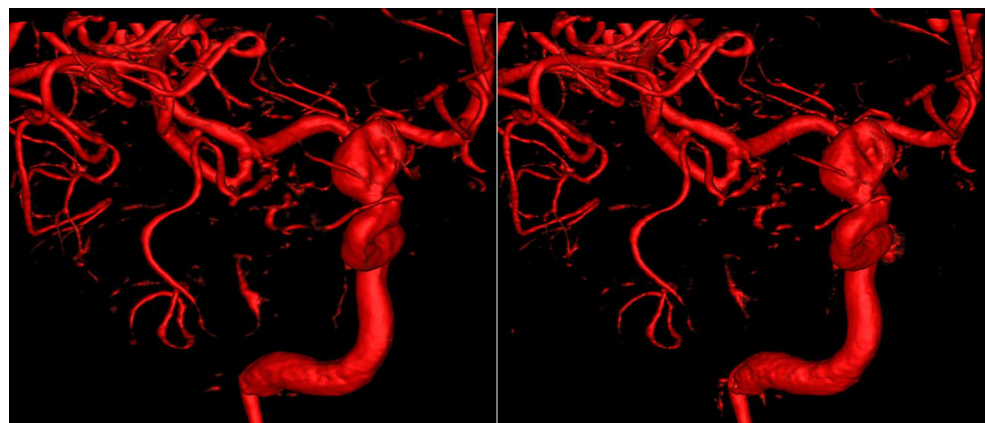
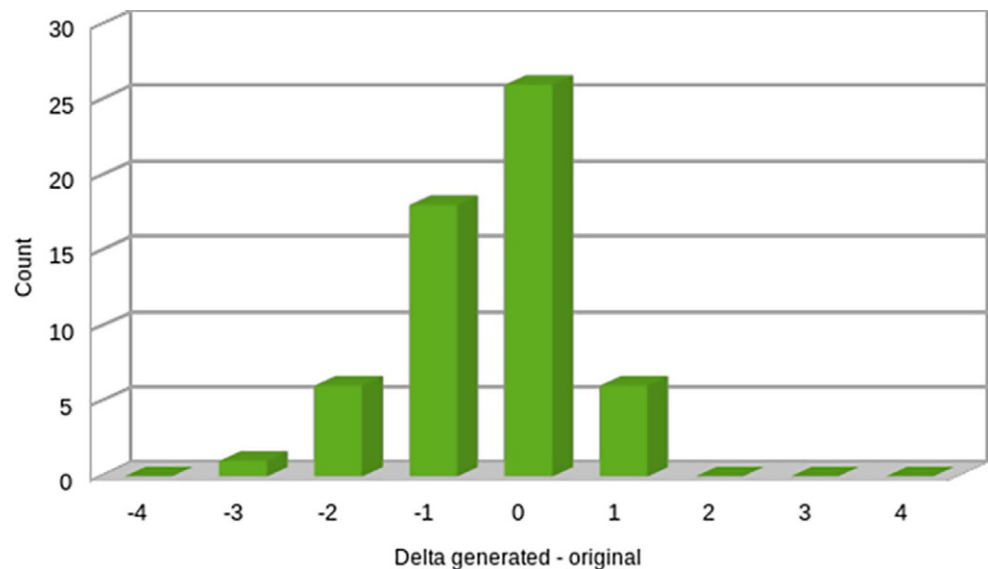


Fig. 2 | 147 Cumulative distribution of differences between generated and original 3D-DSA volume rendering ratings



ed rating was performed using an ascending scale: 0=not diagnostic; 1=heavily compromised; 2=compromised; 3=good; 4=excellent [2].

Results: The rating means and standard deviations are 3.28/0.74 (original) and 2.81/1.19 (generated). Fig. 2 shows the pair wise delta distribution indicating 87.7 % of the generated series are rated better, equally or up to only one grade worse than the original series.

Discussion: In principle, the chosen approach is able to generate artificial subtraction series. A higher number of 3D-DSA carefully checked for motion artifacts could increase the training quality to a decisive extent. Obtaining additional training data is easily feasible because segmentation is not required. In the future, standardized and automated measurements of morphological parameters should serve as additional objective quality criteria.

Conclusion: The generation of artificial 3D-DSA from fill runs without a native reference seems possible using a GAN overcoming movement artifacts and unnecessary high radiation exposure. Current problems seem to be solvable by using better and more numerous training data.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References:

- Choi, Jae Won, et al. (2021) „Generating synthetic contrast enhancement from non-contrast chest computed tomography using a generative adversarial network.“ *Scientific reports* 11.1: 1–10
- Lang, Stefan, et al. (2020) „Evaluation of an artificial intelligence-based 3D-angiography for visualization of cerebral vasculature.“ *Clinical Neuroradiology* 30.4: 705–712.

[149] Vergleich der Infarkt kerngrößenbestimmung zwischen akuter nativer CCT und Verlaufs-DWI beim akuten ischämischen Schlaganfall

Jason Ming Hin Sung^{1*}, Pelin Mertan¹, Simon Nagel^{2,3}, Thorsten Steiner^{3,4}, Fatih Seker¹, Martin Bendszus¹, Christian Herweh¹

¹Abt. Neuroradiologie, Universitätsklinik Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

²Neurologische Klinik, Klinikum der Stadt Ludwigshafen, Ludwigshafen, Deutschland

³Neurologische Klinik, Universitätsklinik Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

⁴Neurologische Klinik, Klinikum Frankfurt Höchst, Frankfurt am Main, Deutschland

Hintergrund: Für die Indikationsstellung zur Behandlung von Patienten mit akutem ischämischen Schlaganfall (AIS) ist die Infarktgröße ein wesentlicher Parameter. Der Goldstandard hierfür ist die diffusionsgewichtete MRT (DWI). Mit einer kommerziellen Software (eStroke, Brainomix, Oxford, UK) kann auch mit der nativen CCT das sog. akute ischämische Volumen (AIV) ermittelt werden. Zielsetzung der Studie war es, das initiale AIV anhand des endgültigen Infarkt volumens („final infarct volume“; FIV) in der Verlaufs-DWI zu validieren.

Methoden: Retrospektiv wurden PatientInnen von 2016 bis 2019 eingeschlossen, die folgende Einschlusskriterien erfüllten: 1. Behandlung in einem Comprehensive Stroke Center mit der Verdachtsdiagnose AIS; 2. native, dünn-schichtige CCT (1 mm) vom Aufnahmezeitpunkt und 3. DWI innerhalb von 7 Tagen. Das AIV wurde vollautomatisch bestimmt, das FIV wurde anhand der DWI Schwellwert-basiert mit einer kommerziellen Software (Aquarius iNtuition, TeraRecon, Foster City, CA, USA) volumetrisch erfasst. Beide Volumina wurden hinsichtlich Übereinstimmung (Intraklassen-Korrelationskoeffizient; ICC [„absolute Übereinstimmung“]) und Korrelation (Spearman-Rho) getestet, sowohl für das gesamte Kollektiv als auch in einer Subgruppe mit Entlassdiagnose „Schlaganfall“ und substanzialer früher neurologischer Verbesserung (>50 % Reduktion des initialen Schweregrades [NIHSS]).

Ergebnisse: 222 Patienten wurde eingeschlossen, das AIV betrug 7,01+12,3 ml; das FIV 19,1+47,7 ml. Der ICC betrug 0,46 ($p<0,001$), die Korrelation lag bei $r=0,35$ ($p<0,001$). In 158 Fällen war die Entlassdiagnose Schlaganfall, bei 91 dieser Patienten kam es im kurzfristigen Verlauf zu einer substanzialen klinischen Besserung. Bei ihnen betrug der ICC 0,51 ($p<0,001$) und die Korrelation 0,46 ($p<0,001$).

Diskussion: Für Patienten mit bestätigtem Schlaganfall besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem initialen AIV und dem endgültigen Infarktvolumen. Dieser ist besonders ausgeprägt bei Patienten, bei denen aufgrund unmittelbarer klinischer Besserung von einer Größenkonstanz des Infarktkerns ausgegangen werden kann.

Offenlegungserklärung: Die Autoren/Autorinnen erklären Folgendes: C. Herweh & S. Nagel erhalten Berater-Honorare von der Fa. Brainomix.

[166] Vergleichende Analyse zur Infarkt kern-Bestimmung mit Nativ-CT und Perfusions-CT bei Patienten mit akutem ischämischen Schlaganfall

Pelin Mertan^{1*}, Malte Schlump¹, Simon Nagel^{2,3}, Thorsten Steiner^{3,4}, Fatih Seker¹, Martin Bendszus¹, Christian Herweh¹

¹Abt. Neuroradiologie, Universitätsklinik Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

²Neurologische Klinik, Klinikum der Stadt Ludwigshafen, Ludwigshafen, Deutschland

³Neurologische Klinik, Universitätsklinik Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

⁴Neurologische Klinik, Klinikum Frankfurt Höchst, Frankfurt am Main, Deutschland

Hintergrund: Zur Indikationsstellung einer mechanischen Thrombektomie (MT) zur Behandlung von Patienten mit akutem ischämischen Schlaganfall (AIS) aufgrund eines proximalen Gefäßverschlusses bis zu 24 Stunden nach Symptombeginn wird die Perfusions-CT zur Bestimmung des Infarktkerns empfohlen. In kleineren Krankenhäusern, die solche Patienten aufnehmen, aber zur Thrombektomie weiterverlegen, besteht häufig nicht die Möglichkeit zur Perfusions-CT. So kann die Indikation erst bei Ankunft im Thrombektomie-Zentrum und nach Verlegung gestellt werden. Alternativ könnte mithilfe einer automatisierten Analyse der nativen CCT bereits vor Verlegung das sog. akute ischämische Volumen (AIV) als Surrogat für den Infarktkern bestimmt werden.

Methoden: Retrospektiv wurden von allen Patienten, die von 2016 bis 2019 mit Verdacht auf ischämischen Schlaganfall am Klinikum Frankfurt Höchst mit Perfusions-CT untersucht wurden und von denen dünn-schichtige CCT-Aufnahmen (1 mm) vorlagen, automatisierte Auswertungen der CTP (OleaSphere) und der nativen CCT (eStroke, Brainomix) durchgeführt. Die Volumina für Infarktkern (CTP) und AIV (CCT) wurden auf Übereinstimmung (Intraklassen-Korrelationskoeffizient; ICC [„absolute Übereinstimmung“]) und Korrelation (Spearman-Rho) getestet.

Ergebnisse: Von 852 in Frage kommenden Patienten lagen von 376 beide Untersuchungen in einem Abstand von unter 30 Minuten vor. Das mittlere Volumen lag bei 13,6+20,0 ml für den CTP-Kern und bei 8,3+14,6 ml fürs AIV, der ICC betrug 0,58 ($p<0,001$) und die Korrelation lag bei 0,28 ($p<0,001$). Hiervon hatten 114 Patienten „Schlaganfall“ als Entlassdiagnose und einen intrakraniellen Verschluss in der vorderen Zirkulation (Carotis-T bis M4, incl.). Für diese Subgruppe betrug das AIV 15,6+21,4 und der CTP-Kern 23,7+28,7 ml, der ICC lag bei 0,60 ($p<0,001$) und $r=0,36$ ($p<0,001$).

Diskussion: Beide Verfahren zeigen eine eindeutige, aber schwach ausgeprägte Übereinstimmung hinsichtlich des akuten Infarktvolumens. Um eine Äquivalenz abschließend zu prüfen, erscheint eine weitere unabhängige Validierung sinnvoll.

Offenlegungserklärung: Die Autoren/Autorinnen erklären Folgendes: C. Herweh & S. Nagel erhalten Berater-Honorare von der Fa. Brainomix.

[171] Vergleich unterschiedlicher kommerzieller Software-Anwendungen zur automatischen Auswertung der Perfusions-CT beim akuten ischämischen Schlaganfall

Malte Schlump^{1*}, Pelin Mertan¹, Simon Nagel^{2,3}, Thorsten Steiner^{3,4}, Arne Potreck¹, Markus Möhlenbruch¹, Martin Bendszus¹, Christian Herweh¹

¹Abt. Neuroradiologie, Universitätsklinik Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

²Neurologische Klinik, Klinikum der Stadt Ludwigshafen, Ludwigshafen am Rhein, Deutschland

³Neurologische Klinik, Universitätsklinik Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

⁴Neurologische Klinik, Klinikum Frankfurt Höchst, Frankfurt am Main, Deutschland

Hintergrund: Mit der Perfusions-CT (CTP) kann beim akuten ischämischen Schlaganfall das Zeitfenster für eine rekanalisierende Behandlung durch Abschätzung des irreversibel geschädigten Infarkt-kerns erweitert werden. In der vorliegenden Studie sollte geprüft werden, ob die Ergebnisse verschiedener kommerzieller Software-Anwendungen übereinstimmen.

Methoden: Automatisierte Auswertung der CTP-Untersuchungen von 852 retrospektiv erfassten Patienten, die im Zeitraum von November 2016 bis April 2019 in einem Comprehensive Stroke Center wegen einer akuten Schlaganfallsymptomatik untersucht wurden. Die Auswertung erfolgte mit drei kommerziell verfügbaren Software-Anwendungen, die dieselben Kriterien verwenden: 1. eCTP, 2. RAPID und 3. OleaSphere. Als Maß der Übereinstimmung der Ergebnisse wurden der Intraklassen-Korrelationskoeffizient (ICC [„absolute Übereinstimmung“]) und die Korrelation (Spearman-Rho) berechnet.

Ergebnisse: Nach Ausschluss von 81 Fällen (intrakranielle Blutung, Tumor oder Trauma in 17 Fällen; Ischämien in der hinteren Zirkulation in 32 Fällen; bilaterale Ischämien in 6 Fällen; mehrfache CTP im Studienzeitraum in 26 Fällen) wurden 771 Fälle eingeschlossen. Hiervon waren 747 (eCTP), 755 (RAPID), 756 (OleaSphere) Untersuchungen auswertbar. Das Infarkt-kernvolumen (ICV) betrug für eCTP 9.61 + 22.8 ml, für RAPID 11.0 + 28.8 ml und für Olea 14.3 + 27.0 ml. Der Intraklassen-Korrelationskoeffizient (ICC) betrug im Durchschnittsmaß 0.90 ($p < 0.001$). Nach Ausschluss aller Patienten ohne „Schlaganfall“ als Entlassdiagnose verblieben 482 Fälle in der Analyse mit ICV von 12.7 + 26.3 ml, 15.8 + 33.7 ml und 17.66 + 31.7 ml. Der ICC betrug 0.91 ($p < 0.001$). Die Werte korrelierten in unterschiedlichem Ausmaß im Spearman-Rho-Test: $r = 0.81$ für eCTP vs. RAPID ($p = 0.01$), $r = 0.51$ für eCTP vs. OleaSphere ($p = 0.01$) und $r = 0.50$ für RAPID vs. OleaSphere ($p = 0.01$).

Diskussion: Die Wahl der Software hat einen Einfluss auf die berechneten Parameter, wobei zwei von drei Softwares besser übereinstimmen als die dritte. Dies ist am ehesten auf unterschiedliche Nachverarbeitungsalgorithmen zurückzuführen und sollte bei klinischen Entscheidungen berücksichtigt werden.

Offenlegungserklärung: Die Autoren/Autorinnen erklären Folgendes: C. Herweh & S. Nagel erhalten Berater-Honorare von der Fa. Brainomix.

[182] Deep learning-based detection and segmentation of new MS lesions using optimized merging of orientations

Tiziano Dalbis¹, Joana Grilo¹, Sebastian Hitziger¹, Wen Xin Ling¹, Jens Opalka¹

¹mediaire GmbH, Berlin, Deutschland

Background: A commonly used approach for segmentation of medical imaging data is to process the 3D-volumes slice-wise for each orientation and to merge the predictions. Our goal was to find an optimal merging strategy for the detection and segmentation of new Multiple Sclerosis (MS) lesions.

Methods: Our training data consisted of 40 pairs (baseline and follow-up scan; 1–3 years apart) of 3D FLAIR MR images from the MSSEG-2 challenge (<https://portal.fii-iam.irisa.fr/msseg-2/data/>) and our internal test dataset contained 25 pairs with new lesions and 21 without. For each pair, consensus segmentation of new MS lesions was provided. We used a 2D U-Net for segmenting new lesions on the axial, coronal and sagittal slices. Then, we evaluated three different lesion-wise merging strategies: Lesion was predicted if detected in a) at least one orientation (union); b) at least two orientations (majority); c) all orientations (unanimous voting). F1 score was computed for all methods. Additionally, we submitted a model with the optimal merging strategy to the MSSEG-2, which was trained on 65 datasets (40+25 with new lesions).

Results: The highest F1 score on our test data was achieved using unanimous voting with an F1 of 0.64 (union: 0.31, majority: 0.55).

The model with unanimous voting ranked highest among all submissions of the MSSEG-2 challenge (F1=0.541) and outperformed one of the four human experts (F1=0.524).

Discussion: White matter lesions are often indistinguishable from gray matter if assessed using only one orientation. In this work, we showed that segmenting only lesions detected in all three orientations makes our model comparable to human assessment and achieved the best F1 score among all competing methods.

Conclusion: Our new method achieved best in class segmentation results for longitudinal MS lesion detection.

Conflict of Interest: Die Autoren/Autorinnen erklären Folgendes: All authors are employees of mediaire GmbH.

References

1. <https://portal.fii-iam.irisa.fr/msseg-2/data/>

[210] Comparison Of Machine Learning Assisted Segmentation Of Intracranial Vessels In 3D High Resolution T1 Black-Blood Mri With Conventional Magnetic Resonance Angiography In The Assessment Of Recurrence And Decision Making Following Endovascular Treatment Of Intracranial Aneurysms

Samer Elsheikh^{1*}, Horst Urbach¹, Elias Kellner², Marco Reiser²

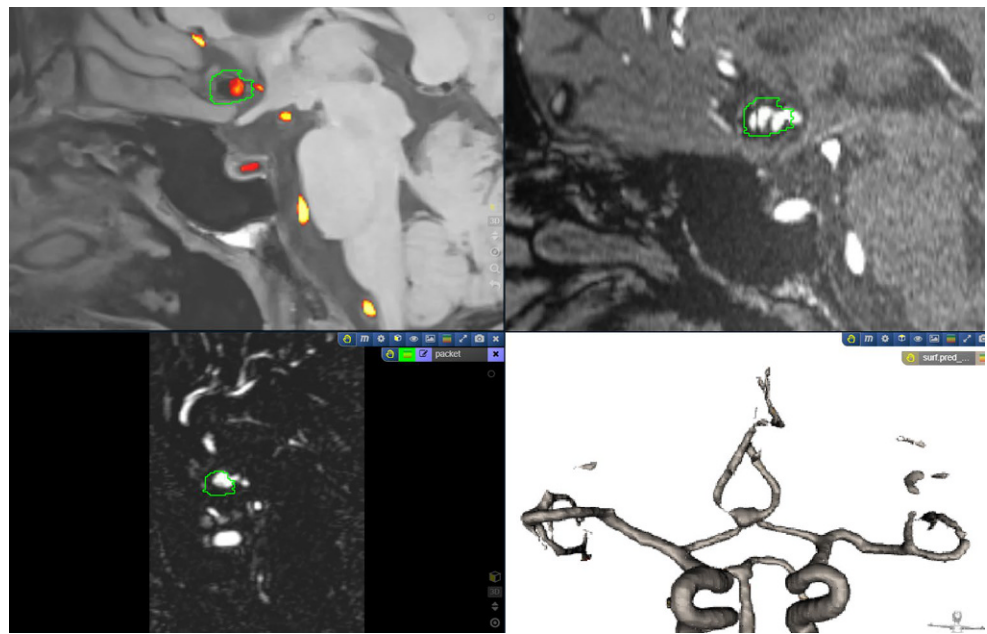
¹Department of Neuroradiology, Medical Center-University of Freiburg, Faculty of Medicine, University of Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Medical Physics, Medical Center – University of Freiburg, Freiburg, Deutschland

Background: TOF MRA is the standard follow-up of endovascularly treated intracranial aneurysms. Segmentation of the intracranial vessels based on the hypointense signal in non-contrast-enhanced black-blood compressed-sensing (BBMRI) sequence using a convolutional neural network (CNN) is feasible. We aim to tune a CNN segmentation model and assess its performance in this clinical setting.

Methods: We employed a hierarchical, multiscale 3D CNN (<https://bitbucket.org/reisert/patchwork/>). Iterative optimization of the model was done. The model was applied on patients, presenting for MRA

Fig. 1 | 210 Sagittal reconstruction and 3D-render showing recurrence of an anterior communicating aneurysm



follow-up after endovascular treatment of a cerebral aneurysm. Evaluation of recurrence and a recommendation for the next follow-up modality (MRI or DSA) were done based on segmentation results, TOF-MRA and contrast enhanced MRA (CE-MRA). κ statistics and Fisher exact test were calculated.

Results: We selected 37 (training: 26, validation: 6, testing: 5) patients. We tested 10 different models. Dice similarity coefficient (DSC) was 0.9.

We applied this model to 65 patients, with 70 aneurysms. The agreement on recurrence and follow-up recommendation in segmentation and ce-MRA was moderate and good ($\kappa=0.49, 0.63$) respectively. Fisher exact test showed no significant difference ($p=0.57, 0.78$ respectively).

Discussion: In our Study we developed a CNN-based segmentation model using non-contrast-enhanced BBMRI. We reached a high DSC (0.9). This compares to other TOF-based CNN segmentation techniques (DSC: 0.73–0.93). We applied the model to early post coiling follow-up MRI examinations. A moderate agreement with CE-MRA in the detection of recurrence and good agreement in further examination (DSA vs. MRA) was observed. There was no statistically significant difference between both imaging techniques.

Conclusion: CNN segmentation of the arteries of the circle of Willis and its branches in non-contrast-enhanced BBMRI is accurate and shows moderate agreement with CE-MRA in detection of aneurysm recurrence and good agreement in recommending a DSA in cases with substantial recurrence.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[282] Identification of non-small cell lung cancer patients with high risk of developing brain metastases combining imaging, clinical and genomic metrics

Giovanni Visona¹, Lisa Spiller², Sophia Hahn², Elke Hattingen², Katharina Wenger-Alakmeh^{2*}

¹Empirical Inference Max-Planck Institute for Intelligent Systems, Tübingen, Deutschland

²Institute of Neuroradiology, University Hospital Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

Background: Non-small cell lung cancer (NSCLC) summarizes a heterogeneous group of histologies with a high incidence of brain me-

tastases (BM). BM are associated with high mortality, making their early detection and personalized treatment important clinical goals. While MRI of the brain is recommended at initial diagnosis, routine follow-ups are not.

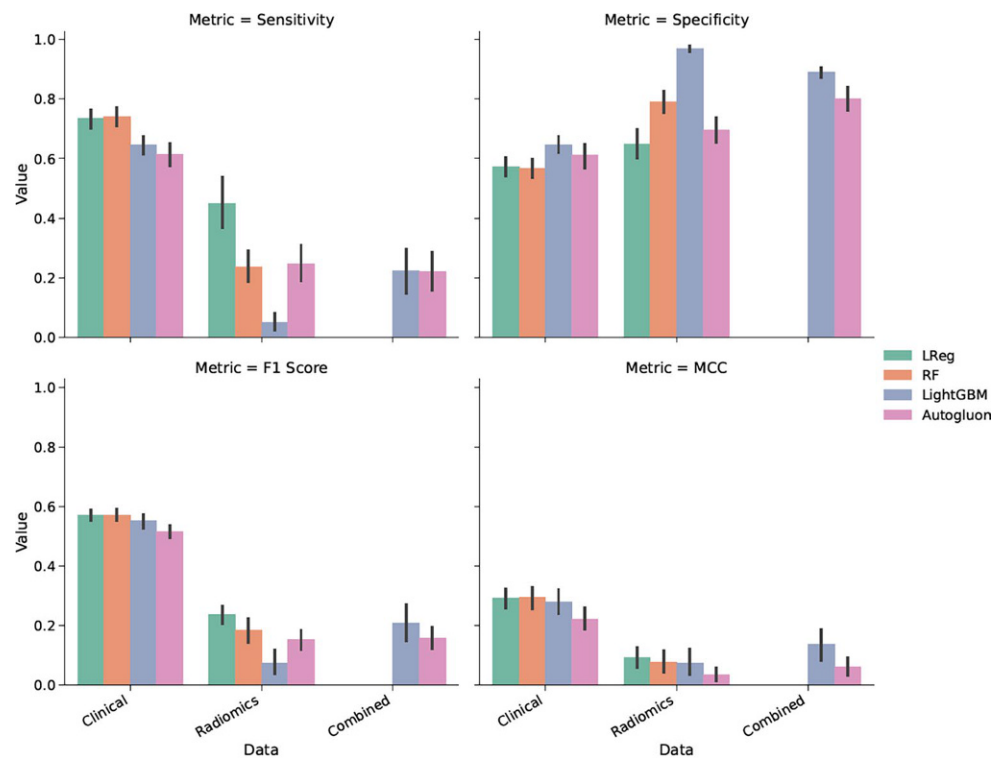
Methods: Consecutive patients with initial diagnosis of NSCLC from Jan 2011 to April 2019 were identified in the UCT Frankfurt clinical cancer registry and followed-up until Dec 2020. They underwent brain imaging at initial diagnosis and in case of neurological symptoms during follow-up. In order to identify NSCLC patients with a high risk of developing BM over the course of their disease, who could potentially benefit from MRI surveillance, classifier models were trained and validated (Logistic Regression, Random Forests, LightGBM, Autogluon Tabular) on a selected set of clinical features such as age, gender or initial stage of cancer, as well as tumor histology and genetic features. Additionally, we examined the use of 3D radiomics features of the primary tumor from standard chest staging CT (conducted on six different scanners with consecutively varying acquisition parameters and use of IV contrast medium). The semi-automatic segmentation pipeline was deployed using an End-to-end AI solution for medical research. Two measures (Gini Importance, SHAP) were used to rank the importance of the individual input features for the performance of the classifiers.

Results: Of the 443 patients in the original set, 48 were lost to follow-up. The final set of clinical features consisted of 18 features. In addition to clinical variables, radiomics features were available for 357 of the patients in the dataset. Statistical analysis of the gathered clinical data was in agreement with previous studies, in which patient's age and histology showed a significant impact on BM. Classification models that employed only clinical features as input showed the best performance when tuned to maximize recall to improve prospective studies, obtaining at best a sensitivity of $\sim 70\%$ and a specificity above 60% . Radiomics features performed subpar. Several methods have been proposed to account for distributional shifts (such as ComBat), however they rely on strict assumptions on the type of distribution shift.

Discussion: The analysis of the importance of the input features showed high agreement with the established literature, indicating that the models trained are inferring the correct relationships with the features.

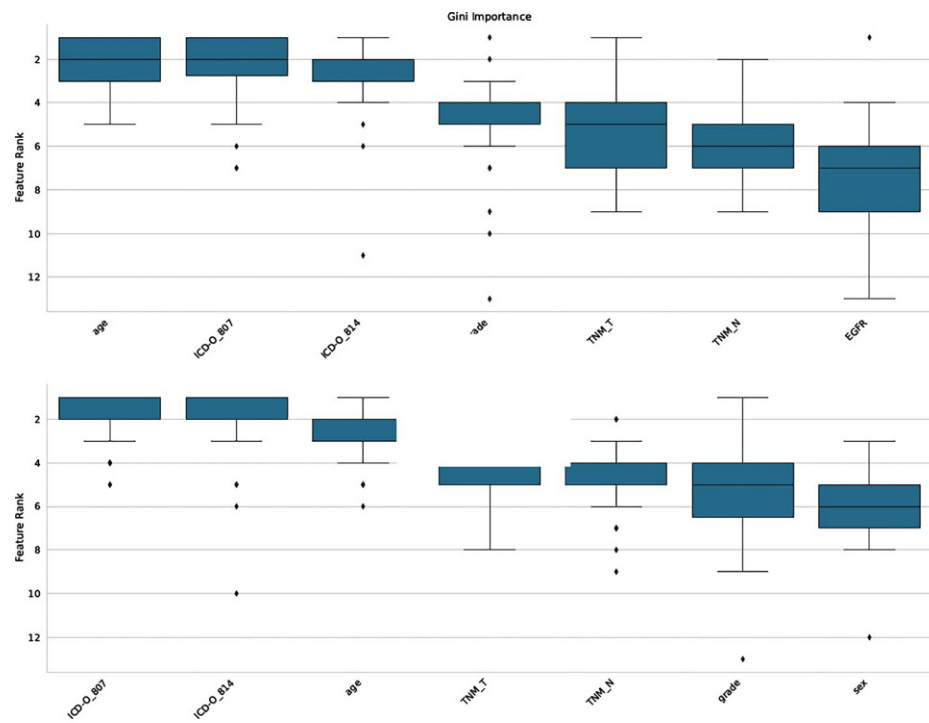
Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Fig. 1 | 282



Classification result for different models and different input features

Fig. 2 | 282



Ranking of features according to two different evaluation methods over 30 randomized seeds using the RF model of the previous section.

[295] Entwicklung einer automatisierten Erkennung von Hirnblutungen mittels künstlicher Intelligenz

Inga Krause^{1*}, Andreas Decker², Thomas Pinetz², Franziska Dorn¹, Alexander Radbruch¹, Alexander Effland², Daniel Paech¹

¹Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

²Institut für Angewandte Mathematik, Universitätsklinikum Bonn, Bonn, Deutschland

Hintergrund: Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) könnte Radiolog*innen dabei unterstützen, akute Hirnblutungen schneller und zuverlässiger zu erkennen [1]. In diese Studie werden alle fünf Typen der intrakraniellen Blutungen einbezogen (epidural, subdural, subarachnoidal, parenchymal, intraventrikulär).

Methoden: Zur Initialisierung des neuronalen Netzwerks wurden bereits segmentierte Hirnblutungen aus der „Intracranial Hemorrhage Segmentation Challenge 2022“ verwendet. Zusätzlich wurden retrospektiv Daten von Patient*innen mit mindestens einer akut aufgetretenen Hirnblutung ab dem 01.01.2010 am UK Bonn ausgewählt. Anschließend wurden die Hirnblutungen in den cCTs mithilfe einer Bounding Box (Quader, der die Hirnblutung einschließt) gekennzeichnet und dabei der Typ der Hirnblutung sowie die Lage im Bild vermerkt. Der Algorithmus bestimmte zuerst aus der Bounding Box die Segmentierung der Blutung und verwendete diese anschließend zusammen mit der Lage und Größe als Trainingsdaten ($n = 514$) für das Netzwerk. Ein Teil der bearbeiteten cCTs wurde als Testdaten ($n = 128$) zurückbehalten und dienten zur Validierung für das fertig trainierte Netz.

Ergebnisse: Die gesammelten Datensätze ($n = 642$ intrakranielle Blutungen) bildeten eine solide Grundlage zum Training des neuronalen Netzwerks. Es wurden insgesamt 43 epidurale, 161 subdurale, 175 subarachnoidale, 227 parenchymale sowie 36 intraventrikuläre Blutungen in die Studie einbezogen. Das neuronale Netzwerk konnte die Detektion der intrakraniellen Blutungen unterstützen und somit bei den diagnostischen Prozess verbessern.

Diskussion: Die Ergebnisse dieser laufenden Studie zeigen, dass das eingesetzte neuronale Netzwerk eine vielversprechende Methode darstellt, um robuste Ergebnisse in der Detektion und insbesondere Subklassifikation von Hirnblutungen zu erzielen. Als nächsten Schritt streben wir die weitere Optimierung der Algorithmen an. Es handelt sich um eine laufende Studie, die durch Inklusion zusätzlicher Daten eine weitere Optimierung des neuronalen Netzes erzielen soll.

Fazit: KI Systeme können den diagnostischen Prozess insbesondere bei der Detektion von Akutpathologien unterstützen und damit zu einer Verbesserung der klinischen Versorgungsqualität beitragen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Ginat, Daniel T. (2020) „Analysis of head CT scans flagged by deep learning software for acute intracranial hemorrhage.“ *Neuroradiology* 62.3: 335–340.

Neurodegenerative Erkrankungen

Power Pitch Vorträge

[75] Support Vector Machine (SVM) based discrimination of neurodegenerative parkinsonian syndromes using macro- and microstructural Brain MRI.

Philipp Arnold^{1*}, Nils Schröter², Cornelius Weiller², Michel Rijntjes², Elias Kellner³, Wolfgang Jost⁴, Marco Reisert³, Horst Urbach⁵, Alexander Rau¹

¹Uniklinik Freiburg – Klinik für Radiologie, Freiburg im Breisgau, Deutschland

²Uniklinik Freiburg – Neurologie und Neurophysiologie, Freiburg im Breisgau, Deutschland

³Universitätsklinikum Freiburg – Klinik für Radiologie – Medizinphysik, Freiburg im Breisgau, Deutschland

⁴Parkinson-Klinik Ortenau GmbH&Co KG, Wolfach, Deutschland

⁵Uniklinik Freiburg – Klinik für Neuroradiologie, Freiburg im Breisgau, Deutschland

Purpose: To develop a fully automatic algorithm for the assessment of neurodegenerative parkinsonian syndromes (NPS) based on macro- and microstructural MRI.

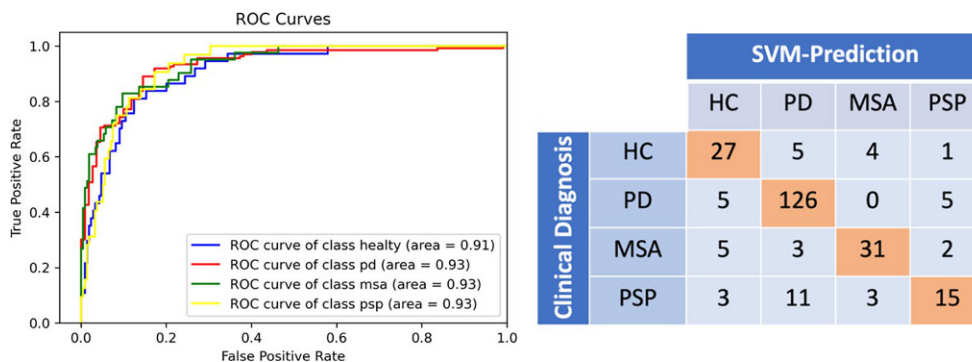
Materials and Methods: A linear support vector machine (SVM) was trained and optimized in respect of ROC-AUC in a one-vs-rest (OVR) classifier for Parkinson’s disease (PD), progressive supranuclear palsy (PSP), multiple system atrophy (MSA) and healthy controls (HC). As input, we used radiomic features obtained from 246 patients (136 with PD, 32 with PSP, 41 with MSA and 37 HC) after parcellation with the AAL3 atlas: tissue probability values (TPV) for gray matter, white matter and CSF as obtained by CAT12 as well mesoscopic metrics from diffusion tensor imaging (DTI) and diffusion microstructure imaging (DMI).

Results: The SVM correctly classified 81 % of the patients. The corresponding OVR-ROC-AUC was 0.91 for HC, 0.93 for PD, 0.93 for MSA and 0.93 for PSP with sensitivities of 73 % for HC, 93 % for PD, 76 % for MSA and 47 % for PSP. Respective specificities were 94 % (HC), 83 % (PD), 97 % (MSA) and 96 % (PSP)

Conclusion: Using macro- and microstructural MRI we developed a fully automatic algorithm discriminating between healthy controls and patients with NPS with good accuracy. This approach might facilitate the MRI diagnosis of patients with suspected NPS.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Fig. 1 | 75



[160] Diffusion microstructure imaging hints to different neurodegenerative processes in substantia nigra and putamen in MSA-P and MSA-C

Alexander Rau^{1,2*}, Horst Urbach¹, Michel Rijntjes³, Cornelius Weiller³, Elias Kellner⁴, Wolfgang Jost⁵, Marco Reisert^{4,6}, Jonas Hosp³, Nils Schröter³

¹Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

³Klinik für Neurologie und Neurophysiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

⁴Medizinphysik, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

⁵Parkinson-Klinik Ortenau, Parkinson-Klinik Ortenau, Wolfach, Deutschland

⁶Stereotaktische und funktionelle Neurochirurgie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

Background: Multiple system atrophy (MSA) is an entity with two distinct clinical manifestations: either predominant cerebellar (MSA-C) or parkinsonian (MSA-P) symptomatology. To delineate underlying neurodegenerative mechanisms we investigated the microstructure of the substantia nigra and the putamen using diffusion microstructure imaging (DMI) as they are important regions for motor deficits in parkinsonian disorders.

Methods: For this, we retrospectively included patients with MSA that met current consensus diagnostic criteria as well as healthy controls matched for sex and age. Clinical records were screened for MDS-UPDRS III results in ON-state. Putamina were manually segmented and SN was obtained in an atlas-based approach. Total volume in ml and DMI parameters were extracted from these regions.

Results: We report on 44 patients with MSA-P and 8 with MSA-C (mean age 65.2 years, SD 9.2years; 32 female) with a mean disease duration of 4.3 years (SD 3.8 years). MDS-UPDRS III in ON-state was available in 11 patients with MSA-P. Compared to $n=31$ healthy controls, patients with MSA had significantly lower volumes in both SN and putamen which was accompanied by increased free fluid in DMI with a stronger decrease in MSA-P than in MSA-C. Regarding the non-free-fluid compartments, a more distinct pattern arose: In the MSA-P, we observed that this increase in free water was primarily driven by a significantly reduced cellular compartment in SN and putamen; whereas in the MSA-C, a trend-level reduction in the dendritic and axonal compartment was present. In the patients with MSA-P with an MDS-UPDRS III, ON-state performance was determined only by increased free-water in the SN and not the putamen (pCorr 0.001).

Discussion: Corresponding to the currently discussed distinct neuropathological distribution patterns of glial and neuronal pathology in MSA-P and MSA-C, we observed different microstructural degeneration patterns in the SN and putamen in both entities in vivo. The extent

to which this correlates with clinical symptoms and disease progression requires further research.

Conclusion: Diffusion microstructure imaging hints at different neurodegenerative processes in the substantia nigra and the putamen in the cerebellar and Parkinsonian subtype of multiple system atrophy.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[208] Comparing myelin-sensitive markers MWF, ihMTR, and MTsat and resulting g-ratios in healthy, normal-appearing, and multiple sclerosis lesion brain tissue

Ronja C. Berg^{1*}, Aurore Menegaux¹, Thomas Amthor², Guillaume Gilbert³, María G. Mora Álvarez¹, Markus Lauerer⁴, Claus Zimmer¹, Christian Sorg¹, Mariya Doneva², Irene Vavasour⁵, Mark Mühlau⁴, Christine Preibisch¹

¹Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München, School of Medicine, München, Deutschland

²Philips Research Europe, Hamburg, Deutschland

³MR Clinical Science, Philips Healthcare, Mississauga, Kanada

⁴Klinik und Poliklinik für Neurologie, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München, School of Medicine, München, Deutschland

⁵Department of Radiology, University of British Columbia, Vancouver, Kanada

Background: Measuring the distribution of myelin and the degree of myelination can improve evaluation and monitoring of demyelinating diseases such as multiple sclerosis (MS) [1]. While several myelin-sensitive MR measures exist, it is uncertain to which degree they coincide and differ. Here, we compared myelin water fraction (MWF) [2], inhomogeneous magnetization transfer ratio (ihMTR) [3], and magnetization transfer saturation (MTsat) [4] and resulting g-ratio maps (showing the degree of myelination) in healthy volunteers and patients with MS.

Methods: 14 healthy volunteers (32±8y, 11f/3 m) and 13 MS patients (34±8 y, 8f/5 m; 11 RRMS, 1 SPMS, 1 CIS) were scanned on a Philips 3T MR scanner. Myelin (MV) and axonal volume fractions (AVF), and g-ratio maps were calculated based on each of the three myelin markers and additional diffusion images according to [5–8]. Comparisons were performed within whole-brain GM and WM, in atlas based WM regions and, for MS patients, in lesion segmentations and peri-lesion tissue.

Results: MWF, ihMTR, and MTsat maps appeared visually similar but some differences could be seen within individual lesions between different myelin measures (Fig. 1). Within MS lesions, average MTsat values were strongly reduced compared to WM and rather comparable to GM values. For MWF and ihMTR, differences between lesion and WM values were less prominent but clearly discernable (Fig. 2). Resulting MVF, AVF, and g-ratio maps varied in the overall visual appearance between myelin markers (Fig. 3).

Discussion: In line with literature, MWF, ihMTR, and MTsat were clearly reduced in lesion tissue compared to normal-appearing WM. G-ratio maps showed a high dependence on the myelin marker used for MVF

Fig. 1 | 160

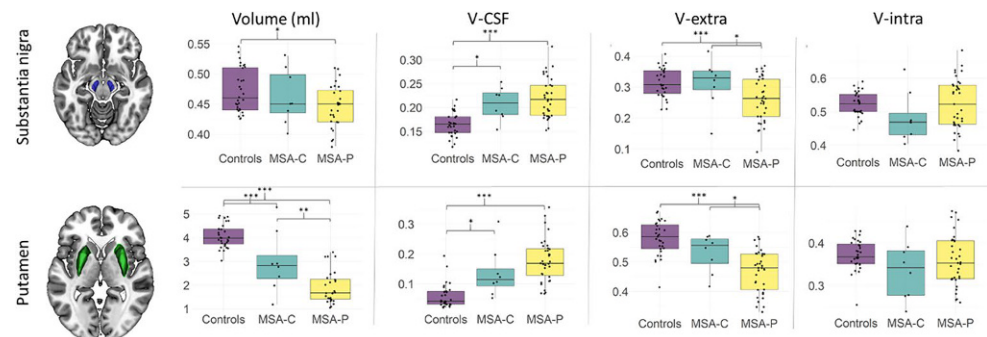


Fig. 1 | 208 Exemplary slices of FLAIR (A), lesion segmentations (B), and maps of myelin-sensitive markers (C–E) from two different MS patients including zoomed-in regions. Myelin-sensitive markers include myelin water fraction (MWF) (C), inhomogeneous magnetization transfer ratio (ihMTR) (D), and MT saturation (MTsat) (E). Red rectangles in the first and third rows indicate the location of the zoomed-in regions in the second and last rows

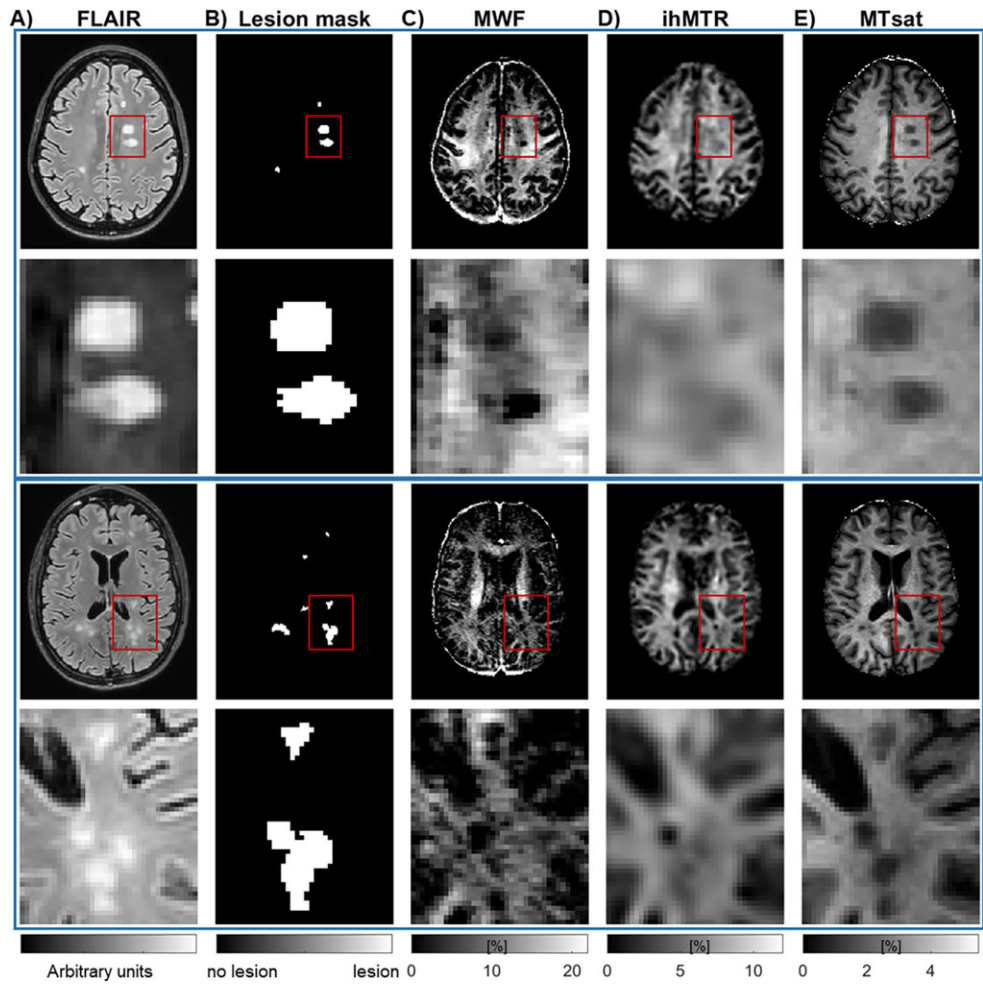


Fig. 2 | 208 Boxplots of VOI-average MWF (A), ihMTR (B), and MTsat (C) for different brain tissue types and regions. Each boxplot contains VOI-average values either from 14 healthy volunteers (green) or from 13 MS patients in normal-appearing tissue (orange), in lesions (blue), or in peri-lesional normal-appearing white matter (purple). Red lines indicate the median of mean values, boxes (25th and 75th percentiles) and whiskers (most extreme data points not considered outliers) indicate standard deviation across participants, and red “+” symbols represent outliers. GM: gray matter, WM: white matter, CC: corpus callosum, CR: corona radiata, IC: internal capsule, EC: external capsule, CIN: cingulum, L: lesion, PL: peri-lesion

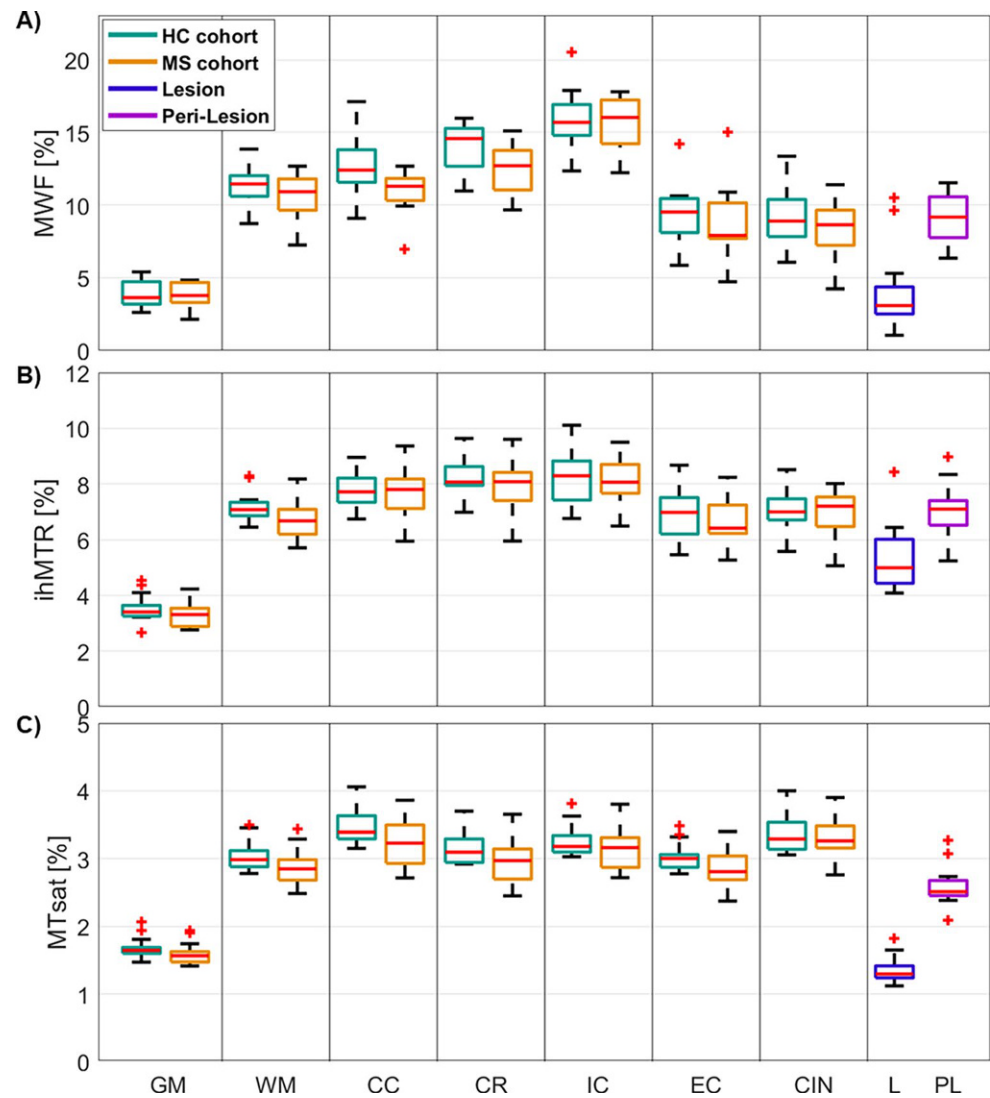
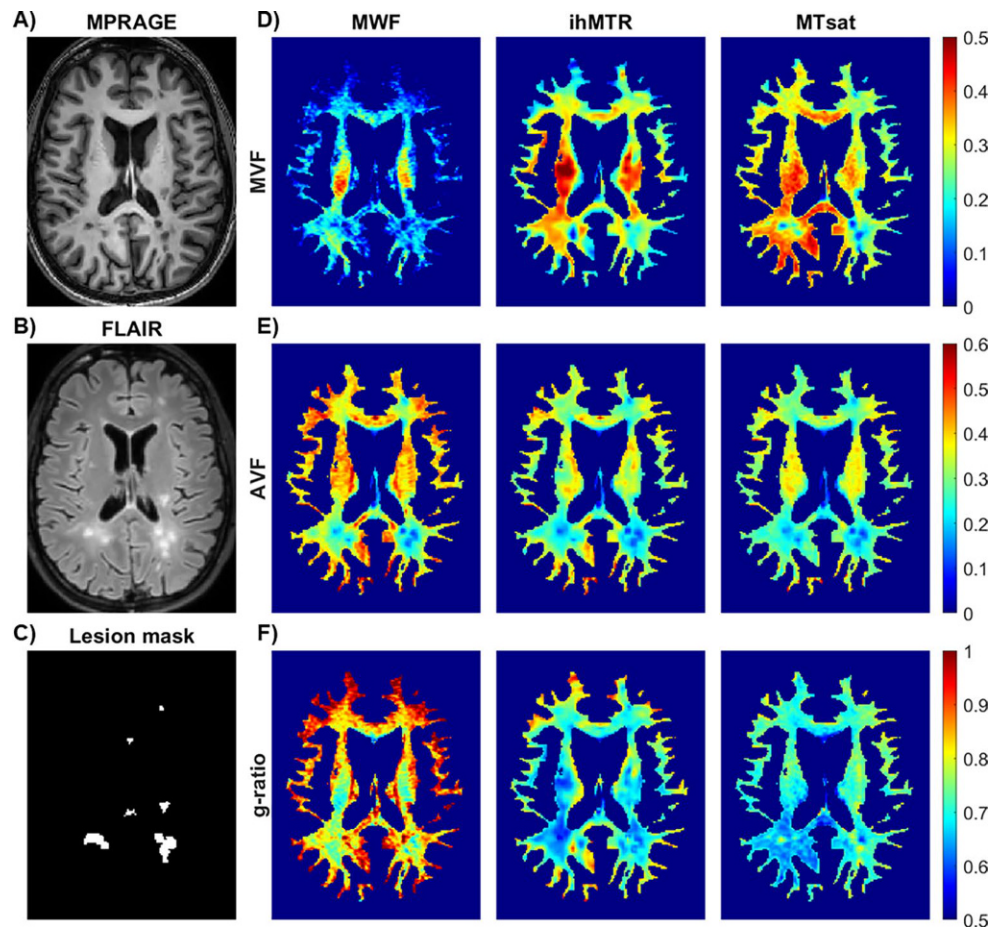


Fig. 3 | 208 Exemplary slice of MPRAGE (A), FLAIR (B), and lesion segmentations (C) of the MS patient shown in the low part figure 1. Myelin volume fractions (MVF) (D) and axonal volume fractions (AVF) (E) were calculated from the myelin water fraction (MWF), inhomogeneous magnetization transfer ratio (ihMTR), and MT saturation (MTsat). For all three myelin-sensitive markers, g-ratios maps (F) were calculated based on MVF and AVF to evaluate the average degree of myelination in each voxel



calculation probably caused by the difference in the tissue sensitivities and in the applied models.

