



UNIVERSITÄTS
KLINIKUM
HEIDELBERG



NEUROCHIRURGIE

PROFIL 2021

Neurochirurgische Universitätsklinik
Im Neuenheimer Feld 400
69120 Heidelberg





Liebe Leser*innen,

alle Jahre wieder ist es Zeit, das Profil zu schärfen. In den vergangenen Monaten haben wir deshalb auf das zuvor Erreichte zurückgeblickt, um uns für die Zukunft neu auszurichten.

Die Covid-Pandemie hat uns in der Neurochirurgie in mehrerer Hinsicht erheblich getroffen: Im vergangenen Jahr 2020 haben wir selbstverständlich alle Notfälle umgehend behandeln können. Auch war unsere Operationskapazität nur moderat eingeschränkt und wir haben dies genutzt, um viele Patienten zu operieren. Aber unsere bisherige intensivmedizinische Kapazität war erheblich vermindert, weil wir unser Intensivpflegepersonal solidarisch zum Einsatz auf den COVID-Stationen abgetreten haben. Auch in den kommenden Monaten wird unser klinisches Arbeiten noch anders sein als in 2019.

Dieser Profilbericht 2021 ist auch deshalb etwas anders gestaltet als die vorherigen Leistungsberichte. So sollen Sie besonders unsere Operateure noch besser kennenlernen und die Struktur unserer Klinik, die inzwischen sehr subspezialisiert ist, erfassen. Wir haben versucht, Ihnen die unterschiedlichen Arbeitsbereiche so vor Augen zu führen, dass Sie wissen, wer und was hinter alldem steht und vor allem, was wir unseren Patienten geben möchten.

So sei auch gesagt: In den vergangenen zwei Jahren konnten wir in wissenschaftlicher Hinsicht herausragend publizieren und viele Habilitationen abschließen. Und in den kommenden zwei Jahren werden weitere folgen!

Die Arbeit im Team der Neurochirurgischen Klinik macht uns allen sehr viel Freude. Das bestätigen uns auch viele unserer Patienten, die dies spüren. So sollen Sie als Leser*innen dieses Profils 2021 spüren, dass unsere Mannschaft in diesen schwierigen Zeiten noch stärker geworden ist.

Bleiben Sie uns gewogen.

Ihr

Prof. Dr. med. Andreas Unterberg

Direktor der Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie am Universitätsklinikum Heidelberg

 [KLINIKUM.UNI-HEIDELBERG.DE/KOPFKLINIK-ZENTRUM/NEUROCHIRURGISCHE-KLINIK](https://www.klinikum.uni-heidelberg.de/kopf-klinik-zentrum/neurochirurgische-klinik)

 @UNIKLINIKUMHEIDELBERG

 @UKHD_HEARTBEAT

 @UNIKLINIK_HD

 @UNIKLINIKHEIDELBERG

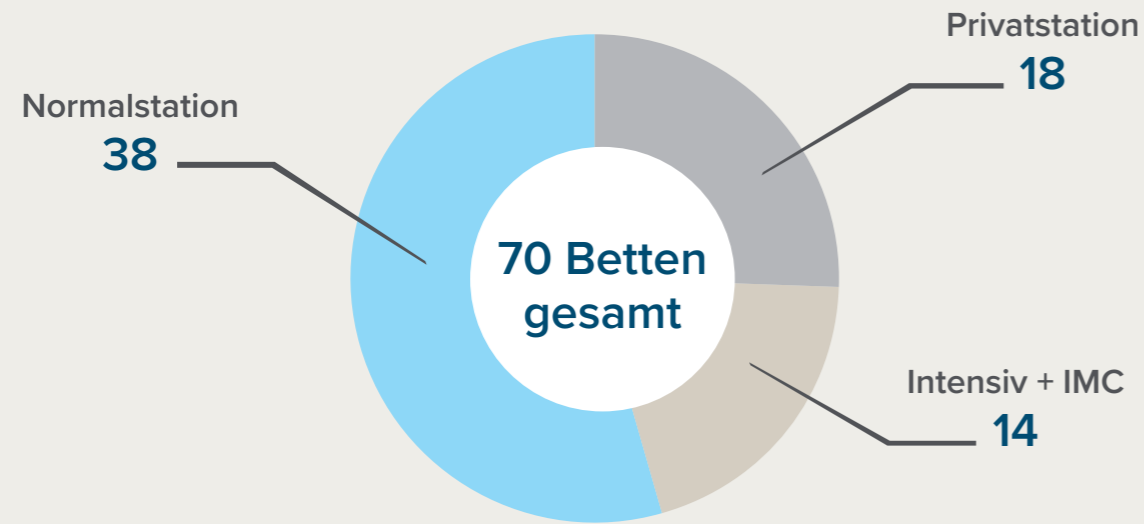


INHALT

Zahlen, Daten und Fakten	S. 6
Organigramm	S. 8
Leistungsentwicklung 2016-2020	S. 10
Unser Team	S. 12
Leitung	S. 13
Sektionsleiter*innen	S. 14
Oberärzte	S. 16
Funktionsoberärzte	S. 18
Facharzt*innen/Assistenzarzt*innen	S. 21
Weitere Mitarbeiter*Innen in Patientenversorgung und Administration	S. 22
Vorstellung der Operativen Bereiche	S. 24
Hirntumorchirurgie	S. 26
Schädelbasischirurgie	S. 30
Hypophyse, Selläre und Paraselläre Tumore	S. 32
Vaskuläre Neurochirurgie	S. 34
Sektion Spezielle Wirbelsäulenchirurgie	S. 36
Sektion Neurochirurgische Schmerztherapie	S. 38
Sektion Stereotaktische Neurochirurgie	S. 40
Sektion Pädiatrische Neurochirurgie	S. 42
Neurotraumatologie	S. 44
Intensivmedizin	S. 46
Operationszahlen 2016-2020	S. 48
Technische Ausstattung der Operationssäle	S. 50
Forschung & Lehre	S. 52
Publikationen 2016-2020	S. 54
Sektion Neurochirurgische Forschung	S. 56
Vorstellung der Experimentellen Arbeitsgruppen:	
AG Molekulare Neuroonkologie	S. 58
AG Neurotrauma und Neuroregeneration	S. 64
AG Vaskuläre Neurophysiologie	S. 66
Drittmittelgeber	S. 67
Lehre	S. 68
Akademische Abschlüsse seit 2016	S. 70
Stipendien und Preise seit 2016	S. 72
Impressum	S. 73

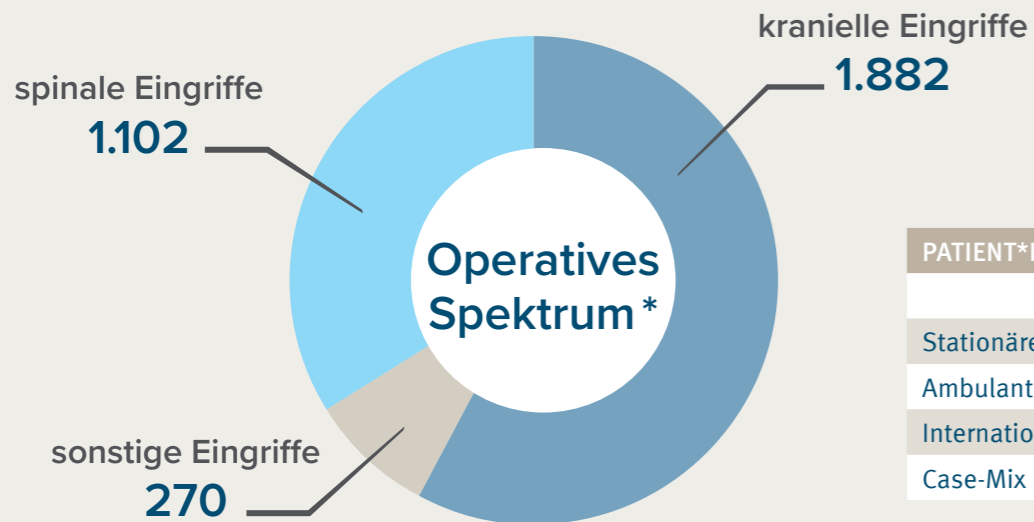
Auf einen Blick:

ZAHLEN, DATEN UND FAKTEN



3.254
Jährliche Eingriffe*

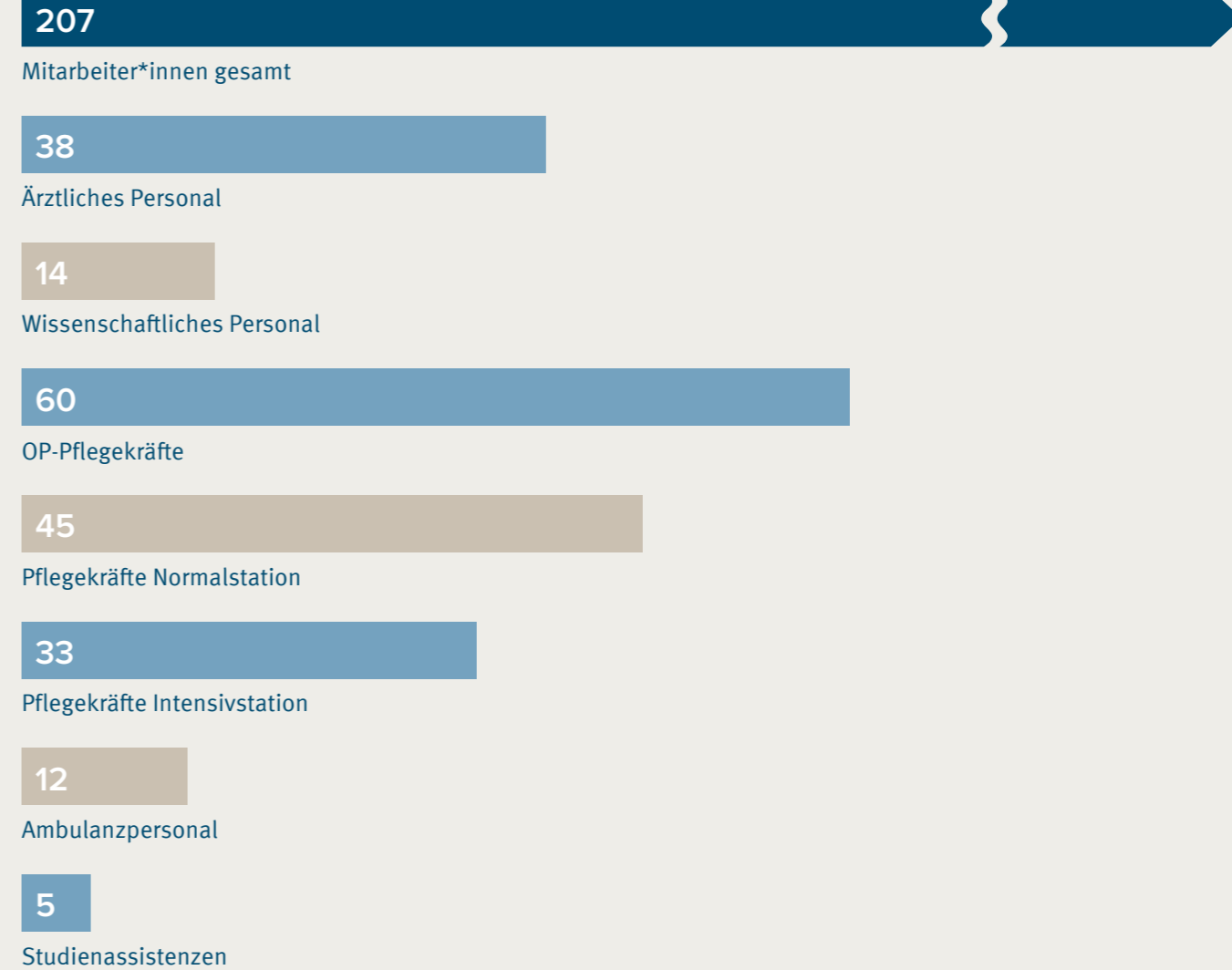
4,3
OP-Säle



PATIENT*INNEN*	
Stationäre Patient*innen	3.644
Ambulante Patient*innen	10.631
Internationale Patient*innen	191
Case-Mix	7.434

* Jahresdurchschnitt 2016-2020

Gesamtzahl Personal



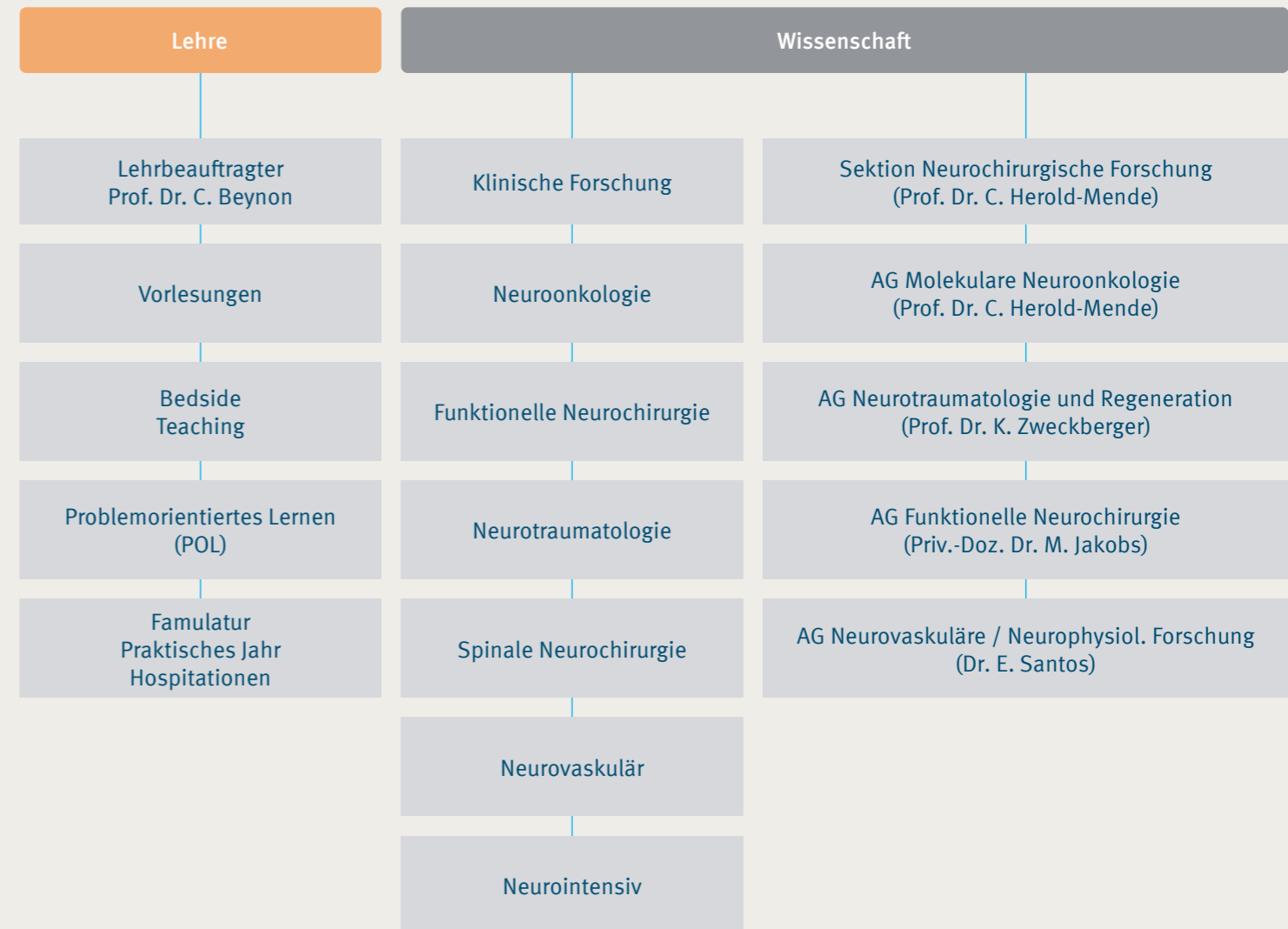
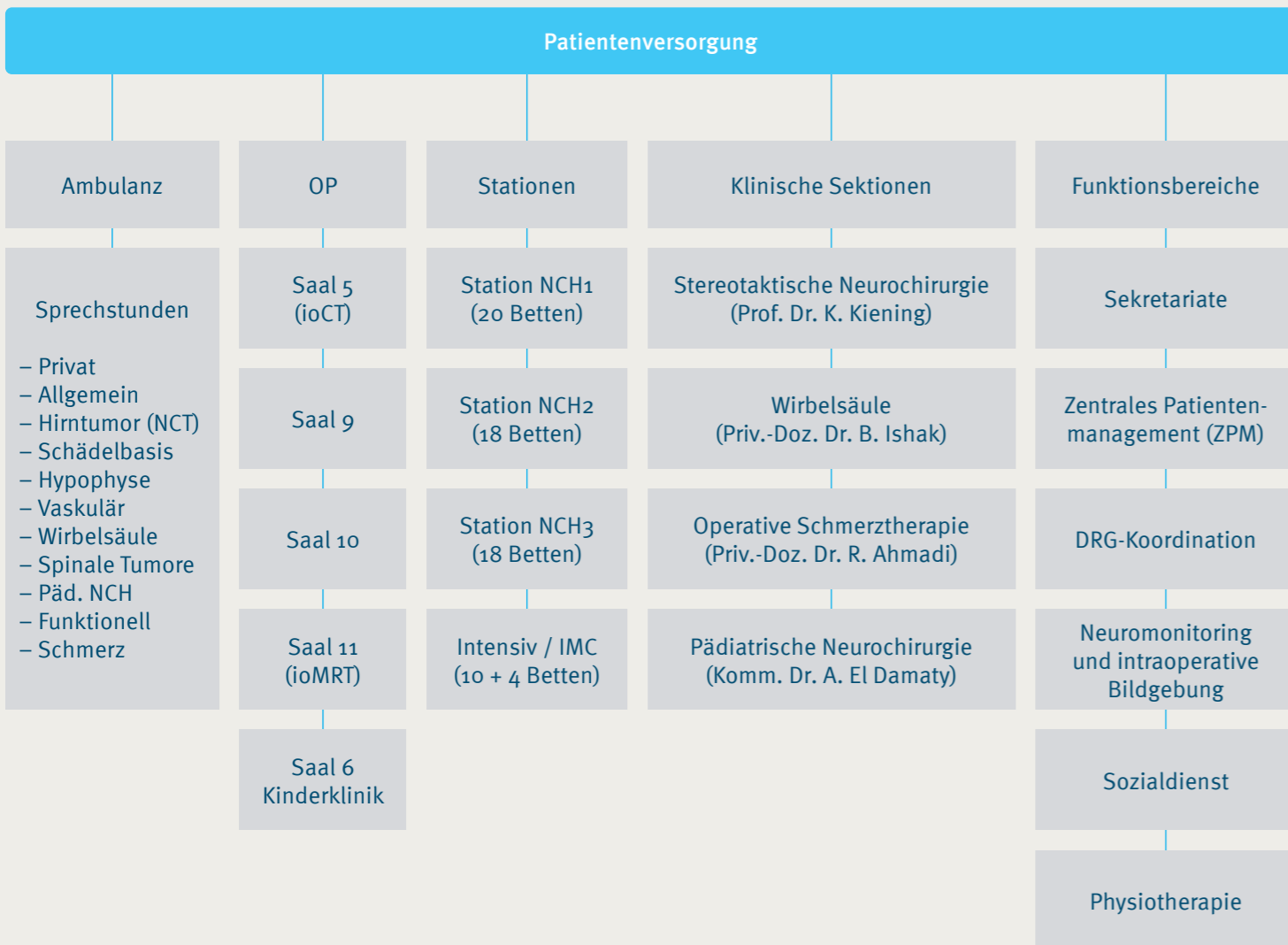
Zertifikate

Zentrum für
Schädelbasischirurgie
(GSB)

Wirbelsäulenchirurgie
(AO Spine)

NEUROCHIRURGISCHE KLINIK

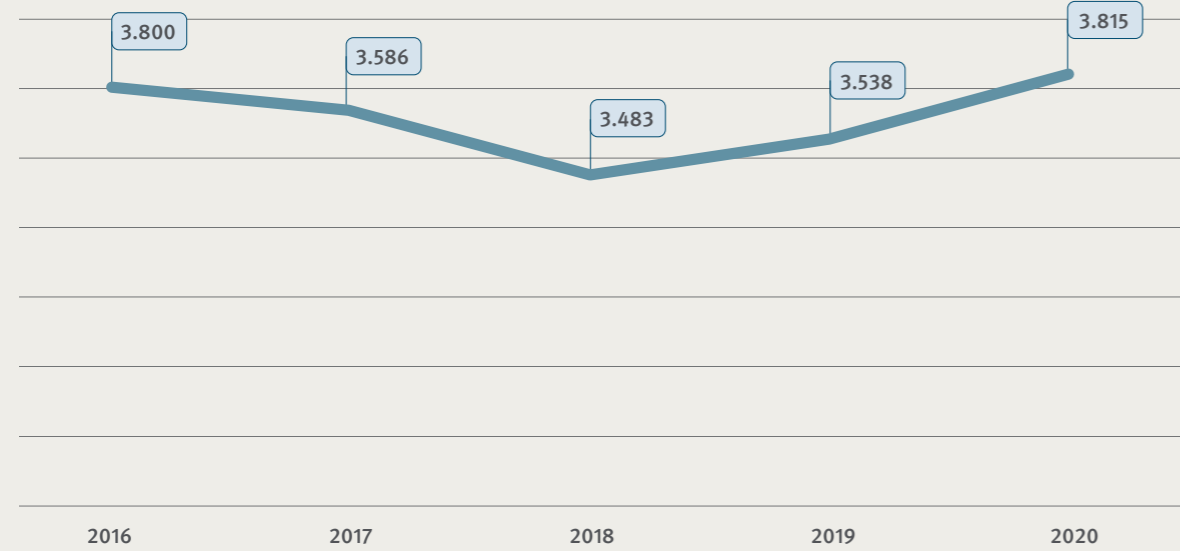
UNIVERSITÄT HEIDELBERG



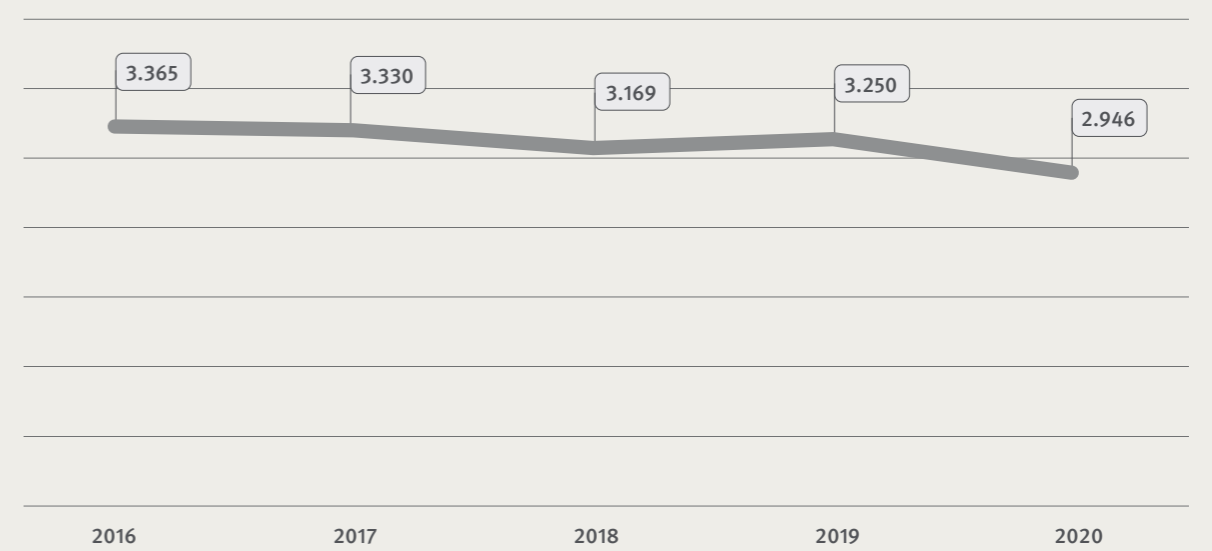
Auf einen Blick:

LEISTUNGSENTWICKLUNG 2016-2020

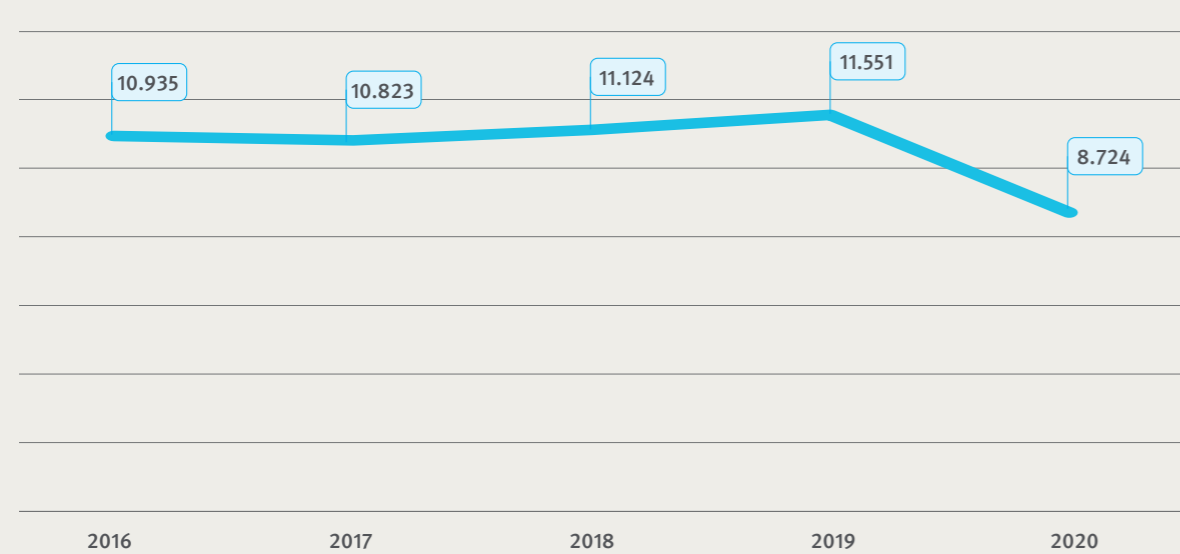
Patientenzahl stationär



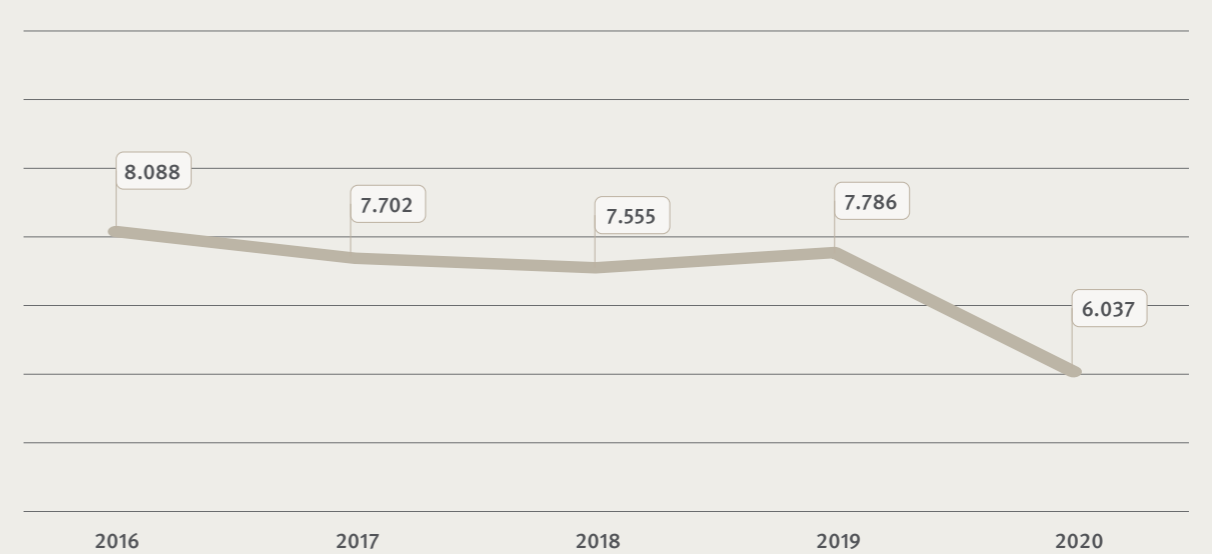
OP-Zahlen



Patientenzahl ambulant



Case-Mix



UNSER TEAM



LEITUNG



Prof. Dr. med. Andreas Unterberg
Geschäftsführender Direktor Neurochirurgische Klinik

Klinische Schwerpunkte:

- Intrakranielle und spinale Tumorchirurgie, Schädelbasischirurgie, Wirbelsäulenchirurgie
- Erfahrung in > 5.000 Hirntumoreingriffen und > 5000 Eingriffen an der Wirbelsäule

Wissenschaftliche Schwerpunkte:

- Neurotraumatologie, Neuroonkologie
- > 550 wissenschaftliche Publikationen, h-Index 71 (Web of Science)

Ämter und Funktionen:

- Past-President der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie (2009/2010)
- Vorstandsmitglied der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI)
- Mitglied der American Academy of Neurological Surgery
- President-Elect der International Neurotrauma Society (INTS) 2022

Prof. Dr. med. Klaus Zweckberger
Stellv. ärztlicher Direktor und Leitender Oberarzt

Klinische Schwerpunkte:

- Schädelbasis- und vaskuläre Neurochirurgie
- Aufbau eines interdisziplinären Schädelbasis Zentrums mit Etablierung der endonasalen endoskopischen Schädelbasis Chirurgie
- Hirntumorchirurgie
- Komplexe Wirbelsäulenchirurgie (degenerativ und traumatisch, sowie intradural und intramedulläre Tumorchirurgie)
- > 3.100 Operationen nach dem Facharzt

Wissenschaftliche Schwerpunkte:

- Arbeitsgruppenleiter: Experimentelle Neurotraumatologie und Neuroregeneration
- mit Schwerpunkt der Stammzelltrans-

plantation nach spinalem und kortikalem Trauma

- DFG Research Fellowship 2013/2014 am Krembil Neuroscience Center, University Toronto
- Co-Kongress-President des International Neurotrauma Society Meetings (INTS) 2022

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:

- Zertifikat „Vaskuläre Neurochirurgie“ (CertiQ i.A. DGNC)
- Zusatzbezeichnung Intensivmedizin
- Zertifikat „Hochschuldidaktik Baden-Württemberg“

Publikationsleistung:

- 76 Publikationen; > 150 Vorträge; h-Index 16



Priv.-Doz. Dr. med. Christine Jungk
Geschäftsführende Oberärztin

Klinische Schwerpunkte:

- Hirntumorchirurgie (inkl. Stereotaxie)
- Gliomchirurgie, auch in eloquenten Lokalisationen, einschließlich Wachkraniotomie (> 600 Gliomresektionen seit dem Facharzt, davon 90 als Wachkraniotomie)

Wissenschaftliche Schwerpunkte:

- Klinische und experimentelle Neuroonkologie
- Forschungsförderung: Deutsche Krebshilfe, Stiftung Neurochirurgische Forschung, Sibylle-Assmus-Stiftung

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:

- Fellowship „Functional Brain Mapping & Onco-

logical Surgery“, Prof. H. Duffau, Montpellier, Frankreich (2015)

- Vertreterin der Neurochirurgischen Klinik im interdisziplinären neuroonkologischen Tumorboard und der interdisziplinären neuroonkologischen Ambulanz (NCT Heidelberg)
- Zusatzbezeichnung „Spezielle neurochirurgische Intensivmedizin“
- Ärztliche Leitung der neurochirurgischen Termin- und Notambulanz

Publikationsleistung:

- 108 PubMed-gelistete Publikationen; h-Index 20

SEKTIONSLEITER*INNEN



Prof. Dr. rer. nat. Christel Herold-Mende
 Professorin für Experimentelle Neurochirurgie
 und Sektionsleiterin Neurochirurgische Forschung, Biologin

Forschungsschwerpunkte:

- Hirntumor 2D und 3D Zellmodelle
- Immunbiologie und Immuntherapie
- Medikamentenentwicklung und -testung
- Neurochirurgische Biomaterialbank

Wichtigste akademische Aktivitäten:

- Vorsitzende Dr. sc. hum. Promotionsausschuss
- Stellvertretende Gleichstellungsbeauftragte
- Mitglied Habilitationsausschuss, Kommission Physician Scientist Committee

Wichtigste Förderer:

- DFG
- Deutsche Krebshilfe
- Anni Hofmann Stiftung
- NIH
- BMBF
- DKTK

Publikationsleistung:

- 333 Publikationen; h-Index 66

Prof. Dr. med. Karl Kiening
 Sektionsleiter Stereotaktische Neurochirurgie

- > 3.000 Operationen nach dem Facharzt

Klinische Schwerpunkte:

- Stereotaktische Neurochirurgie (Tiefe Hirnstimulation, Biopsie), komplexe Wirbelsäulenchirurgie

Zusatzweiterbildung:

- Intensivmedizin, Ärztliches Qualitätsmanagement

Publikationsleistung:

- 100 Publikationen; > 300 Vorträge; h-Index 34



Priv.-Doz. Dr. med. Rezvan Ahmadi
 Sektionsleiterin Operative Schmerztherapie

Klinische Schwerpunkte:

- Neurochirurgische Schmerztherapie:
 - mikrovaskuläre Dekompression n. Jannetta,
 - ablativ Verfahren,
 - Neuromodulation: kranial, spinal und peripher
- Periphere Nerven Chirurgie

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:

- Sprecherin der Sektion Schmerz der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie (DGNC)
- Mitglied der Neurochirurgischen Akademie (NCA)
- Zusatzbezeichnung Spezielle Schmerz-

therapie

- Zertifikat Neuroonkologische Neurochirurgie (DGNC & BDNC)
- Fachkunde im Strahlenschutz
- Zertifikat „Hochschuldidaktik Baden-Württemberg“

Publikationsleistung:

- h-Index 21

Priv.-Doz. Dr. med. Basem Ishak
 Sektionsleiter Wirbelsäulenchirurgie

Klinische Schwerpunkte:

- Komplexe Wirbelsäulenchirurgie, Endoskopische Wirbelsäulenchirurgie, Spinale Neuronavigation

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:

- Affiliated Faculty der Seattle Science Foundation, USA
- Editorial Board / Deputy Editor des Global Spine Journals (offizielles Journal der AO Spine)

Publikationsleistung:

- 49 PubMed-gelistete Publikationen



Dr. med. Ahmed El Damaty
 Komm. Sektionsleiter Pädiatrische Neurochirurgie

Klinische Schwerpunkte:

- Behandlung kindlicher Hirntumore
- intrakranielle Endoskopie, Hydrocephalus
- angeborene ZNS Entwicklungsstörungen
- Spastikbehandlung
- > 1.000 Operationen im Säuglings- und Kindesalter inklusive intrauteriner, fetaler Chirurgie

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:

- DAAD Stipendium 2012-2014 (GERLS)

Publikationsleistung:

- 21 Publikationen (Web of Science)

OBERÄRZTE



Prof. Dr. med. Christopher Beynon
Oberarzt

Klinische Schwerpunkte:
– Spezialisiert auf Tumore der Hypophyse
(\gt 400 Operationen)

Publikationsleistung:
– 71 Publikationen; 50 Kongressvorträge

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:
– Zusatzbezeichnungen Intensivmedizin und Notfallmedizin, Fachkunde im Strahlenschutz
– Zertifikat für Hochschuldidaktik, Lehrbeauftragter der Neurochirurgischen Klinik
– Konsiliararzt der Deutschen Stiftung Organtransplantation
– Transplantationsbeauftragter

Dr. med. Daniel Haux
Oberarzt

Klinische Schwerpunkte:
– Tumore der Hirnnerven, Schädelbasischirurgie
– Gliomchirurgie
– spinale Tumore, degenerative Wirbelsäulenerkrankungen
– \gt 2.300 Operationen seit dem Facharzt, (ca. 1.000 Hirntumore, davon \gt 220 Neurinome der Hirnnerven; \gt 100 Jannetta-Operationen)



Priv.-Doz. Dr. med. Jan-Oliver Neumann
Oberarzt

Klinische Schwerpunkte:
– Komplexe Wirbelsäulenchirurgie, Spinale Tumore, Intensivmedizin
– Leitung des Intensivzentrums der Kopfklinik

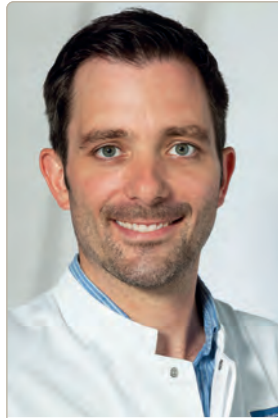
Publikationsleistung:
– 35 Publikationen; \gt 100 Vorträge

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:
– Zusatzweiterbildung Intensivmedizin und Notfallmedizin
– Fachkunde im Strahlenschutz

Forschungsschwerpunkte:
– Intensivmedizin, Stereotaxie, Maschinelles Lernen



FUNKTIONSOBERÄRZTE



Priv.-Doz. Dr. med. Moritz Scherer, FEBNS
Funktionsoberarzt

Klinische Schwerpunkte:

- Komplexe Wirbelsäulenchirurgie, endoskopische Wirbelsäulenchirurgie, vaskuläre Neurochirurgie

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:

- Fellow of the European Board of Neurological Surgery (FEBNS)
- Basiszertifikat der Deutschen Wirbelsäulengesellschaft (DWG)
- Zusatzbezeichnung Intensivmedizin, Fachkunde im Strahlenschutz, Hygienebeauftragter

Forschungsschwerpunkte:

- Intraoperative MRT-Bildgebung, Methoden künstlicher Intelligenz, Optimierte Operationsplanung mittels Methoden der künstlichen Intelligenz

Publikationsleistung:

- 24 Publikationen; > 50 wissenschaftliche Vorträge



Dr. med. Huy Philip Dao Trong
Funktionsoberarzt

Klinische Schwerpunkte:

- Neurochirurgische Neuroonkologie (Interdisziplinäres neuroonkologisches Tumorboard, CATCH Studienbeauftragter)

Forschungsschwerpunkte:

- Diagnostik und Therapie IDH mutierter Gliome

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:

- Intensivmedizin, Fachkunde im Strahlenschutz
- Beauftragter für Qualitätsmanagement sowie Fort- und Weiterbildung

Priv.-Doz. Dr. med. Martin Jakobs
Funktionsoberarzt

Klinische Schwerpunkte:

- stereotaktische und funktionelle Neurochirurgie
- spezielle Neurochirurgische Intensivmedizin

Forschungsschwerpunkte:

- Clinical Fellowship Stereotactic and Functional Neurosurgery, University Health Network Toronto, Ontario, Kanada (2018/2019)

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:

- Intensivmedizin
- Diplom der European Society for Stereotactic and Functional Neurosurgery (ESSFN; 2019)



Dr. med. Modar Kentar
Funktionsoberarzt

Klinische Schwerpunkte:

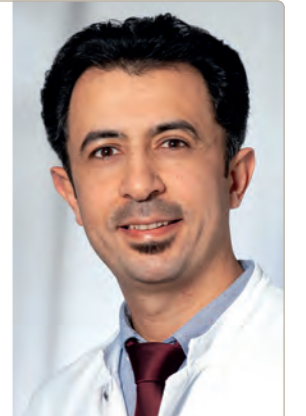
- Schädelbasischirurgie, vaskuläre Neurochirurgie
- Wirbelsäulenchirurgie
- > 1.300 Operationen nach dem Facharzt

Forschungsschwerpunkte:

- Intrazerebrale Blutung
- Spreading Depression beim Schlaganfall

Zusatzbezeichnung/Qualifikationen:

- Intensivmedizin, Fachkunde im Strahlenschutz



Dr. med. Henrik Giese
Funktionsoberarzt

Klinische Schwerpunkte:

- Schädelbasischirurgie, Kranioplastik, Wirbelsäulenchirurgie
- > 1.200 Operationen nach dem Facharzt

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:

- Intensivmedizin, Fachkunde im Strahlenschutz

Forschungsschwerpunkte:

- Kranioplastik nach (dekompressiver) Kraniektomie, Neurologisches und neuropsychologisches Outcome nach Schädelbasisoperationen

- Studienleiter: „German Cranial Reconstruction Registry (GCR): a prospective, multicentre, open registry“



Dr. med. Alexander Younsi
Funktionsoberarzt

Klinische Schwerpunkte:

- Wirbelsäulenchirurgie, Neurotraumatologie

Forschungsschwerpunkte:

- Neuroregeneration nach traumatischer Rückenmarksverletzung
- Verbesserung der Schädel-Hirn-Trauma-Behandlung

Zusatzbezeichnungen/Qualifikationen:

- Intensivmedizin, Fachkunde im Strahlenschutz, Basiszertifikat DWG
- Stellvertretender Leiter der AG Experimentelle Neurotraumatologie und Neuroregeneration

Publikationsleistung:

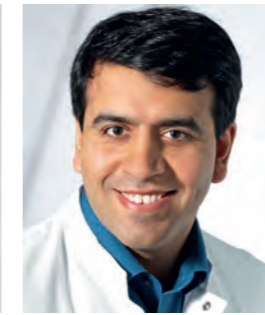
- 74 Publikationen; > 100 Vorträge



FACHÄRZT*INNEN/ ASSISTENZÄRZT*INNEN



Obada Alhalabi



Awais Akbar Bajwa



Martin Grutza



Dr. med. M. Mehdi Hajiabadi
Facharzt



Dr. med. Mohammed K.
M. Issa



Meltem Ivren



Dr. med. univ. et scient. med.
Gerhard Jungwirth, BSc.



Edina Kovacs



Dr. med. Britta Kretzschmar



Dr. Pavlina Lenga



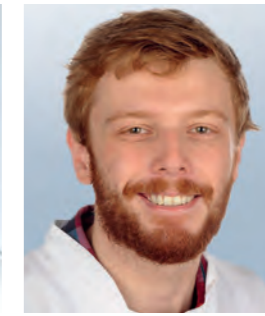
Amin Nohman



Agnieszka Parda
Fachärztin



Arturo Olivares Rivera



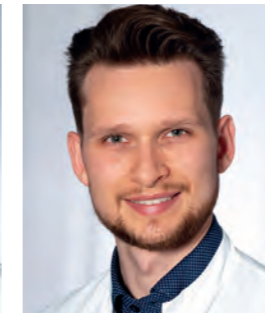
Jannis Richter



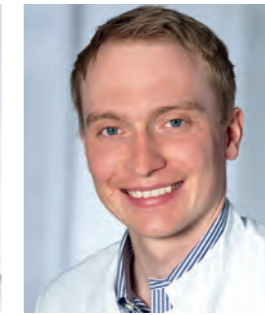
Dr. med. Edgar Santos
Facharzt



Stephanie Schmidt



Dr. med. Jan Teuber, M.A.



Dr. med. Johannes Walter



Carola Wieckhusen

WEITERE MITARBEITER*INNEN IN PATIEN

TENVERSORGUNG UND ADMINISTRATION

OP-PFLEGELEITUNG



Anna Vaculikova



Martina Renno



Franziska Möller



Michael Weiler

OP-KOORDINATOR



Stefan Burger

KLINIKSOZIALDIENST



Micheline Hake



Birgit Elsen



Kristina Marggraf

PFLEGELEITUNG



Anand Padmanabhan



Lucia Hanft



Deborah Beilharz-Gabold



Marc Oldenburg

ZENTRALES PATIENTEN-MANAGEMENT



Svetlana Bock

ENTLASSMANAGEMENT



Anja Roth

KLINISCHE NEURO-PSYCHOLOGIE



Dipl. Psych. Dr. Lidia Vogt

DRG-KOORDINATOR*IN



Jutta Baumann



Thomas Schmidt

STUDIENASSISTENZ



Julia Mattern-Trempel



Madlen Rädell

SEKRETARIATE



Karin-Maria Vogel



Sabine Saelens



Maria Holz



Barbara Braunger

INTRAOPERATIVES NEUROMONITORING UND INTRAOPERATIVE BILDGEBUNG



Bernhard Beigel



Younes Saoubou



Montadar Alaa Eddine



Viktor Braun



Eva Matyssek



Judith Sam

OPERATIVE BEREICHE



Die Neurochirurgische Klinik am Universitätsklinikum Heidelberg ist eine breit aufgestellte Abteilung, die das gesamte operative Spektrum der modernen Neurochirurgie abdeckt.

Unsere Kernkompetenz ist die operative Behandlung von Erkrankungen des Nervensystems sowie der Wirbelsäule. Wir zeichnen uns aus durch unsere große Routine, einen hohen Grad an Technisierung, unsere hohen Qualitätsstandards und durch den Erhalt unseres akademischen Ansatzes.

HIRNTUMORCHIRURGIE

Team:

Ärzte: Priv.-Doz. Dr. med. Christine Jungk, Prof. Dr. med. Klaus Zweckberger,
Dr. med. Philip Dao Trong, Dr. med. Daniel Haux, Priv.-Doz. Dr. med. Daniela Becker,
Priv.-Doz. Dr. med. Moritz Scherer
Neuropsychologin: Frau Dipl. Psych. Dr. Lidia Vogt
Intraoperative Elektrophysiologie: Agnieszka Parda

Die Hirntumor Chirurgie umfasst alle Tumore, die primär aus Zellen des Gehirns (Gliome), seiner Hüllstrukturen (Meningeome) und der Nerven (Neurinome) entstanden sind oder die sekundär als Absiedelung von Tumoren außerhalb des Gehirns entstanden sind (Metastasen). Aufgrund ihrer Lokalisation gibt es insbesondere bei Meningeomen und Neurinomen Überlappungen mit der Schädelbasischirurgie. Einer der Schwerpunkte der neurochirurgischen Neuroonkologie ist die operative Behandlung von Gliomen. Hierbei handelt es sich um diffus in das umliegende Hirngewebe wachsende Tumore, die häufig in funktionstragenden Hirnarealen oder im Bereich des Ventrikelsystems lokalisiert sind. Ihr infiltratives Wachstum erschwert die intraoperative Abgrenzung und schonende Entfernung. Allerdings zeigen auch unsere eigenen Arbeiten, dass die Überlebenszeit und der klinische Zustand der Patienten durch ausgedehnte Tumorresektionen positiv beeinflusst werden können. Das Hauptziel der modernen Gliomchirurgie ist daher ein maximiertes Resektionsausmaß unter bestmöglichem Funktionserhalt.

Hirntumoroperationen – so schonend wie möglich

Zur präoperativen Identifizierung funktionstragender Areale und zur Abschätzung des individuellen Operationsrisikos nutzen wir das funktionelle MRT und

die MRT-basierte Faserbahntraktographie (in Kooperation mit der Abteilung für Neuroradiologie, Frau Dr. Jesser). Außerdem werden innovative Traktographie-Algorithmen entwickelt (Frau Dr. Becker; in Kooperation mit der AG Medical Image Computing (DKFZ), Prof. Maier-Hein) und intraoperativ im Rahmen von Wachkraniotomien validiert.

Als Goldstandard zur Lokalisation und Überwachung von Gehirnfunktionen gilt allerdings das intraoperative elektrophysiologische Neuromonitoring (IOM). Hier verfügt unsere Klinik über eine langjährige Expertise und eine moderne Ausstattung mit zwei INOMED ISIS IOM-Systemen, mit denen evozierte Potenziale, EMGs und EEGs abgeleitet werden können.

Zur intraoperativen Lokalisation des kortikospinalen Trakts, der motorischen Faserbahn des Gehirns, kommt regelmäßig der Mappingsauger nach Raabe zum Einsatz. Höhere kognitive Funktionen (Sprechen, Sprachverständnis, Lesen, Rechnen, räumliche Orientierung etc.) können intraoperativ allerdings nur im Rahmen einer Wachkraniotomie geprüft werden, bei der der schmerzfreie Patient während der Tumorresektion bei Bewusstsein ist und einer umfangreichen neuropsychologischen Testung in Kombination mit der elektrischen Stimulation des Gehirns (Brain Mapping) unterzogen wird. Eine Wachoperation kommt nur für etwa 5-10% aller Gliomresektionen in Betracht und wird daher nur an wenigen spezialisierten Zentren durchgeführt – in der Neurochirurgischen Universitätsklinik Heidelberg im vergangenen Jahrzehnt bei mehr als 170 Patienten.

Präzise Eingriffe durch modernste Technologien

Die intraoperative Abgrenzung des Tumors von gesundem Hirngewebe wird durch den Einsatz verschiedener Techniken erleichtert, die alle in Heidelberg zur Verfügung stehen. Mithilfe von vier modernen, computergestützten Navigationssystemen können



PROF. UNTERBERG UND PRIV.-DOZ. DR. JUNGK BEI DER RESEKTION EINES GLIOBLASTOMS – DURCH EINSATZ MODERNSTER TECHNIK, WIE ETWA MIKROSKOPIE, NEURONAVIGATION UND ELEKTROPHYSIOLOGIE, KÖNNEN AUCH TUMORE IN FUNKTIONELL ELOQUENTEN HIRNAREALEN SICHER ENTFERNT WERDEN.

selbst kleine Tumore mit hoher Präzision erreicht und entfernt werden. Mithilfe eines speziellen Fluoreszenzfilters am Operationsmikroskop kann bei kontrastmittelaufnehmenden Tumoren, v.a. Glioblastomen, vitales Tumorgewebe durch den Fluoreszenzfarbstoff 5-Aminolävulin säure intraoperativ visualisiert und möglichst vollständig entfernt werden. Bei der Resektion nicht-contrastmittelaufnehmender Gliome ist das intraoperative 1.5 Tesla-Hochfeld-MRT (ioMRT), eines

von nur 10 ioMRTs deutschlandweit, von besonderem Nutzen. Im Rahmen des GeSGIM-Konsortiums (German Study Group of Intraoperative MRI) ist unsere Klinik aktiv an einer prospektiven Studie zur Resektion von Glioblastomen mit Tumorfluoreszenz oder ioMRT und multizentrischen Analysen zum Stellenwert der Resektion bei niedriggradigen Gliomen beteiligt.

