

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

**49. Jahrestagung der
Österreichischen Gesellschaft für
Neurochirurgie □□ 10.-12. Oktober
2013, Innsbruck - Abstracts**

Journal für Neurologie

Neurochirurgie und Psychiatrie

2013; 14 (Sonderheft 1), 5-27

Homepage:

www.kup.at/

JNeurolNeurochirPsychiatr

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Indexed in
EMBASE/Excerpta Medica/BIOBASE/SCOPUS

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031117M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

77. Jahrestagung

Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie



DGNC



© engel.ac-book.ac.be

2026

7.–10. Juni

AACHEN

Personalisierte Neurochirurgie – digital, kompetent, vernetzt

Joint Meeting with the Belgian Society and the Dutch

Society of Neurosurgery and Neurosurgeons of Luxembourg

dgnc-kongress.de

*Werfen Sie einen
Blick ins Programm!*



*Registrieren
Sie sich jetzt!*



49. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Neurochirurgie 10.–12. Oktober 2013, Innsbruck Abstracts



■ Sitzung 1

Bestimmung des Rotationszentrums für Flexion/Extension vor und nach Implantation von 3 verschiedenen Halsbandscheibenprothesen und Vergleich mit gesunden Probanden: Eine kinematische In-vivo-Studie

M. Mühlbauer¹, E. Tomasch², K. H. Pichler¹, K. Mahr¹

¹Neurochirurgische Abteilung, Donauespital SMZ-Ost, Wien; ²Institut für Fahrzeugsicherheit, Technische Universität Graz, Österreich

Ziel In-vivo-biomechanische Studie zur Bestimmung des Rotationszentrums (COR) für Flexion/Extension von C3/4–C6/7 vor und nach Implantation von 3 verschiedenen Modellen einer Halsbandscheibenprothese. Ziel der Studie ist die Bestimmung, ob die präoperativen Koordinaten des COR abweichen von jenen gesunder Probanden und wie sich die Koordinaten nach Implantation der jeweiligen Halsbandscheibenprothese ändern.

Methodik Die routinemäßig prä- und postoperativ durchgeführten HWS-Funktionsröntgen von 30 Patienten mit einer Halsbandscheibenprothese in einer Etage wurden für eine biomechanische Analyse verwendet. Jeweils 10 Patienten mit Bryan-, Discover- und Prestige-Prothese wurden ausgewählt. Die Röntgenbilder wurden graphisch analysiert für die Berechnung des COR. Die prä- und postoperativen COR-Koordinaten wurden verglichen mit den korrespondierenden Koordinaten aus einer biomechanischen MR-Studie bei gesunden Probanden (COR-HV).

Ergebnisse Die ermittelten Koordinaten des COR für endlagige Flexion/Extension zeigten präoperativ eine beträchtliche Abweichung von den korrespondierenden Koordinaten gesunder Probanden, sowohl für das gesamte Patientenkollektiv als auch in den 3 Untergruppen. Nach Implantation einer Prothese änderten sich die Koordinaten für das COR in allen Segmenten von C3/4–C6/7 unabhängig vom operierten Segment. In der Bryan-Gruppe änderte sich das COR in Richtung COR-HV, in der Discover-Gruppe entfernte sich das COR weg vom COR-HV, in der Prestige-Gruppe änderte sich das COR zum Teil in Richtung COR-HV und zum Teil weg vom COR-HV.

Schlussfolgerung Es ist anzunehmen dass das COR bei Patienten mit Halsbandscheibenvorfällen nicht kongruent mit dem COR-HV ist. Die Implantation einer Halsbandscheibenprothese kann das COR in allen Segmenten verschieben unabhängig von der operierten Etage. Sehr wahrscheinlich beeinflusst das biomechanische Design der Prothese nachhaltig, wie sich das COR postoperativ verschiebt: Prothesen mit einem simplen Ball-Socket-Design können die bereits präoperativ unphysiologische Position des COR in einen noch unphysiologischeren Bereich verschieben; Implantate mit einem flexibleren biomechanischen Design können hingegen dazu beitragen, das COR in Richtung der Koordinaten zu normalisieren, die bei gesunden Probanden gefunden wurden.

Klinische Relevanz von sekundären Foramenstenosen nach ventraler zervikaler Diskektomie und Fusion

M. Dostal¹, C. Brenke², K. Schmieder², M. Barth², C. Thomé¹

¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich; ²Neurochirurgische Klinik, Universitätsklinikum Bochum, Deutschland

Ziel Die ventrale zervikale Diskektomie und Fusion (ACDF) ist eine bewährte Methode zur Dekompression nervaler Strukturen. Dennoch können im postoperativen Verlauf erneut radikuläre Symptome auftreten. Eine Sinterung des Cages und damit verbundene sekundäre Foramenstenosen werden dafür häufig verantwortlich gemacht, obwohl wenig entsprechende Daten publiziert wurden.

Methodik 34 Patienten mit monosegmentaler ACDF wurden prä- und 12 Monate postoperativ standardisiert nach einem von der Ethikkommission genehmigten Studienprotokoll untersucht (u. a. VAS: Nacken, Arm links, Arm rechts). Computertomographisch wurde die kranio-kaudale (c.c.) und antero-posteriore (a.p.) Distanz im betroffenen Neuroforamen erhoben. Alle Patienten erhielten einen PEEK-Cage ohne Plattenosteosynthese.

Ergebnisse Ein Jahr nach der Operation konnte eine signifikante Reduktion der c.c.-Distanz von präoperativ $8,4 \pm 1,4$ mm auf postoperativ $7,6 \pm 1,3$ mm ($p < 0,05$) beobachtet werden. Die a.p.-Distanz zeigte postoperativ eine nichtsignifikante Zunahme (prä-OP: $3,5 \pm 1,5$ mm; post-OP: $3,9 \pm 1,7$ mm; n. s.). Es wurde keine signifikante Korrelation zwischen der Reduktion der c.c.-Distanz und der klinischen radikulären Symptomatik (VAS 0–10) gefunden. Ebenso bestand keine Korrelation zwischen der a.p.-Distanz und der radikulären Schmerzsymptomatik und zwischen Nackenschmerzen und Veränderungen der foraminalen Distanzen.

Schlussfolgerung Ein Jahr nach ventraler zervikaler Diskektomie und Fusion entwickelt sich eine sekundäre kranio-kaudale Einengung des Neuroforamens. Eine klinische Bedeutung dieser Einengung konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden.

Is It Time to Go? Prospective Comparison of the Visual Analogue Scale with the "Time Up and Go Test" in the Perioperative Setting of Patients with Mono- or Bisegmental Spondylodesis

S. Hartmann, A. Hofer, S. Neururer, M. Abenhardt, C. Thomé, K. M. Scheuffler, A. A. Hegewald

Dept of Neurosurgery, Medical University of Innsbruck, Austria

Study Aim The measurement of pain remains an important tool for clinicians and especially researchers. Published studies have reported a widely varying correlation among the most common pain scales, both at the level of test and comparison of pain with the functional state of the same patient. The Visual Analogue Scale (VAS) and the Numeric Rating Scale (NRS) are among the most frequently used instruments for the quantification of pain. Beside the subjectivity of these tests there is also a lack of information concerning the patient's dysfunctionality. Although pain often limits physical activities, there is no instrument to investigate pain and pain-related physical impair-

ment in daily routine. The aim of this study was to correlate the VAS with the "Time Up and Go Test" and to eventually point out a better description of pain and pain-related physical impairment due to degenerative lumbar disease and operative treatment.

Methods We assessed 30 patients with degenerative lumbar back pain and/or leg pain treated by mono- or bisegmental spondylodesis (conservative treatments failed). Patients were evaluated prior to surgery, on the first, third, and sixth days postoperatively, followed by 2, 4, and 12 weeks after surgery. Visual Analogue Scale and "Time Up and Go Test" were measured. All analyses were performed using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). To evaluate differences and correlation between the groups (VAS-TuG) the Wilcoxon-Mann-Whitney Test and Spearman rank test were used.

Results Comparing the visual analogue scale of preoperative back pain to all postoperative follow-up visits, there is a statistically significant improvement of back pain on the 6th postoperative day ($p < 0.001$). In the same analysis, the TuG shows significant improvement at the 7th follow-up visit (4 weeks post-OP; $p < 0.017$) compared to the preoperative TuG. Postoperatively, follow-up examinations were compared with each other chronologically (eg. 1st postoperative day with 3rd postoperative day etc). In this assessment, the Visual Analogue Scale showed statistically significant improvement from day 1 to 3 and day 3 to 6 ($p < 0.024$ and 0.012 , respectively). However, the "Time Up and Go Test" appeared to be more sensitive in the postoperative short follow-up with improvement of functional disability to walk in every timeline (day 1 to day 3, day 3 to day 6, day 6 to week 2, and week 2 to week 4) except from week 4 to week 12 post-OP. Overall, we found no correlation between the 2 tests.

Conclusion This study represents differences comparing both tests. On the one hand, the VAS simply describes pain without information on a patient's functional state; on the other hand, the TuG describes functional disability without pain, although pain influences the patient's functional state. In the future, the need for both, information on pain and functional disability, will be required to evaluate a patient sufficiently with regard to degenerative spine diseases. More patients will be necessary to favour one test or to implement a simultaneous application of the 2 methods.

Auswirkungen der Augmentationstechnik auf die Lockerung von Pedikelschrauben unter kranio-kaudaler zyklischer Belastung

A. Keiler¹, R. Bostelmann², W. Schmoelz¹

¹Univ.-Klinik für Unfallchirurgie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich;

²Neurochirurgische Klinik, Universitätsklinikum Düsseldorf, Deutschland

Ziel Generell gibt es 2 Methoden zur Zementaugmentation von Pedikelschrauben, um die Verankerung im osteoporotischen Knochen zu erhöhen: Die *In-situ*-Augmentation von bereits platzierten, kanülierten fenestrierten Schrauben oder das Setzen der Schrauben in den noch nicht ausgehärteten Zement („cement first“). Während die „Cement-first“-Methode zu einer homogeneren Zementverteilung um die Schrauben führt, ist das Handling bei der *In-situ*-Augmentation einfacher, ohne Zeitdruck und die Zementapplikation kann nach dem Einbringen für alle Schrauben gleichzeitig erfolgen.

Der Einfluss der Augmentationstechnik auf das Lockerungsverhalten und die Haltekraft von Pedikelschrauben unter physiologischer zyklischer Belastung in kranio-kaudaler Richtung ist jedoch noch unbekannt.

Methodik Zwei Testgruppen mit jeweils 15 osteoporotischen Wirbelkörpern wurden gebildet (3× L1–L5 pro Gruppe; mittlere BMD 53,32 mg/cm³, SD 14,07 bzw. 53,15 mg/cm³, SD 4,32). Rechte Pedikel der Gruppe 1 wurden nach Standardverfahren ohne Zementierung instrumentiert und dienten als Kontrollgruppe. Links wurden kanülierte Pedikelschrauben eingebracht und *in situ* zementiert. Pedikelschrauben der Gruppe 2 wurden rechts nach der „Cement-first“-Methode augmentiert, links wurden kanülierte fenestrierte Schrauben *in situ* zementiert. Zur Zementierung wurde bei allen Augmentationstechniken 1,5 ml hochvisköser Zement verwendet. Alle Schrauben wurden bei 1 Hz für 5000 Zyklen bzw. bis zum Versagen einem kra-

nio-kaudalen zyklischen Belastungstest unterzogen. Die Lastgrenzen wurden bei 20–50 N gesetzt, wobei die obere Grenze um 0,1 N pro Zyklus erhöht wurde. Im Anschluss wurden Belastungsröntgen zur Evaluierung der Schraubenlockerung durchgeführt.

Ergebnisse In Gruppe 1 erreichten die zementierten Schrauben im Vergleich zur Kontrollgruppe eine signifikant höhere Anzahl an Belastungszyklen ($4030,0 \pm 827,8$ vs. $1893,3 \pm 1032,1$; $p < 0,01$). In den belasteten Röntgen konnte für augmentierte Schrauben signifikant weniger Bewegung gezeigt werden ($5,2 \pm 5,4$ vs. $16,1 \pm 5,9$; $p < 0,01$). Gruppe 2 zeigte für die *In-situ*-Zementierung bzw. für die „Cement-first“-Methode im Mittel $3653,3 (\pm 934,0)$ bzw. $3723,3 (\pm 560,6)$ erreichte Belastungszyklen ($p > 0,05$). In den Belastungsröntgen wurden mittlere Schraubenbewegungen von $5,1 (\pm 1,9)$ für die *In-situ*-Zementiertechnik und $6,6 (\pm 4,6)$ für die „Cement-first“-Methode festgestellt ($p > 0,05$).

Schlussfolgerung Die unterschiedlichen Zementierungstechniken hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Lockerung der Schrauben. Es konnte jedoch durch Augmentation im Vergleich zur Kontrolle eine signifikant höhere Anzahl an Belastungszyklen sowie eine signifikant höhere Versagenslast erzielt werden, wobei der typischerweise in der klinischen Praxis beobachtete „Scheibenwischereffekt“ beim Auslockern der Pedikelschrauben reproduziert werden konnte.

Die Korrektur der sagittalen Balance mittels Pedikel-subtraktionsosteotomie (PSO) unter Berücksichtigung des C7-Lots und des pelvinen Inzidenzwinkels

P.-P. Girod¹, M. Ortler¹, P. Kavakebi¹, A. Oerley¹, S. Ingorokva¹, K. M. Scheufler², C. Thomé¹

¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich;

²Zentrum für Wirbelsäulen Chirurgie, Hospital zum Heiligen Geist, Minden, Deutschland

Ziel Die Wiederherstellung eines möglichst physiologischen sagittalen Profils der Wirbelsäule ist das Ziel aller operativen Verfahren zur Korrektur von Wirbelsäulendeformitäten. Osteotomien kommen zum Einsatz, wenn größere Korrekturwinkel erreicht werden sollen. Wir berichten über unsere ersten Erfahrungen mit der Pedikelsubtraktionsosteotomie (PSO) in einem Kollektiv aus älteren Patienten mit degenerativ und/oder iatrogen bedingter sagittaler Imbalance.

Methodik Retrospektive Auswertung einer Fallserie. Erfasst wurden demographische Daten, ASA-Score, Klinik (Schmerzen mittels VAS, Gehstrecke in m) und radiologische Parameter (lumbaler Lordosewinkel, C7-Lot jeweils prä- und postoperativ, pelviner Inzidenzwinkel), Details des Eingriffs sowie Komplikationen.

Ergebnisse Zehn Patienten (8 weiblich), Durchschnittsalter 68 Jahre (57–76 Jahre), ASA-Score 3 ($n = 8$) und 2 ($n = 2$), wurden im Rahmen einer Korrekturspondylodese ($n = 3$ kurzstreckig ohne Iliumeinschluss, $n = 7$ langstreckig mit Iliumeinschluss) einer PSO unterzogen. Die betroffenen Wirbel waren L3 und L4 (jeweils $n = 5$), L1 ($n = 2$) und Th12 ($n = 1$). In 3 Fällen wurde eine PSO in 2 Höhen durchgeführt. Die Nachbeobachtungszeit betrug (Stand: Juni 2013) bei $n = 5 > 1$ Jahr. Präoperativ lag das C7-Lot $81,86$ mm ($\pm 56,31$ mm) vor dem Hüftgelenkszentrum, der Lordosewinkel betrug $23,2^\circ$ ($\pm 13,2^\circ$). Der pelvine Inzidenzwinkel betrug $55,6^\circ$ ($\pm 8,14^\circ$). Postoperativ lag das C7-Lot $-2,2$ mm ($\pm 33,81$ mm) hinter dem Hüftgelenkszentrum. Der erreichte Lordosewinkel betrug $56,8^\circ$ ($\pm 8,8^\circ$). Der Korrekturwinkel betrug $33,95^\circ$ ($\pm 13,57^\circ$; p für Lordosewinkel prä- zu postoperativ $< 0,0001$). Zum Zeitpunkt der letzten Untersuchung konnte eine Besserung der VAS um 5,5 Punkte (95%-CI: 2,4–4,7; $p = 0,001$) und eine Verlängerung der Gehstrecke auf 1049,2 m (95%-CI: 1716–2599,4 m; $p = 0,184$) beobachtet werden. Komplikationen: Wundheilungsstörungen ($n = 2$), Schraubenlockerungen ($n = 2$), tiefe Wundinfektion ($n = 1$), Schlaganfall ($n = 1$). Eine Patientin verstarb postoperativ.

Schlussfolgerung Die Korrektur des sagittalen Wirbelsäulenprofils mittels PSO und dem Ziel, einen lumbalen Lordosewinkel zu erreichen, der dem pelvinen Inzidenzwinkel entspricht, führt zu einer signifikanten Schmerzreduktion und Erhöhung der Mobilität.

Destruction of the Condyle Does Not Necessarily Result in Clinically Evident Craniocervical Instability

E. Shiban, E. Török, S. Krieg, J. Lehmborg
Dept of Neurosurgery, Technical University of Munich, Germany

Objective After resection of > 70 % of the condyle, craniocervical fusion is recommended. However, it is unclear if chronic destruction of the condyle due to tumor growth results in clinically evident craniocervical instability. We reviewed cases with condyle resection/destruction with regard to necessity of craniocervical fusion.

Methods A retrospective analysis from 2007–2012 reviewed the cases of 19 consecutive patients in whom a far-lateral approach with condyle resection of various extents was performed. There were 9 male and 10 female patients with a median age of 61 (range: 22–83). The extent of condyle resection was ≤ 25 % in 15 cases, 50 % in 1 case, and > 70 % in 3 further cases. OCF was not performed in any of the cases.

Results With condyle resection of ≤ 50 % all patients neither received a collar postoperatively nor developed neck pain. The 3 patients with condyle resection > 70 % received a rigid collar for a period of 3 months postoperatively and remained free of pain after this period. At last follow-up, all 3 cases showed no clear instability of the CVJ on flexion-extension radiographs nor did they develop significant neck pain or signs of brainstem compression.

Conclusions In patients with condyle resection/destruction ≥ 70 %, the necessity for occipitocervical fusion may not be absolute. There were no obvious signs of radiographic clinical craniocervical instability in 3/3 patients. Close follow-up and fusion in those cases with clinical evident instability may be recommended.

Transnasale Densresektion bei basilärer Impression: Fallbericht

P. Kavakebi, P. P. Girod, C. Thomé
Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

Ziel Fallbericht einer transnasalen Densresektion. Die basiläre Impression des Dens stellt eine sowohl klinische als auch operative Herausforderung dar. Der klassische transorale Zugang konnte in diesem Fall aufgrund des hochstehenden Dens nicht durchgeführt werden, weshalb ein direkter transnasaler Zugang geplant und durchgeführt wurde.

Methodik Der Patient wurde in die Mayfield-Halterung eingespannt und leicht rekliniert gelagert. Es folgte die CT-Untersuchung mit anschließender Planung der Navigation. Nach Anwendung von Kokainstreifen erfolgte die endoskopische Inspektion des Situs mit anschließender Eröffnung der Mukosa des Rhinopharynx. Ein Spekulum wurde eingeführt und die mikroskopische Resektion der Muskulatur und des Bogens von C1 und der Densspitze erfolgte. Die Resektion wurde mit einer Diamantfräse durchgeführt, wodurch eine gute Kontrolle der Blutungssituation gegeben ist. Anschließend erfolgten nach Rückzug die postoperative CT-Kontrolle und das Umlagern des Patienten. Nun wurde die Dekompression der hinteren Schädelgrube mit anschließender okzipito-zervikaler Fusion von C0–C6 durchgeführt.

Ergebnisse Es konnte eine vollständige Dekompression des Hirnstamms erreicht werden. In der gleichen Sitzung wurde eine Dekompression der hinteren Schädelgrube mit okzipito-zervikaler Fusion durchgeführt. Eine klinisch-neurologische Verbesserung konnte durch die Dekompression erzielt werden.

Schlussfolgerung Der transnasale Zugang zur Densspitzenresektion bei basilärer Invagination und Hirnstammkompression ist bei hochstehendem Dens eine sichere Alternative zum klassischen transoralen Zugang. Es ist sowohl ein kombinierter Zugang mit Endoskop als auch die alleinige mikrochirurgische Resektion möglich. Das intraoperative CT mit anschließender Navigation und unmittelbarer postoperativer Bildkontrolle erleichtert die OP-Planung und -Durchführung erheblich. Im Vergleich zum transoralen Zugang zeigen sich weniger zugangsbedingte Komplikationen.

Spondylodiscitis by Drug-Multiresistant Bacteria: A Single-Center Experience of 25 Cases

E. Shiban¹, I. Janssen¹, M. Stoffel^{1,2}, B. Meyer¹, F. Ringel¹
¹Dept of Neurosurgery, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich; ²Dept of Neurosurgery, Helios-Kliniken, Krefeld, Germany

Introduction The treatment of spondylodiscitis is still a controversially discussed issue. To date, there are no guidelines for surgical treatment or treatment strategies of pyogenic spinal infections with multiresistant bacteria.

Methods We performed a retrospective review of patients presenting with spondylodiscitis due to multiresistant bacteria between 2006 and 2011.

Results 25 patients were found (15 gram-positive and 10 gram-negative drug-multiresistant bacteria). Mean age at presentation was 66 years, 14 patients were male (56 %). All patients presented with pain. Neurological deficits were found in 11 (44 %) cases. Epidural abscesses were found in 11 (44 %) cases. Mean duration of hospital stays was 27 ± 13 days. Distribution of inflammation: lumbar in 12 (48 %), thoracic in 6 (24 %), and cervical in 4 (16 %) cases. Three patients (12 %) had 2 concomitant non-contiguous spondylodiscites in different segments of the spine. At admission, C-reactive protein (CRP) was elevated in all cases with a mean of 13 ± 9.2 mg/dl. Leukocyte count was elevated in 17 (68 %) and fever was present in 9 (36 %) cases. The main source of infection was previous spine surgery (44 %). All patients in this series underwent surgical debridement of the infection and instrumentation of the spine. Postoperative intravenous antibiotics were administered for 19 ± 8.6 days followed by 3 ± 0.3 months of oral antibiotic therapy. One patient died 3 weeks postoperatively due to fulminant endocarditis. Eradication of infection was achieved ultimately in all surviving patients, as documented by normalization of CRP and clinical status. Of 11 patients with neurological deficits, 4 had a full recovery, 4 improved incompletely, and 3 remained unchanged after surgery.

Conclusion Staged surgical immobilization, instrumentation and optimal debridement at the interdiscal space and spinal canal form a reliable approach to achieve complete healing of spinal inflammation with multiresistant bacteria. A short period of intravenous antibiotic therapy of 2–3 weeks followed by 3-month oral antibiotic therapy seems appropriate for most cases.

Ausgedehnter thorako-lumbaler epiduraler und subduraler Abszess

J. Hodurek-Diez¹, M. Mignon², K. Ungersböck¹
¹Abt. für Neurochirurgie; ²Institut für Medizinische Radiologie, Diagnostik, Intervention, LK St. Pölten, Österreich

Ziel Wir berichten den Fall einer ausgedehnten spinalen Abszedierung von Th10–L5, welche sowohl den Epidural- als auch den Subduralraum betroffen hat und mehrfache operative Interventionen erforderlich machte.