Conclusion: The combined use of several myelin-sensitive measures could be promising for disentangling more subtle structural differences e. g. between different WM structures (MWF) or between peri-lesional and more distant normal-appearing WM (MTsat). However, comparisons with gold standard histology investigating sensitivity and specificity of different MRI contrasts to myelin are needed to disentangle micro-structural effects on MR signal and evaluate the validity of each myelin-sensitive measure and resulting g-ratio map.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References:

1. Laule, C, (2006) JMultScl.
2. MacKay, A, (2006) MRM.
3. Girard, OM, (2015) MRM.
4. Helms, G, (2005) NMRBiomed.
5. Jung, W, (2018) NIMG.
6. Mohammadi, S, (2015) FrontNeuroSc.
7. Duval, T, (2017) NIMG.
8. Stikov, N, (2015) NIMG.

E-Poster

[231] Evaluation der striatalen Atrophie bei Patienten mit Chorea Huntington unter Verwendung einer automatisierten Atrophieabschätzung in strukturellen MRT mit „veganbagel“

Luisa Wolf^{1*}, Christian Rubbert¹, Daniel Weiß¹, Christian Hartmann^{2,3}, Julian Caspers¹

¹Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

²Institut für Neurologie, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

³Institut für Klinische Neurowissenschaften und Medizinische Psychologie, Universitätsklinikum Düsseldorf, Düsseldorf, Deutschland

Hintergrund: Volumetrische Methoden zur Detektion regionaler Hirnvolumenunterschiede sind aufgrund der aufwendigen Postprozessierung zeitintensiv und erfordern Expertise. Studienziel war die Detektion regionaler Hirnvolumenunterschiede mittels automatisierter Atrophiekarten bei Patienten mit Chorea Huntington durch die Open Source Software veganbagel.

Methoden: Mit der veganbagel Software wurden farbkodierte Atrophiekarten anhand von vorhandenen, nativen T1-Sequenzen von 47 Patienten mit Chorea Huntington erstellt (23 Frauen und 24 Männer, mittleres Alter bei Untersuchung 50.8 Jahre). Eine visuelle Rating-Skala (Stufen 0 bis 3) wurde verwendet, um das Ausmaß der striatalen Atrophie zu objektivieren und mit einer bezüglich Alter und Geschlecht passenden

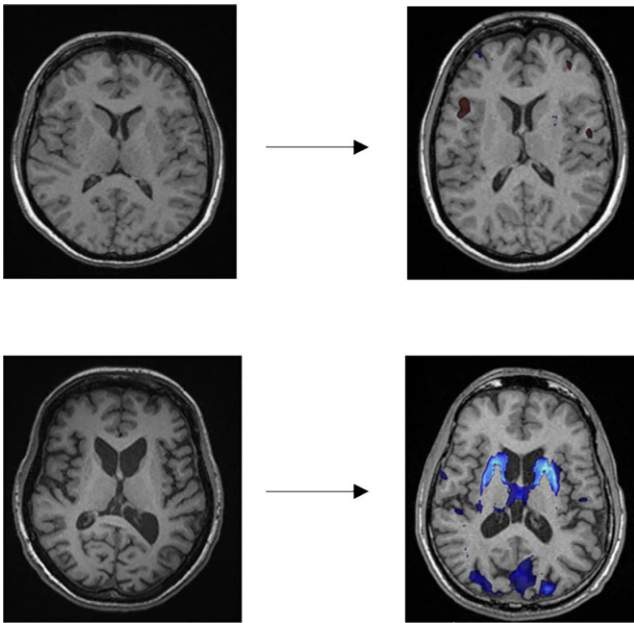


Abb. 1 | 231 Obere Reihe: gesunde Kontrollgruppe, untere Reihe: Patient mit Chorea Huntington, *links* jeweils native T1-Sequenzen, *rechts* nach Prozessierung durch veganbagel

gesunden Kontrollgruppe sowie den etablierten Messverfahren FH/CC und CC/IT zu vergleichen. Ebenfalls wurde das Ausmaß der Atrophie in Korrelation zum klinischen Schweregrad beurteilt.

Ergebnisse: Die Atrophiekarten zeigten signifikant mehr regionale Hirnvolumenunterschiede im Striatum bei Patienten mit Chorea Huntington im Vergleich zur Kontrollgruppe ($p < 0.001$). Das Ausmaß der Atrophie korreliert mit dem klinischen Schweregrad der Erkrankung, gemessen an der Anzahl an Triplet-Repeats ($p = 0.029$, $r = 0.4$). Nach Dichotomisierung anhand der Rating-Skala (≥ 1) weist veganbagel eine höhere Spezifität (95.7 % vs. 87.2 %), aber etwas geringere Sensitivität (97.8 % vs. 100 %) im Vergleich zu FH/CC und CC/IT auf.

Diskussion: Die automatisierte Atrophieschätzung kann ein einfaches und schnelles Hilfsmittel der radiologischen Beurteilung der striatalen Atrophie und somit eine gute Alternative zu bekannten Messverfahren sein. Inwiefern sich dieser Ansatz für die präklinische Erkennung und Überwachung der Krankheit eignet, sollte in größeren prospektiven Studien geprüft werden.

Fazit: Veganbagel ist mittels automatisierter Atrophieschätzung in der Lage, regionale Hirnvolumenunterschiede des Striatums bei Patienten mit Chorea Huntington zuverlässig zu erkennen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[246] Recently Proposed MRI-Based HAVA-Score Outperforms Common Imaging Measures in a Cohort of Possible Neurodegenerative Disorder

Vivian Schultz^{1*}, Benita Schmitz-Koep¹, Pierrick Coupé², Claus Zimmer¹, Timo Grimmer³, Igor Yakushev⁴, Dennis M. Hedderich¹

¹Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, School of Medicine, Munich, Germany

²CNRS, Univ. Bordeaux, Bordeaux INP, LABRI, UMR5800, Talence, France

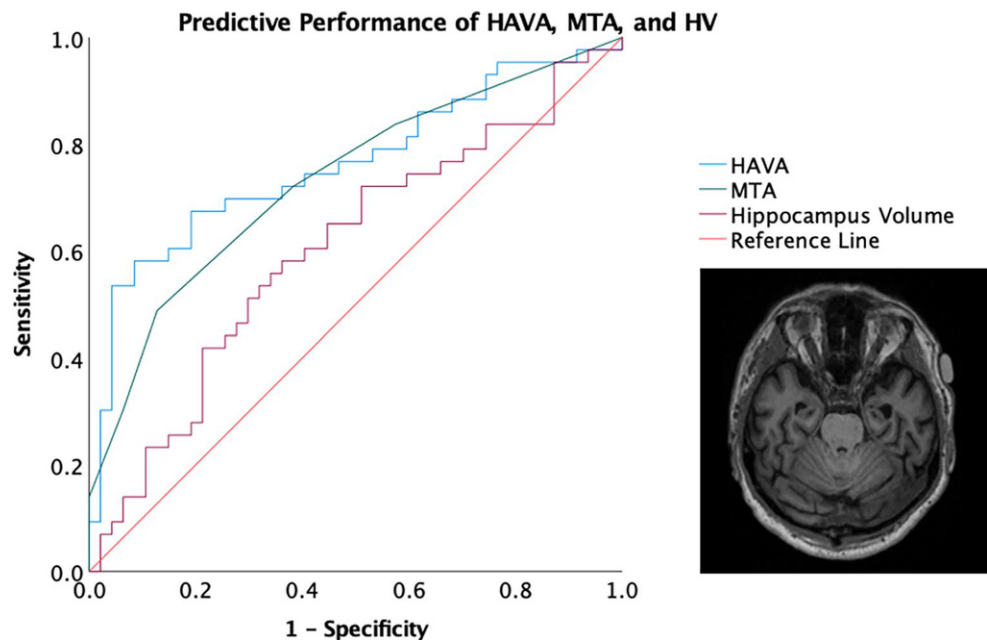
³Department of Psychiatry and Psychotherapy, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, School of Medicine, Munich, Germany

⁴Department of Nuclear Medicine, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, School of Medicine, Munich, Germany

Background: Volumetric analyses of brain MRI are a promising tool in the diagnostic process of dementia patients. However, it is still under debate which regional volumes are best to use. Recently, the Hippocampal-Amygdalo-Ventricular Atrophy score (HAVA) has been introduced to discriminate between cognitively normal controls and patients with Alzheimer's disease (AD). The current study aims at clinical translation of HAVA in a large consecutive cohort of memory clinic patients using FDG-PET as reference standard.

Methods: 93 subjects (mean age: 62.37 ± 7.91 years) with suspected neurodegenerative disease (ND) who underwent combined structural MRI and FDG-PET between 01/01/2017 and 31/12/2017 were included.

Fig. 1 | 246



ed. An experienced neuroradiologist performed MTA score ratings and gave an overall impression of underlying ND. Whole-brain volumetry was performed using AssemblyNet and z-scores corrected for intracranial volume (ICV) were calculated with respect to a large normative cohort. Age-adjusted HAVA z-scores were calculated individually. We performed logistic regression analyses to predict the presence of abnormal FDG-PET metabolism by HAVA, hippocampal volumes (HV), and MTA, further, ROC analysis was performed. Classification results were compared to expert rating.

Results: HAVA outperformed MTA and HV as a predictor of a positive FDG-PET ($p < 0.001$; OR: HAVA = 0.8, HV = 0.9, MTA = 1.6). HAVA further showed a better predictive performance in terms of AUC (76 %) and BACC (75 %) compared with HV and MTA (Fig. 1). Classification performance did not statistically significant differ between HAVA and expert rating ($p = 0.28$); the sensitivity was similar (57 % vs. 56 %), however, specificity of HAVA was higher compared with expert rating (90 % vs. 76 %).

Discussion: Evaluating HAVA as a combined metric of brain structures in a consecutive cohort of memory clinic patients, we find an improved diagnostic performance compared to single measures (HV), and semiquantitative ratings (MTA) for identifying ND based on FDG-PET as well as a reduction of false positives compared with expert rating.

Conclusion: HAVA is a promising biomarker to be used in the diagnostic process of patients with suspected ND.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

- Coupé P, Mansencal B, Clément M, Giraud R, Denis de Senneville B, Ta VT, Lepetit V, Manjon JV. (2020) AssemblyNet: A large ensemble of CNNs for 3D whole brain MRI segmentation. *Neuroimage*. 219:117026. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117026>. Epub 2020 Jun 6. PMID: 32522665.
- Coupé, Pierrick et al. „Towards a unified analysis of brain maturation and aging across the entire lifespan: A MRI analysis. „*Human brain mapping* vol. 38,11 (2017): 5501–5518. <https://doi.org/10.1002/hbm.23743>.
- Coupé P, Manjón JV, Mansencal B, Tourdias T, Cetheline G, Planche V. (2020) Hippocampal-amygdalo-ventricular atrophy score: Alzheimer disease detection using normative and pathological lifespan models. *Hum Brain Mapp*. <https://doi.org/10.1002/hbm.25850>. Epub ahead of print. PMID: 35388950.

Neuroonkologie

Power Pitch Vorträge

[5] Charakterisierung von Tumorzellinfiltration, Vaskularisierung und Immunzell-Mikromilieu in präklinischen Gliommodellen mittels korrelierter multiparametrischer MRT- und Lichtscheiben-Mikroskopie

Katharina Schregel^{1, 2*}, Jessica Hunger^{1, 3}, Chenchen Pan^{2, 4}, Varun Venkataramani^{2, 4}, Manuel Fischer¹, Volker Sturm¹, Julia Bode⁵, Kianush Karimian-Jazi^{1, 2}, Dennis A. Agardy^{3, 6}, Yannik Streibel¹, Theresa Bunse^{3, 6}, Sabine Heiland¹, Wolfgang Wick^{2, 4}, Michael Platten^{3, 6}, Frank Winkler^{2, 4}, Björn Tews⁵, Martin Bendszus¹, Michael Breckwoldt^{1, 3}

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Abteilung für Neuroradiologie, Heidelberg, Deutschland

²Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Klinische Kooperationsseinheit Neuroonkologie, Heidelberg, Deutschland

³Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Klinische Kooperationsseinheit Neuroimmunologie und Hirntumorimmunologie, Heidelberg, Deutschland

⁴Universitätsklinikum Heidelberg, Abteilung für Neurologie, Heidelberg, Deutschland

⁵Universität Heidelberg und Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Schaller Research Group, Heidelberg, Deutschland

⁶Universitätsmedizin Mannheim, Neurologische Klinik, Mannheim, Deutschland

Hintergrund: MRT dient zur Diagnostik und Verlaufskontrolle von Gliomen, erlaubt aber keine Auflösung von Tumorzellinfiltration und wird durch therapiassoziierte Veränderungen erschwert¹. Wir entwickelten und testeten eine Methode zur Koregistrierung und At-

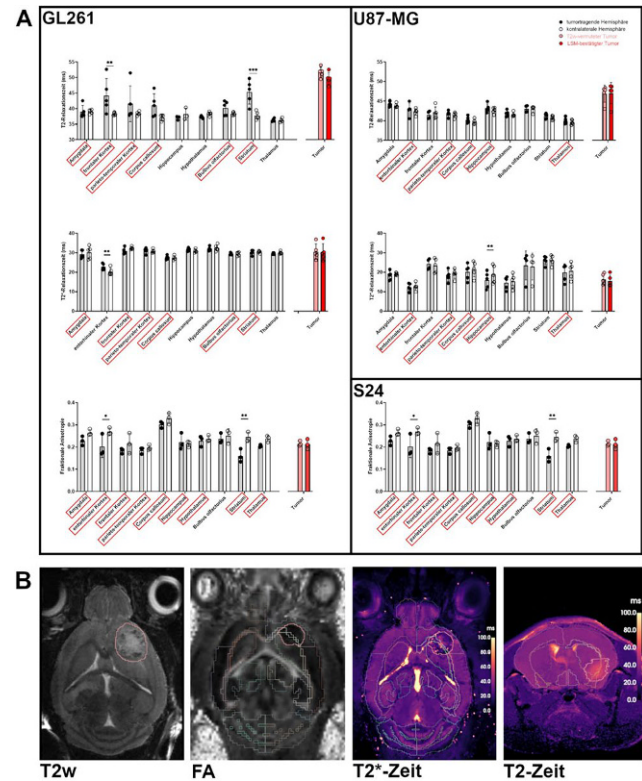


Abb. 1 | 5 Analyse der mittleren FA, T2- und T2+-Relaxationszeiten in anatomischen Hirnregionen und im Gesamttumor. In jedem Gliommodell wurden Atlas-definierte Hirnreale der tumortragenden (schwarze Punkte/grau Balken) und kontralateralen Hemisphäre (weiße Punkte/Balken) mittels zweifaktorieller Varianzanalyse (ANOVA) gefolgt von Šidáks Test für multiple Vergleiche miteinander verglichen. A zeigt die quantitative Analyse. Die * kennzeichnen das Signifikanzniveau der adjustierten p-Werte ($\alpha = 0,5$). Neben den Werten der beiden Hemisphären sind zur Veranschaulichung abgesetzt die im T2w-(rosa Punkte/Balken) und im LSM-basiert (rote Punkte/Balken) segmentierten Gesamttumor ermittelten Werte abgebildet. Hirnreale, in denen in der LSM Gliomzellen detektiert wurden, sind rot umrandet. B zeigt exemplarisch MRT-Daten eines Tiers mit GL261-Tumor. Von links nach rechts sind das T2w-Bild mit segmentiertem Tumor (rosa Linie), die FA-Karte und die Karten der T2*- und T2-Relaxationszeiten gezeigt. Zusätzlich zur Tumorsegmentierung sind auf den FA-, T2*- und T2-Karten die analysierten Atlasregionen dargestellt (insg. 20 Regionen). Die Haupttumormasse war im GL261-Modell im Striatum (hellgrünes Label) und im frontalen Kortex (hellblaues Label) lokalisiert. Diese Regionen wiesen signifikante Unterschiede in der T2-Relaxationszeit und

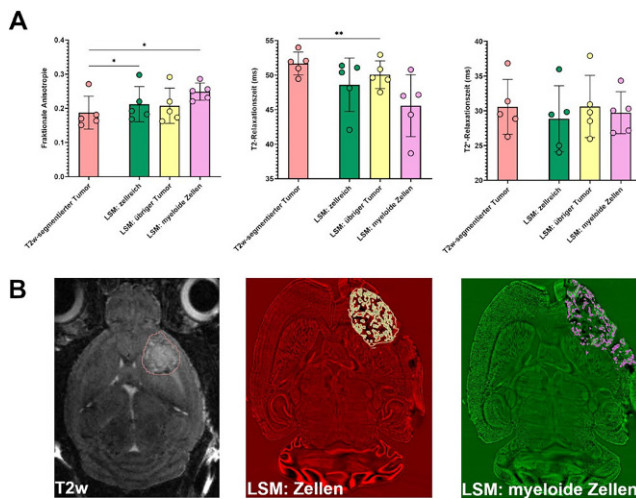


Abb. 1 | 5 Analyse der mittleren FA, T2- und T2*-Relaxationszeiten in Tumorsubregionen. Anhand der LSM-Daten wurden innerhalb der Gliome Subregionen identifiziert, die aus dicht gepackten Tumorzellen (“zellreich”, grüne Punkte/Balken/Label), infiltrierenden myeloiden Zellen (“myeloide Zellen”, rosafarbene Punkte/Balken/Label) und den übrigen, zellärmeren Arealen (“übriger Tumor”, gelbe Punkte/Label) bestanden. In diesen Subregionen wurden die Mittelwerte von FA, T2- und T2*-Relaxationszeit erhoben und mit dem T2w-basiert segmentierten Gesamtumor (lachsfarbene Punkte/Balken/Label) verglichen. A zeigt die Ergebnisse einer einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) gefolgt von Tukeys Test für multiple Vergleiche. Die * kennzeichnen das Signifikanzniveau der adjustierten p-Werte ($\alpha=0,5$). Die FA war in Subregionen mit dicht gepackten Tumor- bzw. myeloiden Zellen höher als im Gesamtumor. Die T2-Relaxationszeit in zellärmeren Tumoranteilen unterschied sich signifikant vom Gesamtumor. In B sind exemplarisch ein T2w-Bild und korrespondierende, koregistrierte LSM-Bilder eines Tiers mit GL261-Tumor gezeigt. Der Gesamtumor wurde auf dem T2w-Bild segmentiert (links, rosa Linie umrandet den Tumor). Die GL261-Implantation erfolgte in transgene CX3CR1-enhanced green fluorescent protein (EGFP)+ C57BL/6J Mäuse³, die GFP in myeloiden Zellen exprimieren. Neben diesen myeloiden Zellen (grüner Kanal, rechts) wurden Tumorzellen für die LSM fluoreszent markiert (roter Kanal, Mitte). Die LSM-Datensätze wurden zur Segmentierung der o. g. Subregionen genutzt

las-basierten Analyse von MRT und Lichtscheibenmikroskopie (LSM) in drei Gliommodellen.

Methoden: Zwei umschriebene wachsende (GL261 und U87-MG, je $n=5$ Mäuse) und eine invasive Gliomlinie (S24, $n=3$ Mäuse) wurden orthotop in C57BL/6J bzw. NMRI nude Mäuse implantiert. Nach Tumoretablierung erfolgten MRT-Messungen mit T1w/T2w, DTI, T2- und T2*-Relaxometrie. Die Gehirne wurden danach für LSM prozessiert. Mikrovaskulatur, Gliom- und myeloide Zellen und wurden fluoreszent markiert. Nach Koregistrierung der LSM- und MRT-Daten auf einen Atlas² wurden die Gliome T2w- und LSM-basiert segmentiert. Tumorvolumina und Mittelwerte von FA, T2- und T2*-Relaxationszeit wurden in Tumor- und Atlas-Regionen verglichen.

Ergebnisse: In der GL261-tragenden Hemisphäre waren die frontale und striatale T2-Zeit und die entorhinale T2*-Zeit höher als kontralateral (Abb. 1). Im U87-MG-Gliom war die hippocampale T2*-Zeit und im S24-Modell die striatale und entorhinale FA der inokulierten Hemisphäre signifikant niedriger als auf der Gegenseite. Die FA des GL261-Gesamtumors war niedriger als in zell- und Myeloidzellreichen und die T2-Zeit höher als in zellärmeren Anteilen (Abb. 2). Die T2w- und LSM-basierten Tumorvolumina stimmten in GL261 und U87-MG überein und unterschieden sich im S24-Modell signifikant.

Diskussion: Die Koregistrierung von MRT- und LSM-Daten ermöglicht die systematische Erhebung quantitativer MR-Parameter und Interpretation anhand der zellulären „ground truth“ der LSM. Der Atlas-basierte Vergleich eignet sich v. a. für die Evaluation invasiver Gliome, da deren Ausdehnung im Standard-MRT nicht exakt bestimmbar ist. Die LSM-basierte Analyse zeigt, dass das Verfahren zur Entschlüsselung von MR-Signaturen und zur Charakterisierung der Heterogenität von Gliomen nutzbar ist.

Fazit: Die Korrelation von MRT- und LSM optimiert die bildgebende Charakterisierung von Gliom-Modellen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

- Ellingson, B. M., Chung C., Pope, W. B., Boxerman, J. L., Kaufmann, T. J. (2017) Pseudoprogression, radionecrosis, inflammation or true tumor progression? challenges associated with glioblastoma response assessment in an evolving therapeutic landscape. *J. Neurooncol.* 134, 495–504.
- Dorr, A. E., Lerch, J. P., Spring, S., Kabani, N., Henkelman, R. M. (2008) High resolution three-dimensional brain atlas using an average magnetic resonance image of 40 adult C57BL/6J mice. *NeuroImage* 42, 60–9.
- Jung, S. et al. (2000) Analysis of Fractalkine Receptor CX3CR1 Function by Targeted Deletion and Green Fluorescent Protein Reporter Gene Insertion. *Mol. Cell. Biol.* 20, 4106–4114

[36] Tumorwachstumsmodellierung von Glioblastomen: Ein Schritt in Richtung personalisierter Strahlentherapie

Marie-Christin Metz^{1*}, Lucas Zimmer², Ivan Ezhov², Jan Peeken³, Josef A. Buchner³, Bjoern Menze², Benedikt Wiestler¹

¹Technische Universität München, Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, München, Deutschland

²Universität Zürich, Department of Quantitative Biomedicine, Zürich, Schweiz

³Technische Universität München, Klinik für RadioOnkologie und Strahlentherapie, München, Deutschland

Hintergrund: Ein wesentlicher Grund für das schlechte Therapieansprechen von Glioblastomen ist ihre diffuse Infiltration im Gewebe, welche von standardisierten Strahlentherapieplänen häufig nicht abgedeckt wird. Mithilfe KI-basierter Tumorwachstumsmodelle versuchen wir, die exakte Ausbreitung der Tumoren aus den präoperativen MRT-Daten vorherzusagen und somit eine personalisierte Therapie zu ermöglichen.

Methoden: Unser Wachstumsmodell beruht auf einem neuen, KI-basierten Lösungsansatz für das inverse Problem in der Modellierung der Tumorausbreitung, welches kürzlich von unserer Arbeitsgruppe vorgestellt wurde [1]. Hier modellierten wir das Wachstum für 30 Glioblastome mithilfe der FLAIR-, T2-, T1- und T1-Gd-Daten. Zum Vergleich erstellten wir jeweils die konventionellen Bestrahlungspläne und registrierten diese auf das Rezidiv. Wir bestimmten jeweils sowohl das Zielvolumen, als auch die prozentuale Abdeckung des späteren Rezidivs. Zur statistischen Auswertung führten wir den Wilcoxon Signed Rank Test durch.

Ergebnisse: Der Vergleich mit den konventionellen Bestrahlungsplänen ergab in Abhängigkeit der Wahl des Cut Off-Wertes für die simulierte Tumorzellichte eine vergleichbare bis bessere Abdeckung des Rezidivs (im Durchschnitt 0,8 % Verbesserung bei einem Grenzwert von 50 % Tumorzellichte, $p=0,797$, siehe Abb. 1). Abb. 2 zeigt beispielhaft einen Patienten, bei dem das Rezidiv bei einer simulierten Tumorzellichte von 0,5 vollständig durch das Wachstumsmodell abgedeckt wird, wohingegen der konventionelle Strahlentherapieplan nur einen Teil des Rezidivs überlagert.

Diskussion: Mathematische Tumorwachstumsmodelle besitzen das Potential, die Therapie von Glioblastomen zu personalisieren, indem

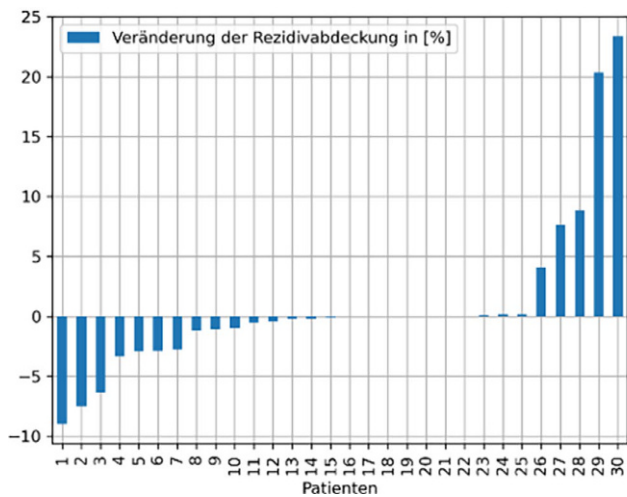


Abb. 1 | 36 Veränderung der Rezidivabdeckung durch die Wachstumsmodelle pro Patient, im Vergleich zu den standardisierten Strahlentherapieplänen

sie ihr exaktes Wachstumsverhalten prognostizieren. Eine wichtige Entscheidung ist dabei der Cut-Off-Wert für die simulierte Tumorzell-dichte. Wir fanden mit einem Wert von 0,5 hier den sinnvollsten Grenzwert.

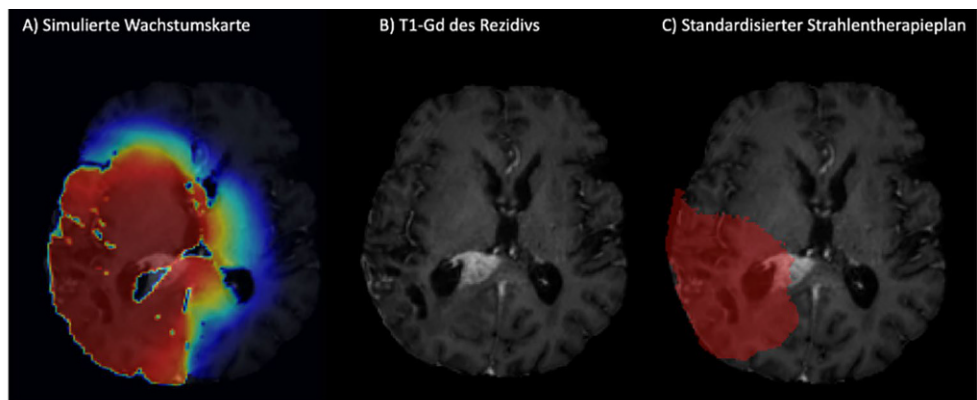
Fazit: Das hier vorgestellte Tumorwachstumsmodell für Glioblastome zeigt eine vergleichbare bis bessere Abdeckung des künftigen Rezidivs im Vergleich zu konventionellen Strahlentherapieplänen. Insbesondere die Bestrahlungsplanung diffus infiltrierender Gliome könnte hiervon profitieren.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. I. Ezhov *et al.* (2021) „Learn-Morph-Infer: a new way of solving the inverse problem for brain tumor modeling.“. Doi: 10.48550/arXiv.2111.04090

Abb. 2 | 36 Patientbeispiel, bei dem die diffuse Ausbreitung des Rezidivs über das Corpus callosum (B) durch das Wachstumsmodell (A) besser erfasst wird als durch den standardisierten Strahlentherapieplan (C)



[65] Inzidenz, Verlauf und klinische Relevanz neu aufgetretener Schrankenstörungen im MRT nach hochdosierter Strahlentherapie hirneigener Tumoren – Vergleich Protonen- vs. Photonentherapie

Arne Grey^{1*}, Justus Thiem², Hannes Wahl¹, Kay Engelland¹, Annekatrin Seidlitz², Rebecca Bütof², Esther G. C. Troost², Mechthild Krause², Jennifer Linn¹

¹Institut und Poliklinik für diagnostische und interventionelle Neuroradiologie, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Carls Gustav Carus, Technische Universität Dresden, Dresden, Deutschland

²Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie und Radioonkologie, Medizinische Fakultät und Universitätsklinikum Carls Gustav Carus, Technische Universität Dresden, Dresden, Deutschland

Hintergrund: Protonenstrahlung bietet im Vergleich zur Photonenstrahlung den Vorteil, die Eindringtiefe in das bestrahlte Gewebe so präzise zu bestimmen, dass sich die Dosis auf die Tumorregion konzentriert und das umgebende Gewebe weitestgehend geschont wird. In vielen Körperregionen konnten bereits gute therapeutische Erfolge, insbesondere eine Reduktion der strahlenbedingten Nebenwirkungen, gezeigt werden. Das Ziel dieser retrospektiven Untersuchung war der Vergleich zwischen Protonen- und Photonentherapie für hirneigene Tumoren in Bezug auf das Auftreten neuer postradiogener Blut-Hirn-Schrankenstörungen (pBHS).

Methoden: Wir identifizierten alle Patienten, die in unserer Einrichtung zwischen 01.01.2012 und 31.03.2019 eine intrakranielle Hochdosis-Strahlentherapie erhalten haben ($n=586$; 54–60 Gy). Davon erfüllten $n=245$ (145 mit Photonen-; 100 mit Protonentherapie) die Ein- und Ausschlusskriterien (Alter > 18 Jahre; hirneigener Tumor, posttherapeutische MRT-Verlaufskontrollen über mind. 12 Monate vorliegend, keine Vor- oder Re-Bestrahlung, keine Bestrahlung mit Protonen und Photonen). Die Auswertung der MRTs mit Einordnung einer BHS als postradiogen oder tumorbedingt erfolgte anhand standardisierter MR-Bildkriterien durch zwei erfahrene Neuroradiologen, die gegenüber der Bestrahlungsart verblindet waren.

Ergebnisse: Es wurde bei insgesamt 61 (24,9 %) Patienten eine pBHS diagnostiziert (Protonen 43 (43 %); Photonen 18 (12,4 %), $p>0,0001$).

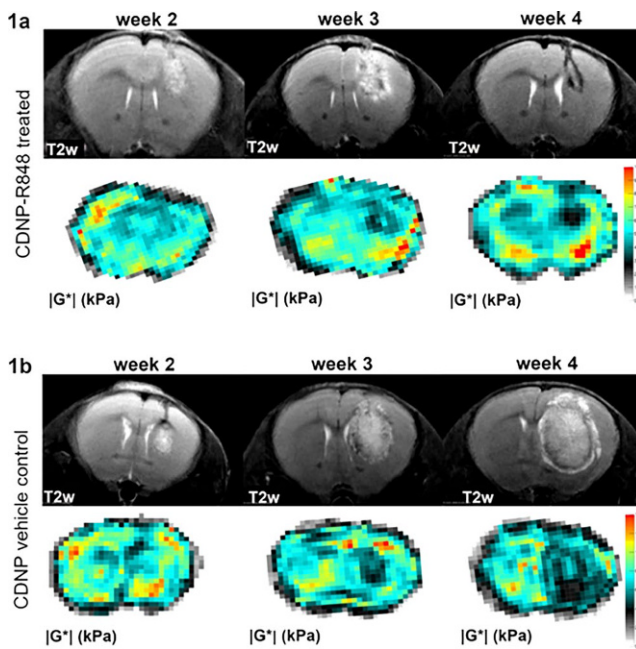


Fig. 1 | 175 T2-weighted images and corresponding stiffness maps (MRE parameter viscoelasticity $|G^*|$ in kPa) of an animal receiving treatment (CDNP-R848; **1a**) and for a vehicle control animal (**1b**) are shown. The three images represent one time point each. Week 2 is the baseline before initiation of therapy, MRI at week 3 was acquired during the therapeutic effector phase and week 4 scans were performed after completion of treatment. Qualitatively, all tumors were softer than contralateral brain tissue at all time points. T2w images revealed no apparent differences between treated and untreated gliomas at week 2, while mean tumor stiffness differed significantly (see also Fig. 2b). The lower stiffness of CDNP-R848 treated tumors is likely caused by increased immune cell infiltration and associated edema. After therapy completion at week 4, only small tumor residues were visible on T2w images of treated animals, while controls presented with large gliomas. Tumor stiffness of treated animals trended to be lower than in controls. However, the small volumes of tumor residues in the therapy group complicated analysis. Moreover, stiffness maps of controls exhibit in

Die Zeit bis zum ersten Auftreten der pBHS betrug im Median bei Protonen 341 und bei Photonen 437 Tage ($p=0,011$).

Diskussion: Der hohe Anteil pBHS insgesamt und insbesondere nach Protonentherapie ist wahrscheinlich multifaktoriell bedingt. Die Hochdosis-Bestrahlung, die Lage der Tumoren und die physikalischen Eigenschaften der Protonen könnten eine Rolle spielen.

Fazit: Die aus anderen Körperregionen bekannten, geringeren strahlenbedingten Nebenwirkungen nach Protonentherapie sind möglicherweise nicht direkt auf primäre Hirntumoren übertragbar bzw. beziehen sich in erster Linie auf Normalgewebe in nicht unmittelbarer Nähe, sondern etwas entfernt vom Zielvolumen. Die Korrelation der Daten mit klinischen Symptomen ist aktuell noch in Arbeit.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[175] Magnetic Resonance Elastography for monitoring myeloid-targeted immunotherapy in a preclinical glioma model

Yannik Streibel^{1*}, Jessica Hunger^{1,2}, Verena Turco², Manuel Fischer¹, Volker Sturm¹, Kianush Karimian-Jazi^{1,2}, Dennis A. Agardy^{2,3}, Giacomo Annio^{4,5}, Rami Mustapha⁶, Christopher B. Rodell⁷, Wolfgang Wick^{2,8}, Ralph Sinkus^{4,5}, Sabine Heiland¹, Michael Platten^{2,3}, Martin Bendszus¹, Michael Breckwoldt^{1,2}, Katharina Schregel^{1,2}

¹Universitätsklinikum Heidelberg Neurologische Klinik: Neuroradiologie, Heidelberg, Deutschland

²Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg, Deutschland

³Universitätsklinikum Mannheim, Neurologie, Mannheim, Deutschland

⁴Institut national de la santé et de la recherche médicale, Laboratory for Vascular Translational Science (U1148), Paris, Frankreich

⁵King's College London, School of Biomedical Engineering and Imaging Sciences, London, Vereinigtes Königreich

⁶King's College London, Richard Dumbleby Laboratory of Cancer Research, School of Cancer & Pharmaceutical Sciences, London, Vereinigtes Königreich

⁷Drexel University School of Biomedical Engineering, Science and Health Systems, Philadelphia, USA

⁸Universitätsklinikum Heidelberg, Neurologie, Heidelberg, Deutschland

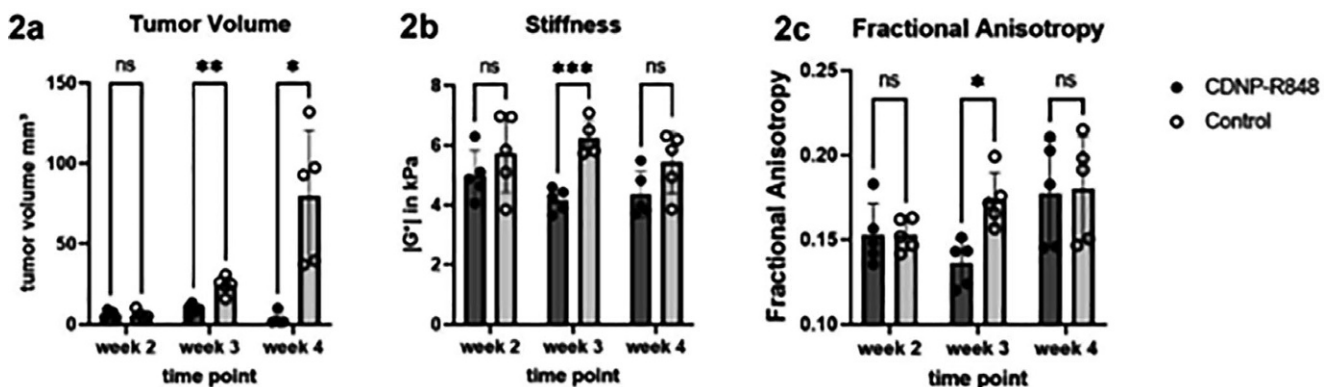


Fig. 2 | 175 Statistical analysis of tumor volume in mm³, tumor stiffness $|G^*|$ in kPa and Fractional Anisotropy. Mixed-effects analyses followed by Šikák's test for multiple comparisons were conducted. Asterisks indicate level of significance of multiplicity adjusted p -values ($\alpha=0.5$). The group, which received just the vehicle (CDNP) is shown in white. Tumor volumes were significantly lower in the therapy group compared to controls following therapy induction at week 2. Thus, CDNP-R848 treatment was effective and induced tumor regression. During the effector phase of the therapy at week 3, mean tumor stiffness was significantly lower in treated animals. FA show a similar difference, however to a lesser extent. After completion of the therapy when treated tumors had mainly resolved, tumor stiffness trended to be lower in the therapy group while FA was similar in both groups

Background: Glioblastoma is the most common and highly malignant primary brain tumor. As biomechanics is influenced by the underlying tissue structure and organization¹, we hypothesized that MR Elastography (MRE) can detect effects of immunotherapeutic intervention by nanoparticles encapsulating a dual toll like receptor 7/8 agonist (CDNP-R848)² in a preclinical glioma model.

Methods: GL261 glioma cells were orthotopically implanted in 12 female C57BL/6 mice. Six mice were treated with CDNP-R848 (14, 17 and 20 days after implantation), while the remaining mice received CDNP vehicle control. Longitudinal MRI was conducted before (week 2 after implantation=baseline), during (week 3) and after therapy (week 4) and comprised T2w, DTI and MRE.

Results: Tumor volume was significantly smaller in the therapy group following therapy induction (Fig. 1,2a). Biomechanically, tumors were softer than contralateral healthy brain tissue (Fig. 1). During therapy (week 3), tumors of treated animals exhibited significantly lower mean stiffness than controls (4.2 kPa vs. 6.2 kPa, $p=0.0008$; Fig. 2b). The fractional anisotropy (FA) was also significantly lower at week 3 (0.14 vs. 0.17; $p=0.0128$; Fig. 2c). After therapy and when responding tumor had undergone remission, stiffness tended to be lower in treated animals, while FA was similar in both groups.

Discussion: CDNP-R848 treatment was effective and induced tumor regression. MRE and DTI metrics showed significant differences between treatment groups over time, which likely is due to increased immune cell infiltration and associated edema evoked by CDNP-R848. As this effect was more pronounced in stiffness than FA when comparing tumor stiffness of both groups, MRE might be a useful tool for therapy monitoring. After therapy when tumors had mainly resolved, there was only a trend of lower stiffness in treated tumors. This is presumably caused by the small remaining tumor volumes or reactive gliosis in treated animals.

Conclusion: MRE could prove useful for therapy monitoring of glioblastoma.

Conflict of Interest: No conflict of interest.

References

1. Sack, I et al.(2013) SoftMatter
2. Rodell, CB et al.(2018) NatBiomedEng

[192] Metabolic Imaging of malignant gliomas during immunotherapeutic intervention using chemical exchange saturation transfer (CEST) MRI at 9.4 Tesla

Kianush Karimian-Jazi^{1,2*}, Volker Sturm¹, Katharina Schregel^{1,2}, Jessica Hunger^{1,3}, Verena Turco³, Manuel Fischer¹, Yannik Streibel¹, Nikolaus von Knebel-Doerberitz⁴, Andreas Korzowski⁴, Steffen Goerke⁴, Florian Kroh⁴, Mark Ladd⁵, Heinz-Peter Schlemmer⁴, Daniel Paech^{4,6}, Christopher B. Rodell⁷, Michael Platten^{3,8}, Wolfgang Wick^{2,9}, Sabine Heiland¹, Martin Bendszus¹, Michael Breckwoldt^{1,3}

¹Universitätsklinikum Heidelberg, Abteilung für Neuroradiologie, Heidelberg, Deutschland

²Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Klinische Kooperationseinheit Neuroonkologie, Heidelberg, Deutschland

³Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Klinische Kooperationseinheit Neuroimmunologie und Hirntumorimmunologie, Heidelberg, Deutschland

⁴Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Abteilung für Radiologie, Heidelberg, Deutschland

⁵Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ), Abteilung Medizinische Physik in der Radiologie, Heidelberg, Deutschland

⁶Universitätsklinikum Bonn, Abteilung für Neuroradiologie, Bonn, Deutschland

⁷Drexel University School of Biomedical Engineering, Science and Health Systems, Philadelphia, USA

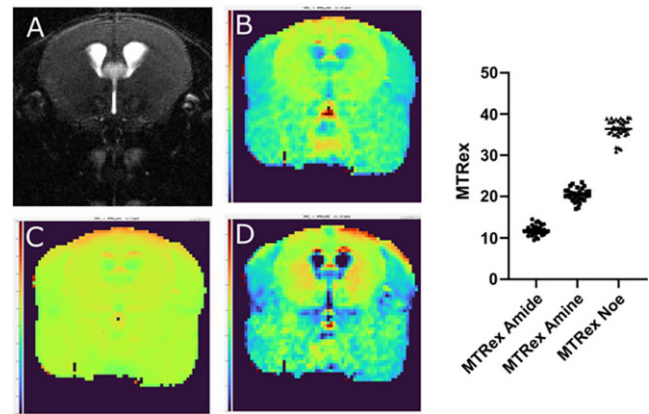


Fig. 1 | 192

⁸Universitätsklinikum Mannheim, Neurologie, Mannheim, Deutschland

⁹Universitätsklinikum Heidelberg, Neurologie, Heidelberg, Deutschland

Background: MRI is the main modality for initial diagnosis of primary brain tumors and for differentiating them from brain metastases or other intracranial lesions. However, differentiation between tumor progression and pseudoprogression, as well dissecting metabolic information, remains challenging as sensitivity and specificity of current advanced imaging techniques such as diffusion-weighted imaging or perfusion-weighted imaging are limited. [1] Here we hypothesized that chemical exchange saturation transfer (CEST), a non-invasive imaging technique based on magnetization transfer from protons in biomolecules to water [2] can detect metabolic changes that occur during immunotherapy of glioma.

Methods: CEST imaging was implemented at a 9.4 T Bruker experimental MRI scanner. First, sequence stability was tested in a test-retest design in healthy C57BL/6 mice. To assess CEST imaging in glioma we used the GL261 glioma model. GL261 cells were orthotopically implanted into 12 female C57BL/6 mice. Six mice were treated with the experimental immunotherapeutic TLR7/8 agonist CDNP-R848 [3] (14, 17 and 20 days post-implantation), while the remaining mice received CDNP vehicle control. Longitudinal MRI were performed before (week 2 after implantation), during (week 3) and after therapy (week 4) and included T2w and CEST.

Results: Test-retest reliability showed a good stability of the sequence with comparable values in all three MTRex signals (Amide, Amine, Noe) at three different time points and in different mice ($n=6$) (Fig. 1). In the GL261 glioma model, CDNP-R848 led to partial response which was characterized by a re-normalization and significant increase in the MTRex signaling ratio (tumour/healthy brain) over the treatment course, while CDNP vehicle treated mice showed progressive disease and consecutive CEST ratio drop (Fig. 2a/b). Interestingly, there was pronounced tumour heterogeneity in the MTRex signals, especially in the MTRex Amide signal in the late tumor stage (week, 4, Fig. 3).

Discussion: CDNP-R848 showed high treatment efficacy and led to a re-normalization of the metabolic properties of the tumor in relation to the healthy brain with clear differences to vehicle treatment. The clinical relevance of CEST imaging is localizing active tumor areas and to better understand tumor heterogeneity. We aim to better characterize the origin of the CEST contrast by correlated histological and spatial metabolic analysis.

Conclusion: CEST imaging is a promising approach to analyze molecular and metabolic heterogeneity in glioma models.

Conflict of Interest: No conflict of interest

Fig. 2a | 192 Analysis of MTRex signal in CDNP-R848 mice (3-week timeline): Comparison of MTRex Amide-, MTRex Amine- and MTRex Noe-Signal in the healthy contralateral hemisphere and tumor region showed a significant increase of the ratio (tumor/healthy brain) over time (MTRex Amide: $p=0.01$; MTRex Amine: $p=0.02$; MTRex Noe: $p=0.015$) with concurrent tumour volume reduction

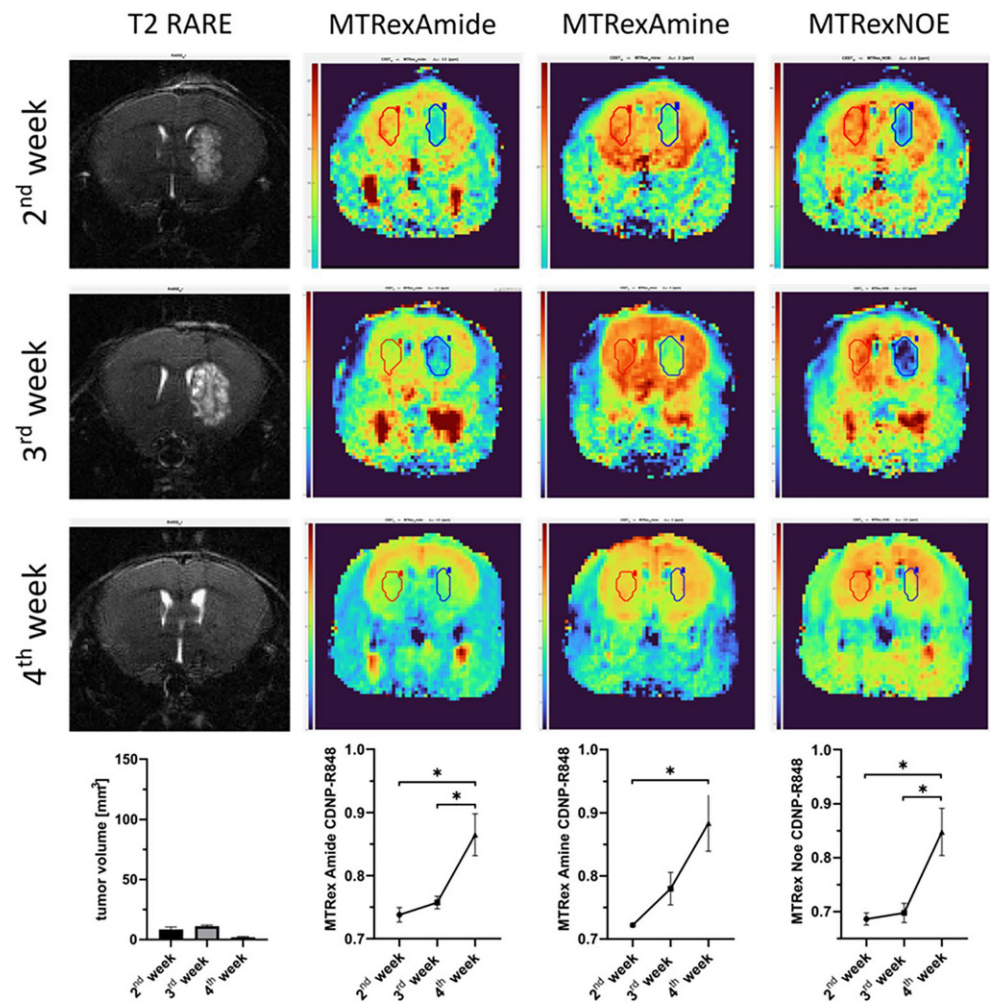


Fig. 2b | 192 Fig. 2a: Analysis of MTRex signal in CDNP vehicle control mice (3-week timeline): Comparison of MTRex Amide-, MTRex Amine- and MTRex Noe-Signal in healthy contralateral brain side and tumor area showed a significant decrease of the ratio (tumor/healthy brain) over time (MTRex Amide: $p=0.0075$; MTRex Amine: $p=0.002$; MTRex Noe: $p=0.03$) with increase of tumor volume.

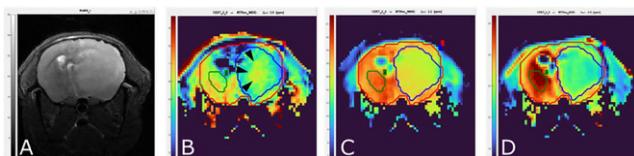
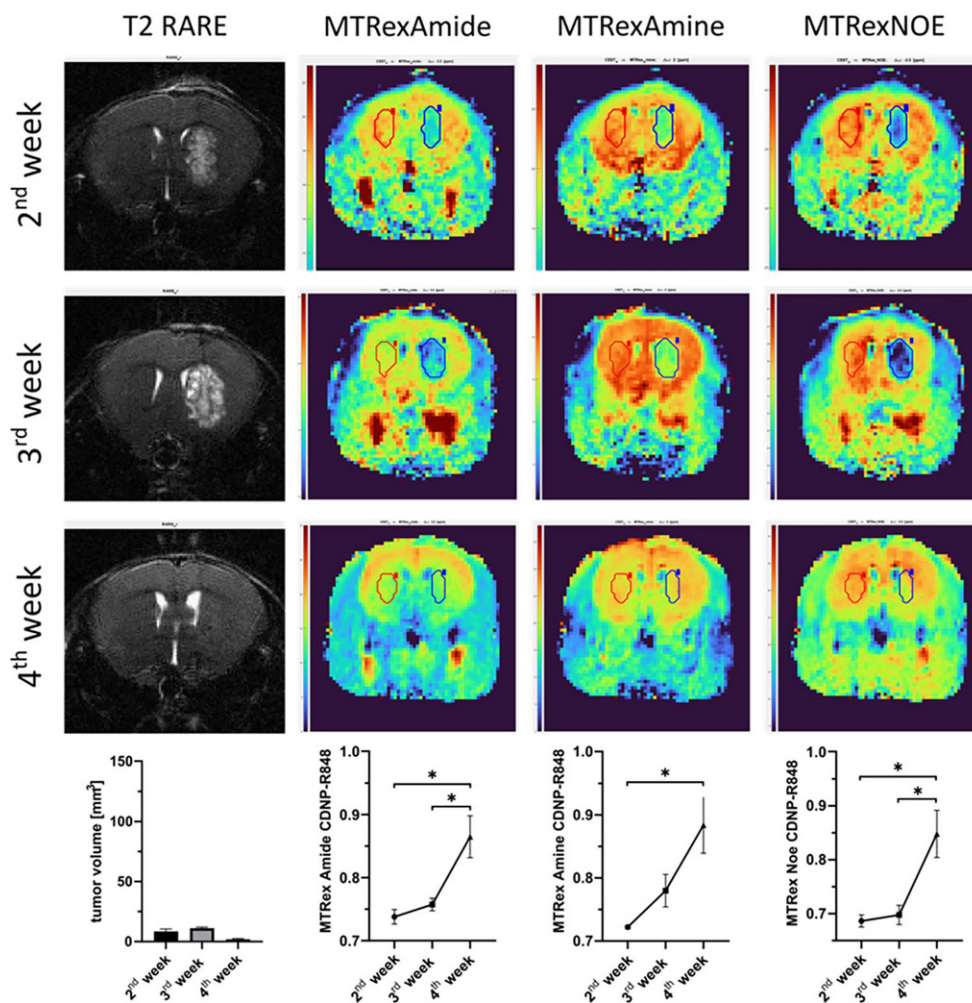


Fig. 3 | 192 Representative images of Gli261 glioma in week 3 (CDNP vehicle mouse): Black arrowheads indicate heterogeneous areas within the tumor mass (center) which are particularly apparent in CEST, especially in MTRex AMide signal (T2 RARE (A), MTRex AMide (B), MTRex Amine (C), MTRex Now (D))

References

1. Young, R. J. et al. (2011) Potential utility of conventional MRI signs in diagnosing pseudoprogression in glioblastoma. *Neurology* 76, 1918–1924, <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31821d74e7>
2. Mamoune, K. E., Barantin, L., Adriaensen, H., Tillet, Y. (2021) Application of Chemical Exchange Saturation Transfer (CEST) in neuroimaging. *J Chem Neuroanat* 114, 101944
3. Rodell, C. B. et al. (2018) TLR7/8-agonist-loaded nanoparticles promote the polarisation of tumor-associated macrophages to enhance cancer immunotherapy. *Nat Biomed Eng* 2, 578–588, <https://doi.org/10.1038/s41551-018-0236-8>

[254] Multiparametrische Untersuchung der APT-CEST Bildgebung bei Tumoren

Jan-Rüdiger Schüre^{1*}, Ulrich Pilatus¹, Elke Hattingen¹, Elisabeth Neuhaus¹, Katharina Wenger-Alakmeh¹, Eike Steidl¹

¹Neuroradiologie, Goethe Universitätsklinikum, Frankfurt am Main, Deutschland

Background: Amide Proton Transfer-Chemical Exchange Saturation Transfer (APT-CEST) ist eine MR-Methode, mit der MR-Biomarker für die Differenzierung von niedrig und höher gradigen Gliomen, wie z. B. der intrazelluläre pH-Wert (pHi), gemessen werden können [1–6]. Für die Charakterisierung des APT-CEST Kontrastes in vivo haben wir eine multiparametrische Messung und Korrelationsanalyse mit dem mittels ³¹P MR-Spektroskopie bestimmten pHi sowie mit ¹H und ³¹P-Metaboliten vorgenommen.