Ist aufgrund der Lokalisation und Ausdehnung des Tumors eine Resektion nicht möglich, wird die Diagnose mithilfe einer Biopsie (navigationsgestützt oder stereotaktisch; s. Funktionelle Neurochirurgie) gesichert. Zur Biopsie- und OP-Planung nutzen wir ergänzende präoperative Bildmodalitäten (z.B. 18F-FET-PET, Abteilung Nuklearmedizin, Prof. Haberkorn; 2-HG-MR-Spektroskopie, Abteilung Neuroradiologie, Sektion Computational Neuroimaging, Priv.-Doz. Dr. med. Vollmuth).



Neurochirurgische Biomaterialbank:

>22.000 Tumorproben
>29.000 Blutproben
>1.000 Zellkulturen



Studien

GeSGIM (German Study Group of Intraoperative MRI): Einfluss der intraoperativen MRT-Bildgebung und der Tumorfluoreszenz auf das Resektionsausmaß bei Patienten mit neu diagnostizierten Glioblastomen

N2M2 (NOA-20): Multizentrische, prospektive, offene, Phase I/II klinische Umbrella-Studie – Identifizierung einer personalisierten Therapieoption für Patienten mit Glioblastom mit nicht-methyliertem MGMT-Promoter

NOA-19-Studie: Retest-Reliabilität und lokalisationsabhängige Sensitivität neurokognitiver Testung bei erstdiagnostizierten Glioblastom-Patienten

Verbund Aggressive Meningeome: Identification of clinical prognostic and predictive factors, health-related quality of life and neurocognitive functioning in patients with aggressive meningiomas

>>

AUSGEWÄHLTE OPERATIONEN	2017	2018	2019	2020
Gliome	225	264	262	237
– mit ioMRT	154	183	104	138
– mit IOM	35	38	23	38
– Wachkraniotomie	20	26	15	23
Metastasen	155	153	164	200
Meningeome (excl. Schädelbasis)	125	116	131	149

Interdisziplinäre Zusammenarbeit für maßgeschneiderte Therapiekonzepte

Die Weiterbehandlung unserer Patienten wird auf Basis der histologischen und molekularen Diagnose und unter Berücksichtigung aktuellster Forschungsergebnisse im interdisziplinären Konsens mit den Kollegen der Radioonkologie, Neuroonkologie und anderen onkologischen Fachabteilungen in wöchentlichen Tumorboards des NCT Heidelberg geplant. Dort findet auch eine spezialisierte neurochirurgisch-neuroonkologische Sprechstunde statt, in der sich Patienten aus ganz Deutschland zur Einholung einer Zweitmeinung vorstellen.

Die neurochirurgische Neuroonkologie ist ein unverzichtbarer Partner bei der Durchführung von Therapiestudien und der Planung von personalisierten Therapiekonzepten. Eine möglichst geringe Tumormass ist wichtig für den Erfolg immuntherapeutischer Studien (z.B. VAXIMM/VAXIMM02, NOA-16, NOA-21), an denen unsere Klinik aktiv beteiligt ist, und die Kenntnis des molekularen Profils des Tumorgewebes ist entscheidend für die Planung zielgerichteter Therapien, die für den individuellen Patienten maßgeschneidert werden (z.B. N2M2, CATCH). Selbstverständlich besteht eine enge Verzahnung mit der AG Molekulare Neuroonkologie der Sektion Neurochi-



FRAU PRIV.-DOZ. DR. JUNGK UND UNSERE NEUROPSYCHOLOGIN FRAU DR. VOGT BEI DER OPERATION EINES GLIOM-PATIENTEN IM RAHMEN EINER WACHKRANIOTOMIE. UNTER KONTINUIERLICHER ÜBERPRÜFUNG DER SPRACHFUNKTIONEN UND KORTIKALER UND SUBKORTIKALER STIMULATION KANN DER TUMOR FUNKTIONSSCHONEND ENTFERNT WERDEN.



DIE PRÄOPERATIVE DARSTELLUNG DER FASERBAHNVERLÄUFE IM GEHIRN (TRAKTROGRAPHIE) HILFT BEI DER OPTIMALEN PLANUNG UND PRÄZISEN DURCHFÜHRUNG VON GEHIRNTUMOR-OPERATIONEN.

rurgische Forschung, indem z.B. gezielt Gewebeprobe für die Entwicklung präklinischer Therapiemodelle und Medikamententestung bereitgestellt werden.

Der Patient im Fokus

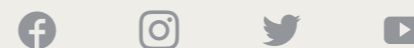
In den letzten Jahren werden chirurgische und nicht-chirurgische Therapiemodalitäten verstärkt im Hinblick auf ihren Einfluss auf die Lebensqualität der Patienten bewertet. Im Rahmen eines von der Deutschen Krebshilfe geförderten Verbundprojekts beschäftigen wir uns seit 2018 mit der therapieassoziierten Lebensqualität und neurokognitiven Einschränkungen von Patienten mit klinisch-aggressiven Meningeomen mit dem Ziel, den psychonkologischen Unterstützungsbedarf zu ermitteln. Ein ähnliches Ziel verfolgt

die multizentrische NOA-19-Studie bei Patienten mit Glioblastomen, bei der unsere Klinik zu den aktivsten Zentren gehört.

Wissenschaftlicher Austausch und Vernetzung

Ein reger klinischer und wissenschaftlicher Austausch fand auch bei der Tagung der Sektion Neuroonkologie der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie (DGNC) statt, die wir, federführend durch Priv.-Doz. Dr. med. Christine Jungk und Prof. Dr. med. Andreas Unterberg, im Oktober 2019 in Heidelberg ausrichten durften. Mit 125 Teilnehmern und 55 Beiträgen aus zahlreichen neurochirurgischen Kliniken deutschlandweit konnten wir nicht nur ein interessantes wissenschaftliches Programm bieten; auch die Gründung von multizentrischen Arbeitsgruppen zu den Schwerpunktthemen „Lower-Grade Gliome“ und „Patient Reported Outcome Measures“ wurde hier auf den Weg gebracht. Darüber hinaus gestalten Prof. Unterberg und Priv.-Doz. Dr. Jungk seit 2016 im Rahmen des von der WFNS geförderten „International Neurosurgery Resident Course“ aktiv die neuroonkologische Ausbildung junger Neurochirurgen weltweit mit.

#glioma
#awake surgery
#iMRI



Studien

CATCH: Comprehensive Assessment of Clinical Features and Biomarkers to Identify Patients with Advanced or Metastatic Breast Cancer for Marker Driven Trials in Humans

CAR2BRAIN: Modifizierte NK-Zellen zur Behandlung von Patienten mit progredientem Glioblastom

NOA-17-Studie: A Phase II-Trial comparing adjuvant stereotactic fractionated radiotherapy to the resection cavity in recurrent glioblastoma to observation

VAXIMM, VAXIMM02, NOA-16-Studie, NOA-21-Studie (Amplify NEOVAC): Immuntherapeutische mono- und multizentrische Studien zur Behandlung rezidivierender Gliome

SCHÄDELBASISCHIRURGIE

Team:

Prof. Dr. med. Karl Zweckberger, Dr. med. Daniel Haux, Dr. med. Henrik Giese,
Priv.-Doz. Dr. med. Christine Jungk, Dr. med. Modar Kentar



PROF. ZWECKBERGER UND SEIN TEAM SIND SPEZIALISIERT AUF EINGRIFFE AN DER SCHÄDELBASIS. HIERBEI KOMMEN NEBEN KLASSISCHEN OPERATIONSVERFAHREN MIT ERÖFFNUNG DES SCHÄDELS AUCH ZUNEHMEND MINIMALINVASIVE, ENDOSKOPISCHE VERFAHREN MIT ZUGANGSWEGEN, Z.B. DURCH DIE NASE, ZUM EINSATZ.

Die Behandlung von Patienten mit Tumoren oder Missbildungen im Bereich der Schädelbasis benötigt viel chirurgische Erfahrung und optimale technische Ausstattung, um ein ideales Behandlungsergebnis zu erzielen. Tumore respektieren die anatomischen Grenzen oftmals nicht und infiltrieren in die Orbita, die Nasennebenhöhlen oder die Schädelknochen und umwachsen dort verlaufende Hirnnerven und Gefäße.

OPERATIONEN	2017	2018	2019	2020
Keilbeinflügel- Meningeome	16	23	32	35
Meningeome KHBW	10	14	16	11
Akustikus-Neurinome	54	62	51	48
Clivus Chordome	10	6	8	11
Orbita-Tumore	12	9	15	20

Ein starkes Zentrum für unsere Patienten durch interdisziplinäre Zusammenarbeit

Die Schädelbasischirurgie ist daher von interdisziplinärer Zusammenarbeit geprägt. Diese umfasst die interdisziplinäre Besprechung und Vorstellung von Patienten im Tumorboard und schließlich auch gemeinsame Operationen verschiedener Fachdisziplinen. Seit 2017 ist die Neurochirurgische Klinik, zusammen mit deren Partnern aus HNO, MKG und Radioonkologie, ein zertifiziertes Zentrum der Gesellschaft für Schädelbasischirurgie (GSB).

Häufige und seltene Entitäten

Eine der häufigsten Entitäten sind Meningeome, die entlang der gesamten Schädelbasis entstehen können. Vom Keilbeinflügel oder der Rhinobasis ausgehend, können diese z.B. sowohl in den Sinus

cavernosus, aber auch in den Sehnervkanal, in die Orbita oder die Nasennebenhöhlen wachsen und zur Erblindung der Patienten führen. Ziel der chirurgischen Resektion ist die Entfernung des Tumors und die Entlastung der bedrängten Nerven, ggf. über einen intra- und extrakraniellen Zugang mit Entlastung der Orbita, des Opticuskanals und der in der Basis verlaufenden Nerven, gefolgt von einer komplexen Deckung. In ausgewählten Fällen erfolgt die Resektion transkranial und transnasal in einer gemeinsamen Operation zusammen mit den Kollegen der HNO- oder MKG-Chirurgie.

Andere Tumore entstehen direkt aus Schwann-Zellen, die die Hirnnerven umschließen, z.B. **Akustikusneurinome** (Vestibularisschwannome) oder Neurinome anderer Nerven. Unter Zuhilfenahme des Neuromonitorings können die Nervenfasern detektiert und der Tumor schonend unter Funktionserhalt der Nerven reseziert werden. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei z.B. dem Erhalt der Funktion des Nervus facialis und des Hörens bei Akustikusneurinomen. Derzeit verwenden wir neben dem klassischen Neuromonitoring zusätzlich Hirnstamm-Elektroden, um noch akkurater die Potenziale der Hörfunktion abzuleiten. Neuste Mikroskope (KinevoTm, Fa. Zeiss) mit integrierter Endoskopiefunktion erlauben zudem einen Blick in nicht direkt einsehbare Winkel, z.B. in den aufgefästen inneren Gehörgang.

“

„Wir streben durch vermehrte Verwendung der Endoskopie eine weitere Reduktion der operativen Invasivität an.“

PROF. DR. MED. KLAUS ZWECKBERGER

”

Besonderheit: Orbitatumore

Eine Besonderheit der Schädelbasischirurgie an unserem Zentrum stellt die operative Entfernung von Tumoren oder Gefäßmißbildungen (Cavernome) innerhalb der Orbita über orbitale oder transkraniale Zugänge dar.

Um Tumore der vorderen und vor allem mittleren Schädelbasis sicher und schonend zu entfernen, haben wir neben den etablierten transfazialen Zugängen vollendoskopische transnasale Zugänge zusammen mit unseren Kollegen der HNO etabliert. Navigationsgeführt werden dabei Tumore im Bereich der Rhinobasis, der Sella und des Clivus, die teilweise die Dura durchbrochen haben und von der Basis ausgehend bis weit nach intrakraniell wachsen, entfernt. Dies sind häufig Meningeome, Karzinome, Ästhesionneuroblastome und vor allem Clivus-Chordome. Durch unsere jahrelange Erfahrung sind wir zusammen mit den Kollegen der Radioonkologie zu einem Zentrum für Clivus-Chordome geworden.

Sicher und minimalinvasiv durch den Einsatz modernster Technik

Um die Resektion sicher und schonend zu gestalten, haben sich Zugänge und Technik erheblich verändert. Ausgedehnte transfaziale Zugänge durch das Mittelgesicht hat man durch endoskopisch-endonasale Zugänge ergänzt. Dies erfordert den konsequenten Einsatz moderner Technik, wie Neuronavigation, intraoperative Bildgebung mit CT und MRT, Neuromonitoring der Nervenfunktion und ein modernes Endoskopie-System mit hochauflösenden 4K-Monitoren oder Mikroskope neuester Technik mit Navigationsanbindung, Endoskopie-Funktion und ICG-Angiographie.



Forschungsfelder

Behandlungsoptionen des Clivus-Chondroms

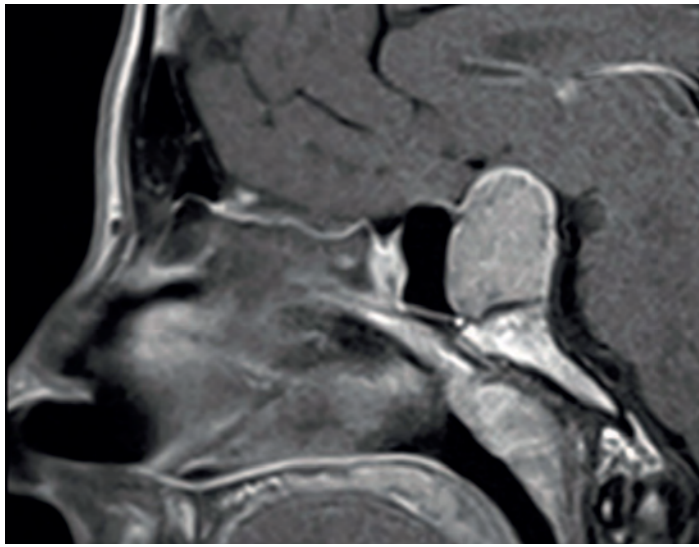
Operative Behandlungsoptionen bei Tuberculum-sellae-Meningeomen

Neuropsychologische Untersuchung nach operativer Resektion von Kraniopharyngeomen

Neurologische und neuropsychologische Outcome nach operativer Resektion von Patienten mit Schädelbasis-Meningeomen

HYPOPHYSE, SELLÄRE UND PARASELLÄRE TUMORE

Team:
Prof. Dr. med. Christopher Beynon, Priv.-Doz. Dr. med. Daniela Becker



HYPOPHYSENTUMORE, WIE IN DIESEM MRT ERSICHTLICH, KÖNNEN HÄUFIG ÜBER EINEN MINIMALINVASIVEN ZUGANG DURCH DIE NASE SCHONEND UND ERFOLGREICH OPERATIV BEHANDELT WERDEN.

Der Bereich Hypophysenchirurgie beinhaltet sämtliche operativen Behandlungsmaßnahmen bei Erkrankungen der Hypophyse. Die Hypophyse (Hirnanhangsdrüse) nimmt eine zentrale Rolle im hormonellen Stoffwechsel ein und steuert zahlreiche Körperfunktionen. Durch die Nähe zum Sehnerven und zur Sehnervenkreuzung (Chiasma opticum), können Tumore in diesem Bereich schwerwiegende Beeinträchtigungen des Sehvermögens verursachen. Tumore der Hypophyse können auch die Funktion der Hypophyse selbst beeinträchtigen oder durch eine exzessive Hormonausschüttung andere Organsysteme schädigen. Hieraus ergibt sich, dass für die Behandlung dieser Tumore oftmals ein interdisziplinäres Vorgehen mit Beteiligung unterschiedlicher medizinischer Fachdisziplinen erforderlich ist. Die

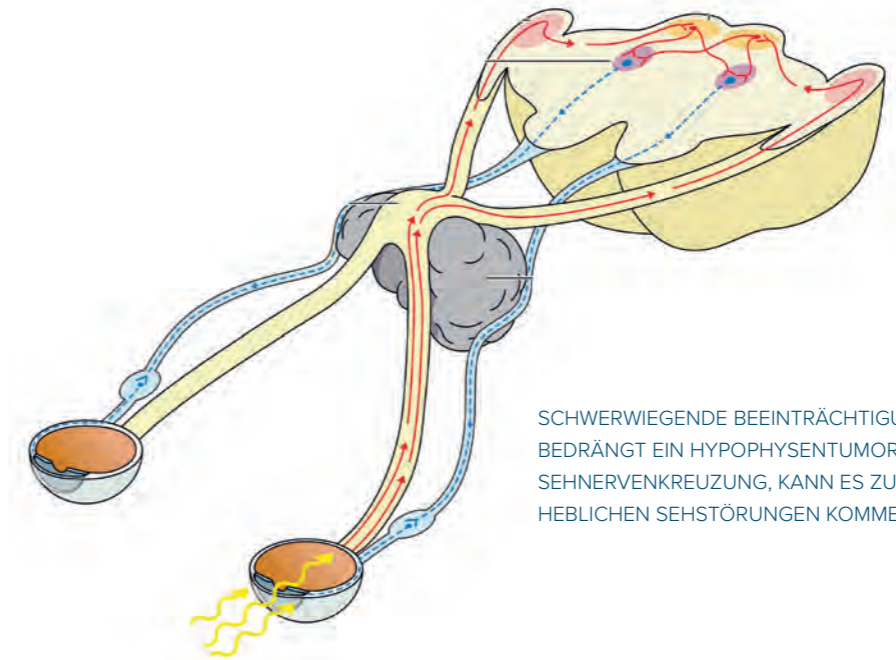
häufigste Tumorart sind Hypophysenadenome, jedoch können auch zahlreiche andere Tumore wie Rathke-Zysten, Meningeome oder Kraniopharyngeome im Bereich der Hypophyse auftreten.

Tumore, die die Sehnerven oder die Sehnervenkreuzung bedrängen, werden operativ entfernt. Auch hormonausschüttende Tumore werden durch eine operative Entfernung behandelt. Hiervon ausgenommen sind Prolaktinome: diese gutartigen Tumore werden zunächst medikamentös therapiert. Abhängig vom weiteren Krankheitsverlauf kann die Operation jedoch auch bei Prolaktinomen notwendig sein. Zufällig entdeckte Tumore, die keine umgebenden Strukturen bedrängen, können durch regelmäßige Untersuchungen kontrolliert werden. Wächst ein Tumor jedoch nachweislich, ist eine operative Therapie in der Regel angezeigt, bevor es zum Auftreten klinischer Beschwerden kommt.

Abhängig vom klinischen Beschwerdebild erfolgt eine gemeinsame interdisziplinäre Indikationsstellung zur Operation mit der Medizinischen Klinik I (Endokrinologie). Dezierte präoperative Untersuchungen erfolgen in Absprache mit zuweisenden niedergelassenen Endokrinologen im ambulanten Rahmen oder im Rahmen eines stationären Aufenthalts am UKHD. Eine postoperative Anbindung an die Neurochirurgische Hochschulambulanz im Rahmen von Kontrolluntersuchungen erfolgt bei allen Patienten. Das perioperative Management der Patienten erfolgt – insbesondere bei Vorliegen einer assoziierten schweren metabolischen Störung – in Absprache mit den Kollegen der Anästhesiologie und Innere Medizin. Die unmittelbar postoperative Überwachungsperiode des Patienten kann bei Bedarf auf der Intensivstation erfolgen. Die Dauer des stationären Aufenthalts beträgt, auch aufgrund der Notwendigkeit von Kontrollen des Elektrolythaushalts, üblicherweise eine Woche.

Technische Ausstattung

Tumore der Hypophyse können in etwa 95% der Fälle operativ durch die Nase entfernt werden. Eine Kra-



SCHWERWIEGENDE BEEINTRÄCHTIGUNG: BEDRÄNGT EIN HYPOPHYSENTUMOR DIE SEHNERVENKREUZUNG, KANN ES ZU ERHEBLICHEN SEHSTÖRUNGEN KOMMEN.

niotomie (Eröffnung des Schädels) ist nur selten notwendig. Wir wenden sowohl mikroskopische als auch (voll)endoskopische Operationstechniken an. Die Entscheidung über das gewählte Verfahren treffen wir unter anderem abhängig von der Tumorausdehnung und den anatomischen Besonderheiten. Insbesondere bei Voroperationen im Nasen-Rachenraum wird die Operation interdisziplinär mit den Kollegen der Hals-Nasen-Ohrenklinik durchgeführt. In ausgewählten Fällen können hierdurch sogar zwei für den Patienten notwendige Operationen (Nebenhöhlen, Hypophyse) in einer Narkose durchgeführt werden.

Während der Operation führen wir routinemäßig eine intraoperative MRT-Untersuchung durch. Zeigt diese Untersuchung nach der initialen Resektion noch Resttumorgewebe, kann hierdurch eine weitere Resektion noch während des operativen Eingriffs erfolgen. Wissenschaftliche Stu-



„Interdisziplinarität und eine Operation auf höchstem technischem Niveau sind entscheidend für optimale Behandlungsergebnisse bei Hypophysentumoren.“

PROF. DR. MED. CHRISTOPHER BEYNON



dien – auch an unserer Klinik – haben gezeigt, dass die Anwendung dieses Verfahrens selbst bei sehr erfahrenen Operateuren in etwa 20-25% der Fälle zu einer Maximierung der Tumorresektion führt. Neben der intraoperativen MRT-Untersuchung wenden wir – abhängig vom Einzelfall – weitere Verfahren an, um die Sicherheit des Eingriffs für den Patienten zu erhöhen. Hierzu stehen neben der Anwendung von Navigationssystemen und röntgenologischer Bildwandler auch die Anwendung intraoperativer Ultraschalluntersuchungen und Fluoreszenzverfahren zur Verfügung.

Im Bereich der Hypophyse können neben Tumoren auch inflammatorische Prozesse oder auch Infektionen auftreten. Dies lässt sich oftmals vor der Operation nicht vorhersagen, da sich diese Entitäten in der MRT-Untersuchung regelmäßig als Tumore maskieren. In diesen seltenen Fällen gewinnt die intraoperative Diskussion mit Neuropathologen nach Durchführung einer Schnellschnittdiagnostik und auch Neuroradiologen eine ganz erhebliche Bedeutung: Zeigt sich beispielsweise intraoperativ der Verdacht auf das Vorliegen einer ‚Autoimmunhypophysitis‘, wird die Operation auf eine Biopsie beschränkt, um durch eine nachfolgende medikamentöse Therapie die Hypophysenfunktion potenziell erhalten zu können.



Forschungsfelder

Intraoperative Bildgebung mittels MRT bei der Hypophysenchirurgie

Anwendung der Pupillometrie zur Quantifizierung einer Chiasma-opticum-Kompression bei Patienten mit Hypophysentumoren

OPERATIONEN	2016	2017	2018	2019	2020
Gesamt	79	85	76	71	69

VASKULÄRE NEUROCHIRURGIE

Team:

Prof. Dr. med. Klaus Zweckberger, Priv.-Doz. Dr. med. Christine Jungk,
Priv.-Doz. Dr. med. Moritz Scherer, Dr. med. Modar Kentar



PROF. ZWECKBERGER UND SEIN TEAM BEI DER PLANUNG EINES ANEURYSMA-CLIPPINGS. ANHAND 3-DIMENSIONALER GEFÄSSREKONSTRUKTIONEN WIRD VOR DER OPERATION DIE OPTIMALE HERANGEHENSWEISE UND STRATEGIE ZUM VERSCHLUSS DER GEFÄSSAUSSACKUNG FESTGELEGT.

Die vaskuläre Neurochirurgie beschäftigt sich mit der operativen Behandlung von intrakraniellen und spinalen Gefäßpathologien und ist Teil des Neurovaskulären Zentrums der Kopfambulanz der Universität Heidelberg. Ein Behandlungsschwerpunkt liegt in der operativen Versorgung von Patienten mit intrakraniellen Aneurysmen, Arterio-venösen Malformationen, Hämangiomen und Arterio-venösen Fisteln, sowie Hämangioblastomen.

Notfallversorgung

Blutungen aus intrakraniellen Gefäßpathologien können einen lebensbedrohlichen Notfall darstellen.

OPERATIONEN	2017	2018	2019	2020
Aneurysmen und Arterio-venöse Malformationen	69	60	71	62
Kavernome	24	19	18	27

len. Diese Patienten werden daher auf der Neurochirurgischen oder Neurologischen Intensivstation des Neurozentrums (insgesamt 26 Betten) betreut. Die Diagnostik und Behandlung erfolgt interdisziplinär durch ein erfahrenes Team aus Neurochirurgen, Neurologen und Neuroradiologen. Die Notfalldiagnostik beinhaltet dabei CT-/CT-Angiographie sowie eine digitale Subtraktionsangiographie (DSA) und ggf. eine MRT-Bildgebung, die 24 Stunden an 365 Tage im Jahr zur Verfügung stehen. Je nach Entität, Lage und Konfiguration wird nach erfolgter Diagnostik interdisziplinär die Behandlung der Blutungsursache festgelegt, z.B. das operative mikrochirurgische Clipping eines rupturierten Aneurysmas und Evakuierung einer assoziierten intrazerebralen Blutung.