Methodik Bei einem 71-jährigen Patienten traten 10 Wochen nach lumbaler Bandscheibenoperation heftige Lumbalgien ohne radikuläre Symptomatik auf. Das MRT ergab eine ausgedehnte spinale Infektion von Th10–L5, wobei nicht sicher zwischen epi- und intraduraler Abszedierung zu differenzieren war. Bei der Operation fand sich über einen interarkuären Zugang Th11/12 ein Epiduralabszess, der ausgespült wurde. Nach kurzzeitiger Besserung der Beschwerden ergab eine MRT-Kontrolle weitere Abszessformationen kaudal. Eine neuerliche Operation Th11/12 ergab aber nur epidurales Granulationsgewebe. Da sich die lumbalen Schmerzen nicht wesentlich besserten, erfolgte eine neuerliche MRT-Kontrolle und operative Revision. Nach Duraeröffnung wurde ein abgekapselter intraduraler Abszess ausgespült, die Arachnoidea blieb intakt und es kam zu keinem Liquorfluss. 10 Tage später wurde ein weiterer intraduraler Abszess in Höhe L4/5 evakuiert.

Ergebnisse Trotz der ausgedehnten spinalen Infektion entwickelte der Patient nie neurologische Ausfälle oder meningale Zeichen.

Die bakteriologischen Befunde waren nicht einheitlich. Sie ergaben *Staphylococcus epidermidis* bei der ersten Operation, *Propionibacterium acnes* und *Staphylococcus hominis* bei der zweiten und *Staphylococcus epidermidis* bei der dritten Revision.

Schlussfolgerung Spinale Subduralabszesse sind sehr selten verglichen mit der Inzidenz der ebenfalls nicht häufigen spinalen epiduralen Abszesse. Die Morbidität spinaler subduraler Abszesse ist wegen der Gefahr der Meningitis, Sepsis und spinalen Infarkte außerordentlich hoch. Üblicherweise stellt die Dura eine verlässliche Barriere gegen die Ausbreitung spinaler Infektionen dar. Der gegenständliche Fall zeigt, dass bei ausbleibender klinischer Verbesserung oder suspektem MRT-Befund auch an eine Kombination epi- und subduraler Abszedierung im Spinalkanal zu denken ist.

Supernatant of Apoptotic Leukocytes Improves Motor Function After Spinal Cord Injury in Rats

T. Haider^{1,2}, R. Höftberger³, M. Mildner⁴, C. Sherif^{5,6}, P. Altmann^{1,2}, G. Lube⁷, H. J. Ankersmit^{1,2}

¹Dept of Thoracic Surgery; ²Christian Doppler Laboratory for Cardiac and Thoracic Diagnosis and Regeneration; ³Institute of Neurology; ⁴Dept of Dermatology, Medical University of Vienna; ⁵Dept of Neurosurgery, Krankenhaus Rudolfstiftung, Vienna; ⁶Cerebrovascular Research Group; ⁷Dept of Pediatrics, Medical University of Vienna, Austria

Damage to the spinal cord affects mainly young and active patients and results in many cases in irreversible neurologic deficits, while therapeutic options are limited. Inflammation and micro-vascular obstruction after initial trauma aggravate neuronal loss followed by declining neurologic function. Recent data suggest anti-inflammatory, anti-apoptotic, and anti-thrombotic properties of secretomes of peripheral mononuclear cells (ApoSec) *in vitro* and *in vivo*.

The aim of this study was to evaluate possible effects of ApoSec in a commonly used spinal-cord contusion model in rats using the Infinite Horizon Impactor (Precision Systems and Instrumentation, LLC).

Motor function was assessed by the Basso-Beattie-Bresnahan method on days 3, 7, 14, 21, and 28. Neuropathological investigation of inflammation and parenchymal damage was performed with H&E and Luxol fast blue stain and immunohistochemistry for amyloid-precursor-protein on days 3 and 28 after trauma.

Treatment with ApoSec led to improved motor function after spinal-cord injury compared to the control group assessed by the Basso-Beattie-Bresnahan method (n = 9 per group; p < 0.001). Amelioration of neurological damage in the ApoSec group was confirmed histologically.

Our data suggests that ApoSec improves motor function after spinal-cord injury. Further studies are required to elucidate mechanisms leading to this improvement.

Nerventransfers zur Rekonstruktion der Ellenbogenflexion bei Patienten mit traumatischen Plexus-brachialis-Verletzungen: Unsere Erfahrung der vergangenen 10 Jahre

J. Oberhoffer¹, G. Antoniadis¹, R. W. König¹, C. Heinen², T. Kretschmer², C. R. Wirtz¹, M. T. Pedro¹

¹Abt. für Neurochirurgie, Bezirkskrankenhaus Günzburg, Universität Ulm; ²Abt. für Neurochirurgie, Evangelisches Krankenhaus Oldenburg, Deutschland

Ziel In den vergangenen Jahren haben Nerventransfers zunehmend an Bedeutung gewonnen. Wir haben das klinische Outcome aller Patienten unserer Klinik untersucht, die zwischen 2002 und 2012 eine Rekonstruktion des Nervus musculocutaneus zur Ellenbogenflexion erhalten haben, und die Ergebnisse der unterschiedlichen Transfers verglichen.

Methodik Es handelt sich um eine retrospektive Analyse. Patientenakten, elektrophysiologische Untersuchungen und radiologische Bildgebung der 107 Patienten wurden untersucht. Die Einteilung der Kraft erfolgte nach dem „Medical Research Council“- (MRC-) System. Sensible Defizite wurden ebenfalls untersucht.

Ergebnisse Zwischen 01/2002 und 12/2011 wurden in unserer Klinik 347 Patienten mit einer Plexus-brachialis-Verletzung operiert. Davon wurde bei 107 Patienten ein Nerventransfer zur Rekonstruktion der Ellenbogenflexion durchgeführt. Acht Patienten hatten keine Nachuntersuchung, sodass 99 Patienten in die Studie aufgenommen wurden. Das durchschnittliche Follow-up betrug 23 Monate. Insgesamt konnten 75 % der Patienten einen MRC 3 wiedererlangen. Die besten Ergebnisse wurden mit dem Oberlin-Transfer (74 % der Patienten MRC 3), dem Transfer des N. pectoralis medialis auf den N. musculocutaneus (MCN) mit 82 % der Patienten, die MRC 3 erreicht haben, und dem Transfer eines Medianusfaszikel auf den MCN mit 80 % erreicht. Die Ergebnisse des Accessoriustransfers auf MCN (24 %), Transfers des N. phrenicus (17 %) und Intercostalistransfers (0 %) waren nicht überzeugend.

Schlussfolgerung Nerventransfers sind eine sichere und effektive Möglichkeit zur Rekonstruktion der Ellenbogenflexion. Zwischen den unterschiedlichen Transfers bestehen signifikante Unterschiede im Outcome. Insbesondere der Oberlin-Transfer und der Pectoralis-transfer zeigen sehr vielversprechende Ergebnisse.

■ Sitzung 2

Preoperative Mapping of Language Regions by Navigated Transcranial Magnetic Stimulation: A Multicentric Comparison Study in Awake Surgery

S. Krieg¹, P. Tarapore², T. Picht³, P. Vajkocz³, B. Meyer¹, M. Berger², F. Ringel¹

¹Dept of Neurosurgery, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, Germany; ²Dept of Neurological Surgery, University of California, San Francisco, USA; ³Dept of Neurosurgery, Charité Universitätsmedizin Berlin, Germany

Aim Navigated transcranial magnetic stimulation (nTMS) in pre-surgical brain mapping showed a high correlation to direct cortical stimulation (DCS) within the motor cortex. Moreover, repetitive nTMS (rTMS) with picture naming can identify speech-sensitive areas.

Method 32 patients with left-sided perisylvian tumors were examined by rTMS prior to awake surgery. 20 patients underwent rTMS 300 ms after picture presentation whereas another 12 patients received rTMS with no time delay. rTMS results were then correlated with intraoperative DCS.

Results In and adjacent to the Broca's area, there were no differences in sensitivity (100 %), negative predictive value (NPV) (100 %), and positive predictive value (PPV) (0 ms: 55 %, 300 ms: 54 %) for both protocols compared to DCS. Specificity differed significantly (0 ms: 67 %, 300 ms: 28 %). In contrast, functional inhibition by early pulse onset showed favorable results in the supramarginal, angular, and dorsal superior temporal gyrus. While sensitivity was comparable (0 ms: 75 %, 300 ms: 70 %), NPV (0 ms: 92 %, 300 ms: 57 %), PPV (0 ms: 75 %, 300 ms: 30 %), and specificity differed significantly (0 ms: 92 %, 300 ms: 20 %).

Conclusion Repetitive nTMS correlates well with DCS especially in the Broca's region, particularly with regard to negatively mapped areas. However, immediate application of rTMS pulses shows a more intense effect on posterior language regions. Thus, immediate rTMS onset has to be favored. With this study we are able to provide evidence that results on language networks obtained by TMS are highly comparable and correlated with the gold standard DCS.

Intraoperatives Brain Mapping und Monitoring mittels direkter elektrischer Stimulation des motorischen Kortex: Unsere Erfahrungen

C. Stögerer, G. Mengemann, S. Schweiger, R. Chrenko, J. Burtscher
Abt. für Neurochirurgie, LK Wiener Neustadt, Österreich

Ziel Wir berichten über unsere Erfahrungen mit dem intraoperativen Brain Mapping und Monitoring mittels direkter Motorkortexstimulation an der Abteilung für Neurochirurgie des LK Wiener Neustadt in den Jahren 2007–2012.

Methodik Wir haben die direkte bipolare Stimulation des motorischen Kortex mit hochfrequenten „Train-of-five“-Impulsen und myogener Registration mittels EMG verwendet [1–3]. Die Stimulation erfolgte über eine bipolare Gabel-Stimulationselektrode. Die Schwellenreizintensität wurde zu Beginn festgesetzt und dann konstant benutzt. Die Stimulation wurde systematisch an mehreren Stellen des Kortex durchgeführt und die Stimulationspunkte mit sterilen Zahlen markiert. Die myogene Reaktion wurde mittels Nadelelektroden aus der entsprechenden Muskulatur mittels 8-Kanal-EMG kontinuierlich monitort. Der Ablauf des Procederes wurde in einem standardisierten Protokoll registriert.

Die Indikationen waren Raumforderungen und pathologische Prozesse im Bereich des motorischen Kortex und der umliegenden, subkortikalen weißen Substanz. Das Ziel dabei war, die funktionelle Integrität des motorischen Kortex und der kortikospinalen Bahn zu monitorieren.

Ergebnisse Von insgesamt 84 intraoperativ monitorten Patienten kam die direkte Motorkortexstimulation im Zeitraum von 2007–2012 bei 6 Patienten mit Tumoren in der Zentralregion zur Anwendung. Die Ergebnisse für das klinische Outcome und die technische Durchführbarkeit des Monitorings bzw. der Stimulation werden im Rahmen der Jahrestagung präsentiert.

Schlussfolgerung Die direkte kortikale Stimulation ist im LK Wr. Neustadt ein standardisiertes Procedere zum intraoperativen Mapping und Monitoring der funktionellen Integrität des motorischen Kortex und der kortikospinalen Bahn. Durch das kortikale Mapping kann eine individuelle Landkarte von motorischen Funktionen erstellt werden. Nach unseren Erfahrungen kann es die OP-Strategie beeinflussen, die Radikalität der Resektion optimieren und das Risiko des postoperativen neurologischen Defizits reduzieren.

Literatur:

1. Taniguchi M, Cziedich C, Schramm J. Modification of cortical stimulation for motor evoked potentials under general anesthesia, technical description. *Neurosurgery* 1993; 33: 219–26.
2. Neuloh G, Schramm J. Intraoperative neurophysiology and methodologies used to monitor the functional integrity of the motors. In: Deletis V, Shils J (eds). *Neurophysiology in Neurosurgery: A Modern Intraoperative Approach*. Academic Press, Elsevier Science USA, San Diego, CA, 2002; 25–51.
3. Yingling CD, Ojeman SG, Dodson B, et al. Identification of motor pathways during tumor surgery facilitated by multichannel electromyographic recordings. *J Neurosurg* 1999; 91: 922–7.

Subcortical Mapping: Correlation Between Subcortical Electrical Stimulation and Distance to the Cortico-Spinal Tract

E. Shiban¹, S. Kriegl¹, T. Obermüller¹, D. Droese², B. Meyer¹, F. Ringel¹
¹Dept of Neurosurgery; ²Dept of Anesthesiology, Technical University of Munich, Germany

Background Subcortical stimulation is a method to evaluate the distance from the stimulation site to the motor tract (CST) and to decide whether resection should be terminated. A clear correlation between stimulation intensity and the distance to the CST has not been properly substantiated. To date, various reports with different stimulation conditions have reached different results.

Objective The aim of this study was to investigate various stimulation conditions in order to better define the correlation between subcortical stimulation and the distance to the CST.

Methods Monopolar subcortical stimulation (mSCS) was performed in addition to continuous MEP monitoring in 37 consecutive patients with a motor-eloquent lesion. Functional boundaries of the resection were identified by means of subcortical stimulation. At the end of resection, the point at which a MEP response was still measurable with minimal subcortical stimulation intensity was marked with a titanium clip. At this point, different stimulation variants were examined with cathodal or anodal stimulation at 0.3, 0.5, and 0.7 ms pulse duration, respectively. The distance between CST (based on postoperative DTI data) and the titanium clip was measured. The correlation between the distance and the mSCS electric charge ($\mu\text{Coulomb}$) was calculated.

Results mSCS was successful in all patients. One patient developed a postoperative bleeding and displacement of the titanium clip and was therefore excluded from the study. There were no new postoperative deficits. Transient, new, postoperative neurological deficits were observed in 14 % (5/36) of cases. Gross total resection was achieved in 75 % (27/36) and subtotal resection (> 80 % of tumor mass) in 25 % (9/36) of cases. Current intensity (mA \times ms) was plotted against the measured distance between CST and the titanium clip. Regression analysis revealed a non-linear correlation. For anodal stimulation: Stimulation = Distance^{1.212} (R2: 0.859). For cathodal stimulation: Stimulation = Distance^{1.439} (R2: 0.872).

Conclusion Subcortical stimulation is an excellent intraoperative method to determine the distance to the CST during resection of motor-eloquent lesions. This should minimize the risk of injuring the CST. There is a non-linear correlation between stimulation current and the distance to the CST.

Intraoperative MR Imaging (iopMRI) and Neuronavigation (FN) for Surgery of Lesional Temporal Lobe Epilepsy (LTLE): Long-Term Surgical and Seizure Outcomes

K. Rössler¹, B. Sommer¹, P. Grummich¹, R. Coras², B. Kasper³, H. M. Hamer³, I. Blümcke², M. Buchfelder¹

¹Dept of Neurosurgery; ²Dept of Neuropathology; ³Dept of Neurology, University of Erlangen, Germany

Objective LTLE results from a heterogeneous group of pathologies, appearing with sometimes ill-defined borders. During surgery, FN and iopMRI may be of value to optimize the amount of resection and spare eloquent areas as an optimal requirement for seizure control.

Methods To clarify the role of iopMRI and neuronavigation for long-term tumor control and seizure outcome, we performed a retrospective clinical study investigating patients operated on between August 2002 and March 2012 at our department. Altogether, there were 103 patients (57 male, 46 female, mean age 37 yrs [12–69 yrs]). Surgery consisted of pure lesionectomy (n = 63) and lesionectomy combined with tailored or standard temporal resection (n = 40). Additionally to FN including speech, motor, and sensory cortical areas and tracts, 89 patients had iopMRI imaging and 16 intraoperative electrocorticography (ECoG).

Results IopMRI revealed total lesionectomy in only 67 of 89 patients (75 %), further resection led to the removal of remnant pathological tissue in another 19 patients. Thus, as a direct effect of intraoperative MR imaging, the overall resection rate was improved by 21.3 % (19/89). The most common histological diagnoses were 43 gangliogliomas (41.7 %), 26 cavernomas (25.2 %), 9 DNTs (8.7 %), and 9 FCDs (8.7 %). In radically resected tumor patients, no recurrent tumors were detected during follow-up. Altogether, in 73.8 % of re-evaluated patients (76/103) Engel class-I seizure outcome was found (65 % Engel class 1A) during a mean follow-up of 26 months. No severe postoperative complications were seen, superior visual field defects occurred in 8.7 %.

Conclusion By using iopMRI and FN, we were able to increase the rate of complete resections in lesional TLE patients by > 20 %, which resulted in excellent seizure outcome and a low complication rate.

Multimodales Navigationsprotokoll in der Gliomchirurgie

A. Mert, G. Widhalm, M. Martínez, B. Kiesel, G. Minchev, S. Wolfsberger, E. Knosp
Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, Österreich

Ziel Gliome zeichnen sich durch ein diffus infiltrierendes und histologisch heterogenes Wachstum aus. Die anatomische Visualisierung von Kortex und Bahnsystemen sowie die Darstellung metabolisch aktiver Areale („hotspot“) im Tumor erfordern eine spezielle multimodale Darstellung radiologischer Bilddaten. In der folgenden Studie stellen wir ein multimodales Navigationsprotokoll für diffus infiltrierende Gliome (DIG) ohne signifikante Kontrastmittel- (KM-) Aufnahme im MRT vor.

Methodik Es wurden 50 Patienten mit einem Gliom ohne signifikante KM-Aufnahme im MRT in diese retrospektive Studie inkludiert. Alle Patienten erhielten vor der geplanten Tumorresektion oder -biopsie eine standardisierte MRT-Untersuchung. Für die anatomische Darstellung wurde bei allen Patienten ein 3D-Gefäßmodell und 3D-Hirnoberflächenmodell erstellt. Zusätzlich wurde zur Detektion potenzieller intratumoraler Hotspots entweder eine Positronen-Emissionstomographie (PET) oder eine Multivoxel-MRT-Spektroskopie durchgeführt. Bei Gliomen nahe an eloquenten Hirnarealen wurde eine Faserbahndarstellung aus Diffusions-Tensor-MRT- (DTI-) Daten ergänzt. Sämtliches Bildmaterial wurde mittels Bildfusion in die Neuronavigation integriert und während des neurochirurgischen Eingriffs angewendet. Entsprechend unserer Erfahrung wurden die optimalen Einstellungen für die Darstellung und Bildfusion in der präoperativen Planung sowie intraoperativen Navigation ausgewertet. Ferner wurden die Operateure hinsichtlich des Nutzens der multimodalen Bildendarstellung für den neurochirurgischen Eingriff befragt.

Ergebnisse In Bezug auf die anatomische Bildendarstellung war ein 3D-Gefäßmodell in 78 % und ein 3D-Hirnoberflächenmodell in 50 % der Fälle hilfreich. Die metabolische Bildgebung konnte in 90 % der Fälle einen Hotspot identifizieren. In 50 % der Fälle wurde eine Faserbahndarstellung aufgrund der eloquenten Lage oder zur Resektionsbegrenzung als sinnvoll erachtet. Die optimalen Einstellungen für die multimodale Bildendarstellung wurden festgelegt.

Schlussfolgerung Zur optimalen Darstellung der Anatomie, metabolisch aktiver Areale und eloquenter Bahnsysteme in der Gliomchirurgie haben wir ein multimodales Navigationsprotokoll definiert.

Fluoreszenz-geführte neurochirurgische Eingriffe mit 5-Aminolävulinsäure: Erfahrung in > 600 Fällen mit verschiedenen Hirntumoren

G. Widhalm, B. Kiesel, M. Martínez, A. Mert, S. Wolfsberger, E. Knosp
Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, Österreich

Ziel Die intraoperative Visualisierung von Hirntumorgewebe ist entscheidend für den Erfolg von neurochirurgischen Eingriffen. Bei High-grade-Gliomen wird seit einigen Jahren 5-Aminolävulinsäure (5-ALA) für die intraoperative Visualisierung von Tumorgewebe angewendet. Außerdem konnte eine 5-ALA-induzierte Fluoreszenz auch im anaplastischen Fokus bei primär suspektierten Low-grade-Gliomen beobachtet werden. Zusätzlich wurde eine Fluoreszenz zuletzt auch bei anderen Tumorentitäten beobachtet. Ziel dieser Studie war deshalb, den Einsatz von 5-ALA bei verschiedenen Hirntumoren systematisch zu analysieren.

Methodik Seit 2007 wurde 5-ALA bei 605 Fällen mit verschiedenen Hirntumoren vor dem neurochirurgischen Eingriff verabreicht. Während der Resektion oder offenen Biopsie wurde das Tumorgewebe mithilfe eines modifizierten neurochirurgischen Mikroskops auf sichtbare Fluoreszenz untersucht. Bei stereotaktischen Biopsien wurde das mit der Biopsienadel entnommene Tumorgewebe analog mit dem modifizierten Mikroskop auf Fluoreszenz analysiert. Die histopathologische Diagnose wurde anhand der aktuellen Kriterien der World Health Organisation gestellt.

Ergebnisse 5-ALA wurde bei der Resektion oder offenen Biopsie von 258 Gliomen, 174 Meningeomen und 69 Metastasen eingesetzt.

Es zeigte sich dabei eine Fluoreszenz in 412 von 501 Fällen (82 %): 178/183 (97 %) Gliome mit signifikanter Kontrastmittelaufnahme, 37/75 (49 %) Gliome mit nichtsignifikanter Kontrastmittelaufnahme, 157/174 (90 %) Meningeome und 40/69 (58 %) Metastasen. Bei Gliomen mit nichtsignifikanter Kontrastmittelaufnahme war die 5-ALA-induzierte Fluoreszenz besonders hilfreich zur intraoperativen Detektion eines anaplastischen Fokus. Zusätzlich wurde 5-ALA auch bei 104 stereotaktischen Biopsien von verschiedenen Tumorentitäten verwendet. Dabei zeigte sich eine Fluoreszenz bei 88 von 104 (85 %) Biopsien.

Schlussfolgerung Fluoreszenzgeführte neurochirurgische Eingriffe mit 5-ALA stellen eine verlässliche Technik zur intraoperativen Visualisierung vor allem von malignen Gliomen, Meningeomen und anaplastischen Foci bei primär suspektierten Low-grade-Gliomen dar. Die Anwendung von 5-ALA ist deshalb eine vielversprechende Methode zur Steigerung der Rate an kompletten Tumorresektionen und Vermeidung von histologischer Untergradierung von Gliomen. Zusätzlich handelt es sich bei der Visualisierung von Tumorgewebe bei stereotaktischen Biopsien um eine effektive und neuartige Indikation von 5-ALA.

Der Stellenwert von 5-ALA-fluoreszenzgeführten Resektionen von Glioblastomen in der „Stupp“-Ära

B. Kiesel¹, A. Mert¹, M. Martínez¹, C. Marosi², A. Mallouhi³, S. Wolfsberger¹, G. Widhalm¹, E. Knosp¹

¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie; ²Univ.-Klinik für Innere Medizin I; ³Univ.-Klinik für Radiologie, Medizinische Universität Wien, Österreich

Ziel Das Glioblastom stellt den häufigsten, primären malignen Hirntumor dar und hat trotz neuer Therapieoptionen eine sehr schlechte Prognose. Eine komplette Resektion mit anschließender konkomitanter Radiochemotherapie (Stupp-Schema) hat einen positiven Einfluss auf das Gesamtüberleben. Eine komplette Resektion des Kontrastmittel- (KM-) aufnehmenden Tumoranteils wird jedoch normalerweise in < 20 % der Fälle erreicht. Durch 5-Aminolävulinsäure- (5-ALA-) fluoreszenzgeführte Resektionen von Glioblastomen konnte die Rate an kompletten Resektionen signifikant gesteigert werden. Das Ziel dieser Studie war, den Stellenwert von 5-ALA-fluoreszenzgeführten Resektionen von Glioblastomen zu untersuchen, die mit der derzeitigen Standardtherapie behandelt wurden.