Methoden: In dieser Studie wurden 17 Patienten mit unterschiedlichen Hirntumoren präoperativ an einem 3T MR Scanner untersucht. Wir segmentierten semiquantitativ die neuropathologisch diagnostizierten Tumore (10 Glioblastome, 4 Metastasen, 2 Astrozytome, 1 Lymphom) mithilfe von BRATS⁷ in nekrotische Bereiche, peritumorales Ödem und KM-anreicherndes Tumorgewebe. Die Segmentierungen wurden an die räumliche Auflösung der spektroskopischen Daten angepasst und für die CEST Kontraste (MTR_{Asym}, MTR_{rex}, AREX) sowie spektroskopisch ermittelten Parameter bestimmt (Abb. 1).

Ergebnisse: Für den aus der ³¹P MRS ermittelten pHi fand sich eine Korrelation mit den verschiedenen APT-CEST Kontrasten ($r > 0.6$). Der

auf T1-Effekte korrigierte AREX Kontrast zeigte hingegen keine Korrelation mit dem mittels ^{31}P MRS ermittelten pHi (Abb. 2). Allerdings war AREX in KM-anreichernden Gewebe deutlich erhöht. Die MTR_{asym} korrelierte mit malignitätsspezifischen MRS Markern ($r > 0.5$) (Abb. 3).

Diskussion: Unsere Ergebnisse unterstützen die bekannte pH-Sensitivität der mittels APT-CEST messbaren Kontraste. Diese Korrelation geht verloren, wenn die APT-CEST Kontraste auf T1-Effekte korrigiert werden. Da in KM-anreichernden Gewebe AREX dennoch erhöht war, könnte der APT Kontrast im Wesentlichen durch die Amid-Proteindichte beeinflusst sein.

Fazit: Der auf T1-Effekte korrigierte APT-CEST Kontrast kann nicht zur Messung des pHi herangezogen werden. Möglichweise eignet sich AREX zur Darstellung der Proteinkonzentration in Hirntumoren. Die MTR_{asym} korreliert mit malignitätsspezifischen Markern aus der MR-

Spektroskopie und ist somit ein weitere vielversprechender in vivo Biomarker bei Hirntumoren.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Su et al. (2017) Amide Proton Transfer Imaging Allows Detection of Glioma Grades and Tumor Proliferation: Comparison with Ki-67 Expression and Proton MR Spectroscopy Imaging
2. Philips Healthcare (2021) Verbesserungen von Hirntumor-MRT mit APT-gewichteter Bildgebung. <https://www.philips.de/healthcare/education-resources/publications/fieldstrength/enhancing-brain-tumor-mri-with-apt>. Accessed
3. Peach et al. (2018) Assessing the predictability of IDH mutation and MGMT methylation status in glioma patients using relaxation-compensated multipool CEST MRI at 7.0 T, Neuro Oncol
4. Vernone et al. (2019) The analysis of glutamate and glutamine frequencies in human proteins as marker of tissue oxygenation, R Soc Open Sci
5. Zhou, J., Payen, J., Wilson, DA., Traystman, RJ., Zijl, V., Peter, CM. (2003) Using the amide proton signals of intracellular proteins and peptides to detect pH effects in MRI. Nat Med
6. Schüre et al. (2019) The pH sensitivity of APT-CEST using phosphorus spectroscopy as a reference method, NMR in Biomedicine
7. Koler, F. et al. (2020) Translating Bra TS Brain Tumor Segmentation Algorithms into Clinical and Scientific Practice, Neuroscience

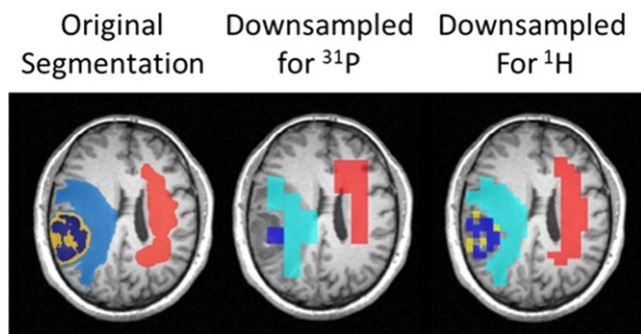


Abb. 1 | 254 [links]: Output der Tumorsegmentierung mit BRATS (Nekrose = dunkelblau, KM-anreichernd = Gelb, peritumorales Ödem = hellblau) + zusätzlich eingezeichneter kontralateraler WM (rot). Darauf aufbauend wurde eine Schwellwert-basierte Anpassung der Segmentierungen an die räumliche Auflösung der Phosphorspektroskopie [mitte] und Protonenspektroskopie [rechts] durchgeführt. Über den eingeführten Schwellwert sollen Partivolumeneffekte reduziert werden, was jedoch zu Reduktion der Datenpunkte führen kann

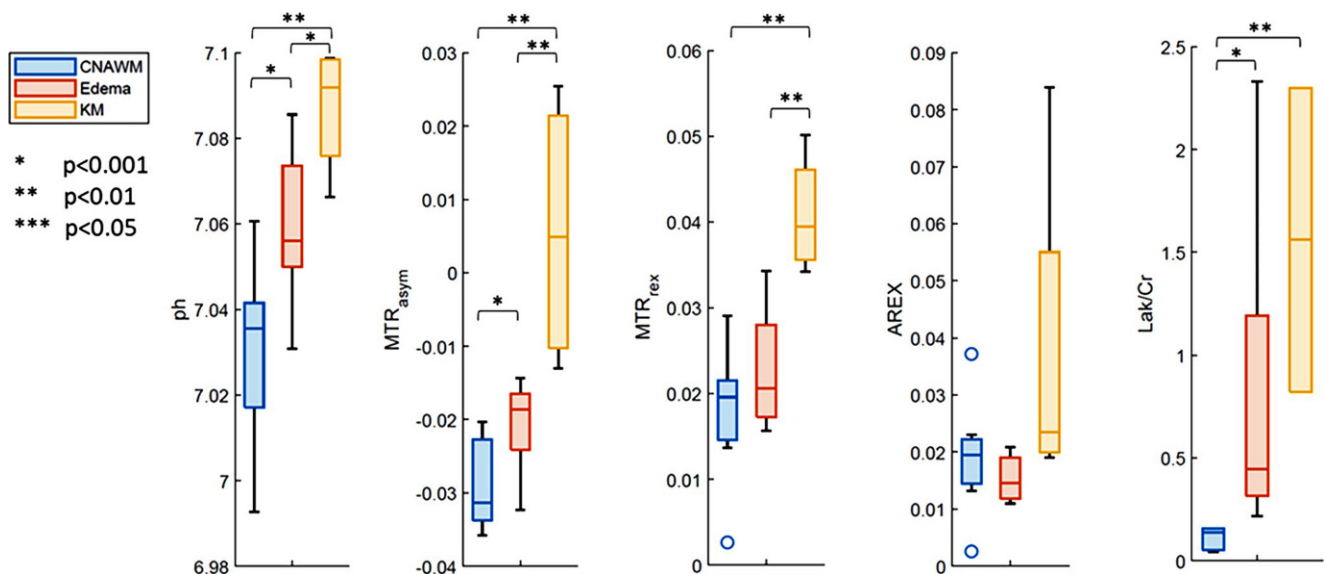
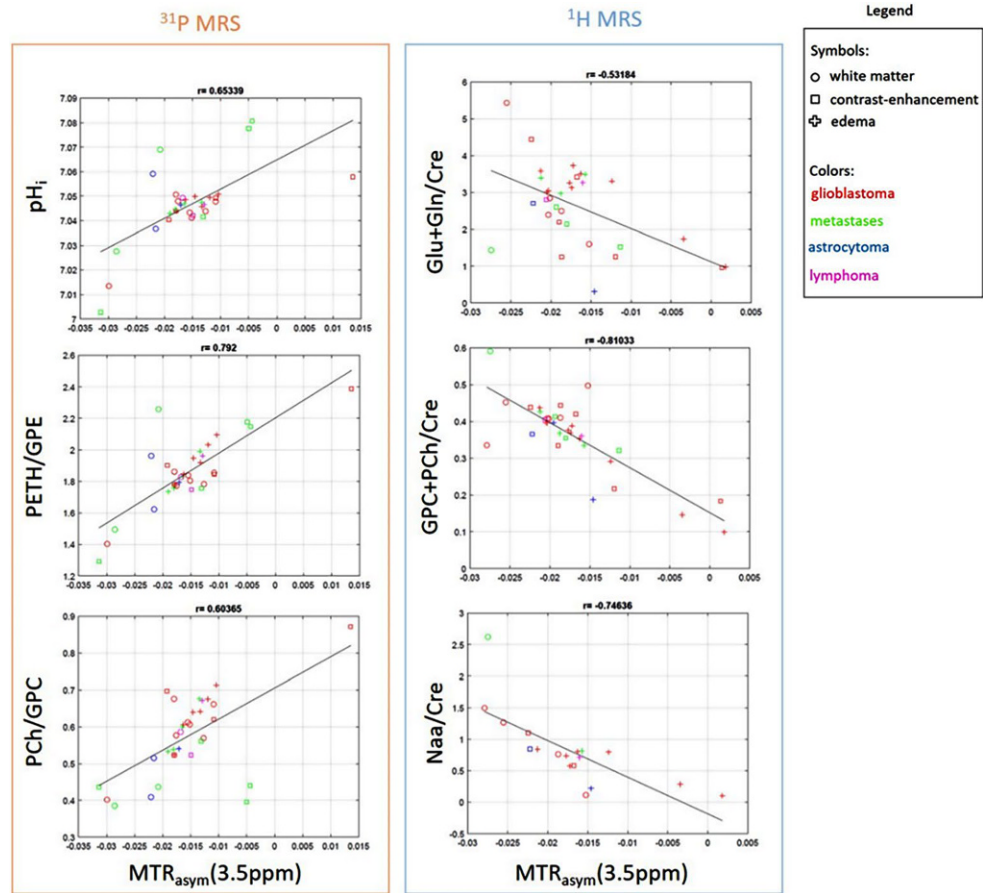


Abb. 2 | 254 Darstellung von gewebespezifischen Unterschieden für die kontralaterale WM (CNAWM), peritumorales Ödem und KM-anreicherndes Gewebe anhand des spektroskopisch ermittelten pHi und den verschiedenen APT-CEST Kontrasten für die Glioblastomdaten. Während die MTR_{asym} einen Mischkontrast darstellt, so hängt MTR_{rex} nur noch vom selektierten Amidsignal ab. Beide Ansätze sind durch die T1 Zeit von Wasser skaliert. AREX hingegen baut auf MTR_{rex} auf und stellt den T1 korrigierten Ansatz dar. Neben den APT-CEST Kontrasten und pHi, ist über den spektroskopischen Marker Laktat/Kreatin ein signifikanter Anstieg in Tumorgewebe zu beobachten

Abb. 3 | 254 Korrekationsanalyse der MTR_{asym} bei 3.5 ppm mit spektroskopischen Ratios aus der Proton- und Phosphorspektroskopie über das gesamte Tumorkollektiv. Die Tumorarten sind in verschiedenen Farben aufgetragen, während die Formen der Symbole Aufschluss über die Gewebeart geben. Neben der positiven Korrelation von pHi mit der MTR_{asym}, deuten die Ratios der Phosphomono und -diesterverbindungen auf Tumorprogress mit steigendem APT-CEST Kontrast hin. Über die Protonspektroskopie zeigt sich ein Abfall von Naa/Cre, GPC+PCh/Cre und Glu+Gln/Cre. Während die Abnahme von Naa auf eine neuronale Schädigung hindeutet, so zeigt das Gesamtsignal von Cholin ein Abnahme, diewomöglich dem höheren nekrotischen Anteil zugeordnet sein könnte



E-Poster

[52] Perilesional T2 signal changes in brain metastases and glioblastomas in the light of recent diffusion imaging techniques

Theo Demerath^{1*}, Martin Diebold², Daniel Erny², Jonas Hosp³, Oliver Schnell⁴, Peter Reinacher^{5,6}, Alexander Rau¹, Elias Kellner⁷, Marco Reisert⁷, Horst Urbach¹, Urs Würtemberger¹

¹Neuroradiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Neuropathologie, Universitätsklinikum Freiburg, Deutschland

³Neurologie, Universitätsklinikum Freiburg, Deutschland

⁴Neurochirurgie, Universitätsklinikum Freiburg, Deutschland

⁵Stereotaktische und funktionelle Neurochirurgie, Universitätsklinikum Freiburg, Deutschland

⁶Fraunhofer Institut für Lasertechnologie, Fraunhofer Gesellschaft, Aachen, Deutschland

⁷Medizinphysik, Universitätsklinikum Freiburg, Deutschland

Background: Glioblastomas (GBM) and solitary brain metastases are often difficult to distinguish on conventional MRI. Current multicompartiment diffusion techniques such as neurite orientation dispersion and density imaging (NODDI) [1] and diffusion microstructure imaging (DMI) [2] allow the calculation of relative proportions of intra- and extra-axonal cellular and free water compartments in the white matter. We test the hypothesis that within T2 hyperintense peritumoral areas these compartments differ between GBM and metastases.

Methods: NODDI and DMI metrics (ICVF, ISOVF, VEC, and V-intra, V-CSF, and V-extra, respectively) were calculated, normalized, and

compared in 24 patients with GBM and 25 with metastases based on a multishell diffusion sequence from T2 hyperintense areas around contrast enhancing tumor components.

Results: Within peritumoral T2-hyperintensities there was a relative increase in DMI V-CSF ($p=0.001$) and a decrease of the V-intra compartment ($p=0.011$) compared to GBM. According to the NODDI algorithm, metastases showed a tendency to increased ISOVF ($p=0.060$). Perilesional free water fraction was a discriminator of the presence of GBM vs. metastases with a ROC AUC of 0.700 using V-CSF and 0.636 using ISOVF (Fig. 1).

Discussion: Brain metastases have a higher percentage of free water than GBM in T2 hyperintense areas. These findings support histopathologic findings of additional tumor infiltration in GBM and increased loosening of immediate peritumoral tissue in metastases [3] (Fig. 2).

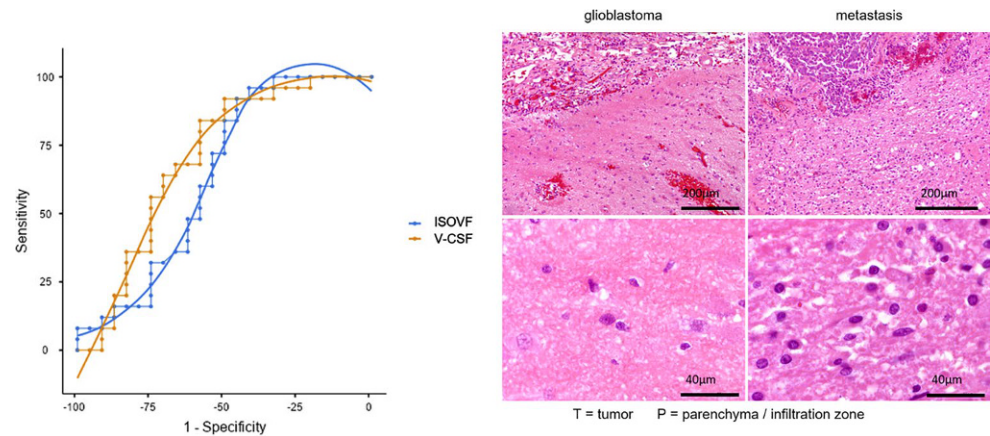
Conclusion: DMI provides a relevant parameter to distinguish GBM from brain metastases with the quantification of free water within the peritumoral T2 area.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

- Zhang H et al. (2012) NODDI: practical in vivo neurite orientation dispersion and density imaging of the human brain. Neuroimage. 61:1000–16.
- Reisert M et al. (2017) Disentangling micro from mesostructure by diffusion MRI: A Bayesian approach. Neuroimage. 147:964–975.
- Würtemberger U et al. Diffusion Microstructure Imaging to Analyze Perilesional T2 Signal Changes in Brain Metastases and Glioblastomas. Cancers (Basel) 2022;14:1155

Abb. 1 | 52



[67] Mikrostrukturelle MR-Bildgebung zur Differenzierung spinaler Ependymome von Astrozytomen

Dounia Mettri^{1*}, Ivana Pogledic¹, Georg Widhalm², Barbara Kiesel², Ammar Mallouhi¹

¹Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

²Universitätsklinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

Hintergrund: Die Rolle der Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) bei der Differenzierung von Rückenmarkstumoren bleibt umstritten. Diese Studie zielt darauf ab, das Vorhandensein eines Unterschieds in den Diffusionseigenschaften zwischen spinalen Ependymomen und Astrozytomen zu bewerten.

Methoden: Diese Studie wurde von der Ethikkommission genehmigt. Retrospektiv wurden 15 Patienten mit spinalem Ependymom und 13 Patienten mit spinalem Astrozytom eingeschlossen, die sich direkt vor der chirurgischen Resektion oder Biopsie einer MRT inklusive DTI unterzogen hatten. Diffusionsskalare (ADC, AD, RD, RA, FA und EADC) wurden aus ROIs erhalten, die innerhalb und um den Tumor und in normal erscheinendem Rückenmark platziert wurden. Die Unterschiede zwischen beiden Tumoren wurden analysiert, indem ein T-Test zur Bestimmung der Signifikanz und ROC-Analysen verwendet wurden, um die Cut-off-Werte von DTI-Skalaren für die Vorhersage von spinalen Ependymomen und Astrozytomen zu schätzen.

Ergebnisse: Während FA und RA keinen signifikanten Unterschied zwischen Ependymom und Astrozytom zeigten, unterschieden sich ADC, AD, RD und EADC signifikant zwischen beiden Tumoren. Im Vergleich zur peritumoralen Region zeigten Ependymome signifikante Unterschiede in allen Diffusionsskalaren außer RA und FA. Im Gegensatz dazu unterschieden sich alle in Astrozytomen gemessenen Werte nicht signifikant von denen der peritumoralen Region. Darüber hinaus ergaben ROC-Analysen, dass ADC, AD, RD und EADC die besten Parameter sind, um zwischen einem Ependymom und einem Astrozytom mit Cut-off-Werten von 1,2, 1,71, 0,99 bzw. 0,33 zu unterscheiden. Sensitivität und Spezifität für die Bestimmung der Cut-off-Werte betragen 80 % und 92 % für ADC, 80 % und 92 % für AD, 80 % und 92 % für RD und 93,3 % und 92,3 % für EADC.

Fazit: ADC, AD, RD und EADC können bei der Unterscheidung von spinalem Ependymom und spinalem Astrozytom hilfreich sein.

Es besteht kein Interessenkonflikt.

[136] Vessel Size Imaging of cerebral neoplasms as a novel method of treatment assessment

Cicek Kanar^{1*}, Elias Kellner², Matthias Obenaus³, Martin Janz⁴, Kersten Villringer³, Ivana Galinovic³

¹Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

²University Medical Center Freiburg, Department of Radiology, Medical Physics, Freiburg, Deutschland

³Charité – Universitätsmedizin Berlin, Campus Benjamin Franklin, Berlin, Deutschland

⁴MDC Berlin (Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin), Berlin, Deutschland

Background: Vessel Size Imaging (VSI) is a dynamic susceptibility contrast based magnetic resonance imaging method that can characterize brain microvasculature. The current abstract reports the first findings of an ongoing study investigating this technique as a tool to assess treatment response in patients with primary central nervous system lymphoma (PCNSL).

Methods: MRI scans were obtained using a clinical Siemens 3T Prismafit scanner from 15 patients with PCNSL, four of which had multiple scans before and after chemotherapy. Tumor regions of interest (ROIs) were delineated on post-contrast T1-MPRAGE images and for patients with multiple scans, compared between time points using non-parametric Wilcoxon Signed Ranks test.

Results: All tumor ROIs (N=14) showed regression in size following chemotherapy. Microvessel diameters reduced (51.45 µm vs. 44.30 µm) inside the tumor ROIs and even more prominently in areas of visual tumor disappearance (56.09 µm vs. 38.40 µm, $Z = -2.33$, $p = .020$) whereas microvessel densities remained unchanged.

Discussion: Histological studies as well as previous work utilizing VSI have shown that PCNSL is characterized by significantly enlarged and less dense microvessels than normal brain tissue. In our current sample we found a drop of microvessel diameters in both the shrinking neoplasms themselves and the surrounding areas of tumor regression. A recently published study in glioblastoma multiforme showed that VSI had the potential to predict early tumor relapse (Stadlbauer et al., 2020). Whether VSI could also be used to screen for early recurrence in patients with PCNSL remains an open question.

Conclusion: This preliminary study showed a decrease of enlarged tumor microvasculature towards levels found in healthy brain tissues in patients with PCNSL and initial chemotherapy response.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

1. Stadlbauer, A., Kinfe, T.M., Eyüpoglu, I., Zimmermann, M., Kitzwögerer, M., Podar, K., et al. Tissue hypoxia and alterations in microvascular architecture predict glioblastoma recurrence in humans. *Clinical Cancer Research* 2020, 27, 1641–1649.

[146] Multi-level fiber tractography combined with functional cortical motor mapping improves the reconstruction of the corticospinal tract in patients with glioma

Nico Sollmann^{1,2*}, Andrey Zhyhka³, Florian Kofler^{1,4,5}, Ahmed Radwan^{6,7}, Alberto De Luca^{8,9}, Jens Gempt¹⁰, Benedikt Wiestler^{1,5}, Björn Menze^{4,11}, Axel Schroeder¹⁰, Claus Zimmer¹, Jan Kirschke¹, Stefan Sunaert^{6,7,12}, Alexander Leemans⁸, Sandro Krieg¹⁰, Josien Pluim³

¹Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, School of Medicine, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, Munich, Germany

²Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University Hospital Ulm, Ulm, Germany

³Biomedical Engineering, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, The Netherlands

⁴Image-Based Biomedical Modeling, Department of Informatics, Technical University of Munich, Munich, Germany

⁵TranslaTUM – Central Institute for Translational Cancer Research, Technical University of Munich, Munich, Germany

⁶Department of Imaging and Pathology, Translational MRI, KU Leuven, Leuven, Belgium

⁷Department of Neurosciences, Leuven Brain Institute (LBI), KU Leuven, Leuven, Belgium

⁸Image Sciences Institute, University Medical Center Utrecht, Utrecht, The Netherlands

⁹Neurology Department, UMC Utrecht Brain Center, University Medical Center Utrecht, Utrecht, The Netherlands

¹⁰Department of Neurosurgery, School of Medicine, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, Munich, Germany

¹¹Department of Quantitative Biomedicine, University of Zurich, Zurich, Switzerland

¹²Department of Radiology, UZ Leuven, Leuven, Belgium

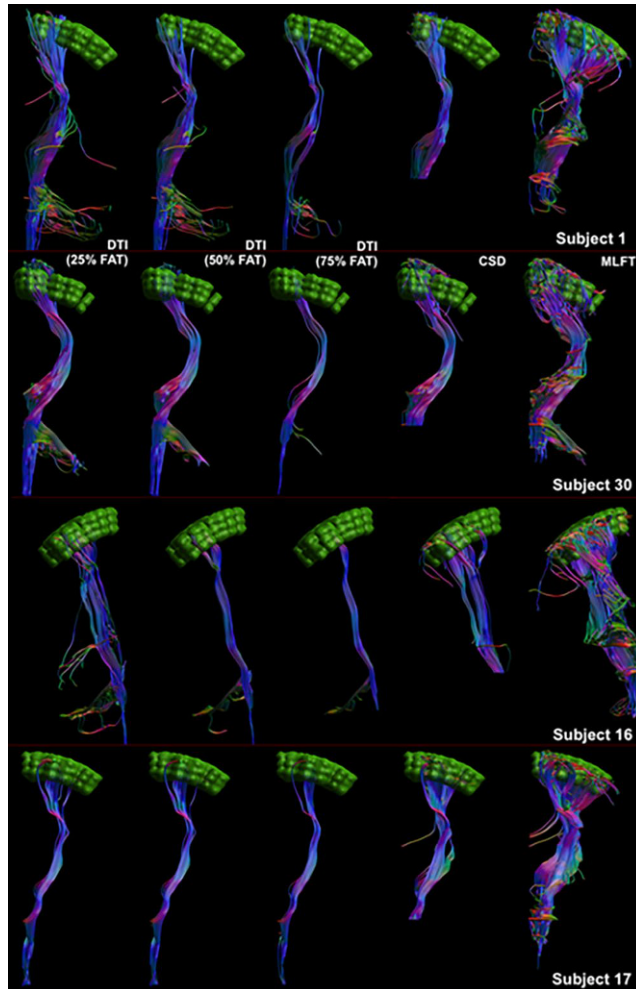


Fig. 1 | 146 Tractography of the corticospinal tract (CST) in patients with brain tumors. Exemplary cases (4 patients-subjects 1, 30, 16 and 17) for illustration of CST reconstruction depending on the tractography algorithm chosen. For seeding at the level of the motor cortex, neuroanavigated transcranial magnetic stimulation (nTMS) was used to enclose the individual location and extent of the motor cortex (green mask). Then, nTMS-based reconstruction of the CST was achieved with deterministic fiber tracking using diffusion tensor imaging (DTI), constrained spherical deconvolution (CSD)-based tractography and novel multi-level fiber tractography (MLFT) with a range of angular deviation thresholds anisotropy thresholds (in case of DTI). Using MLFT consistently led to the highest fiber bundle volumes and highest coverage of the nTMS-based motor map, complete picture of CST anatomy

Background: Tractography of the corticospinal tract (CST) is essential for presurgical planning and intraoperative resection guidance in patients harboring motor-eloquent brain tumors. It is well-known that diffusion tensor imaging (DTI)-based tractography as the most frequently used technique in clinical routine has relevant shortcomings, particularly for resolving complex fiber architecture. This study's purpose was to evaluate multi-level fiber tractography (MLFT) combined with functional motor cortex seeding in comparison to conventional deterministic tractography algorithms.

Methods: 31 patients (mean age \pm standard deviation: 61.5 ± 12.2 years) with motor-eloquent high-grade gliomas underwent magnetic resonance imaging (MRI) with diffusion-weighted imaging (one volume at $b=0$ s/mm², 32 volumes at $b=1000$ s/mm²) followed by deterministic DTI-based, constrained spherical deconvolution (CSD)-based, and MLFT-based reconstruction of the CST within the tumor-affected hemisphere. The functional motor cortex was enclosed by neuronavigated transcranial magnetic stimulation (nTMS) motor mapping prior to tumor resection and used for seeding (individual definition of the location and extent of the motor cortex close to the tumor volume). A range of angular deviation thresholds (ADTs) and fractional anisotropy thresholds (FATs, in case of DTI) was tested.

Results: For all investigated ADTs and FATs, MLFT achieved the highest mean coverage of the nTMS motor maps (e.g., ADT=60°, MLFT/CSD/DTI 75% FAT: 71.8%/22.6%/11.7%) and CST reconstructions with the highest volumes (e.g., ADT=60°, MLFT/CSD/DTI 75% FAT: 32,067 mm³/7,982 mm³/17,749 mm³). Furthermore, MLFT provided CST reconstruction also with more acute angles than the other methods, thus providing higher radial coverage and fanning of fibers along the motor cortex.

Conclusion: MLFT may improve the coverage of the motor cortex by CST fibers compared to conventional deterministic algorithms (DTI-based and CSD-based tractography). Thus, MLFT could provide a more detailed and complete visualization of CST architecture, particularly by visualizing fiber courses with acute angles that might be of high relevance in patients with glioma and distorted anatomy.

Disclosure: Nico Sollmann received honoraria from Nexstim Plc (Helsinki, Finland). Sandro M. Krieg is consultant for Brainlab AG (Munich, Germany) and received honoraria from Nexstim Plc (Helsinki, Finland).

[277] Preliminary analysis of fasting-induced metabolic changes in glioma tissue detected by non-invasive 1H/31P MR-Spectroscopy

Katharina Wenger-Alakmeh^{1*}, Iris Divé², Ulrich Pilatus¹, Vincent Prinz³, Joachim P. Steinbach², Marie-Thérèse Forster³, Elke Hattingen¹, Michael W. Ronellenfisch²

¹Institute of Neuroradiology, University Hospital Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

²Dr. Senckenberg Institute of Neurooncology, University Hospital Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

³Department of Neurosurgery, University Hospital Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

Background: The ERGO3 MR-spectroscopic (MRS) subtrial investigates metabolism in patients with MRI-suspected glioma and recommendation for biopsy/resection. Intracerebral concentrations of ketone bodies (KB), lactate, intracellular pH (pH_i), and adenosine triphosphate (ATP) were non-invasively determined.

Methods: The study intervention consists of one fasting cycle of 72 hours prior to biopsy/resection. At the time of the analysis (recruitment ongoing), 16 patients were examined with an extended MRS protocol (3D ¹H decoupled ³¹P MRSI, 2D 1H CSI semiLASER (TE 144), 3D ¹H EPSI) at baseline and on day 3. One patient with a cerebral metastasis was excluded. Five patients were excluded from standard data analysis due to an extensive line broadening caused by magnetic susceptibility gradients in the temporal lobe. Voxels were selected from solid tumor and contralateral hemisphere. Spectra were analyzed with LCModel employing a basis data set which was simulated to fit the specific acquisition conditions while adding simulated signals of 3-hydroxybutyrate (βOHB), acetone (Acn) and acetoacetate (AcAc) to the standard metabolite set.

Results: Of the MRS-evaluable patients, 5/10 reached moderate (2.5 mmol/l) or greater blood ketosis (βOHB). βOHB was reliably MRS-detectable within tumor tissue and normal appearing white matter (NAWM) on day 3 in 2/5 patients with successful intervention. As opposed to baseline, the mean Cramér-Rao lower bounds of ketone fitting after fasting were considerably lower than the rejection threshold. βOHB levels were higher in tumor tissue than in NAWM. As expected, levels of other brain metabolites (e. g., NAA, choline, lactate) differed between tumor tissue and NAWM. MRSI results in patients with successful intervention showed no significant depletion of ATP in

tumor tissue from baseline to day 3. The tumor specific alkaline pH_i was maintained.

Discussion: Our preliminary findings suggest that fasting induces distinct metabolic alterations in tumor tissue while ATP levels as a measure of energy homeostasis appear unchanged. Findings are in line with our previous study designed to investigate tumor metabolism in patients randomized to calorically restricted ketogenic diet/intermittent fasting versus standard diet.²

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

1. Wenger, K.J., Hattingen, E., Franz, K., Steinbach, J., Bähr, O., Pilatus, U. (2019) In vivo Metabolic Profiles as Determined by 31P and short TE 1H MR-Spectroscopy: No Difference Between Patients With IDH Wildtype and IDH Mutant Gliomas. Clin Neuroradiol. 29(1):27–36. <https://doi.org/10.1007/s0062-017-0630-8>. Epub 2017 Oct 5. PMID: 28983683.
2. Wenger, K.J., Wagner M. Hartner, P.N., Franz, K., Bojunga, J., Fokas, E., Imhoff, D., Rödel, C., Rieger, J., Hattingen, E., Steinbach, J.P., Pilatus, U., Voss, M. (2020) Maintenance of Energy Homeostasis during Calorically Restricted Ketogenic Diet and Fasting-MR-Spectroscopic Insights from the ERGO2 Trial. Cancers, 12(12), 3549. <https://doi.org/10.3390/cancers12123549>

[278] Diffusionstensor- und DSC-Perfusionsbildgebung des ZNS-Lymphoms: ein Vergleich mit Glioblastoma multiforme

Ivana Pogledic^{1*}, Barbara Kiesel², Georg Widhalm², Ammar Mallouhi¹

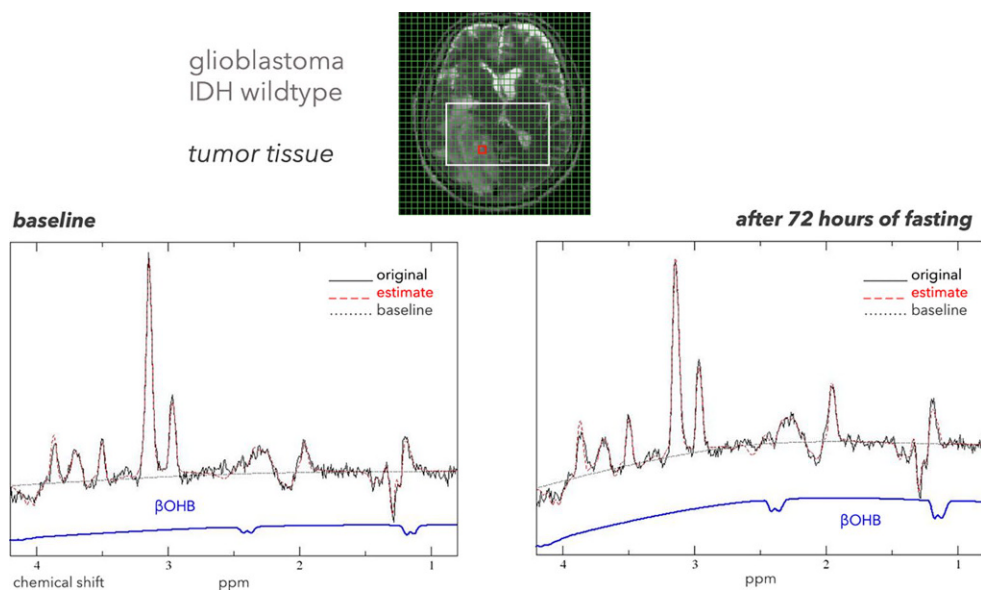
¹Universitätsklinik für Radiologie und Nuklearmedizin, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

²Universitätsklinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

Hintergrund: Die Rolle der MR-Perfusion (MRP) gewinnt zunehmend an klinischer Akzeptanz bei der Diagnose von Hirntumoren, während die Rolle der Diffusions-Tensor-Bildgebung (DTI) umstritten bleibt. Perfusions- und Diffusionseigenschaften zwischen primärem ZNS-Lymphom (PCNSL) und Glioblastoma multiforme (GBM) zu evaluieren.

Methoden: Retrospektiv wurden 17 Patienten mit PCNSL und 17 alters- und geschlechtsangepasste Patienten mit GBM eingeschlossen, die sich einer MRP und einer DTI unmittelbar vor der neurochirurgischen

Fig. 1 | 277 Representative MR spectra from 1 patient, together with spectral fitting results from the LCModel, at baseline and after 72 hours of fasting. T2 W MR imaging shows the voxel placement in tumor tissue. Individual fits of βOHB are also shown below the spectra. Only after 72 hours of fasting the Cramér-Rao lower bound (CRLB) threshold of 20% was met.



Resektion oder Biopsie unterzogen. Skalare der Perfusion (CBV und CBF) und Diffusion (FA, RA, AD, RD, ADC und EADC) wurden mittels „regions of interest“ (ROIs), die innerhalb und um den Tumor und in normal imponierender weißer Substanz platziert wurden, erhoben. Die Unterschiede zwischen beiden Tumoren wurden mittels T-Test und ROC-Kurvenanalysen ausgewertet.

Ergebnisse: Das PCNSL zeigte signifikante Unterschiede in allen Perfusions- und Diffusionsskalaren im Vergleich zur peritumoralen Region. Im Gegensatz dazu unterschieden sich die Werte des GBMs nicht signifikant von denen der peritumoralen Region. Alle Skalare der peritumoralen Region zeigten eine signifikante Diskrepanz zu normal erscheinender weißer Substanz. Während FA und RA keine signifikanten Unterschiede zwischen PCNSL und GBM zeigten, unterschieden sich alle anderen Skalare signifikant zwischen beiden Tumoren. Darüber hinaus zeigten die ROC-Analysen, dass AD, RD, ADC und EADC eine signifikant hohe AUC (0,88, 0,83, 0,85 bzw. 0,87; $p < 0,0001$) zur Differenzierung von PCNSL von GBM aufwiesen, während FA und RA eine mäßige, nicht signifikante AUC (0,61 bzw. 0,60; $p > 0,05$) und CBV und CBF zeigten moderate, aber signifikante AUC (0,77 bzw. 0,72; $p < 0,003$).

Fazit: Entsprechend der detektierten mikrostrukturellen Unterschiede in Tumor- und peritumoralen Regionen, können AD, RD, ADC und EADC genauso hilfreich sein wie CBV bei der Differenzierung von PCNSL von GBM.

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Pädiatrische Neuroradiologie

Power Pitch Vorträge

[2] MR-evaluation of white matter after therapy with high-dose methotrexate using quantitative T2 relaxation time and ADC values in pediatric patients with leukemia

Luciana Porto¹, Antonia Diederichs², Rafael Willems¹, Elke Hattingen¹, Konrad Bochennek²

¹Neuroradiology, Goethe University, Frankfurt am Main, Deutschland

²Pediatric Oncology, Goethe University, Frankfurt am Main, Deutschland

Background: To investigate the detectability of toxic leukoencephalopathies after therapy with high-dose methotrexate (MTX) using quantitative T2 relaxation time and ADC values.

Methods: 9 children (between 6 and 17 years old), who were first diagnosed with ALL and received treatment with MTX as part of the AIEOP-BFM therapy study without radiation therapy, were evaluated. MRI scan was performed before starting the induction therapy and after completing the high-dose therapy. CNS-manifestation was ruled out in all patients. Quantitative T2 relaxation time and ADC values were compared to conventional imaging using MP-RAGE and TIRM sequences in voxel-based ROI analyzes

Results: In all but one of the 9 examined patients no significant white matter changes after therapy with methotrexate could be detected. The one patient in question showed also new white matter changes on conventional sequences after completing the high-dose therapy.

Discussion: A significant increase of the T2 relaxation time after completing the high-dose therapy MTX could only be measured in one of the 9 patients. We assume that the presence of white matter changes in this patient was a single event due probably to an underlying pre-disposition.

Conclusion: Collective evaluation showed no statistical significance. However, further studies with a larger number of subjects should be carried out for a more detailed investigation.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

- Porto L, Preibisch C, Hattingen E, Bartels M, Lehrbecher T, Dewitz R, Zanella F, Good C, Lanfermann H, Dumesnil R, Kieslich M (2008) Voxel-based morphometry and diffusion-tensor MR imaging of the brain in long-term survivors of childhood leukemia. *Eur Radiol.*; 18:2691–700
- Reddick WE, Laningham FH, Glass JO, Pui CH (2007) Quantitative morphologic evaluation of magnetic resonance imaging during and after treatment of childhood leukemia. *Neuroradiology.*;49:889–904.
- Reddick WE, Glass JO, Johnson DP, Laningham FH, Pui CH (2009) Voxel-based analysis of T2 hyperintensities in white matter during treatment of childhood leukemia. *AJNR Am J Neuroradiol.*;30:1947–54.

[17] Focally enlarged perivascular spaces in polymicrogyria at 1.5T and 3T MRI

Maximilian Rauch^{1*}, Lea Frickel¹, Monika Lauer¹, Simon Jonas Enkirch², Elisabeth Neuhaus¹, Elke Hattingen¹, Luciana Porto¹

¹Institut für Neuroradiologie, Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Deutschland

²Radiologie, Helios Klinikum Bonn/Rhein-Sieg, Bonn, Deutschland

Background: Enlarged perivascular spaces (EPVS) are associated with various cerebral diseases, but only few reports mention their presence in cortical developmental disorders. We aimed to investigate frequency and conspicuity of EPVS underneath dysplastic cortex as a potentially underrecognized feature of polymicrogyria (PMG) in magnetic resonance imaging (MRI).

Methods: We reviewed data from 48 PMG patients (21 female, 27 male, age 2 days–53 years) that underwent 1.5T ($n=22$) or 3T ($n=26$) MRI. Patients received age-adjusted protocols according to myeli-

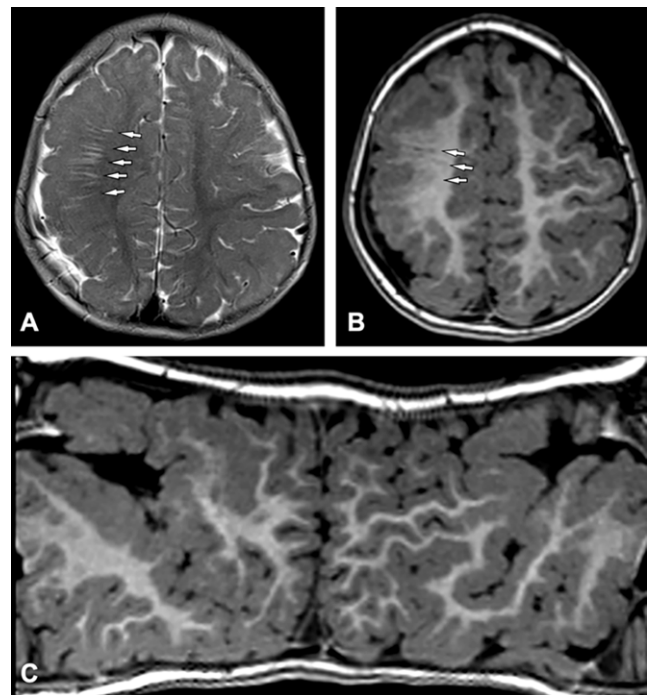


Fig. 1 | 17 Clearly visible enlarged perivascular spaces (arrows) underneath dysplastic cortex in a 12 months old child with bilateral asymmetric perisylvian polymicrogyria. A: T2-weighted spin echo MR image. B: T1 MPRAGE MR image. C: T1 MPRAGE pancake view

nation status (0–18 months $n=11$; 18 months–4 years $n=3$; >4 years $n=34$) including the following sequences: T1-weighted (w) ($n=47$), T2w ($n=48$), FLAIR ($n=42$), 3D MPRAGE ($n=34$) and 3D FLAIR ($n=21$). Two raters analyzed images for EPVS underlying PMG and classified them as non-visible, barely visible and clearly visible (Fig. 1). Shape rather than size was used to define EPVS. Final decision relied on consensus reading.

Results: PMG location was perisylvian ($n=17$), generalized ($n=10$) and lobar ($n=21$). EPVS spatially related to PMG were identified in 30/48 (62.5%) patients with 14/22 (63.6%) at 1.5T and 16/26 (61.5%) at 3T MRI. There were no significant differences between PMG location and the presence of EPVS. Interrater variability for the detection of PMG-associated EPVS was lowest for T2w ($k=0.71$, agreement 75.0%), followed by 3D MPRAGE, T1w, 3D FLAIR and FLAIR ($k=0.66, 0.49, 0.43$ and 0.39 , agreement 79.4%, 78.7%, 81.0%, and 78.6%). Recognition of EPVS was not different between 1.5T and 3T.

Discussion: Our finding that EPVS are best appreciated on T2w is concordant to former reports that investigated EPVS at field strengths $\leq 3T$ [1,2]. PMG is associated with white matter abnormalities [3]. EPVS in PMG may result from disorganized neuronal migration, white matter hypoplasia and e-vacuo dilatation.

Conclusion: EPVS adjacent to PMG were found in about 63% of patients. Therefore, EPVS may be an important clue for PMG. The MR-sequence, but not field strength, impacts their detection. T2w images seem to be most suitable regardless of patient's age.

Conflict of interest statement: none declared.

References:

1. Doubal et al. (2010) *Stroke*. 41:450–4.
2. Chen et al. (2011) *AJNR*. 32:1490–5.
3. Arrigoni et al. (2020) *AJNR*. 41:1495–502.

[150] A novel Leigh syndrome-like phenotype of specific de novo variants in the RNF213 gene

Benedikt Zott^{1*}, Theresa Brunet^{2,3}, Hanna Zimmermann⁴, Marco Paolini⁵, Lucia Gerstl⁶, Matias Wagner^{2,3,6}

¹Department of Neuroradiology, Klinikum Rechts der Isar, Technical University of Munich, Germany

²Institute of Human Genetics, Technical University of Munich, Germany

³Institute of Neurogenomics, Helmholtz Center Munich, Germany

⁴Institute of Neuroradiology, University Hospital, LMU Munich, Germany

⁵Department of Radiology, University Hospital, LMU Munich, Germany

⁶Department of Pediatric Neurology, Developmental Medicine and Social Pediatrics, LMU Munich, Germany

Background: Mutations in the RNF213 gene, encoding a giant E3 ubiquitin ligase, are typically associated with Moyamoya disease (1). However, recent case reports have also implicated other organ systems, indicating a broader phenotype of such variants (2). We thus asked whether RNF213 cranial MR-imaging can help to establish a genotype-phenotype correlation in affected patients.

Methods: We identified nine patients from eight unrelated families through reanalysis of exome sequencing data of an unselected cohort from a single tertiary care center, Genematcher and ClinVar. We obtained and evaluated cMRI-images from seven of these patients.

Results: Out of the seven patients that had undergone cMRI, five showed restricted diffusion and elevated T2w signal in vascular territories and/or watershed zones. Although digital subtraction angiography was not available for these patients, time-of-flight angiography showed narrowing or occlusions of the bilateral distal internal carotid artery suggestive of Moyamoya disease. Over time, these patients typically accumulated postischemic lesions in multiple brain areas indicative of recurrent ischemic events.

In contrast, two individuals showed a distinct pattern of diffusion restriction and T2w-signal elevation symmetrically in the basal ganglia, thalamus and corpus callosum, as well as a lactate peak in MR-spectroscopy. Similar alterations are typically seen in mitochondrialopathies such as Leigh syndrome, but not associated with Moyamoya-disease.

Discussion: Based on the cMRI-findings, we conclude that de novo missense variants in RNF213 can cause a novel, hitherto undescribed phenotype reminiscent of Leigh syndrome. As expected from previous reports, the majority of patients with RNF213 mutations presented with early onset stroke and alterations indicative of Moyamoya disease.

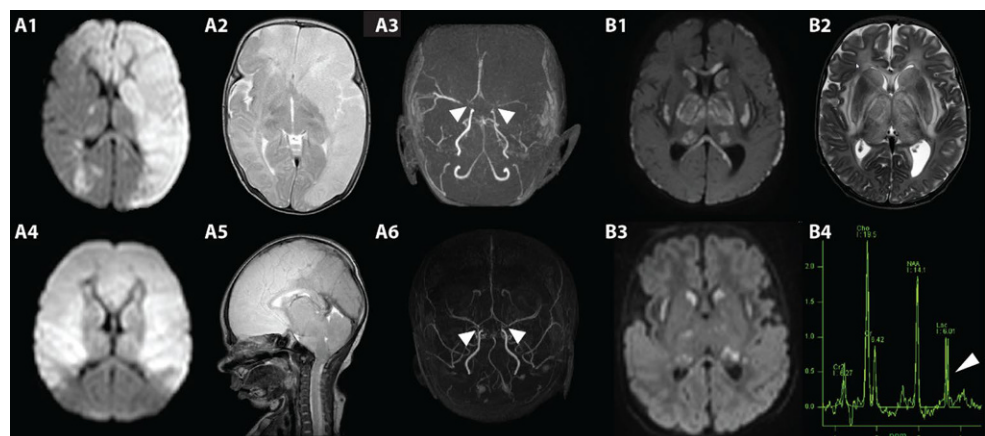
Conclusions: Based on the analysis of cMRI data from patients with mutations in the RNF213 gene, we establish a novel Leigh syndrome-like phenotype of such mutations.

Conflict of interest: none.

References:

1. F. Kamada et al. (2011) A genome-wide association study identifies RNF213 as the first Moyamoya disease gene. *Journal of human genetics* 56, 34–40.
2. A. Strong et al. (2021) A new syndrome of moyamoya disease, kidney dysplasia, aminotransferase elevation, and skin disease associated with de novo variants in RNF213. *American Journal of Medical Genetics Part A* 185, 2168–2174.

Abb. 1 | 150 The two cMRI-phenotypic presentations of RNF213 mutations. Moyamoya disease (A) and Leigh syndrome-like (B)



E-Poster

[205] Erforschung von Myelin-Imaging-Biomarkern bei der Pelizaeus-Merzbacher-Krankheit

Caroline Köhler^{1*}, Paul Kuntke¹, Prativa Sahoo², Hannes Wahl¹, Sean C. Deoni³, Hagen H. Kitzler¹, Steffi Dreha-Kulaczewski²

¹Institut und Poliklinik für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Universitätsklinikum Carl Gustav Carus, Dresden, Deutschland

²Division of Pediatric Neurology, Department of Pediatrics and Adolescent Medicine, University Medical Center Göttingen, Deutschland

³Advanced Baby Imaging Lab, Memorial Hospital of Rhode Island, Rhode Island, USA

Hintergrund: Myelin-Wasser-Fraktion (MWF), ein Parameter der Myelin-Wasser-Bildgebung (MWI) wurde verwandt, um sein Potential als Surrogatmarker für Quantifizierung von Myelinisierung [1] bei hypomyelinisierenden Leukodystrophien zu untersuchen.

Methoden: Multimodale MR-Bildgebung von 2 *Pelizaeus-Merzbacher-Patienten (PMD)* wurden analysiert (T1-, T2-gewichtete (w) Bildgebung, Diffusion Tensor Imaging (DTI) und Multi-Komponenten-Relaxation (mcDESPOT) [2]). MWF Daten einer Kontrollgruppe standen aus Publikationen [2] zur Verfügung (Demographie Tab. 1). Fraktionale Anisotropie (FA) und MWF wurden prozessiert und auf das T1w Bild registriert. Der pädiatrische Atlas (JHU18 m), <https://cmrm.med.jhmi.edu> diente als region of interest (ROI), um die mittlere MWF in Faserbahnen der weißen Substanz (WM) zu ermitteln. Dieser wurde in den jeweiligen Patientenraum registriert (inverse Transformation basierend auf FA). Gruppenunterschiede zwischen MWF von Kontrollen und PMDs wurden mit einem Mann-Whitney-U-Test ermittelt (Signifikanzniveau 0,05).