Intrakranielle Aneurysmen

Intrakranielle Aneurysmen werden je nach Größe, Lage und Konfiguration sowie Risikoabschätzung en-

dovaskulär oder mikrochirurgisch behandelt. Besonders bei peripher gelegenen, komplex-konfigurierten Aneurysmen mit breitbasigem Aneurysma-Hals oder Gefäßabgängen im Bereich des Aneurysmas ist die mikrochirurgische Behandlung die erste Wahl. Modernste Technik garantiert dabei eine bestmögliche Versorgung der Patienten. Zur operativen Planung wird eine integrierte Bildverarbeitung verwendet, die anhand eines durch präoperative MRT-/MR-Angiographie oder digitaler Subtraktionsangiographie erstellten Datensatzes die genaue Architektur des Aneurysmas und der zu- und weiterführenden Gefäße darstellt („Buzz-on-wall“, Fa. Brainlab). Nach operativem, mikrochirurgischem Clipping des Aneurysmas kann die Clip-Position und die Durchgängigkeit der zu- und weiterführenden Gefäße mittels Mikrodoppler-Sonographie und mittels einer ICG-Angiographie (Pentero™, Fa. Zeiss) überprüft werden. Zusätzlich steht die Möglichkeit einer CT-Angiographie (Espree, Fa. Siemens) in einem unserer Hybrid-OPs zur Verfügung.

Arterio-venöse Malformationen

Alle Patienten mit Arterio-venösen Malformationen (AVMs) werden in unserem interdisziplinären AVM-Board mit den Kollegen der Neurologie, Neuroradiologie und Strahlentherapie besprochen. Hier wird gemeinsam eine Behandlungsstrategie

festgelegt. Je nach Lage und Konfiguration erfolgt die Behandlung mittels chirurgischer Resektion, endovaskulärer Embolisation, eine Kombination beider Verfahren – insbesondere bei großen AVMs – oder einer strahlentherapeutischen Behandlung. Durch die Verwendung einer MRT-basierenden Neuronavigation können die Grenzen der AVM intraoperativ exakt dargestellt und in das Operationsmikroskop eingespielt werden. Die ICG-Angiographie hilft bei der Diskriminierung zufließender Arterien und drainierender Venen. Nach erfolgreicher Operation erfolgt eine digitale Subtraktionsangiographie zur Verifizierung der vollständigen und kompletten Resektion.

Hämangiome

Die Therapie der ersten Wahl behandlungsbedürftiger Hämangiome/Kavernome ist die mikrochirurgische Resektion. Diese erfolgt unter Zuhilfenahme modernster Mikroskope mit Neuronavigation. Durch die Verwendung von intraoperativem Neuromonitoring können auch Hämangiome/Kavernome innerhalb des Hirnstamms sicher reseziert werden.

Spinale AV-Fisteln

Arterio-venöse Malformationen oder Arterio-venöse Fisteln (AV-Fistel) finden sich nicht nur kranial, sondern auch spinal. Eine spinale AV-Fistel führt zur Arterialisierung drainierender Venen des Rückenmarks und somit zu einem venösen Aufstau und zur Ödembildung innerhalb des Rückenmarks. Dies kann letztendlich zu einem progredienten Querschnittssyndrom des Patienten führen. Nach MRT-Bildgebung und spinaler Angiographie können die Fistelpunkte mikrochirurgisch mit einer Erfolgsrate von über 95% verschlossen werden. Das Fortschreiten des Querschnittssyndroms kann somit aufgehalten und rückgängig gemacht werden.



Studien

PRASH: Prospektives Register für Aneurysmatische Subarachnoidalblutung Heidelberg

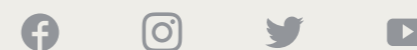
REACT: A prospective, multi-center, double-blind, randomized, placebo controlled, parallel-group Phase 3 study to assess the efficacy and safety of clazosentan in preventing clinical deterioration due to delayed cerebral ischemia (DCI), in adult subjects with aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSDH)

NEWTON II: Phase 3, multi-center, randomized, double-blinded, placebo-controlled, parallel-group, efficacy and safety study comparing EG-1962 to standard of care oral nimodipine in adults with aneurysmal subarachnoid hemorrhage

PlaFuSAH: Prospektive Untersuchung der In-vitro-Thrombozytenfunktion im Vollblut sowie der Konzentration der Thrombozyten Liquor cerebrospinalis bei Patienten mit aneurysmatischer Subarachnoidalblutung

VANQUISH: Volatile Analgosedation Quality in Subarachnoid Hemorrhage: a multicenter, prospective, observational trial

#aneurysm
#clippology
#AVM
#cavmal

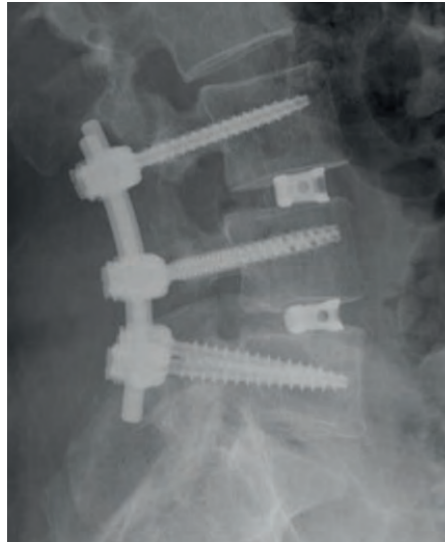


SEKTION SPEZIELLE WIRBELSÄULEN- CHIRURGIE

Team:

Priv.-Doz. Dr. med. Basem Ishak (Sektionsleiter), Prof. Dr. med. Karl Kiening,
Priv.-Doz. Dr. med. Jan-Oliver Neumann, Priv.-Doz. Dr. med. med. Moritz Scherer,
Dr. med. Alexander Younsi

DURCH VERWENDUNG
MODERNSTER BILDGE-
BUNGS- UND NAVI-
GATIONSVERFAHREN
WERDEN OPTIMALE
IMPLANTATLAGEN, WIE
IN DIESER RÖNTGEN-
KONTROLLE, GEWÄHR-
LEISTET UND DIE
KOMPLIKATIONSRATE
GESENKT.



Als hochspezialisierte, überregionale und international angesehene Wirbelsäulenabteilung am Universitätsklinikum Heidelberg bieten wir die größtmögliche Expertise in der Diagnostik und operativen Behandlung von Wirbelsäulenerkrankungen.

Neben allen etablierten Operationstechniken nutzen wir dabei auch spezielle operative Strategien, wie sie nur in hochspezialisierten Klinikzentren vorgehalten

OPERATIONEN	2016	2017	2018	2019	2020
Zervikaler Bandscheibenvorfall	94	55	105	138	140
Thorakaler/Lumbaler Bandscheibenvorfall	256	282	241	204	119
Endoskopische Bandscheibenoperation					40
Spinalkanalstenose	201	277	211	234	196
Instrumentierungen der Wirbelsäule	208	182	201	240	209
Spinale Tumore	123	160	159	168	127

sind. Ein spezialisiertes Team gewährleistet die optimale Patientenversorgung rund um die Uhr (24/7). Eine umfassende und jederzeit verfügbare Ausstattung mit einer stets einsatzbereiten intraoperativen Computertomographie, modernste OP-Navigationsysteme und OP-Mikroskope, ermöglichen eine hohe Präzision bei der OP-Planung und beim Eingriff selbst. So können auch Operationen an risikoreichen Regionen der Wirbelsäule mit einer äußerst geringen Komplikationsrate durchgeführt werden. Dabei nutzen die Operateure, wann immer möglich, besonders schonende, minimalinvasive oder auch endoskopische Operationstechniken. Auch postoperativ stehen stets Schmerztherapeuten zur Verfügung, um eine bestmögliche Schmerztherapie während des stationären Aufenthaltes zu gewährleisten.

Interdisziplinäres Wirbelsäulen- und Schmerzboard eingerichtet

In Zusammenarbeit mit der Sektion Operative Schmerztherapie der Neurochirurgischen Abteilung und dem Zentrum für Schmerztherapie der Anästhesie wurde erstmalig in der Region ein interdisziplinäres Wirbelsäulen- und Schmerzboard errichtet. Hiermit kann jedem Patienten mit Rückenschmerzen geholfen werden, auch wenn keine operative Therapie indiziert ist. Lange Wartezeiten können für den Patienten hiermit vermieden werden, da sämtliche Kompetenzen für die erfolgreiche Behandlung von Rückenschmerzen sofort verfügbar sind. Durch eine hohe Anzahl an Operateuren mit großer Erfahrung und Expertise ist die Sektion Spezielle Wirbelsäulen Chirurgie bestens besetzt. Durch einen regen Austausch und sehr engen Kontakt zu weltweit führenden Experten werden Kenntnisse in der Wirbelsäulen Chirurgie kontinuierlich vertieft und Operationstechniken weiter optimiert.

Das Zusammenspiel aus schonenden, minimalinvasiven Vorgehensweisen, hoher Präzision, inter-



IN DER WIRBELSÄULENCHIRURGIE HÄNGT DER ERFOLG EINES BEHANDLUNGSKONZEPTS VON DER HOCHPRÄZISEN UMSETZUNG IN MILLIMETERARBEIT AB. PRIV.-DOZ. DR. MED. ISHAK, PROF. KIENING UND DAS TEAM DER WIRBELSÄULENCHIRURGIE HABEN HIERBEI GRÖSSTE ROUTINE.

disziplinärer Zusammenarbeit, internationaler Wettbewerbsfähigkeit und fortschrittlicher Technologie erlaubt es der Wirbelsäulen Chirurgie, einen zunehmend bedeutsamen und zukunftsorientierten Platz innerhalb Deutschlands einzunehmen.

Höchste Qualitätsansprüche

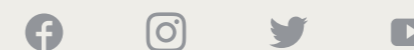
Seit vielen Jahren werden sämtliche operativen Behandlungsmaßnahmen wissenschaftlich ausgewertet und in international renommierten Zeitschriften veröffentlicht. Hiermit werden Quali-

tätsindikatoren definiert, um zum einen die besten Behandlungsmethoden zu identifizieren, und zum anderen die Behandlung noch weiter zu verbessern. Die neuesten Forschungsergebnisse, von denen viele auch aus der eigenen Abteilung stammen, sind unser Maßstab. Mit Recht können wir behaupten, dass wir in der Behandlung von Wirbelsäulenerkrankungen medizinische Standards setzen konnten.

Internationale Auszeichnung

Aufgrund des großen operativen Spektrums, der wissenschaftlichen Leistungen auf hohem Niveau und auch der internationalen Dozententätigkeit wurde unsere Wirbelsäulenabteilung durch eine der größten weltweit tätigen Wirbelsäulenorganisationen (AOSpine) als Referenzzentrum zertifiziert. Dies ermöglicht uns, nationale und internationale Wirbelsäulen Chirurgen weiterzubilden. Zudem sind wir für das offizielle Journal der AO Spine (Global Spine Journal) für die Begutachtung und Veröffentlichung wissenschaftlicher Arbeiten mitverantwortlich.

#ACDF
#spondylolisthesis
#spinefusion
#MISspine



Forschungsfelder

Qualitätssicherung der spinalen Navigation

Untersuchungen zu Langzeitergebnissen bei älteren Patienten nach Stabilisierungseingriffen

Klinische und biomechanische Untersuchungen des kraneo-zervikalen Übergangs

Machbarkeit und Umsetzbarkeit endoskopischer Verfahren in der Wirbelsäulen Chirurgie

Künstliche Intelligenz in der Wirbelsäulen Chirurgie

SEKTION NEUROCHIRURGISCHE SCHMERZTHERAPIE

Team:

Priv.-Doz. Dr. med. Rezvan Ahmadi, Dr. med. Mehdi Hajiabadi, Dr. med. Britta Kretzschmar

Klinisch beschäftigen wir uns mit der operativen Behandlung von sekundär-chronischen Schmerzen, wenn die Ursache des Schmerzes durch Dekompression der neuralen Strukturen beseitigt werden kann oder wenn die symptomatische Schmerztherapie durch Ablation bzw. Neuromodulation ergänzt und verbessert werden kann. In unserer Spezial-Sprechstunde zur operativen Schmerztherapie überprüfen wir die Diagnosen und die Indikation zu den derartigen Eingriffen, die sowohl für Kopf- und Gesichtsschmerzen, als auch für periphere Nerven- bzw. Wirbelsäulenschmerzen infrage kommen könnten. Als ein universitäres Zentrum beschäftigen wir uns auch mit selteneren Krankheiten, die mit chronischen Schmerzen einhergehen könnten.

Wissenschaftliche Interessen unserer Sektion liegen in der Erforschung der Schmerz-Formen und Verarbeitungswege im peripheren und zentralen Nervensystem, um die Wirkmechanismen unserer Therapien zu verstehen und sie verbessern zu können. Dafür beteiligen wir uns an einem Sonderforschungsbereich der medizinischen Fakultät Heidelberg (SFB 1158). Zusätzlich beschäftigen wir uns intensiv mit den Vor- und Nachteilen der neuen Innovationen aus der Medizintechnik, um für unsere Patienten individuell die beste Therapie auswählen und anbieten zu können.

Ambulanzen und Operationen

Die Spezial-Sprechstunde der Neurochirurgischen Schmerztherapie umfasst die Beratung, Indikationsstellung und gegebenenfalls die ergänzende Diagnostik der schmerzhaften Krankheiten des pe-

ripheren und zentralen Nervensystems. Neben den chronischen Kopf- und Gesichtsschmerzen sehen wir viele Patienten mit peripheren Mono- bzw. Polyneuropathien sowie Wirbelsäulenerkrankungen, die zu chronischen Rücken- und Extremitätenschmerzen führen.

Besonderheiten der Sektion Operative Schmerztherapie der Neurochirurgischen Klinik am UKHD

1. Breites Spektrum der operativen Expertise

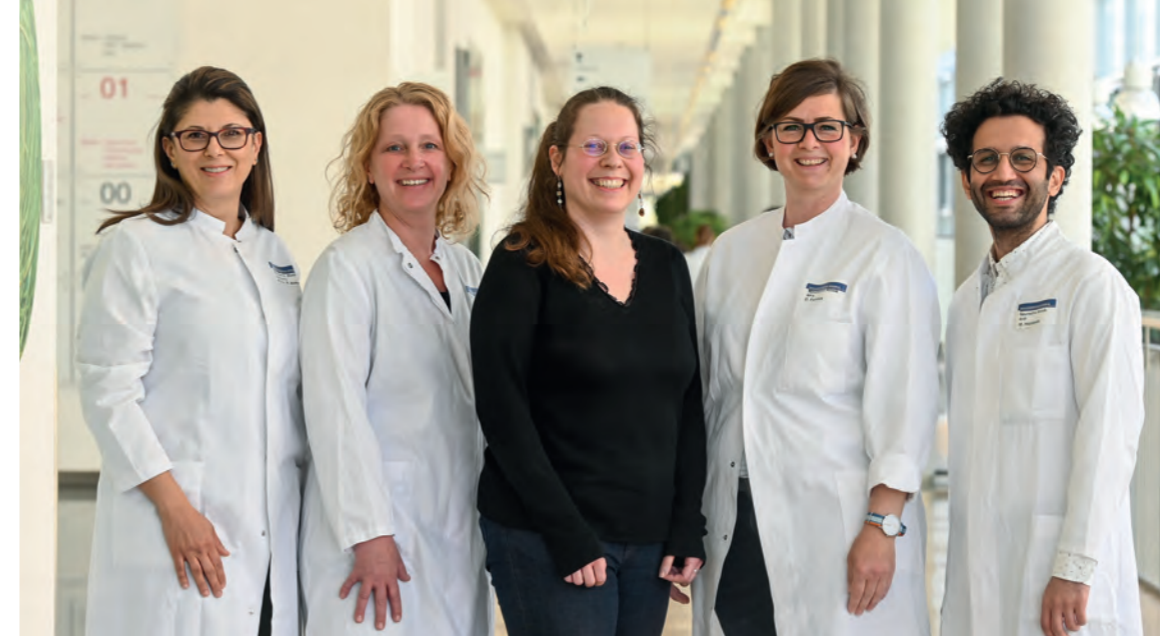
Unsere Klinik und die Sektion der operativen Schmerztherapie verfügen über eine breite und umfangreiche Expertise der operativen und invasiven Behandlungen der kranialen, peripheren und spinalen Schmerzchirurgie → www.klinikum.uni-heidelberg.de/kopf-klinik-zentrum/neurochirurgische-klinik/behandlungsspektrum/erkrankungen/neurochirurgische-schmerztherapie

2. Nachsorge

Eine der wichtigsten Säulen der Schmerztherapie ist die Anbindung bzw. die Kontinuität der Behandlung durch eine adäquate Nachsorge. Durch intensive Schulung des Personals unserer Sektion, unter anderem in der technischen Nachsorge der Neuromodulationsgeräte oder Schmerz-Assistenz (Pain-Nurse-Schulungen), bemühen wir uns um die maximale Zufriedenheit unserer Patienten und Zuweiser.

3. Ausstattung

An unserer Klinik sind alle modernen technischen Hilfsmittel zur Durchführung aller Operationen dieses Schwerpunktes ausgestattet. Neben hochqualifiziertem Personal verfügen wir über langjährige Expertise aus dem Bereich der speziellen Schmerztherapie, kraniale, spinale und periphere Nerven Chirurgie und Schmerzchirurgie. Alle Herstellerfirmen und auf dem Markt verfügbaren CE-zertifizierten Implantate sind in unserer Klinik vertreten und verfügbar. Als ein universitäres Zentrum (mit der Sprecherfunktion des Schwerpunktes der operativen Schmerztherapie in-



PRIV.-DOZ. DR. MED. AHMADI, DR. HAJIABADI UND DAS TEAM DER NEUROCHIRURGISCHEN SCHMERZTHERAPIE VERFOLGEN EINEN VIELSCHICHTIGEN ANSATZ ZUR BEHANDLUNG SEKUNDÄRER CHRONISCHER SCHMERZZUSTÄNDE.

nerhalb unserer Fachgesellschaften DGNC und BDNC) sehen wir uns verpflichtet, uns mit allen Innovationen der Medizintechnik aus unserem Bereich vertraut zu machen und eine von der Industrie unabhängige Meinung im Sinne unserer Patienten zu bilden.

4. Klinische Forschung

Um Grundlagen, Wirkmechanismen bzw. klinische Anwendungen untersuchen, analysieren und auswerten zu können, initiieren, konzipieren und beteiligen wir uns an vielen experimentellen und klinischen Forschungsprojekten, die wir mit unseren Kooperationspartnern (siehe Homepage) durchführen.

5. Multidisziplinäre Boards und Netzwerke

Wir möchten operative und minimalinvasive Methoden einsetzen, um meist chronifizierte oder attackenartige Schmerzen zu behandeln. Für den Erfolg solcher Therapien ist es sehr wichtig, dass die Art, der Zeitpunkt und die begleitenden Behandlungen individuell und optimal gewählt und aufeinander abgestimmt sind. Hierfür ist es wiederum notwendig, dass alle Faktoren hinter der Chronifizierung des individuellen Schmerzes in jedem Fall diagnostiziert und berücksichtigt werden. Das geschieht im Idealfall basiert

auf dem biopsychosozialen Schmerzmodell und in multidisziplinärer Auswertung der Befunde. Eine der hervorzuhebenden Methoden, die wir mit dem Ziel der multidisziplinären Beurteilung von komplexen Schmerzsyndromen ins Leben gerufen haben, ist das Wirbelsäulen-Schmerzboard der Neurochirurgischen Universitätsklinik Heidelberg. Beteiligte Fachdisziplinen werden hier zu monatlich angesetzten Konferenzen eingeladen, in denen Anamnese, Bildgebung und bisherige Befunde besprochen sowie ein Konzept zur Diagnostik und Behandlung festgelegt werden.

Unsere Visionen und Projekte für die nähere Zukunft

Im klinischen Bereich möchten wir die Schmerzdiagnostik ausweiten. Die Informatik und Mathematik stärkt bereits durch die Entwicklung effizienter Algorithmen und leistungsfähiger Systeme die Bereiche der Telemedizin und Medizininformatik. Auch in der operativen Schmerztherapie möchten wir die Telemedizin sowie Künstliche Intelligenz zur Diagnostik und Therapie der Schmerzpatienten etablieren, optimieren und nutzen. Im Experimentellen Bereich möchten wir die Neurophysiologie mit MEG, LEP und TMS gezielt einsetzen um die Wirkmechanismen der SCS durch Closed-loop-Stimulationssysteme zu erforschen.



Studien

PARS-Studie: Erforschung der Wirksamkeit verschiedener Spinal-Cord-Stimulations-Paradigmen in der Behandlung von chronischen Schmerzen

SFB 1158: klinische und experimentell-assoziierte Projekte zur Erforschung der Schmerzbahnen und Wirkmechanismen der chirurgischen Therapien

STIMO II: Phase II-Studie zur Wirksamkeit der SCS in Kombination mit ROBOT-ASSISTED NEUROREHABILITATION zur Behandlung von Querschnittslähmung nach Rückenmarksverletzung

Recharge PAIN: Befragung zu Erfahrungen, Nutzung und Handhabung wieder-aufladbarer Neurostimulatoren zur Rückenmarksstimulation bei chronischen Schmerzsyndromen



INTERDISZIPLINÄRES WIRBELSÄULEN- UND SCHMERZBOARD

#SFB1158

Why time does not heal all wounds: Chronic Pain

#Wirbelsäulenschmerz Board, monatlich



AUSGEWÄHLTE OPERATIONEN	2017	2018	2019	2020
Kraniale Schmerz-Eingriffe	28	39	36	35
Spinale Schmerz-Eingriffe	100	77	79	73
Periphere Schmerz-Eingriffe	35	27	27	23
Gesamt	158	143	142	131

SEKTION STEREOTAKTISCHE NEUROCHIRURGIE

Team:

Prof. Dr. med. Karl Kiening (Sektionsleiter), Priv.-Doz. Dr. med. Martin Jakobs, Priv.-Doz. Dr. med. Jan-Oliver Neumann, Priv.-Doz. Dr. med. Christine Jungk



PROF. KIENING, PRIV.-DOZ. DR. MED. JAKOBS UND DAS TEAM DER STEREOTAKTISCHEN NEUROCHIRURGIE BEI DER PLANUNG EINER GEWEBE-BIOPSIE IM GEHIRN AM PHANTOM.

Die Stereotaxie stellt innerhalb der Neurochirurgie ein Teilgebiet dar, bei welcher rahmengeführt in einer festen Anordnung über ein kleines Bohrloch in der Schädeldecke Operationen minimalinvasiv im Gehirn durchgeführt werden können. Dies erlaubt der stereotaktischen Neurochirurgie, jeden Punkt des Gehirns mit einem geringen Zugangstrauma anzusteuern. Unterschieden wird zwischen onkologischen und funktionellen Anwendungsgebieten. Die stereotaktische Biopsie ermöglicht die sichere und

minimalinvasive Gewebeentnahme von tief gelegenen und nicht sinnvoll offen zu entfernenden Tumoren oder auch bei unklaren Prozessen. Dies ist auch in sonst schwer zugänglichen Hirngebieten, wie dem Hirnstamm oder dem Kleinhirn, möglich. Trotz der geringen Masse an entnommenem Gewebe ist neben der rein histopathologischen auch eine molekulargenetische Analyse möglich, sodass sich hieraus konkrete Therapiekonzepte ableiten lassen.

Funktionelle Stereotaxie

Die funktionelle Stereotaxie stellt mit der Implantation von Elektroden zur tiefen Hirnstimulation einen wichtigen Bestandteil in der Behandlung verschiedener Bewegungsstörungen, wie dem M. Parkinson, dar. Die Hirnelektroden werden dann an implantierbare Neurostimulatoren als Energiequelle ange-

OPERATIONEN	2016	2017	2018	2019	2020
Stereotaktische Eingriffe	71	71	67	66	84
Tiefenhirnstimulation (THS) / Deep Brain Stimulation (DBS)	18	28	25	15	21

“

„Die direkte Verabreichung von Medikamenten in tief liegende Hirnstrukturen zur Behandlung von Gendefekten und kindlichen Bewegungsstörungen ist der nächste Schritt der Entwicklung in der stereotaktischen Neurochirurgie.“

PROF. DR. MED. KARL KIENING

”

schlossen. Durch dieses neuromodulative Verfahren lassen sich nicht nur die Symptome der Grunderkrankung deutlich verbessern, sondern auch die oft nebenwirkungsträchtigen Medikamenteneinnahmen reduzieren – um hierdurch wiederum die Lebensqualität der Betroffenen zu steigern.

Des Weiteren erlaubt die stereotaktische Neurochirurgie die millimetergenaue Einlage von Drainagen oder Kathetern sowie die gezielte Medikamentenapplikation in tief gelegenen Hirnregionen.

Bundesweit erstmals zertifiziert durch European Society for Stereotactic and Functional Neurosurgery

Personell ist die Sektion Stereotaktische Neurochirurgie mit mehreren Operateuren mit großer Erfahrung und Expertise ausgestattet. Diese konnte durch ein klinisches Fellowship an einem der weltweit führenden Zentren für stereotaktische und funktionelle Neurochirurgie, dem Toronto Western Hospital, in den Jahren 2018/2019 weiter vertieft werden. Darüber hinaus ist die Sektion stereotaktische Neurochirurgie bundesweit die erste ihrer Art, in welcher das Zusatzzertifikat der European Society for Stereotactic and Functional Neurosurgery (ESSFN) erworben werden konnte.