Methodik Alle Patienten, die an einem neu diagnostizierten supratentoriellen Glioblastom operiert wurden, bei denen prä- als auch früh postoperative MR-Bilder vorhanden waren und die mit dem Stupp-Schema behandelt wurden, wurden in diese Studie eingeschlossen. Abhängig von der Resektionsart wurde das Patientenkollektiv in 2 Gruppen eingeteilt: (1) eine 5-ALA-fluoreszenzgeführte Resektionsgruppe und (2) eine konventionell operierte Gruppe. Das Resektionsausmaß wurde mithilfe eines früh postoperativen MRT bestimmt und als komplette oder inkomplette Resektion des KM-aufnehmenden Tumoranteils klassifiziert. Zwei Neurochirurgen bestimmten unabhängig die Resektibilität des Tumors anhand präoperativer MRT-Bilder und teilten diese in komplett oder inkomplett resektable Tumoren ein.

Ergebnisse Insgesamt wurden 119 Patienten in diese Studie inkludiert: 97 (82 %) Patienten hatte eine fluoreszenzgeführte und 22 (18 %) eine konventionelle Resektion. Eine intraoperative Fluoreszenz zeigte sich bei allen Patienten der fluoreszenzgeführten Resektionsgruppe. Bei der Analyse aller komplett resektablen Glioblastome (n = 76) zeigte sich eine signifikant höhere Rate an kompletten Resektionen in der fluoreszenzgeführten im Vergleich zur konventionellen Gruppe (79,7 % vs. 33,3 %; p = 0,003). Eine komplette Tumorresektion sowie ein vollständig abgeschlossenes Stupp-Schema korrelierten signifikant mit einem verlängerten Gesamtüberleben.

Schlussfolgerung 5-ALA-fluoreszenzgeführte Eingriffe führen zu einer signifikant höheren Rate an kompletten Tumorresektionen im Vergleich zur konventionellen Resektion. Unsere Daten konnten in weiterer Folge zeigen, dass eine dadurch erreichte komplette Resektion mit nachfolgender Standardtherapie (Stupp-Schema) mit einem signifikant verlängerten Gesamtüberleben assoziiert ist.

Kombination von intraoperativem Low-field-MRI, 5-ALA-Fluoreszenz und intraoperativem Neuromonitoring in der Gliomchirurgie

A. K. Mahdy¹, L. Bruckmann^{1,2}, G. von Campe¹, M. Hoffermann¹
¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Graz; ²UKH Graz, Österreich

Ziel In den vergangenen Jahren konnten wesentliche Fortschritte in der neurochirurgischen Behandlung von Gliompatienten erzielt werden. Unterstützende Methoden wie die 5-ALA-Fluoreszenz, der Einsatz von Ultra-Niedrigfeld-MR-Tomographen und intraoperatives Neuromonitoring konnten die Resektionsrate, das funktionelle postoperative Ergebnis und auch das Überleben deutlich verbessern und steigern. Seit 2008 werden an der Universitätsklinik für Neurochirurgie Graz diese 3 Methoden kombiniert eingesetzt. Diese Arbeit fasst die Erkenntnisse und Ergebnisse von 50 Patienten und aus > 5 Jahren Erfahrung zusammen.

Methodik Es wurden alle Patienten eingeschlossen, die seit 2008 aufgrund der Diagnose „Gliom“ einer Tumorsektion im intraoperativen MR-Tomographen (Polestar® N20, Medtronic) mithilfe von intraoperativem Neuromonitoring (ISIS®, Inomed) und (bei präoperativ festgestellter positiver Kontrastmittelaufnahme des Tumors) 5-ALA-Fluoreszenz (Gliolan®, Medac) unterzogen wurden. Die Daten wurden retrospektiv über das medizinische Dokumentations- und Kommunikationsnetzwerk openMEDOCS erhoben und mithilfe der Statistiksoftware PASW Statistics 18 (SPSS Inc.) ausgewertet.

Ergebnisse Das mittlere Alter der Patienten (30 männlich, 20 weiblich) betrug 50,1 Jahre (13–82 Jahre). In etwa 50 % der Fälle lautete die Diagnose „Glioblastoma multiforme“ (WHO IV), in 30 % „niedriggradiges Astrozytom“ (WHO II), in 20 % „anaplastisches Astrozytom“ (WHO III). In etwa 75 % der Fälle war die rechte Hemisphäre befallen. Die Zentralfurche war in knapp 40 % der Fälle betroffen, in ca. 35 % lag der Tumor parietookzipital, 1/5 der Tumoren befand sich im Frontallappen. Der Einsatz des intraoperativen Neuromonitorings beeinflusste die initiale Operationsstrategie in etwa 50 % maßgeblich. In 25 % der Fälle blieb die Strategie unverändert.

Schlussfolgerung Die Verwendung der erwähnten unterstützenden Maßnahmen ermöglicht es, eine Operationsstrategie festzulegen bzw. intraoperativ zu modifizieren mit dem Ziel, das funktionelle Ergebnis zu verbessern, den Resektionsgrad zu erhöhen und dadurch das Überleben der Patienten zu verlängern.

5-ALA in der Glioblastomchirurgie in eloquenten Arealen: Fluch oder Segen?

W. Pfisterer, S. Schmid, M. Mühlbauer
 Neurochirurgische Abteilung, Donauespital SMZ-Ost, Wien, Österreich

Ziel Der intraoperative Einsatz von 5-ALA in der Glioblastomchirurgie hat das Resektionsausmaß erheblich beeinflusst. Laut Literatur werden unter Verwendung von 5-ALA eine höhere Radikalität und damit ein längeres progressionsfreies Intervall erreicht. Das Risiko eines höheren, postoperativen neurologischen Defizits durch den Einsatz von 5-ALA wird häufig diskutiert, allerdings sind Publikationen, die sich mit dem etwaigen, erhöhten, postoperativen neurologischen Defizit jener Patienten befassen, nur sehr spärlich zu finden.

Methodik Im Jänner 2009 wurde in unserem Spital erstmals unter Zuhilfenahme von 5-ALA operiert. Seither wurden damit 28 Patienten an einem Glioblastom in einem eloquenten Areal operiert. Die Patienten wurden im Hinblick auf intraoperative Entscheidungsfindungen und Resektionsausmaß sowie Schnellschnittdiagnostik als auch auf postoperatives Outcome und Überlebenszeit analysiert. Als Kontrollgruppe betreffend Outcome und Überleben wurden 37 Patienten mit einem Glioblastom in einem eloquenten Areal aus einer von uns 2002 publizierten Studie herangezogen.

Ergebnisse 5-ALA hat bei der Operation die Entscheidung hinsichtlich Resektionsausmaß erheblich beeinflusst. Das Resektionsausmaß konnte gesteigert werden. Das Zusammenspiel von intraoperativem Tumorfarbverhalten und Schnellschnitt war in manchen Fällen nicht kongruent und dadurch für den Operateur eine Entschei-

dungerschwermis bezüglich Resektionsausmaß. Das funktionelle postoperative Ergebnis zeigte keinen Unterschied zwischen den 5-ALA-Patienten und der Kontrollgruppe. Die Überlebenszeit war in der 5-ALA-Gruppe besser.

Diskussion Der intraoperative Einsatz von 5-ALA ist ein maßgeblicher Faktor zur Erhöhung des Resektionsausmaßes von Glioblastomen. Auch in eloquenten Arealen ist nicht mit einem erhöhten, postoperativen neurologischen Defizit zu rechnen. Die gleichzeitige Zuhilfenahme von Neuronavigation und intraoperativem Monitoring ist aber unerlässlich für den Funktionserhalt. Die Schnellschnittagnostik ist ebenfalls maßgeblich, kann aber in manchen Fällen die Entscheidung bezüglich Resektionsausmaß erschweren. Die verbesserte Überlebenszeit der 5-ALA-Patienten im Vergleich zur Kontrollgruppe muss mit Vorbehalt gesehen werden, da eine geänderte postoperative Nachbehandlung bei den 5-ALA-Patienten zur Anwendung kam.

Gamma Knife Radiosurgery as a Safe Treatment Option for Recurrent Glioblastoma

J. M. Frischer¹, C. Marosi², A. Wöhler³, K. Dieckmann⁴, W. T. Wang¹, H. Eiter⁵, A. Gruber¹, A. Mallouhi⁶, E. Knosp¹, K. Kitz¹, B. Gatterbauer¹
¹Dept of Neurosurgery; ² Dept of Medicine I/Oncology; ³Institute of Neurology; ⁴Dept of Radiotherapy, Medical University of Vienna; ⁵Dept of Radiooncology, Academic Teaching Hospital, Feldkirch; ⁶Dept of Radiology, Medical University of Vienna, Austria

Background We present the results of an experienced center in Gamma Knife radiosurgical treatment (GKRS) for recurrent glioblastoma.

Patients and Methods 42 patients with histopathologically diagnosed glioblastoma (female:male = 18:24; median age at GKRS: 57.2 years) were treated for recurrent tumors with GKRS. Prior to GKRS all patients underwent multimodal treatment. Average time from first microsurgery to GKRS was 17.0 months (3.9–57.9). In 42 patients, 49 foci were irradiated. Median target volume was 5.1 cm³ (0.6–15.0 cm³). GKRS was mainly carried out on the 50% isodose line. Median margin dose was 10 Gy (6–19). Median central dose was 20 Gy (12–38). Radiological progression after GKRS was documented.

Results The majority of patients (n = 32; 76.2 %) developed no complications after GKRS. Few patients showed radiation-induced edema (n = 8; 19.0 %), necrosis (n = 1; 2.4 %), or cyst formation (n = 1; 2.4 %). However, Karnofsky performance scores were high prior (median: 80 %) and immediately after GKRS in all patients. Median time to radiological progression after first GKRS was 4.4 months (95% CI: 3.1–5.7 months). In the majority of cases, radiological progression occurred beyond the GK-irradiated area. Six patients (14.3 %) underwent second GKRS for distant tumor progression. Median survival after first GKRS was 9.6 months (95% CI: 7.7–11.5 months). Median overall survival was 25.6 months (95% CI: 21.8–29.3 months) from time of diagnosis.

Conclusion In the treatment of recurrent glioblastoma, GKRS seems to be a safe salvage treatment option, providing good local tumor control if applied on selected patients.

NeuroTouch: Ein Projekt zur virtuellen Planung und Simulation von Gehirntumoroperationen

S. Wolfsberger¹, A. Neubauer², O. Comas², G. DeLuca², A. Cabral², V. Pazos², N. Choudhury², D. Jiang², J. Hovdebo², P. Debergue², F. Thibault², D. Roche², R. DiRaddo²
¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, Österreich; ²National Research Council Canada, Boucherville, Quebec, Canada

Ziel Aus der fortschreitenden Entwicklung von Operationstechniken, zunehmenden Arbeitsbelastung der Ärzte in Ausbildung bei gleichzeitiger Reduktion von Arbeitsstunden sowie Sicherheitsbedenken resultiert zunehmendes Interesse an innovativen Trainingsmethoden für Neurochirurgen. Da das Fehlerpotenzial und der Bedarf an Training während der neurochirurgischen Ausbildung am

höchsten sind, sollte während der Ausbildungsphase zusätzlich virtuelles Training zur Verfügung stehen, um den größtmöglichen Effekt zu erzielen. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines „Virtual-Reality“-Simulators als neurochirurgisches Trainingsgerät sowie als Unterstützung in der Vorbereitung auf einen neurochirurgischen Eingriff.

Methodik Das System besteht aus 2 haptischen Eingabesystemen, die mit einer biomechanischen Echtzeit-Simulationssoftware kommunizieren. Unter Zuhilfenahme radiologischer Bilddaten wird ein virtuelles Modell des Gehirns erstellt, welches als Trainingsplattform herangezogen werden kann. Die realistische graphische und haptische Darstellung der Interaktion zwischen Instrumenten und dem Gewebe erzeugt ein realistisches Simulationserlebnis – unter anderem werden Gewebepräparation und Blutungen simuliert. Ein spezielles MR-basiertes Bildgebungsverfahren zur Klassifizierung wichtiger anatomischer Strukturen, funktioneller Gehirnregionen und biomechanischer Eigenschaften der Gewebe ist in Entwicklung. Metriken zur Beurteilung der Fingerfertigkeit und chirurgischen Leistung des Benutzers sowie Übungen zum Training von Tumoresektion, Hämostase, Ventrikulostomie und Wirbelsäulenchirurgie wurden definiert und implementiert.

Ergebnisse Mehrere Übungen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad wurden bereits in das System integriert. Es wurden einfache Aufgaben entwickelt, um eine grundlegende Trainingsmöglichkeit zur Handhabung einzelner, wichtiger neurochirurgischer Instrumente zu bieten. Kompliziertere Übungen zielen auf die Entwicklung von Fertigkeiten zur Tumoresektion, zur endoskopischen transnasalen Operation und zur endoskopischen Ventrikulostomie ab.

Schlussfolgerung Die umfassenden, derzeit im Simulator verfügbaren Aufgaben ermöglichen ein komplettes Training zur Entfernung von Konvexitätsmeningeomen und Gliomen.

■ Sitzung 3

Pro-Contra Clip vs. Coil bei intrakraniellen Aneurysmen: Argumente für die mikrochirurgische Behandlung

P. Vajkoczy

Neurochirurgische Klinik, Charité Universitätsmedizin Berlin, Deutschland

Für eine sinnvolle Diskussion hinsichtlich der Rolle der Chirurgie in der Behandlung zerebraler Aneurysmen ist es notwendig, 3 Entitäten von einander zu trennen: (1) Rupturierte Aneurysmen, die zu einer Subarachnoidalblutung führen und notfallmäßig versorgt werden müssen, (2) inzidentelle Aneurysmen/nichtrupturierte Aneurysmen, die elektiv versorgt werden, sowie (3) komplexe Aneurysmen, die häufig sehr groß sind oder einen fusiformen Charakter mit Teilthrombosierung und Teilverkalkung aufweisen.

In den vergangenen Jahren ist die intensivste Diskussion um die optimale Versorgung der rupturierten Aneurysmen nach Publikation der ISAT-Ergebnisse entbrannt. Diese hat eine absolute Risikoreduktion für ein schlechtes Outcome durch eine endovaskuläre Versorgung im Vergleich zum neurochirurgischen Vorgehen von 7 % ergeben. Dies wird heute als Diskussionsgrundlage herangezogen, um – häufig undifferenziert – eine „Coil-first“-Politik zu vertreten. Aber bereits nach Publikation von ISAT wurde dieser Paradigmenwechsel kritisch hinterfragt. Im Mittelpunkt stand hierbei die Kontroverse über die Generalisierbarkeit der Ergebnisse und es gibt nach wie vor keine Datengrundlage dafür, die Ergebnisse der ISAT-Population auf das Gesamtkollektiv zerebraler Aneurysmen zu übertragen. Hinzu kommt, dass die Follow-up-Ergebnisse der ISAT-Studie zeigen, dass die Überlegenheit des Coilings gegenüber dem Clipping nur von begrenzter Dauer ist. Ein klarer Unterschied findet sich nur beim 1-Jahres-Follow-up, während bei einem Minimum-Follow-up von 6 Jahren bereits kein Unterschied mehr im klinischen Outcome und auch in der Mortalität nachzuweisen ist. *De facto* verliert sich der

Vorteil des Coilings gegenüber dem Clipping nach 6 Jahren entsprechend den ISAT-Ergebnissen und die jüngst publizierte BRAT-Studie bestätigt, dass die Nachhaltigkeit des Coilings limitiert ist. Ehrlicherweise muss man hier auch einräumen, dass sich trotz des technischen Fortschritts nichts Wesentliches an den intrinsischen Problemen des Coilings geändert hat.

Im Gegensatz zu rupturierten Aneurysmen ist die Diskussionsgrundlage für die Therapieentscheidung bei elektiven Aneurysmen unstrittig. Die derzeitige Datenlage lässt es nicht zu, das Coiling als bevorzugte Therapieoption beim klassischen inzidentellen Aneurysma zu empfehlen. Bei inzidentellen Aneurysmen kommen die Vorteile des Clippings noch besser zum Tragen als bei rupturierten Aneurysmen. Im Gegensatz zu der Situation, in der sich der Operateur in einer schwierigen operativen Lage mit einem geschwollenen Gehirn durch die SAB konfrontiert sieht, ist die Operation eines Aneurysmas, vor allem in der vorderen Zirkulation, in der elektiven Situation mit einer sehr viel geringeren Komplikationsrate behaftet. Die aktuelle Studienlage zeigt, dass die Morbidität und Mortalität des Clippings der des Coilings gleichgestellt wird. Dem gegenüber steht der Wunsch des Patienten nach einem nachhaltigen und möglichst kompletten Therapieergebnis, welches das Coiling nicht zuverlässig leisten kann. Inkomplette Verschlussraten bis zu 30–40 % sowie die fehlende Durabilität der Coils sind hierfür verantwortlich. Dazu kommt, dass häufig das alleinige Coiling nicht ausreichend ist und zusätzlich eine Stent-Implantation erforderlich ist mit allen Risiken und Nachteilen.

Bei komplexen Aneurysmen ist die Situation deutlich schwieriger, da große Serien belegen, dass weder die endovaskuläre noch die mikrochirurgische Versorgung dieser Aneurysmen komplikationsarm ist und zu einem sicheren Verschlussergebnis führt. Dennoch bleibt festzuhalten, dass sich das Coiling großer bis gigantischer Aneurysmen nicht bewährt hat, sodass hier häufig mit einer zusätzlichen Stent-Einlage gearbeitet werden muss, die stets die Gefahren eines akuten Verschlusses oder einer In-Stent-Stenose birgt. Auch die Flow-Diverter können keineswegs unkritisch gesehen werden mit ernsthaften Komplikationsraten bis zu 10 %. Auf der anderen Seite muss man zugeben, dass das einfache Clipping komplexer Aneurysmen ebenfalls häufig nicht das gewünschte Ergebnis bringt. Für diesen Fall wären Therapiestrategien wie Revaskularisierung mittels eines Bypasses, das Ersetzen bzw. Ausschalten der Gefäßsegmente, die Rekonstruktion des Gefäßbaums und in einzelnen Fällen auch das Operieren in Hypothermie und Herzstillstand zu bevorzugen. Da es sich hier um rare Indikationen handelt, sollten diese seltenen Patienten in erfahrenen neurovaskulären Zentren gesammelt werden.

Zusammengefasst unterstützt die aktuelle Datenlage eine undifferenzierte und generalisierte „Coil-first“-Strategie nicht. In Abhängigkeit vom Rupturstadium des Aneurysmas, der Anatomie, der Lokalisation und der Größe des Aneurysmas muss individuell entschieden werden und in vielen Fällen wird man sich weiterhin für das Clipping als Goldstandard entscheiden, wenn es um einen kurativen und einen definitiven Therapieansatz geht.

Clip und Coil: Pro endovaskuläre Therapie

A. Gruber

Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, Österreich

Die häufig geführte Clip-vs.-Coil-Diskussion greift zu kurz, da sie die Vielzahl der mikrochirurgischen und endovaskulären Behandlungsoptionen nicht ausreichend abbildet.

Prinzipiell ist zwischen rekonstruktiven und dekonstruktiven Techniken zu unterscheiden. Rekonstruktive Verfahren, zu welchen die mikrochirurgische Klippung, die endovaskuläre Coil-Embolisation sowie die Verwendung von „neck-bridging devices“ – d. h. von Implantaten zur Überbrückung breiter Aneurysmahälsen in Vorbereitung einer (anders nicht möglichen) Coil-Embolisation – gehören, verschließen das Aneurysma unter anatomisch weitgehend korrekter Rekonstruktion des Trägergefäßes. Dekonstruktive Verfahren umfassen die Technik des proximalen – chirurgischen oder endovaskulären – Gefäßverschlusses unter Bypassschutz oder bei ausreichenden „Cross-flow“-Verhältnissen auch ohne vorherige Revaskularisationsoperation, sowie Techniken der Flow-Modifikation („flow reversal“

sowie chirurgische und endovaskuläre Verfahren der „Drosselung“ des Flusses im aneurysmatragenden Gefäßsegment).

Die Ergebnisse der ISAT-Studie legen den Schluss nahe, dass nach aneurysmatischer Subarachnoidalblutung der endovaskulären Therapieoption der Vorzug zu geben sei. Dieser Schluss ist nur für jene Subpopulation zulässig, welche nicht *ex ante* als eindeutig „chirurgischer“ oder „endovaskulärer“ Fall identifizierbar ist („clinical equipoise“). Er stellt keine Empfehlung dar, klar „chirurgische“ Aneurysmen unter suboptimalen Bedingungen und unter hohem Risiko zu embolisieren. Spätere Analysen zeigten, dass der statistisch signifikante Vorteil der endovaskulären Population in der ISAT-Studie durch das gewählte Studiendesign („intention to treat“) entstanden ist, d. h. die höhere chirurgische Mortalität war primär durch jene Patienten zu erklären, welche bereits zur mikrochirurgischen Therapie randomisiert waren und in der Wartezeit auf die Operation tödlich nachgeblutet hatten. Neukalkulationen der Ergebnisse nach dem „As-treated“-Design zeigten keinen wesentlichen Langzeitvorteil der Embolisation im Vergleich zur Operation. Gerade als diese Argumente die ISAT-Ergebnisse ernsthaft in Zweifel zogen, bestätigte das rezente „Barrow Ruptured Aneurysm Trial“ (BRAT) – unter Anwendung modernster endovaskulärer Implantate und in Konkurrenz mit exzellenten vaskulären Neurochirurgen – die ursprünglichen ISAT-Ergebnisse. Es ist nach heutiger Studienlage daher davon auszugehen, dass „embolisierbare“ Aneurysmen in der Akutphase nach Subarachnoidalblutung auch endovaskulär behandelt werden sollten.

Diese Empfehlung ist nach derzeitiger Datenlage nicht oder nur eingeschränkt auf frisch geblutete, endovaskulär problematische Aneurysmen übertragbar. Alle verlässlichen verfügbaren Daten weisen darauf hin, dass die Verwendung von „neck-bridging devices“ (inklusive der „Balloon-remodelling“-Technik) mit einer signifikant höheren interventionellen Morbidität einhergeht. Ausgehend von einer durchschnittlichen endovaskulären Komplikationsrate von 3 % liegt die Morbidität der stentgestützten Coil-Embolisation bei > 8 % (12-month stroke rate > 8 %) und jene nach Flow-Diverter-Implantation bei > 5 % (mit 2,8 % Mortalitätsrate).

Stents und Flow Diverter stellen als eigenständige Behandlungsform eine wertvolle Alternative in der Behandlung nichtrupturierter komplexer Aneurysmen in chirurgisch problematischer Lokalisation dar, da sie die endovaskuläre Rekonstruktion des ursprünglichen Gefäßlumens ermöglichen – wie es davor nur mit Aneurysmaclips möglich war („rekonstruktive Kapazität des Clips“). Da Flow Diverter ohne zusätzliche Coil-Embolisation zum Aneurysmaverschluss führen, ist bei dieser Technik – im Gegensatz zur herkömmlichen Coil-Embolisation, welche tendenziell das Ausmaß der Raumforderung noch erhöht – zusätzlich von einer Dekompression der komprimierten Strukturen in der Mehrzahl der Fälle auszugehen. Da bei Klippung raumfordernder Hirnnervenkomprimierender Aneurysmen die „number need to treat“ (NNT) bei etwa 70 liegt – d. h. beispielsweise, dass auf 70 operierte sehnervenkomprimierende Ophthalmicaaneurysmen „netto“ 1 Patient kommt, welcher von der Operation profitiert hat (24 Patienten verbessern sich, 23 Patienten verschlechtern sich, 23 Patienten bleiben neurologisch unverändert) – dürften Flow Diverter für diese Indikation einen echten Fortschritt darstellen. In der Akutphase nach Subarachnoidalblutung ist der Einsatz von Stents und Flow Divertern wegen der erforderlichen, doppelt thrombozytenaggregationshemmenden Medikation problematisch bzw. unmöglich, was die wesentliche Limitation der endovaskulären Behandlung komplexer, frisch rupturierter Aneurysmen darstellt.