Ergebnisse: Abb. 1 zeigt einen Überblick der MRT Daten (A) und beispielhaft das Registrierergebnis des Atlas in den Patientenraum (B). Im Vergleich zur altersentsprechenden Kontrollgruppe war die mittlere MWF der ROIs von PMD-Patienten vermindert (Abb. 1 C) und zeigte einen signifikanten Gruppenunterschied (p -Wert <0.05). Hirnstammregionen und Projektionsfasern, zeigten bei PMD-Patienten die

höchste MWF im Gegensatz zu ROIs der Commissural- und Assoziations Fasertrakten (Abb. 1 C).

Diskussion: Die physiologische Myelinisierung beginnt im Hirnstamm und entwickelt sich in den frühen Lebensmonaten in den Faserbahnen der WM. Die deutlich verminderte Myelinisierung in den PMD-Patienten ließ sich in allen Hirnregionen quantifizieren.

Fazit: Die MWF ist sensitiv, um den geringen Myelingehtalt bei PMD-Patienten zu erfassen und stellt einen vielversprechenden Biomarker dar, um myelinspezifische Therapien zu überwachen.

Offenlegungserklärung: Forschungsförderung Europäische Vereinigung gegen Leukodystrophien (ELA) research grant 2019

Literatur

1. C Laule, et al. (2007) Magnetic resonance imaging of myelin. *Neurotherapeutics*. 4(3)
2. Deoni SC, et al. (2012) Investigating white matter development in infancy and early childhood using myelin water fraction and relaxation time mapping. *NeuroImage* 63.

Sonstiges

Power Pitch Vorträge

[76] Head-to-head comparison of Digital Subtraction Myelography versus CT-Myelography in the lateral decubitus position: Evaluation of diagnostic yield for CSF-venous fistulas

Niklas Lützen^{1*}, Nico Kremers¹, Enrique Barvulsky¹, Christian Fung², Jürgen Beck², Horst Urbach¹

¹Uniklinik Freiburg – Klinik für Neuroradiologie, Freiburg im Breisgau, Deutschland

²Uniklinik Freiburg – Klinik für Neurochirurgie, Freiburg im Breisgau, Deutschland

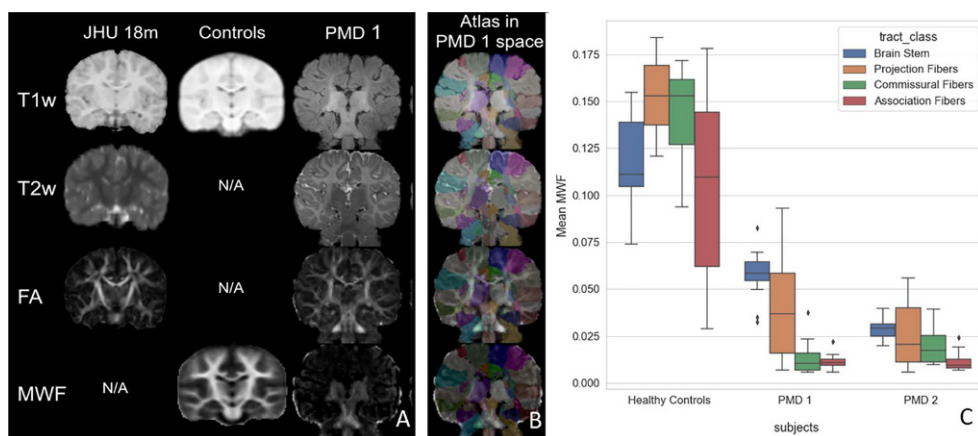
Background: Since its first description in 2014 (1), CSF-venous fistulas (CVF) are increasingly identified as a cause of spontaneous intracranial hypotension (SIH). Dynamic lateral decubitus digital subtraction myelography (LD-DSM) is considered the most sensitive technique for the detection of CVF (2) but may be supplemented by dynamic lateral decubitus CT myelography (LD-CTM). To evaluate the diagnostic yield of both methods.

Methods: Retrospective analysis of consecutive LD-DSM and LD-CTM performed during 04/21 and 04/22. SIH patients with the diagnosis of a CVF in which the area of the fistula was covered by both examination methods were included. LD-CTM immediately followed LD-DSM, with the second half of contrast injected just before scan-

Tab. 1 | 205 Demographie

	Anzahl	Geschlecht m/w	Alter Mittelwert (SD)
Kontrollen	22	17/5	2,7 (0,24)
PMD	2	2/0	3,0 (0,2)

Abb. 1 | 205 (A) Übersicht MRT-Datensatz, (B) Atlassegmentierung, (C) Mittlere MWF spezifischer Atlas-ROIs gruppiert nach Fasertrakten



ning. Patients were usually examined awake for LD-DSM; only one patient had a LD-DSM in general anesthesia.

Results: In 11 patients with 14 combined examinations a total of 34 CVFs were diagnosed; 4/34 (11,8 %) were diagnostic on LD-DSM, 4/34 (11,8 %) could be retrospectively reconstructed on LD-DSM but were non-diagnostic in this method and 34/34 CVFs (100 %) were visible on LD-CTM. 2/10 patients had multiple CVFs and 2/10 had follow-up combined examinations after therapy, whereas 2/10 disclosed recurrent CVFs and 1/10 had multiple “de-novo” CVFs.

Discussion: LD-CTM has a higher diagnostic yield for the detection of CVFs than LD-DSM. LD-CTM can be easily acquired in awake or weakly sedated patients with a second dose of contrast injected just before scanning.

Conclusion: LD-CTM should supplement LD-DSM to maximize diagnostic yield of CSF-venous fistulas.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

1. Schievink WI, Moser FG, Maya MM. (2014) CSF-venous fistula in spontaneous intracranial hypotension. *Neurology*.
2. Schievink WI, Maya MM, Moser FG. (2019) Lateral decubitus digital subtraction myelography to identify spinal CSF-venous fistulas in spontaneous intracranial hypotension. *J Neurosurg Spine*.

[158] Vergleich der Segmentierung von Schlaganfall-Infarktkernen basierend auf der Perfusions-CBF und Diffusions-ADC

Alexander Rau^{1,2}, Marco Reiser^{3,4}, Horst Urbach¹, Elias Kellner³

¹Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

³Medizinphysik, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

⁴Stereotaktische und funktionelle Neurochirurgie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

Hintergrund: Vergleich der schwellenwertbasierten Infarktkern-Segmentierung bei akutem ischämischem Schlaganfall mit der aus der diffusionsgewichteten Bildgebung (DWI) abgeleiteten ADC und dem aus der perfusionsgewichteten Bildgebung (PWI) abgeleiteten zerebralen Blutfluss (CBF).

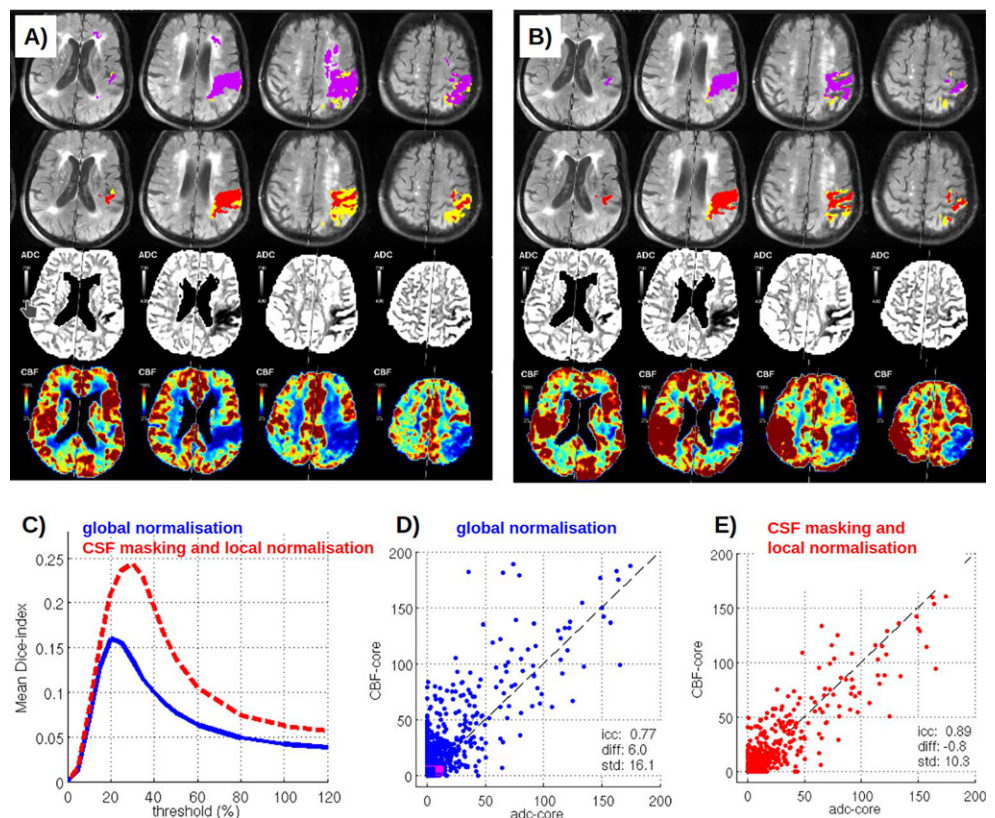
Methoden: Wir haben retrospektiv 1364 MRT-Scans mit Verdacht auf akuten ischämischen Schlaganfall erfasst. Alle Fälle wurden mit der Perfusionssoftware VEOcore ausgewertet, wobei die Segmentierung mit $ADC < 620 \text{ mm}^2/\text{s}$ als Referenz für den Infarktkern diente.

Für die CBF-basierte Segmentierung wurde eine Reihe von CBF-Schwellenwerten angewandt wobei eine Normalisierung auf die gesamte kontralaterale Hemisphäre erfolgte. Zusätzlich zu diesem konventionellen globalen Normalisierungs- und Schwellenwertansatz wurde eine Ausmaskierung von Liquor-Voxeln in CBF und eine lokale Normalisierung durchgeführt. Dazu wurde jedes Voxel nicht mit der gesamten kontralateralen Hemisphäre, sondern mit lokalen Regionen der kontralateralen Gegenseite normalisiert, was die Unzulänglichkeiten eines gemeinsamen globalen Schwellenwerts für die graue und weiße Substanz ausgleicht.

Es wurden Dice-Koeffizienten für die DWI- und PWI-Masken und ICC für die Korrelation der Volumina berechnet. Die optimalen Schwellenwerte für die CBF Segmentierung wurde über den größten Dice Index ermittelt.

Ergebnisse: Die beste Übereinstimmung zwischen DWI und PWI wurde bei einem Schwellenwert von $CBF < 30\%$ erreicht, wobei die kontralaterale lokale Normalisierung und Liquormaskierung (Dice 0,24) die globale Normalisierung und keine Maskierung (Dice 0,16) übertraf. Trotz dieser eher niedrigen voxelweisen Korre-

Fig. 1 | 158



lationen war die endgültige Übereinstimmung zwischen den Infarkt-volumina gut (ICC 0,89).

Diskussion: Obwohl DWI und PWI auf unterschiedlichen physikalischen Prinzipien beruhen, zeigen sie eine gute Übereinstimmung bei der Segmentierung des Infarktkerns. Detaillierte direkte Vergleiche von DWI und PWI sind ein spannender Ansatz, um weitere Erkenntnisse über die Pathologie des akuten ischämischen Schlaganfalls zu gewinnen, methodische Fallstricke zu verstehen und dieses Wissen auf die CT-Perfusion zu übertragen.

Fazit: Die Kenntnis der grundlegenden Validität der Perfusions-basierten Infarktkernsegmentierung ist für die klinische Routine und die Schlaganfallforschung von großer Bedeutung.

Offenlegungserklärung: Elias Kellner ist Anteilseigner der VeoBrain GmbH.

[159] Diffusion-Microstructure-Imaging (DMI) in acute ischemic stroke – clinical feasibility and future perspectives

Alexander Rau^{1,2*}, Elias Kellner³, Marco Reiser^{3,4}, Jonas Hosp⁵, Theo Demerath¹, Cornelius Weiller⁵, Horst Urbach¹

¹Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

³Medizinphysik, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

⁴Stereotaktische und funktionelle Neurochirurgie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

⁵Klinik für Neurologie und Neurophysiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

Background: Diffusion-microstructure-imaging (DMI) is a fast approach to higher-order magnetic resonance diffusion-weighted-imaging, that allows a robust decomposition and characterization of diffusion properties of brain tissue into intra-axonal, extra-axonal, and a free water compartment. In this work, we report the application to acute ischemic stroke and demonstrate its potential for clinical routine applications.

Methods: 38 patients with acute ischemic strokes were scanned with an accelerated multi-shell diffusion-weighted-imaging protocol. DMI metrics were calculated and conventional diffusion weighted imaging-derived apparent-diffusion-coefficient (ADC) served as comparison. The resulting DMI parameter maps were explored regarding their potential for improved infarct core estimation. Subsequently, a receiver operating characteristics analysis for automatic infarct segmentation was performed.

Results: In all cases, robust parameter maps for diffusion microstructure properties were obtained. Within ischemic tissue, an increase of the

intra-axonal volume fraction is opposed to the other compartments' decrease. Moreover, diffusivities of all three compartments were reduced, with the intra-axonal diffusivity showing the strongest contrast. Subsequently, intra-axonal diffusion coefficient maps performed better in automatic segmentation of the infarct core than single-shell ADC-derived segmentation (area under the curve=0.98 vs. 0.92).

Discussion: The observed DMI alterations are in line with the “beading-model” of non-uniform, neurite swelling due to ischemic conditions. Compared to conventional single-shell diffusion weighted imaging, DMI metrics reveal improved discriminative power to delineate and characterize ischemic changes. This might allow a more distinct assessment of the infarction age, severity of the damage, reversibility and outcome.

Conclusion: Compared with conventional DWI, DMI might provide further insight into the microstructural alterations in acute ischemic stroke.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[203] Quantitative MR-Neurographie bei Multifokaler Motorischer Neuropathie and Amyotropher Lateralsklerose

Olivia Fösleitner^{1*}, Karl Christian Knop², Matthias Lindenau², Fabian Preisner¹, Philipp Bäumer³, Sabine Heiland¹, Martin Bendszus¹, Moritz Kronlage¹

¹Abteilung für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

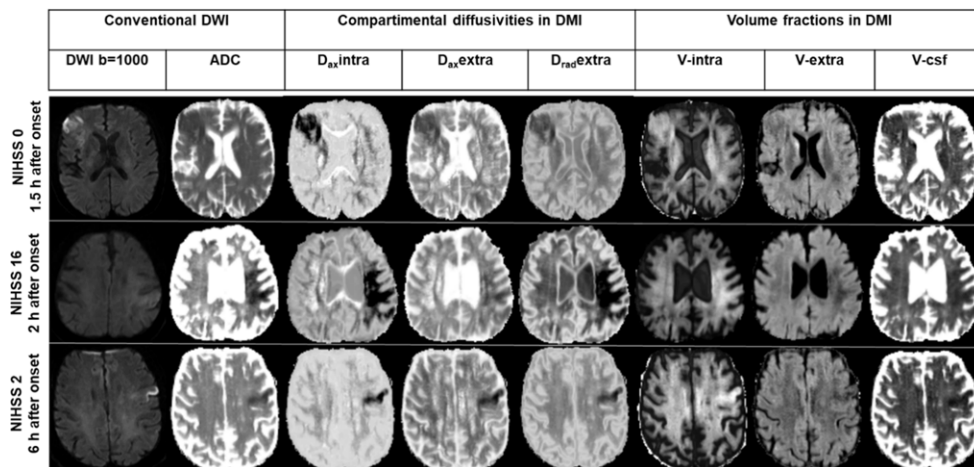
²Neurologie Neuer Wall Dr. Bredow & Partner, Hamburg, Deutschland

³dia.log, Altoetting Diagnostische Radiologie und Nuklearmedizin, Altötting, Deutschland

Hintergrund: Die quantitative MR-Neurographie liefert Biomarker zur nicht-invasiven Untersuchung der peripheren Nervenfasernintegrität. Dies ermöglicht periphere Nervenerkrankungen auf Mikrostrukturebene zu erkennen und pathologische Prozesse besser zu verstehen. Ziel dieser Studie war es, den MR-Phänotyp von multifokaler motorischer Neuropathie (MMN) und der klinisch oftmals ähnlichen, jedoch therapeutisch/prognostisch deutlich unterschiedlichen amyotrophen Lateralsklerose (ALS) zu untersuchen.

Methoden: Diese prospektive Studie umfasste 22 Patient:innen mit ALS, 8 Patient:innen mit MMN und 10 gesunde Proband:innen, welche mittels 3T MR-Neurographie und einer fettsupprimierten T2-gewichteten Sequenz, Diffusionstensorbildgebung (DTI) und Multi-Echo T2-Relaxometrie sequenz untersucht wurden. Die quantitativen Biomarker fraktionale Anisotropie (FA), radiale und axiale Diffusivität (RD, AD), mittlere Diffusivität (MD), T2-Relaxationszeit, Protonenspindichte (PSD) und Nervenquerschnitt wurden vom Nervus tibialis am Ober- und Unterschenkel sowie vom Nervus medianus, radialis und ulnaris am mittleren Oberarm gemessen.

Abb. 1 | 159 Similar qualitative DMI changes were observed within the infarct lesions: Diffusivities decreased in all compartments, with Daxintra showing strongest effects. Regarding the volume fractions, an increase in V-intra is contrarily related to a decrease in V-extra and V-csf.



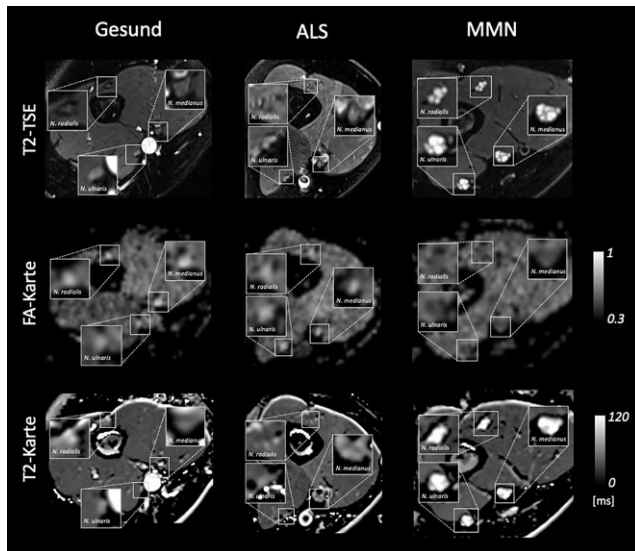


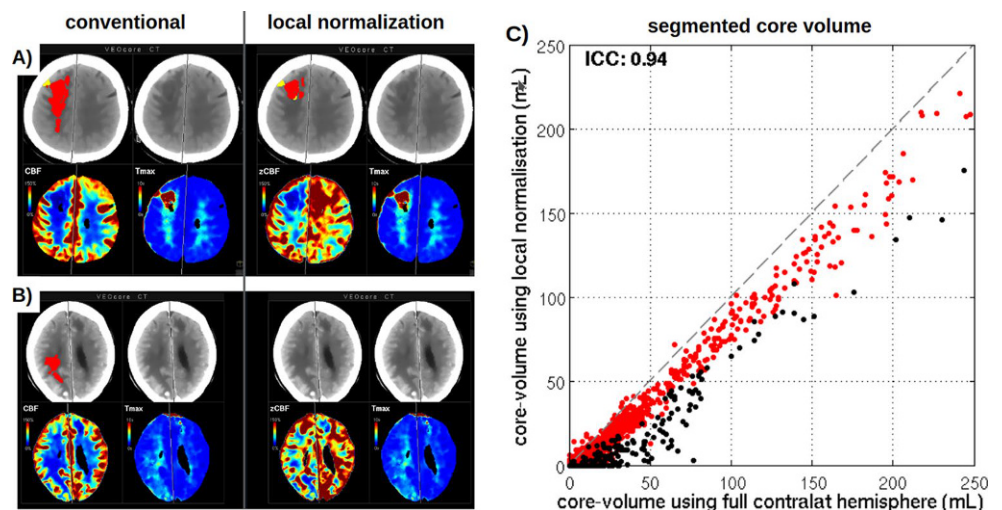
Abb. 1 | 203 Repräsentative axiale T2-Turbospinecho (TSE), FA-Karten und T2-Karten eines gesunden Probanden, eines Patienten mit ALS und MMN am Oberarm zeigen das charakteristische Befundmuster bei MMN

Ergebnisse: MMN zeigte ein charakteristisches Befundmuster mit verminderter FA ($p=0,040$), erhöhter RD ($p=0,015$), erhöhter T2-Relaxationszeit ($p<0,001$), erhöhter PSD ($p=0,004$) und vergrößertem Nervenquerschnitt ($p=0,003$) in den Oberarmnerven im Vergleich zu ALS und Gesunden. Bei ALS hingegen konnten keine signifikanten Nervenunterschiede zu Gesunden festgestellt werden, ebenso fanden sich keinerlei Gruppenunterschiede im Nervus tibialis ($p>0,05$).

Diskussion und Fazit: MMN zeichnet sich durch ein charakteristisches Muster an quantitativen DTI- und T2-Relaxometrie-Biomarkern in den peripheren Armnerven aus, welche vorrangig auf eine Demyelinisierung hindeuten. Diese MR-Biomarker ermöglichen es mikrostrukturelle Nervenveränderungen zu erfassen und könnten für das individuelle Therapieansprechen genutzt werden. Periphere Nervenveränderungen bei ALS scheinen unterhalb der Nachweisgrenze aktueller quantitativer MR-Sequenzen zu sein.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Abb. 1 | 237 A and B) Examples with significantly reduced number of false positives using the local normalisation approach which accounts for naturally reduced blood flow in deep white matter, especially due to angiopathy. C) Correlation of infarct volumes for conventional, and local normalisation: Especially in cases with visually rated obvious microangiopathy, core volumes are significantly smaller (black dots). On average, core volumes are smaller, indicating a subtle correction of false positives in all cases



[237] Reducing false positives in CT-Perfusion infarct core segmentation using contralateral local normalisation

Elias Kellner^{1*}, Alexander Rau^{2,3}, Marco Reiser^{1,4}, Horst Urbach²

¹Medizinphysik, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

³Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

⁴Stereotaktische und funktionelle Neurochirurgie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

Background: The commonly used global threshold of CBF<30% for infarct core segmentation can lead to false positives, as it does not account for differences of blood flow in gray and white matter and patient-individual characteristics such as microangiopathy. To mitigate this problem, we suggest normalising each voxel not with the full contralateral hemisphere, but with local regions of the contralateral counterpart.

Methods: We retrospectively enrolled 2531 CTP scans with suspected ischaemic stroke, of which 345 showed obvious signs of microangiopathy. In addition to the conventional, full-hemispheric normalisation a local normalisation was performed by dividing the CBF maps with their mirrored and smoothed counterpart, which sets each voxel value in relation to the contralateral counterpart, intrinsically accounting for gray and white matter differences and symmetric patient individual microangiopathy. Maps were visually assessed and core volumes were calculated for both methods.

Results: Cases with obvious microangiopathy showed a strong reduction in false positives using local normalisation. On average, core volumes were slightly smaller, indicating an improved segmentation more robust against naturally low blood flow values in deep white matter.

Discussion: The proposed method of local normalisation can significantly reduce the number of false positives in core segmentation, especially in deep white matter and in cases with obvious microangiopathy.

Conclusion: False positives in CTP infarct core segmentation might lead to wrong therapy decisions when not correctly interpreted. The proposed method might help mitigate this problem.

Conflict of Interest: Elias Kellner ist Anteilseigner der VeoBrain GmbH.

[249] Untersuchung der Effektivität von CT-gesteuerten Rupturen von Facettengelenksystem

Alexa Strohm^{1,2*}, Till Malzacher¹, Christopher Bösebeck¹, Melanie Reuter¹, Bernd Schmitz^{1,2}, Johannes Roßkopf^{1,2}, Michael Braun^{1,2}

¹BKH Günzburg, Neuroradiologie, Günzburg, Deutschland

²Universitätsklinikum Ulm, Klinik für diagnostische und interventionelle Radiologie, Ulm, Deutschland

Hintergrund: Die CT-gesteuerte Ruptur von symptomatischen Facettengelenksystemen ist eine gezielte und im Vergleich zur Operation weniger invasive Schmerztherapie an der Wirbelsäule. Ziel dieser Studie war es die Effektivität der CT-geführten Zystenpunktion anhand der Rate der nachträglich operierten Patienten zu untersuchen.

Methoden: 65 Patienten (mittleres Alter/Standardabweichung (Jahre): 68,2±11,9) wurden nach CT-gesteuerter Zystenpunktion im Rahmen eines strukturierten Telefoninterviews in Bezug auf eine mögliche anschließende operative Zystenresektion befragt. Mittels eines Fragebogens wurde der funktionelle Status und die Beeinträchtigung der Lebensqualität der Patienten im Oswestry Disability Index (ODI) erfasst. Die ODI-Werte umfassen eine Spanne von 1 (am besten) bis 100 (am schlechtesten).

Ergebnisse: In dieser Studie wurde bei 60 % der Befragten (39 von 65) nach der CT-geführten Zystenpunktion keine Operation durchgeführt. Bei 40 % (26 von 65) erfolgte nach CT-Intervention eine operative Zystenresektion. Hohe ODI-Werte korrelierten statistisch signifikant mit dem Status einer anschließenden Operation (51,8 vs. 63,6; $p < 0,01$). Keine Korrelation fand sich für Alter, Geschlecht, BMI, Lokalisationshöhe der Zyste an der LWS, Anzahl der Zystenpunktionen, Patientenaufstellungstechnik und den epiduralen Kontrastmittelnachweis als Hinweis auf eine erfolgreiche Zystenpunktion.

Diskussion: Die CT-gesteuerte Zystenpunktion ist eine wenig bekannte Therapieoption von symptomatischen Facettengelenksystemen. Mit 65 untersuchten Patienten stellt diese Studie die bis dato größte untersuchte Patientenkohorte in der Literatur dar. Es konnte eine bemerkenswerte Rate von 60 % mit alleiniger Zystenruptur ohne Operation festgestellt werden. Lediglich der ODI-Wert korrelierte mit dem Status einer anschließenden Operation.

Fazit: Die CT-geführte Zystenpunktion war in 60 % der Fälle als alleinige Therapie ausreichend und sollte daher jedem Patienten mit symptomatischer Facettengelenksyste vor Operation angeboten werden.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Vorträge Young Scientist

[118] COVID-19 ASSOCIATED ARTERIAL EMBOLIC EVENTS: A MULTICENTER RETROSPECTIVE STUDY

Marcel Ploch^{1*}, David Schinz¹, Philipp Paprottka¹, Karl-Ludwig Laugwitz¹, Andreas Saleh², Claus Zimmer¹, Tobias Boeckh-Behrens¹

¹Klinikum rechts der Isar, München, Deutschland

²München Klinik Schwabing, München, Deutschland

Background: During the course of the pandemic, it became clear that COVID-19 should be regarded as a systemic disease, particularly affecting the coagulation system with a high incidence of arterial thrombotic events (ATE). The aim of this study was to investigate the incidence and characteristics of ATE in hospitalized patients with COVID-19 using clinical and imaging data.

Methods: From the beginning of the COVID-19 pandemic in January 2020 to May 2021, databases of five German tertiary-care centers were searched for patients with coincidental ATEs associated with a COVID-19 disease. ATEs were examined regarding their localization,

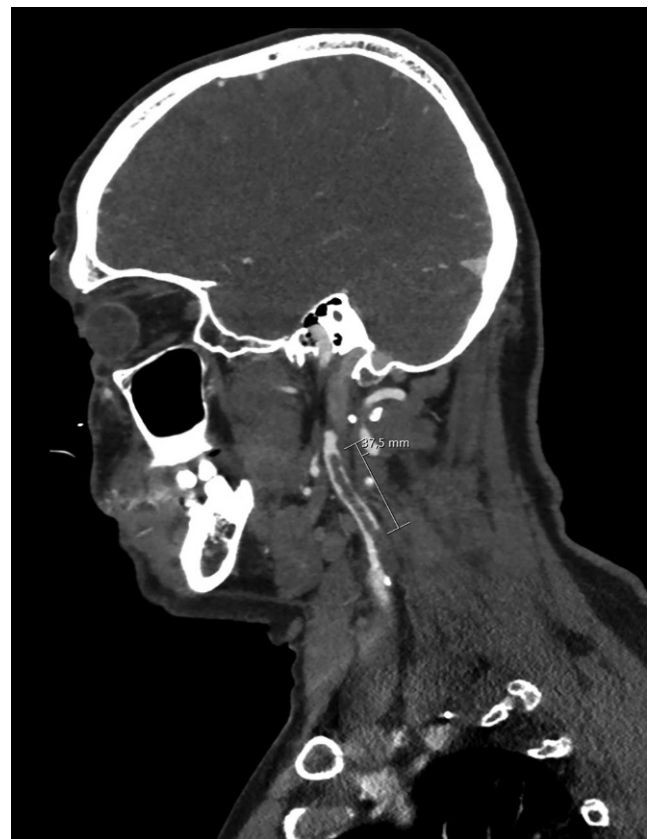


Fig. 1 | 118

time of occurrence, radiographic characteristics, and associations with clinical data and laboratory parameters.

Results: Out of 3267 COVID-19 patients, 102 patients (110 events; median age 76(11–102)) with a mean age of 76 (11–102) presented with ATEs (3.1 %). Localization included cardiac ($n=51$), brain ($n=43$), peripheral ($n=7$), intestinal ($n=3$), precerebral arteries ($n=3$), aorta ($n=1$), kidney ($n=1$), and spleen ($n=1$). Interestingly, some ATE showed patterns of massive thrombi with long-floating portions (Fig. 1). Elevated CRP (median 45 mg/L), Interleukin-6 (median 92 pg/mL), D-dimer (median 2590 µg/L) and fibrinogen levels (median 477 mg/dL) prior to the onset of ATE were detected. ATEs occurred a median of 4 (–17–58) days after the onset of typical primary symptoms of COVID-19.

Discussion: Most clinically detectable ATEs occurred in arterial vessels of the brain and heart, although some emboli also were detected in atypical locations and in young patients without risk factors. Approximately the first week after symptom onset seems to be the main critical period for ATE. This finding underlines the significance of ATE in COVID-19 patients, including patients of young age and in absence of typical risk factors.

Conclusion: COVID-19 is associated with a high rate of ATEs generally affecting all areas of the arterial system and partially with an unusual radiographic pattern. Special attention for possible ATE occurrence should be given during the first week after symptom onset.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[255] MR-Myographie – hat Muskelaktivität einen Einfluss auf die Beurteilung von Denervationsödemem?

Carolina Gerke^{1*}, Stefan Sondermann¹, Katharina Fieseler¹, Peter Schramm¹, Tobias Boppel¹

¹Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, Lübeck, Deutschland

Hintergrund: In der MR-Neurographie (MRN) wird neben der Nervenarstellung auch die Muskulatur im Sinne einer MR-Myographie (MRM) mitbeurteilt. Im Rahmen einer Denervation von Muskeln kommt es zu einem T2-Signalanstieg, den sogenannten Denervationsödemem. Deren Ausprägung hängt von dem Ausmaß der Denervation ab (1). Insbesondere bei geringen T2-Signalsteigerungen (T2-SST) in der MRM stellt sich die Frage der Spezifität und möglicher Differentialdiagnosen. Ein möglicher Einflussfaktor ist Muskelaktivität (MA), z. B. durch Training oder Physiotherapie. Ziel dieser Pilotstudie war es, einen Eindruck der Veränderungen nach MA in den MRN/MRM-Sequenzen zu bekommen.

Methoden: Sechs gesunde Probanden wurden in Ruhe, unmittelbar nach MA, 30 Minuten und 24 Stunden nach Erstmessung mittels MRN des Unterschenkels untersucht. Repetitives, einbeiniges, stehendes Wadenheben bis zur muskulären Erschöpfung war die untersuchte MA. Es erfolgte die ROI-basierte Messung der Signalintensität (SI). Dafür wurde eine Ratio des durch die Übung aktivierten M. gastrocnemius und des nicht aktivierten M. tibialis anterior gebildet. Mittels gepaartem t-Test wurden Unterschiede analysiert.

Ergebnisse: Es zeigten sich signifikante Unterschiede der T2-SI zwischen Ruhemessung (RMG) und Aktivierung ($t(5)=6,54, p=.001, d=2,67$) und keine signifikanten Unterschiede zwischen RMG und Verlaufskontrolle (VK) nach 24 Stunden ($t(5)=2,47, p=.056, d=1,01$) als auch zwischen RMG und VK nach 30 Minuten ($t(5)=1,78, p=.135, d=.73$). Es zeigte sich eine nicht signifikante Differenz zwischen RMG und VK nach 24 Stunden, die als Trend bei geringer Gruppengröße gewertet wird. 3/6 Probanden weisen eine SST von > 10 % zur RMG auf.

Diskussion: Die visuell deutlichen T2-SST nach MA sind innerhalb dieser Stichprobe schnell reversibel. Es zeigt sich ein erneuter Anstieg

der T2-SI nach 24 Stunden, wie bereits von Takahashi (2) publiziert. In Abb. 1 ist exemplarisch der zeitliche Verlauf eines Probanden mit visuell abgrenzbarer SST nach MA und am Folgetag dargestellt. Innerhalb größerer Stichproben sollten diese Effekte weiter untersucht werden, auch die Reversibilität bei Patienten unterscheidet sich womöglich zu gesunden Probanden.

Fazit: MA kann eine T2-SST von über 10 % am Folgetag hervorrufen, die Berücksichtigung bei MRM finden sollte. Weitere Untersuchungen, insbesondere mit Patientenkollektiven, sind nötig, um die Effekte von MA auf die MRN/MRM-Untersuchungen besser zu verstehen. **Offenlegungserklärung:** Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. McDonald (2000) Muscle Nerve
2. Takahashi (1994) Eur. J. Appl. Physiol.

E-Poster

[18] Topographic mapping of isolated thalamic infarcts using vascular and functional thalamic landmarks

Maximilian Rauch^{1*}, Jan-Rüdiger Schüre¹, Franziska Lieschke², Fee Keil¹, Eike Steidl¹, Se-Jong You¹, Christian Förch², Elke Hattingen¹, Stefan Weidauer¹, Martin A. Schaller-Paule²

¹Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Frankfurt am Main, Frankfurt am Main, Deutschland

²Klinik für Neurologie, Universitätsklinikum Frankfurt am Main, Frankfurt am Main, Deutschland

Background: We re-evaluated the relationship between thalamic infarct (TI) localization and clinical symptoms using a vascular (VTM) and a novel functional territorial thalamic map (FTM).

Methods: MRI and clinical data of 65 patients with isolated TI were evaluated (right $n=23$, left $n=42$). A VTM depicted the known 7 thalamic vascular territories (VTs) (Fig. 1). A FTM was generated from a probabilistic thalamic nuclei atlas [1] to determine 6 functionally

Abb. 1 | 255

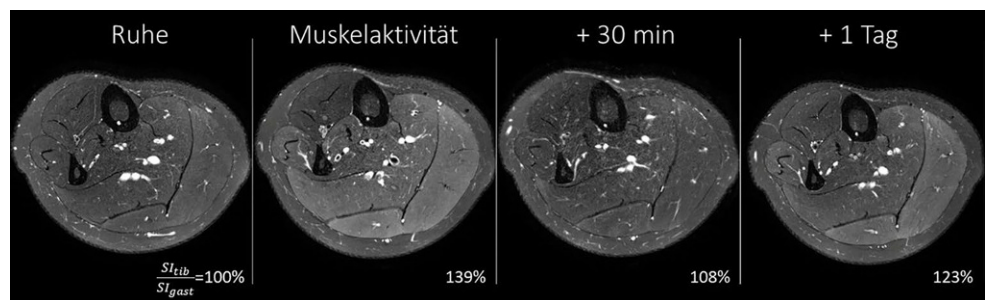


Fig. 1 | 18 Sectional topography of vascular thalamic territories projected onto the MNI-152 standard space

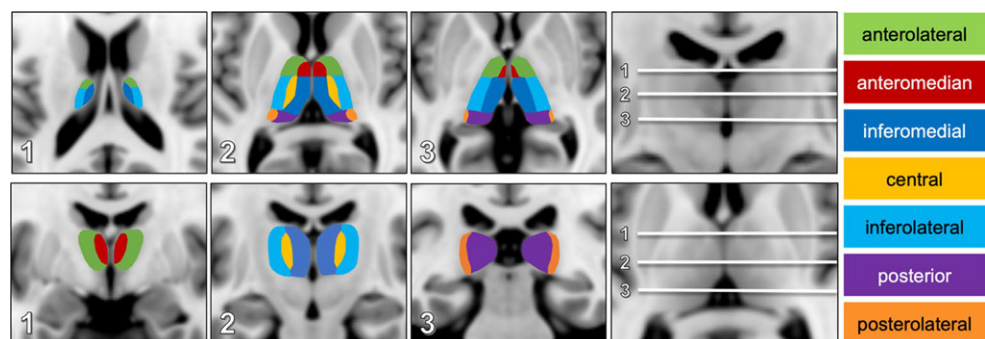
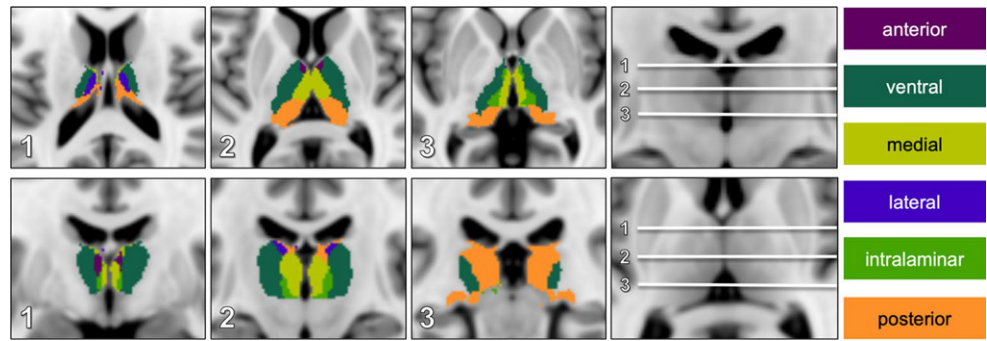


Fig. 2 | 18 Sectional topography of functionally defined thalamic territories projected onto the MNI-152 standard space



defined territories (FTs; Fig 2)(*anterior*: memory/emotions; *ventral*: motor/somatosensory/language; *medial*: behavior/emotions/noci-ception, oculomotor; *intralaminar*: arousal/pain; *lateral*: visuospatial/somatosensory/conceptual&analytic thinking; *posterior*: audiovisual/somatosensory). Four neuroradiologists independently assigned diffusion weighted imaging (DWI)-lesions to the territories mapped by the VTM and FTM. Findings were correlated with clinical data.

Results: Interrater variability for the assignment of DWI-lesions to the VTM was fair ($k=0.36$), but good ($k=0.73$) for the FTM. The most frequent symptom was a hemisensory syndrome (58%), which was not specific for any territory. A co-occurrence of hemisensory syndrome and hemiparesis had a positive predictive value (PPV) of 76% and 82% for involvement of the inferolateral VT and ventral FT, respectively. Aphasia had a PPV of 63% each for involvement of the antero-lateral VT and ventral FT. Neglect was associated with involvement of the inferolateral VT/ventral FT.

Discussion: The mapping of stroke symptoms in TI seems to be more valid with the FTM, because here the topographic assignment of thalamic regions is based on their respective function, although this does not capture all neurological symptoms. The poorer reproducibility of symptoms based on VTM may be based on thalamic-supplying vascular variants that are common but not considered in the vascular-based approach [2,3].

Conclusion: We propose a novel more reliable classification system for TIs based on functional anatomy that demonstrated a better reproducibility compared to the traditional vascular territory model.

Conflict of interest statement: none declared.

References:

1. Iglesias JE et al. (2018) NeuroImage. 183:314–326
2. Percheron G. (1976) Rev Neurol (Paris). 132:309–324
3. Takahashi S et al. (1985) Radiology.155:119–130

[22] Widespread white matter edema in subacute COVID-19 patients with neurological symptoms

Alexander Rau^{1,2}, Nils Schröter³, Ganna Blazhenets⁴, Lea Walter³, Andrea Dreßing³, Elias Kellner⁵, Tobias Bormann³, Hansjörg Mast¹, Dirk Wagner⁶, Horst Urbach¹, Cornelius Weiller³, Philipp Tobias Meyer⁴, Marco Reiser^{5,7}, Jonas Hosp³

¹Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

³Klinik für Neurologie und Neurophysiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

⁴Klinik für Nuklearmedizin, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

⁵Medizinphysik, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

⁶Klinik für Innere Medizin II, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

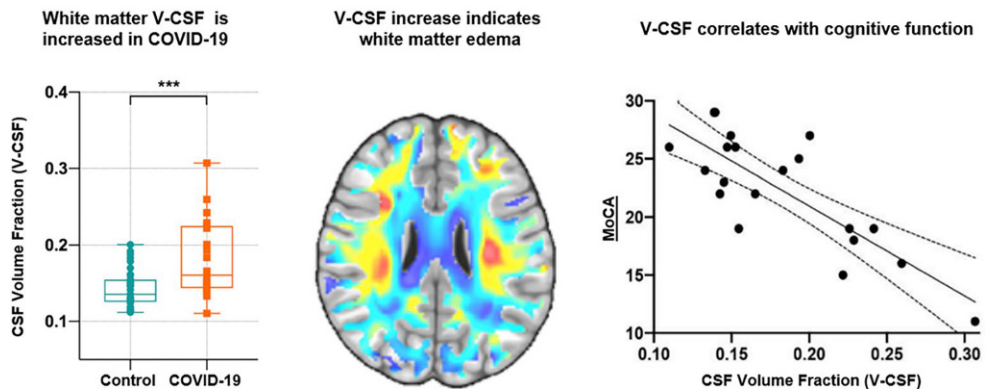
⁷Stereotaktische und funktionelle Neurochirurgie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

Background: While neuropathological examinations in patients who died from COVID-19 revealed inflammatory changes in cerebral white matter, MRI frequently fails to detect abnormalities even in the presence of neurological symptoms. Application of multi-compartment diffusion microstructure imaging (DMI), that detects even small volume shifts between the compartments (intraaxonal, extraaxonal and free wa-ter/CSF) of a white matter model, is a promising approach to overcome this discrepancy.

Methods: In this monocentric prospective study, a cohort of 20 COVID-19 inpatients (57.3±17.1 years) with new neurological symptoms (e.g. delirium, cranial nerve palsies) and/or cognitive impairments

Fig. 1 | 22

White matter edema in subacute COVID-19 patients is associated with impaired cognitive function



measured by the Montreal Cognitive Assessment (MoCA; 22.4 ± 4.9 ; 70 % below the cut-off value $<26/30$ points) underwent DMI in the subacute stage of the disease (29.3 ± 14.8 days after positive PCR) between April 2020 and May 2021. White matter DMI parameters were compared to a healthy control group ($n=35$) and correlated to cortical metabolism and clinical readouts.

Results: Comparison of white matter DMI parameters revealed a volume shift from the intra- and extraaxonal space into the free water fraction (V-CSF). This widespread COVID-related V-CSF-increase affected the entire supratentorial white matter with maxima in frontal and parietal regions. The magnitude of these white matter changes (V-CSF) was associated with MoCA scores ($r=-0.64$, $p=0.006$) but not with ol-factory performance ($r=0.29$, $p=0.12$). Furthermore, a trend for an association between V-CSF and interleukin-6 emerged ($r=0.48$, $p=0.068$), a prominent marker of the COVID-19 related inflammatory response. In 14/20 patients with available FDG-PET data, V-CSF was associated with the expression of the previously defined COVID-19-related metabolic spatial covariance pattern1 ($r=0.57$; $p=0.039$).

Discussion: Our data suggest that an extensive fronto-parietal vasogenic edema develops in the white matter due to a disturbance of the blood-brain barrier in the consequence of a systemic inflammatory reaction. This impairs the activation of associated cortex areas, which clinically results in cognitive impairment, among other symptoms.

Conclusion: DMI in subacute COVID-19 reveals widespread volume shifts compatible with vasogenic edema, affecting various supratentorial white matter tracts.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

- Hosp et al. (2021) Brain.

[68] Dorsal root ganglia volume – normative values, correlation with demographic determinants and reliability of three different methods of volumetry

Moritz Kronlage^{1*}, Thomas David Fischer^{1,2}, Rouven Behnisch³, Daniel Schwarz¹, Philipp Bäumer^{1,4}, Veronique Schwehr¹, Sabine Heiland¹, Martin Bendszus¹, Tim Godel¹

¹Department of Neuroradiology, Neurological University Clinic, Heidelberg University Hospital, Heidelberg, Deutschland
²Institut für Neuroradiologie, LMU Klinikum – Campus Großhadern, München, Deutschland
³Institute of Medical Biometry and Informatics, University of Heidelberg, Heidelberg, Deutschland
⁴Center for Radiology dia.log, Altötting, Deutschland

Background: Dorsal root ganglia (DRG) volume has evolved to an important imaging marker in the diagnostic workup of various peripheral neuropathies and pain syndromes. The aim of this study (1) was to assess normal values of DRG volume and correlations with demographic determinants and (2) to quantify reliability of three different methods of DRG volumetry.

Methods: Sixty healthy subjects (mean age: 59.1, range 23–79) were examined using a 3D, T2-weighted, MR-Neurography sequence of the lumbosacral plexus at 3 Tesla. Normal values of DRG L3 to S2 were obtained after exact volumetry based on manual 3D segmentation and correlations with demographic variables were assessed. For assessment

of interreader and intermethod reliability, DRG volumes in a subset of 25 participants were measured by two independent readers, each applying (1) exact volumetry based on 3D segmentation, (2) axis-corrected, and (3) non-axis-corrected volume estimation. Intraclass correlation coefficients were reported and Bland-Altman analysis was conducted.

Results: Mean DRG volumes ranged from 124.8mm³ for L3 to 323.3mm³ for S1 and were not significantly different between right and left DRG. DRG volume (mean of L3 to S1) correlated with body height ($r=0.42$; $p=0.0008$) and weight ($r=0.34$; $p=0.0087$). DRG of men were significantly larger than of women ($p=0.0002$), however, no difference remained after correction for body height. Interreader reliability was high for all three methods but best for exact volumetry (ICC=0.99). While axis-corrected estimation was not associated with a relevant bias, non-axis-corrected estimation systematically overestimated DRG volume by on average 15.55mm³ (reader 1) or 18.00mm³ (reader 2) when compared with exact volumetry.

Conclusion: The here presented normal values of lumbosacral DRG volume and the correlations with height and weight may be considered in future disease specific studies and possible clinical applications. Exact volumetry was most reliable and is considered as the gold standard. How-

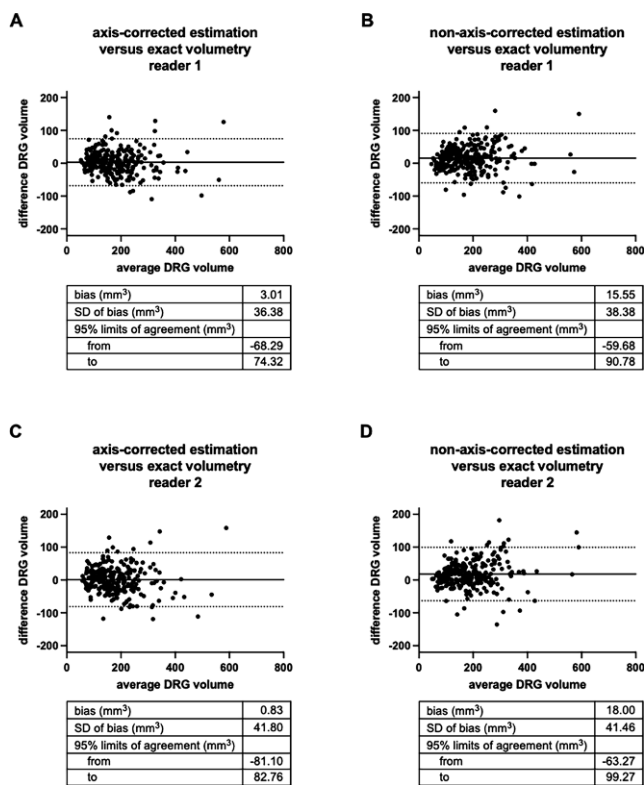


Fig. 1 | 68 Bland-Altman plots of inter-method reliability comparing axis-corrected estimation with exact volumetry and non-axis corrected estimation with exact volumetry in reader 1 (A) and (B) and reader 2 (C) and (D). DRG=dorsal root ganglion. SD=standard deviation

Tab. 1 | 68 Normal values of dorsal root ganglia (DRG) volume as assessed by exact volumetry after 3D-segmentation in 60 healthy individuals

	L3	L4	L5	S1	S2
Number of values (right+left)	120	120	120	120	111
Mean DRG volume (mm³)	124.8	163.4	244.0	323.3	179.4
Std. Deviation (mm³)	51.1	58.5	76.9	124.5	107.1
3% Percentile - 97% Percentile (mm³)	58.1-251.9	86.7-308.5	130.3-410.3	164.7-633.2	55.8-458.2
Range (mm³)	52.9-331.7	57.8-373.3	109.5-527.6	129.7-893.3	45.4-542.3

ever, also reliability of axis-corrected and non-axis-corrected volume estimation was high and might still be sufficient.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[71] Aberrant allometric scaling of cortical folding in preterm-born adults

Benita Schmitz-Koep^{1,2*}, Aurore Menegaux^{1,2}, Juliana Zimmermann^{1,2}, Melissa Thalhammer^{1,2}, Antonia Neubauer^{1,2}, Jil Wendt^{1,2}, David Schinz^{1,2}, Christian Wachinger³, Marcel Daamen^{4,5}, Henning Boecker⁴, Claus Zimmer^{1,2}, Josef Priller⁶, Dieter Wolke^{7,8}, Peter Bartmann⁵, Christian Sorg^{1,2,6}, Dennis Hedderich^{1,2}

¹Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, School of Medicine, Technical University of Munich, Munich, Deutschland

²TUM-NIC Neuroimaging Center, School of Medicine, Technical University of Munich, Munich, Deutschland

³Lab for Artificial Intelligence in Medical Imaging, School of Medicine, Technical University of Munich, Munich, Deutschland

⁴Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University Hospital Bonn, Bonn, Deutschland

⁵Department of Neonatology, University Hospital Bonn, Bonn, Deutschland

⁶Department of Psychiatry, School of Medicine, Technical University of Munich, Munich, Deutschland

⁷Department of Psychology, University of Warwick, Coventry, Vereinigtes Königreich

⁸Warwick Medical School, University of Warwick, Coventry, Vereinigtes Königreich

Background: A universal allometric scaling law has been proposed to describe cortical folding of the mammalian brain as a function of the product of cortical surface area and the square root of cortical thickness across different mammalian species including humans. [1,2] Since these cortical properties are vulnerable to developmental disturbances caused by preterm birth in humans, and since these alterations are related to cognitive impairments, [3,4] we tested (i) whether cortical folding in preterm-born adults follows this cortical scaling law, and (ii) the functional relevance of potential scaling aberrancies.

Methods: We analyzed the cortical scaling relationship in a large, prospectively collected cohort of 91 very premature-born (<32 weeks of gestation and/or birthweight <1500 g, VP/VLBW) adults and 105 full-term (FT) controls at 26 years of age based on total surface area, exposed surface area, and average cortical thickness measured with structural magnetic resonance imaging and surface-based morphometry. The model, $A_t T^{1/2} = k A_e^a$ predicts the scaling exponent $a = 1.25$. The only free parameter is k , or offset.