Das Zusammenspiel aus geringer Invasivität, hoher Präzision, dem interdisziplinären Schnittstellencharakter, fortschrittlicher Bildgebung sowie der sich stets weiterentwickelnden Technologie erlaubt es der Stereotaxie, einen zunehmend prominenten und zukunftsreichen Platz innerhalb der Neurochirurgie einzunehmen.



MODERNSTE BILDVERARBEITUNGS-SOFTWARE ERMÖGLICHT EINE PRÄZISE PROBENENTNAHME ODER ANLAGE VON STIMULATIONSELEKTRODEN SELBST IN TIEF GELEGENEN HIRNAREALEN.



Studien

ADvance II: A double-blind, randomized, controlled study to confirm the safety and efficacy of Deep Brain Stimulation of the fornix (DBS-f) in patients with mild probable Alzheimer's Disease (2020)

GEPESTIM: German Registry of pediatric deep brain stimulation in patients with childhood-onset dystonia (2020)

QualiPa: Qualitätssicherung invasiver Verfahren zur Therapie von Parkinsonpatienten in der klinischen Routine in Deutschland (2020)

Multi Recharge: A multicenter, open-label, controlled trial on acceptance, convenience, and complications of rechargeable internal pulse generators for deep brain stimulation (2018)

SEKTION PÄDIATRISCHE NEUROCHIRURGIE

Kommissarischer Sektionsleiter: Dr. med. Ahmed El Damaty



BEI DER BETREUUNG UNSERER KLEINSTEN UND JÜNGSTEN PATIENTEN SETZT DR. EL DAMATY AUF EINE ENTSPANNTE, KINDGERECHTE ATMOSPHÄRE SOWIE DIE ENGE EINBINDUNG DES FAMILIÄREN UMFELDS.

Die Pädiatrische Neurochirurgie ist ein zutiefst interdisziplinäres Fachgebiet. Wir sind mit den Fachkliniken des Universitätsklinikums Heidelberg eng vernetzt: Kinderheilkunde; Pränataldiagnostik; Kinderradiologie; Neuroradiologie; Mund-, Kiefer-, und Gesichtschirurgie; Hals-, Nasen-, Ohren-Heilkunde; Augenheilkunde; Kinderchirurgie und Anästhesiologie sowie mit dem Nationalen Centrum für Tumorerkrankungen (NCT) und dem Deutschen Krebsforschungszentrum

(DKFZ). Somit haben wir stets Zugriff auf die neuesten Erkenntnisse der internationalen Krebsforschung. Unser Spektrum umfasst unterschiedliche Ätiologien im fetalen, kindlichen und jugendlichen Alter: die Behandlung von Tumoren des Zentralnervensystems, ZNS-Entwicklungsstörungen, kraniofaziale Fehlbildungen, Hydrocephalus und Liquorzirkulationsstörungen sowie Tonusregulationsstörungen.

Bestmögliche Versorgung der Kinder und Unterstützung der Eltern

Unser Ziel ist es, unseren Patienten die bestmögliche Versorgung in Form einer angepassten, individualisierten, alle Aspekte umfassenden Therapie im Rahmen der Interdisziplinarität anzubieten sowie die Eltern auf ihrem langen Weg der Behandlung maximal zu unterstützen. Wir verfügen über eine umfassende medizintechnische Ausstattung von der Diagnostik über die OP-Technik bis zur intensivmedizinischen Versorgung: neueste Shunt-Technologie (einstellbare, schwerkraftassistierte Ventile, antibiotikabeschichtete Schläuche etc.). Dank spezieller Diagnos-

tik mit Liquorflussmessungen, moderne Neuro-Endoskope, intraoperatives CT und MRT, hochspezialisierte Operationsmikroskope, Neuronavigation im Operationssaal, intraoperatives Neuromonitoring und spezielle Ausstattung für Kernspinaufnahmen beatmeter Patienten ist stets die beste Behandlung gewährleistet.

Breites Spektrum an Operationen

Als zertifiziertes Kinderonkologisches Zentrum erfüllt unsere Klinik die hohen Qualitätsanforderungen an kinderonkologische Zentren gemäß den Vorgaben der Deutschen Krebsgesellschaft. Als Mitglied des pädiatrischen neurochirurgischen Panels bei multiplen kinderneuroonkologischen Studien unter der Leitung der Gesellschaft der Pädiatrischen Onkologie und Hämatologie (GPOH) bieten wir den schwer kranken, kinderneuroonkologisch behandelten Patienten die bestmögliche Beratung und Behandlung an.

Als Heidelberger Zentrum für Fetalchirurgie bieten wir die Versorgung des offenen Rückens bei Spina bifida intrauterin an. Zwischen der 19. und 25. Schwangerschaftswoche können wir in unserer Klinik eine Rückenfehlbildung beim Fetus – die sogenannte Spina bifida aperta (MMC) – in einer offenen fetalchirurgischen Operation behandeln. Dabei verschließen wir über einen kleinen Schnitt in der Gebärmutter das Rückenmark. Eine

interuterine Behandlung schützt das Rückenmark frühzeitig vor Schädigung und mindert die Risiken für eine Hydrocephalusbehandlung. Unser multidisziplinäres Spina-bifida-Team betreut die Kinder von der Diagnose über die Behandlung bis zur mehrjährigen Nachsorge.

Für die Behandlung einer Bewegungsstörung, deren Ursache in einer frühkindlichen Hirnschädigung liegt, bieten wir sowohl eine erweiterte Medikamenten-Therapie als auch die sogenannte selektive dorsale Rhizotomie (SDR) oder die Implantation spezieller Medikamenten-pumpen für Kinder (Lioresalpumpen) an.

Eine übermäßige Ansammlung von Hirnwasser im Gehirn (Hydrocephalus) behandeln wir durch verschiedene Verfahren. Ein sogenannter Shunt ermöglicht eine dauerhafte Ableitung bei chronischem Hydrocephalus. Wird der Hydrocephalus durch einen Engpass der Hirnwasserwege verursacht, können wir diese Engstelle durch einen kleinen endoskopischen Eingriff behandeln. So ist ein natürlicher Abfluss gewährleistet. Nach erfolgreicher OP sind in der Regel keine weiteren Eingriffe nötig.

Eine Kraniosynostose gehört zu den angeborenen Fehlbildungen, wird bereits im frühesten Kindesalter sichtbar und aufgrund des meist eindeutigen klinischen Bildes diagnostiziert. Wir behandeln dieses Krankheitsbild operativ und interdisziplinär gemeinsam mit unseren Kollegen der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (MKG-Chirurgie) und können hierfür eine der größten Erfahrungen deutschlandweit vorweisen.

In der Forschung etablieren wir mit unseren Kollegen der Kinderneuroonkologie ein langjähriges Projekt, bei dem wir neue Methoden der Therapie von benignen als auch malignen ZNS-Tumoren erforschen.



„In der pädiatrischen Neurochirurgie verfolgen wir einen umfassenden, multidisziplinären Ansatz, um unsere jungen Patienten bestmöglich zu behandeln und ihre Familien durch schwierige Situationen zu begleiten.“

DR. MED. AHMED EL DAMATY



Studien

TROPHY Register: Treatment Of PostHemorrhagic hYdrocephalus

PROVADIS Studie: Programming Vertical versus permAnent Differential pressure In pediatric hydrocephalus

LOGGIC Studie: Low Grade Gliomas In Children

CNS-REST Register: Rare Embryonal or Sarcomatous CNS Tumors

Colloid cysts in pediatric population

NEUROTRAUMATOLOGIE

Team:

Dr. med. Alexander Younsi, Prof. Dr. med. Klaus Zweckberger, Prof. Dr. med. Christopher Beynon, Priv.-Doz. Dr. med. Jan Neumann, Dr. med. Johannes Walter

Die Neurotraumatologie befasst sich vornehmlich mit der Behandlung des Schädel-Hirn-Traumas (SHT) und ist eines der Kerngebiete der Neurochirurgie. Als SHT wird dabei ein weites Erkrankungsspektrum bezeichnet, bei dem durch eine äußere Gewalteinwirkung auf den Schädel eine Verletzung des Gehirns entsteht. Diese kann potenziell lebensgefährlich sein, zu Koma oder zu schwerwiegenden Funktionseinschränkungen führen. Aber auch mildere Verläufe des SHTs sind für die betroffenen Patienten belastend und führen zu hohen sozioökonomischen Kosten. Leider bleibt das SHT eine häufige Erkrankung und nimmt vor allem bei älteren Menschen zu.

Notfallversorgung

Jedes Jahr werden in der Neurochirurgischen Klinik deshalb mehr als 1.000 Patienten mit SHT ambulant oder stationär behandelt und es werden mehr als 300 neurochirurgische Eingriffe, welche unmittelbar auf ein SHT zurückzuführen sind, durchgeführt. Unser Ziel ist dabei, Patienten mit SHT schnellstmöglich zu stabilisieren und Folgeschäden zu verhindern. Deshalb ist die Neurochirurgie in der Schockraumversorgung der Universitätsklinik Heidelberg fest integriert und arbeitet hier interdisziplinär mit anderen Fachabteilungen zusammen. Dadurch kann für alle Patienten mit SHT regional sowie überregional eine 24/7-Versorgung garantiert werden. Dieses Angebot führt regelmäßig auch zu Direktverlegungen von Patienten mit SHT zur operativen Behandlung auch aus benachbarten Bundesländern.

OPERATIONEN	2016	2017	2018	2019	2020
Intrazerebrale Blutung	70	64	63	56	62
Akutes Subduralhämatom, Epiduralhämatom, Schädelfraktur	109	134	115	119	80
Chronisches Subduralhämatom	99	131	116	117	138
Dekompressive Hemikraniektomie	40	39	58	43	25
Hirnabszess	17	28	16	13	21

Therapeutisches Spektrum

Zu den typischen neurochirurgischen Eingriffen im Bereich der Neurotraumatologie gehört z.B. die Entfernung raumfordernder Blutungen. Dazu werden moderne Techniken wie die intraoperative Neuronavigation benutzt, auch minimalinvasive Eingriffe (endoskopisch) sind möglich. Nach einer Operation werden Patienten mit SHT meist auf der Neurochirurgischen Intensivstation weiter behandelt. Durch das sogenannte multimodale Neuromonitoring können sie hier auch während eines teilweise notwendigen, künstlichen Kommas überwacht werden – die dazu benötigten Messsonden werden teilweise bettseitig über einen kleinen Eingriff in das Gehirn eingebracht und geben so Auskunft über den Druck im Schädelinneren und viele weitere Funktionsparameter. Die oft mehrtätige oder gar wochenlange künstliche Beatmung und narkosebedingte Bewegungslosigkeit nach SHT wirken sich auf den gesamten Körper aus. Deshalb sind die behandelnden Neurochirurgen in Heidelberg gleichzeitig auch Experten für neurochirurgische Intensivmedizin, arbeiten bei komplexer Fragestellung aber auch eng mit Partnern aus Neurologie, Neuroradiologie und Anästhesie zusammen.

Versorgung über die Akutphase hinaus

Sind Patienten mit SHT nach der akuten Verletzungsphase wieder stabil, wird so früh wie möglich eine intensive neurologische Frührehabilitation angestrebt. Hierfür arbeitet die Neurochirurgische Klinik eng mit Spezialkliniken zusammen. Eine systematische Entwöhnung von der künstlichen Beatmung, Physiotherapie und Ergotherapie sowie auch neuropsychologische Betreuung werden aber bereits während des stationären Aufenthaltes durchgeführt.

Wissenschaftliche Aktivitäten

Nicht nur klinisch, sondern auch wissenschaftlich setzt sich die Neurochirurgische Klinik intensiv mit dem SHT auseinander. Ein neues nationales SHT-Register, welches an das Deutsche TraumaRegister® angeschlossen ist, wurde z.B. von Heidelberger Neurochirurgen mitkonzipiert.



ENTSCHLOSSENES UND PRÄZISES HANDELN IST IN DER NEUROTRAUMATOLOGIE ERFORDERLICH, WIE HIER BEI DER OPERATION EINER HIRNBLUTUNG UNTER DEM OPERATIONSMIKROSKOP!

Internationale prospektive Studien im Bereich des SHTs werden zudem häufig mit der Neurochirurgie Heidelberg als nationalem Koordinator für Deutschland durchgeführt. Dazu gehört die Studie „Collaborative European NeuroTrauma Effectiveness Research in TBI (CENTER-

“

„Time is Brain – Konsequentes und zügiges Handeln ist in der Neurotraumatologie essenziell.“

DR. MED. ALEXANDER YOUNSI

”

TBI)“, welche als europäisches Gemeinschaftsprojekt über 5.000 SHT-Patienten prospektiv beobachtet.

Im Bereich der Grundlagenforschung zur Behandlung des Neurotraumas gehört die Neurochirurgische Klinik in Europa zu einem der wenigen Standorte, an welchem ein experimentelles Labor mit etablierten Modellen existiert.



Studien

NOSTRA-III: Efficacy of VAS203 (Ronoplerin) in Patients With Moderate and Severe Traumatic Brain Injury

STEM: The SQUID Trial for the Embolization of the Middle Meningeal Artery for Treatment of Chronic Subdural Hematoma

ASTRAL: A Study to Evaluate the Efficacy and Safety of BIIBo93 in Participants With Brain Contusion

CENTER-TBI: Collaborative European Neuro Trauma Effectiveness Research in TBI

SHT-Register: Schädel-Hirn-Trauma Register der DGNC als Modul des DGU Traumaregisters

INTENSIVMEDIZIN

Team:

Priv.-Doz. Dr. med. Jan-Oliver Neumann, Priv.-Doz. Dr. med. Martin Jakobs,
6 Weiterbildungsassistenten der Neurochirurgie



DER ENGE INTERDISZIPLINÄRE AUSTAUSCH ZWISCHEN PFLEGERISCHEM, ÄRZTLICHEM UND PHYSIOTHERAPEUTISCHEM PERSONAL AM PATIENTENBETT IST FÜR EINE ERFOLGREICHE NEUROINTENSIVTHERAPIE UNVERZICHTBAR.

Die neurochirurgische Intensivstation (14 Betten) ist Teil des Intensivzentrums der Kopfklinik mit insgesamt 26 Betten, verteilt auf zwei Stationen.

Aufgabe der Station ist die intensivmedizinische Therapie akuter neurochirurgischer Erkrankungen

(z.B. SHT-Schädel Hirn Tumor, SAB-Subarachnoidalblutung, ICB-Intrazerebrale Blutung), wobei im Rahmen des Intensivzentrums auch Patienten mit primärer neurologischer Diagnose (Schlaganfall) interdisziplinär betreut werden.

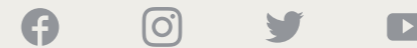
Eine weitere wichtige Aufgabe ist die postoperative Überwachung und Betreuung von Patienten nach schwerwiegenden oder komplexen neurochirurgischen Eingriffen. Die Station hat somit eine wichtige Verteilungs- und Koordinations-Funktion zwischen dem OP und den Normalstationen.

Im Jahr 2019 wurden 1.800 Patienten auf der Station behandelt. Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer beträgt 2,5 Tage bei einer Auslastung von 90%.

Technische Ausstattung (Monitoring-überwachung)

An den insgesamt 14 Beatmungsplätzen steht die volle Ausstattung an intensivmedizinischem Basis-

#neurocritcare
#neuroICU
#ICP #TBI



Monitoring zur Verfügung. Erweitertes hämodynamisches Monitoring ist verfügbar. Ultraschall wird routinemäßig zur Diagnostik und für Interventionen am Intensivbett verwendet. Im Falle des respiratorischen Versagens bestehen neben der Intubation die Optionen zur NIV-Beatmung (CPAP, Optiflow), der NO-Beatmung sowie der inhalativen Sedierung.

Kontinuierliche ICP-Überwachung und CSF-Drainage über externe Ventrikeldrainagen/Lumbaldrainagen gehören zur klinischen Routine. Es werden auch regelmäßig parenchymale ICP-Sonden eingesetzt.

Bei ausgewählten Krankheitsbildern erfolgt auch das erweiterte cerebrale Monitoring mittels PTiO₂ und Mikrodialyse. Es besteht die Möglichkeit zur kontinuierlichen EEG-Ableitung. Ergänzt wird das cerebrale Monitoring durch die Pupillometrie und die ständige Verfügbarkeit neuroradiologischer Diagnostik wie CCT, DSA und MRT. MRT-Untersuchungen können auch bei beatmeten Patienten durchgeführt werden.

Eine erweiterte POC-Gerinnungsdiagnostik (Koagulometrie, Multiplate) steht zur Verfügung.



Studien

NOSTRA: (intrathekale Nimodipin-Gabe bei SHT)

REACT: (Clazosentan bei SAB)

ASTRAL: (Glibenclamid bei SHT)

ANNEXA-S: (Andexanet-Alfa, Antidot für FXa-Inhibitoren)

SETPOINT / SETPOINT II: (Frühe perkutane Tracheotomie bei Intensivpatienten)



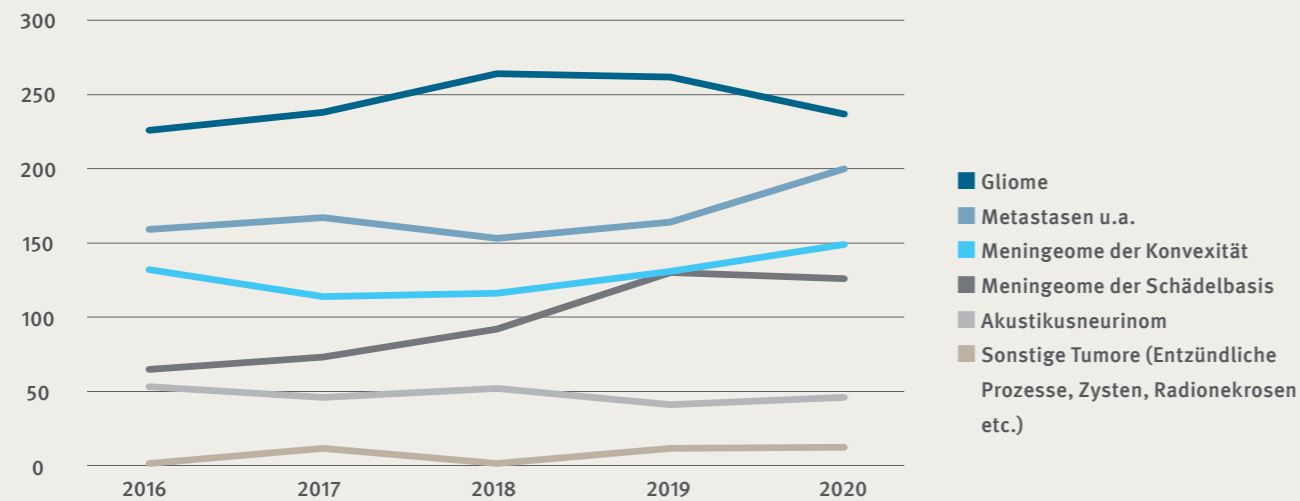
ALLE VITALPARAMETER WERDEN ZENTRAL ÜBERWACHT, UM AUCH AUF KLEINSTE VERÄNDERUNGEN KRITISCH KRANKER PATIENTEN ADÄQUAT REAGIEREN ZU KÖNNEN.

Auf einen Blick:

OPERATIONSZAHLEN 2016-2020

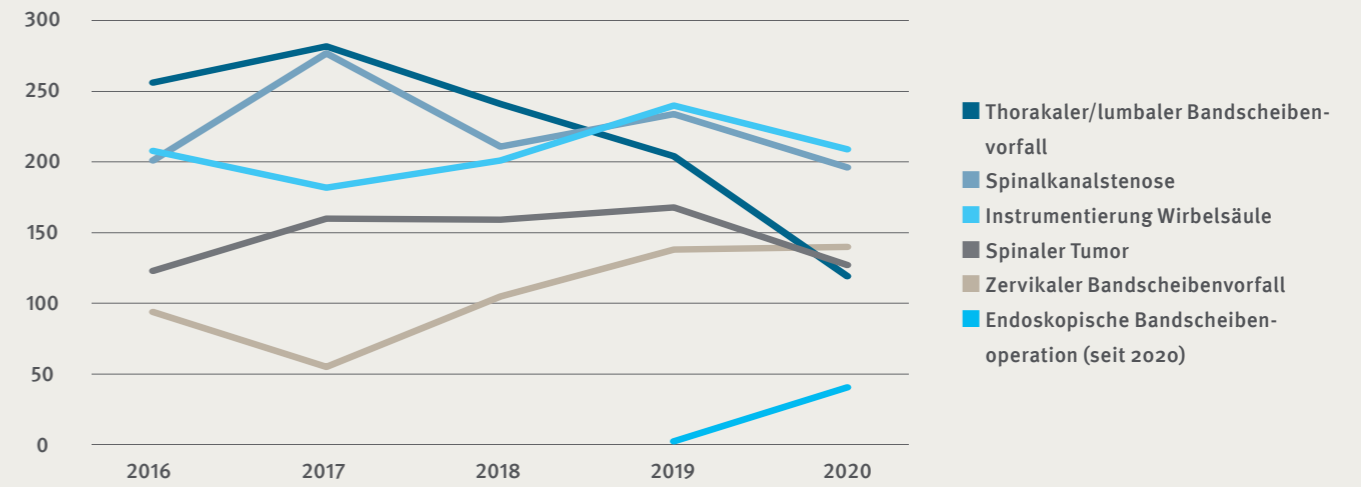
KATEGORIEN	2016	2017	2018	2019	2020
Resektion Hirntumor	652	657	684	738	773
Resektion Hypophysentumor	79	90	76	71	69
Aneurysmaclipping/Angiom-OP	60	74	60	71	62
Wirbelsäulenchirurgie	882	956	917	984	831
Stereotaxie/Funktionelle Neurochirurgie	89	99	92	81	105
Neurotraumatologie (traumat. Blutungen, Kraniektomie)	335	396	368	348	326
Hydrozephalus	268	299	295	308	217
Intrakranielle Sonden und Ventrikeldrainagen	245	295	267	207	168
Periphere Nerven/Schmerztherapie	185	176	133	127	131
Mikrovaskuläre Dekompression	33	25	17	22	23
ZNS-Fehlbildungen	77	81	111	82	87
Sonstige OPs, Kranioplastik	489	301	186	235	156
Summe OPs gesamt	3.394	3.449	3.206	3.274	2.948

Hirntumor-Resektionen im Detail

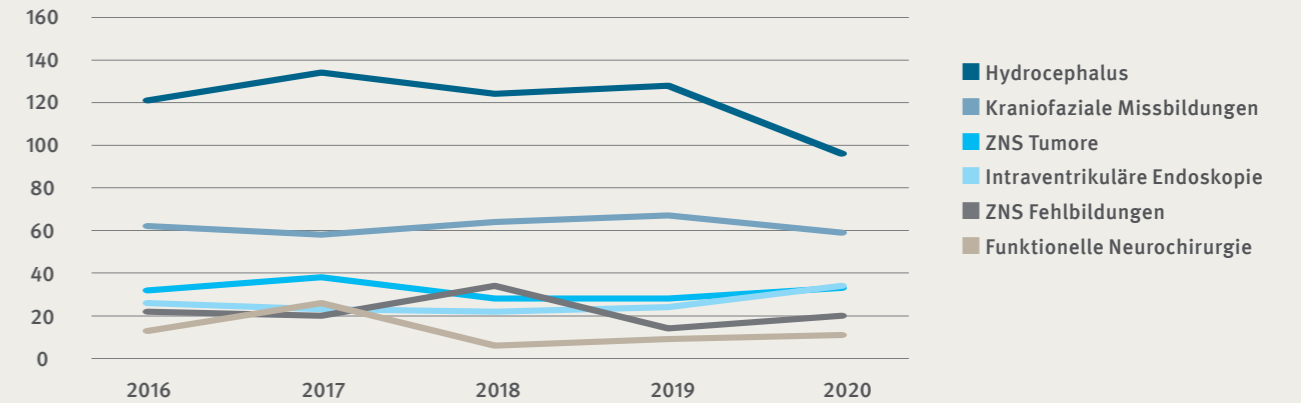


2020 waren insbesondere die „elektiven“ Eingriffe der Wirbelsäulenchirurgie aufgrund der Pandemie-Restriktionen vermindert.