Behandlung intrakranieller Aneurysmen mittels Flow-modifizierender Stents und stentgestützter Coil-Embolisation: Retrospektive 10-Jahres-Analyse

P. Dodier, W. T. Wang, A. Gruber, E. Knosp, G. Bavinzski
Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, Österreich

Ziel Darstellung unserer Erfahrungen in der Behandlung intrakranieller Aneurysmen mittels Stentimplantation und stentgestützter Coil-Embolisation.

Methodik Retrospektive Analyse von Aneurysmapatienten, die im Zeitraum von 2003–2013 mittels Flow-Modifikation (Stents, Flow-

diverting-Stents sowie stentgestützter Coil-Embolisation) endovaskulär behandelt wurden. Konfiguration, Größe und Lokalisation der Aneurysmen sowie klinische Daten wurden erhoben. Die Follow-up-Analyse des Okklusionsgrades erfolgte (mittels Angiographie, CTA, MRA) nach der Raymond-Klassifikation, das klinisch-neurologische Outcome nach der modifizierten Rankin-Skala.

Ergebnisse Zwischen Mai 2003 und Juli 2013 wurden insgesamt 156 endovaskuläre Stentbehandlungen an 147 Patienten (112 Frauen, 35 Männer) mit einem Durchschnittsalter von 53,4 Jahren (Range: 24–82) an der Neurochirurgischen Universitätsklinik Wien durchgeführt. 70,2 % (n = 99) waren in der vorderen Zirkulation lokalisiert, 93 davon an der intrakraniellen Arteria carotis interna. Mit 22 % folgten die Aneurysmen der Arteria basilaris, somit Hauptvertreter der hinteren Zirkulation. Inzidentelle Aneurysmen traten in 69 % (n = 108) und multiple (≥ 2) Aneurysmen in 25 % (n = 40) auf. Eine Blutungsanamnese (Ruptur bzw. St. p. SAB) lag in 13 % (n = 19), eine St. p. Dissektion mit Pseudoaneurysma in 6 % (n = 9) vor. Stentgestütztes Coiling wurde in 38 % (n = 60) und eine reine Stentimplantation in 62 % (n = 96, darunter 23 Flow-diverting-Stents) durchgeführt. Zwei Implantationsversuche verliefen frustant, eine schwerwiegende Komplikation (mRS 6, Nachblutung nach Stentimplantation) wurde dokumentiert. Okklusionsgrad sowie klinisches Outcome werden zum Zeitpunkt der Abstracteinreichung noch untersucht.

Schlussfolgerung Die vorliegenden Kurz- bis Langzeit-Follow-up-Daten unserer Serie zeigen zufriedenstellende progressive Thrombose- sowie Okklusionsraten der mittels Mikrostroment behandelten Patienten. Die Stentbehandlung stellt eine mit geringer Morbidität durchzuführende Behandlungsmöglichkeit komplexer breitbasiger Aneurysmen dar, sie ist eine zunehmend eingesetzte Alternative bei proximal gelegenen und schwierig zu erreichenden Aneurysmen (ACI, A. vertebraalis, A. basilaris).

Anhand ausgewählter Beispiele sollen Indikation, Behandlungserfolg und Follow-up sowie Pitfalls (Komplikationen) der vergangenen 10 Jahre an der Medizinischen Universität Wien präsentiert werden.

Broad-Based Sidewall Rabbit Aneurysms in an Artificial Siphon: Proof of Feasibility and Comparability Using CFD Simulations

B. Wambacher^{1,2}, C. Sherif^{1,2,3}, T. Haider^{1,2}, R. Plasenzotti², E. Herbig², G. Mach^{2,4}, G. Kleinpeter^{1,2}

¹Dept of Neurosurgery; ²Cerebrovascular Research Group, Krankenhaus Rudolfstiftung; ³Ludwig Boltzmann Cluster for Cardiovascular Research; ⁴Institute for Microelectronics, Vienna University of Technology, Vienna, Austria

Background and Purpose Carotid siphon aneurysms are high-risk lesions with the danger of aneurysm recanalization and rerupture. Reliable *in vivo* models are needed to improve the results of endovascular treatment of these dangerous lesions.

Materials and Methods Aneurysms were created in 13 large, New Zealand white rabbits (3.5–4.5 kg) under general intravenous anesthesia. Both common carotid arteries were transpositioned and end-to-end anastomosed, mimicking the carotid siphon. Then we sutured a vein pouch mimicking the side wall aneurysm to the outer circumference of the artificial siphon. The venous pouch was derived from the external jugular vein. Aggressive anticoagulation (intraoperative intravenous: 1000 IU heparin, 10 mg acetylsalicylic acid/kg; postoperative subcutaneous for 14 days 250 IU/kg/day heparin) and prolonged postoperative anesthesia (fentanyl patches: 12.5 µg/h for 72 hours) were applied. After 4 weeks the rabbits underwent high-field 3-Tesla 3-dimensional MR angiography. Computational fluid simulation for flow and wall shear stress analysis was performed to compare the rabbit aneurysms with human conditions. As important boundary condition for wall shear stress analysis blood viscosity was directly measured in rabbits and humans.

Results No peri- or postoperative mortality was observed using established protocols. MR angiography showed aneurysm patency in 11 out of 13 aneurysms (84.6 %). Aneurysm lengths ranged from 8.4 up to 12.3 mm and aneurysm necks from 7.3 mm up to 9.8 mm. Computational fluid dynamics showed good comparability to human conditions.

Conclusions The side wall siphon aneurysm model in the rabbit showed favourable aneurysm patency rates, low morbidity, and excellent comparability of flow properties.

Vorhersagewert des initialen CT bei traumaassoziierter Subarachnoidalblutung

V. Yushenko¹, A. Grams², C. Thomé¹, M. Ortler¹

¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie; ²Univ.-Klinik für Neuroradiologie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

Ziel Ermittlung der Treffsicherheit (diagnostic accuracy) des initialen CT bei Patienten mit SHT in Hinsicht auf die Unterscheidung zwischen spontaner SAB (sSAB, als Traumaursache) und traumatischer SAB (tSAB, als Traumafolge).

Methodik Es wurden alle Patienten eines Kalenderjahres nach SHT mit SAB im initialen CT retrospektiv erfasst. Die Bildgebung erfolgte gemäß dem Innsbrucker Schockraumprotokoll. Die Studienpopulation wurde von einer Medizinstudentin, einem Facharzt für Neurochirurgie und einer Fachärztin für Neuroradiologie anhand vordefinierter Kriterien zur CT-Auswertung in 2 Kategorien unterteilt (sSAB vs. tSAB). Als diagnostischer Standard wurden angiographische Verfahren (DSA, MRA und CTA) herangezogen. Hauptkriterien waren die Blutverteilung, das Vorhandensein von Mittellinienverschiebung und intraventrikulärem Blut und der Nachweis von Zusatzverletzungen. Sensitivität, Spezifität, NPV, PPV und die Treffsicherheit des CT als diagnostischer Test.

Ergebnisse Von 307 Patienten mit SHT haben 154 eine SAB erlitten. 111 Patienten mit einem kompletten Datensatz (CT und Angiographie) wurden in Typ I/tSAB (n = 82) oder Typ II/sSAB (n = 29) kategorisiert. Bei keinem der Patienten aus der ersten Kategorie wurde eine vaskuläre Pathologie nachgewiesen. Bei 3 Patienten, die als Typ II/sSAB kategorisiert wurden, zeigte sich ein intrakranielles Aneurysma, dessen Ruptur als Traumaursache infrage kommt. Bei strukturierter Auswertung des initialen CT konnte somit erreicht werden: Sensitivität 100 %, Spezifität 76 %, NPV 100 %, PPV 10 % und Treffsicherheit 77 %.

Schlussfolgerung Die standardisierte Auswertung des initialen CT nach SHT erlaubt als Screeningtest den Ausschluss von Patienten mit SAB, bei denen ein rupturiertes Aneurysma als Blutungsquelle und damit als mögliche Traumaursache infrage kommt.

Management of Intra-Operative Aneurysmal Rupture: Is There a Way to Practice and Simulate It in the Lab?

F. Hammadi¹, P. Dodier², E. T. Aboud¹, A. Krisht¹

¹Arkansas Neuroscience Institute, Little Rock, USA; ²Dept of Neurosurgery, Medical University of Vienna, Austria

Introduction Intraoperative rupture of an intracranial arterial aneurysm represents a feared and sometimes disastrous complication. Incidence rates vary between 6 and 40 % of cases, recent studies have referred to a rate of 9.2 %. The risk of intraoperative rupture is affected by aneurysm location, subarachnoid hemorrhage, temporary arterial occlusion, and, certainly, by the surgeon's experience and technical skills. We present a cadaveric training model to prepare residents on how to manage intra-operative aneurysmal ruptures.

Methods Artificial aneurysms were modeled and placed in the anterior circulation (MCA, ICA bifurcation, and paracallosal region, PcomA) on cadaver heads especially prepared according to the "Live Cadaver" (Perfused Cadaver model, ANI, Little Rock, USA). 40 residents were theoretically and practically trained on how to deal with intra-operative aneurysm rupture. Different clipping tenets and technical strategies were demonstrated and practised. Practical steps consisted of approaching and dissecting the cadaveric aneurysm model, the simulation of the clipping procedure was performed under unruptured and ruptured conditions.

Results The vast majority of residents performed the clipping procedure adequately and correctly. Even less experienced residents

with few or no microvascular skills showed a steep learning curve, felt more self-confident with the handling of instruments and clips, and, according to their feedback, confirmed the importance of practicing microsurgical skills in the labs using simulation.

Conclusion The "Live Cadaver" is a unique and realistic training and simulation tool for the management of intra-operative vascular injuries and aneurysmal rupture.

Intraoperative digitale Subtraktionsangiographie in einem multidisziplinär genutzten Hybridoperationssaal (Artis Zeego®, Siemens) bei neurovaskulären Eingriffen

S. Röhrer, T. Kapapa, C. R. Wirtz, R. W. König

Klinik für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Ulm, Deutschland

Ziel Implementierung eines Workflows bei navigationsassistierten neurovaskulären Eingriffen mit Kontrolle mittels intraoperativer digitaler Subtraktionsangiographie (Artis Zeego®, Siemens, Deutschland).

Methodik Im Zuge des Neubaus des chirurgischen Zentrums am Universitätsklinikum Ulm im Juni 2012 erfolgte die Inbetriebnahme des multidisziplinär (Unfallchirurgie, Gefäßchirurgie, Neurochirurgie) genutzten Hybridoperationssaals.

Dieser Hybridoperationssaal besteht aus einem robotischen multiaxialen Flat-Panel-C-Bogen-System (Artis Zeego®) in Kombination mit einem vollintegrierten Operationstisch (TruSystem 7500, Trumpf, Deutschland). Diese Integration erlaubt eine präzise Bewegungssteuerung zwischen beiden Komponenten.

Des Weiteren erfolgte die Vollintegration eines Bild- und Navigationssystems (Curve, BrainLab, Deutschland) als Schlüsselement dieses Hybridoperationssaals.

Ergebnisse Wir berichten über die ersten Erfahrungen mit mikrochirurgischen, navigationsassistierten vaskulären Eingriffen in dieser Hybridumgebung. Seit Juni 2012 wurden 20 elektive zerebrale Aneurysmen mittels Clipping und 5 arteriovenöse Malformationen in diesem Hybridoperationssaal inklusive ICG-Angiographie und intraoperativer digitaler Subtraktionsangiographie operativ versorgt.

Schlussfolgerung Wir beschreiben die Entwicklung unserer gegenwärtigen intraoperativen Prozesse für die Aneurysma- und AVM-Chirurgie. Hierbei soll besonders auf die prä- und intraoperative Angiographie und die Bildnachbearbeitung der intraoperativ akquirierten 3D-Bilddaten eingegangen werden.

Intraoperative ICG-Angiographie nach intrakraniellm Aneurysma-Clipping: Erfahrungsbericht nach Analyse von 172 Patienten mit 191 versorgten Aneurysmen

M. Krawagna, O. Ganslandt, M. Buchfelder, K. Rössler

Neurochirurgische Klinik, Universitätsklinikum Erlangen, Deutschland

Ziel Die ICG-Angiographie erlaubt nach Clip-Applikation eine intraoperative Darstellung des Blutflusses im Aneurysma bzw. in den Trägergefäßen, um eine Restperfusion bzw. Stenosierung oder Okklusion der Trägergefäße auszuschließen. Eine retrospektive Analyse der Anwendung an 172 Patienten wurde durchgeführt, um die Zuverlässigkeit der Methode zu überprüfen.

Methodik Zwischen 10/2007 und 10/2012 wurden insgesamt 172 Patienten mit 191 Aneurysmen an der Neurochirurgischen Abteilung der Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg unter Anwendung intraoperativer ICG-Angiographien operiert (119 Frauen, 53 Männer; mittleres Alter 54 a; 83 nach SAB, 89 inzidentell, 54 Acom-, 71 MCA-, 7 Pericallosa-, 16 ICA-, 1 PICA- und 42 multiple Aneurysmen; mittlerer Durchmesser 6,5 mm, 2–20 mm). Intraoperativ erfolgten zumindest eine, bei multiplen Aneurysmen zumindest 2 ICG-Angiographien, ohne dass Komplikationen auftraten. Gleichzeitig wurden auch bei allen Patienten intraoperative Mikrodoppleruntersuchungen durchgeführt. Eine postoperative DAS-Kontrolle

liegt bei 84 Patienten vor und wurde mit den intraoperativen ICG-Angiographien verglichen.

Ergebnisse Bei 9 von 172 Patienten (5,2 %) wurde intraoperativ als Konsequenz der ICG-Angiographie die Clip-Lage wegen Stenosierung der Trägergefäße (6 Patienten) oder Verschluss von Perforatoren (3 Patienten), die im Mikrodoppler nicht detektiert worden waren, modifiziert. Bei 11 Patienten (6,4 %) wurde eine Aneurysmarest-perfusion festgestellt und vor Punktion ein oder mehrere zusätzliche Clips appliziert. Beides war unabhängig von der Aneurysmalokalisation und trat etwa gleich häufig bei MCA- und Acom-Aneurysmen auf. In der Kontrollangiographie zeigten sich bei 6 von 84 Patienten (7,1 %) unerwartete kleine (< 2 mm) Reste am Aneurysmahals, die im Rahmen der ICG-Angiographie intraoperativ nicht detektiert worden waren, die allerdings ohne Konsequenz blieben und verlaufskontrolliert werden.

Schlussfolgerung Bei > 10 % der Patienten wurde intraoperativ nach ICG-Angiographie die Lage der Clips aufgrund äußerlich nicht sichtbarer Beeinträchtigungen von Trägergefäßen verändert oder zusätzliche Clips aufgrund von Restperfusionsen appliziert. Kleine, < 2 mm große Halsreste konnten allerdings durch die intraoperative ICG-Angiographie (in 7 % der Patienten) intraoperativ nicht ausgeschlossen werden.

3D-gemessenes subarachnoidales Blutvolumen in Relation zur Entwicklung eines Hydrozephalus

M. Stanojevic, C. Sherif, D. Berberovic, G. Kleinpeter
Neurochirurgische Abteilung und zerebrovaskuläre Forschungsgruppe Wien, Krankenhaus Rudolfstiftung, Wien, Österreich

Ziel Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, das 3D-gemessene Volumen des bei SAB ausgetretenen Blutes in den basalen Zisternen als prädiagnostischen Faktor für das Auftreten eines Hydrozephalus zu evaluieren.

Methodik In einer retrospektiv angelegten Studie analysierten wir konsekutiv alle Patienten, die im Zeitraum vom 01.01.2010–31.12.2011 mit aneurysmatischer Subarachnoidalblutung in der Krankenhaus Rudolfstiftung in Wien behandelt wurden. Einschlusskriterium war das Vorhandensein eines initialen digitalisierten CCT innerhalb der ersten 3 Tage nach Blutung. Auf den digitalisierten CCTs wurde das Blutvolumen computergestützt für jeden Patienten gemessen. Die Patienten wurden in 3 Gruppen stratifiziert: (1) kein Hydrozephalus, (2) akuter Hydrozephalus und (3) chronischer Hydrozephalus. Zum statistischen Vergleich der mittleren Blutvolumina zwischen den Gruppen verwendeten wir den T-Test. Ein „general linear model“ (GLM) wurde für die Varianzanalyse zur Beschreibung der Korrelation der unterschiedlichen Hydrozephalusformen verwendet.

Ergebnisse 64 Patienten wurden eingeschlossen, wovon 53 (82,2 %) weiblich und 11 (17,8 %) männlich waren. Die Mortalität betrug 20,3 % (n = 13). Insgesamt entwickelten 40 Patienten (62,5 %) einen Hydrozephalus, wovon lediglich 6 (9,38 %) shuntpflichtig wurden. 53,12 % (n = 34) hatten einen akuten Hydrozephalus. Das durchschnittliche Blutvolumen betrug in der Gruppe mit akutem Hydrozephalus 9,01 ml (\pm 5,4644), in der Gruppe mit chronischem Hydrozephalus 9,57 ml (\pm 4,1822) und in der Gruppe ohne Hydrozephalus 4,01 ml (\pm 3,0173). Mortalitätsbereinigt beträgt das Volumen in der Gruppe mit akutem Hydrozephalus 7,02 ml (\pm 4,2276), in jener mit chronischem Hydrozephalus 9,57 ml (\pm 4,1822) und in jener ohne Hydrozephalus 3,68 ml (\pm 2,3013). Es zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Patienten mit und ohne Hydrozephalus ($p < 0,0001$). Im Hinblick auf die Mortalität lag das mittlere Blutvolumen bei den überlebenden Patienten bei 5,88 ml (\pm 4,0247), hingegen bei den Verstorbenen bei 12,50 ml (\pm 6,3439; $p = 0,0004$).

Schlussfolgerung Das zisternale subarachnoidale Blutvolumen ist ein prädiagnostischer Faktor für die Entwicklung eines Hydrozephalus sowie hinsichtlich der Mortalität. Es zeigte sich weiters ein signifikanter Unterschied des Blutvolumens zwischen chronischem Hydrozephalus und der Gruppe ohne Hydrozephalus.

Repeated Combined Endovascular Therapy with Milrinone and Nimodipine for the Treatment of Severe Vasospasm

R. Madar^{1,2}, C. Sherif^{1,2,3}, B. Wambacher^{1,2}, R. Karacic⁴, P. Krafft⁵, A. Valentin⁶, D. Tscholakoff⁴, G. Kleinpeter¹

¹Dept of Neurosurgery; ²Cerebrovascular Research Group, Krankenhaus Rudolfstiftung; ³Ludwig Boltzmann Cluster for Cardiovascular Research, Vienna; ⁴Dept of Radiology; ⁵Dept of Anesthesiology and Intensive Care Medicine; ⁶Intensive Care Unit, Dept of Cardiology, Krankenhaus Rudolfstiftung, Vienna, Austria

Background and Purpose Delayed vasospasm (VSP) following aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSAH) still remains the major source of morbidity after successful aneurysm treatment. Milrinone is a phosphodiesterase III inhibitor. Additional to vasodilating effects of commonly used agents for endovascular VSP therapy, milrinone also offers positive inotropic effects. We present the results of a treatment protocol using repeated combined endovascular therapy with milrinone and nimodipine.

Methods Patient inclusion criteria were severe vasospasm and unsuccessful maximum conservative therapy defined by (1) transcranial Doppler (TCD) mean > 180 cm/s, (2) increase of > 50 % of TCD mean values within 6 hours to values > 150 cm/s, and/or (3) neurological deterioration (after exclusion of hemorrhage, hydrocephalus, and other systemic reasons). In these cases, patients were subjected directly to endovascular therapy with nimodipine 2 mg and milrinone 5–8 mg. Re-interventions were indicated aggressively and fast when patients showed persistent neurological deficits or persistently high TCD mean values of > 180 cm/s.

Results 16 patients (13.2 %) out of 121 consecutive aSAH patients received endovascular VSP therapy. Eleven patients (68.5 %) received ≥ 3 interventions (median 4; maximum 9). 87.5 % of the patients (14/16) showed postinterventional angiographic improvement of vessel diameters. 68.5 % of the patients (11/16) showed improvement of their neurological deficits after a mean follow-up time of 4.5 months. No cardiovascular adverse events of milrinone were observed in this series.

Conclusions Aggressive reintervention indications were beneficial to final clinical outcomes. Milrinone is a useful supplementary substance for endovascular VSP therapy. We will therefore also implement additional systemic milrinone administration in our treatment protocol.

Selektive intraarterielle Applikation von Nimodipin zur Behandlung schwerer zerebraler Vasospasmen nach aneurysmatischer subarachnoidaler Blutung

J. M. Lang¹, F. Götz², J. K. Krauss¹

¹Neurochirurgische Klinik; ²Neuradiologische Klinik, Medizinische Hochschule Hannover, Deutschland

Ziel Evaluation der Effektivität der selektiven intraarteriellen Applikation von Nimodipin zur Behandlung von schweren zerebralen Vasospasmen nach aneurysmatischer subarachnoidaler Blutung.

Methodik 23 Patienten (6 männlich, 17 weiblich; 22–77 Jahre) mit schweren zerebralen Vasospasmen nach aneurysmatischer subarachnoidaler Blutung wurden selektiv, transfemorale intraarteriell mit Nimodipin (2 mg Nimodipin verdünnt mit 20 ml 0,9%-Kochsalzlösung, Infusionsrate 1 ml/Min.) behandelt. Die Effektivität der Therapie wurde anhand der Gefäßkaliberänderungen, des neurologischen Status und des Verlaufs von S100B im Serum beurteilt.

Ergebnisse Insgesamt wurden 46 Gefäßterritorien (39 vorderer Kreislauf, 7 hinterer Kreislauf) bei den 23 Patienten mit Nimodipin intraarteriell transfemorale infundiert. Ein angiographischer Effekt wurde bei 22 Patienten (95,6 %) beobachtet. Bei 7 Patienten (31,8 %) war der Effekt gut (deutliche Gefäßkaliberzunahme), bei 15 Patienten (68,2 %) moderat (leichte Gefäßkaliberzunahme). Bei einem Patienten zeigte sich kein angiographischer Effekt. Klinisch ergab sich bei 11 Patienten (47,8 %) eine Besserung des neurologischen Zustands, bei 12 Patienten (52,2 %) war keine Besserung festzustellen.

4 Patienten (17,4 %) verstarben an multiplen Hirninfarkten aufgrund der schweren zerebralen Vasospasmen. Bei 2 Patienten (8,7 %) wurde ein Blutdruckabfall während der intraarteriellen Nimodipin-Gabe registriert. Schwere Komplikationen traten nicht auf. S100B (Serum) war in 4 Patienten (17,4 %) trotz intraarterieller Nimodipin-Gabe weiter hochpathologisch angestiegen. Bei 12 Patienten (52,2 %) kam es nach der intraarteriellen Gabe zu einem Rückgang der pathologisch erhöhten Werte, bei 7 Patienten (30,4 %) war S100B im Serum im gesamten Verlauf normwertig.

Schlussfolgerung Die selektive, transfemorale intraarterielle Applikation von Nimodipin sollte als Behandlungsoption bei schweren zerebralen Vasospasmen nach aneurysmatischer subarachnoidaler Blutung in Betracht gezogen werden.