Results: We found that the slope of the log-transformed cortical scaling relationship was significantly altered in VP/VLBW adults compared to FT controls (VP/VLBW: 1.24, FT: 1.15, $p = 0.025$). More specifically, the slope was significantly altered in male VP/VLBW adults (VP/VLBW: 1.26, FT: 0.99, $p = 0.026$), see Fig. 1A, while there was no significant difference in the slope of female VP/VLBW adults (VP/VLBW: 1.28, FT: 1.17, $p = 0.330$), see Fig. 2A. Furthermore, offset was significantly lower in both male (VP/VLBW: -0.547 , FT: -0.538 , $p = 0.001$), see Fig. 1B, and female VP/VLBW adults (VP/VLBW: -0.545 , FT: -0.538 , $p = 0.021$), see Fig. 2B, indicating a systematic shift of the regression line after preterm birth. Gestational age had a significant effect on the slope in VP/VLBW adults, and more specifically in male VP/VLBW adults, indicating that the difference in slope is specifically related to preterm birth. Differences in scaling had no significant relationship with cognitive performance.

Discussion: Results demonstrate altered scaling of cortical surface and cortical thickness in very premature-born adults. Data suggest a systematic shift for the relationship between cortical surface and thickness, possibly due to changes in the mechanical forces acting on the cortex. [2]

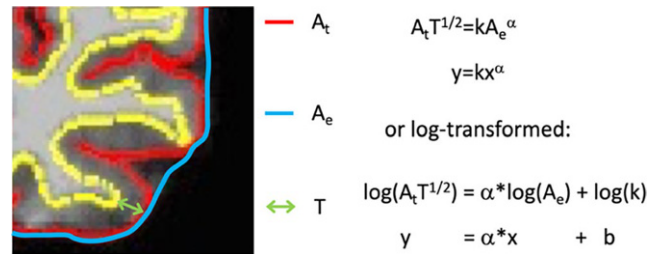


Fig. 1 | 71 MRI-based measures and the universal scaling law. Total surface area (A_t), exposed surface (A_e), and average cortical thickness (T) as segmented by FreeSurfer. Universal scaling law and its log-transformed form

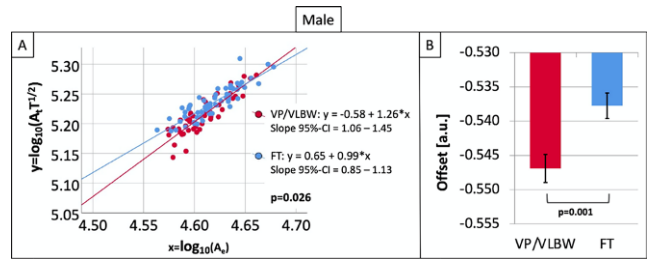


Fig. 2 | 71 **A.** Comparison of scaling behavior between male preterm-born adults and male full-term controls. The relationship between $x = \log_{10}(A_e)$ and $y = \log_{10}(A_t T^{1/2})$ is shown as a scatter plot. Linear regression lines and equations for the male VP/VLBW (red) and FT (blue) group as well as 95%-CI intervals for the slope and the p-value from the multiple linear regression analysis were added. Bold letters indicate statistical significance. **B.** Comparison of offset between male preterm-born adults and male full-term controls. Using the theoretically predicted slope of 1.25, estimated marginal means for the male VP/VLBW (red) and FT (blue) group are shown as bar charts with SE as error bars, and the p-value from the multiple linear regression analysis was added. Bold letters indicate statistical significance. Abbreviations: A_e exposed surface area; A_t , full-term; SE, standard error; T, cortical thickness; VP/VLBW, very preterm and/or very low birth weight

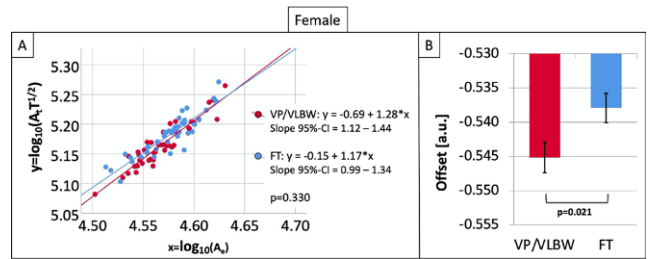


Fig. 3 | 71 **A.** Comparison of scaling behavior between female preterm-born adults and female full-term controls. The relationship between $x = \log_{10}(A_e)$ and $y = \log_{10}(A_t T^{1/2})$ is shown as a scatter plot. Linear regression lines and equations for the female VP/VLBW (red) and FT (blue) group as well as 95%-CI intervals for the slope and the p-value from the multiple linear regression analysis were added. Bold letters indicate statistical significance. **B.** Comparison of offset between female preterm-born adults and female full-term controls. Using the theoretically predicted slope of 1.25, estimated marginal means for the female VP/VLBW (red) and FT (blue) group are shown as bar charts with SE as error bars, and the p-value from the multiple linear regression analysis was added. Bold letters indicate statistical significance. Abbreviation: A_e exposed surface area; A_t total surface area; FT, full-term; SE, standard error; T, cortical thickness; VP/VLBW, very preterm and/or very low birth weight

Conclusion: Altered neurodevelopment after preterm birth leads to differences in allometric scaling of cortical folding.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

1. Mota B, Herculance-Houzel S. Cortical folding scales universally with surface area and thickness, not number of neurons. *Science*. 349(6243):74–77. <https://doi.org/10.1126/science.aaa9101>
2. Wang, Y., Neucus, J., Kaiser, M., Mota, B., (2016) Universality in human cortical folding in health and disease. *Proc Natl Acad Sci*. 113(45)12820–12825. <https://doi.org/10.1073/pnas.1610175113>
3. Skranes, J., Løhaugen GCC., Martinussen, M., Håberg A., Brubakk A-M., Dale AM. (2013) Cortical surface area and IQ in very-low-birth-weight (VLBW) young adults. *Cortex*. 49(8):2264–2271. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2013.06.001>
4. Schmitz-Koep B., Bäuml JG., Menegaux A., et al. (2020) Decreased cortical thickness mediates the relationship between premature birth and cognitive performance in adulthood. *Hum Brain Mapp*. 41(17):4952–4963. <https://doi.org/10.1002/hbm.25172>

[74] Perivaskuläre Makrophagen vermitteln fokale Mikrovasospasmen der kortikalen Arteriolen in der Frühphase nach Subarachnoidalblutungen

Julian Schwarting^{1,2*}, Xiangjiang Lin^{2,3}, Nicole A. Terpolilli^{2,3,4}, Nikolaus Plesnila^{2,3}

¹Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München, München, Deutschland

²Institut für Schlaganfall- und Demenzforschung, Klinikum der LMU München, München, Deutschland

³Munich Cluster for Systems Neurology SyNergy, München, Deutschland

⁴Neurochirurgische Klinik und Poliklinik, Klinikum der LMU München, München, Deutschland

Hintergrund: Die ersten 72 h nach Subarachnoidalblutungen (SAB) sind durch Perfusionsdefizite der zerebralen Mikrozirkulation gekennzeichnet. Fokale Mikrovasospasmen (MVS) der pialen und penetrierenden kortikalen Arteriolen treten sowohl in Patienten als auch nach experimenteller SAB auf. Kürzlich konnte gezeigt werden, dass die Inaktivierung perivaskulärer Makrophagen (PVM) das neurologische Outcome nach experimenteller SAB im Mausmodell verbessert; die pathophysiologischen Mechanismen sind jedoch unklar.

Ziel dieser Studie war daher die Untersuchung des Einflusses von PVM bei der Entstehung von MVS nach experimenteller SAB.

Methoden: 8 C57Bl6-Mäuse erhielten zur gezielten PVM Depletion 7 Tage vor SAB-Induktion eine intrathekale Injektion von Liposomen mit Clodronat oder einem Vehikel in die Cisterna magna. Die SAB wurde durch Filamentperforation unter kontinuierlicher Überwachung der zerebralen Hirnperfusion ausgelöst. Sechs Stunden nach SAB wurde die zerebrale Mikrozirkulation mittels in-vivo 2-Photonenmikroskopie über ein transkraniales Fenster nach intraarterieller Injektion des Farbstoffs Fluorescein-5-isothiocyanat untersucht. Die Kalibervariationen der Mikrogefäße wurden in 9 standardisierten Regions of Interest (ROI) analysiert. Abschließend wurde eine immunhistochemische Färbung mit CD206 und Laminin durchgeführt.

Ergebnisse: PVM konnten in der Nähe von pialen Arterien und penetrierenden Arteriolen dargestellt und gezielt durch Clodronat-Liposomen depletiert werden ($p < .01$).

Nach SAB traten vermehrt MVS auf (9 IQR 3 vs. 1 IQR 1 pro ROI, $p < .001$). Die Makrophagendepletion reduzierte diese Anzahl auf 3 IQR 3/ROI ($p < .001$). Nach Vehikelinjektion waren in den beobachteten ROIs 23,49 ± 2,5 % vs. 13,25 ± 6,8 % der pialen Arterien spastisch ($p = .027$), respektive 39,1 ± 2,6 % vs. 16,6 ± 1,4 % der penetrierenden Arteriolen ($p < .001$).

Diskussion: Perizyten könnten möglicherweise durch vermehrten Blutabbau und eine Zunahme von Blutabbauprodukten im perivaskulären Raum zu einer Verengung der Mikrogefäße und zur Bildung von MVS führen.

Fazit: Perivaskuläre Makrophagen vermitteln die frühe Bildung von Mikrovasospasmen in pialen und penetrierenden Arteriolen nach SAB

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[81] Bewertung der zerebrovaskulären Reaktivität bei Moyamoya mittels Atempause-getriggelter fMRI (bh-fMRI): Untersuchung der voxelweisen Korrektur hämodynamischer Verzögerungen und Vergleich mit dem diagnostischen Standard [15O]Wasser-PET

Leonie Zerweck^{1*}, Till-Karsten Hauser¹, Constantin Roder², Ganna Blazhenets³, Philipp T. Meyer³, Ulrike Ermemann¹, Uwe Klöse¹

¹Universitätsklinikum Tübingen, Abteilung Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Tübingen, Deutschland

²Universitätsklinikum Tübingen, Abteilung Neurochirurgie, Tübingen, Deutschland

³Universitätsklinikum Freiburg, Klinik für Nuklearmedizin, Freiburg, Deutschland

Hintergrund: Bei der Moyamoya-Erkrankung (MMD) ist für die Bewertung des Schlaganfallrisikos die Beurteilung der zerebrovaskulären Reaktivität (CVR) erforderlich. Die Abschätzung der CVR mittels Atempause-getriggelter fMRI (bh-fMRI) gilt als gut verfügbare Alternative zum diagnostischen Standard [¹⁵O]Wasser-PET [1]. In jüngsten Studien wird die Durchführung einer voxelweisen Korrektur hämodynamischer Verzögerungen bei Hyperkapnie-getriggelter fMRI empfohlen [2]. Ziel dieser Studie ist es, die Auswirkung der hämodynamischen Verzögerungskorrektur bei der Auswertung von bh-fMRI zu untersuchen und die Ergebnisse mit [¹⁵O]Wasser-PET zu vergleichen.

Methoden: Es wurden bh-fMRI Datensätze von 22 MMD-Patienten mit voxelweiser Verzögerungskorrektur ausgewertet. Die Datensätzen wurden bewegungskorrigiert, normalisiert und räumlich geglättet. Als Parameter der CVR wurde voxelweise die Kreuzkorrelation des BOLD-Signalverlaufs mit dem Signalverlauf des Kleinhirns bestimmt. Hierfür wurde der Signalverlauf jedes Voxels innerhalb unterschiedlicher Verschiebungsbereiche (0 bis +30s, in 0,75s-Schritten) verschoben und die maximale Korrelation zum Kleinhirnsignalverlauf bei voxel-spezifischer Verschiebung innerhalb des Verschiebungsbereichs berechnet. In standardisierten VOIs wurde die Korrelation der bh-fMRI Datensätze

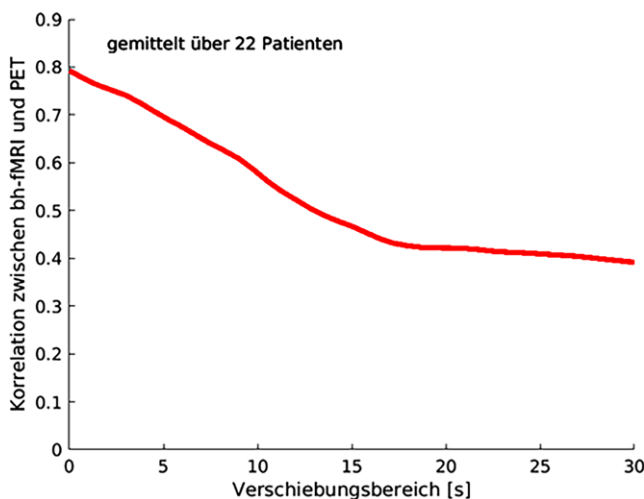


Abb. 1 | 81 Korrelation zwischen bh-fMRI und [²⁵O] Wasser-PET in Abhängigkeit des Verschiebungsbereichs gemittelt über alle Patienten

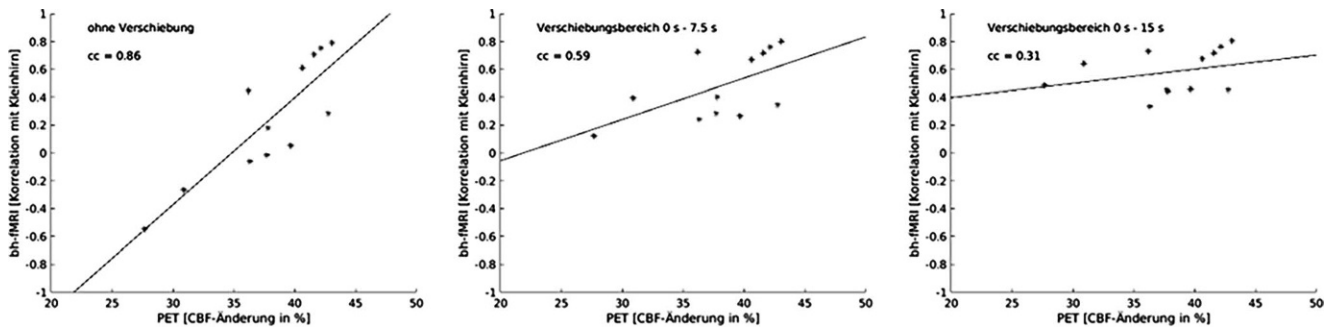


Abb. 2 | 81 Exemplarische Korrelation zwischen bh-fMRT und [¹⁵O] Wasser-PET eines einzelnen Moyamoya-Patienten bei voxelweiser Zeitverzögerungskorrektur mit unterschiedlichen Verschiebungsbereichen. Es zeigt sich eine geringere Korrelation nach Durchführung einer voxelweisen Verzögerungskorrektur als ohne Korrektur

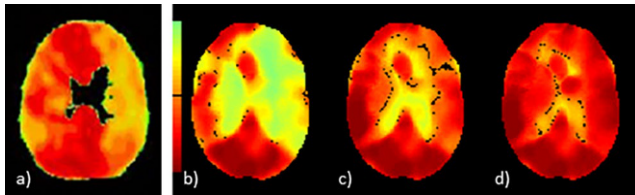


Abb. 3 | 81 [¹⁵O] Wasser-PET-Map (a) und zugehörige bh-fMRI-Maps des exemplarischen MMD-Patienten ohne Verschiebungskorrektur (b) und mit Verschiebungen im Bereich 0–7,5s (c) und 0–15s (d). Die im PET ersichtlichen CVR-Unterschiede zwischen rechter und linker Hemisphäre sind in den bh-fMRI Maps mit Zeitverzögerungskorrektur weniger deutlich erkennbar als in der Map ohne Zeitverzögerungskorrektur

(voxel-weise Korrelation mit Kleinhirn) mit den zugehörigen PET-Datensätzen (voxel-weise Blutfluss-Änderung) berechnet. Die Korrelation zwischen den bh-fMRI und PET-Datensätzen wurde bei allen untersuchten Verschiebungsbereichen über alle Patienten gemittelt.

Ergebnisse: Ohne Zeitverzögerungskorrektur betrug die durchschnittliche Korrelation zwischen PET und bh-fMRI 0,79. Nach Durchführung der voxelweisen Verzögerungskorrektur zeigte sich bei allen Verschiebungsbereichen eine schlechtere durchschnittliche Übereinstimmung zwischen bh-fMRI und PET als ohne Korrektur (Abb. 1–3).

Diskussion/Fazit: Es zeigte sich eine gute Übereinstimmung zwischen bh-fMRI und PET. Die voxelweise Verzögerungskorrektur sollte kritisch bewertet werden, da sie zu einer geringeren Korrelation mit dem diagnostischen Standard [¹⁵O]Wasser-PET führen kann.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Hauser et al. (2019) NeuroImage: Clin
2. Yao et al. (2021) J Cereb Blood Flow Metab

[83] Hemodynamic characteristics of leptomeningeal collaterals in patients with asymptomatic high-grade internal carotid artery stenosis

Lena Schmitzer^{1*}, Alexander Seiler², Claus Zimmer¹, Kilian Weiss³, Christine Preibisch^{1,4}, Jens Göttler^{1,5}, Fahmeed Hyder⁵, Stephan Kaczmarz^{1,3,5}

¹Fakultät für Medizin, Abteilung für Neuroradiologie, Technische Universität München, München, Deutschland
²Abteilung für Neurologie, Goethe Universität Frankfurt, Frankfurt, Deutschland
³Philips GmbH Market DACH, Hamburg, Deutschland

⁴Fakultät für Medizin, Abteilung für Neurologie, Technische Universität München, München, Deutschland
⁵MRRCC, Yale University, New Haven, USA

Background: Secondary collateral flow is a pivotal factor in the outcome of stroke, [1] yet its role in chronic hypoperfusion as induced by internal carotid artery stenosis (ICAS) is widely unknown. A promising method to detect secondary collaterals uses the coefficient of variance (CoV) of a dynamic susceptibility contrast (DSC) time series as a proxy of pial collaterals. [2]

In this study, we investigated high CoV voxels in ICAS and healthy controls (HCs) and characterized these voxels with respect to hemodynamic properties.

Methods: 29 asymptomatic, unilateral high-grade ICAS patients and 30 HCs underwent MRI on a 3T Philips Ingenia. Based on the DSC time-series, CoV was calculated in each voxel and high CoV masks generated using a 70th percentile threshold. [2] Within these masks, hemodynamics were investigated using DSC-based relative cerebral blood volume (rCBV), cerebral blood flow (CBF) from arterial spin labeling (ASL) and relative oxygen extraction fraction (rOEF) using multi-parametric quantitative BOLD (Fig. 1). [3]

Results: High CoV voxels were symmetrically distributed over hemispheres in both groups (Fig. 2A). Within the high CoV mask, CBF and rCBV were significantly elevated by approximately 20 % compared to grey matter, while rOEF was 20 % lower in both groups (Fig. 2B-D).

Discussion: Analysis of high CoV found symmetry between hemispheres in ICAS patients and HCs. This indicates that the hemodynamic impairment might not have progressed to a level where pial collaterals are necessary for the maintenance of downstream brain tissue, which is in accordance with the idea of pial collaterals as a sign of severely deteriorated hemodynamics and insufficiency of oxygen supply. [4,5]

Elevated CBF and rCBV and decreased rOEF within high CoV compared to grey matter were found in both groups and imply a high density of arterioles in high CoV voxels. [6]

Conclusion: The method applied here may allow early detection of future pial collaterals in case of deteriorating hemodynamic impairments.

Conflict of Interest: Dr. Kilian Weiss und Dr. Stephan Kaczmarz sind bei Philips GmbH angestellt.

References

1. Christoforidis (2003) *JNR*.
2. Seiler (2020) *JCBFM*.
3. Hirsch (2014) *NMRBiomed*.
4. Sebök (2021) *JCBFM*.
5. Kunieda (2017) *InternMed*.
6. Brozici (2003) *Stroke*.

Fig. 1 | 83 Exemplary data of ICAS patient

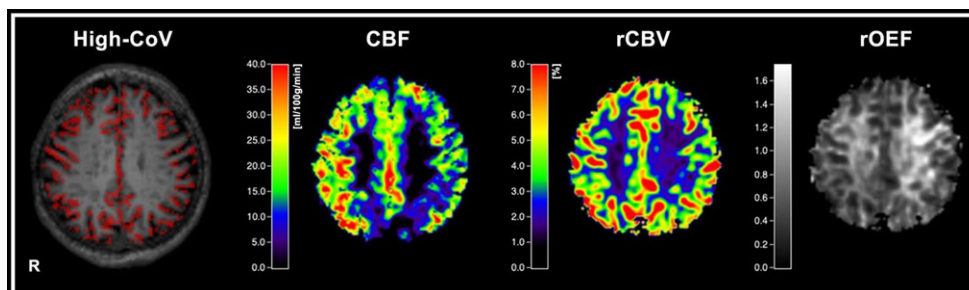
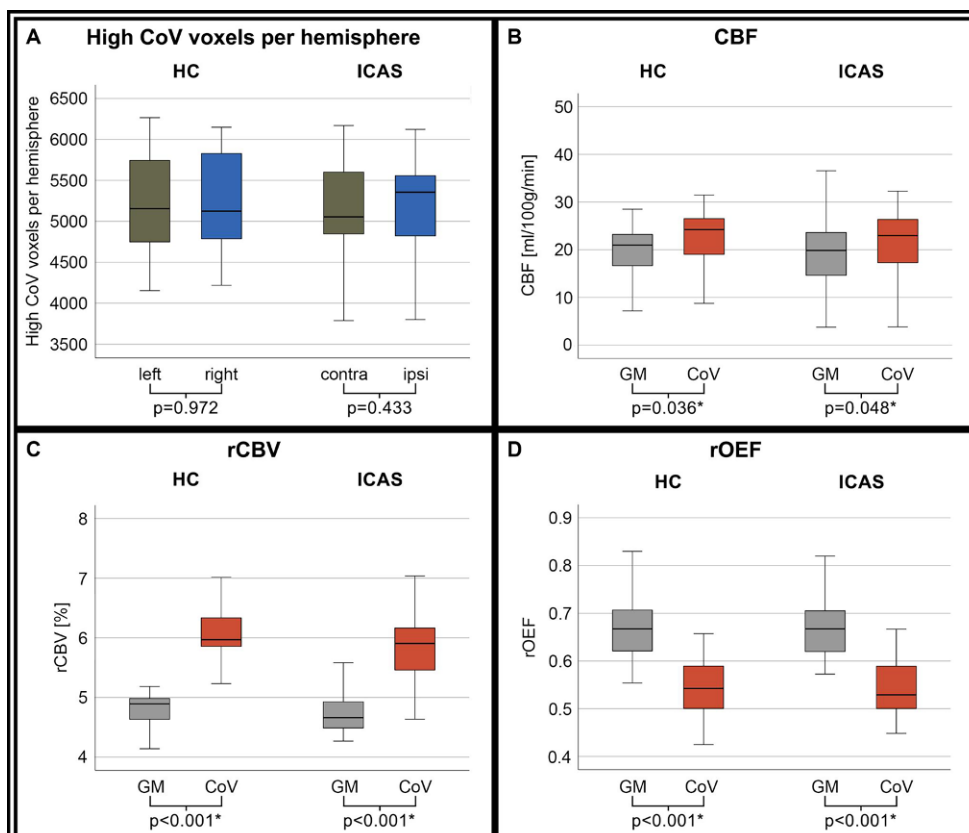


Fig. 2 | 83 Group-level comparison of the number of high CoV voxels per hemisphere between HCs and ICAS patients (A) and hemodynamic characterization of CBF, relative CBV and relative OEF in whole brain grey matter (GM) vs. high CoV voxels (B–D)



[89] ZOOMit-MRT zur optimierten Darstellung fokaler kortikaler Dysplasien und ihrer Läsionsgrenzen im Rahmen der prächirurgischen Epilepsiediagnostik

Lena Will^{1*}, Kanjana Unnwongse¹, Harald Kugel², Sebastian Fischer¹, Yaroslav Parpaley¹, Dorothea Müller¹, Carsten Hermann Wolters³, Jörg Wellmer¹, Tim Wehner¹

¹Universitätsklinikum Knappschafts-Krankenhaus Bochum, Bochum, Deutschland

²Institut für klinische Radiologie, Universität Münster, Münster, Deutschland

³Institut für Biomagnetismus und Biosignalanalyse, Universität Münster, Münster, Deutschland

Hintergrund: Die MRT-Diagnostik nimmt bei der Epilepsiechirurgie fokaler kortikaler Dysplasien (FCD) eine bedeutende Rolle ein: sie ermöglicht ihre Detektion, Größenbestimmung und Abgrenzung zu gesundem Gewebe, was besonders für minimal-invasive Operationen wichtig ist. Wir haben überprüft, welchen Mehrwert die Verwendung von ZOOMit (ermöglicht eine höhere Auflösung von interessierenden

Gewebearealen durch gezielte Anregung unter Verwendung paralleler Transmission) gegenüber MRT-Postprocessing (Morphometrieprogramm MAP18) hat.

Methoden: 16 Patienten mit pharmakoresistenter Epilepsie, bei denen FCD (nach MRT-Kriterien Typ IIB) gemäß prächirurgischer Epilepsiediagnostik die epileptogenen Läsionen waren, erhielten ein epilepsiespezifisches 3T MRT (3D-T1 MPRAGE 0,85×0,85×0,85 mm, 3D-FLAIR 0,5×0,5×0,5 mm, cor und ax T2 2 bzw. 3 mm, ax SWI 2 mm) sowie eine auf die Läsion zentrierte ZOOMit-Sequenz (0,5×0,5×0,5 mm) und ein auf der 3D-T1 MPRAGE basierendes Postprocessing. Ausgewertet wurden die Volumina der FCDs.

Ergebnisse: Bei allen 16 Patienten (9 Frauen) konnte anhand der 3D-FLAIR und der ZOOMit die FCD erkannt und lokalisiert werden. Bei 11 Patienten zeigte MAP 18 die FCDs mit einem z-Score >4 (d.h. hinreichend sicher spezifisch), 5 FCDs waren MAP-negativ. 31 Regionen wurden mit MAP 18 falsch positiv angezeigt. Der Median der Läsions-Volumina der FCD in der Gruppe der MAP-positiven FCD war in ZOOMit größer als in MAP 18 (1,8±1,18 ml vs. 1,36±0,79 ml, $p=0,027$). In den 5 MAP-negativen Fällen konnte in der ZOOMit ein Volumen von 0,6±0,18 ml gemessen werden.

Diskussion: In ZOOMit haben FCDs größere Volumina als in MAP18. Im Rahmen der prächirurgischen Diagnostik und insbesondere der Planung und Durchführung von minimal-invasiven, MRT-basierten Operationen wie Thermokoagulationen sollte ZOOMit angewendet werden, um prospektiv weitere Erfahrung mit dieser Sequenz zu sammeln.

Fazit: Die Weiterentwicklung der strukturellen MRT im Kontext der prächirurgischen Epilepsiediagnostik geht weiter. ZOOMit ist ein vielversprechender Ansatz für die optimierte Darstellung von FCD, insbesondere im Hinblick auf läsionsfokussierte minimal-invasive Epilepsiechirurgie.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[91] Einfluss der Dual Energy CT Technik auf die Quantifizierung des ischämischen Ödems nach mechanischer Thrombektomie

Paul Steffen^{1*}, Setareh Karimpour¹, Helge Kniep¹, Vincent Geest¹, Jens Fiehler¹, Gabriel Broocks¹

¹Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

Background: Net Water Uptake (NWU) ist ein quantitativer Biomarker für ischämische Ödemformation, welcher durch Messung der Hounsfield Einheiten (HU) im CT bestimmt werden kann und eine starke Korrelation mit dem klinischen Outcome aufweist [1]. Kontrastmittelpooling kann im infarzierten Areal die HU im CT-Scan erhöhen und somit zu einer Ödemunterschätzung führen. Mithilfe von virtual Non-Contrast-Bildern (VNC) aus Dual Energy CT-Scans (DECT) lässt sich das jodhaltige Kontrastmittel aus den Untersuchungen herausrechnen und somit theoretisch die Aussagekraft des NWU verbessern. Um dies zu untersuchen, wurde das NWU in VNC- (vNWU) und konventionellen CT-Bildern (cNWU) verglichen.

Methoden: Insgesamt wurden 64 konsekutive Patienten mit akutem anterioren Großgefäßverschluss eingeschlossen, die ein Follow-Up DECT nach mechanischer Thrombektomie erhalten haben. NWU wurde in identischen Zielarealen in konventionellen (cNWU) und VNC-Bildern (vNWU) quantifiziert. Der Grad der Ödemunterschätzung wurde als Differenz zwischen cNWU und vNWU berechnet.

Ergebnisse: Das Ödem war in 54 (84 %) der Patienten geringer, wenn cNWU verwendet wurde. Das mediane cNWU war 17,7 % (IQR: 7–27 %) und das mediane vNWU war 27,8 % (IQR: 19,9–34,1 %). In multivariabler linearer Regressionsanalyse waren Alter (β : 0,003, 95 %CI: 0,0003–0,06, $p=0,03$) und mTICI-Score (β : 0,03, 95 %CI: 0,002–0,05, $p=0,04$) unabhängige Prädiktoren für den Grad der Ödemunterschätzung. Die Korrelation zwischen mRS bei Entlassung und NWU war für vNWU höher (β : 7,5, 95 %CI: 1,7–13,4, $p=0,01$) als für cNWU (β : -4,7, $p=0,1$).

Diskussion: Durch die Verwendung von cNWU wird das Hirnödem in vielen Patienten geringer geschätzt als durch vNWU. Dabei weist vNWU eine stärkere Korrelation mit dem mRS bei Entlassung auf, was vorteilhaft für die Abschätzung des klinischen Outcomes ist. Dieser Vorteil beruht höchstwahrscheinlich auf einer Ödemunterschätzung des cNWU durch jodhaltiges Kontrastmittelpooling, welches durch Verwendung von vNWU korrigiert werden kann.

Fazit: vNWU bietet gegenüber cNWU die Möglichkeit die Ödemunterschätzung durch Kontrastmittelpooling zu verringern, weist eine stärkere Korrelation mit mRS bei Entlassung auf und erscheint daher vorteilhaft zur Quantifizierung des NWU zu sein.

Offenlegungserklärung: Die Autoren/Autorinnen erklären, dass Interessenkonflikte vorliegen. Die Verbindungen liegen der Kongressorganisation KUKM GmbH vor.

Literatur

1. Nawabi J, Flottmann F, Kemmling A, et al. (2019) Elevated early lesion water uptake in acute stroke predicts poor outcome despite

successful recanalization – When „tissue clock“ and „time clock“ are desynchronized. Int J Stroke.

[92] Lumbago und Radikulopathie- was bringt uns die gagCEST Bildgebung der lumbalen Bandscheiben?

Daniel Abrar^{1*}, Miriam Frenken¹, Lena Wilms¹, Gerald Antoch¹

¹Universitätsklinikum Düsseldorf, Radiologie, Düsseldorf, Deutschland

Hintergrund: Um den Zusammenhang zwischen klinischer Manifestation und ultrastrukturellem Korrelat zu untersuchen, wurde in dieser Studie der Glykosaminoglykan-Gehalt (GAG) lumbaler Bandscheiben (IVD) von Patienten mit Radikulopathie, unspezifischem Rückenschmerz (nsLBP) und asymptomatischen Probanden mittels GAG-Chemical Exchange Saturation Transfer (gagCEST) MRT verglichen. **Methoden:** 18 Patienten (57,5 ± 22,5 Jahre) mit Radikulopathie, 16 altersgleiche Patienten mit chronischem nsLBP und 20 asymptomatische Probanden unterzogen sich einer standardmäßigen und gagCEST-MRT auf einem 3T-Scanner. Die morphologische Degeneration der IVD wurde anhand der Pfirrmann-Klassifikation evaluiert, wobei T2-gewichtete Sequenzen als Referenz dienen. Für die statistische Auswertung wurde ein lineares gemischtes Modell mit mehreren Faktoren verwendet.

Ergebnisse: Die IVD von Patienten mit nsLBP wiesen niedrigere gagCEST-Werte auf als die von asymptomatischen Probanden (nsLBP: 1,3 % [99 % Konfidenzintervall [KI]: 1,0; 1,6] vs. Probanden: 1,9 % [99 % CI: 1,6; 2,2]; $p<0,001$). Die IVDs von Patienten mit Radikulopathie (1,8 % [99 % KI: 1,4; 2,1]) unterschieden sich nicht signifikant von Patienten mit nsLBP ($p=0,014$) oder asymptomatischen Probanden ($p=0,972$). Bei Patienten mit Radikulopathie zeigten IVDs, die direkt an extrudierte IVDs angrenzten, niedrigere gagCEST-Werte als nicht angrenzende IVDs (angrenzend: 0,9 % [99 % CI: 0,3; 1,5], nicht angrenzend: 2,1 % [99 % CI: 1,7; 2,5], $p<0,001$).

Diskussion: Lumbale IVDs, die benachbart zu prolabierte IVDs liegen weisen signifikant niedrigere gagCEST-Werte auf als nicht-benachbarte IVDs. Zudem weisen IVDs von Patienten mit nsLBP niedrigere gagCEST Werte auf als die anderen Gruppen.

Fazit: Ein fortgeschrittener GAG-Abbau in nsLBP und direkt angrenzend an extrudierte IVDs bei Radikulopathie deutet auf einen engen Zusammenhang zwischen klinischer Pathologie und kompositioneller Degeneration hin.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Dewitte V, Pauw R de, Meulemeester K de, et al. (2018) Clinical classification criteria for nonspecific low back pain: A Delphi-survey of clinical experts. Musculoskeletal Science and Practice. 34:66–76. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468781218300055>.
2. Pulickal T, Boos J, Konieczny M, et al. (2019) MRI identifies biochemical alterations of intervertebral discs in patients with low back pain and radiculopathy. Eur Radiol. 29(12):6443–46.

[96] Venous Outflow Profiles are associated with Clinical Outcomes in Ischemic Stroke Patients with Extensive Baseline Infarct

Laurens Winkelmeier^{1*}, Gabriel Broocks¹, Helge Kniep¹, Vincent Geest¹, Lukas Meyer¹, Noel van Horn¹, Gregory W Albers², Peter Sporns³, Max Wintermark⁴, Jens Fiehler¹, Jeremy J Heit⁵, Tobias D. Faizy¹

¹Klinik und Poliklinik für Neuroradiologische Diagnostik und Intervention, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

²Department of Neurology, Stanford University School of Medicine, Stanford, USA

³Department of Neuroradiology, University Medical Hospital Basel, Schweiz

⁴Department of Neuroradiology, MD Andersen Cancer Center, Houston, USA

⁵Department of Radiology, Stanford University School of Medicine, Stanford, USA

Background: The benefit of endovascular thrombectomy (EVT) treatment is still unclear in stroke patients with extensive baseline infarct. The use of additional imaging biomarkers could improve clinical outcome prediction and individualized EVT selection in this vulnerable cohort. We hypothesized that cerebral venous outflow (VO) may be associated with clinical outcomes in patients with low Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS).

Methods: We conducted a retrospective multicenter cohort study of patients with acute ischemic stroke due to large vessel occlusion (AIS-LVO). Extensive baseline infarct was defined by an ASPECTS of ≤ 5 on admission CT. VO profiles were assessed on admission CT angiography using the Cortical Vein Opacification Score (COVES). Favorable VO was defined as COVES ≥ 3 . Multivariable logistic regression was used to determine the association between cerebral VO and good clinical outcomes (90-day modified Rankin Scale score of ≤ 3).

Results: A total of 98 patients met the inclusion criteria. Patients with extensive baseline infarct and favorable VO achieved significantly more often good clinical outcomes compared to patients with unfavorable VO (45.5 % vs. 10.5 %, $p < 0.001$). Higher COVES were strongly associated with good clinical outcomes (odds ratio, 2.17; 95 % CI: 1.15 to 4.57; $p = 0.024$), independent of ASPECTS, National Institutes of Health Stroke Scale and success of EVT.

Discussion: Our results suggest that more robust venous drainage may serve as valuable prognostic imaging biomarker in low ASPECTS patients. These findings can be explained by the interplay between cortical venous outflow, tissue microperfusion and cerebral edema formation. Tissue microperfusion and edema formation are significantly correlated in AIS-LVO. At a pathophysiological level, cerebral tissue microperfusion via arteries and arterioles may be significantly hampered due to elevated interstitial pressure and increased vascular resistance in ischemic brain parenchyma. Higher VO may indicate superior tissue microperfusion, as it reflects an approximation of the blood flow finally permeating the ischemic brain parenchyma.

Conclusion: Cerebral VO profiles are associated with good clinical outcomes in AIS-LVO patients with extensive baseline infarct. This study highlights cerebral VO as a meaningful and widely available imaging biomarker for microvascular perfusion. VO profiles could serve as a useful additional imaging biomarker for treatment selection in low ASPECTS patients.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[101] Ultra-High Resolution CT of the head and neck with deep learning reconstruction – assessment of image quality and radiation exposure and intraindividual comparison with normal-resolution-CT

Sebastian Altmann^{1*}, Mario Alberto Abello Mercado¹, Felix Anton Ucar¹, Andrea Kronfeld¹, Al-Nawas Bilal², Anirban Mukhopadhyay³, Marc A. Brockmann¹, Ahmed Othman¹

¹Universitätsmedizin Mainz, Klinik und Poliklinik für Neuroradiologie, Mainz, Deutschland

²Universitätsmedizin Mainz, Klinik und Poliklinik für Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie Plastische Operationen, Mainz, Deutschland

³Technische Universität Darmstadt, Department of Computer Science, Darmstadt, Deutschland

Background: To assess subjective and objective image quality, as well as radiation dose of Ultra-high resolution CT (UHR-CT) with deep learning reconstruction and intraindividually compare it with normal-resolution-CT (NR-CT).

Methods: In this retrospective study, 40 consecutive Patients who underwent repetitive head and neck UHR-CT with deep learning based image reconstruction engine (AiCE) for clinically diagnosed head and neck malignancy and available prior NR-CT were included. Subjective image quality was evaluated by two readers on a 5-point Likert-scale regarding image noise, image sharpness, artefacts and diagnostic acceptability, as well as assessability of various anatomic regions. Inter-Reader agreement was analyzed. For objective image evaluation, signal to noise-ratio (SNR), contrast to noise-ratio (CNR) and the slope of the gray-value transition between different tissues were calculated and compared. Radiation dose was evaluated by comparison of CT-DIvol, DLP and mean effective dose values.

Results: UHR-CT with AiCE reconstruction led to significant improvement in subjective (e. g. image noise and diagnostic acceptability: $p < 0.000$; inter-rater agreement: ICC ≥ 0.91) and objective image quality (e. g. SNR: $p < 0.000$ and CNR: $p < 0.025$) at significantly lower radiation doses (NR-CT 2.03 ± 0.14 mSv; UHR-CT 1.45 ± 0.11 mSv; $p < 0.0001$) as compared to NR-CT.

Discussion: This study aimed to investigate image quality, as well as radiation dose of head and neck imaging of a novel UHR-CT with deep learning based image reconstruction engine (AiCE) as compared to NR-CT. To date, evidence on the additive value of UHR-CT remains lacking with only few technical reports. In this first study, evaluating image quality and radiation dose of UHR-CT with AiCE for head and neck imaging, UHR-CT was significantly superior to NR-CT regarding subjective, as well as objective image quality. Despite the increased spatial resolution and overall image quality, UHR-CT was associated with 29 % lower radiation doses as compared to NR-CT. Thus, our findings may be of high clinical relevance as computed tomography is most often the method of choice for head and neck imaging.

Conclusion: Compared to NR-CT, UHR-CT with AiCE provides superior image quality at lower radiation dose. Thus, UHR-CT may further improve the role of CT in the assessment of head and neck pathologies.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[102] Morphologische Veränderungen bei Patienten mit Schizophrenie – Geringeres Volumen des Claustrums vermittelt kognitive Defizite

David Schinz^{1,2*}, Antonia Neubauer^{1,2}, Julia Schulz^{1,2}, Hongwei Li³, Benita Schmitz-Koep^{1,2}, Aureore Menegaux^{1,2}, Omar Darawsha^{1,2}, Jil Wendt^{1,2}, Claus Zimmer^{1,2}, Dennis Hedderich^{1,2}, Christian Sorg^{1,2}

¹Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München, Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, München, Deutschland

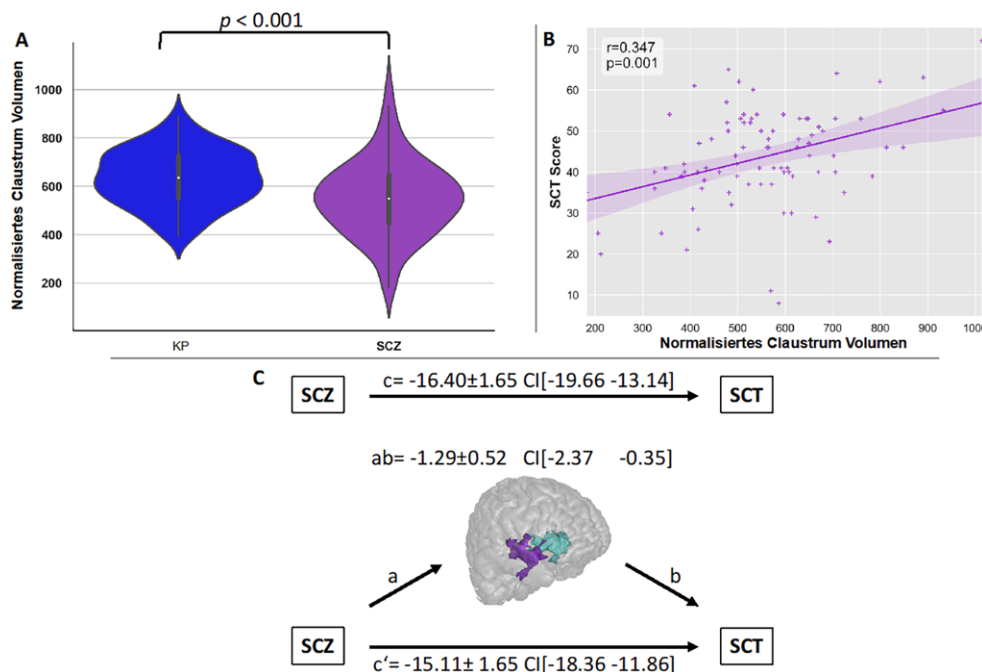
²Technische Universität München, TUM-NIC Neuroimaging Center, Munich, Deutschland

³Technische Universität München, Fakultät für Informatik, Garching, Deutschland

Hintergrund: Die Schizophrenie ist eine vielfältige psychiatrische Erkrankung, die unter anderem durch eine gestörte basale kognitive Funktion wie z. B. Aufmerksamkeit gekennzeichnet ist. Die Modulation kognitiver Prozesse wie Bewusstsein und Aufmerksamkeit ist eine Funktion des Claustrums, welches entwicklungsbiologisch ähnlich wie die Schizophrenie in Zusammenhang mit Veränderungen transienter Subplate Neuronen (SPN) steht. Deshalb vermuteten wir eine gestörte Claustrum Struktur in Patienten mit Schizophrenie, die assoziiert ist mit kognitiven Defiziten der Patienten.

Methoden: An anatomischen T1-gewichteten MRT in 90 Patienten mit Schizophrenie und 96 gesunden Kontrollpersonen wurde die

Abb. 1 | 102 Schizophrenie, Claustrum und Symbol-Coding-Task. (A) Geringeres Claustrum Volumen in Schizophrenie (SCZ) mittels voxel-basierter Morphometrie gemessen, (B) ist signifikant assoziiert mit geringerer Symbol-Coding-Task-Leistung (SCT), und (C) vermittelt den Effekt der Störung auf diese Symbol-Coding-Task Leistung



Claustrum Struktur mittels eines Deep Learning Netzwerks zur voxel-basierten Morphometrie untersucht. Die kognitive Leistung wurde mittels des ‚Symbol-Coding-Task‘ (SCT) untersucht. Die Beziehung zwischen kognitiven Defiziten und Claustrum Volumen wurde mittels Korrelations- und Mediationsanalyse untersucht.

Ergebnisse: Das Claustrum Volumen war bei den Patienten im Vergleich zu den Kontrollpersonen signifikant um ca. 13 % geringer. Geringere Claustrum Volumen waren sowohl bei Patienten als auch bei Kontrollpersonen signifikant mit der SCT-Leistung korreliert ($r=0,35/p=0,001$ und $r=0,23/p=0,03$). Zusätzlich medierte das geringere Claustrum Volumen den Effekt der Schizophrenie auf die SCT-Leistung (Abb. 1).

Diskussion: Bei Patienten mit Schizophrenie finden sich stark reduzierte Claustrum Volumen, die vergleichbar sind mit den größten regionalen Volumenverlusten (z. B. Hippocampus) in der Schizophrenie und die zudem signifikant mit kognitiven Defiziten korrelieren.¹ Diese Ergebnisse reihen sich zu bisher bekannten Hinweisen auf eine veränderte Struktur des Claustrums bei neuropsychiatrischen Erkrankungen mit Verbindung zu SPN ein.² Außerdem untermauern sie die prominente Rolle des Claustrums für basale kognitive Funktionen.

Fazit: Stark verringerte Claustrum Volumina als möglicher Ausdruck einer SPN-Pathologie könnten zu kognitiven Defiziten bei Patienten mit Schizophrenie beitragen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

- Haijma SV, Van Haren N, Chan W, Koolschijn PCMP, Hulshoff Pol HE, Kahn RS. (2013) Brain volumes in schizophrenia; a meta-analysis in over 18.000 subjects. *Schizophr Bull.* 39(5):1129–1138. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbs118>
- Kostović I, Judaš M, Sedmak G. (2011) Developmental history of the subplate zone, subplate neurons and interstitial white matter neurons: relevance for schizophrenia. *Int j dev neurosci.* 29(3):193–205. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2010.09.005>

[106] Langzeitauswertung von CT-Daten zur Otosklerose

Syam Satyavolu¹, Friedrich Götz¹, Martin Durisin², Athanasia Warnecke², Heinrich Lanfermann¹, Anja Giesemann^{1*}

¹Institut für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland

²Klinik für Hals-Nasen-Ohren Heilkunde, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland

Hintergrund: Die Otosklerose ist eine ätiologisch ungeklärte Knochenbaustörung, welche sich in der otischen Kapsel manifestiert. Ziel dieser Arbeit ist die Analyse des Befundprogresses im CT im Langzeitverlauf.

Methoden: Aus einer Datenbank mit Patienten, die eine Stapes-Plastik oder eine CI-Implantation erhalten sollen, wurden die Daten der Patienten, von denen mehr als eine CT-/DVT-Untersuchungen in unserem PACS vorhandenen ist, extrahiert. Zwei erfahrene Neuroradiologen analysierten die Lokalisation, Intensität und Ausdehnung von De-/Remineralisation an der Fissula ante fenestram, ovalem und rundem Fenster, retrofenestral und am inneren Gehörgang im Verlauf.

Ergebnisse: Unter 564 Patienten wurden 35 mit Mehrfach-Untersuchungen über mindestens 5 Jahre gefunden. Die Zeitdifferenz zwischen erster und letzter Untersuchung betrug im Mittel 100 Monate (62 bis 168). Die Patienten hatten ein Durchschnittsalter von 49 Jahren und bei 28 lagen beidseitige Otosklerosen vor (insgesamt wurden 63 Ohren ausgewertet). Wir fanden Läsionen an Fissula ante fenestram 50/63 (79 %), ovalem Fenster 27/63 (42 %), rundem Fenster 21/63 (33 %), retrofenestral 20/63 (32 %) und am IAC 8/63 (13 %). Die Läsionen zeigten eine Zunahme der Dichte in 26 % und der Ausdehnung in 13 %. In keinem Fall fanden wir eine neu hinzugekommene Lokalisation.

Diskussion: Direkt vergleichbare Daten gibt es nicht, eine Studie zur Graduierung von CT-Läsionen erwähnt lediglich einige Fälle, bei welchen kein Progress nachweisbar war¹. Es besteht eine Korrelation zwischen Schweregrad des CT-Befundes und Ausmaß der Hörminderung. Die Zunahme der Hörverschlechterung über einen langen Zeitraum bei Otosklerosepatienten liegt bei 2/3 hingegen nur gering über dem von Normalhörenden und fällt klinisch nicht ins Gewicht². Der von uns gefundene geringe bildmorphologische Progress über einen langen Zeitraum würde hierzu passen.

Fazit: Über einen längeren Zeitraum von über 5 Jahren zeigt sich ein nur geringer Progress otosklerotischer Läsionen, vereinbar mit dem ebenfalls nur gering über das altersentsprechende Maß zunehmenden Hörverlust bei der überwiegenden Zahl der Patienten.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Lee TC et al. (2009) CT grading of otosclerosis. *AJNR American journal of neuroradiology*. 30(7):1435-9.
2. Ishai R et al. (2016) Long-term Incidence and Degree of Sensorineural Hearing Loss in Otosclerosis. *Otology & neurology*. 37(10):1489–1496.

[107] Reduzierung der Strahlendosis bei der CT-Perfusion des Gehirns durch geringere zeitliche Auflösung

Alexander Rau^{1,2}, Thomas Stein², Katharina Müller-Peltzer², Fabian Bamberg², Christian Taschner¹, Horst Urbach¹, Elias Kellner³

¹Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

³Medizinphysik, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

Hintergrund: Die CT-Perfusion des Gehirns ist ein leistungsfähiges Instrument für die Schlaganfall-Bildgebung. Allerdings ist die Strahlendosis bei den derzeitigen Standardprotokollen recht hoch. Es wurden mehrere Strategien zur Dosisreduzierung vorgeschlagen, darunter die Vergrößerung der Intervalle zwischen den dynamischen Scans. In dieser Studie untersuchen wir die Auswirkungen einer Vergrößerung der Intervalle von 1,5 Sekunden auf 3,0 Sekunden anhand eines großen Datensatzes aus der klinischen Routine.

Methoden: 2590 Perfusionscans wurden retrospektiv aus unserem klinischen Routinedatensatz ausgewählt, davon 887 mit Verdacht auf einen großen Gefäßverschluss (LVO). Alle Fälle wurden mit der Perfusionssoftware VEOcore mit einer Standardabtastung von 1,5 Sekunden und einer reduzierten zeitlichen Auflösung von 3,0 Sekunden verarbeitet, indem jeder zweite Zeitpunkt ausgelassen und so ein Niedrigdosisprotokoll simuliert wurde. Die resultierenden Perfusionskarten und segmentierten Infarkt volumina von Kern und Penumbra wurden visuell und quantitativ verglichen. Hypothetische Entscheidungen für eine mechanische Thrombektomie (MT) gemäß den DEFUSE-3-Kriterien wurden für beide Verfahren verglichen.