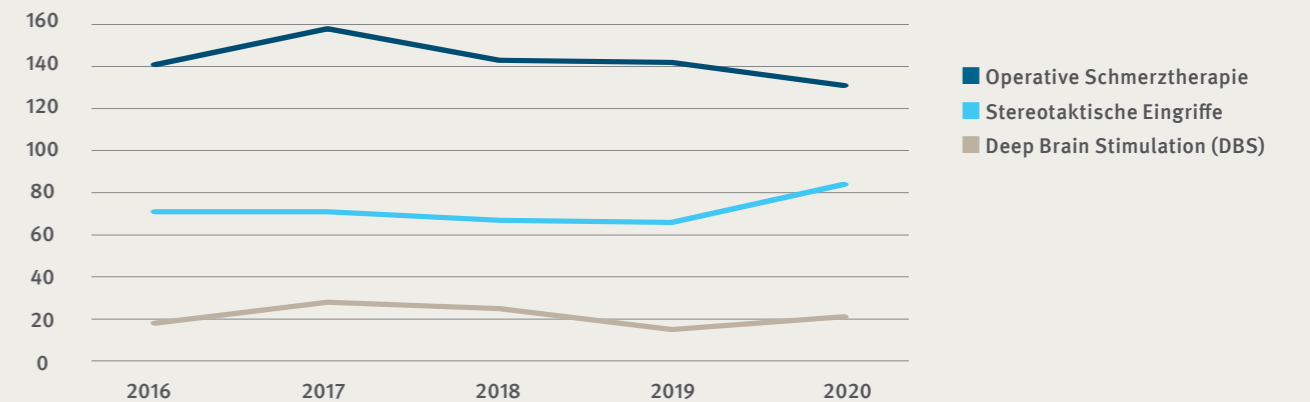
Wirbelsäulenchirurgie im Detail



Pädiatrische Neurochirurgie im Detail



Funktionelle Neurochirurgie und Operative Schmerztherapie



TECHNISCHE AUSSTATTUNG DER OPERATIONSSÄLE



INTRAOPERATIVES MRT (SIEMENS MAGNETOM ESPREE 1,5 TESLA)



INTRAOPERATIVES CT (SIEMENS SOMATOM SCOPE)



INTRAOPERATIVES NEUROMONITORING



FASERBAHN-TRAKTOGRAPHIE MIT INTERAKTIVER DARSTELLUNG AUF BRAINLAB BUZZ MONITORSYSTEMEN

Bildgebung

Intraoperatives MRT 1,5 Tesla Siemens Espree:

Seit 2009 installiert. Durchführung von intraoperativen MRT-Untersuchungen in höchster diagnostischer Qualität. Routinemäßige Verwendung für intraoperative Resektionskontrollen bei intrakraniellen Tumoren und Hypophyseneingriffen. Planungsdatensätze für stereotaktische Eingriffe und tiefe Hirnstimulationen

Intraoperatives CT Siemens Somatom Scope:

Installation 2019. Durchführung von intraoperativen CT-Untersuchungen zur Navigation von komplexen spinalen Eingriffen und Stabilisierungsverfahren. Resektionskontrollen von Schädelbasistumoren inkl. Möglichkeit zur zerebralen CT-Angiographie. Planungsdatensätze für stereotaktische Eingriffe und tiefe Hirnstimulationen

Intraoperativer Ultraschall (BK-Medical 800):

Intraoperativer Ultraschall zur Visualisierung von Zielstrukturen

Mobile Röntgengeräte

3x 3D-C Bögen zur intraoperativen 3D-Tomographie und Anfertigen von Navigationsdatensätzen zur spinalen Neuronavigation sowie intraoperative Fluoroskopie

Mikroskope

3x Zeiss Pentero Mikroskope

- Möglichkeiten der intraoperativen Tumor-Fluoreszenz (5-ALA) und Fluoreszenzangiographie (ICG-Angiographie)
- Integrierte Neuronavigation zur intraoperativen Tumorvisualisierung über ein Head-Up-Display (Augmented Reality)

1x Zeiss Kinevo 900 Mikroskop

- Hochmoderne intraoperative Mikroskopie mit robotischer Steuerung
- Digital Hybride Visualisierung in 4K Auflösung unter Einbezug aller gängigen Fluoreszenzverfahren (IR800, Blue400)
- Vollintegration mit der multimodalen Neuronavigation und robotischer Ansteuerung von Zielstrukturen

Navigation

5x Neuronavigationssysteme

- 2x Stryker Nav3i Navigation zur kranialen und spinalen Navigation
- 2x Brainlab Curve Navigationseinheiten mit Möglichkeit der Faserbahn-Traktographie zur Planung und Durchführung von Tumorresektionen in besonders kritischen Hirnarealen
- 1x Brainlab Kick Mobile-Navigationseinheit zur Navigation von kranialen Zielstrukturen und für navigierte Katheteranlagen

Interaktive Bilddemonstration

4x Brainlab Buzz Monitore zur interaktiven Darstellung und Verarbeitung der Bildgebung in jedem Operationssaal. Vernetzung jedes OP-Saals mit dem Klinikinformationssystem und dem PACS-Server

Zeiss Trenion 3D-HD Monitor zur intraoperativen 3D-Visualisierung des Mikroskopiebildes zu Demonstrations- und Schulungszwecken in Ausbildung und Lehre

Neuromonitoring

3x Inomed Neuromonitoring-Systeme zum intraoperativen elektrophysiologischen Monitoring und Mapping

- Möglichkeit der intraoperativen Ableitung von evozierten Potentialen (MEP, SEP, AEP), Electrocorticographie und EMG von Hirnnerven und peripheren Nerven.
- Intraoperatives Mapping von Hirnfunktionen (z. B. Sprache, Motorik) mittels direkter kortikaler und subkortikaler Stimulation und Einsatz des Stimulationssaugers
- Anlage von Stimulationselektroden zur tiefen Hirnstimulation

Endoskopie

Karl-Storz-AIDA-HD-Kamera-Endoskopie-System inkl. LOTTA-Endoskope und Neurovitom-Haltersystem für intrazerebrale vollendoskopische Eingriffe sowie endoskopische Schädelbasischirurgie. Karl-Storz-Shuntoskop zur Visualisierung korrekter Katheterlage bei Shunt-Implantationen

FORSCHUNG & LEHRE



Akademische Lehre und Wissenschaft gehören zu den Kernaufgaben der Neurochirurgischen Klinik als universitäre Einrichtung. Hierdurch wird die Behandlung zukünftiger Patienten gesichert und die medizinische Behandlung auf höchstem Niveau weiterentwickelt.

Neben der theoretischen und klinisch-praktischen Ausbildung von Studenten der Humanmedizin an der Universität Heidelberg bieten wir auch internationalen Studenten und Ärzten die Möglichkeit, an unserer Klinik Fachwissen zu vertiefen und innovative Behandlungsmöglichkeiten kennenzulernen.

Das Spektrum wissenschaftlicher Aktivitäten reicht von experimenteller Grundlagenforschung – beispielsweise im Bereich der Tumorbologie von Hirntumoren und neuroprotektiven Mechanismen bei experimentellem Neurotrauma – bis zur federführenden Mitgestaltung von multizentrischen klinischen Studien. Darüber hinaus sind unsere Arbeitsgruppen in zahlreiche nationale und internationale Forschungsnetzwerke integriert.

Auf einen Blick:

PUBLIKATIONEN 2016-2020



Top-Publikationen

Tumor & Experimentelle Neuroonkologie

Rapp C, Warta R, Stamova S, Nowrouzi A, Geisenberger C, Gal Z, Roesch S, Dettling S, Juenger S, Bucur M, Jungk C, DaoTrong P, Ahmadi R, Sahm F, Reuss D, Fermi V, Herpel E, Eckstein V, Grabe N, Schramm C, Weigand MA, Debus J, von Deimling A, Unterberg A, Abdollahi A, Beckhove P, Herold-Mende C. Identification of T cell target antigens in glioblastoma stem-like cells using an integrated proteomics-based approach in patient specimens. *Acta Neuropathol.* 2017;134(2):297-316.

Pocha K, Mock A, Rapp C, Dettling S, Warta R, Geisenberger C, Jungk C, Martins LR, Grabe N, Reuss D, Debus J, von Deimling A, Abdollahi A, Unterberg A, Herold-Mende CC. Surfactant Expression Defines an Inflamed Subtype of Lung Adenocarcinoma Brain Metastases that Correlates with Prolonged Survival. *Clin Cancer Res.* 2020;26(9):2231-2243.

Rapp C, Dettling S, Liu F, Ull AT, Warta R, Jungk C, Roesch S, Mock A, Sahm F, Schmidt M, Jungwirth G, Zweckberger K, Lamszus K, Gousias K, Kessler AF, Grabe N, Loehr M, Ketter R, Urbschat S, Senft C, Westphal M, Abdollahi A, Debus J, von Deimling A, Unterberg A, Simon M, Herold-Mende CC. Cytotoxic T Cells and their Activation Status are Independent Prognostic Markers in Meningiomas. *Clin Cancer Res.* 2019;25(17):5260-5270.

Jungk C, Mock A, Exner J, Geisenberger C, Warta R, Capper D, Abdollahi A, Friauf S, Lahrmann B, Grabe N, Beckhove P, von Deimling A, Unterberg A, Herold-Mende C. Spatial transcriptome analysis reveals Notch pathway-associated prognostic markers in IDH1 wild-type glioblastoma involving the subventricular zone. *BMC Med.* 2016;14(1):170.

Jungwirth G, Warta R, Beynon C, Sahm F, von Deimling A, Unterberg A, Herold-Mende C, Jungk C. Intraventricular meningiomas frequently harbor NF2 mutations but lack common genetic alterations in TRAF7, AKT1, SMO, KLF4, PIK3CA, and TERT. *Acta Neuropathol Commun.* 2019;7(1):140.

Jungwirth G, Yu T, Moustafa M, Rapp C, Warta R, Jungk C, Sahm F, Dettling S, Zweckberger K, Lamszus K, Senft C, Loehr M, Keßler AF, Ketter R, Westphal M, Debus J, von Deimling A, Simon M, Unterberg A, Abdollahi A, Herold-Mende C. Identification of KIF11 As a Novel Target in Meningioma. *Cancers (Basel).* 2019;11(4).

Dao Trong P, Jungwirth G, Yu T, Pusch S, Unterberg A, Herold-Mende C, Warta R. Large-Scale Drug Screening in Patient-Derived IDHmut Glioma Stem Cells Identifies Several Efficient Drugs among FDA-Approved Antineoplastic Agents. *Cells.* 2020;9(6).

Scherer M, Ahmeti H, Roder C, Gessler F, Jungk C, Pala A, Mayer B, Senft C, Tatagiba M, Synowitz M, Wirtz CR, Unterberg A, Coburger J. Surgery for Diffuse WHO Grade II Gliomas: Volumetric Analysis of a Multicenter Retrospective Cohort From the German Study Group for Intraoperative Magnetic Resonance Imaging. *Neurosurgery.* 2020;86(1):E64-E74.

Schädelbasischirurgie

Giese H, Haenig B, Haenig A, Unterberg A, Zweckberger K. Neurological and neuropsychological outcome after resection of craniopharyngiomas. *J Neurosurg.* 2019;132(5):1425-1434.

Fedoroko S, Zweckberger K, Unterberg A. Quality of life following surgical treatment of lesions within the pineal region. *J Neurosurg.* 2018;130(1):28-37.

Wirbelsäule

Ishak B, Schneider T, Gimmy V, Unterberg A, Kiening KL. Early Complications, Morbidity, and Mortality in Octogenarians and Nonagenarians Undergoing Posterior Intra-Operative Spinal Navigation-Based C1/2 Fusion for Type II Odontoid Process Fractures. *J Neurotrauma.* 2017;34(24):3326-3335.

Schmerz

Ahmadi R, Hajiabadi MM, Unterberg A, Geist C, Campos B. Wireless Spinal Cord Stimulation Technology for the Treatment of Neuropathic Pain: A Single-Center Experience. *Neuromodulation.* 2021;24(3):591-595.

Tiefe Hirnstimulation

Jakobs M, Fomenko A, Lozano AM, Kiening KL. Cellular, molecular, and clinical mechanisms of action of deep brain stimulation—a systematic review on established indications and outlook on future developments. *EMBO Mol Med.* 2019;11(4).

Stereotaxie

Neumann J-O, Campos B, Younes B, Jakobs M, Unterberg A, Kiening K, Hubert A. Evaluation of three automatic brain vessel segmentation methods for stereotactical trajectory planning. *Comput Methods Programs Biomed.* 2019;182:105037.

Neurotrauma / Intensiv

Beynon C, Brenner S, Younsi A, Rizos T, Neumann J-O, Pfaff J, Unterberg A. Management of Patients with Acute Subdural Hemorrhage During Treatment with Direct Oral Anticoagulants. *Neurocrit Care.* 2019;30(2):322-333.

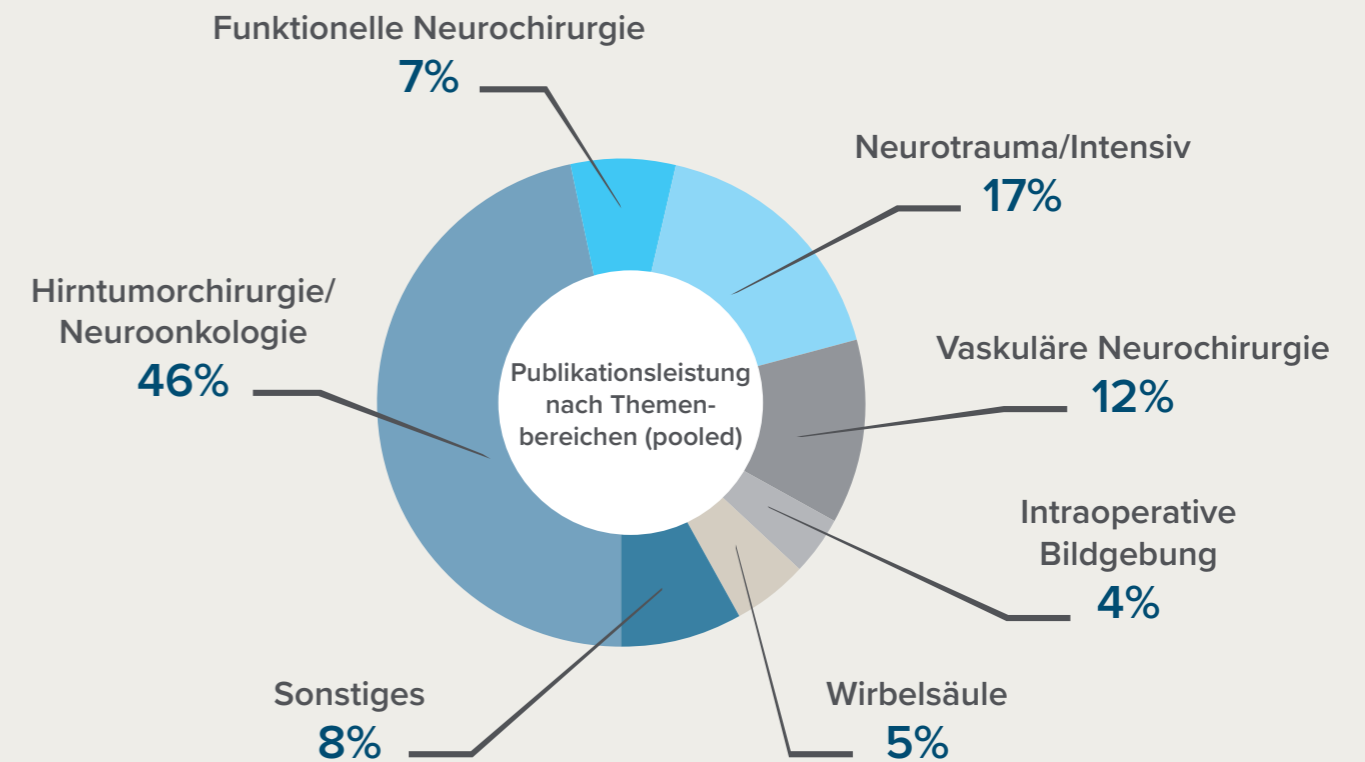
Riemann L, Beqiri E, Smielewski P, Czosnyka M, Stocchetti N, Sakowitz O, Zweckberger K, Unterberg A, Younsi A, CENTER-TBI High Resolution ICU (HR ICU) Sub-Study Participants and Investigators. Low-resolution pressure reactivity index and its derived optimal cerebral perfusion pressure in adult traumatic brain injury: a CENTER-TBI study. *Crit Care.* 2020;24(1):266.

Experimentelle Neurotraumatologie

Younsi A, Zheng G, Scherer M, Riemann L, Zhang H, Tail M, Hatami M, Skutella T, Unterberg A, Zweckberger K. Treadmill training improves survival and differentiation of transplanted neural precursor cells after cervical spinal cord injury. *Stem Cell Res.* 2020;45:101812.

Experimentelle Vaskuläre Neurophysiologie

Santos E, Olivares-Rivera A, Major S, Sánchez-Porras R, Uhlmann L, Kunzmann K, Zerelles R, Kentar M, Kola V, Aguilera AH, Herrera MG, Lemale CL, Woitzik J, Hartings JA, Sakowitz OW, Unterberg A, Dreier JP. Lasting s-ketamine block of spreading depolarizations in subarachnoid hemorrhage: a retrospective cohort study. *Crit Care.* 2019;23(1):427.



536

Summe der gewichteten Impact Factors 2016-2020



© The Royal Society of Chemistry

AUS ROESCH ET AL CHEM COMMUN 2020

SEKTION NEUROCHIRURGISCHE FORSCHUNG

Leitung: Prof. Dr. Christel Herold-Mende

Experimentelle Forschung gehört traditionell zu den tragenden Säulen der Heidelberger Neurochirurgie, insbesondere im Bereich der **Neuroonkologie**. Unter der Klinikleitung von **Prof. Dr. Andreas Unterberg**

erfuhr das internationale wissenschaftliche Renommee eine wesentliche Stärkung durch die Etablierung von zwei zusätzlichen Arbeitsgruppen im Bereich der **Neurotraumatologie** und der **Neurovaskulären Forschung**. Um darüber hinaus effiziente und zeitgemäße Forschungsstrukturen zu schaffen, wurde im Jahr 2006 die Sektion Neurochirurgische Forschung unter der Leitung von **Prof. Dr. rer. nat. Christel Herold-Mende** eingeführt. Sie erhielt zusätzlich im Jahr 2012 den mit der Sektionsleitung verbundenen Ruf auf die **Professur für Experimentelle Neurochirurgie**. So gelang es, die **Vielfalt an neurochirurgischen Forschungsschwerpunkten** durch Schaffung und Nutzung gemeinsamer Infrastrukturen, durch regelmäßige Fortbildungsveranstaltungen wie auch durch die

“

Die Forschung an schwerwiegenden Erkrankungen lehrt uns Verantwortung den betroffenen Patienten gegenüber und nährt den unbändigen Wunsch einen nachhaltigen Beitrag zu leisten.

PROF. DR. CHRISTEL HEROLD-MENDE

”



enge Interaktion von Mitarbeitern aus allen relevanten naturwissenschaftlichen und klinischen Fachbereichen zu einer zielgerichteten und ökonomischen Einheit zu bündeln. Von besonderer Bedeutung für die hochqualitative Forschung innerhalb der Sektion ist die Einbettung in eine **hohe Dichte an exzellenten Forschungseinrichtungen** am Standort Heidelberg. Darüber hinaus sind regelmäßige **Forschungsfrei-**

stellungen sowie eine **hervorragende nationale und internationale Vernetzung** unverzichtbare Bestandteile in der Karriereförderung des neurochirurgischen Nachwuchses an der Heidelberger Klinik. Der Erfolg dieses Konzeptes spiegelt sich in zahlreichen in den letzten Jahren abgeschlossenen Habilitationen wider (siehe S. 70).



Klinische Kooperationspartner der Neurochirurgischen Forschung Heidelberg

Deutschlandweit:

Prof. Dr. med. Katrin Lamszus, Prof. Dr. med. Manfred Westphal – UKE Hamburg		Priv.-Doz. Dr. med. Christian Henker – UM Rostock Dr. med. Sae-Yeon Won – Uni Rostock
Prof. Dr. med. Johannes Woitzik – Uni Oldenburg Prof. Dr. med. Matthias Simon – UK OWL Bielefeld		Prof. Dr. med. Jens Dreier – Charité Berlin Dr. med. Sebastian Major – Charité Berlin
Dr. med. Thomas Schmoch – UK Essen Prof. Dr. med. Ralf Ketter – UKS Homburg		Prof. Dr. med. Christian Mawrin – OvGU Magdeburg Prof. Dr. med. Gabriele Schackert, Prof. Dr. med. Matthias Kirsch – TU Dresden
Prof. Dr. rer. nat. Donat Kögel – UK Frankfurt Prof. Dr. med. Ingo Marzi – Uni Frankfurt		Prof. Dr. med. Christian Senft – FSU Jena Prof. Dr. med. Mario Löhr, Dr. med. Almuth Keßler – UK Würzburg
Prof. Dr. med. Marcus Vetter – Institut für Embedded Systems Fakultät für Informationstechnik Hochschule Mannheim Prof. Dr. med. Jürgen Beck – Uni Freiburg		Prof. Dr. med. Dr. Hagen Huttner – Uni Erlangen Prof. Dr. med. Markus Riemenschneider – UKR Regensburg Prof. Dr. rer. nat. Rainer Glass – LMU München Priv. Doz. Dr. med. Nicole Terpolilli – LMU München

Uniklinikum Heidelberg:

Prof. Amir Abdollahi, Prof. Jürgen Debus, Prof. Andreas von Deimling, Priv.-Doz. Dr. Felix Sahm, Priv.-Doz. Dr. Gerhard Dyckhoff, Prof. Peter Plinkert, Prof. Dr. Johanna Weiß, Prof. Haefeli, Prof. Wolfgang Wick, Dr. Sevin Turcan, Prof. Uwe Haberkorn, Dr. Annette Altmann, Prof. Dr. Stefan Pfister, Prof. Olaf Witt, Prof. Dr. Peter Schirmacher, Prof. Dr. Andreas Schneeweiss, Dr. Andreas Mock, Prof. Norbert Weidner, Prof. Dr. Martin Bendszus, Prof. Dr. Thomas Skutella, Prof. Dr. Joachim Kirsch,

Prof. Dr. Dirk Grimm, Bioquant Heidelberg,
Dr. Thomas Ruppert, Zentrum für Molekulare Biologie

DKFZ: Prof. Dr. Peter Lichter, Dr. Martina Seiffert,
Dr. Stefan Pusch, Dr. Hai-Kun Liu,
Prof. Dr. Stefan Wiemann, Prof. Dr. Stefan Fröhling,
Prof. Dr. Klaus Maier-Hein

Weltweit:

Prof. Oliver Hanemann – Plymouth, UK	Prof. Rolf Bjerkvig – Bergen, Norwegen
Prof. Antony Strong – London, UK	Prof. Bozena Kaminska – Warschau, Polen
Prof. David Menon – Cambridge, UK	Prof. Andrew Maas, Antwerpen – Belgien
Prof. Michael Fehlings – Toronto, Canada	Prof. Simone Niclou – Luxemburg
Prof. Hideho Okada – San Francisco, USA	Priv.-Doz. Dr. med. Carlos Romero-Nieto – Albacete, Spanien
Prof. Mioara Larion – NCI, USA	Prof. Fang Liu – Changzhou, China
Prof. Robert Prins – Los Angeles, USA	Prof. Ting Lei, Prof. Feng Wan – Wuhan, China
Prof. Roel Verhaak – Farmington Connecticut	
Prof. Jed. A. Hartings – Cincinnati, USA	
Prof. C. William Shuttleworth – New Mexican School of Medicine, Albuquerque	Prof. Alan Nimmo – Cairns, Australien

AG Molekulare Neuroonkologie

Leitung: Prof. Dr. Christel Herold-Mende



Die Bereitschaft unserer Patienten, ihre Proben für die Forschung zur Verfügung zu stellen, ist von unverzichtbarem Wert und der maßgebliche Motor, um Fortschritte in der Therapie von Hirntumoren zu erzielen.