Biomarker-Veränderungen bei Ischämie im Rahmen der Versorgung intrakranieller Aneurysmen

S. Tülü¹, C. Unterhofer¹, O. Petr¹, A. Grams², C. Thomé¹, M. Ortler¹

¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie, ²Univ.-Klinik für Neuroradiologie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

Ziel Die Versorgung intrakranieller Aneurysmen kann zu passagerer und permanenter Ischämie führen. Wir wollten klären, ob sich eine Ischämie in den Serumspiegeln von S100 und Neuron-Spezifischer Enolase (NSE) widerspiegelt.

Methodik Fallserie. Patienten mit chirurgisch versorgtem intrakraniellen Aneurysma. Erfasst wurden demographische Daten, Art des Aneurysmas, intrainterventionelle ischämische Ereignisse (Typ und Dauer), Serumspiegel von S100 (A1B und BB; in µg/l) und NSE (in µg/l) präoperativ und täglich postoperativ bis zum 5. Tag, Zeichen einer neuen Ischämie im MRT (DWI und FLAIR) sowie klinische Folgen der Ischämie. Serumwerte (maximale Differenz präoperativ zu postoperativ, und AUC, berechnet mittels linearer Approximation) von Patienten mit Ischämie (Gruppe M) wurden mit jenen ohne Ischämie (Gruppe O) mittels T-Test verglichen ($p < 0,05$ signifikant).

Ergebnisse In 4 Monaten wurden von 24 Patienten 8 (davon 5 weiblich), Durchschnittsalter 61 Jahre (Spannweite 44–73 Jahre), in die Studie eingeschlossen. Es handelte sich um 5 Mediaaneurysmen, 2 AComA-Aneurysmen und ein ICA-Aneurysma. Zwei Patienten hatten eine SAB erlitten (HH III bzw. V). Bei 3 Patienten (37 %, darunter die 2 Patienten mit SAB) wurde das Trägergefäß temporär geklippt. Für NSE betrug der maximale Unterschied prä- zu postoperativ in Gruppe O 2,16 (mean, $\pm 6,04$), in Gruppe M $-0,07$ (mean, $\pm 2,74$) ($\Delta = 2,286$; $p = 0,57$); die AUC betrug in Gruppe O 1667,64 (mean, $\pm 326,30$), in Gruppe M 1495,8 (mean, $\pm 477,47$) ($\Delta = -171,84$; $p = 0,56$). Für S100B betrug der maximale Unterschied prä- zu postoperativ in Gruppe O 0,0268 (mean, $\pm 0,0227$), in Gruppe M $-0,037$ (mean, $\pm 0,211$; $\Delta = 0,029$; $p = 0,75$); die AUC betrug in Gruppe O 8,060 (mean, $\pm 1,594$), in Gruppe M 14,924 (mean, $\pm 7,022$) ($\Delta = 6,863$; $p = 0,069$).

Schlussfolgerung Die Beobachtung der AUC für Serumwerte von S100B könnte ein Monitoring der periinterventionellen Ischämie bei der Versorgung intrakranieller Aneurysmen erlauben. Die vorliegenden Daten müssen in einer größeren Fallzahl validiert werden.

S100B-Serumspiegel nach neurochirurgischen Eingriffen am Gehirn

S. Krebs, E. Knosp, A. Gruber

Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, Österreich

Ziel Untersuchung einer möglichen Korrelation zwischen der Invasivität eines neurochirurgischen Eingriffs am Gehirn und den postoperativen Serumspiegeln von S100B.

Methodik Diese prospektive nichtinterventionelle Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Wien genehmigt. Es wurden 80 Patienten in 4 Gruppen zu je 20 Personen untersucht, wobei die Stratifikation der Gruppen anhand der durchgeführten Eingriffe (Resektion intraaxialer Tumoren, Resektion von Meningeomen, mikrochirurgische Klippung und endovaskuläre Embolisation nichtrupturierter, sakkulärer zerebraler Aneurysmen) er-

folgte. Arterielle Blutabnahmen erfolgten präoperativ sowie 2 und 6 Stunden postoperativ sowie am ersten postoperativen Morgen. Die statistische Auswertung erfolgte mittels Wilcoxon-Test.

Ergebnisse Das Ausmaß des postoperativen Anstiegs der S100B-Serumspiegel war von der Art des durchgeführten Eingriffs abhängig. Die postoperativen S100B-Serumspiegel nach Aneurysmachirurgie waren signifikant niedriger als jene nach Gliom- ($p < 0,001$) und Meningeomchirurgie ($p < 0,001$). Auffälligerweise waren die S100B-Serumspiegel nach Aneurysmachirurgie jedoch nur insignifikant höher als die S100B-Spiegel nach endovaskulärer Behandlung vergleichbarer, nichtrupturierter zerebraler Aneurysmen.

Schlussfolgerung Aus den vorliegenden Daten kann geschlossen werden, dass Kraniotomie und zisternale Präparation zerebraler Gefäße im Rahmen der mikrochirurgischen Klippung unrupturierter Aneurysmen vergleichsweise atraumatisch ist. Aus der Neurotraumatologie bekannte Marker wie der Serumspiegel von S100B zeigen nur geringe Anstiege, welche insignifikant höher als jene nach endovaskulärer Therapie zerebraler Aneurysmen sind. Weshalb bei Coil-Embolisation blander Aneurysmen überhaupt messbare S100B-Serumspiegelanstiege auftreten, ist nicht klar. Im Vergleich zur Aneurysmachirurgie zeigten sich bei Resektion von intra- und extraaxialen Tumoren signifikant höhere S100B-Serumspiegel, was mit der höheren mechanischen Invasivität dieser Operationen erklärbar sein dürfte.

Kognitive Plastizität nach spontaner Subarachnoidalblutung

T. Kapapa¹, D. Woischneck², I.-L. Schneider¹, A. Oechsner¹, R. König¹,

A.-K. Fladung³, C. R. Wirtz¹, C. Brand¹

¹Neurochirurgische Klinik, Universitätsklinikum Ulm; ²Neurochirurgische Klinik, Klinikum Landshut; ³Sektion Klinische Psychologie und Psychotherapie, Universitätsklinikum Ulm, Deutschland

Ziel Die Ursache von kognitiven Defiziten nach spontaner Subarachnoidalblutung ist unbekannt. Patienten sind in der Lage, kognitive Defizite wieder wettzumachen. Hauptziel der Studie war die präzise Beschreibung der kognitiven Plastizität nach spontaner Subarachnoidalblutung und die Identifizierung von klinischen Einflussgrößen.

Methodik 65 Patienten unterzogen sich nach einer spontanen Subarachnoidalblutung einer komplexen kognitiven Testung, welche 6 und 12 Monate nach Iktus anberaumt wurde. Hauptuntersuchungsmerkmale waren Aufmerksamkeit, Konzentration und exekutive Funktionen. Die statistische Auswertung bezog sich auf die Testergebnisse gemäß der Perzentile zur Normbevölkerung sowie zum Anteil der Patienten mit unterdurchschnittlichen Ergebnissen (2-fache Standardabweichung). Als klinische Einflussfaktoren wurden patienten- und behandlungsassoziierte Merkmale sowie Merkmale zur Beschreibung des Behandlungsergebnisses berechnet. Das Signifikanzniveau (Mann-Whitney-U-, Kolmogorov-Smirnov-, Kruskal-Wallis-Tests) wurde auf $p \leq 0,05$ festgelegt.

Ergebnisse Bei allen Patienten konnten mit Ausnahme des logischen Denkens, der Verarbeitungsgeschwindigkeit und des Langzeitgedächtnisses Verbesserungen der Kognition beobachtet werden. Haupteinflussnehmend auf das Ausmaß der Veränderungen von 6 zu 12 Monaten waren jedoch patientenassoziierte Merkmale wie Geschlecht ($p = 0,028$), Händigkeit ($p \leq 0,044$), schulische Bildung ($p = 0,005$), kardiale Risikofaktoren ($p \leq 0,041$), Hyperlipidämie ($p \leq 0,037$) und das Blutungsmaß gemäß dem Fisher-Score ($p = 0,006$). Die Korrelationsmaße zeigten eher schwache und sehr schwache Ausprägungen ($r = -0,26$ bis $0,36$ bei $p = 0,0001$).

Schlussfolgerung Kognitive Plastizität kann bei dem Patienten gut der spontanen Subarachnoidalblutung durchaus vorausgesetzt werden. Einschränkungen durch kognitive Defizite behindern die Wiedereingliederung ins alltägliche Leben. Daher ist die Erkennung, Klassifizierung und rasche Therapie dieser zur Wahrung eines gesamt (physisch und psychisch) guten Behandlungsergebnisses dringlich. Die Einflussmöglichkeiten, um die kognitive Plastizität während des primären stationären Aufenthalts zu verbessern, sind gering. Daher kommt der nachgelagerten Detektion größte Bedeutung zu.

Akute mikrochirurgische Revaskularisation bei intraoperativer Verletzung zerebraler Arterien

A. Gruber, W. T. Wang, J. Herta, M. Millesi, G. Bavinszki, E. Knosp
Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, Österreich

Ziel Beschreibung mikrovasculärer Techniken zum gefäß- und funktionserhaltenden Management intraoperativer Hirngefäßverletzungen.

Methodik Analyse der Indikationen und Operationstechniken anhand des intraoperativen Bilddatenmaterials und der neurologischen und neuroradiologischen Verlaufsdokumentation.

Ergebnisse Zwischen 2002 und 2012 wurden folgende 8 Revaskularisationsoperationen zur Beherrschung intraoperativer (n = 3) Gefäßverletzungen und postinterventioneller Komplikationen (n = 5) durchgeführt:

1. Bei temporärer Klippung der A. pericallosa während der zerebralen Aneurysmachirurgie wurde das Gefäß disseziert; das Gefäßterritorium distal der Dissektion wurde mikrochirurgisch durch eine Pericallosa-Pericallosa-Seit-zu-Seit-Anastomose in 10-0-Einzelknopftechnik revaskularisiert.
2. Während der Wachoperation eines links frontoinsulären Glioms kam es zur Verletzung eines A.-cerebri-media-Astes, welcher durch direkte mikrochirurgische 10-0-Einzelknopfnah End-zu-End rekonstruiert wurde.
3. Bei einer transnasalen Hypophysenadenomoperation ereignete sich eine intrakavernöse Karotisverletzung; die Blutung konnte tamponiert werden, anschließend wurde die Karotis im Bereich des iatrogenen Aneurysmas endvaskulär nach Anlage eines arteriellen Doppelpedikelbypasses verschlossen.
4. Bei Embolisation eines Acom-Aneurysmas kam es zum Prolaps des Coil-Konvolutes und so zum mechanischen Verschluss des Communicans-anterior-Komplexes; in einer Akutoperation wurden unter temporärer Klippung das Aneurysma eröffnet, die Coils extrahiert und das Aneurysma *modo classico* geklippt.
5. Bei einer weiteren Aneurysmaembolisation kam es durch Perforation der Aneurysmawand zu einer lebensbedrohlichen Nachblutung, weshalb das Aneurysma akut exploriert und geklippt werden musste.
- 6./7. Nach der Katheterembolisation zerebraler Angiome kam es in 2 Fällen zu embolischen A.-cerebri-media-Teilverschlüssen, weshalb diese Gefäßterritorien akut durch arterielle Monopedikelbypässe revaskularisiert werden mussten.
8. Während der mechanischen Thrombektomie bei embolischem Stroke zeigte sich ein dissektativer Karotisverschluss an der Schädelbasis, weshalb anstatt weiterer Thrombektomieversuche eine akute Revaskularisation über einen arteriellen Doppelpedikelbypass durchgeführt wurde.

Schlussfolgerung An neurochirurgischen Zentren mit ausreichender Expertise können Revaskularisationsoperationen zur notfallmäßigen Sofortrekonstruktion verletzter bzw. verschlossener Hirnarterien ohne Überschreitung der zerebralen Ischämiezeiten erfolgreich eingesetzt werden.

Multimodale Therapie zerebraler Angiome

S. Barthelmes, M. Mayr, G. Bavinszki, K. Kitz, E. Knosp, A. Gruber
Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, Österreich

Ziel Evaluation der multimodalen Angiomtherapie unter Einschluss von Mikrochirurgie, Embolisation und Gamma-Knife-Radiochirurgie an einem universitären Zentrum.

Methodik Retrospektive Analyse des klinischen und neuroradiologischen Datenmaterials, Erstellung einer elektronischen Datenbank anhand der aus der retrospektiven Analyse ersichtlichen erforderlichen Abfragemerkmale und zukünftig prospektive Datensammlung.

Ergebnisse Von 2001–2011 wurden 294 Patienten mit 304 zerebralen Angiomen behandelt, davon mehr als die Hälfte (152/294) nach Angiomblutung. Die mikrochirurgische Resektion wurde in der Akutphase bei raumfordernden Hirnblutungen alleine oder nach (Teil-) Embolisation des Angiomnidus eingesetzt. Nicht geblutete

Angiome wurden bevorzugt endovaskulär, neuroradiochirurgisch mit dem Gamma Knife oder durch Kombination beider Therapieformen behandelt. Dem Vorteil der nichtinvasiven neuroradiochirurgischen Therapie stand der verzögerte Wirkungseintritt und damit der bis zu 24 Monate protrahierte Angiomverschluss entgegen. Dem Vorteil des rascheren Angiomverschlusses durch Katheterembolisation standen die invasive Technik und die Abhängigkeit des Behandlungsergebnisses von der Morphologie der Angiomgefäße gegenüber. Insgesamt wurden 190 Angiome monomodal durch eine der 3 Techniken behandelt, die restlichen 114 Angiome wurden multimodal therapiert. Es wurden 41,1 % der Patienten durch monomodale Gamma-Knife-Therapie behandelt, 14,5 % ausschließlich durch Katheterembolisation und 6,9 % durch alleinige mikrochirurgische Resektion. In 28,6 % der Angiome wurde die Katheterembolisation mit Gamma-Knife-Radiochirurgie kombiniert, in 5,9 % wurde das Angiom nach präoperativer Embolisation reseziert, in 2 % wurden chirurgische Angiomreste neuroradiochirurgisch behandelt. In 1 % der Fälle mussten alle 3 Behandlungsmodalitäten eingesetzt werden. Durch diese Behandlungsstrategie konnten 143 Angiome eliminiert werden, 91 Angiome sind neuroradiochirurgisch behandelt und befinden sich in Obliteration, 70 Angiome sind teilverschlossen.

Schlussfolgerung Die multimodale Behandlung zerebraler Angiome ist mit geringer prozeduraler Morbidität möglich. Der geringen Behandlungsmorbidität ist wegen der im Vergleich zu rein chirurgischen Serien verlängerten Behandlungsdauer eine Angiomblutungsrate unter laufender Therapie von 9,5 % gegenüberzustellen.

Funktionelle Ergebnisse bei der operativen Versorgung spinaler arteriovenöser Fisteln: Ein MAD-Projekt

W.-M. Ho¹, C. Unterhofer¹, O. Petr¹, E. Gizewski², C. Thomé¹, M. Ortler¹
¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie; ²Univ.-Klinik für Neuroradiologie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

Ziel Zu spinalen arteriovenösen Fisteln existieren nur wenige Studien mit kleinen Fallzahlen über sehr lange Rekrutierungszeiträume. Wir wollten das funktionelle Outcome bei Patienten mit operativ versorgten, spinalen arteriovenösen Fisteln (AVF) untersuchen.

Methodik In der Innsbrucker Angiomdatenbank (Medizinische Universität Innsbruck Arteriovenous Database [MAD]) wurden in einem Zeitraum von 30 Monaten 21 Patienten mit arteriovenösen Fisteln (AVF) prospektiv erfasst. Von 9 Patienten mit einer spinalen AVF wurde die Subgruppe der operierten Patienten retrospektiv ausgewertet. Erfasst wurden demographische Variablen, klinischer Verlauf, morphologische Charakteristika der Fisteln, Details des Eingriffs und Komplikationen. Das klinische Outcome wurde in einer 3-teiligen Skala (gebessert, unverändert, verschlechtert) erfasst. Bildgebend wurde das Outcome dichotomisiert in vollständige Remission (angiographischer Verschluss der Fistel und völlige Rückbildung des Ödems) und unvollständige Remission (inkompletter Fistelverschluss und/oder noch nachweisbares Ödem).

Ergebnisse Im Untersuchungszeitraum wurden 4 Patienten mikrochirurgisch mit Unterstützung der intraoperativen Fluoreszenzangiographie operiert. Das Durchschnittsalter betrug 66 Jahre (39–84 Jahre), alle 4 Patienten waren Männer. Lokalisiert waren die AVFs je zur Hälfte lumbal und in der unteren BWS. Drei Patienten (75 %) hatten Sensibilitätsstörungen in den unteren Extremitäten, ein Patient wurde auffällig durch eine spastische Paraparese, in einem Fall waren die Sensibilitätsstörungen mit einer neurogenen Blasenfunktionsstörung verbunden, 1x wurde eine transiente Conus-Cauda-Symptomatik beschrieben. Der peri- und postoperative Verlauf verlief in allen Fällen komplikationslos. Der durchschnittliche postoperative Beobachtungszeitraum betrug 240 Tage (69 Tage bis 1,5 Jahre). Bildgebend zeigte sich im Verlauf bei der Hälfte der Patienten das präoperative Myelopathiesignal nicht mehr nachweisbar. Bei 2 Patienten war das Ödem regredient. Klinisch berichten alle Patienten eine subjektive Beschwerdebesserung bei klinisch-neurologischen Restdefiziten. Es zeigte sich keine Progredienz der Symptome im Verlauf.

Schlussfolgerung Die Behandlung spinaler AVFs ist interdisziplinär zu entscheiden. Die mikrochirurgische Versorgung mit intraope-

rativer Fluoreszenzangiographie-Unterstützung ist in unseren Händen eine effektive und sichere Behandlungsoption.

■ Sitzung 4

Microsurgery and Radiosurgery for Brainstem Cavernomas: Effective and Complementary Treatment Options

J. M. Frischer¹, B. Gatterbauer¹, S. Holzer¹, A. Gruber¹, K. Novak¹, W. T. Wang¹, A. Reinprecht¹, A. Mert¹, A. Mallouhi², K. Kitz¹, E. Knosp¹
¹Dept of Neurosurgery; ²Dept of Radiology, Medical University of Vienna, Austria

Objective Treatment options for brainstem cavernous malformations (BSCM) are still controversially discussed. In order to evaluate treatment options for BSCM we provide the results of a center with long-standing experience in microsurgical resection and Gamma Knife radiosurgical (GKRS) treatment of BSCMs.

Methods 67 symptomatic patients with BSCMs were treated microsurgically (n = 29) or radiosurgically (n = 38). Patients were followed-up for a minimum of 2 years (median: 7.7 years) and a recent follow-up was performed.

Results Surgically treated patients had mainly large, superficially seated lesions, experienced preoperative hemorrhages more often, and presented with higher preoperative modified Rankin Scale (mRS) scores. Radiosurgically treated patients harbored smaller, deep-seated lesions, thus reflecting a selection bias. In both treatment groups, patients presented with significantly better mRS scores at follow-up than prior to intervention. Overall annual preoperative hemorrhage rates were 3.2 % in microsurgery patients and 2.3 % in radiosurgery patients. In the preoperative observation period, the re-hemorrhage rate was 25.1 % for microsurgery patients and 7.2 % for radiosurgery patients. In the first 2 years after GKRS treatment, the hemorrhage rate was 2.6 %, but it dropped to 0.6 % after 2 years. The postoperative hemorrhage rate was 8.8 % for microsurgery patients with residual lesions. Advancements in microsurgical techniques significantly improved surgical outcomes, resulting in an excision rate of 90 % in the last decade.

Conclusion In the treatment of BSCM, patient selection and timing of surgery are crucial. When applied in a multidisciplinary neurosurgical center, micro- and radiosurgery are complimentary treatment options both resulting in favorable patient outcomes.

Anwendung von Fibertracking und intraoperativem neurophysiologischem Monitoring zur Operationsplanung tief lokalisierter Kavernome

R. Al-Schameri, R. Agic, M. Kral, L. Ritter, C. Daller, P. A. Winkler
 Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Christian-Doppler-Klinik, PMU Salzburg, Österreich

Ziel Die Anwendung von intraoperativem Monitoring und Fibertracking hat sich in den vergangenen Jahren in der Neurochirurgie etabliert. Besonders wertvoll sind diese Methoden zur Minimierung operationsbedingter Morbidität im Rahmen der Behandlung tief gelegener und eloquenter Läsionen. Lateral gelegene Thalamus-Kavernome stellen in der Neurochirurgie eine große Herausforderung dar, speziell die Auswahl und Planung des Zugangs.

Methodik An der Universitätsklinik für Neurochirurgie in Salzburg wurde in den vergangenen Jahren die Anwendung von Fibertracking und intraoperativem neurophysiologischem Monitoring in die Routine eingebunden und in die Operationsplanung integriert. Es wurden 56 Patienten mit Kavernen operiert, das Durchschnittsalter war 36 Jahre (15–74 Jahre), das Verhältnis m:f betrug 1:1. In 13 % fanden sich die Läsionen infratentoriell, in 87 % supratentoriell. Insgesamt lagen 37 % der Kavernome in eloquenten Regionen, 48 % waren tief lokalisiert.

Ergebnisse Anhand eines tief gelegenen, sehr ausgeprägten Thalamus-Kavernoms bei einem 22-jährigen Mädchen wird exemplarisch der Einsatz von Fibertracking und gleichzeitigem, intraoperativem elektrophysiologischem Monitoring demonstriert. Die Patientin kam mit einer hochgradigen Hemiparese und deutlichen aphasischen Störungen sowie als vorher inoperabel eingestuft an unsere Klinik. Der postoperative Verlauf zeigte eine Rückbildung der Parese und Aphasie. Sie wurde gehfähig und völlig autonom.

Schlussfolgerungen In der mikrochirurgischen Behandlung tief lokalisierter, symptomatisch gewordener Kavernome eröffnen sich durch die Implementierung von Fibertracking und durch die Korrelation zum intraoperativen elektrophysiologischen Monitoring neue Möglichkeiten, sodass bisher als inoperabel klassifizierte Läsionen mit gut kalkulierbarem Risiko operiert werden können. Entscheidend ist dabei in unseren Augen das exakteste Studium der funktionellen mikrochirurgischen Neuroanatomie, die Implementierung des Fibertrackings in die funktionelle Neuronavigation sowie die Korrelation zum intraoperativen elektrophysiologischen Monitoring.

The Secretomes of Apoptotic White Blood Cells Ameliorate Neurological Damage in Rats with Focal Ischemia

P. Altmann¹, T. Haider¹, D. Traxler-Weidenauer¹, M. Mildner², R. Rist³, C. Sherif^{4,5}, F. Leutmezer⁶, H. J. Ankersmit

¹Dept of Thoracic Surgery, Medical University of Vienna, and Christian Doppler Laboratory for Cardiac and Thoracic Diagnosis and Regeneration; ²Dept of Dermatology; ³Section for Medical Statistics, Center for Medical Statistics, Informatics, and Intelligent Systems; ⁴Dept of Neurosurgery; ⁵Cerebrovascular Research Group; ⁶Dept of Neurology, Medical University of Vienna, Austria

Background and Purpose The incidence of stroke is projected to rise within the next decades. The pursuit of targeting multiple pathways in the ischemic cascade is suggested to emerge as a possible treatment option. We examined the regenerative potential of the supernatant of apoptotic white blood cells (APOSEC) in a rat model of ischemic stroke.

Methods We performed middle cerebral artery occlusion in Wistar rats and administered APOSEC 40 minutes after cerebral ischemia. The effects on ischemic-lesion volumes and neurological outcome were determined. Immunoblot analyses were conducted to characterize the influence of APOSEC on neuroprotective proteins in astrocytes, Schwann cells, and other primary human cells.