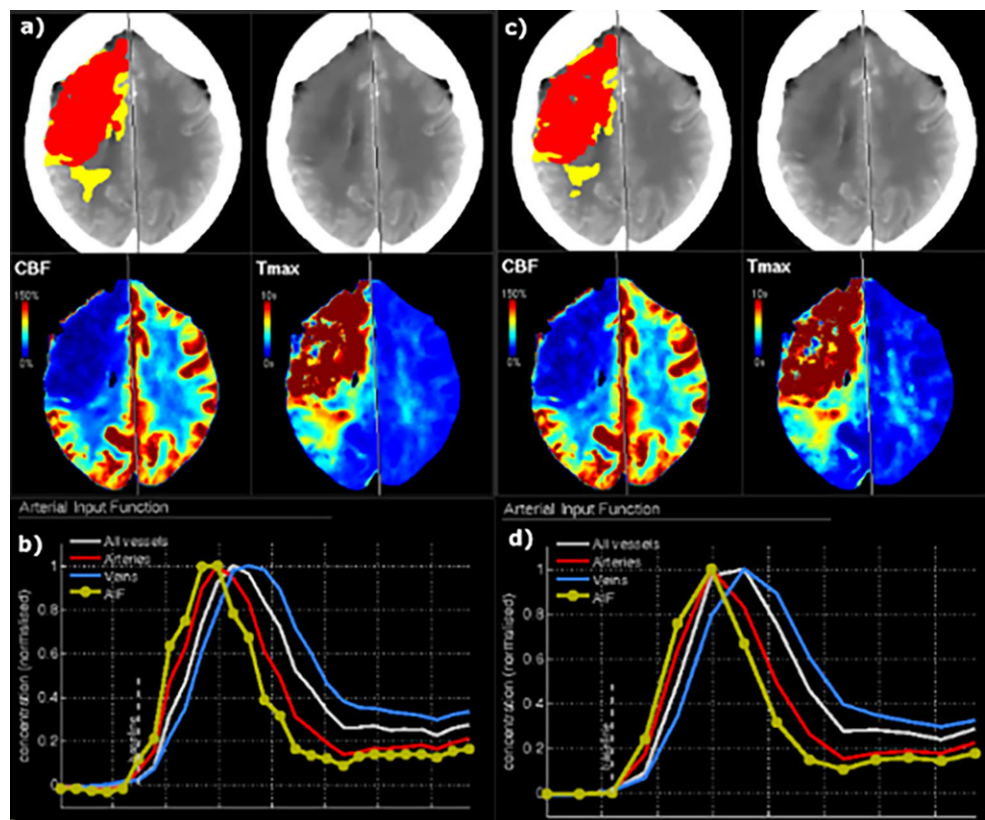
Ergebnisse: Die simulierte reduzierte zeitliche Auflösung verringerte die subjektive Bildqualität leicht. Die Übereinstimmung zwischen den berechneten Volumina für Kern (ICC=0,99), Hypoperfusion (ICC=0,99) und Penumbra (ICC=0,98) war hoch. Von den 1318 Fällen mit LVO wären – hypothetisch – nur 15 Fälle bei strikter Anwendung der DEFUSE-3-Kriterien nicht mit mechanischer Thrombektomie behandelt worden.

Diskussion: Unsere Ergebnisse zeigen basierend auf einem großen Datensatz aus der klinischen Routine, dass der diagnostische Wert eines typischen Neuroperfusionsprotokolls durch die Verringerung der Abtastfrequenz von 1,5 auf 3 Sekunden nicht beeinträchtigt wird. Eine derart reduzierte zeitliche Auflösung führt zu einer Verringerung der Strahlendosis um den Faktor 2, von 211mGy in 27 Aufnahmen auf 109mGy in 14 Aufnahmen.

Fazit: Unsere Ergebnisse könnten zu einer enormen Verbesserung der Patientensicherheit führen und eröffnen die Möglichkeit einer breiteren Anwendung der Perfusionsbildgebung.

Offenlegungserklärung: Elias Kellner ist Anteilseigner der VeoBrain GmbH.

Abb. 1 | 107 Der Vergleich der Perfusionsergebnisse mit 3s zeitlicher Abtastung (a und b) und 1,5s zeitlicher Abtastung (c und d) zeigt eine vergleichbare Segmentierung von Kern und Penumbra.



[108] Evaluation einer quantitativen T2-Sequenz für die Muskelbeurteilung in der MR-Neurographie-/Myographie

Stefan Sondermann^{*}, Katharina Fieseler¹, Tobias Boppel¹

¹Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, Lübeck, Deutschland

Hintergrund: Quantitative Signalauswertungen in der MR-Neurographie (MRN) sind ein Ansatzpunkt zur Entwicklung von MR-Biomarkern bei Erkrankungen des peripheren Nervensystems (PNS). In dieser Pilotstudie sollte die Stabilität der Ergebnisse einer quantifizierbaren T2 gewichteten Sequenz (T2cal) evaluiert werden und die Praktikabilität der Anwendbarkeit der Sequenz in der klinischen Routine getestet werden.

Methoden: Der Unterschenkel von zehn Probanden (mit einer Erkrankung des PNS) wurde zweifach innerhalb eines Tages mittels der klinisch etablierten T2-SPAIR und einer quantitativen T2-Sequenz (T2cal) an einem 3 Tesla MRT untersucht. Drei Rater mit Erfahrung in MRN bewerteten unabhängig die Bildqualität beider Sequenzen mittels 5-Punkt-Likert-Skala. Interrater-Reliabilität wurde mittels Fleiss' Kappa berechnet. Es erfolgte eine Region of interest basierte Messung des T2-Signals im Musculus tibialis posterior. Mittels gepaartem t-Test wurde auf Unterschiede der Signalintensität zwischen den Messzeitpunkten getestet.

Ergebnisse: Die Bildqualität wurde durch die Rater für die SPAIR-Sequenz als gut beurteilt (M=1.83; SD=.56) und für die T2cal-Sequenz als sehr gut beurteilt (M=1.37; SD=.44). Die Interraterreliabilität für die Beurteilung der Bildqualität war moderat bis substanziell. In der ROI-basierten Signalauswertung der Muskulatur zeigte sich für beide Sequenzen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten (SPAIR: $t(9) = -0.226, p = .826$; T2cal: $t(9) = -0.714, p = .493$).

Diskussion: Die Ergebnisse zeigen, dass die T2cal-Sequenz eine vergleichbar gute Bildqualität zur SPAIR-Sequenz aufweist. Das Fehlen eines Unterschiedes zwischen zwei Messzeitpunkten innerhalb eines Tages weist auf eine gute und vergleichbare Reliabilität der Signalintensität beider Sequenzen hin so weit in dieser kleinen Stichgruppe beurteilbar. Einschränkung ist zu beachten, dass die T2cal Sequenz eine erhöhte Akquisitionszeit aufweist, aufgrund nicht standardisierter Größe des Untersuchungsbereiches wurde auf diese zeitlichen Unterschiede nicht weiter eingegangen.

Fazit: Die T2cal-Sequenz ist eine visuell qualitativ hochwertige Sequenz mit vergleichbarer Reliabilität zur Standardsequenz der MRN und zeichnet sich zusätzlich durch den Vorteil der T2-Signalquantifizierung aus.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[125] Risikostratifizierung von nicht-stenosierenden Plaques der A. carotis interna für Rezidiv-Schlaganfälle mittels PET-MRT

Dominik Sepp^{1*}, Fabien Hyafil², Holger Poppert³, Tobias Saam⁴, Mia Koch⁵, Tobias Boeckh-Behrens¹, Anna Kocczak⁶, Andreas Schindler⁷

¹Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, München, Deutschland

²Hopital Européen Georges-Pompidou, Department of Nuclear Medicine, Paris, Frankreich

³Helios Klinikum München West, Neurologie, München, Deutschland

⁴Universitätsklinik der LMU München, Institut für Radiologie, München, Deutschland

⁵Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München, Neurologische Klinik, München, Deutschland

⁶Universitätsklinik der LMU München, Neurologische Klinik, München, Deutschland

⁷Universitätsklinik der LMU München, Institut für Neuroradiologie, München, Deutschland

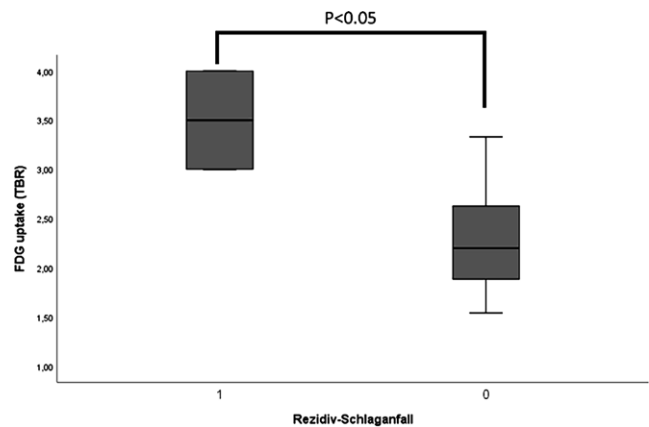


Abb. 1 | 125 Boxplot des FDG Uptakes (TBR) der ipsilateralen A. carotis interna im PET-MRT zum Zeitpunkt des Initialereignisses

Hintergrund: Komplizierte Plaques der A. carotis interna können auch bei Stenosegraden <50 % die Ursache für einen erstmaligen Schlaganfall darstellen und das Schlaganfall-Rezidivrisiko erhöhen [1,2]. Das Ziel dieser Studie ist es, mittels FDG PET-MRT die inflammatorische Komponente von nicht-stenosierenden Plaques zusätzlich zur Plaquemorphologie zu untersuchen und damit das Risiko eines Rezidiv-Schlaganfalls besser einordnen zu können.

Methoden: Eingeschlossen wurden Patienten mit akuter zerebraler Ischämie im vorderem Stromgebiet und nicht-stenosierenden Plaques in der ipsilateralen A. carotis interna. Innerhalb von 7 Tagen nach dem akuten Ereignis wurde die A. carotis interna mittels FDG PET-MRT untersucht. Die Plaques wurden morphologisch nach AHA Kriterien eingeordnet. Der FDG Uptake wurde mittels tissue-to-background ratio (TBR) quantifiziert.

Ergebnisse: 32 Patienten konnten in die Studie eingeschlossen werden. 2 Patienten hatten innerhalb von 12 Monaten einen Rezidiv-Schlaganfall im selben Stromgebiet. Patienten mit einem Rezidiv-Schlaganfall zeigten bereits beim Initialereignis einen signifikant erhöhten FDG Uptake in der ipsilateralen A. carotis interna (TBR 3.5 vs 2.3, $p = 0.048$, Abb. 1), jedoch nicht in der kontralateralen A. carotis interna ($p > 0.4$). Rezidive traten nur bei komplizierten Plaques (AHA Typ VI) auf ($p = 0.045$). Der FDG Uptake war bei komplizierten Plaques signifikant erhöht (TBR 3.0 vs 2.2, $p < 0.01$).

Diskussion: Plaques mit einem gesteigerten FDG Uptake im PET-MRT sind mit einem erhöhten Risiko für einen Rezidiv-Schlaganfall im selben Stromgebiet assoziiert. Dies kann bei nicht-stenosierenden Plaques einen neuen Risikofaktor darstellen, der bisher nicht in der Beurteilung des Rezidivrisikos berücksichtigt wurde.

Fazit: Mittels FDG PET-MRT können auch nicht-stenosierende Plaques der ipsilateralen A. carotis interna bezüglich ihres Risikos für einen Rezidiv-Schlaganfall eingeordnet werden. Eine entsprechende Anpassung der Therapie muss in weiteren klinischen Studien evaluiert werden.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Kocczak A, Schindler A, Sepp D, et al. (2022) Complicated Carotid Artery Plaques and Risk of Recurrent Ischemic Stroke or TIA. *J Am Coll Cardiol*.
2. Kocczak A, Schindler A, Bayer-Karpinska A, et al. (2020) Complicated Carotid Artery Plaques as a Cause of Cryptogenic Stroke. *J Am Coll Cardiol*.

[144] Principal component analysis reveals a characteristic regional perfusion pattern depending on stenosis degree in asymptomatic unilateral carotid artery stenosis

Jan Kufer^{1*}, Jens Göttler¹, Claus Zimmer¹, Fahmeed Hyder², Christine Preibisch¹, Stephan Kaczmarz^{1,3}

¹Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München (TUM), München, Deutschland

²Department of Radiology & Biomedical Engineering, Yale University, New Haven, CT, USA

³Philips GmbH Market DACH, Hamburg, Deutschland

Background: Internal carotid artery stenosis (ICAS) can cause hemodynamic impairments and cognitive decline even in ‘asymptomatic’ patients. [1] While ipsilateral perfusion deficits have been demonstrated in asymptomatic ICAS, [2] better understanding of the extent of these changes in different brain regions could improve selection of patients for treatment. Here, we thus aimed to derive a characteristic pattern of regional perfusion in unilateral ICAS.

Methods: We obtained cerebral blood flow (CBF) maps with pseudo-continuous ASL in 27 asymptomatic unilateral ICAS patients and 29 age-matched healthy controls (HC). Median CBF was extracted in 249 regions of interest (ROI) using an atlas of intrinsic connectivity of homotopic areas (AICHA). [3] Data in left sided patients was flipped to the right to create a combined patient dataset. Principal component analysis (PCA) was applied to derive spatial covariance patterns of CBF. [4,5] Principal components (PC), corresponding to network-like patterns, were evaluated for their ability to distinguish patients from HC to identify a disease-related pattern. Bootstrapping was employed to identify most stable areas. [4] Patients’ pattern scores were correlated with stenotic degree according to NASCET criteria.

Results: One PC yielded significantly different scores for ICAS and HC (Fig. 1B, $p < 0.01$ and $AUC = 0.71$) and was thus considered the characteristic pattern (Fig. 1A). 29 ROIs survived the bootstrapping procedure ($p < 0.05$). Crucially, a statistically significant association between pattern expression and stenotic degree was found (Fig. 1C, Kendall’s tau = 0.5, $p < 0.01$).

Discussion: We found a characteristic perfusion pattern expressed in patients with asymptomatic unilateral ICAS, but not HC (Fig. 1B). Most stable effects (as per bootstrapping) included ipsilateral areas of hypoperfusion (in agreement with previous findings), [2] but, interestingly, also relatively increased CBF in contralateral watershed areas (Fig. 1A). Crucially, pattern expression increased with stenotic degree, adding independent evidence for a causal link between ICAS and emergence of the pattern (Fig. 1C).

Conclusion: Using PCA, we successfully identified a pattern summarizing the impact of unilateral ICAS on regional perfusion. Greater stenotic degree resulted in increased expression of this pattern.

Conflict of Interest: Stephan Kaczmarz is employed by Philips Healthcare.

References

- Göttler (2019) JCBFM.
- Kaczmarz (2021) JCBFM.
- Joliot J (2015) Neurosci Methods.
- Habeck (2008) Neuroimage.
- Spetsieris (2009) Neuroimage.

[151] A translational approach to image neurovascular coupling in mice and humans

Pascal Rossignol^{1,2}, Juliana Zimmermann^{1,3}, Claus Zimmer¹, Daniel Golkowski⁴, Gerhard Schneider⁵, Andreas Ranft⁵, Rüdiger Ilg⁶, Christian Sorg^{1,3}, Benedikt Zott^{1,2,3*}

¹Department of Neuroradiology, Klinikum Rechts der Isar, Technical University of Munich, Munich, Germany

²Institute of Neuroscience, Technical University of Munich, Munich, Germany

³TUM Neuroimaging Center, Technical University of Munich, Munich, Germany

⁴Department of Neurology, School of Medicine, University of Heidelberg, Heidelberg, Germany

⁵Department of Anesthesiology and Intensive Care, Technical University of Munich, Munich, Germany

⁶Department of Neurology, Asklepios Stadtklinik Bad Tölz, Germany

Background: As the human brain is not accessible to direct evaluation of neuronal activity, proxy measures like resting-state functional magnetic resonance imaging (rs-fMRI) are widely used in clinical and basic neuroscience. However, the physiological underpinnings of rsfMRI are poorly understood. Rs-fMRI-based blood oxygenation (BOLD) reflects not only neuronal activity but also hemodynamic, vascular and astrocytic activity, which all contribute to neurovascular coupling. Thus, in this translational project, we aim at establishing a parallel imaging paradigm in mice and humans, enabling the targeted analysis and manipulation of the cell types involved in NVC.

Methods: To dissect the hemodynamic signal into its cellular components, we imaged mice and humans under burst-suppression anesthesia with inhalative anesthetics. As a readout of brain activity, we used global gray matter BOLD signal in humans and intrinsic optical imaging of the cortical surface in mice. Bursts were detected in the EEG or electrocorticogram, respectively. The animal experiments allowed the direct detection of neuronal and/or astroglial activity using calcium imaging as well as the targeted application of pharmacology.

Results: We found that the cortical gray matter BOLD signal in humans as well as the intrinsic signal in mice faithfully tracked electrophysiologically registered bursts, concurrent with an activation of both astrocytes

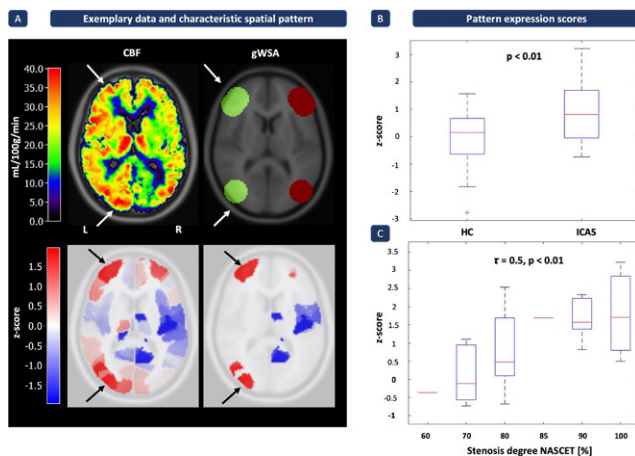
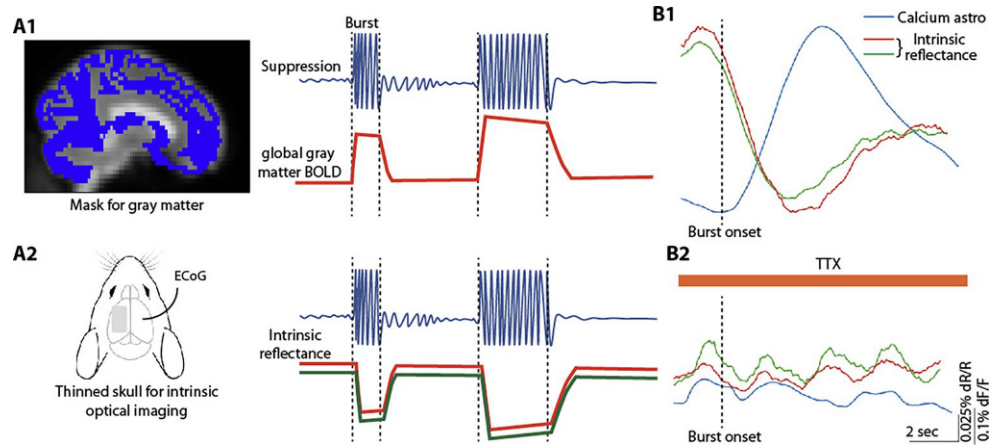


Fig. 1 | 144 (A) Exemplary slices. Top left: CBF map of right-sided asymptomatic internal carotid artery stenosis (ICAS) patient. Top right: Global watershed areas (gWSA) ROI. Bottom row: Characteristic CBF pattern in ICAS (z-scored, positive and negative loadings shown in red and blue, respectively) derived in the original sample (left) and masked for regions that were found to be stable at $p < 0.05$ using a bootstrapping procedure (right). The pattern consisted of positive loadings in gWSA on the contralateral side and negative loading ipsilateral to the stenosis outside gWSA (arrows). (B) The pattern was able to distinguish ICAS patients from healthy controls (HC) with a statistically significant difference in subject scores for pattern expression ($p < 0.01$) and area under the curve ($AUC = 0.71$) (not shown). (C) Crucially, ICAS patients with higher stenosis grade as per NASCET criteria showed higher scores for pattern expression (Kendall’s tau = 0.5, $p < 0.01$), which was particularly pronounced in patients with $> 80\%$ stenosis

Fig. 1 | 151 (A) Schematic of the imaging conditions as well as a sample EEG and imaging trace for humans (A1) and mice (A2). (B) Averaged astrocytic Calcium signal (blue) and intrinsic reflectance signals (red and green) recorded in mice. All traces aligned to the onset of a burst under baseline conditions (B1) and during the application of Tetrodotoxin (TTX) (B2).



and neurons in calcium imaging experiments. Remarkably, pharmacologically blocking neuronal activity suppressed the intrinsic hemodynamic signal and astrocytic activation.

Discussion: Together, our findings suggest that, at least under simplified experimental conditions, neurovascular coupling can be studied in mice with the added benefit of a more versatile approach to actively manipulate distinct cell types and processes. Moreover, our results support the involvement of astrocytes in neurovascular coupling.

Conclusions: In conclusion, we have developed a translational approach to study neurovascular coupling in mice and humans which can be used to directly probe distinct contributions of various cell types.

Declaration of interest: none

[161] Photon-Counting Computertomographie (PC-CT) der Wirbelsäule: Diagnostische Wertigkeit und Strahlenexposition

Alexander Rau^{1,2*}, Jakob Strähle³, Horst Urbach¹, Stephan Rau¹, Thierno Diallo², Thomas Stein², Konstantin Nikolaou⁴, Stefan Schönberg⁵, Daniel Overhoff⁵, Jürgen Beck³, Jan-Helge Klingler³, Fabian Bamberg², Jakob Weiß²

¹Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

³Klinik für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

⁴Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Tübingen, Tübingen, Deutschland

⁵Klinik für Radiologie, Universitätsklinikum Mannheim, Mannheim, Deutschland

Hintergrund: Die CT ist ein häufig genutztes Verfahren, um das Ergebnis einer chirurgischen Behandlung der Wirbelsäule zu überprüfen. Die kürzlich eingeführte Photon-Counting-CT-Technologie (PC-CT) kann im Vergleich zur konventionellen energie-integrierenden Detektor CT (EID-CT) die Diagnosesicherheit insbesondere bei Fremdmaterial verbessern und die Strahlendosis verringern.

Methoden: Prospektiv erhielten 32 Patienten eine klinisch indizierte PC-CT der Wirbelsäule. Axial wurden Serien mit der Iterationsstärke QIR2 im Standard-Knochenkernel (PC-CT_{std}) und monoenergetische 130 kV-Bilder (PC-CT_{130kV}) unter Verwendung der multispektralen PC-CT-Daten rekonstruiert. Für 17 Patienten war eine vorherige EID-CT der Wirbelsäule verfügbar; für die übrigen 15 Patienten wurde eine gematchte (Alter, Geschlecht, BMI) Kohorte ermittelt. Die Bildqualität (Gesamtbild, Schärfe, Artefakte, Rauschen, Diagnosesicherheit) von PC-CT_{std} und EID-CT wurde von vier Radiologen auf einer 5-Punkte-Likert-Skala randomisiert und unter Verblindung des Scan-

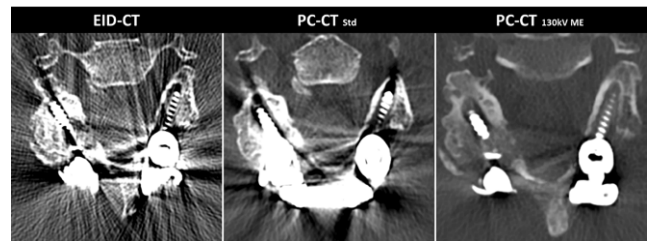


Abb. 1 | 161 Bildbeispiel einer 85-jährigen Patientin mit zervikaler Spondylodese und Lockerung der HWK 5 Schrauben

nertyps bewertet. Bei 10 Patienten mit Metallimplantaten wurden die PC-CT_{std} und PC-CT_{130kV}-Bilder in gleicher Weise bewertet. Zudem wurde die Strahlendosis (CTDI_{vol}) verglichen.

Ergebnisse: Die Bildschärfe wurde bei der PC-CT signifikant höher ($p=0,006$) und das Rauschen signifikant niedriger ($p<0,001$) bewertet. In der Untergruppe der Patienten mit Metallimplantaten zeigte sich für die PC-CT_{130kV} eine signifikant bessere Bewertung der Gesamtbildqualität, der Artefakte, des Rauschens und der Diagnosesicherheit (jeweils $p<0,001$). Die Strahlendosis war bei PC-CT signifikant niedriger als bei EID-CT (mittleres CTDI_{vol}: 8,94 vs. 16,01 mGy; $p<0,001$).

Diskussion: Die PC-CT der Wirbelsäule mit monoenergetischen Hoch-kV-Rekonstruktionen bietet eine deutlich höhere Diagnosesicherheit bei Metallimplantaten, während die Strahlendosis zu einem EID-CT der zweiten Generation um 45 % reduziert werden kann. Dies ist von klinischer Bedeutung, da Nachuntersuchungen häufig durchgeführt werden und eine frühzeitige Diagnose von Komplikationen wichtig ist, um geeignete Maßnahmen einzuleiten.

Fazit: Die PC-CT der Wirbelsäule kann die Diagnosesicherheit verbessern und hat dabei deutlich geringere Strahlendosen als der derzeitige klinische Standard.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

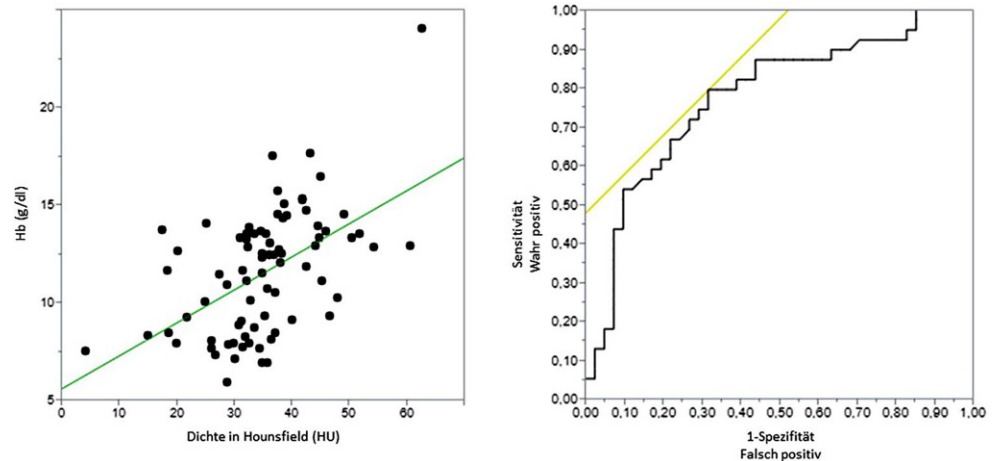
[162] Abschätzung einer Anämie in der CT-Angiographie der Kopf-Hals-Gefäße mittels virtuell nativer Rekonstruktionen der Spektral-Detektor-CT

Lajos Basten^{1*}, Robert Klam¹, Nils Große Hokamp¹, David Zopfs¹, Kai Roman Laukamp¹, Pia Lena Niederau¹, Lukas Görtz¹, Charlotte Zaeske¹, Jonathan Kottlors¹, Nuran Abdullayev¹, Christoph Kabbasch¹, Marc Schlamann¹, Michael Schönfeld¹

¹Uniklinik Köln, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Köln, Deutschland

Hintergrund: Durch Messung des Dichtewerts (HU) in Gefäßen in der nativen CT (TNC) lässt sich der Hb im Serum (HbS) abschätzen [1]. Diese Abschätzung ist auch in virtuell nativen Rekonstruktionen

Abb. 1 | 162 Streudiagramm der ermittelten Dichtewerte am Messpunkt Confluens sinuum (X-Achse) und des zugehörigen Serumhämoglobinwertes (Y-Achse). Der Pearson-Korrelationskoeffizient liegt bei $r^2=0.28$.



(VNC) von Kontrastmittel-verstärkten Bildern der Spektral-Detektor CT (SDCT) in Aorta und linkem Herzventrikel möglich [2]. Es wurde untersucht, ob eine Abschätzung des HbS ebenfalls anhand von VNC Rekonstruktionen von CT-Angiographien der Kopf-Hals-Gefäße gelingt.

Methoden: Retrospektiv wurden 102 Patienten in die Studie eingeschlossen, die in den Jahren 2016 bis 2020 eine SDCT-Angiographie der Kopf-Hals-Gefäße und eine TNC des Schädels sowie eine HbS-Bestimmung erhalten haben. In VNC und TNC Bildern wurde an folgenden Messpunkten die HU gemessen: a) Confluens sinuum, b) Sinus transversus, c) Arteria basilaris, d) Arteria carotis communis. Die Korrelation zwischen Dichtewerten und HbS wurde mittels Pearson Korrelation analysiert. Die Fähigkeit, mit den Dichtewerten eine Anämie (HbS < 12 g/dl) zu diagnostizieren, wurde mit Hilfe einer Receiver Operating Characteristic (ROC) analysiert.

Ergebnisse: Die stärkste Korrelation zwischen HU und HbS fand sich am Confluens sinuum mit $r^2=0.27$ ($p<0.001$) für VNC und $r^2=0.26$ ($p<0.001$) für TNC (Abb. 1). Die ROC-Analyse zeigte für einen Schwellenwert des HbS von 12 g/dl eine AUC von 0.774 für VNC und 0.718 für TNC (Abb. 2).

Diskussion: Die Diagnose einer Anämie anhand eines Kontrast-CTs kann in Notfallsituationen hilfreich sein. Ein Beispiel sind Patienten, die zur mechanischen Thrombektomie verlegt werden und bei denen es nach endovaskulären Eingriffen zu größeren Blutverlusten gekommen sein kann.

Fazit: Die Vorhersage einer Anämie anhand von VNC Rekonstruktionen mittels SDCT durchgeführter CT-Angiographien der Kopf-Hals-Gefäße ist möglich. Der genaue HbS lässt sich mit allenfalls schwacher Korrelation abschätzen.

Offenlegungserklärung: Nils Große-Hokamp erhält Forschungsunterstützung von Philips Healthcare.

Literatur

- Black DF et al. (2011) Cerebral venous sinus density on noncontrast CT correlates with hematocrit. *AJNR*. 32(7):1354–1357
- Zopfs D et al. (2021) Evaluating anemia using contrast-enhanced spectral detector CT of the chest in a large cohort of 522 patients. *Eur Radiol*. 31(6):4350–4357.

[164] Proposed diagnostic volumetric bone mineral density thresholds for osteoporosis and osteopenia at the cervicothoracic spine in correlation to the lumbar spine

Sebastian Rühling^{1*}, Andreas Scharr¹, Nico Sollmann^{1,2,3}, Maria Wostrack⁴, Maximilian Löffler^{1,5}, Björn Menze^{6,7}, Anjany Sekuboyina^{1,6,7}, Malek Hussein^{1,6}, Rickmer Braren⁸, Claus Zimmer¹, Jan Kirschke¹

¹Department of Neuroradiology, School of Medicine, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, Munich, Germany

²TUM-Neuroimaging Center, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, Munich, Germany

³Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University Hospital Ulm, Ulm, Germany

⁴Department of Neurosurgery, Klinikum rechts der Isar, School of Medicine, Technical University of Munich, Munich, Germany

⁵Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University Medical Center Freiburg, Freiburg im Breisgau, Germany

⁶Department of Informatics, Technical University of Munich, Munich, Germany

⁷Department of Quantitative Biomedicine, University of Zurich, Zurich, Switzerland

⁸Department of Diagnostic and Interventional Radiology, School of Medicine, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, Munich, Germany

Background: To determine the correlation between cervicothoracic and lumbar volumetric bone mineral density (vBMD) in an average cohort of adults and to identify specific diagnostic thresholds for the cervicothoracic spine on individual subject level.

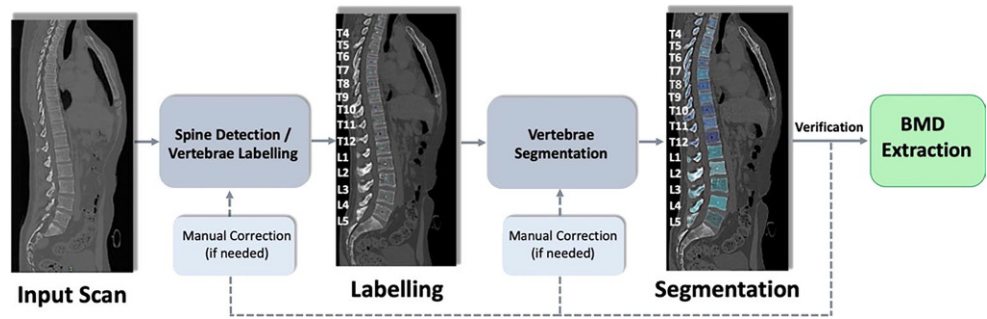
Methods: In this HIPAA-compliant study, we retrospectively included 260 patients (59.7 ± 18.3 years, 105 women), who received a contrast enhanced or non-contrast enhanced CT scan. vBMD was extracted using an automated pipeline (<https://andu.in.bonescreen.de>). Association of vBMD between each vertebra spanning C2-T12 and the averaged values at the lumbar spine (L1-L3) was analysed before and after semi-quantitative assessment of fracture status and degeneration, and respective vertebra-specific cut-off values for osteoporosis were calculated using linear regression.

Results: In both women and men, trabecular vBMD decreased with age in the cervical, thoracic and lumbar regions. vBMD values of cervicothoracic vertebrae showed strong correlations with lumbar vertebrae (L1-L3), with a median Pearson value of $r=0.87$ (range: $r_{C2}=0.76$ to $r_{T12}=0.96$). The correlation coefficients were significantly lower ($p<0.0001$) without excluding fractured and degenerated vertebrae, median $r=0.82$ (range: $r_{C2}=0.69$ to $r_{T12}=0.93$). Respective cut-off values for osteoporosis peaked at C4 (209.2 mg/ml) and decreased to 83.8 mg/ml at T12.

Conclusion: Our data show a high correlation between clinically used mean L1-L3 values and vBMD values elsewhere in the spine, independent of age. The proposed cut-off values for the cervicothoracic spine therefore may allow the determination of low bone mass even in clinical cases where only parts of the spine are imaged.

Disclosure: Jan S. Kirschke and Anjany Sekuboyina are co-founders of Bonescreen GmbH.

Fig. 1 | 164 Overview of the automated spine processing and BMD extraction pipeline that is used to localize, label, and segment the vertebrae. The correct labelling and segmentation of the vertebrae is verified by a radiologist and manually corrected if needed. In a final step, trabecular vBMD values are automatically extracted for each vertebra that is fully depicted in the scan



[178] Die CT-Thermometrie – ein Biomarker beim ischämischen Schlaganfall?

Elisabeth Wendel¹, Jens Fiehler¹, Thomas Lindner^{1*}

¹Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Klinik für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Hamburg, Deutschland

Hintergrund: Die Computertomographie ist das Mittel der Wahl zur Schlaganfalldiagnostik. Die CT-Thermometrie ist ein Verfahren, mit dem nicht invasiv eine Temperaturänderung in einer definierten CT-Schicht nachgewiesen werden kann [1]. Die Temperaturmessung erfolgt indirekt über die Beobachtung einer Änderung der Hounsfield Units (HU) in Abhängigkeit von der Temperatur [2].

Methoden: Mit einem Phantom wurde die Änderung der HU von Wasser bei Temperaturänderung untersucht, dazu wurde Wasser während des Abkühlens mittels klinischem Stroke-Protokoll gescannt und weiterverarbeitet. Die Scans wurden mit einem Siemens Somatom Force durchgeführt. Die Temperatur wurde kontinuierlich extern gemessen. Anschließend wurden mittels ImageJ (<https://imagej.nih.gov/ij/>) und Regions of Interest (ROI) die entsprechenden HU ermittelt. Die HU wurden mit den gemessenen Temperaturen ins Verhältnis gesetzt und die Änderung der HU pro Grad Celsius errechnet und als Kalibrierungsfaktor festgelegt. Danach wurden Schädel CTs ausgewertet. Die HU im Ischämiegebiet und auf der kontralateralen, nicht betroffenen Seite wurden gemessen. Die Konversion der HU Differenz in Temperaturwerte erfolgte mittels MATLAB (The Mathworks, Natic, USA) [2].

Ergebnisse: Die Messungen ergaben einen linearen Zusammenhang zwischen CT-Zahl und Temperatur. Je höher die Temperatur, desto niedriger die CT-Zahl von Wasser [1,2]. Es konnte ein Kalibrierungsfaktor von 0,38 HU/°C ermittelt werden, was der Literatur entspricht [1]. Bei den Schädel-CTs wurden Dichteunterschiede (delta CT) im Bereich von -1,444 HU bis -7,465 HU gemessen, was einem Temperaturabfall von 0,54 °C bis 2,83 °C entspricht.

Diskussion: In den Schlaganfall CT-Scans ließ sich ein Temperaturabfall von 0,54 °C bis -2,38 °C darstellen. Jedoch fehlt ein Goldstandard. Ein CT-Scan fiel aus der Reihe, hier war der Temperaturabfall mit -0,4°C auffällig groß. Möglicherweise durch starke Ödembildung oder alter Infarktareale.

Fazit: Die CT scheint es zu ermöglichen Temperaturunterschiede bei Schlaganfällen darstellen zu können und diese als potentiellen Biomarker aufzuzeigen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Literatur

1. Fani F, Schena E, Saccomandi P, Silvestri S. (2014) CT-based thermometry: an overview. *Int J Hyperthermia*. 30(4):219-27.
2. Cropp RJ, Seslija P, Tso D, Thakur Y. (2013) Scanner and kVp dependence of measured CT numbers in the ACR CT phantom. *J Appl Clin Med Phys*. 4;14(6):4417.

[186] Prone dynamic CT myelography to locate ventral dural tears in SIH patients: Diagnostic yield and radiation dose

Niklas Lützen^{1*}, Ralf Schwarzwald¹, Nico Kremers¹, Enrique Barvulsky¹, Christian Fung², Jürgen Beck², Horst Urbach¹

¹Klinik für Neuroradiologie, Uniklinik Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Klinik für Neurochirurgie, Uniklinik Freiburg, Freiburg, Deutschland

Background: The diagnostic work-up of so-called head and SLEC-positive patients with spontaneous intracranial hypotension (SIH) comprises prone dynamic digital subtraction myelography (dDSM) and CT myelography followed by prone dynamic CT myelography (dCT-M) if the leak is not unequivocally located [1]. One drawback of dCT-M is a significant radiation dose. To evaluate the diagnostic yield of dCT-M and of measures to reduce radiation doses.

Methods: Leak sites, length and number of spiral acquisitions, DLP and effective doses of dCT-M were retrospectively recorded in patients with ventral dural tears (Schievink’s type 1 leaks) [2].

Results: 42 patients underwent 43 dCT-M with a median number of 3 (3–5) spiral acquisitions and a mean effective radiation dose of 30,6 (13,1 to 79,8) mSv. Two thirds of leaks were located in the upper thoracic spine (Fig. 1). Premonitoring helped to limit the number and length of spiral acquisitions (Fig. 2).

Discussion: Prone dynamic CT myelography is especially needed to locate ventral dural tears in the upper thoracic spine. Measures to reduce the significant radiation doses are premonitoring or rather to repeat prone dDSM instead of proceeding with dCT-M.

Conclusion: For detection of a ventral leak, dDSM in prone position is recommended; at difficult spinal levels between C7 to Th4, dCTM can be used, but with premonitoring.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

1. Luetzen N, Dovi-Akue P, Fung C, Beck J, Urbach H. (2021) Spontaneous intracranial hypotension (SIH): Diagnostic and therapeutic work-up. *Neuroradiology*. 63:1765
2. Schievink WI, Maya MM, Jean-Pierre S, Nuño M, Prasad RS, Moser FG. (2016) A classification system of spontaneous spinal CSF leaks. *Neurology*. 87:673

[189] Hyperperfusion in status epilepticus: Is ASL a reasonable alternative diagnostic tool to contrast enhanced perfusion?

Lukas Machegger^{1*}, Pilar Bosque-Varela², Andreas Öllner¹, Jürgen Steinbacher¹, Mark MC Coy², Johannes Pfaff¹, Eugen Trinkla^{2,3}, Giorgi Kuchukhidze^{2,3}

¹Department of Neuroradiology, Christian Doppler University Hospital, Paracelsus Medical University of Salzburg, Salzburg, Österreich

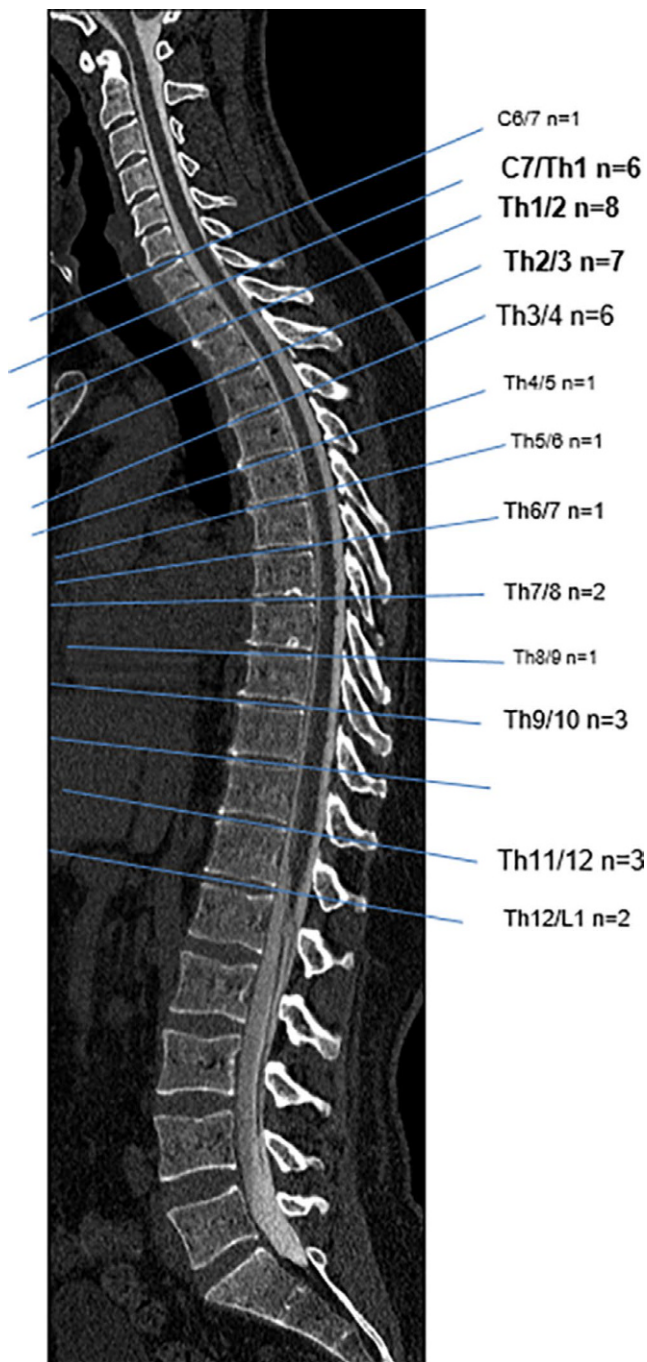


Fig. 1 | 186 Leak sites located with prone DSM and dynamic CT myelography ($n=42$) with a predominance in the upper thoracic spine

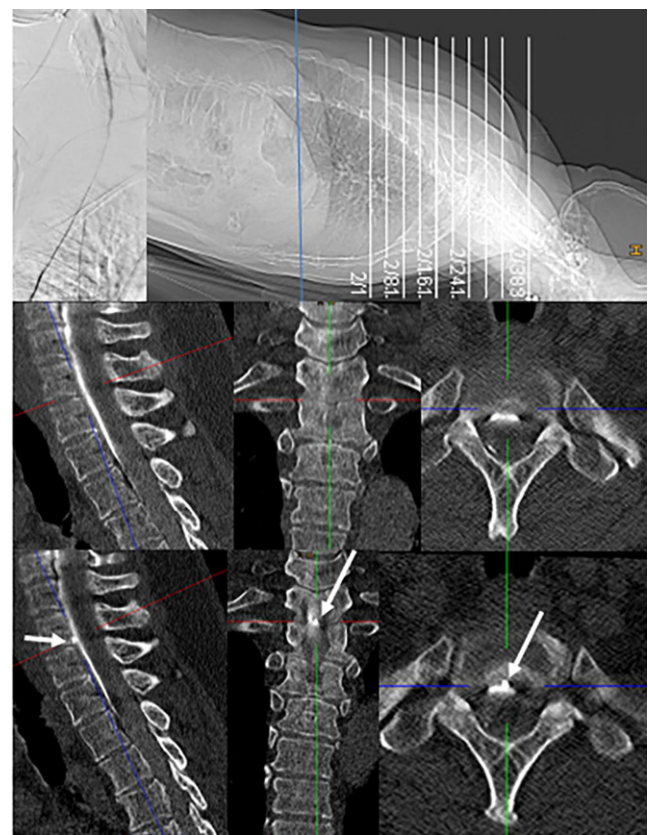


Fig. 2 | 186 Prone dynamic CT myelography with the scan range and the premonitoring line (blue line). The ventral leak was visible in the 3rd spiral scan only (arrows) at the level Th1/2. On DSM in the prone position (first image), the epidural contrast effluent was not visible because of the overlying shoulder

²Department of Neurology, Christian Doppler University Hospital, Member of the European Reference Network EpiCARE, and Centre for Cognitive Neuroscience, Paracelsus Medical University of Salzburg, Salzburg, Österreich

³Neuroscience Institute, Christian Doppler University Hospital, Salzburg, Salzburg, Österreich

Background: MRI with contrast enhanced perfusion is an important diagnostic tool of status epilepticus (SE) diagnosis, as hyperperfusion occurs as a typical time-dependent sign. We aimed to investigate concordance between cerebral blood volume (CBV) in contrast perfusion and arterial spin labeling (ASL).

Methods: All patients with SE and both MRI-sequences (ASL and contrast perfusion) performed within the first 48 hours at our institution were included in the study. Visual qualitative analysis and quantification of perfusion abnormalities were done for both sequences. For quantification, we compared the increased CBV region to the healthy mirror side.

Results: We prospectively recruited 72 patients with SE who underwent MRI. One patient was excluded due to movement artefacts. Eventually, 36/72 (50%) were selected. Mean age was 59.4 years (SD 18.1), 19 male and 17 female. In 35/36 (97%) patients either normal perfusion or hyperperfusion (at the same location) was observed in both sequences, demonstrating excellent concordance. In 9/36 (25%) patients, hyperperfusion was seen in both sequences. In 1/36 (2.7%) hyperperfusion was documented in ASL but not in contrast enhanced perfusion. Odds Ratio (OR) for the hyperperfusion region vs. healthy

mirror side was assessed for each patient in both groups. OR in ASL was 2.5 (SD 1.0) and in contrast-enhanced perfusion—1.8 (SD 0.6).

Conclusion: SE associated hyperperfusion can be equally well displayed in MRI by with ASL and contrast-enhanced perfusion. Furthermore, the difference between the hyperperfusion region vs. healthy mirror side was more prominent in ASL compared to contrast perfusion. ASL could thus replace contrast perfusion in everyday clinical practice in order to avoid side effects related to the contrast agent.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[201] Auswirkungen einer starken Gewichtsreduktion auf MRT-Zeichen einer intrakraniellen Hypertension

Lars-Patrick Schmill¹, Sönke Peters¹, Olav Jansen¹, Matthias Laudes², Schekeb Aludin^{1*}

¹Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Kiel, Deutschland

²Klinik für Innere Medizin I, Abteilung für Endokrinologie, Diabetologie und klinische Ernährungsmedizin, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Kiel, Deutschland

Hintergrund: Studien der letzten Jahre haben gezeigt, dass es bei Adipositas neben anderen Begleiterkrankungen auch zur zunehmenden Ausprägung von Zeichen einer idiopathischen intrakraniellen Hypertension (IIH) in der MRT kommen kann. Obwohl der Pathomechanismus nicht vollständig verstanden ist, wird eine venöse Abflussstörung des Gehirns bei erhöhtem, zentralvenösem Druck aufgrund der erhöhten Fettmasse vermutet. Auch eine vermehrte Liquorproduktion bedingt durch erhöhte Serumspiegel von Cortisol oder Leptin wird diskutiert. Die Auswirkungen einer starken Gewichtsreduktion auf die Merkmale einer IIH wurden bis dato jedoch nicht untersucht.

Methoden: 30 Patienten mit einer Adipositas (BMI: 44,94 ± 4,31 kg/m²) wurden prospektiv mittels kranialer MRTs unmittelbar vor und nach einer Gewichtsreduktion über drei Monaten untersucht. Evaluiert wurde die Ausprägung und der Verlauf von MRT-Zeichen einer IIH unabhängig von einer entsprechenden Symptomatik. Zu diesen gehörten die Weite der Sehnervenscheiden, welche beidseits 6 und 20 mm hinter dem Bulbus oculi bestimmt wurden, eine Stenosierung des Sinus transversus sowie die Höhe der Hypophyse.

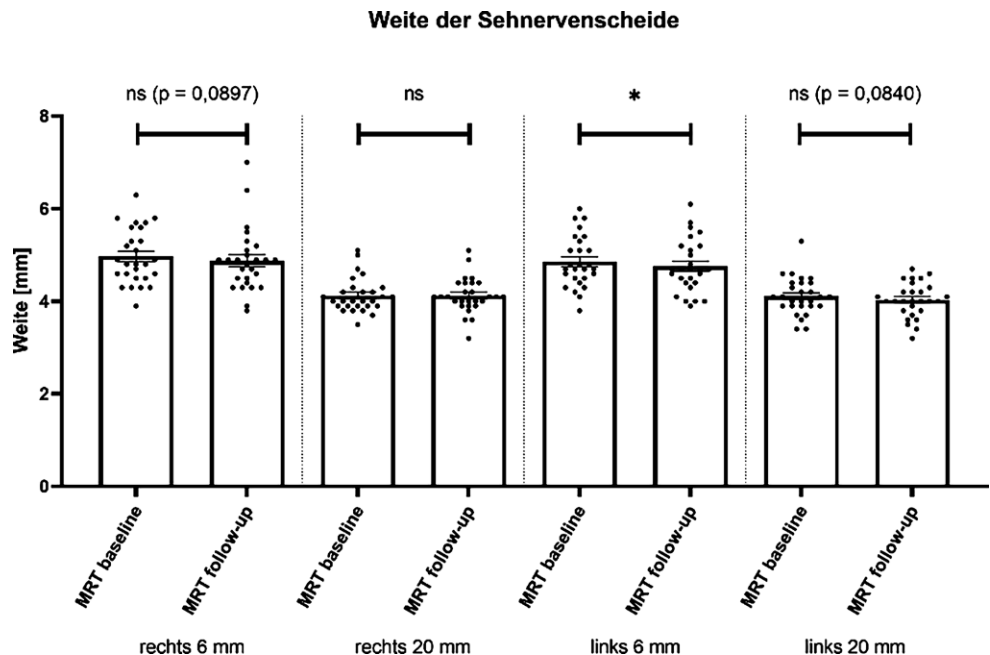
Ergebnisse: Im Rahmen der starken Gewichtsreduktion (Ø 18,10 ± 5,71 kg) war eine signifikante Reduktion der Weite der Sehnervenscheide 6 mm dorsal des Bulbus links auszumachen. Bei 6 mm rechts und 20 mm links wurde ein signifikanter Unterschied knapp verfehlt. Die Stenosen der Sinus sowie die Höhe der Hypophyse zeigten keine Veränderungen im Verlauf.

Diskussion: Die nur geringen Auswirkungen der Gewichtsreduktion auf die untersuchten Merkmale lässt vermuten, dass eine akute Gewichtsreduktion nur geringen Einfluss auf den Pathomechanismus für diese Merkmale besitzt, wobei die Sehnervenscheiden das sensibelste Merkmal darstellen. Andererseits besteht der Verdacht, dass die stattgehabte Gewichtsreduktion noch nicht ausreichte, um einen relevanten Effekt zu erzielen, da die Studienteilnehmer auch nach Gewichtsreduktion noch einen BMI von 39,00 ± 4,07 kg/m² besaßen.

Fazit: Eine starke Gewichtsreduktion über drei Monate hat bei Adipositas-Patienten nur geringe Auswirkungen auf die Ausprägung von Merkmalen, welche typisch für eine IIH sind.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Abb. 1 | 201 Weite der Sehnervenscheide vor und nach Ende der Gewichtsreduktion über drei Monate. Gemessen wurde beidseits 6 und 20 mm dorsal des Bulbus oculi. ns: nicht signifikant; *: $p \leq 0.05$



[213] Contrast Enhancement Patterns 12 Months Following Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms in 3T 3D Black-Blood MRI and Correlation with Stable Aneurysm Occlusion

Samer Elsheikh¹, Horst Urbach¹, Ahmed Elbaz¹, Elias Kellner², Marco Reisert²

¹Department of Neuroradiology, Medical Center-University of Freiburg, Faculty of Medicine, University of Freiburg, Freiburg, Germany

²Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Medical Physics, Faculty of Medicine, University of Freiburg, Freiburg, Germany

Background: The enhancement behavior of the aneurysm sac and contents in black-blood MRI (BBMRI) may depict the healing process following endovascular treatment of intracranial aneurysms. Here, we describe the enhancement patterns up to 1 year following treatment and their relation to aneurysm recurrence.