PROF. DR. CHRISTEL HEROLD-MENDE

Die Behandlung von Hirntumoren stellt noch immer eine große interdisziplinäre Herausforderung dar

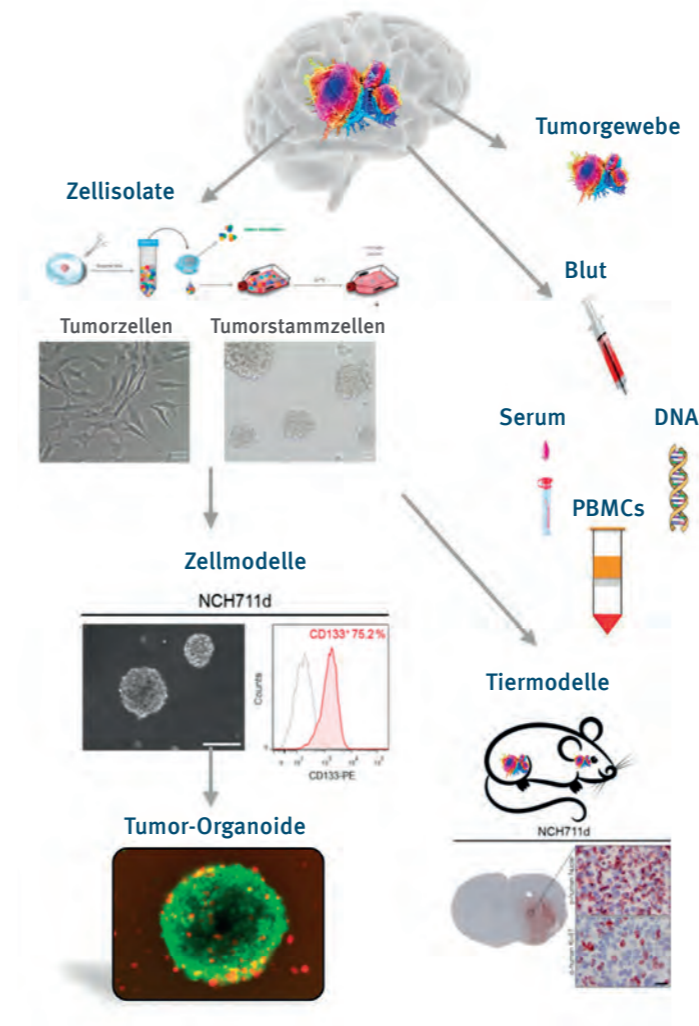
Neurochirurgische Biomaterialbank

Um bessere Marker und für die Therapie geeignete Strukturen zu identifizieren, braucht es große aussagekräftige Kollektive an Tumor- und Blutproben. Diese stehen aufgrund der niedrigen Inzidenz der verschiedenen Hirntumorarten sowie den notwendigen langen Nachbeobachtungszeiten der Patienten selten zur Verfügung. Durch eine beispielhafte enge Interaktion zwischen Neurochirurgen, NCT-Gewebebank und

und macht deren bessere Charakterisierung und die Entwicklung neuer Therapieverfahren unumgänglich. Gemeinsam mit vielen nationalen und internationalen Partnern beschäftigt sich die Arbeitsgruppe insbesondere mit der Untersuchung von Gliomen, Meningeomen und Hirnmetastasen und hat dabei folgende Schwerpunkte:

- Auf- und Ausbau einer Biomaterialbank
- Entwicklung von patientennahen Modellen
- Immunbiologie und Immuntherapie von Hirntumoren
- Medikamentenscreening

der AG Molekulare Neuroonkologie konnte mit mehr als **50.000 Proben** eine der größten institutionellen Biomaterialsammlungen von Hirntumorpatienten aufgebaut werden. In Ergänzung hierzu wurde eine Hirntumordatenbank entwickelt, die datenschutzkonform eine direkte Verknüpfung von molekularbiologischen mit Behandlungs- und Verlaufsdaten erlaubt. Diese Proben werden nicht nur in eigenen Untersu-



⊕ ABB. 1: DIE NEUROCHIRURGISCHE BIOMATERIALBANK HEIDELBERG ALS WICHTIGES WERKZEUG FÜR DIE MODERNE UND LEISTUNGSSTARKE TUMORFORSCHUNG.

chungen eingesetzt, sondern leisten auch einen wesentlichen Beitrag zu vielen hochrangigen nationalen und internationalen Konsortien, wie z.B. der TCGA, ICOM, GLASS, GGN, und dem von uns mitkoordinierten FORAMEN Konsortium (Forschungsgruppe Aggressive Meningeome) zur besseren Analyse und Therapie aggressiver Meningeome. Außerdem finden Proben unserer Biomaterialbank auch in zahlreichen klinischen Studien Verwendung, die das Ziel einer maßgeschneiderten effektiveren molekularen Therapie haben. Beispiele hierfür sind Studien zu verschiedenen kindlichen (INFORM, LOGGIC) und adulten Tumoren (MASTER, N2M2, VAXXIM, CAR2BRAIN, CATCH).

Patientennahe Modelle: ein unverzichtbares Werkzeug in der Tumorforschung

Zur Entwicklung und Validierung effektiverer Therapien sind patientennahe Zell- und Gewebemodelle unumgänglich. Nur solche Modelle repräsentieren den Tumor in ausreichender Weise und sind eine geeignete Grundlage für eine wirksamere Behandlung von Tumorpatienten. Eine der großen Errungenschaften der Arbeitsgruppe besteht in einer umfangreichen Bank **primärer Tumorzellkulturen** und daraus abgeleiteten **Tumorstammzelllinien**, welche aufgrund ihrer Seltenheit in weltweiten Kooperationen Anwendung finden. Eine erfolgreiche Weiterentwicklung dieses Ansatzes ist die standardisierte Herstellung von „Minitumoren“, sogenannten **Tumor-Organoiden**, die den Patienten-individuellen Tumor in einzigartiger Weise repräsentieren und so ein wichtiges Instrumentarium für die Testung einer geeigneten systemischen Behandlung darstellen.

Wissenschaftliche Mitarbeiter*innen im Bereich Biobank/Tumormodelle



DR. ROLF WARTA
STELLV. SEKTIONSLEITER



PRIV.-DOZ. DR. CHRISTINE
JUNGK, STELLV. SEKTIONS-
LEITERIN



RAMONA KAHL
STUDY NURSE, ASSISTENTIN



MANDY BARTHEL
STUDY NURSE

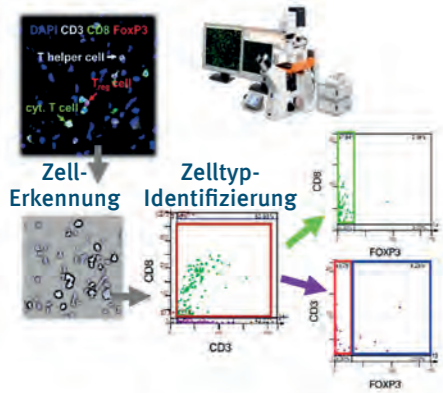


JULIA JOSTEN
DOKUMENTATIONS-
ASSISTENTIN

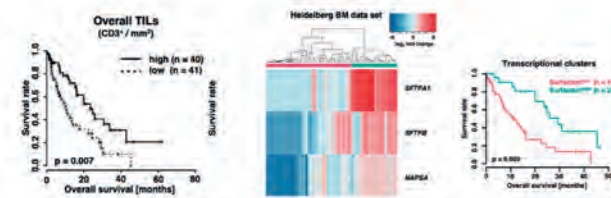


MELANIE GREIBICH
MED.-TECHN. ASSISTENTIN

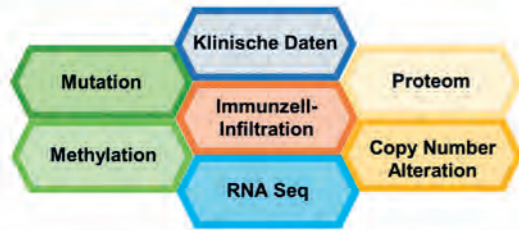
A Immunzell-Quantifizierung



B T Zellinfiltration in Lungenkarzinom-Hirnmetastasen



C Integrative Daten-Analyse



⊕ **ABB. 2:** (A) QUANTIFIZIERUNG VON IMMUNZELLEN MITTELS MULTIIMMUNFLUORESCENZ UND SOFTWARE-BASIERTER AUSWERTUNG. (B) LUNGENKARZINOM-HIRNMETASTASEN. (B-C) INTEGRATIVE DATENANALYSE IDENTIFIZIERT SURFACTANT-MOLEKÜLE ALS MOLEKULAREN SCHALTER FÜR DIE ERHÖHTE T-ZELL INFILTRATION.

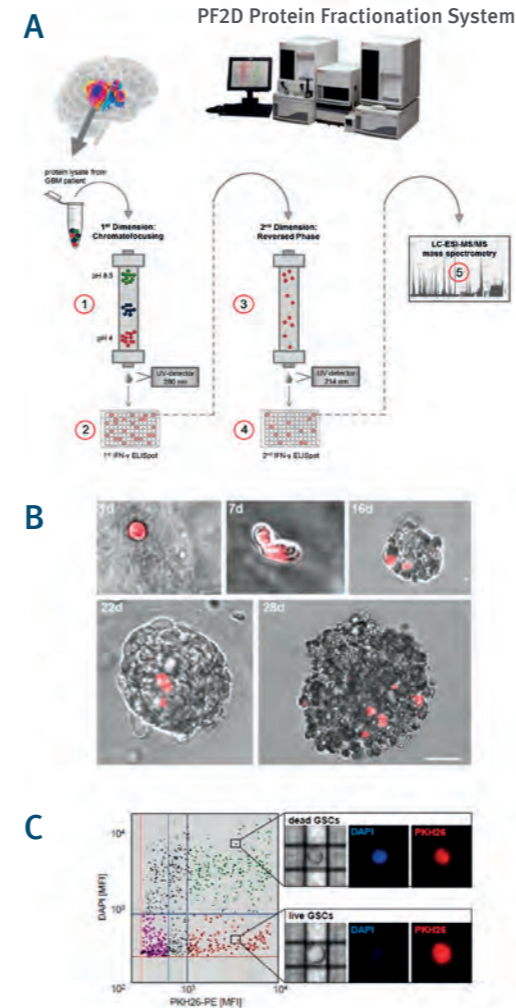
Immunzellen als Surrogat für die Prognose von Hirntumoren

Die körpereigene Immunabwehr spielt eine immer wichtigere Rolle in der Bekämpfung von Tumoren. Dies setzt eine ausreichende Einwanderung von Immunzellen voraus, die eine Tumorabstoßung begünstigen. Die AG Molekulare Neuroonkologie besitzt eine international ausgewiesene und langjährige Expertise in der automatisierten **Quantifizierung und Phänotypisierung von Immunzellen** in großen Patientenkollektiven (Abb. 2A-C). So konnte gezeigt werden, dass die Menge an intratumoralen **zytotoxischen T-Zellen** sowohl in **Glioblastomen, Hirnmetastasen** und auch **Meningeomen** die **Patientenprognose günstig beeinflusst** (Lohr et al., 2011, Rapp et al., 2019, Pocha et al., 2020, Abb. 2B-C). Ebenfalls für die Planung einer immuntherapeutischen Behandlung von großer Wichtigkeit ist die Beobachtung, dass die Einwanderung von Immunzellen in das Tumorrezidiv im Falle von **IDH-mutierten Gliomen** sehr langanhaltend durch die vorherige Behandlung des Primärtumors beeinflusst wird (Makarewic et al., 2020). In von Lungenkarzinomen abstammenden Hirnmetastasen war es uns außerdem möglich, in einem **integrierten Omics-Workflow** die **molekularen Determinanten** für das Einwandern von Immunzellen zu identifizieren. Dies erlaubt eine einfache Stratifizierung von Patienten, die von einer Immuntherapie profitieren könnten (Pocha et al., 2020, Abb. 2D).

“ Die medikamentöse Umprogrammierung von Immunzellen hat das Potenzial, Immuntherapien zu verbessern.

VALENTINA FERMI, M.SC.

Identifizierung immunogener Zielstrukturen mittels PF2D-ELISPOT Methode



⊕ **ABB. 3:** (A) PROTEOMICS-BASIERTE IDENTIFIZIERUNG IMMUNOGENER ZIELSTRUKTUREN MITHILFE VON FRAKTIONIERTEN PROTEIN LYSATEN UND IMMUNOLOGISCHEN TESTS. (B-C) NACHWEIS VON IMMUNOGENER ZIELSTRUKTUREN IN RUHENDEN GLIOMSTAMMZELLEN (ROT).

Neue Zielstrukturen in der Immuntherapie als Tumor-spezifische Angriffspunkte

Neben einem besseren Verständnis hinsichtlich der Immunbiologie von Hirntumoren, ist es ebenso von großer Bedeutung, **therapeutische Angriffspunkte** in Tumoren zu identifizieren, die von der Immunabwehr des Patienten erkannt werden. Mit Hilfe einer von uns entwickelten Proteomics-basierten Methode gelang es, eine umfangreiche Sammlung an neuen immunogenen Zielstrukturen in **Glioblastomen** und **IDH-mutierten Gliomen** zu identifizieren (Beckhove et al., 2010, Rapp et al., 2017, Dettling et al., 2019, Abb. 3A-C). Diese werden spezifisch von patienteneigenen T-Zellen erkannt, nicht jedoch von T-Zellen gesunder Spender. Sie sind außerdem für die Entwicklung wirksamer Immuntherapien besonders interessant, da sie auch in Rezidivtumoren und von ruhenden Gliomstammzellen gebildet werden, die gerade für die Entstehung von Tumorrezidiven verantwortlich gemacht werden (Rapp et al., 2017, Abb. 3C-E).

“ Wir verwenden neueste Technologien wie Einzelzell-Sequenzierung und Multiplex-Mikroskopie zur integrativen Charakterisierung der Immunantwort gegen den Tumor und ihrer speziellen Regulation in der metastatischen Nische Gehirn. Dies soll zur Verbesserung von Immuntherapien für Patienten mit Gehirntumoren beitragen.

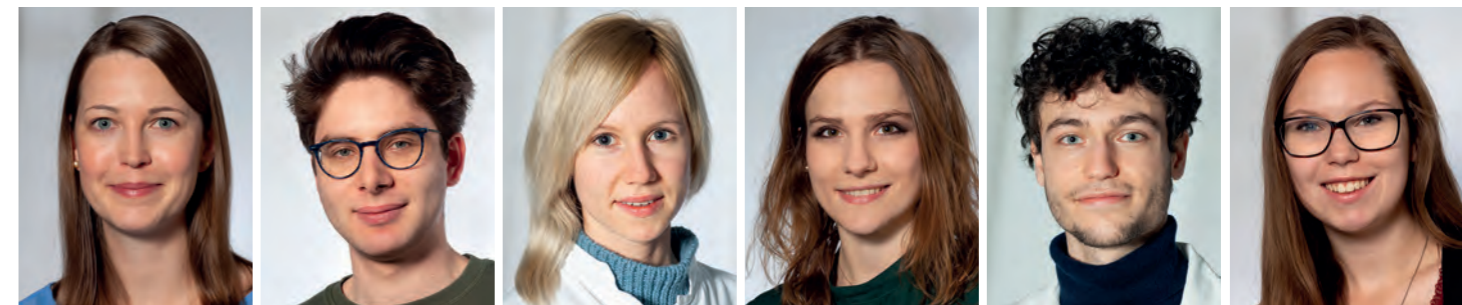
DR. LENA JASSOWICZ

Wissenschaftliche Mitarbeiter*innen im Bereich Immunbiologie Gliome

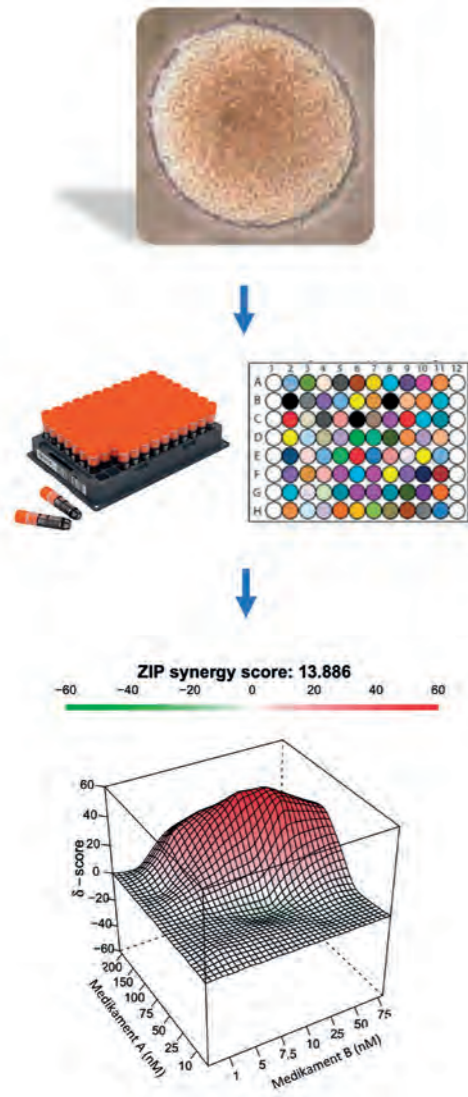


VALENTINA FERMI WISSEN. DOKTORANDIN | DR. KRITIKA MITTAL POSTDOC | ILHAN AYDIN MED. DOKTORAND | RONJA TRUNK AZUBI BIOL. LABORANTIN | MARIE BEIGEL B.SC.STUDENTIN | JAN MOSSEMANN MED. DOKTORAND

Wissenschaftliche Mitarbeiter*innen im Bereich Immunbiologie Hirnmetastasen/Meningeome



DR. LENA JASSOWICZ WISSEN. DOKTORANDIN | FURCAN SOR MED. DOKTORAND | JULIA SOLLER MED. DOKTORANDIN | CATARINA LOTSCH WISSEN. DOKTORANDIN | ACHILLE MORIN ERASMUS STUDENT | LISA PETERMANN AZUBI BIOL. LABORANTIN



⊕ ABB. 4: NUTZUNG PATIENTEN-NAHER ZELLMODELLE IN SYSTEMATISCHEN MEDIKAMENTEN-TESTS, UM NEUE THERAPIEN ZU ENTWICKELN, DIE DAS TUMORWACHSTUM HEMMEN.

Hochdurchsatz-Medikamenten-Testung identifiziert neue wirksame Medikamente zur Behandlung von Gliomen

Trotz intensiver Forschung sind Gliome nach wie vor nicht heilbar. Deshalb ist es ein wichtiger Schwerpunkt der Arbeitsgruppe, neue **innovative Behandlungen** zu entwickeln, mit einem besonderen Fokus auf die **systemische medikamentöse Therapie**. Hierfür stellen die von uns entwickelten und gut charakterisierten patientennahen Zellmodelle eine einmalige Ressource dar. Beispielsweise verfügt die Arbeitsgruppe über eine einzigartige Sammlung an **IDH-mutierten Tumorstammzell-Kulturen**. Eine hieran durchgeführte systematische Testung von 147 bereits zugelassenen Krebsmedikamenten identifizierte mehrere wirksame Medikamente (Dao Trong et al., 2020).

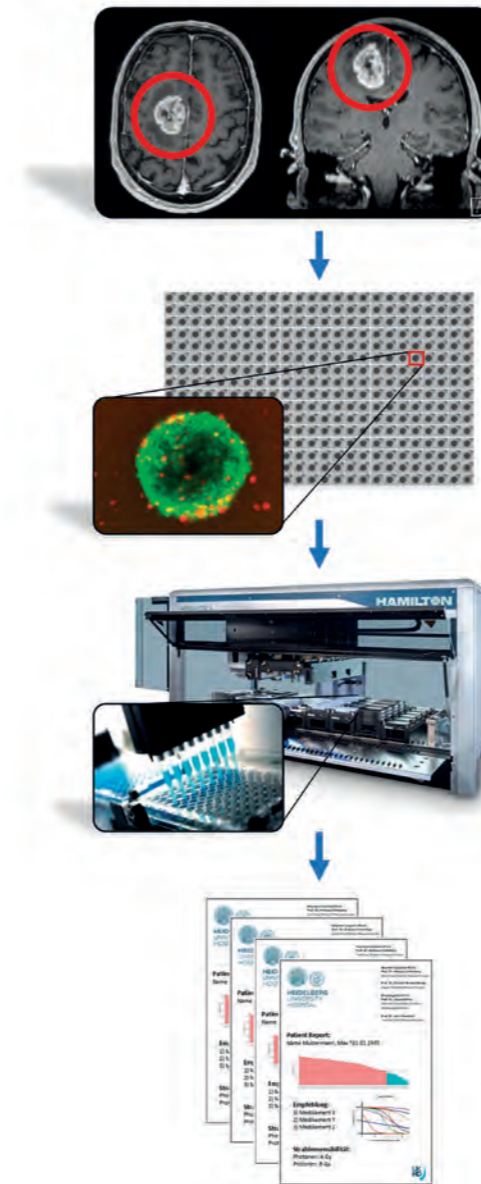
“

Medikamenten-Testungen an unseren einzigartigen Zellmodellen öffnen Türen zu neuen wissenschaftlichen Entdeckungen.

DR. ROLF WARTA

”

Eine Weiterentwicklung dieses Ansatzes ist die **Kombination mehrerer Medikamente**, um einen wachstumshemmenden Effekt zu erzeugen, der die Wirkung der einzelnen Medikamente deutlich übersteigt. Es gelang uns, mehrere **synergistische Kombinationen** für **IDH-mutierte Gliome** zu identifizieren. Diese lassen sich darüber hinaus in viel niedrigeren Konzentrationen einsetzen, als es in der Monotherapie nötig wäre. Um das Panel an verfügbaren Medikamenten zu erweitern, wurden in Kooperation mit Kollegen aus der Organischen Chemie **neue patentierte Substanzklassen** entwickelt. So konnten wir zeigen, dass **neuartige Gold-Komplexe** in der Lage sind, therapieresistente Glioblastom-Stammzellen zu töten (Roesch et al., 2020).



⊕ ABB. 5: HERSTELLUNG UND STANDARDISIERTE TESTUNG VON MEDIKAMENTEN AN PATIENTENINDIVIDUELLEN MINI-TUMOREN IM HOCH-DURCHSATZVERFAHREN.

Personalisierte Therapie dank Mini-Tumore und Automatisierung

Ziel der **personalisierten Medizin** ist es, eine auf jeden Patienten zugeschnittene medikamentöse Behandlungsstrategie zu entwickeln. Zukünftig könnten **passende Krebsmedikamente** mithilfe von Mini-Tumoren gefunden werden. Mini-Tumore, oder auch Tumor-Organoiden genannt, sind neuartige 3D-Zellkulturmodelle, welche aus dem operativ entfernten Tumor hergestellt werden, indem der Tumor in seine einzelnen Zellen aufgetrennt und anschließend zu Hunderten und in Größe standardisierten Tumor-Organoiden zusammengeführt werden. Der Vorteil dieser Methode ist, dass **Tumorzellen** mit ihren ursprünglichen **genetischen Veränderungen** und für die Erkrankung **relevante Bindegewebs- und Immunzellen** im Tumor-Organoid enthalten sind. Somit lässt sich der Tumor und seine natürliche Umgebung wirklichkeitsnah im Labor modellieren und erlaubt eine personalisierte Medikamententestung.

“

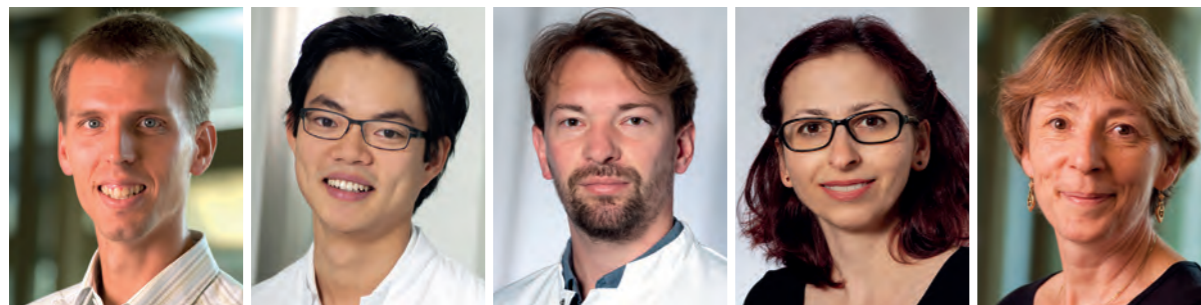
Mithilfe von Tumor-Organoiden identifizieren wir vollautomatisiert patientenindividuell wirksame Medikamente, und das innerhalb von nur zehn Tagen.

DR. GERHARD JUNGWIRTH, BSC.

”

Die Herstellung der Tumor-Organoiden und das Medikamentenscreening erfolgt mit einer **robotisierten Labor-Arbeitsstation** vollkommen automatisch und erlaubt so maximale Präzision, Flexibilität und Zuverlässigkeit bei gleichzeitig minimalster Fehlerrate. Mit diesem System werden derzeit für jeden Patienten **166 zugelassene Krebsmedikamente** auf ihre Wirksamkeit getestet, um ein **patientenindividuelles Medikamentenprofil** zu erstellen. Basierend auf den Testresultaten ermöglicht es den behandelnden Ärztinnen und Ärzten, eine entsprechende zielgerichtete Therapie einzuleiten.