Results APOSEC significantly reduced ischemic lesion volumes by 32 % compared to controls. Neurological examinations revealed a notable improvement after stroke in animals treated with APOSEC, whereas the control group showed no change over time. Furthermore, co-incubation of primary human cells with APOSEC resulted in an up-regulation of several protective proteins, such as CREB, HSP27, Akt, and Erk1/2.

Conclusions APOSEC exerts a neuroprotective effect which is based on its comprehensive capacity to reduce ischemic injury. Future studies are intended to unveil further molecular mechanisms concerning its healing properties.

Mögliche Ansätze zur Neuroprotektion nach experimentellen intrazerebralen Blutungen humaner Astrozyten

M. Stein, S. von Grote, E. Uhl, M. Oertel, W. Scharbrodt
 Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Standort Gießen, Deutschland

Ziel Ca²⁺ ist ein bekannter Kofaktor im Mechanismus des Zelltodes nach intrazerebraler Blutung (ICB). Die Serin-Protease Thrombin löst dosisabhängig neuroprotektive oder -toxische Effekte aus, vermittelt über Protease-aktivierte Rezeptoren (PAR). In dieser Studie wurden die Auswirkungen verschiedener Blutbestandteile und von Thrombin auf den Zelltod nach experimenteller ICB untersucht.

Methodik Humane Astrozyten wurden mit humanem Vollblut, Blutplasma, Erythrozytenlysat und Thrombin inkubiert. Nativer

Liquor wurde als Kontrolluntersuchung verwendet. Die intrazelluläre Ca^{2+} -Konzentration wurde mit der Fura-2-Methode untersucht. PAR-1 und PAR-4 wurden mit spezifischen Antagonisten geblockt (FR171113 und tcY-NH^2). Apoptose und Nekrose wurden mit Hoechst 33342 und Propidiumiodid untersucht.

Ergebnisse Humanes Blutplasma und Thrombin erzeugen eine einzelne breitbasige Spitze der intrazellulären Ca^{2+} -Konzentration und zeigen gegenüber der Kontrolluntersuchung erhöhte Zelltodraten (33 % vs. 6 %; $p \leq 0,001$). Reines Thrombin löst in einer Konzentration $> 500 \text{ nM}$ einen frühen Zelltod durch Nekrose aus. Erythrozytenlysat führt zu einer erhöhten intrazellulären Ca^{2+} -Konzentration vermittelt durch Adenosintriphosphat (ATP). Erhöhte Zelltodraten sind durch Erythrozytenlysat gegenüber der Kontrolle nicht auflösbar.

Eine PAR-1-Antagonisierung mit FR171113 führt zu keiner signifikanten Senkung der Zelltodraten. Eine Par-4-Blockung mittels tcY-NH^2 führt zu signifikant erniedrigten Zelltodraten (24 % vs. 33 %; $p \leq 0,001$).

Schlussfolgerung Extrazelluläre ATP-Konzentrationen nach Inkubation mit Erythrozytenlysat sind nicht hoch genug, um den Zelltod zu induzieren. Thrombin und humanes Plasma lösen in humanen Astrozyten eine erhöhte Zelltodrate aus. PAR-4-Antagonisten können *in vitro* sekundäre Schäden nach intrazerebraler Blutung vermindern.

Einfluss von Wetterbedingungen auf die Inzidenz von chronischen Subduralhämatomen, Subarachnoidal- und Intrazerebralblutungen

E. Lamprecht¹, J. Gerß², W. Stummer¹, B. R. Fischer³, B. Brokinkel^{1*}, M. Holling^{1*}
*equally contributing authors

¹Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie, Universitätsklinikum Münster; ²Institut für Biometrie und Klinische Forschung, Westfälische Wilhelms-Universität Münster; ³Abt. für Neurotraumatologie, Berufsgenossenschaftliches Universitätsklinikum Bergmannsheil, Bochum, Deutschland

Ziel Zusammenhänge zwischen Wetterbedingungen und der Inzidenz von Subarachnoidal- (SAB-) sowie Intrazerebralblutungen (ICB) werden kontrovers diskutiert, wobei diesbezügliche Publikationen für Patienten mit chronischen Subduralhämatomen (cSDH) fehlen. Ziel war es daher, mögliche Zusammenhänge für alle 3 Blutungsentitäten in einem großen Patientenkollektiv zu untersuchen.

Methodik In einer retrospektiven Studie untersuchten wir 1170 Patienten (624 Männer, 546 Frauen) mit zerebrovaskulären Ereignissen wie Subarachnoidalblutungen ($n = 485$; 43,7 % Männer; 56,3 % Frauen; medianes Alter 55 Jahre), Intrazerebralblutungen ($n = 417$; 54,4 % Männer; 45,6 % Frauen; medianes Alter 66 Jahre) und chronischen Subduralhämatomen ($n = 268$; 69,0 % Männer; 31,0 % Frauen; medianes Alter 74 Jahre), die zwischen Juni 2005 und Juni 2012 in unserer Abteilung behandelt wurden. Der Tag der stationären Aufnahme wurde mit den entsprechenden meteorologischen Parametern wie Tagesmitteltemperatur ($^{\circ}\text{C}$), relativer Luftfeuchte (%), Dampfdruck (hPa), Luftdruck (hPa), Bedeckungsgrad (in Achteln) und Windgeschwindigkeit (m/s) korreliert, wobei Wetterdaten für jeden einzelnen Tag über den gesamten Zeitraum verfügbar waren.

Ergebnisse Die Inzidenz von Subarachnoidalblutungen bzw. von chronischen Subduralhämatomen wies tendenziell eine erhöhte Inzidenz im März/April bzw. im Juli/August auf. Bei einem Vergleich der Mittelwerte der Wetterparameter an ereignisreichen und -losen Tagen innerhalb der 3 Gruppen (SAB, ICB, cSDH) konnten wir keine statistische Signifikanz feststellen ($p > 0,05$). Eine logistische Regression zeigte bei einem Vergleich der SABs mit ICBs sowie cSDHs lediglich eine erhöhte Inzidenz von SABs bei Luftdruckänderungen.

Schlussfolgerung Obwohl unsere Daten einen Hinweis auf jahreszeitliche Schwankungen der Inzidenz von SABs und cSDHs geben, erlauben einzelne Wetterparameter keine Rückschlüsse auf ein erhöhtes Auftreten von zerebrovaskulären Ereignissen. Allerdings scheint eine erhöhte Inzidenz für SABs bei Veränderungen des Luftdrucks vorzuliegen, wobei dies die Ergebnisse vorangegangener Studien bestätigt und auf mögliche zugrunde liegende Zusammenhänge hindeuten könnte.

Accessing the Anterior, Middle, and Posterior Fossae by Means of a Minimally Invasive Supraorbital Extradural Approach: Anatomical Feasibility Study and Comparative Analysis

F. Hammadi¹, P. Dodier², A. Ayyad³, E. T. Aboud¹, A. Krisht¹

¹Arkansas Neuroscience Institute, Little Rock, USA; ²Dept of Neurosurgery, Medical University of Vienna, Austria; ³Dept of Neurosurgery, Gutenberg Medical University Mainz, Germany

Background Since its first description by F. Krause in 1908, the supraorbital approach has been subject of constant changes and optimization, culminating in the keyhole concept developed and popularized by Pernecky et al in the 1990s, offering access to skull base lesions via an intradural route. However, there are still discussions regarding safety and limitations of the latter approach.

Objective A modified extradural supraorbital keyhole approach to the anterior, middle, and posterior fossae is described.

Methods The extradural supraorbital keyhole approach was performed 12 times (3 male and 3 female cadavers). Accessibility of vascular and neuroanatomical structures as well as technical feasibility were evaluated. Distances from craniotomy to specific anatomical landmarks (ipsi-/contralateral optic nerve and ICA, lamina terminalis, basilar apex, pons) were measured and compared.

Results Preoperatively defined structures such as cavernous sinus, parasellar region, tentorial notch, lamina terminalis, interpeduncular fossa, and anterior and posterior circulation were easily extradurally accessed. Brain retraction was minimal, use of retractors was not necessary in all cases.

Conclusion This modified extradural supraorbital approach significantly reduces the necessity of frontal-lobe retraction or even direct cortical contact to a minimum.

Supra- and parasellar anatomical structures are equally accessible and exposed by intra- and extradural approach.

Intraoperatives Hirnnervenmonitoring der N. III, IV, VI mittels freilaufendem EMG und Augenmuskelelektroden

C. Stögerer, G. Mengemann, S. Schweiger, H. Gritsch, R. Chrenko, J. Burtscher
Abt. für Neurochirurgie, LK Wiener Neustadt, Österreich

Ziel Wir beschreiben das intraoperative Monitoring der Hirnnerven N. III, IV, VI mittels Augenmuskelelektroden und freilaufendem EMG am LK Wiener Neustadt in den Jahren 2009–2012.

Methodik Das intraoperative Monitoring der Hirnnerven N. III, IV, VI mittels Augenmuskelelektroden wurde bei Tumoren im Bereich des Sinus cavernosus und bei großen RF der HSG eingesetzt. Die Kontrolle erfolgte mittels freilaufendem EMG durch visuelle und akustische Darstellung. Mithilfe des EMG kann über die Augenmuskelelektroden ein Muskelaktionspotenzial erfasst werden, wenn entsprechende Manipulationen des Chirurgen am Nerv oder in dessen Nähe stattfinden. Die EMG-Veränderungen werden zeitgleich zum operativen Geschehen für den Chirurgen sicht- und hörbar gemacht. Zusätzlich zum freilaufendem EMG können die Hirnnerven aktiv mittels bipolarer Kugelelektrode stimuliert und somit identifiziert werden.

Ergebnisse Von insgesamt 84 intraoperativ monitierten Patienten wurde in den Jahren 2009–2012 bei 20 Patienten ein freilaufendes EMG mit Augenmuskelelektroden verwendet. Die häufigsten Indikationen waren hierbei große Akustikusneurinome, Tumoren im Bereich des Sinus cavernosus und große petrosale Tumoren. Die Ergebnisse für das klinische Outcome und die technische Durchführbarkeit des Monitorings bzw. der Stimulation werden im Rahmen der Jahrestagung präsentiert.

Schlussfolgerungen Das intraoperative Hirnnervenmonitoring mittels Augenmuskelelektroden ist ein zuverlässiges Verfahren, welches eine zum operativen Geschehen zeitgleiche Kontrolle über die Hirnnerven N. III, IV, VI ermöglicht. Fehlerquellen können bei der Anlage der Ableitelektroden entstehen. Durch die Veränderung der

Potenziale durch Manipulation oder drohende Schädigung kann reagiert und somit das chirurgische Ergebnis beeinflusst werden.

Unterschiede in Tumor- und peritumoralem Ödemvolumen bei WHO-Grad-I- und -II-Meningeomen

M. Bauer, J. Kerschbaumer, M. Seiz, C. F. Freyschlag, C. Thomé
Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

WHO-Grad-II-Meningeomen wird im Gegensatz zu jenen ersten Grades eine höhere postoperative Rezidivrate nachgesagt. Einen möglichen Grund hierfür sieht man im vermehrt diffusen und infiltrativen Wachstum. Zudem fördert eine Infiltration von subarachnoidalen Schichten und dem angrenzenden Gewebe die Bildung von peritumoralen Ödemen.

Ziel der Studie war die Evaluation von präoperativem Tumor- und peritumoralem Ödemvolumen in Korrelation zum jeweiligen histologischen Subtyp.

Zur Erfassung der Daten wurden supratentorielle Meningeome 3D-volumetrisch bemessen. Einschlusskriterien für die Volumetrie waren einerseits die Einteilung in WHO-Grad I oder II, andererseits ein präoperativ vorhandenes MRI mit T1 + Kontrastmittel, T2, T1w oder einer optionalen Flair-Sequenz.

Letztlich konnten 48 Patienten in die Studie eingeschlossen werden, davon hatten 27 WHO-Grad-I- und 21 Grad-II-Meningeome. Nach vollständiger Auswertung der Daten und statistischer Analyse konnte zwischen den histologischen Subtypen weder beim Tumorumfang noch beim Volumen des peritumoralen Ödems ein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

Ein Grund für das Rezidivverhalten von Meningeomen zweiten Grades ist weiterhin ungeklärt und erfordert weitere Nachforschung.

Chirurgische Resektion und Funktionserhalt im multimodalen Konzept zerebraler Metastasen

K. Ungersböck, F. Marhold, R. Deinsberger
Abt. für Neurochirurgie, LK St. Pölten, Österreich

Ziel Die chirurgische Resektion zerebraler Metastasen stellt unter bestimmten Bedingungen, zum Beispiel Raumforderungen in der hinteren Schädelgrube, Tumorgöße > 3,5 cm oder unbekannte Histologie, im Therapiekonzept zerebraler Metastasen die bevorzugte Entscheidung dar. Die weitere Behandlung (Ganzhirnbestrahlung, stereotaktische Radiotherapie, Chemotherapie) wird unter anderem auch vom Karnofsky-Index maßgeblich beeinflusst.

Methodik Im Zeitraum von 2008–2012 wurden an der Abteilung für Neurochirurgie im Landesklinikum St. Pölten 89 Kraniotomien und Tumorsektionen bei zerebralen Metastasen durchgeführt. Bei 24 % der Patienten war die Raumforderung infratentoriell, bei 76 % supratentoriell, meist in eloquenten Regionen mit neurologischem Defizit gelegen. Der häufigste Primärtumor war das Bronchuskarzinom, die zweithäufigste Gruppe (23 %) stellten Patienten mit unbekanntem Primärtumor dar. In der Häufigkeit folgten mit je 11 % das Mammakarzinom und Melanom. Histologisch überwogen Adenokarzinommetastasen.

Ergebnisse Die mittleren Überlebenszeiten von Patienten mit zerebralen Metastasen werden in der Literatur aktuell mit etwa 6–8 Monaten angegeben, wobei einzelne Subgruppen jedoch eine deutlich bessere Prognose haben. Da in Abhängigkeit von der Histologie meist kombinierte Therapien notwendig sind und der Karnofsky-Index für die weitere Therapieentscheidung eine wesentliche Rolle spielt, kommt dem Funktionserhalt bei operativer Resektion eine besondere Bedeutung zu.

Der transtentorielle parafalcine Zugang zu Läsionen des Kleinhirnwurms und der Vier-Hügel-Platte

M. Ortler¹, M. Seiz-Rosenhagen^{1,2}, C. Thomé¹
¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich;
²Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Heidelberg-Mannheim, Deutschland

Ziel Läsionen des oberen Kleinhirnwurms und der Vier-Hügel-Platte werden meist im Sitzen über einen infratentoriellen suprazerebellären Weg operiert. Der interhemispherielle transtentorielle Weg, ursprünglich entwickelt als Zugang zur Pinealisloge, ist kürzer, bietet eine Sicht senkrecht auf die Pathologie, umgeht die Manipulation der Venen der Kleinhirnoberseite und kann in Bauchlage ausgeführt werden. Wir wollten Vor- und Nachteile dieses Zugangs systematisch untersuchen.

Methodik Prospektive mikrochirurgische Fallserie. Eingeschlossen wurden alle Patienten mit zerebellären und mesenzephalen Läsionen, die zwischen Januar 2011 und Juli 2013 in Innsbruck und Mannheim über einen transtentoriellen Zugang operiert wurden. Erfasst wurden u. a. demographische Daten, Pathologie, Lokalisation der Pathologie, Art der Lagerung, Art der Liquordrainage, zugangsbedingte klinische Komplikationen, zugangsbedingte Veränderungen in der postoperativen Bildgebung und Outcome.

Ergebnisse In 30 Monaten wurden 7 Patienten (2 weiblich), Durchschnittsalter 51 Jahre (22–71 Jahre) operiert. Alle Patienten wurden in Bauchlage gebracht. In 6 Fällen war der Schädel in Geradeausblick, in einem Fall leicht rotiert fixiert. Liquor wurde durch lumbale Drainage (n = 5), Punktion des Seitenventrikels (n = 1) und über liegende EVD (n = 1) drainiert. Die Pathologie konnte bei allen Patienten komplett entfernt werden (Metastase n = 3, Kavernom n = 2, Pinealoblastom n = 1, glialer Hirnstammstumor n = 1). Die postoperative Bildgebung zeigte keine Kontusionen oder Ischämie im Zugangsweg. Die postoperative Perimetrie war bei allen Patienten unauffällig. In 2 Fällen wurden Wundheilungsstörungen beobachtet.

Schlussfolgerungen Der parafalcine transtentorielle Zugang ist eine brauchbare Alternative zum infratentoriellen suprazerebellären Zugang. Besonders vorteilhaft ist der Zugang, wenn (1) Läsionen tief am Übergang zwischen rostraler Wurmoberseite und unterem Anteil der Vier-Hügel-Platte liegen und (2) eine frühzeitige Kontrolle über himstammnahe Anteile der Läsion gegeben sein muss. Bei entsprechender Lagerung des Patienten und Einsatz liquordrainierender Maßnahmen sind zugangsbedingte Schäden an Okzipitallappen und der tiefen venösen Drainage selten.

Welche Parameter beeinflussen das funktionelle Outcome beim Hypophysenapoplex?

M. Seifert, R. Schatzer, E. Gebhart, M. Mühlbauer
Neurochirurgische Abteilung, Donauespital SMZ Ost, Wien, Österreich

Ziel Die Diagnose Hypophysenapoplex wird in der Neurochirurgie in der Regel mit einer dringlichen OP-Indikation assoziiert. Die vorliegende Studie geht der Frage nach, ob ein rasches chirurgisches Vorgehen bei apoplektiformen Hypophysenadenomen zu einem besseren funktionellen Outcome führt und ob sich klinische Parameter und Risikofaktoren definieren lassen, die zu einem besseren Management dieser seltenen Entität beitragen können.

Methodik Retrospektive Analyse aller im Zeitraum 2/2003–5/2013 konservativ und operativ behandelten Patienten mit einem apoplektiformen Hypophysenadenom mit Analyse folgender Parameter: Zeitraum zwischen Auftreten von Symptomen und Operation, klinische Symptomatik, Tumorgöße, Hormontyp, stationäre Aufenthaltsdauer und klinisches Outcome. Die Daten werden im Vergleich mit der Literatur präsentiert und anhand von 2 bemerkenswerten Fallbeispielen diskutiert.

Ergebnisse 12 Patienten erfüllten die Einschlusskriterien, davon wurden 10 chirurgisch behandelt. Das typische klinische Erscheinungsbild war gekennzeichnet durch Cephalé, Ophthalmoplegie und endokrinologische Entgleisung. Bei 8 operativ behandelten Patienten betrug die Zeit zwischen Apoplex und transsphenoidaler Operation

zwischen 5 Tagen und 7 Wochen, bei 2 weiteren mit mehrjähriger Adenomanamnese wurden erst intraoperativ Einblutungen im Sinne eines Apoplex gefunden. Die Tumorgöße betrug zwischen 10 und 28 mm. Eine Verbesserung von Visus und/oder Doppelbildern wurde postoperativ in 7 Fällen erzielt, ein gutes funktionell-hormonelles Outcome ebenfalls in 7 Fällen. Adenomtyp und Tumorgöße waren ohne Einfluss auf das Outcome. Ein schlechtes funktionelles Ergebnis wurde bei schwerer klinischer Symptomatik und verzögerter OP sowie bei sehr langer Anamnesedauer gesehen.

Schlussfolgerung Ein mildes klinisches Erscheinungsbild beim Hypophysenapoplex führt häufig zu verzögerter Diagnostik und zu einer relativ späten Operation. Dennoch werden in diesen Fällen gute funktionelle Ergebnisse erzielt. Bei klinisch dramatischen Verlaufsformen kann eine rasche transsphenoidale Dekompression eine Komplettremission erwirken, eine Verzögerung von Diagnostik und Therapie hingegen zu einer bleibenden Visus- und/oder Bulbusmotilitätsbeeinträchtigung und einer dauerhaften hormonellen Substitutionspflicht führen. Das klinische Erscheinungsbild in Kombination mit der Anamnesedauer ist ein wichtiges Kriterium für das Management des Hypophysenapoplex.

Reduktion der Cutis verticis gyrata nach endonasaler transsphenoidaler Resektion Wachstumshormon-produzierender Adenome

D. Pinggera, C. F. Freyschlag, C. Thomé
Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

Ziel Cutis verticis gyrata (CVG) beschreibt eine Hypertrophie und Fältelung der Kopfhaut, welche sich in einem gyrförmigen Erscheinungsbild und einer gesteigerten Flächenausdehnung zeigt. Sie ist ein häufiges Symptom von Wachstumshormon- (GH-) produzierenden Hypophysenadenomen und oft ein erster Hinweis auf das Vorliegen einer Akromegalie.

Wir wollten zeigen, dass eine chirurgische Entfernung von somatotrophen Hypophysenadenomen mit darauffolgendem Abfall der Hormonwerte zu einer Verringerung der Gyrierung führt.

Methodik Acht Patienten (medianes Alter: 48 Jahre) mit GH-produzierenden Adenomen der Hypophyse wurden retrospektiv ausgewertet. Die Behandlung bestand aus endonasaler transsphenoidaler Resektion, gefolgt von endokrinologischen und bildgebenden Kontrolluntersuchungen. Wir verglichen die „area under the curve“ (AUC; gemessen in cm^2) in T1-gewichteten koronaren MRT-Bildern präoperativ mit den Follow-up-Untersuchungen nach 12 Monaten. Zusätzlich wurden parallel dazu die Serumspiegel von GH und Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1) verglichen und analysiert.

Ergebnisse Nach 12 Monaten zeigte sich eine statistisch signifikante ($p = 0,039$) Korrelation zwischen den sinkenden IGF-1-Serumspiegeln (median: 189,00 ng/ml) und dem Rückgang der Cutis verticis gyrata (median: 2,81 cm^2).

Schlussfolgerung Die endonasale transsphenoidale Resektion eines GH-produzierenden Hypophysenadenoms und die daraus resultierende Abnahme von IGF-1 führt zu einer Verringerung der Cutis verticis gyrata.

Einfluss des Sinus-petrosus-Samplings auf die Ergebnisse in der Behandlung des M. Cushing

S. A. Görke, C. F. Freyschlag, M. Seiz-Rosenhagen, C. Thomé
Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

Ziel Das Sinus-petrosus-inferior-Sampling ist eine Methode, um bei zentralem M. Cushing einen Seitenhinweis auf die Lokalisation des Adenoms zu bekommen. In dieser Studie soll der Nutzen des Sinus-Samplings für das Ergebnis der Operation untersucht werden.

Methodik Es wurden Daten von 15 Patienten analysiert, bei denen zwischen 2010 und 2013 bei einem M. Cushing eine mikroskopische, endonasale transsphenoidale Operation durchgeführt wurde. Untersucht wurde die Aussagekraft des präoperativ durchgeführten Sinus-petrosus-inferior-Samplings sowie der präoperativen MRT-Aufnah-

men hinsichtlich der Lokalisation des Adenoms, des histologischen Befundes und der Remission nach 3 Monaten.

Ergebnisse Bei 8 (53,3 %) der analysierten Patienten wurde präoperativ ein Sinus-petrosus-inferior-Sampling durchgeführt, bei 7 (46,7 %) Patienten nicht. In den präoperativen MRT-Aufnahmen fand sich bei 13 (86,7 %) Patienten ein radiologisch sicheres oder ein verdächtiges Adenom. Durch die operative Resektion konnte bei 9 (60 %) Patienten ein ACTH-produzierendes Adenom histologisch nachgewiesen werden, jedoch befanden sich 11 (73,3 %) Patienten 3 Monate nach der Operation in kompletter Remission. Es zeigte sich keine signifikante Korrelation zwischen einem durchgeführten Sinus-petrosus-inferior-Sampling und der Remission nach 3 Monaten ($p = 0,185$). Allerdings zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Sinus-Sampling und dem histologischen Nachweis ACTH-produzierenden Gewebes ($p = 0,02$).