Methods: Approval of the institutional review board was obtained. We prospectively collected data from the first follow-up MRI examination. Enhancement at the base, wall and dome and inside the aneurysm sac was graded on a 4-point scale. Multiple logistic regression was performed to assess statistical relation to different clinical and imaging parameters.

Results: We included 79 patients. Median time interval from treatment and the MRI was 6.21 months. A recurrence was observed in 37 aneurysms, with an average size of: 1.44 mm. We observed an enhancement in 79.75 % of aneurysms. There was a statistically significant association between aneurysm recurrence and any enhancement of the aneurysm wall in BBMRI ($p=0.037$). The degree of enhancement of the wall in BBMRI in the aneurysm wall and in T1-axial BB in the aneurysm wall and inside the aneurysm was associated with recurrence (respective $p=0.04$, 0.014, 0.027). Additionally the degree of enhancement was associated with recurrence size ($p=0.04$).

Discussion: This prospective study describes the prevalence and patterns of contrast enhancement of intracranial aneurysms in MRI within 12 months from the endovascular treatment in BBMRI. We observed a significant correlation between enhancement of the aneurysm wall and aneurysm recurrence. To our knowledge a statistically significant

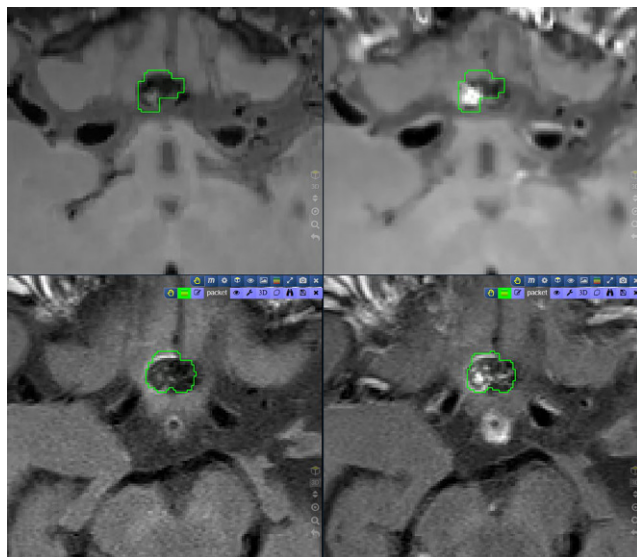


Fig. 1 | 213 Axial pre- (left) and post-contrast (right) BBMRI (top) and T1w BB (bottom) showing strong enhancement of an Acom-Aneurysm.

relation of contrast enhancement to aneurysm recurrence was not previously reported.

Other published articles failed to establish a significant correlation. This may be due to the prospective data collection, higher number of patients and pre-defined time interval.

Conclusion: Contrast enhancement of intracranial aneurysms within 12 months following endovascular treatment is a common finding. Aneurysm wall enhancement is statistically associated with aneurysm recurrence.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[216] Effizientes Gradientenvektorschema für die Diffusionstensorbildung von peripheren Nerven

Olivia Fösleitner^{*}, Sabine Heiland¹, Volker Sturm¹, Martin Bendszus¹, Daniel Schwarz¹

¹Abteilung für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Hintergrund: Im Gegensatz zum Gehirn zeichnen sich periphere Nerven durch eine monodirektionale Geometrie aus, was die Notwendigkeit komplexer und zeitaufwändiger Gradientenschemata für die Diffusionstensorbildung (DTI) in Frage stellt. Ziel dieser Studie war es, die Genauigkeit, Präzision und diagnostische Güte reduzierter Gradientenvektorschemata für die DTI peripherer Nerven zu untersuchen.

Methoden: Mittels 3 Tesla-MRT wurde eine DTI-Sequenz mit 20 Gradientenrichtungen (DTI₂₀) vom Nervus ischiadicus am Oberschenkel in 10 gesunden Proband:innen, 12 Patient:innen mit Diabetes mellitus Typ 2 und 12 gematchten Kontrollen akquiriert. Die Oberarmnerven und der Nervus tibialis am Unterschenkel wurde in 10 gesunden Proband:innen gemessen. Drei vereinfachte DTI-Modelle, basierend auf nur zwei bzw. drei vordefinierten Richtungen parallel zu den Hauptachsen des MRT-Scanners wurden zur DTI₂₀ in Bezug auf fraktionale Anisotropie (FA), axiale und radiale Diffusivität sowie Einfluss von Nervenwinkel und intraneuralem Bindegewebe verglichen.

Ergebnisse: Die drei vereinfachten Modelle erzielten vergleichbare DTI-Parameter zum DTI₂₀-Modell in allen Vergleichen (mediane absolute Differenz in FA $\leq 0,12$, ADC $\leq 0,25$, AD $\leq 0,96$, RD $\leq 0,07$). Das Drei-Vektoren-Modell war gleich präzise wie DTI₂₀, während die beiden Modelle mit nur zwei Diffusionsrichtungen inkonsistenter waren. Der Anteil intraneuralem Bindegewebe korrelierte stark mit den abso-

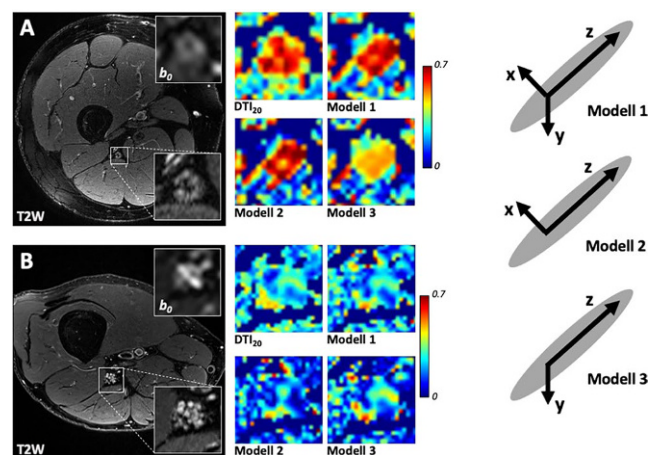


Abb. 1 | 216 Repräsentative T2-gewichtete (T2W) Bilder und farb-kodierte FA-Karten des Nervus ischiadicus eines gesunden Probanden (A) und Diabetespatienten (B). Im Vergleich zur Standard-DTI mit 20 Richtungen (DTI₂₀) erzielte das Modell 1 (basierend auf 3 Vektoren) vergleichbare FA-Werte, während die Modelle 2 und 3 (basierend auf 2 Vektoren) gute aber inkonsistentere Werte lieferten.

luten FA-Werten in allen Modellen ($p < 0,001$), beeinträchtigte jedoch ebenso wenig wie der Nervenwinkel deren Genauigkeit im gemessenen Bereich. Alle Modelle erzielten eine exzellente diagnostische Güte (AUC 0,847–0,868, $p \leq 0,004$).

Diskussion und Fazit: In stark gerichteten Geweben wie peripheren Nerven können DTI-Parameter mit nur drei vordefinierten Diffusionsrichtungen mit gleich hoher Genauigkeit wie mittels Standard-DTI mit 20 Richtungen gemessen werden. Durch die resultierende 7-fache Messzeitverkürzung könnten neue Biomarker basierend auf mehreren b-Werten in die klinischen DTI-Protokolle eingeführt werden.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[220] Vorhersage des neurologischen Outcomes bei Patienten nach schwerem Schädel-Hirn-Trauma anhand der initialen CT-Untersuchung – eine Evaluation des Marshall-, Rotterdam- und Helsinki-CT-Scores.

Karim Mostafa^{1*}, Alexandra Acimovic², Thomas Brüll³, Heinz Steltzer²

¹Klinik für Radiologie und Neuroradiologie, Universitätsklinik Schleswig-Holstein, Campus Kiel, Kiel, Deutschland

²Abteilung für Anästhesie und Intensivmedizin, AUYA Traumazentrum Wien Meidling, Wien, Österreich

³Abteilung für Radiologie, AUYA Traumazentrum Wien Meidling, Wien, Österreich

Hintergrund: Die schnelle Darstellung der Verletzungsentitäten bei Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma (GCS 3–8) spielt in der klinischen Praxis eine wichtige Rolle. Ziel dieser Arbeit war es festzustellen, ob anhand der initialen computertomographischen Bildgebung mithilfe eines Scores eine Aussage über das funktionell-neurologische Outcome der Patienten, gemessen in der Glasgow-Outcome-Scale, nach Verlassen der Intensivstation getroffen werden kann. Der Hauptfokus lag hier auf dem Helsinki-Score, zusätzlich wurden noch der Marshall- und Rotterdam-CT-Score untersucht.

Methoden: In diese retrospektive Kohortenstudie wurden insgesamt 32 Patienten nach schwerem Schädel-Hirn-Trauma (GCS 3–8) inkludiert. Die drei CT-Scores wurden an den Computertomographieuntersuchungen der Patienten angewandt und am Ende des Beobachtungszeitraumes wurde der Wert der Glasgow-Outcome-Scale bestimmt. Darauf folgend wurden die Scores mittels ROC-Analysen untersucht, um Cutoff-Werte und positiv-prädiktive Werte zur Vorhersage eines schlechten neurologischen Outcomes zu ermitteln. Schlechte neurologische Outcomes wurden definiert als Glasgow-Outcome-Scale Werte > 2 .

Ergebnisse: Der Helsinki-Score weist ab einer Ausprägung > 3 mit 85 % den höchsten positiv-prädiktiven Wert zur Vorhersage eines schlechten neurologischen Outcomes auf. Der Marshall- und Rotterdam-CT-Score weisen ab einer Ausprägung > 2 positiv-prädiktive Werte von jeweils 66 % zur Vorhersage eines schlechten neurologischen Outcomes auf.

Diskussion: Von den untersuchten Scores ist der Helsinki-CT-Score am besten für die Vorhersage eines schlechten neurologischen Outcomes bei Patienten nach schwerem Schädel-Hirn-Trauma geeignet.

Fazit: Der Helsinki-Score ist zurzeit der modernste CT-Score zur Evaluation von Patienten nach schwerem Schädel-Hirn-Trauma und kann zur Vorhersage eines schlechten neurologischen Outcomes eingesetzt werden. Unsere Ergebnisse decken sich mit jenen von großen Datenbankenstudien [1,2].

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt

Literatur

1. Pargaonkar R, Kumar V, Menon G, Hegde A. (2019) Comparative study of computed tomographic scoring systems and predictors of early mortality in severe traumatic brain injury. J Clin Neurosci.

2. Raj R, Siironen J, Skrifvars MB, Hernesniemi J, Kivisaari R. (2014) Predicting outcome in traumatic brain injury: development of a novel computerized tomography classification system (Helsinki score). Neurosurgery.

[228] Erkrankungen der tiefen basalen Hirnvenen ursächlich für die perimesencephale SAB (pmSAB) – Analyse mittels Suszeptibilitätsgewichteter MR-Bildgebung (SWI-MRT)

Silke Hopf-Jensen^{1*}, Ann-Kathrin Lohse², Michael Preiß³, Rüdiger Buchalla⁴, Jan Regelsberger⁴, Stefan Müller-Hilsbeck³

¹Department of Diagnostic and Interventional Radiology and Neuroradiology, DIAKO Hospital Flensburg, Flensburg, Deutschland

²Department of Radiology, University Hospital, LMU Munich, Deutschland

³Department of Diagnostic and Interventional Radiology and Neuroradiology, DIAKO Hospital Flensburg, Flensburg, Deutschland

⁴Department of Neurosurgery, DIAKO Hospital Flensburg, Flensburg, Deutschland

Hintergrund: Analyse der Mikroangioarchitektur der tiefen basalen Hirnvenen mittels Suszeptibilitätsgewichteter (SWI) MRT bei Patienten mit perimesencephaler SAB (pmSAB).

Methoden: 22 Patienten mit pmSAB (Ø53,6 Jahre, $\pm 11,3$ Jahre, w: 10) erhielten an Tag 1 eine CCT, CTA und DSA und an Tag 3–4 eine MRT mit SWI Sequenz. Klinische Daten und die Bildgebung wurde analysiert.

Ergebnisse: Pat. mit pmSAB weisen einen günstigen klinischen Status bei Aufnahme (mediane Glasgow-Outcome-scale 15 [IQR 15–15]), einem medianen HH von 1 (IQR 1–2) und einem medianem Fisher-Grad in der CCT von 3 [IQR 3–3,75]. Der klinische Verlauf verlief benigne mit wenig Vasospasmen (27,3 %) und ohne verzögerte ischämische Defizite (DIC). Ein Patient (4,5 %) wurde VP Shunt pflichtig. Ebenso blieb der mediane Wert auf der GOS (Glasgow-Outcome-scale) bei Entlassung prognostisch günstig (1 [IQR 1–1]).

In der SWI-Analyse konnte in 3 Fällen (13,6 %) petechiale Mikroblutungen unmittelbar neben der Vena uncalis identifiziert werden, als Hinweise für eine Venulitis. In 4 Fällen (18,2 %) ergaben sich umschriebene Mikroblutungen ventral der Vena interpeduncularis, wie bei lokaler Leckage. Ebenso wie die prominenten hypointense unilaterale Vena mesencephalica lateralis, Vena cerebri media und Vena uncalis (8 Pat/36,4 %), können diese durch einen ansteigenden Gehalt an Deoxyhemoglobin erklärt werden, z. B. auf dem Boden einer lokalen venösen Hypertonie, DD Thrombose. Auf der arteriellen Seite wurde einzig ein thrombosiertes Mikroaneurysma der A. basilaris (4,5 %) identifiziert.

Diskussion: Intrakranielle venöse Hypertonie mit direktem Mechanismus über eine Venenthrombose führt zu einem „blooming“ wie es für kortikale Venenthrombosen in der SWI Sequenz beschrieben ist. Die dilatierten seitenasymmetrischen Venen legen eine indirekte venöse Hypertonie nahe mit vermehrtem Deoxyhämoglobingehalt durch venöse Stase und/oder erhöhter Sauerstoffextraktion. Die Tatsache, dass die Reblutungsrate der pmSAB gering ist, unterstützt ebenfalls die Theorie einer venösen Genese (1).

Fazit: Die SWI-MRT kann einen Beitrag in der Ursachenklärung der pmSAB leisten. Eine venöse Genese erscheint wahrscheinlich.

Offenlegungserklärung: Es bestehen keine Interessenkonflikte.

Literatur

1. Matsumaru Y, Yanaka K, Matsumura A. (2004) Is perimesencephalic nonaneurysmal hemorrhage of venous origin? Stroke. 35(12):2753–42

[236] Auswertung der Versorgung akuter ischämischer Schlaganfälle anhand von DICOM-Zeitstempeln

Elias Kellner^{1*}, Marco Reiser^{1,2}, Cornelius Deuschl³, Martin Köhrmann⁴, Benedikt Frank⁴, Horst Urbach⁵, Alexander Rau^{5,6}

¹Medizinphysik, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

²Stereotaktische und funktionelle Neurochirurgie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

³Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

⁴Klinik für Neurologie, Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

⁵Klinik für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

⁶Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Freiburg, Freiburg, Deutschland

Hintergrund: In der Routinepraxis werden Zeitdaten zur Behandlung eines akuten Schlaganfalles oft nicht zuverlässig dokumentiert. Der DICOM-Zeitstempel der Bildgebungen könnte alternativ genutzt werden. Ziel dieser Arbeit war es, die statistische Verteilung dieser Zeitstempel in einer multizentrischen Studie näher zu untersuchen.

Methoden: Wir haben Daten aus zwei unabhängigen Zentren ($n=3.151$ und $n=2.092$) erfasst. Die Daten des ersten Zentrums wurden dahingehend untersucht, ob Fälle mit großen Gefäßverschlüssen (LVO, $n=1.095$), mit kleinen Gefäßverschlüssen (SVO, $n=422$) und ohne Verschlüsse ($n=1634$) unterschiedliche Ankunftszeiten im Krankenhaus aufweisen.

Das DICOM-Tag StudyTime wurde verwendet, um die Verteilung der Scan-Zeiten über den Tag zu analysieren. Um diese empirische Verteilung theoretisch zu beschreiben wurde außerdem ein Modell mit einer Faltungskette von Wahrscheinlichkeitsverteilungen mit folgenden Annahmen simuliert: (A) die Wahrscheinlichkeit eines Schlaganfalls ist über den ganzen Tag gleichmäßig, (B) die Menschen gehen um 21:00+/-3 h schlafen und wachen um 7:00+/-3 h auf, (C) der Kran-

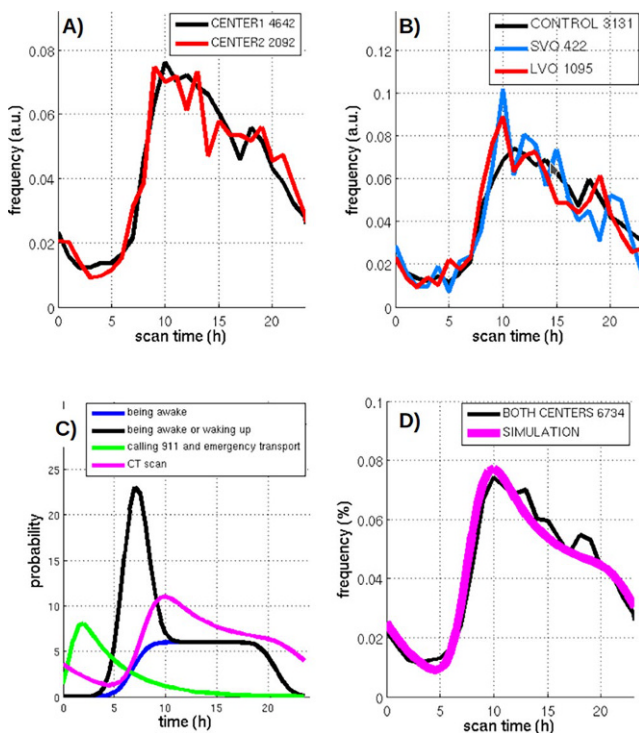


Abb. 1 | 236

kentransport folgt einer kombinierten Gauß- und Exponentialverteilung.

Ergebnisse: Die zeitliche Verteilung war in beiden Zentren konsistent. Es wurde kein relevanter Unterschied zwischen den Gruppen mit Gefäßverschlüssen (große, kleine und keine Verschlüsse) hinsichtlich ihrer Ankunftszeit im Krankenhaus festgestellt. Die empirischen Daten und die Simulation mit einem probabilistischen Modell zeigten eine sehr gute Übereinstimmung.

Diskussion: DICOM-Zeitstempel können verwendet werden, um den zeitlichen Verlauf der Behandlung eines akuten ischämischen Schlaganfalls zu bewerten. Das Maximum der Untersuchungen um 10.00 Uhr kann mit einem probabilistischen Modell erklärt werden kann, das beschreibt, wie ein Patient morgens aufwacht, neue Symptome wahrnimmt, einen Krankenwagen ruft und ins Krankenhaus transportiert wird. Darüber hinaus scheinen Patienten mit großen Gefäßverschlüssen aufgrund ihres Schlaganfalls nicht früher aufzuwachen.

Fazit: Die Analyse von DICOM-Zeitstempeln hat das Potenzial, als Instrument für die Qualitätskontrolle, ein optimiertes Ressourcenmanagement und die Schlaganfallforschung im Allgemeinen zu dienen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[238] MRT-Diagnostik vor Cochlea-Implantat Operationen – wieviel ist nötig?

Julia Wulle^{1*}, Katrin Reimann², Rainer Matthias Weiß², André Kemmling¹, Maximilian Schulze¹

¹Klinik für Neuroradiologie, UKGM Marburg, Marburg, Deutschland

²HNO-Klinik, UKGM Marburg, Marburg, Deutschland

Hintergrund: Vor Cochlea-Implantat (CI) Operation wird standardmäßig eine MRT-Felsenbein durchgeführt, um Kontraindikationen für eine CI-Implantation, sowie relevante Nebenfunde zu erkennen. Das „Standardprotokoll“ besteht aus einer FLAIR Sequenz des Neurokraniums und hochauflösenden Felsenbein-Sequenzen +/- Kontrastmittel. Ziel der Studie war es zu prüfen, ob eine zusätzliche T1 3D Sequenz des Neurokraniums nach KM-Gabe („langes Protokoll“) vermehrt relevante Nebenfunde im Vergleich zum „Standardprotokoll“ detektiert.

Methoden: 304 (1–87Jahre) vor CI Implantation wurden untersucht, 185 mittels „Standardprotokoll“, 119 mittels „langem Protokoll“. Nebenfunde wurden Relevanz und Auswirkung auf die CI-Implantation untersucht. Zusätzlich wurde ausgewertet, wie häufig eine ergänzende T1 3D post KM Sequenz nötig war, um die präoperative Diagnostik abzuschließen.

Die number needed to scan für das „lange Protokoll“ wurde für das Gesamtkollektiv, Erwachsene und Kinder bestimmt.

Ergebnisse: Anzahl der Nebenfunde und Relevanz bezüglich Weiterbehandlung ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen den Protokollen und Kollektiven.

Bei 2,3 % der Fälle war zusätzlich zum „Standardprotokoll“ eine ergänzende T1 3D KM Sequenz nötig, um die präop Diagnostik abzuschließen.

Die number needed to scan für das „lange Protokoll“: Gesamtkollektiv und Kinder 66,67, Erwachsene 76,92.

Diskussion: In der präoperativen Diagnostik vor CI-Operation ist eine Bildgebung des Kopfes essentiell, um klinisch relevante kranielle und intrakranielle Befunde auszuschließen. Für eine initiale Diagnostik ist das „Standardprotokoll“ ausreichend. Es identifiziert zuverlässig Patienten ohne relevante Nebendiagnosen, sowie Patienten, die eine ergänzende MRT-Diagnostik bedürfen.

Fazit: Aus klinischer und ökonomischer Sicht ist die Verwendung des kürzeren „Standardprotokolls“ für eine präoperative MRT-Diagnostik vor CI-Implantation ausreichend.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[240] Quantitative MR-Neurographie und Durchführung von T2-Relaxometrie am Beispiel der hereditären Transthyretin Amyloidose: 2-echo Turbo-Spin-Echo als äquivalente Sequenz zur 12-Echo Multi-Spin-Echo Sequenz.

Anysia Poncelet^{1,2*}, Markus Weiler^{2,3}, Ute Hegenbart^{2,4}, Georges Sam^{2,3}, Stefan Schönland^{2,4}, Jan C. Purrucker^{2,3}, John M. Hayes⁵, Ernst Hund^{2,3}, Martin Bendszus¹, Sabine Heiland⁶, Jennifer Hayes^{1,2}

- ¹Universitätsklinikum Heidelberg, Abteilung für Neuroradiologie, Heidelberg, Deutschland
- ²Universitätsklinikum Heidelberg, Amyloidosezentrum, Heidelberg, Deutschland
- ³Universitätsklinikum Heidelberg, Abteilung für Neurologie, Heidelberg, Deutschland
- ⁴Universitätsklinikum Heidelberg, Abteilung für Innere Medizin V, Heidelberg, Deutschland
- ⁵Universität Michigan, Abteilung für Neurologie, Ann Arbor, USA,
- ⁶Universitätsklinikum Heidelberg, Sektion für experimentelle Neuroradiologie, Heidelberg, Deutschland

Hintergrund: T2-Relaxometrie wurde zur Charakterisierung und Quantifizierung unterschiedlicher Neuropathien bereits mehrfach erfolgreich angewendet. Die hierfür klassische Sequenz ist eine Spin-Echo-Sequenz mit mehreren Echozeiten (MSE). Oft werden diese zeit-aufwendigen Sequenzen allerdings durch schnelle Turbo-Spin-Echo (TSE) Sequenzen ersetzt, welche nur *effektive* Echozeiten erlauben, mit dem Risiko von systematischen Fehlern insbesondere bei der Analyse von kleinen Strukturen wie Nervenfaszikel.

Methoden: 20 Patienten mit symptomatischer hereditärer Transthyretin Amyloidose (4 W, 16M, ~61.8 J), 30 asymptotische Genträger (18 W, 12M, ~43.1J) und 30 Kontrollen (13 W, 17M, ~41.3J) wurden an einem 3T MRT Gerät untersucht. T2-Relaxometrie wurde am rechten Obeschenkel mit einer 2-Echo TSE Sequenz (TE1/TE2= 12/73 ms, TR=5210 ms, AQ=7:30min) und einer 12-Echo MSE Sequenz (TE1=10 ms bis TE12=120 ms mit ΔTE=10 ms, TR=3000 ms, AQ=11:23 min), jeweils durchgeführt. Der N. ischiadicus wurde in 10 zentralen Schichten segmentiert, anschließend wurden apparente T2-Relaxationszeit (T2_{app}) und Protonenspindichte (ρ) jeweils separat für TSE und MSE berechnet.

Ergebnisse: Die Regressionsanalyse ergab eine lineare Beziehung zwischen T2_{app}TSE und T2_{app}MSE und rTSE und rMSE; ein Korrelationsfaktor von ca. 1.3. für T2_{app} und ca. 0.5 für r wurde gefunden.

Abb. 1 | 240 T2_{app}TSE und T2_{app}MSE (Abb. 1) bzw. pTSE und pMSE (Abb. 2) wurden gegeneinander aufgetragen (A: Kontrollen, B: Genträger, C: minifeste ATTRv, D: alle Teilnehmer). Die lineare Beziehung wurde durch eine Gerade mit Funktion $y = ax$ dargestellt (<: T2_{app} MSE (Abb. 1)/pMSE

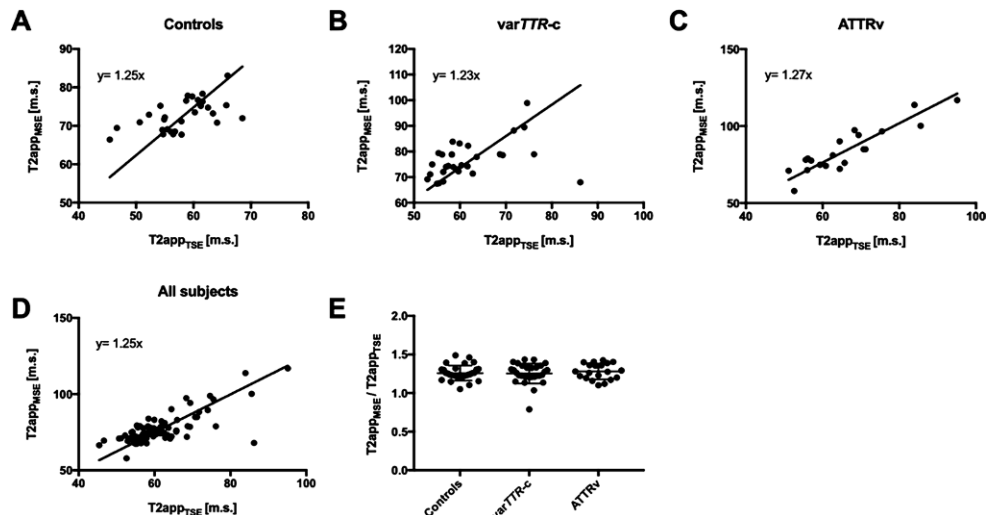
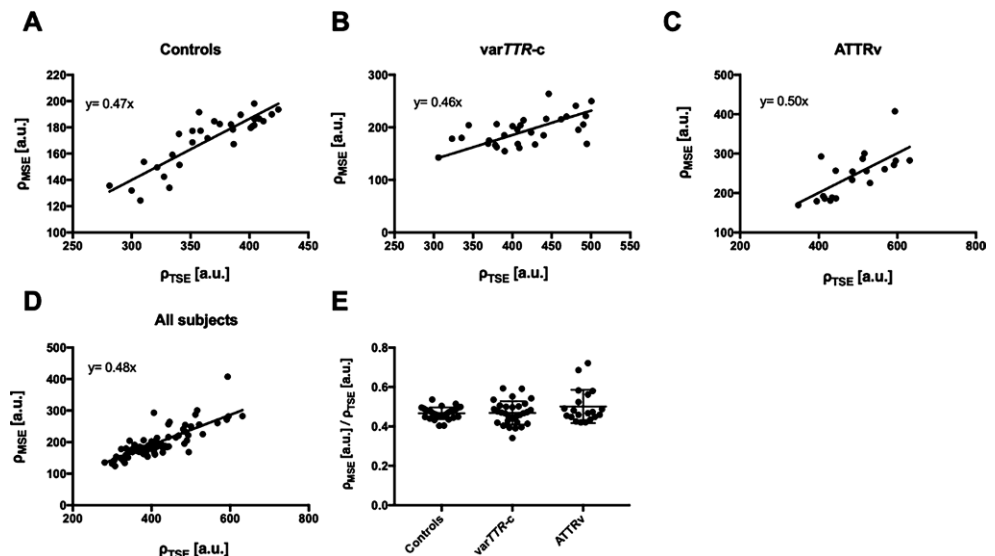


Abb. 2 | 240 x: T2_{app} MSE (Abb. 1)/pTSE (Abb. 2), a: Steigung der Gerade). Graphik E stellt die Verteilung der individuell bestimmten Faktoren T2_{app}MSE/T2_{app}TSE (Abb. 1) u. pMSE/pTSE (Abb. 2) dar



T2_{app}TSE und T2_{app}MSE konnten beide zwischen manifester ATTRv und Kontrollen unterscheiden (TSE $p=0.0028$; MSE $p<0.0001$). Zwischen Genträgern und ATTRv dagegen konnten nur die aus der MSE bestimmten T2_{app}-Werte differenzieren ($p=0.0082$). Signifikante r-Unterschiede zwischen Gesunden und Genträgern (TSE $p=0.0027$; MSE $p=0.0398$), Gesunden und ATTRv (TSE/MSE $p<0.0001$), sowie zwischen Genträgern und ATTRv (TSE $p=0.0001$; MSE $p<0.0001$) wurden sowohl mit TSE als auch mit MSE festgestellt.

Diskussion: TSE und MSE unterscheiden sich technisch (Akquisitionszeit, Auflösung, Definition der Echozeit) und liefern unterschiedliche absolute T2_{app}/r Werte, die jedoch durch eine lineare Beziehung verknüpft sind. Das Verhältnis zwischen mehreren Werten bleibt so erhalten: beide Sequenzen ergaben eine ausreichende Trennschärfe zwischen den 3 Gruppen.

Fazit: Eine zuverlässige Bestimmung von T2_{app} und r wird mit beiden Sequenzen erreicht. Somit könnte aufgrund der besseren Auflösung und der kürzeren Akquisitionszeit die 2-Echo TSE zur Gewinnung von Relaxometrie-Daten zukünftig bevorzugt werden.

Offenlegungserklärung: Die Autoren/Autorinnen erklären, dass Interessenkonflikte vorliegen. Die Verbindungen liegen der Kongressorganisation KUKM GmbH vor.

Literatur

1. Poncelet et al. (2022) Invest Radiol. 57(5):301–307.

[243] Acute onset of visual loss in giant cell arteritis: diagnostic utility of standard diffusion-weighted magnetic resonance imaging

Eberhard Siebert^{1*}, Milena Miszczuk¹, Charlotte Pietrock², Kersten Villringer³, Georg Bohner¹, Leon Danyel²

¹Neuroradiologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

²Neurologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

³CSB, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland

Background: Giant cell arteritis (GCA) can lead to a range of severe ocular complications such as arteritic ischemic optic neuropathy and retinal ischemia. These are considered neuro-ophthalmological emergencies. Aim of this study was to assess diffusion abnormalities of the optic nerve and retina in giant cell arteritis (GCA) patients with acute onset of vision loss using standard diffusion-weighted magnetic resonance imaging (DWI).

Methods: DWI scans of GCA patients with acute loss of vision were evaluated within the scope of a retrospective case-control study. Two blinded neuroradiologists assessed randomized DWI scans of GCA and control patients (cerebral stroke or transient ischemic attack) for the presence of optic nerve (ON) and retinal restricted diffusion. Statistical quality criteria, as well as inter-rater reliability were calculated. DWI findings in GCA patients were compared to corresponding ophthalmologic diagnoses.

Results: 35 GCA patients (76.2 ± 6.4 years; 37 scans) and 35 controls (75.7 ± 7.6 years; 38 scans) were included. ON and retinal restricted diffusion was detected in 81.1 % and 8.1 % of GCA scans, respectively. Overall sensitivity, specificity, positive and negative predictive value of DWI for the identification of GCA patients were 81 %/100 %/100 %/84 %. “Substantial” interrater reliability with $k_{inter}=0.72$ (95 % CI 0.59–0.86) was found for the detection of ON restricted diffusion, while interrater agreement was “moderate” with $k_{inter}=0.49$ (95 % CI 0.00–0.98) for retinal restricted diffusion. DWI findings challenged ophthalmologic diagnoses in 4 cases (11.4 %).

Discussion: Standard DWI is capable of visualizing anterior and posterior ON ischemia in GCA patients with high sensitivity and specificity, as well as substantial inter-rater reliability. DWI may complement ophthalmologic examination in patients with acute loss of vision.

Improved DWI protocols are necessary to reliably identify retinal ischemia in GCA.

Conclusion: ON ischemia can be regularly identified on routine clinical DWI-MRI in patients with GCA and acute vision loss. Especially the diagnosis of posterior ON ischemia which in the acute phase does not display signs on ophthalmologic examination can be expedited by MRI.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[250] Zusammenhang der quantitativ sensorischen Testung mit der kapillären Permeabilität bei Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2

Christoph Matthias Mooshage^{1*}, Lukas Schimpfle², Zoltan Kender², Julia Szendrödi², Sabine Heiland¹, Peter Nawroth², Martin Bendszus¹, Stefan Kopf², Felix Kurz³, Johann Malte Enno Jende¹

¹Abteilung für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

²Innere Medizin I, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

³Abteilung für Radiologie, Deutsches Krebsforschungszentrum, Heidelberg, Deutschland

Hintergrund: Die small fiber neuropathie (SFN) ist ein Subtyp der diabetischen Polyneuropathie, der durch die prädominierende Schädigung der dünnen myelinisierten A(d)- bzw. unmyelinisierten C-Nervenfasern definiert ist. Zur Diagnose der SFN wurde die quantitativ sensorische Testung (QST) entwickelt, da die SFN mit herkömmlichen Methoden nicht zu diagnostizieren ist. Da die Pathophysiologie der SFN bei Diabetes mellitus Typ 2 (T2D) unvollständig verstanden ist und aktuelle Studien per dynamisch kontrastverstärkter Magnetresonananz-Neurographie (DCE-MRN) die Perfusion des N. ischiadicus bei Patienten mit T2D messen und mit klinischen und elektrophysiologischen Parametern korrelieren konnten, war das Ziel dieser Studie den Zusammenhang der QST mit den Parametern der DCE-MRN zu untersuchen.

Methoden: 10 Kontrollprobanden und 18 Patienten mit T2D (10 mit und 8 ohne SFN) wurden mittels 3 Tesla DCE-MRN und QST untersucht. Die kapilläre Permeabilität (K^{trans}), die Volumenfraktion des extravaskulären Extrazellulärraumes (v_e) sowie die Volumenfraktion des Plasmas (v_p) wurden entsprechend des erweiterten Tofts Modells berechnet. Als Hauptparameter der QST wurden die zusammengesetzten z-Werte für die thermale Empfindung (zTE), den thermalen Schmerz (zTS), die mechanische Empfindung (zME) sowie den mechanischen Schmerz (zMS) bestimmt.

Ergebnisse: Als Hauptergebnisse wurden Korrelationen der K^{trans} und v_e jeweils mit zTE ($r=0.73$, $p=0.001$; $r=0.67$, $p=0.002$) und zME ($r=0.57$, $p=0.018$; $r=0.69$, $p=0.003$) gefunden sowie von K^{trans} mit zTS ($r=0.53$, $p=0.024$). Zudem korrelierte K^{trans} mit v_e ($r=0.87$, $p<0.001$).

Außerdem wurde bei Patienten mit T2D eine höhere K^{trans} (Kontrollen $0.031 \text{ min}^{-1} \pm 0.009$, T2D $0.43 \text{ min}^{-1} \pm 0.015$; $p=0.033$) und v_e (Kontrollen $1.2 \% \pm 1.5$, T2D $4.1 \% \pm 5.1$; $p=0.027$) gefunden.

Diskussion: Da die kapilläre Permeabilität des N. ischiadicus bei T2D Patienten mit und ohne SFN mit der thermalen und mechanischen Detektion und der thermalen Schmerzempfindung assoziiert ist, ist anzunehmen, dass mikroangiopathische Mechanismen ein Hauptfaktor in der Pathogenese der SFN bei T2D Patienten sind.

Fazit: Diese Studie konnte als erste Assoziationen der QST mit der DCE-MRN peripherer Nerven finden. Folgende Studien sollten den prädiktiven Wert, insbesondere der K^{trans} , auf die Entwicklung einer SFN bei T2D Patienten untersuchen.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[256] Quantitative assessment of metabolite concentrations in multinuclear MRSI: Comparing age and gender related differences

Ulrich Pilatus^{1*}, Nasir Ludin², Carmina Silaidos³, Lena Wachter³, Silke Matura⁴, Johannes Pantel², Gunter P Eckert³, Elke Hattingen¹

¹Institut für Neuroradiologie, Goethe-Universität Frankfurt, Frankfurt/Main, Deutschland

²Institut für Allgemeinmedizin, Goethe-Universität Frankfurt, Frankfurt/Main, Deutschland

³Institut für Ernährungswissenschaft, Justus-Liebig-Universität Gießen, Deutschland

⁴Klinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie, Goethe-Universität Frankfurt, Deutschland

Background & Purpose: Information of the main signals from ¹H MRS refers to metabolite groups: tNAA (N-Acetylaspartate + N-Acetylaspar-

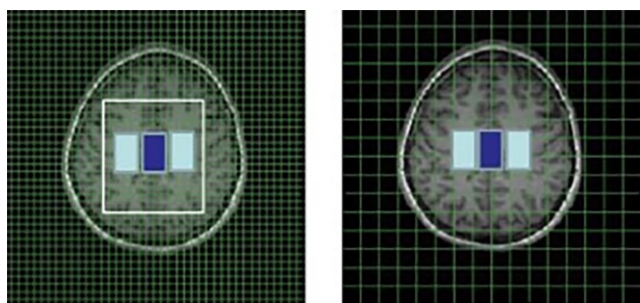


Fig. 1 | 256 Target regions; light blue WM, dark blue GM: the grid shows the spatial resolution for each modality, left panel ¹H-MRSI, right panel ³¹P-MRSI

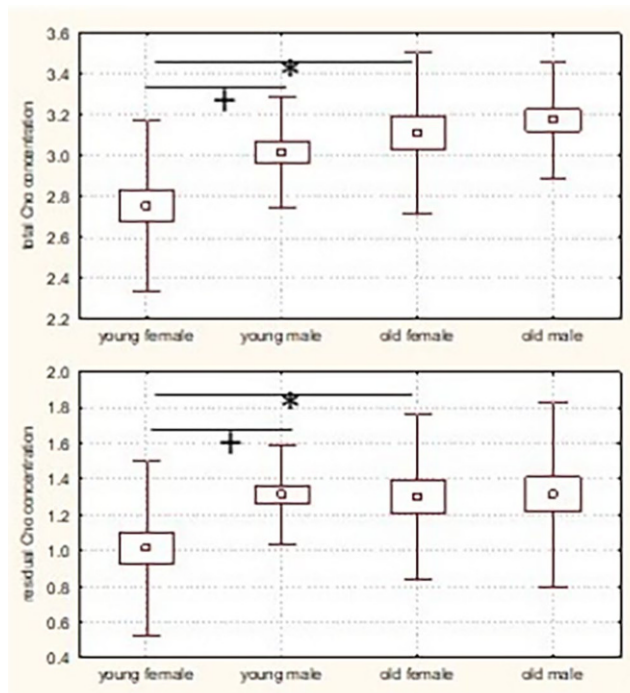


Fig. 2 | 256 Concentration of Choline metabolites. The upper panel shows tCho obtained from ¹H MRSI, while the lower panel shows ³¹P MRSI invisible fraction (rCho) obtained by calculating $rCho = tCho - (GPC + PCho)$. *marks significance between young/old; +marks significance between male/female

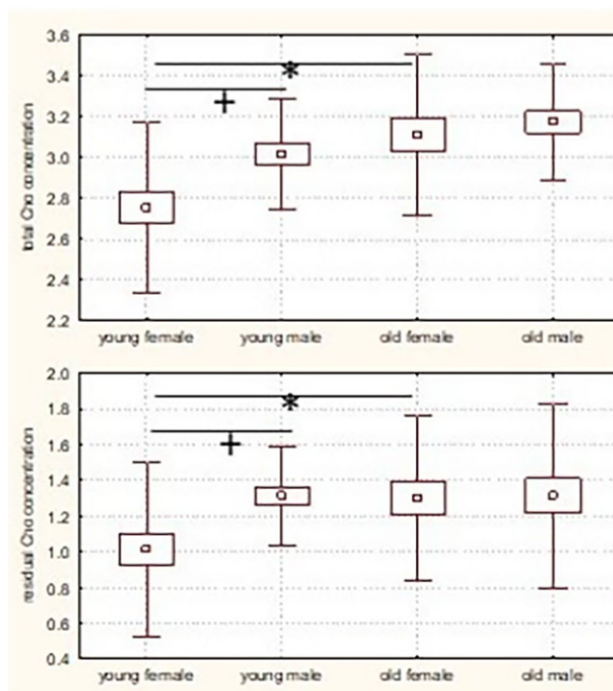


Fig. 3 | 256 Concentration of Creative metabolites. The upper panel shows tCr obtained from ¹H MRSI, while the lower panel shows PCr from ³¹P MRSI. Cr was obtained by calculating $Cr = tCr - PCr$. *marks significance between young/old; +marks significance between male/female

tate-Glutamate), tCho (Glycerophosphocholine and Phosphocholine), tCr (Creatine and Phosphocreatine). In addition, ³¹P-MRS can be used to quantify the ratio of the choline components and, via absolute concentrations, even the creatine components. We used combined ³¹P and ¹H MRSI to specify age related changes observed for the ¹H-MRSI metabolites.

Methods: ¹H-MRSI and ³¹P-MRSI data were obtained from 130 healthy volunteers (33 young female, 35 old female, 32 young male and 30 old male; mean age young 26.5; mean age old 71). Data were analyzed from the target regions shown in Fig. 1. ¹H data were quantified according to [1] while for ³¹P data an external reference (phosphate solution in phantom) was used applying correction for coil loading regarding the transmit power (to adjust flip angle) and receive sensitivity. Absolute metabolite concentrations were calculated in mmol/l referring to tissue water, which was obtained from segmented anatomical MRI data and published water content for GM and WM.

Results: Focusing on tCho and tCr we found: The concentration of tCho is significantly lower in young females, while tCr is lower in younger subjects with the lowest concentration in young females. Based on the quantitative analysis we found a choline fraction ($rCho = tCho - (GPC + PCho)$) which is only visible in ¹H MRSI. This fraction is low in young females (Fig. 2). Elderly subjects show increased tCr which is accompanied by increased PCr (Fig. 3).

Discussion: Increased rCho may indicate increased lipid mobility [2], hinting at a higher integrity of the membrane phospholipids in the brain of young females which may be attributed to higher estrogen levels. Increased PCr and tCr in elderly subjects provide higher buffering capacity for high energy metabolites which may compensate for reduced mitochondrial activity with age.

Conclusion: Combined quantitative ¹H and ³¹P MRSI provides new insights into metabolic changes in the brain related to age and gender.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References:

1. Silaidos, C., Pilatus, et al. (2018) Sex-associated differences in mitochondrial function in human peripheral blood mononuclear cells (PBMCs) and brain. *Biology of sex differences*. 9:34
2. Hattingen et al. (2011) Combined 1H and 31P spectroscopy provides new insights into the pathobiochemistry of brain damage in multiple sclerosis; *NMR Biomed*. 24: 536–546.

[259] Quantitative Edema Volume is a more accurate Predictor of Poor Outcome than Midlineshift in Patients with Low ASPECTS.

Vincent Geest^{1*}, Paul Steffen¹, Helge Kniep¹, Lukas Meyer¹, Tobias D. Faizy¹, Laurens Winkelmeier¹, Noel van Horn¹, Götz Thomalla², Jens Fiehler¹, Gabriel Broocks¹

¹Klinik und Poliklinik für Neuroradiologische Diagnostik und Intervention, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

²Klinik und Poliklinik für Neurologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Deutschland

Background: Space-occupying ischemic edema is a major complication in stroke as it may cause damage in addition to ischemic necrosis and worsen the outcome. Especially in large infarcts, where edema may lead to malignant swelling, which is associated with high mortality. Edema volume (EV) may be quantified by CT-densitometry. We

aimed to compare the diagnostic accuracy of EV compared to Midlineshift (MLS) in the prediction of poor functional outcome (PO) and malignant edema (ME) in early follow-up CT of patients with low ASPECTS.

Methods: All patients treated in a tertiary stroke center between 06/2015 and 07/2017 were analyzed. Inclusion criteria were proximal occlusion of the middle cerebral artery and admission ASPECTS ≤ 5 MLS and lesion water uptake were quantified in admission and follow-up CT. Correlation analysis was performed to determine the association between MLS, EV and follow-up infarct volume (FIV). Multivariate regression analysis and ROC curve analysis were performed to compare MLS and EV as predictors of ME, defined by radiographic and clinical criteria, and PCO, defined as 90d mRS ≥ 5 .

Results: 70 patients met the inclusion criteria. 41 (59 %) patients suffered PCO. ME occurred in 15 (21 %) patients. MLS showed only association to large FIV ($r=0.63$, $p\leq 0.001$) compared to EV ($r=0.91$, $p\leq 0.001$). EV > 34.4 mL predicted PCO with good discrimination power (AUC: 0.74, sensitivity: 0.61, specificity: 0.86), which was higher than MLS (cut-off: 2.5 mm, AUC: 0.68, sensitivity: 0.73, specificity: 0.62). For the prediction of ME, excellent discrimination power was revealed of MLS > 0.5 mm (AUC: 0.80, sensitivity: 0.87, specificity: 0.73), compared to good power of EV > 28.3 ml (AUC: 0.71, sensitivity: 0.67, specificity: 0.75).

Diskussion: We found threefold: 1. While EV can be used as an edema biomarker in infarcts of any size, MLS can only assess large edema of large infarcts. 2. EV predicts PCO with higher accuracy than MLS. This could be explained by the direct and more accurate quantification of the edema by EV, compared to indirect assessment of the edema via its mass effect by MLS. 3. As one of the definition criteria MLS dominates the prediction of ME.

Conclusion: While MLS remains the gold standard for prediction of ME, EV is superior in prediction of PCO and can quantify edema in infarcts of any size with high accuracy. EV could therefore be used in research of anti-edematous therapies to identify suitable patients and to assess treatment effects.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

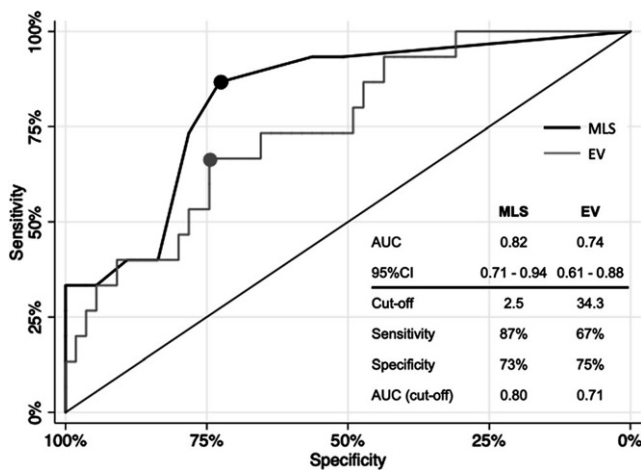


Fig. 1 | 259 ROC curve analysis for EV and MLS to predict ME

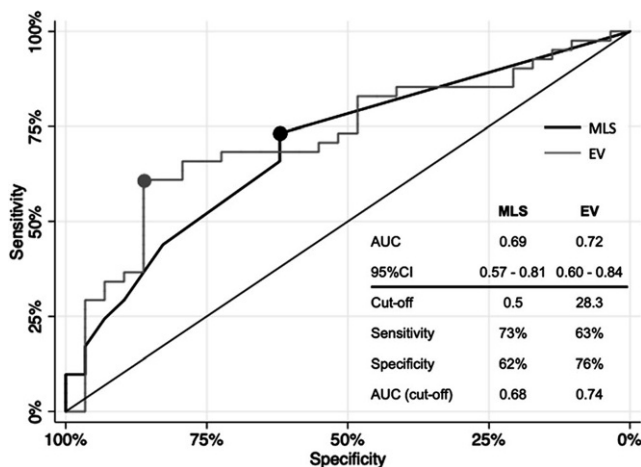


Fig. 2 | 259 ROC curve analysis for EV and MLS to predict PCO

[262] Diagnostik traumatischer Nervenschädigungen bei suprakondylären Humerusfrakturen im Kindesalter mittels MR-Neurographie

Stefan Sondermann^{1*}, Katharina Fieseler¹, Peter Schramm¹, Ludger Tüshaus², Tobias Boppel¹

¹Institut für Neuroradiologie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, Lübeck, Deutschland

²Klinik für Kinderchirurgie, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, Lübeck, Deutschland

Hintergrund: Die suprakondyläre Humerusfraktur (SKHF) ist eine häufige Fraktur im Kindesalter. Selten kommt es im Rahmen des Traumas oder der primären Versorgung zu begleitenden Nervenschädigungen. Die MRT-Neurographie (MRN) kann bei der Lokalisation und Einschätzung des Schweregrads der Nervenschädigung ergänzende Informationen zur konventionellen Diagnostik mittels Nervensonographie und Elektrophysiologie liefern.

Methoden: Retrospektiv wurden kinderchirurgische Patienten identifiziert, die bei Verdacht auf traumatische Nervenschädigung mittels MRN untersucht wurden. Insgesamt 10 Patienten mit SKF wurden eingeschlossen, erfasst wurden klinische Beschwerden, MRN, etwaige weitere Diagnostik und wenn verfügbar auch klinische Verlaufskontrollen. Konsensbasiert erfolgte die Graduierung der Nervenschädigung, zusätzlich erfolgte eine Quantifizierung mittels Nerv-zu-Muskel-Ratio (NMR).

Ergebnisse: Eine Nervenschädigung wurde bei 8 von 10 Patienten in der MRN festgestellt. Eine höchstgradige Nervenschädigung wurde in einem Fall festgestellt, in diesem kam es konsekutiv zu einer opera-

tiven Revision. In 2 Fällen konnte mittels MRN keine Nervenschädigung nachgewiesen werden. Es zeigte sich quantitativ ein signifikanter Unterschied der NMR im Vergleich von gesundem und geschädigtem Nerven $t(8)=4.43, p=.002, d=1.48$. Langfristig zeigten die Patienten einen positiven klinischen Verlauf.

Diskussion: MRN ist eine nichtinvasive Untersuchung, die ergänzende Informationen zu Ausmaß und Lokalisation einer Nervenschädigung gibt. Insbesondere bei schwierig einzuordnenden klinischen Befunden bei sehr jungen Patienten oder bei unklaren Befunden in der sonstigen Diagnostik kann die MRN untersucherunabhängige, illustrative Befunde aufzeigen. Die Einteilung in höher- und niedriggradige Nervenschädigung ist entscheidend für die Indikationsstellung einer operativen Revision.

Fazit: Bei Nervenschädigungen im Rahmen einer SKHF kann mittels MRN das Ausmaß einer Nervenschädigung beschrieben werden, diese Informationen können hilfreich für die weitere Therapieplanung sein.