Wissenschaftliche Mitarbeiter*innen im Bereich In-vitro Drug Screening



DR. ROLF WARTA
STELLV. SEKTIONSLEITER

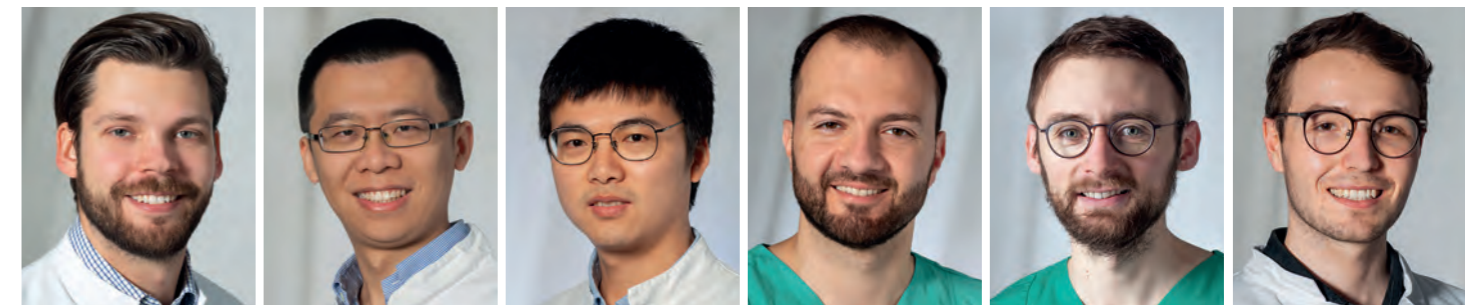
DR. PHILIP DAO TRONG
NEUROCHIRURG

FLORIAN STAMMLER
MED. DOKTORAND

FARZANEH KASHFI
MED.-TECHN. ASSISTENTIN

ILKA HEARN
MED.-TECHN. ASSISTENTIN

Wissenschaftliche Mitarbeiter im Bereich Personalisierte Therapie



DR. GERHARD JUNGWIRTH
BSC, NEUROCHIRURG UND
BIOLOGE

TAO YU
MED. DOKTORAND

JUNGUO CAO
MED. DOKTORAND

MONTADAR ALAA EDDINE
MED. DOKTORAND

VIKTOR BRAUN
MED. DOKTORAND

ADRIAN PAUL
MED. DOKTORAND

AG Neurotrauma und Neuroregeneration

Leitung: Prof. Dr. Klaus Zweckberger



„Die Erforschung von neuroprotektiven und neuroregenerativen Therapieansätzen beim Schädel-Hirn-Trauma und beim spinalen Trauma sind von großer Bedeutung, da bis dato keine etablierten Therapieansätze in der Klinik für unsere Patienten zur Verfügung stehen.“

PROF. DR. KLAUS ZWECKBERGER

Ein schweres Schädel-Hirn-Trauma oder eine Verletzung der Wirbelsäule und des Rückenmarks sind mit einer hohen Mortalität, aber auch mit teils schweren Behinderungen assoziiert, unter denen betroffene Patienten oftmals ein Leben lang leiden. Während

Schädel-Hirn-Trauma (SHT)

Die posttraumatische Inflammation ist eine der Hauptmechanismen, die zu der sekundären Schädigung nach Schädel-Hirn-Trauma beitragen. Durch die therapeutische Intervention mit Glibenclamid, einem SUR1 Inhibitor, konnte am standardisierten In-vivo-Modell (Controlled Cortical Impact) gezeigt werden, dass die Entstehung des zytotoxischen Ödems nach SHT reduziert, und damit dem Anstieg des intrakraniellen Drucks entgegengewirkt werden kann. Aktuelle Arbeiten fokussieren auf die Rolle von Interleukinen und deren therapeutischen Einsatz, um der posttraumatischen Entzündung entgegenzuwirken.

des Unfalls kommt es zur Verletzung des Hirn- oder Rückenmarksgewebes (primäres Trauma), die eine Kaskade von Stoffwechselfvorgängen auslöst, die zur weiteren Schädigung des neuralen Gewebes und damit zu einer Vergrößerung des Schadens führen. Während der primäre Schaden nur durch Prävention vermieden oder verkleinert werden kann, steht die Beeinflussung des sekundären Schadens im Mittelpunkt unserer experimentellen Forschung, insbesondere da bis dato nur die chirurgische Dekompression des Gehirns oder Rückenmarks klinisch etabliert ist. Schwerpunkt unserer experimentellen Arbeit ist die Untersuchung neuroprotektiver Mechanismen, um die Ausbildung des sekundären Schadens zu vermindern, sowie die Etablierung neuroregenerativer Therapieansätze, z.B. mittels Stammzellen, um den entstandenen Schaden zu reparieren.

Insbesondere da Patienten nach repetitivem SHT, z.B. nach Sportverletzungen, eine Art Demenz und kognitive Defizite entwickeln können, spielen Untersuchungen von chronischen neurodegenerativen Vorgängen, sowie die Entwicklung neuroregenerativer Behandlungsansätze, eine wichtige Rolle. In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Kirsch (Institut für Anatomie und Zellbiologie, Universität Heidelberg) werden derzeit degenerative Vorgänge im Bereich des Hippocampus untersucht und eine Therapie mit speziell generierten Stammzellen entwickelt.

Wissenschaftliche Mitarbeiter*innen im Bereich Schädel-Hirn-Trauma (SHT)



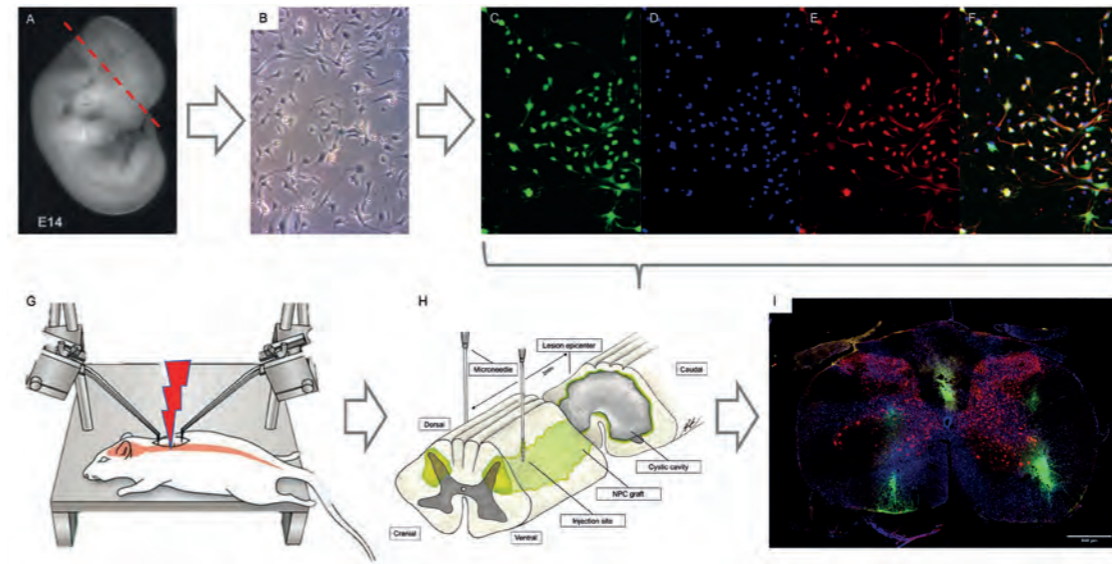
DR. JOHANNES WALTER
ASSISTENZARZT

MARTIN GRUTZA
ASSISTENZARZT

SAMUEL HUTAGALUNG
DOKTORAND

JANIS MENDE
DOKTORAND

KARIN GROSSE
DOKTORANDIN



© ABB.: (A) RATTENEMBRYOS ZUR (B) GEWINNUNG VON NEURALEN STAMMZELLEN (NPCs), WELCHE (C) GRÜN FLUORESZIEREN, (D) VIABLE SIND UND (E) STAMMZELLEIGENSCHAFTEN AUFWEISEN. (G) SPINALES TRAUMA IM TIERMODELL (RATTE), (H) TRANSPLANTATION DER NPCs UND (I) NACHWEIS DER NPCs (GRÜN) MIT DIFFERENZIERUNG IN NEURONE (ROT) UND OLIGODENDROZYTEN (GRÜN) IM RÜCKENMARKSQUERSCHNITT

Spinales Trauma

Beim Rückenmarkstrauma (spinal cord injury; SCI) spielen neuroregenerative Therapieansätze eine entscheidende Rolle, um den Gewebeschaden, und damit verbundene erhebliche Funktionseinschränkungen der betroffenen Patienten, zu überwinden.

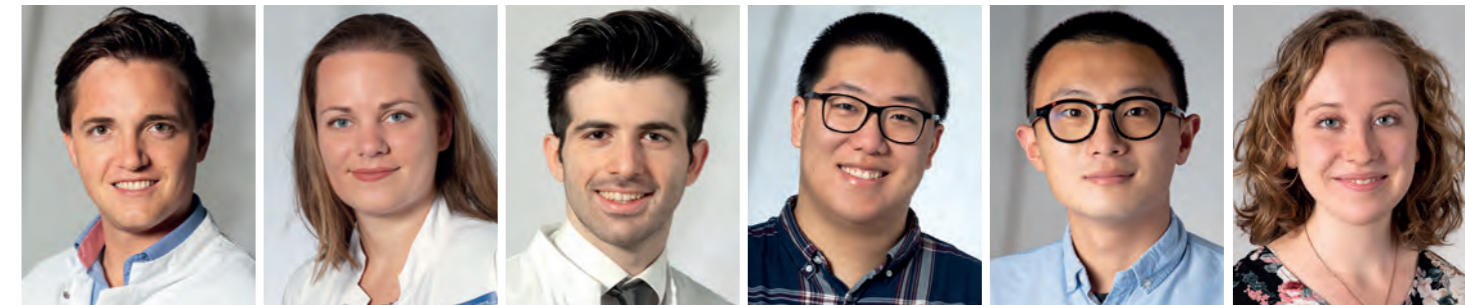
Ein vielversprechender Ansatz ist dabei die Transplantation von Stammzellen oder deren Vorläuferzellen, z.B. Neurale Precursor Zellen (NPCs). In enger Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Skutella (Institut für Anatomie und Zellbiologie, Universität Heidelberg), Dr. Pitzer (INBC, Universität Heidelberg), Prof. Fehlings (University of Toronto), Prof. Nimmo (James Cook University, Cairns, Australia), Prof. Weidner (Paraplegiologie, Universität Heidelberg) und Dr. Jugold (DKFZ Heidelberg) werden sowohl an In-vitro als auch In-vivo-Modellen (Clip Contusion/Compression) der Einfluss von NPCs auf die Neuroprotektion und die Neuroregeneration untersucht.

Es konnte gezeigt werden, dass durch die stereotaktische Transplantation von NPCs in das geschädigte Rückenmark ein neuroprotektiver Effekt und eine Reduktion der chronischen Inflammation erreicht werden kann. Ferner konnte gezeigt werden, dass durch synergisti-

sche Therapieansätze das Überleben und die Differenzierung der transplantierten NPCs in Oligodendrozyten und Neurone gesteigert, und damit auch ein verbessertes neurologisches Outcome erreicht werden kann. Eine additive Behandlung mit sogenannten „self-assembly Peptides“, die das posttraumatische Milieu optimieren und als Gerüststruktur dienen, führte zu einer verkleinerten Kontusion und reduzierter Astroglie. Ebenso konnte gezeigt werden, dass durch exogene (z.B. gezieltes Laufbandtraining) oder endogene (z.B. Manipulation des Sonic Hedgehog Pathways) Triggerfaktoren die Effektivität der Stammzelltherapie gesteigert und auch das funktionelle Ergebnis verbessert werden kann.

Die Übertragung der Stammzelltherapie vom Modell in die Klinik ist allerdings mit erheblichen Limitationen (potenzielle Tumorgenese, Abstoßung, Ethik etc.) assoziiert. Daher stehen derzeit nicht-zellbasierte Therapieansätze, die die Effekte einer Stammzelltherapie haben, aber ohne Zellen auskommen, im Mittelpunkt unserer Forschung. Extrazelluläre Vesikel, die von den Stammzellen sezerniert und in der Zellkultur isoliert und charakterisiert werden, transportieren Informationen in Form kleiner Vesikel und können so die Neuroregeneration unterstützen.

Wissenschaftliche Mitarbeiter*innen im Bereich Spinales Trauma



DR. MED. ALEXANDER
YOUNSI, STELLV. AG LEITER,
FUNKTIONSOBERARZT

DR. CAROLA WIECKHUSEN
ASSISTENZÄRZTIN

OBADA ALHALABI
ASSISTENZARZT

DR. GUOLI ZHENG
POST-DOC

HAO WANG
DOKTORAND

ANNA SCHNAUBELT
DOKTORANDIN

AG Vaskuläre Neurophysiologie

Leitung: Dr. med. Edgar Santos



Das Hauptziel unserer Forschung ist es, das Outcome von Patienten mit verschiedenen Hirnverletzungen zu verbessern.

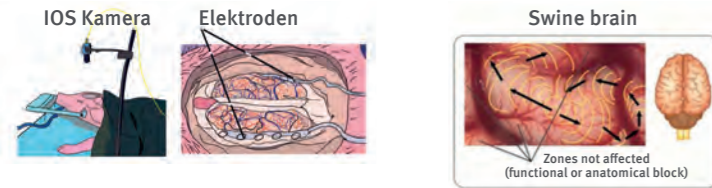
DR. MED. EDGAR SANTOS



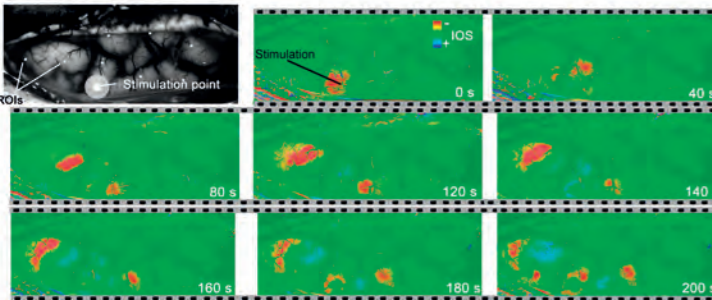
Unser Labor zielt auf die Einführung neuartiger therapeutischer Interventionen bei akuten neurochirurgischen Erkrankungen ab.

Wir haben Schweinemodelle implementiert, um akute Hirnverletzungen zu charakterisieren. Unser Forschungsschwerpunkt liegt auf dem zerebralen Blutfluss, der Elektrophysiologie und der Autoregulation des Gehirns.

Wir verwenden multispektrale Bildgebung, intrinsische optische Signalbildung, Photoakustik und Elektrokortikographie. Insbesondere untersuchen wir die Ausbreitung von Depolarisationen (Spreading Depolarizations). Spreading Depolarizations – oder auch bildhaft als Tsunami bezeichnet – sind massive Wellen neuronaler Entladung, die sich über die Oberfläche des Gehirns ausbreiten und heute als ein Schlüsselfaktor für sekundäre Hirnschäden nach traumatischen Hirnverletzungen, Hirnblutungen und Schlaganfällen bekannt sind. Zu den wichtigsten Beiträgen unserer Gruppe zählen die neuartigen Beschreibungen der Dynamik der Ausbreitung von Depolarisationen im gyrencephalen Gehirn sowie die Beschreibung von Therapien, die diese Wellen blockieren und Hirnverletzungen reduzieren können. In der klinischen und experimentellen Forschung haben wir mehr als 50 Artikel publiziert. Für unsere international anerkannte Forschung haben wir eine Reihe von Preisen erhalten.



Beispiel von Spreading Depolarization



© ABB.: VISUALISIERUNG VON SPREADING DEPOLARISATIONEN.

Wissenschaftliche Mitarbeiter



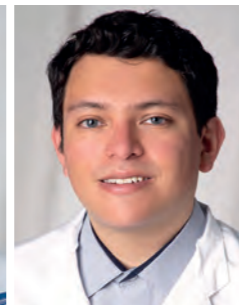
DR. MED. MODAR KENTAR
FUNKTIONSOBERARZT



ADRIAN H. AGUILERA
DOKTORAND



LEONARDO RAMIREZ
DOKTORAND



ROBERTO DIAZ PEREGRINO
DOKTORAND

DRITTMITTELGEBER

Nationale und internationale Forschungsverbünde



Konsortium Aggressive
Meningeome



GeSGIM
(intraoperatives MRT)



FORAMEN
(Meningeome)

Deutsches SHT-Register
(Schädel-Hirn-Trauma)

SFB-Beteiligungen



Förderungen



DGNC



Multizentrische prospektive Studien

N2M2
MASTER/IN-
FORM
CAR2BRAIN
LOGGIC

CATCH
NOSTRA-III
REACT
STEM
PARS

VANQUISH
SETPOINT2
SYGRAVA
GCRR
ASTRAL

Kooperationspartner/Firmen

Michael Hörmann, MediServe

Robin Pasty, Design & Konstruktion

Günter Efinger, Efinger-Instruments GmbH & Co. KG

Prof. Vetter, Institut für eingebettete Systeme, Regelungs-
und Medizintechnik

Gernot Echner, DKFZ-Medizintechnik

Armin Runz, DKFZ-Medizintechnik

LEHRE

Um unseren hohen Qualitätsanspruch auch in Zukunft erfüllen zu können, legen wir großen Wert auf die studentische Ausbildung sowie die praxisnahe akademische Aus- und Weiterbildung unserer Mitarbeiter und des neurochirurgischen Nachwuchses.

Ausbildung von Medizinstudenten

Als Teil der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg nehmen wir aktiv am Curriculum HeiCu-Med zur Ausbildung unserer Medizinstudenten teil. Das Programm zeichnet sich durch hohe Praxisnähe sowie einen problem- und symptomorientierten Ansatz aus und wird stetig weiterentwickelt. Es wurde vom Wissenschaftsrat als „beispielgebend“ für die Bundesrepublik Deutschland bewertet.

Um auch während der COVID-Pandemie die Ausbildung auf hohem Niveau sicherzustellen, haben wir zahlreiche Lehrveranstaltungen für diesen Zeitraum online durchgeführt. Durch die Verwendung mobiler Technologien (z.B. Tablet-PC) konnte beispielsweise auch der „Unterricht am Krankenbett“ fortgeführt werden.

Famulaturen

Wir ermöglichen interessierten Studenten, im Rahmen einer Famulatur einen tieferen Einblick in das Fachgebiet zu bekommen. Dieses Angebot stößt auf großes Interesse und so betreuen wir pro Jahr etwa 6 bis 12 Studenten während der vorlesungsfreien Zeit in unserer Klinik.

Praktisches Jahr

Medizinstudenten können ein Drittel des Praktischen Jahres (PJ) bei uns absolvieren. Auf Basis eines klinikinternen Ausbildungsplans durchlaufen die Studenten die Klinik nach einem Rotationsplan und können dabei in verschiedenen Teilbereichen hospitieren (z.B. OP, Normal-/Intensivstation, Ambulanz). Sie sind in den Stations- und Ambulanzablauf eingebunden und werden dadurch an selbständiges Arbeiten mit den Patienten herangeführt. Je nach individuellem Fortschritt können sie zunehmend unter Supervision der Stations- und Oberärzte die Patientenbetreuung mit übernehmen und im OP bei Assistenzen manuelle Fertigkeiten erwerben. Wöchentlich findet gemeinsam mit der Neurologie und der Neuro-

radiologie ein PJ-Unterricht statt, in dem wichtige und interessante Krankheitsbilder systematisch anhand aktueller Fallbeispiele besprochen werden.

Gaststudenten/Gastärzte

Jedes Jahr empfangen wir Medizinstudenten aus der ganzen Welt, die im Rahmen von Famulaturen über einen Zeitraum von meist ein bis drei Monaten Einblicke in das deutsche Gesundheitssystem und die Neurochirurgische Klinik erlangen können. Regelmäßig hospitieren auch Gastärzte aus unterschiedlichen Ländern in unserer Klinik. Hierbei handelt es sich in den meisten Fällen um Fachärztinnen und Fachärzte für Neurochirurgie, die im Rahmen der Hospitation innovative Behandlungsansätze unserer Abteilung kennenlernen möchten.

Facharztausbildung (Weiterbildung)

Nach mindestens 6-jähriger Tätigkeit in der Abteilung können Ärztinnen und Ärzte in der Weiterbildung die Prüfung zum Facharzt/zur Fachärztin für Neurochirurgie ablegen. Dazu wurde ein Weiterbildungscurriculum erstellt, in dem die einzelnen Ausbildungsschritte klar definiert sind, um so eine strukturierte und qualitativ hochwertige Weiterbildung zu gewährleisten. Dabei sind sowohl die zeitliche Reihenfolge der operativen Tätigkeiten, als auch Rotationen auf die Intensivstation oder in Spezialambulanzen der Abteilung festgelegt. Außerdem besteht eine Weiterbildungsermächtigung für die Zusatzbezeichnung „Spezielle Neurochirurgische Intensivmedizin“. Diese Weiterbildung umfasst zwei Jahre.

Sozietät Unterharnscheidt

Im Rahmen des Mentoren-Tutoren-Programms der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg entstand die Sozietät Unterharnscheidt. Sie ist ein Zusammenschluss der verschiedenen Fachbereiche, die sich aufgrund der anatomischen Nachbarschaft

an der Behandlung von Traumafolgen im Kopf-Bereich beteiligen (Neurochirurgie, MKG-Chirurgie, HNO, Rechtsmedizin, Augenheilkunde, Neuroradiologie). Studenten stehen im Rahmen einer interaktiven Vorlesung in direktem Kontakt zu den Dozenten. Anhand von Kasuistiken und themenorientierten Workshops erlernen sie interdisziplinäre diagnostische und therapeutische Konzepte.

Krankenpflegeschule

Lehrveranstaltungen von Dozenten der Neurochirurgischen Klinik sind fester Bestandteil der Aus- und Weiterbildung von Krankenpflegern, Operationstechnischen Assistenten und Intensivpflegekräften an der Krankenpflegeschule des Universitätsklinikums Heidelberg.

Dozententraining der Medizinischen Fakultät

Da die Qualität der Lehre maßgeblich von den didaktischen Fähigkeiten der Lehrenden abhängt, werden viele unserer Dozenten regelmäßig selbst wieder zu Lernenden: Unter dem Motto „Train the Trainer“ findet zweimal jährlich ein einwöchiges fachübergreifendes Dozententraining statt, bei dem die Dozenten ein breites Spektrum didaktischer Methoden erlernen und praktisch üben. Zahlreiche Mitarbeiter der Neurochirurgischen Klinik haben das „Baden-Württemberg-Zertifikat für Hochschuldidaktik“ des Hochschuldidaktikzentrums der Universitäten Baden-Württemberg erworben.

Betreuung von Promotions- und Masterarbeiten

Zum Spektrum unseres Lehrangebots gehört auch die Betreuung von Promotions- und Masterarbeiten. Regelmäßig werden von unserer Klinik Projekte zur Bearbeitung auf der Promotionsbörse der Medizinischen Fakultät ausgeschrieben oder Masterarbeiten in Zusammenarbeit mit unseren akademischen Kooperationspartnern angeboten. Die Betreuung der akademischen Arbeit erfolgt hierbei in engem persönlichen Kontakt mit dem jeweiligen Projektleiter, im Rahmen von Seminaren der jeweiligen Arbeitsgruppen sowie in jährlich durchgeführten Forschungssymposien aller Arbeitsgruppen unserer Abteilung.



Auf einen Blick:

AKADEMISCHE ABSCHLÜSSE SEIT 2016

2

apl. Professuren

8

Habilitationen

41

Promotionen

5

BSc/MSc

TAGUNGEN UND KURSE DER NEUROCHIRURGISCHEN KLINIK

TAGUNGEN

März 2017	Jahrestagung der Sektion „Schmerz“ der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie e. V. (DGNC)
Sept. 2017	25. Jahrestagung der Gesellschaft für Schädelbasischirurgie (GSB)
Jan. 2018	Sektionstagung Intensivmedizin und Neurotraumatologie
Okt. 2019	Jahrestagung der Sektion Neuroonkologie der DGNC
2017, 2019	Interdisziplinäres Medizin-Ethik-Seminar auf San Servolo bei Venedig, Italien; Organisatoren: Neurochirurgischen Universitätskliniken Bern und Heidelberg sowie Chirurgische Forschung (Walter Brendel Zentrum) der LMU München

In Planung:

Sept. 2021	1. Tagungswoche der Sektionen der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie (DGNC)
Sept. 2021	Sektionstagung Endoskopische Neurochirurgie, Neuronavigation und intraoperative Bildgebung der Deutschen Gesellschaft für Neurochirurgie e.V. (DGNC)
Juni 2022	Interdisziplinäres Medizin-Ethik-Seminar auf San Servolo bei Venedig, Italien; Organisatoren: Neurochirurgischen Universitätskliniken Bern und Heidelberg sowie Chirurgische Forschung (Walter Brendel Zentrum) der LMU München

Juli 2022 INTS-Meeting

KURSE

2016, 2017, 2018, 2019, 2020	International Neurosurgery Resident Course – Neurosurgical Oncology
März 2017, Feb. 2018, März 2019	Neuro-Intensiv-Kurs (Workshop Neurointensiv)
2017, 2018, 2019 (jeweils 2x pro Jahr)	Basiskurs Neurochirurgie (Großtiermodell)
Sept. 2017	Hands-on-Kurs für junge Schädelbasischirurgen

Auf einen Blick:

STIPENDIEN UND PREISE SEIT 2016

12

Förderpreise/
Stipendien

12

Reisestipendien

5

Vortragspreise

7

Posterpreise

IMPRESSUM

Herausgeber

Neurochirurgische Universitätsklinik
Im Neuenheimer Feld 400
69120 Heidelberg

Konzeption, Umsetzung & Projektsteuerung
medXmedia Consulting KG, München

Gestaltung und Layout
Grafik + Design Ute Berretz, München

Redaktion

Prof. Dr. Unterberg, Andreas
Prof. Dr. Zweckberger, Klaus
Prof. Dr. Herold-Mende, Christel
Priv.-Doz. Dr. med. Scherer, Moritz

Mitwirkende

Holz, Maria
Schmidt, Thomas

Fotos

Medienzentrum, Hendrik Schröder
Neurochirurgische Klinik Heidelberg
Philip Benjamin M. A., Bildjournalist/Fotodesigner, Ladenburg
Petra Löw, Fotografin, Lorsch
Piktogramme: istockphoto.com, Vecteezy, Flaticon

Druck

abcdruck GmbH, Heidelberg

Stand

Juli 2021