Schlussfolgerung Die Durchführung eines präoperativen Sinus-petrosus-inferior-Samplings hat keinen signifikanten Einfluss auf das Erreichen einer postoperativen Remission. Allerdings zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem präoperativen Sinus-Sampling und dem histologischen Nachweis eines ACTH-produzierenden Adenoms. Daraus lässt sich ableiten, dass durch den präzisen Seitenhinweis aus dem Sinus-Sampling das intraoperative Aufsuchen des Adenoms erleichtert wird und der Tumor auch bei lediglich kernspintomographischem Verdacht zielsicher reseziert werden kann.

5-Aminolävulinsäure zur intraoperativen Visualisierung von spinalen Tumoren

M. Millesi, B. Kiesel, S. Wolfsberger, G. Widhalm, E. Knosp
Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien, Österreich

Ziel In den vergangenen Jahren hat sich der Einsatz von 5-Aminolävulinsäure (5-ALA) zur Fluoreszenz-gesteuerten Resektion von malignen Gliomen an vielen neurochirurgischen Abteilungen etabliert. Zuletzt wurde die erfolgreiche intraoperative Anwendung von 5-ALA auch bei anderen Tumorentitäten berichtet. Bisher wurde der Einsatz von 5-ALA bei spinalen Tumoren noch nicht systematisch untersucht. Ziel unserer Studie war es deshalb, verschiedene spinale Tumorentitäten systematisch auf ihren intraoperativen Fluoreszenzstatus zu analysieren.

Methodik Zwischen August 2009 und April 2013 wurde 5-ALA bei 52 Patienten mit einem spinalen Tumor vor der Operation verabreicht. Während der neurochirurgischen Operation wurde mithilfe eines modifizierten neurochirurgischen Operationsmikroskops zusätzlich der 5-ALA-induzierte Protoporphyrin-IX- (PpIX-) Fluoreszenzstatus überprüft. Speziell bei intramedullären fluoreszierenden Tumoren erfolgte am Ende der konventionellen Resektion eine nochmalige Kontrolle auf fluoreszierende Residuen. Wenn möglich wurden diese Residuen reseziert und separat zur histologischen Untersuchung eingeschendet.

Ergebnisse Insgesamt wurden bei 52 Patienten 55 spinale Tumoren reseziert (50/55) oder biopsiert (5/55). Eine positive PpIX-Fluoreszenz zeigte sich dabei in 30 Fällen (55 %): Alle 12 Ependymome, 12 Meningeome, 3 Hämangioperizytome, 2 Abtropfmetastasen von einem primären intrakraniellen Tumor und 1 Gangliogliom. Dem gegenüber konnte keine sichtbare PpIX-Fluoreszenz in 25 Fällen (45 %) nachgewiesen werden für 8 Neurinome, 5 spinale Karzinometastasen und 3 Gliome. Zusätzlich fand sich keine PpIX-Fluoreszenz bei 2 Hämangioblastomen, 2 Chordomen und bei jeweils einem Lipom, einem konventionellen Riesenzelltumor, einem malignen peripheren Nervenscheidentumor, einem amelanotischen Melanozytom und einem Paragangliom. Am Ende der Resektion wurde die Resektionshöhle bei 8 der 12 Ependymome auf einen fluoreszierenden Resttumor überprüft. Dabei zeigten sich fluoreszierende Residuen in 4 (50 %) von 8 Fällen, die zusätzlich entfernt werden konnten, und histologisch konnte in allen Fällen Tumorgewebe bestätigt werden.

Schlussfolgerung Unsere Studie zeigt, dass die 5-ALA-induzierte PpIX-Fluoreszenz auch bei bestimmten spinalen Tumoren wie vor allem Ependymomen und Meningeomen während der Operation nachweisbar ist. Besonders hilfreich ist die PpIX-Fluoreszenz zur Identifikation von fluoreszierenden Tumorresiduen.

Intraoperatives Monitoring mit der transkraniellen elektrischen Stimulation: Unsere Erfahrungen

C. Stögerer, G. Mengemann, S. Schweiger, R. Chrenko, J. Burtscher
Abt. für Neurochirurgie, LK Wiener Neustadt, Österreich

Ziel Wir berichten über unsere Erfahrungen mit der intraoperativen, transkraniellen elektrischen Stimulation mit myogener Registrierung der motorisch evozierten Potenziale (TES-MEP) an der Abteilung für Neurochirurgie des LK Wiener Neustadt in den Jahren 2008–2012.

Methodik Das intraoperative TES-MEP mittels Multipuls-Stimulationstechnik beschrieben nach der Methodik von Deletis et al. wurde verwendet. Stimuliert wurde mit subdermal lokalisierten „Cork-screw“-Elektroden über je einer Hemisphäre. Die myogene Registrierung der MEPs mittels Nadelelektroden in den akralen Muskelgruppen der Extremitäten erfolgte über ein 4-Kanal-EMG. Die Stromstärke wurde so lange gesteigert, bis eine myogene Antwort ausgelöst wurde. Die Stimulation erfolgte primär präoperativ nach Narkoseeinleitung zur Erstellung der Baseline und danach regelmäßig intraoperativ. Die MEPs wurden analysiert und die Veränderungen der Amplituden und Latenzen im Bezug zur Baseline am Monitor dargestellt. Der Ablauf des Procederes wurde dann in einem standardisierten Protokoll registriert.

Die Indikationen für das TES-MEP-Monitoring sind Raumforderungen und pathologische Prozesse im Bereich des Myelons und des Hirnstamms zur Kontrolle der funktionellen Integrität der kortikospinalen Bahnen.

Ergebnisse Von insgesamt 84 intraoperativ monitierten Patienten wurden im Zeitraum von 2008–2012 6 TES-MEP-Untersuchungen durchgeführt. Die Indikation waren ausschließlich intramedulläre Tumoren (1× C3–4, 1× C5–6, 1× C5–7, 1× Th 5–6, 2× Th 9–10). Die Ergebnisse für das klinische Outcome und die technische Durchführbarkeit des Monitorings bzw. der Stimulation werden im Rahmen der Jahrestagung präsentiert.

Schlussfolgerung Das intraoperative Monitoring mittels TES-MEP ist im LK Wr. Neustadt ein standardisiertes Procedere, welches die intraoperative Kontrolle über die funktionelle Integrität der kortikospinalen Bahn zuverlässig ermöglicht. Nach unseren Erfahrungen kann die TES-MEP die OP-Strategie beeinflussen, die Radikalität der Resektion optimieren und das Risiko eines postoperativen neurologischen Defizits reduzieren.

Surgical Outcome for Spinal Intramedullary Tumors

K. M. Schebesch, J. Höhne, M. Proescholdt, A. Brawanski
Dept of Neurosurgery, University of Regensburg Medical Center, Regensburg, Germany

Objective Intramedullary tumors are exceedingly rare, accounting for only 2–4 % of all CNS neoplasms. The majority is graded as benign, however, surgical treatment is difficult with up to 30 % aggravation of neurological impairment. We analyzed a consecutive series of patients presenting with intramedullary tumors, who were treated at our department. We especially focused on the extent of resection, functional outcome, and the frequency of recurrence.

Methods We investigated 53 patients (23 female, 30 male) receiving microsurgical resection for intramedullary spinal tumors at our department between 2003 and 2011. Mean age was 46.3 years (range: 0.9–82.7); maximal diameter, edema, intratumoral hemorrhage, and cranio-caudal extension of the tumor were determined based on preoperative MRI. Tumor consistency, midline detection, piece meal or *en bloc* resection, as well as the EOR were extracted from the surgery reports. Outcome was measured by means of the Karnofsky (KPI), the McCormick (MCS), and the Medical Research Council Neurological Performance (MRC-NPS) scores. In addition, paresis grade (0–5) and the extent of sensory deficits, spasticity, bladder dysfunction, ataxia, and pain were recorded.

Results The most frequent histological diagnosis was ependymoma followed by astrocytoma and hemangioblastoma. The majority of tumors corresponded to WHO grade II (32.1 %), the mean MIB-

labeling index was 14.1 %. Surgical mortality and morbidity were 0 % and 7.6 %, respectively. Mean duration of symptoms was 17.8 months (0.5–120). Gross total resection (GTR) was accomplished in 73.6 % of all cases, with ependymal histology showing significantly better results ($p < 0.01$). Tumor recurrence was observed in 11.3 %, with a significant correlation in uni- and multivariate analysis between age, histology, grading, MIB-1 labeling, and recurrence. The KPI remained stable, however, both MCS and MRC-NPS improved significantly at follow-up after being stable immediately after surgery ($p < 0.001$). At follow-up, pain and sensory deficits showed the best results with improvement in 67.9 % and 64.2 %, respectively, and worsening in only 5.7 % and 11.3 %, respectively. In contrast, paresis and bladder dysfunction improved only in 13.2 % and 20.8 %, respectively, and worsened in 17.0 % and 13.2 %, respectively. Interestingly, GTR specifically improved both MCS and bladder dysfunction.

Conclusion Microsurgical resection improves preferentially and significantly pain and sensory deficits, whereas paresis and vegetative function show significantly worse results.

■ Sitzung 5

Delivery of RNA Cargo by Microparticles to Ntera-2 Cells Induces Changes in the Expression Pattern of Cellular mRNAs

S. Patz¹, C. Trattnig¹, M. Absenger², S. Wissa³, J. Archelos-Garcia⁴, U. Schäfer¹
¹Research Unit for Experimental Neurotraumatology, Dept of Neurosurgery;
²Center of Medical Research; ³Dept of Neurosurgery; ⁴Clinical Division of General Neurology, Dept of Neurology, Medical University of Graz, Austria

Introduction We have shown that microparticles (MP) are present in human cerebrospinal fluid carrying regulatory proteins, mRNA, and miRNA. Comparing microparticle content from TBI patients and healthy patients shows that microparticles isolated from TBI patients differ in several ways. This strongly points to a damage-induced differential packaging. One of the prominent differences is the presence of miRNA451 in TBI microparticles, which is completely absent in healthy controls.

Our aim is to show the ability of microparticles to shuttle their information to target cells, to elucidate the effect of miRNA451 on cellular mRNA expression patterns.

Methods CSF was serially centrifuged and MPs isolated from injured and healthy patients. Microparticles were stained and applied to Ntera-2 cells. Microparticles were characterized and added to Ntera-2 cells.

Results The ability of CSF microparticles to deliver their constituents to target cells was investigated by incubating microparticles with undifferentiated NTERAs. Microparticles are found localized on Ntera-2 cells. Moreover, non-superposition of green fluorescent RNA and red fluorescent membranes indicates that this occurred by a fusion-and-release process.

This result is underlined by the fact that after stimulation with miRNA451-positive microparticles isolated from patients with cerebral injury miR451 target mRNA expression in NT2 cells is significantly decreased. This effect is not observed in NT2 cells treated with microparticles derived from healthy subjects.

Conclusion We confirmed the ability of CSF microparticles to transfer their “RNA cargo” to target cells *in vitro*. Confocal microscopy revealed labelled microparticle membranes and microparticle RNA to be located at different sites within Ntera-2 cells, indicating a delivery mechanism involving membrane fusion rather than endocytosis had taken place. The presence of miRNA451 negatively regulates its target mRNA in NT2 cells. Thus, miRNA451 increase seems to be a consequence of cell injury/damage, thereby very likely influencing mRNA expression of factors highly involved in regeneration and neurogenesis.

The Expression of miRNA-451 in the Brain after TBI

C. M. L. Di Giuro, S. Patz, M. Ücal, K. Kraitsy, U. Schäfer
Research Unit Experimental Neurotraumatology, Dept of Neurosurgery, Medical University of Graz, Austria

Introduction We have shown the expression and the localisation of miRNA 451 in brain tissue. miRNA-451 seems to play a role in erythroid maturation in zebrafish, mice, and humans. miRNA-451 also plays a role in the regulation of tumor growth in glioblastoma as a tumor suppressor factor. Studies have shown that miRNA-451 inhibits cell growth proliferation and invasion and enhances apoptosis. We found miRNA-451 in the cerebrospinal fluid (CSF) derived from TBI patients but not in CSF from healthy patients: miRNA-451 appears to have a role in the regulation of early neurogenic process.

Method Adult male Sprague Dawley rats were transcatheterially perfused, the brains were formalin-fixed, paraffin-embedded, and sliced. TBI was induced by fluid percussion injury (< 2.50 atm: moderate trauma; > 2.50 atm: severe trauma). We performed *in situ* hybridization (ISH) on brain slices extracted from both healthy and injured rats. A true scrambled probe was used as a negative control.

Results miRNA-451 is expressed in cerebral tissue, particularly in the dentate gyrus. In healthy animals, miRNA-451 was observed in the dentate gyrus in the granular and subventricular zones. We also showed down-regulation of miRNA-451 staining intensity in the ipsilateral side of the dentate gyrus after traumatic brain injury.

Conclusions These results could indicate a role of miRNA-451 in the maintenance and possibly induction of maturation processes. Down-regulation after TBI can indicate initiation of regeneration after injury such as proliferation and migration of neuronal precursor cells.

Auswirkungen der Hyperbaric Oxygen Therapy (HBOT) nach Schädel-Hirn-Trauma im Tiermodell

K. Kraitsy¹, M. Ücal¹, S. Patz¹, U. Fasching¹, I. Trezer², F. Pfleger¹, F. Smolle-Jüttner², C. Porubsky², S. Grossauer³, L. Bruckmann³, U. Kraitsy¹, T. Pekar⁴, A. Weinberg⁵, U. Schäfer¹

¹FE Experimentelle Neurotraumatologie, Univ.-Klinik für Neurochirurgie; ²Klin. Abt. für Thorax- und Hyperbare Chirurgie; ³Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Graz; ⁴Univ.-Klinik für Neurologie; ⁵Univ.-Klinik für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, Medizinische Universität Graz, Österreich

Ziel Ziel der durchgeführten Studie war es, die Effekte einer hyperbaren Sauerstofftherapie nach Schädel-Hirn-Trauma im Tiermodell zu untersuchen und positive Ergebnisse in einen möglichen Therapieansatz im klinischen Bereich einfließen zu lassen.

Methodik Männlichen Sprague-Dawley-Ratten wurde mithilfe des Lateral-Fluid-Percussion-Device eine zerebrale Schädigung zugefügt. Die Schwere der Schädigung war abhängig vom ausgeübten Druck, wobei zwischen moderatem (< 2,5 atm) und schwerem (> 2,5 atm) Trauma unterschieden wurde. Als Kontrolle wurden SHAM-operierte Tiere genommen. Nach dem Trauma kamen die Tiere eine Stunde lang in eine spezielle Druckkammer. In dieser herrschten ein Druck von 2,2 atm und eine Sauerstoffsättigung von knapp < 100 %. Die Regeneration wurde mithilfe von somatosensibel evozierten Potenzialen (SEP) gemessen. Parallel dazu wurde das Verhalten der Tiere mit Rotarod-Test, Grip-Strength-Meter, Composite Neuroscore und Barnes-Maze-Test untersucht. An zuvor definierten Zeitpunkten (4 d, 1 w, 2 w und 3 w) wurden die Tiere getötet und der Grad der Demyelinisierung mittels Immunhistochemie und Western Blot analysiert.

Ergebnisse Bei den SEP-Messungen kann man zu den frühen Zeitpunkten (4 d, 1 w, 2 w) keine Unterschiede zwischen den therapierten und untherapierten Tieren nach Trauma feststellen. Erst zwischen der zweiten und dritten Woche sieht man einen Unterschied in der Dauer der Reizweiterleitung (CCT ms). Die Tiere mit HBOT zeigen eine signifikante Verbesserung gegenüber den Tieren ohne HBOT. Diese Ergebnisse konnten auch bei den Western-Blot-Analysen des Myelin-Basic-Proteins nachgewiesen werden. Auch hier zeigen sich signifikante Verbesserungen nach 3 Wochen mit HBOT.

Beim Rotarod-Test konnten signifikante Verbesserungen nach einer Woche bzw. 3 Wochen, beim Composite Neuroscore nach 2 bzw. 3 Wochen nach schwerem Trauma mit HBOT gezeigt werden. Beim Grip-Strength-Meter sieht man keine signifikanten Unterschiede mit und ohne HBOT.

Schlussfolgerung In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass mithilfe einer hyperbaren Sauerstofftherapie nach Schädel-Hirn-Trauma im Tiermodell der Zerstörung der Myelinfasern entgegen-gewirkt werden kann, wobei sich eine signifikante Verbesserung erst nach ca. 3 Wochen einstellt.

Effects of Hyperbaric Oxygen Therapy (HBOT) on Post-Traumatic Gene Expression and Nitric Oxide (NO) Levels: An Experimental Neurotrauma Study

M. Ücal¹, K. Kraitsy¹, A. Weidinger², I. Tezer³, S. Patz¹, U. Kraitsy¹, A. Kozlov², U. Schäfer¹

¹FE Experimentelle Neurotraumatologie, Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Graz; ²Ludwig-Boltzmann-Institut für Klinische und Experimentelle Traumatologie, Wien, Österreich; ³Zmir Katip Celebi University, Atatürk Education and Research Hospital, Underwater and Hyperbaric Medicine, Izmir, Turkey

Aim Investigation of the effects of HBOT on gene expression and NO levels of rat brains following experimental traumatic brain injury (TBI).

Method TBI was induced by lateral fluid percussion (LFP) in Sprague Dawley adult male rats (moderate < 2.5 atm < severe). Animals were treated with 2.2 atm oxygen (100 %) for 1 h with repetitive sessions up to 2 days post-TBI, where applicable. Sham controls received only anaesthesia and head skin incision with or without HBOT post-surgery. DETC-Fe spin trapping was used for detection of NO at 4 h. Paramagnetic nitrosyl iron complex was quantified by electron paramagnetic resonance. Hippocampal and cortical mRNA expressions of nNOS, iNOS, LIF, NT4, and RIPK3 were analysed by RT-PCR. G6PDH was used as internal control.

Results Rapid increase in NO and iNOS but not in nNOS levels was observed within 4 h post TBI (independent of severity) mainly in the ipsilateral cortex, indicating iNOS as an NO source. HBOT did not affect post-TBI NO and iNOS levels. However, nNOS expression in the ipsilateral cortex was significantly enhanced by HBOT at 1, 2, and 3 days post TBI, mainly in the severely injured group. NT4 and LIF expressions were found to be suppressed following TBI in the ipsilateral hippocampus and this suppression was enhanced by HBOT treatment, while there was no such effect in cortical expression either by TBI alone or combined with HBOT. RIPK3 expression was increased after 1 day post TBI in both the cortex and hippocampus, and HBOT had a suppressive effect on RIPK3 levels in the cortex, but not in the hippocampus.

Conclusion HBOT has been considered to have beneficial effects to reduce ischaemic insult after TBI. Our results show that it might have differential effects in brain sub-regions early after TBI. Suppression of RIPK3, regulator of necroptosis, in the cortex and suppression of neuroprotective gene expression in the hippocampus is indicative of such a dual effect, beneficial and detrimental, respectively.

Systematischer Vergleich verschiedener Verfahren der Kranioplastik: Eine retrospektive Untersuchung

J. Kraschl¹, H. Rauter¹, E. Uhl², G. H. Vince¹

¹Abt. für Neurochirurgie, Klinikum Klagenfurt, Österreich; ²Neurochirurgische Klinik, Justus-Liebig-Universität Gießen, Deutschland

Ziel Die dekompressive Kraniektomie ist eine etablierte Methode zur Senkung eines bedrohlichen Hirndrucks bei Trauma und Hirninfarkten. Für die spätere plastische Deckung des Kraniektomiedefekts stehen verschiedene Verfahren zur Auswahl, die sich im Hinblick auf Komplikationsraten und Kosten deutlich voneinander unterscheiden. Die vorgeliegende Studie vergleicht Ergebnisse einer plastischen Deckung mittels Eigenknochen (autologes Transplantat), freihandmodelliertes Palacos und „patient-specific implant“ (PSI).

Methodik Es wurde eine retrospektive Untersuchung von 290 Kranioplastien durchgeführt, die im Klinikum Klagenfurt im Zeitraum von Januar 2003 bis Juni 2013 durchgeführt wurden. Bei 173 Patienten wurde der autologe Knochen reimplantiert, 113 erhielten eine Palacosplastik und 4 ein PSI-Implantat. Das Follow-up erfolgte über 10 Jahre.

Ergebnisse In 36 % (n = 107) musste eine Revisionsoperation erfolgen: In 58 % (n = 63) betraf dies die Palacosplastik und in 40 % (n = 43) die autologe Reimplantation. Revisionen wurden am häufigsten aufgrund von Empyemen (31 %) und Nachblutungen (16 %) durchgeführt. Im Vergleich der beiden Auswertungszeiträume wurden nach 2008 mehr autologe Knochendeckel reimplantiert; die operative Revisionsrate war geringer. Des Weiteren wurde eine Auswertung der Implantatkosten und der Krankenhausliegedauer durchgeführt.

Schlussfolgerung Die Kranioplastie mit PMMA stellt einen vergleichsweise einfachen operativen Eingriff dar, der jedoch mit einer signifikanten Komplikationsrate einhergehen kann. Durch den Einsatz von autologen Knochenimplantaten konnte die Revisionsrate gesenkt werden. Derzeit wird die Verwendung von PSI-Implantaten evaluiert, die jedoch mit deutlich erhöhten Kosten verbunden sind.

Rekonstruktion großer Schädeldefekte mittels Stereolithographie und Poly-Methyl-Acrylat (PMMA): Eine neue Technik zur intraoperativen Modellanpassung

C. Unterhofer¹, M. Verius², W. Recheis², C. F. Freyschlag¹, C. Thomé¹, M. Ortler¹
¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie, ²Univ.-Klinik für Radiologie, Medizinische Universität Innsbruck, Österreich

Ziel Klinische Ergebnisse nach Deckung großer Schädeldefekte mittels stereolithographischer Rekonstruktion und PMMA werden als kostengünstige hausinterne Alternative zu gängigen Alloimplantaten vorgestellt.

Methodik 21 konsekutive Patienten mit großen Schädeldefekten wurden retrospektiv analysiert. Die knöchernen Defekte wurden auf der Basis von Computertomographiebildern rechnerunterstützt 3-dimensional rekonstruiert (CAD). Durch die vorhandenen CAD-Daten konnte mittels eines „Rapid-prototyping“-Verfahrens ein Acrylnitril-Butadien-Styrene-Modell des Schädels gebaut werden. Diese Modelle wurden präoperativ gassterilisiert und dienten intraoperativ als sterile Vorlage bei der Rekonstruktion der Schädeldefekte aus PMMA. Das kosmetische Ergebnis wurde mittels Schulnoten 3 Monate nach der Operation bewertet.

Ergebnisse Die mittlere Größe der rekonstruierten Defekte betrug 71,18 cm² (Mittelwert 76 cm², Range: 20–117 cm²). Die mittlere Operationszeit betrug 125 Minuten (Range: 71–261 Minuten). Bei allen Patienten war intraoperativ eine gute Passform des modellierten Implantats gegeben. Drei Patienten (14 %) wurden revidiert (ein Patient wegen eines postoperativen subduralen Hämatoms und 2 Patienten wegen einer Luxierung des Fixierungssystems). Die mittlere postoperative Beobachtungszeit betrug 22 Monate (Range: 3–41 Monate). Bei 17 Patienten (81 %) wurde ein exzellentes, bei 3 (14 %) ein gutes und bei einem Patienten (5 %) ein nicht zufriedenstellendes kosmetisches Ergebnis erreicht. Die Kosten des Implantates betrugen ungefähr € 550,-.