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[269] Die Entstehung von fokalen Mikrovasospasmen in der Frühphase nach Subarachnoidalblutungen ist unabhängig von Perizyten – Eine experimentelle in vivo Studie an der Maus

Julian Schwarting^{1,2*}, Kathrin Nehr Korn², Matilde Balbi², Nikolaus Plesnila^{2,3}, Nicole A. Terpolilli^{2,3,4}

¹Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München, München, Deutschland

²Institut für Schlaganfall- und Demenzzforschung (ISD), LMU Klinikum, München, Deutschland

³Munich Cluster for Systems Neurology (SyNergy),

⁴Neurochirurgische Klinik und Poliklinik, LMU Klinikum, München, Deutschland

Hintergrund: Mikrovasospasmen in pialen Arterien und penetrierenden Arteriolen des Kortex verursachen in der Frühphase nach Subarachnoidalblutungen (SAB) eine Minderperfusion der Mikrozirkulation, welche wesentlich zum posthämorrhagischen Hirnschaden beiträgt. Die zugrundeliegende Pathogenese ist nicht vollständig verstanden. Perizyten regulieren als Teil der neurovaskulären Unit die kortikale Perfusion und verursachen nach ischämischen Schlaganfällen eine Verengung der Kapillaren. Ihre Rolle im Rahmen der SAB wurde bisher nicht untersucht.

Ziel der aktuellen Studie ist daher, zu untersuchen, ob Perizyten den kapillaren Blutfluss bereits in der Phase der frühen Hirnschädigung wenige Stunden nach SAB beeinträchtigen.

Methoden: In Neural/Glia-Antigen 2 (NG2)+ DsRed-Mäusen wurde entweder eine experimentelle SAB mittels Fadenperforation des Circulus Willisii oder eine Scheinoperation durchgeführt. Die zerebrale Mikrozirkulation wurde 3 Stunden nach der Blutung über ein transkranielles Fenster durch 2-Photonen-Mikroskopie und intraarterielle Injektion von Tetramethylrodamin in 6–10 Tieren/Gruppe visualisiert. In einer zweiten Versuchsreihe wurden die Perizyten 3 und 24 Stunden nach SAB ($n=8$ pro Zeitpunkt) oder Scheinoperation ($n=5$ pro Zeitpunkt) nach immunhistochemischer Anfärbung von PDGF-Rezeptoren mittels fokokaler Mikroskopie untersucht.

Ergebnisse: In der Frühphase nach SAB wurde weder im Kortex, im Hippocampus noch im Striatum 3 bzw. 24 Stunden nach SAB eine Perizytenmigration oder ein Perizytenuntergang festgestellt (3 Stunden: Kortex: SAB $26,9 \pm 8,9$ NG2+/PDGFR+ Zellen/ROI, Sham $24,5 \pm 9,9, p=0,7$; Hippocampus: $p=0,4$, Striatum $p=0,5$; 24 h: Kortex: $p=0,7$, Hippocampus: $p=0,2$, Striatum $p=0,4$). Die Perizytenlokalisierung korrelierte nicht mit fokalen Mikrovasospasmen (Durchmesser am/distal vom Perizyt: $101,6 \pm 4,8 \%$ / $94,4 \pm 4,3 \%$ des proximalen Ausgangswertes, $p=0,3$ vs. proximal, $p=0,7$ vs. distaler Durchmesser).

Fazit: Perizytenkonstriktionen tragen nicht zur Entstehung von Mikrovasospasmen in der Frühphase nach Subarachnoidalblutungen bei. Die Pathophysiologie unterscheidet sich hier somit von kortikalen Mikro-zirkulationsstörungen nach ischämischen Schlaganfällen

Offenlegungserklärung: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[276] Semiquantitative 3T Brain Magnetic Resonance Imaging for Dynamic Visualization of the Glymphatic-Lymphatic Fluid Transport System in Humans: A Pilot Study

Filipp Filippopoulos¹, David Thomas Fischer², Klaus Seelos², Konstanze Dunker¹, Bozidar Belanovic¹, Alexander Crispin³, Robert Stahl², Thomas Liebig², Andreas Straube¹, Robert Forbrig^{2*}

¹Department of Neurology, University Hospital, LMU Munich, Munich, Deutschland

²Institute of Neuroradiology, University Hospital, LMU Munich, Munich, Deutschland

³IBE-Institute for Medical Information Processing, Biometry and Epidemiology, LMU Munich, Munich, Deutschland

Background: Recently, a novel clearing system for interstitial brain solutes was described as a perivascular pathway named the glymphatic system. Furthermore, lymphatic vessels were found in the meninges to drain interstitial fluids [1,2]. In the current study, we aimed to establish a clinical magnetic resonance imaging (MRI) study protocol for visualizing lymphatic vessels as part of the glymphatic-lymphatic system (GLS) in humans. More importantly, we aimed to describe the dynamic changes of a gadolinium-based contrast agent (GBCA) in these lymphatic vessels over time.

Methods: Twenty healthy volunteers were included in this 3T MRI study. Serial MRI sequence blocks were performed at 3 predefined time points (TPs): TP 1, precontrast MRI before GBCA administration; TP 2, immediately post-GBCA (early ce-MRI); and TP 3, 60 minutes post-GBCA (late ce-MRI). Each MRI block contained the following sequences: 3D T1-MPRAGE, 3D T2-FLAIR, 2D T2-FLAIR, and 3D T1-SPACE [2]. Signal intensity (SI) in compartments of the GLS adjacent to the superior sagittal sinus, gray matter (GM), white matter (WM), and cerebrospinal fluid (CSF) was calculated by manually placed regions of interest. The SI time course was examined by generalized linear mixed models.

Results: In precontrast (TP 1), the SI within the GLS was significantly higher than in CSF and significantly lower than in GM and WM. In post-GBCA, a significant increase (TP 2) and decrease (TP 3), respectively, of the GLS SI values were noted ($86.3 \pm 25.2 \%$ increase and

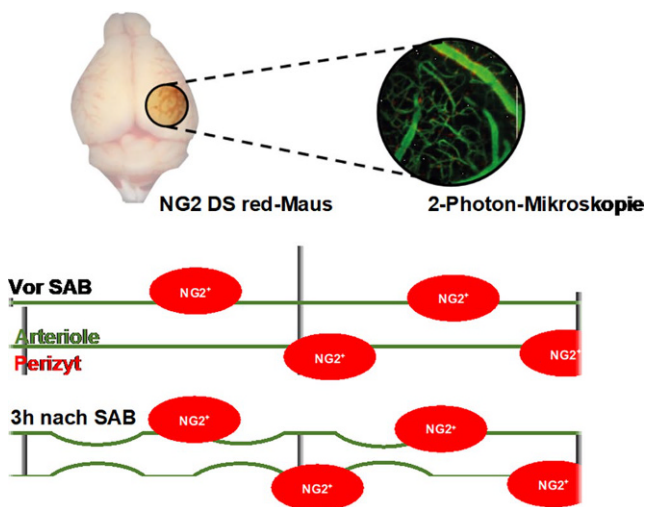


Abb. 2 | 269

subsequent decrease by $25.4 \pm 9\%$ in the 3D T1-SPACE sequence). The SI values of CSF, GM, and WM did not change significantly between the 3 TPs.

Discussion: A clinical MRI study protocol was established for the visualization of lymphatic vessels as an important part of the GLS. Furthermore, dynamic changes in the GLS were described over time, possibly reflecting the clearing function of the GLS.

Conclusion: Our findings might constitute the basis for evaluating the GLS function in manifold neurological pathologies in the future.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

- Louveau A, Smirnov I, Keyes TJ, et al. (2015) Structural and functional features of central nervous system lymphatic vessels. *Nature*. 523:337–341.
- Absinta M, Ha SK, Nair G, et al. (2017) Human and nonhuman primate meninges harbor lymphatic vessels that can be visualized noninvasively by MRI. *Elife*. 6:e29738.

[285] Noncontrast Computed Tomography Markers as Predictors of Acute Intraventricular Hemorrhage Expansion in Intracerebral Hemorrhage

Jawed Nawabi^{1*}, Ly Huong Vu², Estelle Vogt², Peter Sporns³, Maik Böhmer⁴, Federico Mazzacane⁵, Andrea Dell'orco², Frieder Schlunk², Uta Hanning⁶, Andrea Morotti⁷

¹Charité Universitätsmedizin Berlin, Klinik für Radiologie, Berlin, Deutschland

²Charité Universitätsmedizin Berlin, Institut für Neuroradiologie, Berlin, Deutschland

³Universitätsspital Basel, Klinik für Radiologie und Nuklearmedizin, Basel, Schweiz

⁴Universitätsklinikum Münster, Klinik für Radiologie, Münster, Deutschland

⁵ASST Spedali Civili, Department of Neurological Sciences and Vision, Brescia, Italien

⁶Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Abteilung für diagnostische und interventionelle Neuroradiologie, Hamburg, Deutschland

⁷ASST Spedali Civili, Neurology Unit, Department of Neurological Sciences and Vision, Brescia, Italien

Background: Noncontrast computed tomography (NCCT) markers are the emerging predictors of hematoma expansion in intracerebral hemorrhage (ICH). However, the relationship between NCCT markers and the

dynamic change of hematoma in parenchymal tissues and the ventricular system remains poorly understood.

Methods: 731 consecutive patients from four European tertiary stroke centers were included who have been admitted with an acute ICH between January 2014 to July 2019. ICH volumes and intraventricular hemorrhage (IVH) volumes were measured semiautomatically. NCCT markers were rated for hypodensity, black hole sign, swirl sign, blend sign, fluid level, island sign, and satellite sign. IVH growth was defined as new IVH or IVH expansion of >1 mL on follow-up imaging. Revised hematoma expansion (rHE) was defined by incorporating the original definition of hematoma expansion (HE; ≥ 6 mL or 33% growth) with that of IVH growth. Multivariate regression analysis was used to identify independent variables associated with IVH growth. Receiver operating characteristic curve analysis was used to compare the performance of IVH growth, HE and rHE in predicting poor clinical outcome, defined as mRS 90 4–6.

Results: Out of 731 patients included, 250 (34.2%) had IVH growth and 351 (48.02%) suffered rHE. Interrater κ ranged from 0.85 (95% CI [0.78; 0.91]) to 0.97 (95% CI [0.94; 0.99]) for NCCT markers, all p -values <0.001 . Swirl Sign (OR 1.746; 95% CI 1.190–2.56; p -value 0.004), basal ganglia location (OR 1.66; 95% CI 1.17–2.36; p -value 0.005) and GCS at admission (OR 0.869; 95% CI 0.86–0.933; p -value <0.0001) were significantly associated with IVH growth. The diagnostic accuracy of rHE in predicting poor clinical outcome was significantly higher than that of HE alone, p -value 0.037.

Discussion: The NCCT markers are independently associated with IVH growth. RHE has a higher predictive accuracy for prediction of poor clinical outcome than HE alone

Conclusion: The inclusion of rHE may allow a more accurate stratification of patients with the risk of bleeding and poor clinical outcome with direct clinical implications for the selection of antiexpansion treatment and IVH lysis.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

- <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.121.038455>
- <https://doi.org/10.1007/s12028-020-00958-8>

[286] Quality of life after coiling and clipping of a posterior communicating artery aneurysm, a retrospective study.

Malgorzata Wolska-Krawczyk^{1*}, Nicolas Vicari¹, Wolfgang Reith¹

¹Klinik für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie, Uniklinikum des Saarlandes, Homburg, Deutschland

Fig. 1 | 285

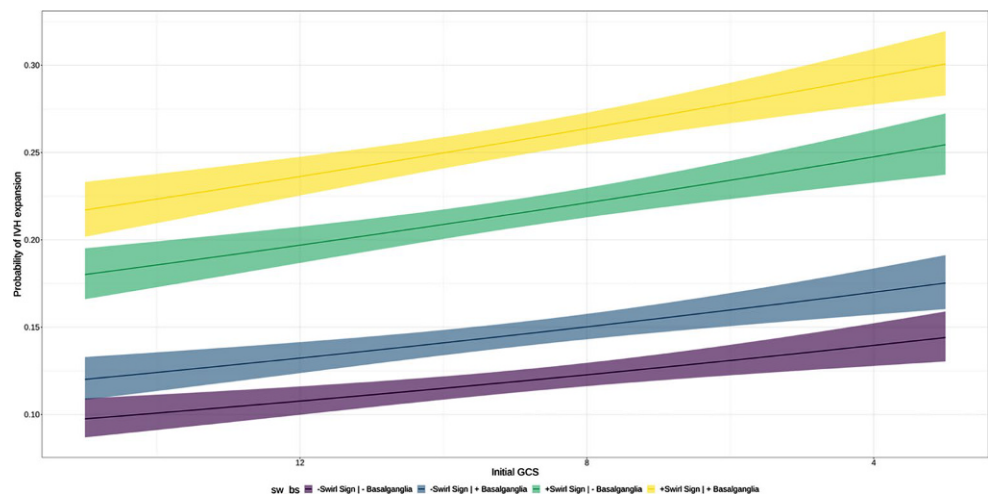


Fig. 2 | 285

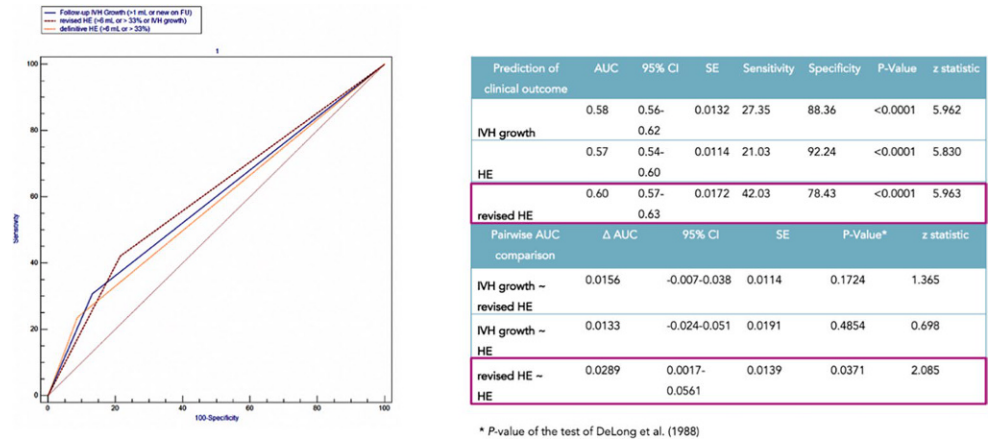


Fig. 3 | 285

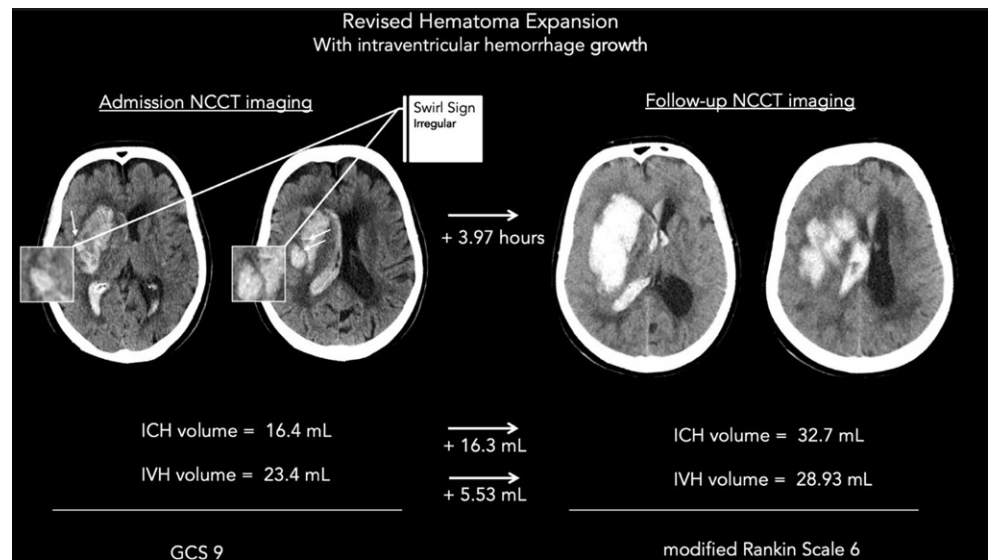
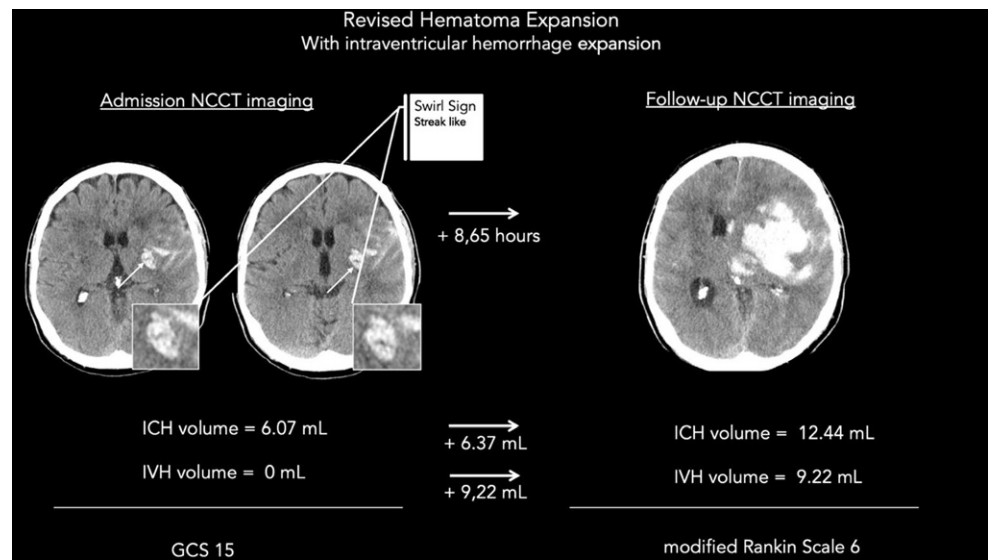


Fig. 4 | 285



Background: Patients' quality of life (QoL) is a commonly neglected factor in the decision-making concerning the treatment options of posterior communicating artery (PcomA) aneurysms. The psychological well-being of the patients with regard to QoL, depression and sleep quality after coiling and clipping of PcomA were analyzed.

Methods: In the period from January 2008 to December 2019, a total of 62 patients with PcomA were treated at the Saarland University Hospital. Self-assessment questionnaires were sent to the patients: The Short Form (SF-36) health questionnaire, the Beck Depression Inventory (BDI) and the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI). The statistical evaluation was performed using the statistics program Graph Pad Prism (version 9.0.0).

Results: Overall, 21 patients (17 women, age range 27–84, 12 elective coiling, 7 elective clipping, 2 emergency clipping) fully answered the questionnaires and were recruited into the study. Significant differences between coiled and clipped patients were found in the BDI ($P=0.02$), in the SF-36 questionnaire (category EMRO, emotional role function; $P=0.05$) and consequently also in the psychological sum scale (category PSK $P=0.02$)—favoring the clipping group. It was also noticeable that there were a very high proportion (86%) patients with sleep disorder in both groups. Neither patients BMI nor CRP at the moment of intervention were significantly associated with their QoL at the assessment (all $P>0.05$).

Discussion/Conclusion: The coiled patients were significantly more likely to suffer from depression and had emotional problems at work or in other daily activities compared to the operated patients. The overweight patients also had a higher average BDI value compared to the normal weight patients, a trend that was evident in both groups. According to our results, decreased QoL is common in this patient cohort, but is often related to factors unlinked with aneurysm treatment. However, patients after aneurysm treatment should receive psychological support, especially regarding sleep quality.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

[289] Impact of relative cerebral blood volume reduction on early neurological improvement in extensive ischemic stroke

Gabriel Broocks^{1*}, Kamil Zelenak², Jens Fiehler¹, Uta Hanning¹, Lukas Meyer¹

¹Neuroradiologie, Neuroradiologie, Hamburg, Deutschland,

²University Hospital, Neuroradiology, Bratislava, Slovakia

Background: The benefit of endovascular treatment (EVT) for patients with low ASPECTS is yet ambiguous and currently investigated in randomized trials. As a tool for estimation of infarct extent and progression, CT-perfusion might predict early neurological improvement (ENI) after EVT.

We hypothesized that the degree of relative cerebral blood volume (rCBV) reduction is directly associated with ENI in low ASPECTS patients undergoing EVT.

Methods: Ischemic stroke patients with ASPECTS ≤ 5 who received multimodal-CT and underwent thrombectomy were analyzed. The rCBV reduction was defined as the ratio of CBV measured in the ischemic lesion and contralateral CBV. Complete reperfusion was defined as eTICI 2c-3. Clinical endpoint was early neurological improvement (ENI) at 24-hours defined continuously (NIHSS change from baseline to 24-hours) and binarized (NIHSS at 24-hours ≤ 8).

Results: 102 patients were included. Lower rCBV reduction and complete EVT were independently associated with ENI (-11.4 NIHSS points, $p=0.04$; -7.3 points, $p<0.0001$, respectively). The effect of complete EVT on ENI was directly linked to the degree of rCBV reduction: the probability for binary ENI was $+34.6\%$, $p=0.004$ in patients with low rCBV reduction versus $+8.2\%$, $p=0.28$ in patients with high rCBV reduction.

Discussion: rCBV could serve as a method to indicate ischemia depth in extensive baseline infarction, as a complementary tool to guide treatment decisions, or to predict functional outcomes.

Conclusion: The degree of early rCBV reduction was directly linked to ENI in ischemic stroke patients with low ASPECTS undergoing MT suggesting a less distinct lesion progression despite its large extent.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

References

1. Meyer L, Broocks G, Bechstein M, *et al.* (2020) Early clinical surrogates for outcome prediction after stroke thrombectomy in daily clinical practice. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 91:1055–1059
2. Sarraj A, Pizzo E, Lobotesis K, *et al.* (2020) Endovascular thrombectomy in patients with large core ischemic stroke: a cost-effectiveness analysis from the SELECT study. *J Neurointerv Surg*.

[292] CT-guided lockpicking of combination locks

Hamzah Adwan¹, Sebastian Altmann¹, Sebastian Reder¹, Ahmed Othman¹, Marc Brockmann¹, Sebastian Steinmetz¹

¹Klinik und Poliklinik für Neuroradiologie, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Mainz, Deutschland

Background: Combination locks meanwhile are frequently used to protect personal property, including X-ray protective clothing. Since hitherto not described in the literature, we evaluated whether locks can be picked using computed tomography.

Methods: Three different combination locks (1296–42.875 possible combinations) were scanned using an ultra-high resolution multi slice CT-Scanner (Aquilion Precision, Canon Medical Systems) and a flat panel-angiography system (Allura Xper, Philips). Image quality was rated by two radiologists using a 4-point likert scale (1: Very good, 2: good, 3: moderate, 4: poor) and both radiologists were asked to pick the lock using the acquired CT images.

Results: All three locks could be successfully unlocked by both radiologists based on the MSCT und FPCT images. Image quality of FPCT (2: Good) was rated superior by both readers compared to MSCT (3: Moderate). The mean time required for lockpicking was 10.8 ± 4.4 minutes.

Discussion: The artifacts in the images of MDCT were more common than in the images of FPCT.

Conclusion: MSCT and FPCT can both be successfully applied for lockpicking in different kinds of combination locks.

Conflict of Interest: Es besteht kein Interessenkonflikt.

Autorenverzeichnis

A

Abdalkader, Mohamad 123
 Abdullayev, Nuran 58, 153, 162, 165, 176, 211, 257
 Abello Mercado, Mario Alberto 101
 Abrar, Daniel 92
 Abu-Fares, Omar 32
 Acimovic, Alexandra 220
 Adam, Elisabeth 287
 Adwan, Hamzah 292
 Agardy, Dennis A 5, 175
 Akkurat, Burak Han 141
 Alatzides, Georgios Luca 103
 Alavi, Nicolas 172
 Albers, Gregory W 96
 Altenbernd, Jens 99, 131
 Altmann, Sebastian 101, 292
 Aludin, Schekeb 201
 Al-Yousef, Abdulla 185
 Amthor, Thomas 208
 Annio, Giacomo 175
 Antoch, Gerald 92
 Arendt, Christophe 79, 131
 Arnold, Philipp 28, 75

B

Bala, Fouzi 266, 267
 Balaban, Ümniye 79
 Balbi, Matilde 269
 Baltacioglu, Feyyaz 133
 Bamberg, Fabian 107, 161
 Bardutzky, Jürgen 134
 Bärenfänger, Felix 279
 Bartmann, Peter 71
 Barvulsky, Enrique 76, 186
 Basten, Lajos 58, 162, 187
 Baum, Thomas 145, 181
 Bäumer, Philipp 68, 203
 Baumgartner, Michael 137
 Bänzner, Hansjörg 155
 Bechstein, Matthias 14, 15, 16
 Beck, Jürgen 76, 186, 193, 161
 Becker, Lucas Ivo Emanuel 143, 148
 Behme, Daniel 99, 131, 147, 176, 217, 275
 Behnisch, Rouven 68
 Belanovic, Bozidar 276
 Bellanger, Guillaume 176
 Beller, Ebba 4
 Benali, Faysal 266, 267
 Bendszus, Martin 5, 23, 37, 46, 68, 90, 104, 112, 133, 138, 149, 154, 166, 171, 172, 175, 192, 194, 203, 204, 216, 218, 240, 250, 137, 180
 Berg, Philipp 253, 270
 Berg, Ronja C 208
 Berger, Björn 99, 131
 Berndt, Maria 97, 234, 235
 Bernkopf, Kathleen 97, 235
 Beyer, Thomas 4
 Bilal, Al-Nawas 101
 Bissolo, Marco 193

Blazhenets, Ganna 22, 81
 Bochennek, Konrad 2
 Bock, Alexander 131
 Bode, Felix 139, 140
 Bode, Julia 5
 Boecker, Henning 71
 Boeckh-Behrens, Tobias 97, 118, 125, 131, 234, 235, 260
 Böhmer, Maik 285
 Bohner, Georg 99, 243
 Boppel, Tobias 108, 255, 262
 Borggrefe, Jan 153, 257
 Bormann, Tobias 22
 Bösebeck, Christopher 249
 Bosque-Varela, Pilar 189
 Boulouis, Grégoire 176
 Bourgart, Isabella 90
 Boxberg, Frederik 32, 219
 Braren, Rickmer 164
 Braun, Michael 249
 Breckwoldt, Michael 5, 90, 112, 175, 192
 Brekenfeld, Caspar 14, 15, 16
 Brill, Richard 191
 Brockmann, Carolin 131, 199
 Brockmann, Marc 101, 199, 292
 Broocks, Gabriel 14, 15, 91, 96, 105, 179, 200, 259, 289, 16
 Brugnara, Gianluca 37, 112, 137, 180
 Brüll, Thomas 220
 Brunet, Theresa 150
 Buchalla, Rüdiger 228
 Buchner, Josef A 36
 Bueno Neves, Fernando 239
 Bunse, Theresa 5
 Burian, Egon 88
 Büttof, Rebecca 65
 Buzug, Thorsten 188, 284

C

Cantré, Daniel 4
 Cao, Haoyin 122
 Caspers, Julian 1, 26, 56, 126, 231
 Caspers, Svenja 26
 Cerkirge, Saruhan H 133
 Chapot, Rene 131
 Cimpoca, Alexandru 155
 Cioltan, Andrea 99
 Coenen, Volker Arnd 193
 Cognard, Christophe 176
 Coupé, Pierrick 246
 Crispin, Alexander 276
 Cristian, Martí 148
 Cristina, Granés 148

D

Daamen, Marcel 71
 Dahlke, Agnes 131
 Dahnke, Robert 1
 Dalbis, Tiziano 182
 Dammann, Philipp 77
 Danyel, Leon 243

Darawsha, Omar 102
 Darkwah Oppong, Marvin 77, 103
 De Luca, Alberto 146
 Deb-Chatterji, Milani 14, 15, 16
 Decker, Andreas 295
 Deichmann, Ralf 79
 Dell'Orco, Andrea 122, 285
 Demerath, Theo 28, 52, 143, 159, 193
 Demircioglu, Aydin 77
 Deoni, Sean C 205
 Desser, Dmitriy 122
 Deuschl, Cornelius 77, 103, 131, 176, 236
 Diallo, Thierno 161
 Diamandis, Elie 147
 Diaz, Facundo 148
 Diebold, Martin 52
 Dieckmeyer, Michael 145
 Diederichs, Antonia 2
 Divé, Iris 277
 Doneva, Mariya 208
 Dorn, Franziska 24, 66, 116, 131, 152, 295, 139, 140
 Dreha-Kulaczewski, Steffi 205
 Dreßing, Andrea 22
 Du Mesnil de Rochemont, Richard 131
 Dunker, Konstanze 276
 Dupont, Johannes 16
 Durisin, Martin 106
 Durutya, Alexandru 131
 Düzel, Emrah 275

E

Eckert, Bernd 120
 Eckert, Gunter P 256
 Efland, Alexander 295
 Ehlinger Delcourt, Mathieu 26
 Elbaz, Ahmed 213
 Ellrichmann, Gisa 131
 Elsharkawy, Mohamed 131, 141
 Elsheikh, Samer 143, 210, 213
 Engelland, Kay 65
 Enkirch, Simon Jonas 17
 Ernemann, Ulrike 81
 Erny, Daniel 52
 Ezhov, Ivan 36, 119

F

Fahim, Masia 79
 Faizy, Tobias D 14, 15, 96, 105, 179, 185, 200, 259
 Fangerau, Markus 46
 Farina, Mateo 193
 Fazel, Mohammad 134
 Fiehler, Jens 14, 15, 91, 96, 105, 178, 179, 185, 200, 259, 289, 16
 Fieseler, Katharina 108, 255, 262
 Filippopoulos, Filipp 276
 Finck, Tom 181
 Fischer, David Thomas 68, 276
 Fischer, Manuel 5, 175, 192
 Fischer, Sebastian 9, 89, 131, 176
 Fistouris, Panagiotis 193
 Fladt, Joachim 266, 267
 Flottmann, Fabian 14, 15, 131, 185, 16
 Foltyn, Martha 180
 Folwaczny, Matthias 88

Forbrig, Robert 152, 276
 Förch, Christian 18
 Forster, Marie-Thérèse 277
 Forsting, Michael 77, 103, 131
 Fösleitner, Olivia 203, 204, 216
 Frank, Benedikt 77, 103, 236
 Frenken, Miriam 92
 Frickel, Lea 17
 Friedrich, Thomas 188, 284
 Friedrichson, Benjamin 287
 Fuchs, Erelle 275
 Fung, Christian 76, 186, 193

G

Gaidzik, Franziska 253, 270
 Galinovic, Ivana 136
 Ganesh, Aravind 266, 267
 Gärtner, Friederike 239
 Gaser, Christian 1
 Gassner, Andreas 54
 Gawlitza, Matthias 131, 123, 176, 177
 Geest, Vincent 14, 15, 91, 96, 179, 185, 200, 259
 Gempt, Jens 146
 Gerber, Johannes 123
 Gergel, Ingmar 46
 Gerke, Carolina 255
 Gerstl, Lucia 150
 Gerstner, Anja 169
 Ghoroghi, Kimia 287
 Giesemann, Anja 106
 Gilbert, Guillaume 208
 Gizewski, Elke Ruth 131
 Gliem, Michael 56
 Godel, Tim 68
 Goerke, Steffen 192
 Golkowski, Daniel 151
 Görtz, Lukas 58, 66, 131, 152, 153, 162, 165, 187, 211, 257
 Göttler, Jens 83, 144
 Götz, Friedrich 106
 Goyal, Mayank 266, 267
 Greive, Svenja 104, 138
 Greling, Björn 32
 Grey, Arne 65
 Grieb, Dominik 32, 131, 219
 Griesbauer, Magdalena 88
 Grilo, Joana 182
 Grimmer, Timo 246
 Große Hokamp, Nils 162
 Groth, Marie 29
 Güttler, Christopher 122

H

Haase, Robert 24
 Habib, Pardes 142
 Habijan, Tim-Lenz 177
 Hahn, Sophia 282
 Hamm, Bernd 122
 Hanning, Uta 14, 15, 105, 285, 289, 16
 Hartmann, Christian 231
 Hasan, Dimah 142
 Hattingen, Elke 2, 17, 18, 79, 254, 256, 277, 282, 287
 Hauser, Till-Karsten 81
 Hayes, Jennifer 240

Hayes, John M 240
 Hedderich, Dennis 1, 71, 102, 246
 Hegenbart, Ute 240
 Heiland, Sabine 5, 68, 104, 138, 154, 175, 192, 203, 204, 216, 218, 240, 250
 Heit, Jeremy J 96, 179, 200
 Hellstern, Victoria 155
 Henkes, Hans 131, 155
 Hensler, Johannes 223, 239
 Henze, Simone 97, 235
 Hernandez Petzsche, Moritz 97, 234, 235
 Herweh, Christian 149, 166, 171, 172
 Hill, Michael 266, 267
 Hitziger, Sebastian 182
 Hoffmann, Olaf 29
 Hohenstatt, Sophia 23
 Höltje, Jan 260
 Hopf-Jensen, Silke 225, 226, 228
 Hosp, Jonas 22, 52, 159, 160
 Hövener, Jan-Bernd 270
 Hund, Ernst 240
 Hunger, Jessica 5, 175, 192
 Hüskens, Sabeth 9
 Hussein, Malek 145, 164
 Hyafil, Fabien 125
 Hyder, Fahmeed 83, 144

I

Ikenberg, Benno 97, 234, 235
 Ilg, Rüdiger 151
 Ippolito, Angelo 287
 Ivan, Vivien 126

J

Jäger, Laura Bettina 204
 Jahnke, Kolja 79
 Jamous, Ala 176
 Jankovic, Manda 29
 Janot, Kevin 176
 Jansen, Olav 201, 223, 239, 270
 Janz, Martin 136
 Jaroengarmsamer, Tanaporn 266, 267
 Jende, Johann Malte Enno 218, 250
 Jensen-Kondering, Ulf 10
 Jockwitz, Christiane 26
 John, Anna-Charlotte 275
 Joseph, Gabby B 145
 Jost, Wolfgang 75, 160
 Jurcoane, Alina 79

K

Kabbasch, Christoph 58, 61, 66, 152, 153, 162, 165, 176, 211, 257
 Kaczmarz, Stephan 83, 144
 Kaiser, Daniel 123, 131, 176, 177
 Kallenberg, Kai 131
 Kallmünzer, Bernd 131
 Kanar, Cicek 136
 Karimian-Jazi, Kianush 5, 112, 175, 192
 Karimpour, Setareh 91
 Kaschner, Marius 61
 Keil, Fee 18

Kellner, Elias 22, 28, 52, 75, 107, 136, 143, 158, 159, 160, 210, 213, 236, 237
 Kemmling, Andre 11, 105, 169, 238
 Kender, Zoltan 218, 250
 Khanafer, Ali 131, 155
 Khodamoradi, Yascha 79
 Kiesel, Barbara 67, 278
 Kirschke, Jan 145, 146, 164
 Kitzler, Hagen H 205
 Kiyose, Makoto 79
 Klam, Robert 162
 Klebingat, Stefan 147, 217
 Kleinschnitz, Christoph 104, 131
 Klingebiel, Randolph 131
 Klingler, Jan-Helge 161
 Klinsing, Svenja 79
 Klintz, Tristan 239
 Klisch, Joachim 131, 176
 Klose, Uwe 81
 Kniep, Helge 14, 15, 91, 96, 105, 179, 185, 200, 259, 16
 Knop, Karl Christian 203
 Koc, Osman 133
 Koch, Mia 125
 Kofler, Florian 146
 Köhler, Caroline 205
 Köhrmann, Martin 77, 131, 236
 Kollmar, Rainer 134
 Kollmer, Jennifer 204
 Kopczak, Anna 125
 Kopf, Stefan 218, 250
 Korte, Jana 253, 270
 Korzowski, Andreas 192
 Kottlors, Jonathan 66, 152, 153, 162, 165, 211, 257
 Krähling, Hermann 141
 Kramer, Martin 104, 138
 Krämer, Camilla 26
 Krause, Inga 295
 Krause, Mechthild 5
 Kremers, Nico 76, 186
 Kress, Maximilian 226
 Krieg, Sandro 146
 Kroh, Florian 192
 Kronfeld, Andrea 101, 199
 Kronlage, Moritz 68, 203
 Kuchler, Jan 10
 Kuchukhidze, Giorgi 189
 Kufer, Jan 144
 Kugel, Harald 89
 Kühn, Esther 275
 Kuntke, Paul 205
 Kurz, Felix Tobias 218, 250

L

Ladd, Mark 192
 Lakghomi, Asadeh 131, 140
 Lanfermann, Heinrich 32, 106, 219
 Lang, Henrik 56
 Langner, Sönke 4
 Larsen, Naomi 239, 253, 270
 Laudes, Matthias 201
 Lauer, Monika 17
 Lauerer, Markus 208
 Laugwitz, Karl-Ludwig 118
 Laukamp, Kai Roman 58, 162, 187, 211

Leemans, Alexander 146
 Lehnen, Nils 24, 139, 140
 Leifert, Gundram 4
 Leischner, Hannes 185
 Lemke, Andreas 182
 Lennartz, Simon 58, 187
 Leussink, Verena Isabell 29
 Li, Hongwei 102, 181
 Li, Yan 77, 103, 131
 Lichtenstein, Thorsten 61
 Liebig, Thomas 66, 152, 276
 Lieschke, Franziska 18
 Lin, Xiangjiang 74
 Lindenau, Matthias 203
 Lindner, Thomas 178
 Ling, Wen Xin 182
 Lingwal, Neelam 287
 Linn, Jennifer 176, 65
 Lobsien, Donald 131, 176
 Loehr, Christian 131, 260, 99
 Löffler, Maximilian 164, 145
 Löhr, Timo 54
 Lohse, Ann-Kathrin 228
 Lubaca, Paulo 187
 Lückerrath, Steffen 199
 Ludin, Nasir 256
 Lützen, Niklas 76, 143, 186
 Lynch, Jeremy 133

M

Maass, Anne 275
 Machegger, Lukas 189
 Maegerlein, Christian 97, 234, 235
 Mahmutoglu, Mustafa Ahmed 37
 Mahnke, Justus 239
 Maier-Hein, Klaus 137
 Maitz, Manfred F 177
 Malenova, Yoana 88
 Mallouhi, Ammar 67, 278
 Malzacher, Till 249
 Martínez-Galdámez, Mario 133
 Mast, Hansjörg 22
 Mattern, Hendrik 275
 Matura, Silke 256
 Maus, Volker 131, 176, 260
 Mayer, Lukas 131
 Mazzacane, Federico 285
 Mc Coy, Mark 189
 Meila, Dan 32
 Melber, Katharina 32, 219
 Mencl, Stine 104
 Mendes Pereira, Vitor 133
 Menegaux, Aurore 71, 102, 208
 Menze, Björn 36, 119, 145, 146, 164, 54
 Meredig, Hagen 37, 112, 137
 Mertan, Pelin 149, 166, 171
 Mesanovic, Anita 4
 Mettri, Dounia 67
 Metz, Marie-Christin 36, 119
 Meyer, Lukas 14, 15, 96, 105, 179, 185, 200, 259, 289, 16
 Meyer, Philipp T 81, 22
 Michel, Patrik 123
 Miller, Dorothea 89
 Milles, Lennart 77

Miszczuk, Milena 243
 Möhlenbruch, Markus A 46, 90, 123, 131, 172, 194, 137, 23,
 133,171
 Mooshage, Christoph Matthias 218, 250
 Mora Álvarez, María G 208
 Morotti, Andrea 285
 Moser, Aaron 11
 Mosimann, Pascal 131
 Mostafa, Karim 220, 239
 Mpotsaris, Anastasios 99
 Mühlau, Mark 208, 54, 181
 Mühl-Benninghaus, Ruben 131
 Mühlen, Iris 131
 Mukhopadhyay, Anirban 101
 Müller-Hülsbeck, Stefan 225, 226, 228
 Müller-Peltzer, Katharina 107
 Mustapha, Rami 175
 Mutke, Matthias 154, 194

N

Nagel, Helen 142
 Nagel, Simon 123, 149, 166, 171, 172
 Nageler, Gregor 46
 Nawabi, Jawed 122, 285
 Nawroth, Peter 218, 250
 Nehr Korn, Kathrin 269
 Neubauer, Antonia 71, 102
 Neuberger, Ulf 46, 194
 Neuhaus, Elisabeth 17, 254
 Neumann, Alexander 10
 Nguyen, Thanh 123
 Niederau, Pia Lena 58, 66, 152, 153, 162, 187
 Niesen, Wolf-Dirk 134
 Nikolaou, Konstantin 161
 Nikoubashman, Omid 131, 142
 Nordmeyer, Hannes 99, 116, 264

O

Obenaus, Matthias 136
 Oezpeynirci, Yigit 66
 Öllerer, Andreas 189
 Onal, Baran 133
 Opalka, Jens 182
 Opitz, Marcel 103
 Ospel, Johanna 266, 267
 Othman, Ahmed 292, 101, 199
 Overhoff, Daniel 161

P

Paech, Daniel 24, 140, 295, 192
 Pan, Chenchen 5
 Pantel, Johannes 256
 Paolini, Marco 150
 Paprottko, Philipp 118
 Parpaley, Yaroslav 89
 Peecken, Jan 36
 Pennig, Lenhard 66, 152, 153, 211
 Peter, Gregor 120
 Peters, Sönke 201, 239
 Pfaff, Johannes 189
 Pierot, Laurent 176

Pietroock, Charlotte 243
 Pilatus, Ulrich 254, 256, 277
 Pinetz, Thomas 295
 Pinho, João 142
 Platten, Michael 175, 192, 5
 Plesnila, Nikolaus 74, 269
 Ploch, Marcel 118
 Pluim, Josien 146
 Pogledic, Ivana 67, 278
 Poncelet, Anysia 240
 Poppert, Holger 125
 Porto, Luciana 2, 17
 Potreck, Arne 154, 171, 194
 Pravdivtseva, Mariya 253, 270
 Preetha, Chandrakanth Jayachandran 37, 112
 Preibisch, Christine 83, 144, 208
 Preisner, Fabian 203
 Preiß, Michael 228
 Priller, Josef 71
 Prinz, Vincent 277
 Probst, Florian A 88
 Probst, Monika 88
 Puetz, Volker 123
 Purrucker, Jan C 240

R

Radbruch, Alexander 24, 140, 295
 Radwan, Ahmed 146
 Ramazan, Jabbarli 77
 Ranft, Andreas 151
 Rau, Alexander 22, 52, 75, 107, 158, 159, 160, 161, 236, 237
 Rau, Stephan 161
 Rauch, Maximilian 17, 18
 Rautio, Riitta 133
 Reder, Sebastian R 292, 131, 199
 Regelsberger, Jan 228
 Reich, Arno 142
 Reiff, Tilman 123
 Reimann, Katrin 238
 Reinacher, Peter 52, 193
 Reinhardt, Annkathrin 180
 Reisert, Marco 22, 28, 52, 75, 158, 159, 160, 210, 213, 236, 237
 Reith, Wolfgang 286
 Reuter, Melanie 249
 Ridwan, Hani 142
 Riederer, Isabelle 131
 Rijntjes, Michel 75, 160
 Ringelstein, Adrian 131
 Ringleb, Peter Arthur 123, 172, 194
 Rodell, Christopher B 175, 192
 Roder, Constantin 81
 Rodt, Thomas 131, 185
 Rohde, Stefan 131, 279
 Rölz, Roland 193
 Ronellenfitch, Michael 79, 277
 Rosbach, Nico 287
 Rossignol, Pascal 151
 Roßkopf, Johannes 249
 Rubbert, Christian 1, 26, 126, 231
 Rühling, Sebastian 145, 164
 Rust, Georg-Friedemann 11

S

Saam, Tobias 125
 Saatci, Isil 133
 Sahoo, Prativa 205
 Saleh, Andreas 118
 Salvia, Victor 148
 Sam, Georges 204, 240
 Sanio, Vivian 131
 Satyavolu, Syam 106
 Schacht, Hannes 10
 Schaefer, Tabea 104, 138
 Schaller-Paule, Martin A 18
 Schar, Andreas 164
 Schell, Marianne 180
 Schievelkamp, Arndt 140
 Schimpfle, Lukas 218, 250
 Schindler, Andreas 125
 Schinz, David 71, 102, 118
 Schläger, Sarah 54, 181
 Schlamann, Marc 58, 66, 152, 153, 162, 165, 187, 211, 257
 Schlemmer, Heinz-Peter 192
 Schlump, Jan-Ulrich 131
 Schlump, Malte 166, 171
 Schlunk, Frieder 285
 Schlunz-Hendann, Martin 32, 131, 219
 Schmeel, Frederic Carsten 24
 Schmill, Lars-Patrick 201
 Schmitt, Niclas 23, 90
 Schmitz, Bernd 249
 Schmitzer, Lena 83
 Schmitz-Koep, Benita 71, 102, 246
 Schneider, Gerhard 151
 Schnell, Oliver 52
 Schob, Stefan 191
 Schoene, Daniela 123
 Scholze, Edwin David 137
 Schönberg, Stefan 161
 Schönenberger, Silvia 172, 194
 Schönfeld, Michael 66, 152, 153, 162, 165, 187, 211, 257, 58
 Schönland, Stefan 240
 Schramm, Peter 10, 188, 255, 260, 262, 284
 Schregel, Katharina 192, 5, 175
 Schreiber, Stefanie 275
 Schroeder, Axel 146
 Schröter, Nils 22, 75, 160
 Schultz, Vivian 246
 Schulz, Jörg B 142
 Schulz, Julia 102
 Schulz, Katharina 32, 219
 Schulze, Maximilian 238, 169, 11
 Schumann, Mathias 131
 Schüngel, Marie-Sophie 191
 Schüre, Jan-Rüdiger 18, 79, 254
 Schwarting, Julian 74, 88, 269
 Schwarz, Daniel 68, 204, 216
 Schwarzwald, Ralf 186
 Schwehr, Veronique 68
 Schwenke, Hannes 188, 284
 Schwindt, Wolfram 141
 Seelos, Klaus 276
 Seemann, Jakob 188, 284
 Seidlitz, Annekatrin 65
 Seiler, Alexander 83
 Seker, Fatih 149, 154, 166, 194
 Sekuboyina, Anjany 145, 164

Sepp, Dominik 97, 125, 235
 Siebert, Eberhard 66, 99, 152, 243
 Siemonsen, Susanne 14, 15, 16
 Silaidos, Carmina 256
 Sillis, Nele 99
 Simon, Ole 169
 Singh, Nishita 267, 266
 Sinisalo, Matias 133
 Sinkus, Ralph 175
 Skalej, Martin 191
 Soize, Sébastien 176
 Sollmann, Nico 145, 146, 164
 Sommer, Christof M 23
 Sondermann, Stefan 108, 262, 255
 Sorg, Christian 71, 102, 151, 208
 Spies, Lothar 29
 Spiller, Lisa 282
 Sporns, Peter 96, 285
 Stahl, Robert 276
 Stanicki, Amin 193
 Steffen, Paul 91, 179, 185, 200, 259
 Steidl, Eike 18, 254
 Steiert, Christine 193
 Stein, Thomas 107, 161
 Steinbach, Joachim P 277
 Steinbacher, Jürgen 189
 Steinbicker, Andrea U 287
 Steiner, Thorsten 149, 166, 171
 Steinmetz, Sebastian 292
 Steltzer, Heinz 220
 Stichel, Damian 180
 Stracke, Christian Paul 131, 141
 Strähle, Jakob 161
 Strambo, Davide 123
 Straube, Andreas 276
 Streckenbach, Felix 4
 Streibel, Yannik 5, 175, 192
 Strohm, Alexa 249
 Sturm, Volker 175, 192, 216, 5
 Styczen, Hanna 77, 131, 176
 Sunaert, Stefan 146
 Sung, Jason Ming Hin 149
 Sure, Ulrich 131
 Szendrödi, Julia 250

T

Taschner, Christian 107, 134, 143, 148
 Terpolilli, Nicole A 74, 269
 Tews, Björn 5
 Thaler, Christian 179, 200
 Thalhammer, Melissa 71
 Theysohn, Jens 77
 Thiem, Justus 65
 Thomalla, Götz 14, 15, 185, 259, 16
 Thormann, Maximilian 99, 131, 147
 Tomasello, Alejandro 133
 Toraman, Hivnu 270
 Trinkka, Eugen 189
 Troost, Esther G.C. 65
 Turco, Verena 175, 192
 Turowski, Bernd 1, 56, 61
 Tüshaus, Ludger 262
 Tymianski, Michael 267, 266

U

Ucar, Felix Anton 101
 Ulfert, Christian 137
 Unnwongse, Kanjana 89
 Urbach, Horst 22, 28, 52, 75, 76, 107, 143, 158, 159, 160, 161, 186, 193, 210, 213, 236, 237, 148
 Urban, Hans 287

V

Vach, Marius 56, 126
 Van Horn, Noel 14, 15, 96, 179, 185, 200, 259, 16
 Van Landeghem, Natalie 77
 Vatter, Hartmut 24
 Vavasour, Irene 208
 Vega, Pedro 133
 Vehreschild, Maria 79
 Venkataramani, Varun 5
 Vicari, Nicolas 286
 Vielhaber, Stefan 275
 Villringer, Kersten 136, 243
 Visona, Giovanni 282
 Vogt, Estelle 285
 Vollertsen, Enno 223
 Vollherbst, Dominik F 90, 23, 104, 133, 138
 Vollmuth, Philipp 37, 112, 137, 180
 Von Deimling, Andreas 180
 Von Gottberg, Philipp 155
 Von Knebel-Doerberitz, Nikolaus 192
 Vu, Ly Huong 285

W

Wachinger, Christian 71
 Wachter, Lena 256
 Wagner, Dirk 22
 Wagner, Matias 150
 Wahl, Hannes 205, 65
 Walter, Leav 22
 Wanke, Isabel 77, 103
 Warnecke, Athanasia 106
 Weber, Marc-André 4
 Weber, Werner 10
 Wehner, Tim 89
 Weidauer, Stefan 18
 Weiler, Markus 240
 Weiller, Cornelius 22, 75, 159, 160
 Weiß, Daniel 56, 61, 126, 231
 Weiß, Jakob 161
 Weiss, Kilian 83
 Weiß, Rainer Matthias 238
 Wellmer, Jörg 89
 Wendel, Elisabeth 178
 Wendt, Jil 71, 102
 Wenger-Alakmeh, Katharina 254, 277, 282, 287
 Wensing, Hauke 219
 Weyland, Charlotte 23, 90, 194
 Wick, Wolfgang 5, 175, 192, 204, 180
 Widhalm, Georg 67, 278
 Wiesmann, Martin 131, 142
 Wiestler, Benedikt 146, 36, 119, 54, 181
 Wildemann, Brigitte 204
 Will, Lena 89
 Willems, Rafael 2

Wilms, Lena 92
Winkelmeier, Laurens 14, 15, 96, 131, 179, 185, 200, 259
Winkler, Frank 5
Wintermark, Max 96
Wodarg, Fritz 223, 239, 253, 270
Wolf, Luisa 231, 126, 1, 56
Wolke, Dieter 71
Wolska-Krawczyk, Malgorzata 286
Wolters, Carsten Hermann 89
Wostrack, Maria 164
Wrede, Karsten 103
Wucherpennig, Lena 23
Wulle, Julia 238
Wunderlich, Silke 97, 234, 235
Württemberg, Urs 52

Y

Yakushev, Igor 246
You, Se-Jong 18

Z

Zaeske, Charlotte 58, 66, 152, 153, 162, 187, 211, 165
Zelenak, Kamil 289
Zerweck, Leonie 81
Zhylka, Andrey 146
Zillmer, Alexandra 169
Zimmer, Claus 71, 83, 97, 102, 118, 144, 145, 146, 151, 164, 208,
234, 235, 246, 54, 181
Zimmer, Lucas 36, 119
Zimmermann, Amanda 194
Zimmermann, Hanna 150
Zimmermann, Juliana 151, 71
Zopfs, David 58, 165, 187, 211, 162
Zott, Benedikt 150, 151
Zubel, Seraphine 147, 217, 275