Schlussfolgerung Schädeldefektrekonstruktion mittels PMMA auf der Basis von 3-dimensional rekonstruierten Patientenmodellen stellen eine einfache, jederzeit reproduzierbare und kostengünstige Alternative zu gängigen, industriell hergestellten Alloplastiken dar.

Cranioplasty with the Titanium CAD/CAM-Implant Craniotop®

J. Höhne, A. Brawanski, K. M. Schebesch
 Dept of Neurosurgery, University Hospital of the University of Regensburg, Germany

Objective Cranioplasty restores and preserves cranial function, reshapes the neuro- and viscerocranium, and prevents complications after skull bone resection. With a multitude of evaluated materials a considerable amount of pitfalls and periprocedural complications still remains. In this retrospective study, we report our experience in utilizing the innovative titanium computer-assisted design/computer-assisted model (CAD/CAM) implant Craniotop® (CL Instruments, Germany) for reconstruction of the skull. The cranioplasty is simply laid over the defect without dissection of the dura. Then, mini skull screws are applied to fix the implant.

Method In this retrospective analysis, we included 50 consecutive patients (22 female, 28 male; mean age 50 years) in whom Craniotop® cranioplasty was performed between November 2010 and November 2012 at our neurosurgical department. Patient data collected for evaluation included demographic and procedure-related data, indication, and outcome parameters. Postoperative imaging (CT scan [n = 48], MRI [n = 5]) was screened for passing accuracy, artifacts, and for relevant hemorrhages.

Results The most common indications were post-malignant infarction (n = 12) and skull base meningiomas (n = 7). Mean operation time was 124 min (range: 78–237 min). In the postoperative CT scan, accurate fitting was confirmed in all patients. One epidural hematoma was detected radiographically, resulting in surgical revision. The cosmetic result was excellent in all cases. During follow-up, cranioplasty had to be explanted in 5 patients (wound dehiscence [n = 2], empyema [n = 2], CSF fistula [n = 1]) but was replanted successfully later on. One patient died after developing a brainstem hemorrhage on the first postoperative day, presumably unrelated to cranioplasty. We did not record any new postoperative seizures or neuropathies. Postoperative MRI was free of any relevant artifacts.

Conclusion The cosmetic and radiographic results of the Craniotop® cranioplasty were excellent in all patients (100 %) and postoperative MRIs were assessable without problems. The postoperative complication rate was relatively high at 12 %. However, the rate of procedure-related complications in cranial reconstructive surgery ranges from 0–34 %. To our knowledge, this is the first study evaluating this special medical device in a large cohort.

Spontane Rückbildung ausgedehnter akuter Subduralhämatome: Wie valide sind prognostische Faktoren?

E. Strasser¹, L. Lomoschitz², F. Marhold¹, K. Ungersböck¹
¹Abt. für Neurochirurgie; ²Institut für Medizinische Radiologie, Diagnostik, Intervention, LK St. Pölten, Österreich

Ziel Das akute posttraumatische Subduralhämatom stellt üblicherweise eine sofortige Operationsindikation dar. Unter bestimmten Umständen, zum Beispiel weite, nicht reaktive Pupillen bei massiver Mittellinienverlagerung und Mittelhirneinklemmung, kann im Einzelfall die Entscheidung getroffen werden, keine chirurgische Intervention durchzuführen.

Methodik Wir stellen den klinischen und radiologischen Befund von 3 Patienten mit akutem Subduralhämatom vor, welche wegen der schlechten Prognose zunächst nicht operiert wurden. Bei allen 3 Patienten kam es innerhalb von 24 Stunden zu einer raschen spontanen Reduktion der Ausdehnung des Subduralhämatoms, welche mit einer nicht mehr erwarteten Verbesserung des klinischen Zustands einher ging. Bei jedem dieser Patienten wurde in weiterer Folge das Subduralhämatom über eine osteoklastische Kraniotomie entleert.

Ergebnisse Die unerwartete Wendung im klinischen Verlauf und des CT-Befundes veranlasste uns, die ursprünglich getroffene Entscheidung zu revidieren und die Operation durchzuführen, wobei der

postoperative Verlauf durch eine lange Behandlung an der Intensivstation gekennzeichnet war.

Schlussfolgerung Die spontane rasche Rückbildung eines akuten Subduralhämatoms wird in der Literatur vereinzelt beschrieben. Als möglicher Mechanismus wird ein Auswaschen des Hämatoms durch den Liquor diskutiert. Die Möglichkeit der spontanen Rückbildung akuter traumatischer Subduralhämatome kann unter bestimmten Bedingungen zu einer Änderung der Therapieentscheidung führen.

Die Trigonum-lemnisci-Gruppe der dorsolateralen perforierenden Arterien und daraus drainierenden Venen und ihre Bedeutung für die mikrochirurgischen Zugänge zum Hirnstamm: Eine mikrochirurgisch-neuroanatomische Grundlagenstudie

P. A. Winkler, C. Daller, S. O. Tomasi, R. Al-Schameri
Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Forschungslabor für Mikrochirurgische Neuroanatomie, Christian-Doppler-Klinik, PMU Salzburg, Österreich

Ziel Die ventralen Perforantes-Zonen sind gut untersucht und bekannt. Die dorsalen und dorsolateralen Durchtrittstellen für die kleinen perforierenden Arterien zum Hirnstamm sind zwar auch als so genannte „dorsal-perforation zones“ beschrieben, aber bezüglich ihrer quantitativen Verteilung und ihres Ursprungs nicht exakt definiert. Die subtile Kenntnis der vaskulären Versorgung dieser hochsensiblen Region ist von entscheidender Bedeutung für die mikrochirurgischen Zugänge und endovaskulären Eingriffe in dieser Region.

Methodik Im Labor für Mikrochirurgische Neuroanatomie der Universitätsklinik für Neurochirurgie in Salzburg wurden 22 Hemisphären untersucht, wobei die von uns definierte „Trigonum-lemnisci-Gruppe“ der in das Mesenzephalon perforierenden Arterien und der daraus drainierenden Venen im Fokus stand. Die Untersuchungen erfolgten unter dem Operationsmikroskop mit stärkster Vergrößerung und die Messungen mithilfe eines digitalen Messinstruments. Die venöse Drainage und die arteriellen Perforantes wurden bezüglich ihrer Verteilung und ihres Ursprungs klassifiziert.

Ergebnisse Die Vena mesencephalica lateralis als wichtigste supra-infratentorielle venöse Anastomose war in allen Präparaten (100 %) mit einem Durchmesser von 1,07 mm nachzuweisen. Vier Verlaufstypen der V. mesencephalica lateralis wurden identifiziert und klassifiziert. Kleine venöse Zuflüsse zur V. mesencephalica lateralis mit Ursprüngen aus dem Crus cerebri, Tectum und Trigonum lemnisci wurden gefunden. Die perforierenden Arterien zum Trigonum lemnisci und zur dorsolateralen Perforanzzone stammen aus der A. cerebelli superior sowie aus den kollikulären und perikollikulären Arterien und über diese aus den P1- und P2-Segmenten der A. cerebri posterior.

Schlussfolgerungen Das Trigonum lemnisci liegt zwischen den aufsteigenden sensiblen und den absteigenden motorischen Bahnen und stellt eine dorsolaterale mikrochirurgische Eintrittsmöglichkeit in das Mittelhirn dar. Eine subtile Kenntnis der vaskulären Topographie der hier lokalisierten dorsalen Perforanzzone ist eine unbedingte Voraussetzung für erfolgreiche mikrochirurgische Zugänge in dieser hochsensiblen Hirnregion.

Diskonnektion bei der posterioren hemisphärischen Quadrantenepilepsie: Erfahrungen in einer konsekutiven Serie von 10 Patienten

C. Dorfer¹, M. Feucht², T. Czech¹
¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie; ²Epilepsie Monitoring Unit, Univ.-Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde, Medizinische Universität Wien, Österreich

Ziel Das Outcome nach funktioneller Hemisphärektomie bei therapieresistenter Epilepsie ist gut untersucht. Bei Patienten mit einer multilobären/subhemisphärischen Epilepsie fehlen allerdings vergleichbare Daten.

Methodik Hierbei handelt es sich um eine retrospektive Analyse prospektiv gesammelter Daten von 10 konsekutiven Patienten, bei

welchen eine temporo-parieto-okzipitale (TPO-) Diskonnektion am Epilepsiezentrum Wien durchgeführt wurde.

Ergebnisse Es wurden 3 männliche und 7 weibliche Patienten operiert (medianes Alter: 8,7 Jahre, Range: 4,2–22,1). Die betroffene Hemisphäre lag bei 3 Patienten links und bei 7 rechts. Das mediane Alter der Patienten bei Epilepsiebeginn war 3,0 Jahre (Range: 0,2–8,3). Die mediane Epilepsiedauer vor der Operation war 5,2 Jahre (Range: 1,3–17,2). Die zugrunde liegende Pathologie war TPO-Malformation der kortikalen Entwicklung bei 5 Patienten, sowie venöse Infarzierung, posteriore Quadrantenatrophie, Sturge-Weber-Syndrom, kortikale Beteiligung eines systemischen Lupus erythematoses und Gliose nach Tumorbehandlung bei jeweils einem Patienten. Bei 6 Patienten wurde eine reine TPO-Diskonnektion durchgeführt; bei 2 Patienten wurde der Temporallappen reseziert und der parieto-okzipitale Lappen diskonnektiert. Die übrigen 2 Patienten hatten einen vorangegangenen epilepsiechirurgischen Eingriff, der zu einer TPO-Diskonnektion erweitert wurde: Diskonnektion des Okzipitallappens (n = 1) und Resektion des Temporallappens (n = 1). Wir hatten keine intraoperativen Komplikationen. Kein Patient benötigte eine Bluttransfusion. Kein Patient entwickelte eine behandlungswürdige Liquorzirkulationsstörung. Neun von 10 Patienten sind anfallsfrei (Wieser-Klasse 1a) nach einer medianen Follow-up-Zeit von 2,1 Jahren (Range: 4 Monate bis 8,1 Jahre).

Schlussfolgerung Die TPO-Diskonnektion ist ein sicherer und effektiver, die motorische Funktion erhaltender epilepsiechirurgischer Eingriff bei ausgewählten Patienten. Technische Hilfsmittel verbessern die intraoperative Visualisierung und Orientierung und ermöglichen dadurch einen kleineren und weniger invasiven Zugang als bisher vorgeschlagen.

Intrauterine fetoskopische Patchabdeckung bei Myelomenigozele – Eine Nachsorgeuntersuchung

K. Graf¹, F. A. Wanis¹, B. A. Neubauer², T. Kohl³, E. Uhl¹, M. Kolodziej¹
¹Klinik für Neurochirurgie; ²Klinik für Neuropädiatrie und Sozialpädiatrie; ³Deutsches Zentrum für Fetalchirurgie & minimal-invasive Therapie (DZFT), UKGM Standort Giessen, Deutschland

Ziel Ziel der vorliegenden Studie war die Evaluation des Outcome nach fetoskopischer Patchabdeckung bei Neugeborenen mit Myelomenigozele.

Methodik In eine retrospektive Kohortenanalyse wurden insgesamt 37 Neugeborene (16 Knaben/21 Mädchen) nach minimalinvasiver Patchabdeckung eingeschlossen. Die Kinder wurden über ein Jahr bezüglich der neurochirurgischen Interventionen und Komplikationen beurteilt. Zudem wurde eine neurologische Untersuchung postnatal, nach 3 Monaten sowie nach 1 Jahr durchgeführt. Die Patchabdeckung fand zwischen der 21. und 27. Schwangerschaftswoche statt. Es wurden 35 lumbosakrale, eine lumbale sowie eine sakrale Myelomenigozele fetoskopisch gedeckt. Die neurochirurgischen Nachoperationen wurden aufgeteilt in die erneute Deckung der Myelomenigozele und in die Behandlung eines Hydrozephalus.

Ergebnisse Von den 37 Neugeborenen wurden 28 neurochirurgisch nachoperiert. Eine erneute Abdeckung der Myelomenigozele war bei 51,4 % der Neugeborenen notwendig. Die Gründe für die Re-Operation reichten von initial inkompletter Deckung (n = 7), über Liquoristeln (n = 4) bis zu Verwachsungen (n = 4). Bei 42,3 % der Neugeborenen entwickelte sich ein therapiebedürftiger Hydrozephalus. Hierzu wurde in 14 Fällen ein ventrikuloperitoneales Shuntsystem implantiert. Eine Verschlechterung der motorischen Funktion der unteren Extremität wurde bei keinem der Neugeborenen im ersten Jahr beobachtet. Mehr als 70 % der Neugeborenen zeigten einen Kraftgrad von 4/5 oder besser.

Schlussfolgerung Neugeborene nach fetoskopischer Patchabdeckung bei Myelomenigozele erfordern eine engmaschige neurochirurgische Nachsorge. Die Rate des therapiebedürftigen Hydrozephalus ist vergleichbar mit Zahlen aus großen, prospektiven randomisierten Studien. Das neurologische Outcome im ersten Jahr zeigt vielversprechende Ergebnisse, muss jedoch über einen längeren Zeitraum weiter beobachtet werden.

Intraoperatives elektrophysiologisches Monitoring der motorisch evozierten Potenziale bei Kindern < 12 Monate: Literaturübersicht und eigenes Fallbeispiel

R. Agic, R. Al-Schameri, P. A. Winkler

Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Christian-Doppler-Klinik, PMU Salzburg, Österreich

Ziel Die Anwendung von intraoperativem elektrophysiologischem Monitoring im Säuglings- und Kleinkindalter wurde bisher aufgrund der noch nicht stattgehabten Reifung und Myelinisierung der Pyramidenbahn und übrigen neuralen Strukturen generell als unmöglich und nicht aussagefähig erachtet. Es gibt in der Literatur bisher nur sehr wenige und marginale Hinweise auf die Machbarkeit und Umsetzbarkeit von intraoperativem neurophysiologischem Monitoring in der spinalen pädiatrischen Neurochirurgie der frühesten Lebensphase.

Methodik An der Universitätsklinik für Neurochirurgie in Salzburg wurde in den vergangenen Jahren die Anwendung von intraoperativem elektrophysiologischem Monitoring in die Routine eingebunden und in die Operationsplanung integriert. Ein 8 Monate alter Säugling mit Lipomeningozele und Tethered Cord wurde unter intraoperativem elektrophysiologischem Monitoring mit Prüfung der motorischen Antwort (MEP), Tibialis-SSEP und Sphinkterantwort operiert. Es erfolgte die mikrochirurgische Lipomyelomeningozele-Exstirpation, die Durchtrennung des Filum terminale im Sinne des Antitethering und der Verschluss der Plakode.

Ergebnisse Der neurologische Status der kleinen Patientin hat sich im Vergleich zum präoperativen Befund verbessert, wie die Videodokumentation zeigt. Korrelierend damit zeigt sich in der Bildgebung eine adäquate Versorgung in Sinne des Antitethering und in der postoperativen elektrophysiologischen Kontrolle ebenfalls eine Befundverbesserung.

Schlussfolgerungen Entgegen der bisherigen gängigen Lehrmeinung gibt es bereits im frühen Kindesalter, im vorliegenden Falle im Säuglingsalter, die Möglichkeit des intraoperativen neurophysiologischen Monitorings, wie im Falle der operativen mikrochirurgischen Versorgung eines 8 Monate alten Säuglings mit Lipomyelomeningozele und Tethered-Cord-Syndrom bewiesen werden konnte. Weitere Untersuchungen sollen den Stellenwert der Methode und ihre essenzielle Bedeutung bei derartigen Eingriffen untermauern.

Continuous Navigation Guidance Increases Safety of Endoscopic Third Ventriculostomy

M. Martinez, A. Mert, B. Kiesel, G. Minchev, G. Widhalm, E. Knosp, S. Wolfsberger

Dept of Neurosurgery, Medical University of Vienna, Austria

Background Although considered a standard neurosurgical procedure, endoscopic third ventriculostomy (ETV) is associated with a complication rate of 8.5 %. As most of the morbidity and mortality is attributed to the malpositioning of the trajectory and fenestration, we advanced the technique using a latest-generation navigation system. The aim of this study was to assess the possible benefits of this technique over current standard methods of ETV with special emphasis on the risk of injury to important neuronal structures.

Methods Between 2002 and 2013, 72 patients underwent ETV at our department. The latest 13 cases were operated on with the advanced technique including preoperative individualized trajectory planning, intraoperative continuous electromagnetic tracking of endoscope, and puncture device on multimodality imaging. Feasibility, duration of surgery, complications, and clinical outcome were assessed.

The first 59 cases were operated on with a manually calculated burr-hole position. In these cases, the ETV trajectory was recreated and its distance to important neuronal structures was assessed. For comparison, new ETV trajectories were created with the proposed navigated technique and with a commonly used fixed coronal burr-hole technique.

Results The advanced technique of ETV was feasible in all 13 patients. Additional set-up time was 15 minutes. In one patient, a fornix contusion was observed intraoperatively and on postoperative MRI without clinical correlate. No major complications occurred.

In the retrospective assessment, advanced planning resulted in a significantly greater distance of the trajectory to the margins of the foramen of Monro compared to standard techniques. The mean burr-hole position in the advanced technique was located more posteriorly than the standard techniques (3 mm behind versus 7 mm anterior and at the coronal suture).

Conclusion Our data demonstrate that the advanced technique for ETV is feasible. Individualized trajectory planning optimizes the distance of the endoscope to important neuronal structures. Continuous endoscope and puncture-device guidance may further add to the safety of this procedure.

Die Anwendung des iSYS1®-Positionierungsroboters in der stereotaktischen Neurochirurgie: Eine präklinische Phantomstudie

G. Minchev¹, G. Kronreif², L. Holton³, G. Widhalm¹, A. Mert¹, B. Kiesel¹, A. Micko¹, E. Knosp¹, M. Vogele⁴, S. Wolfsberger¹

¹Univ.-Klinik für Neurochirurgie, Medizinische Universität Wien; ²Austrian Center of Medical Innovation and Technology – ACMIT, Wiener Neustadt; ³Medtronic Surgical Technologies, Louisville, Colorado, USA; ⁴iSYS Medizintechnik GmbH, Kitzbühel, Österreich

Ziel Präzision im submillimetrischen Bereich ist in der stereotaktischen Neurochirurgie essenziell. Die Genauigkeit neurochirurgischer Standardeingriffe wie rahmenloser Biopsien und ventrikulärer Shunts ist jedoch derzeit aufgrund der manuellen Ausrichtung der Biopsienadel bzw. Katheterplatzierung eingeschränkt. Komplikationen wie inkonklusive Probenentnahme und Shuntstörungen können daraus resultieren. Ziel dieser Studie ist die Evaluierung der Einsetzbarkeit und Genauigkeit eines neuen Positionierungsroboters bei rahmenlos stereotaktischen neurochirurgischen Eingriffen.

Methodik Im Rahmen dieser präklinischen Phantomstudie wurde die Genauigkeit des iSYS1®-Positionierungsroboters bei einem repräsentativen, stereotaktischen neurochirurgischen Eingriff untersucht. Hierbei wurde die Positionierung einer Biopsienadel mittels iSYS1® mit der manuellen Standardmethode verglichen.

Als Phantom diente eine menschliche Schädelbasis mit 9 Titanschrauben, welche als Biopsieziele fungierten. Neun Trajekte verschiedenen Eintrittswinkels wurden definiert. Eine Computertomographie mit 0,5 mm Schichtdicke und 512 × 512-Matrix wurde für die Neuronavigation herangezogen. Die Biopsien wurden von 7 Neurochirurgen unterschiedlicher Ausbildungsstufe mit dem Positionierungsgerät (n = 63) bzw. mithilfe eines mechanischen Biopsiearms mit manueller Ausrichtung (n = 63) navigationsgestützt (Medtronic StealthStation S7®) durchgeführt.

Ergebnisse Die stereotaktischen Biopsien mittels iSYS1®-Positionierungsroboter war in allen 63 Fällen durchführbar. Die mittlere Dauer des Eingriffs vom Auswählen des vorgeplanten Trajekts an der Neuronavigation bis zur vollständigen Einführung der Biopsienadel in Zielposition betrug im Mittel 2,6 Minuten (1,3–5,5) mittels iSYS1® und 3,7 Minuten (2,1–10,5) mittels manueller Positionierung (p < 0,001, gepaarter T-Test). Die mittlere Abweichung vom Zielpunkt betrug 0,6 mm (0,1–0,9) beim iSYS1®-Positionierungsroboter

im Vergleich zu 1,2 mm (0,1–2,6) mit der manuellen Standardmethode ($p < 0,001$, gepaarter T-Test).

Schlussfolgerung Die Ergebnisse unserer präklinischen Studie zeigen, dass die Anwendung des iSYS1®-Positionierungsroboters die Präzision stereotaktischer neurochirurgischer Eingriffe signifikant erhöht, während die Eingriffsdauer reduziert werden konnte. Die Anwendung im klinischen Umfeld ist in weiteren Studien geplant.

■ Nachträglich eingereicht

Expressionsmuster des Scaffolding-Proteins Spinophilin in humanen Gliomen

A. Aigelsreiter¹, A. Kiefer², G. H. Vince¹

¹Abt. für Neurochirurgie; ²Abt. für Pathologie, Klinikum Klagenfurt, Österreich

Ziel Spinophilin (SPN) ist ein multifunktionales intrazelluläres Scaffolding-Protein, welches bereits in Lungenkarzinomen und anderen Tumorentitäten beschrieben wurde. In neuronalen Geweben regelt es neuronale Zellmigration und synaptische Plastizität und scheint eine Rolle in Apoptose-Pathways zu spielen. Über die Expression und Funktion von SPN in Gliomen ist bislang nichts bekannt.

Methodik Es wurden 15 niedriggradige Gliome (WHO II) und 15 höhergradige Gliome (WHO III und IV) immunhistochemisch auf die Expression von SPN untersucht und mit 5 autoptisch gewonnenen Normalhirnproben verglichen. Lebergewebe diente als Positivkontrolle. Zusätzlich wurde die mRNA-Expression für SPN mittels quantitativer RT-PCR untersucht.

Ergebnisse In humanen glialen Tumoren ist SPN deutlich stärker exprimiert als im Normalhirn. In Gliomen WHO II findet sich eine homogene Anfärbung der Gewebematrix und der Tumorzellen. Blutgefäße stellen sich zumeist negativ dar. In Gliomen WHO IV zeigt sich eine stärkere, sehr heterogene Anfärbung mit größeren positiven, neben größeren negativen Feldern. Es findet sich eine deutliche Anfärbung der lumenseitigen Endothelzellschicht – und das auch in den negativen Tumorarealen. Anders als erwartet zeigt das SPN-Signal keine Affilierung an Nekrosezonen. Im Normalhirn ist Spinophilin eher schwach exprimiert und vor allem an Neuronen und Axonen affiliert. Im Marklager finden sich einzelne positive Zellen, im Wesentlichen zeigt sich keine Anfärbung der weißen Substanz. Blutgefäße werden nicht angefärbt.

Schlussfolgerung SPN wird in humanen Gliomen exprimiert. Die Signalstärke zeigt eine tendenzielle Korrelation mit dem Malignitätsgrad des Tumors. In den höhergradigen Tumoren zeigt sich ein heterogenes Verteilungsmuster. Dies ist der erste Bericht der Expression von SPN in humanen Gliomen. Derzeit werden die Fallzahlen erhöht und die klinischen Daten der Patienten mit den Expressionsdaten korreliert.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)