

# Neues aus der Neurochirurgie



Dr. Karl-Michael Schebesch



Dr. Jan Warnat

*Die Behandlung neurochirurgischer Erkrankungen erlebt in manchen Bereichen einen therapeutischen Wandel. In der Behandlung zerebraler vaskulärer Erkrankungen finden neuroradiologisch-interventionelle Verfahren gesteigerte Anwendung während die operative zerebrale Revaskularisierung derzeit eine Renaissance erlebt. In der neurochirurgischen Tumorchirurgie wird vermehrt auf intraoperative Stimulation, exakte funktionelle Bildgebung und Kraniotomie mit Tumorresektion in wachem Zustand gesetzt. Die Etablierung schonender minimalinvasiver Techniken in der spinalen Neurochirurgie und die zunehmende Verwendung von Bandscheibenprothesen und dynamischen Spondylodese-Systemen ermöglichen eine gute postoperative Mobilität und erhaltene segmentale Funktionalität.*

## Funktionserhaltende Onkologische Neurochirurgie

### Onkologische Neurochirurgie

Die Behandlung hirneigener Tumore impliziert immer ein interdisziplinäres Therapiekonzept unter Beteiligung der Neurochirurgie, Neuroonkologie und Strahlentherapie. Da es für malignisierte hirneigene Tumore (Astrozytome, Glioblastome) derzeit keinen kurativen Ansatz gibt, erfolgt die Festlegung des Behandlungsregimes unter dem Aspekt der Erhaltung oder Wiederherstellung einer adäquaten Lebensqualität, welche zudem die Voraussetzung einer suffizienten Nachbehandlung darstellt [1]. Bei Tumoren in eloquenten Regionen (Broca- und Wernicke-Sprachzentren, Gyrus angularis, Gyrus prae- und postcentralis) verbietet sich häufig die makroskopisch radikale Resektion, sodass in einem solchen Fall lediglich die Histologiegewinnung oder – wenn möglich – Massenreduktion angestrebt wird. In zunehmendem Maße wird bei Tumoren in Spracharealen oder in den motorischen Zentren die Möglichkeit der Wachkraniotomie (Abbildung 1) erwogen, welche jedoch für die Patienten eine physische und psychische Belastung bedeutet und immer mit einem hohen interdisziplinären und technischen Aufwand einhergeht, da ein peri- und intraoperatives Vorgehen mit Anästhesie und Neuropsychologie in enger Absprache erfolgen muss [2].

### Wachkraniotomie und „Fibertracking“

Vor der Planung einer Kraniotomie am wachen Patienten zur Tumorresektion steht zunächst die neuropsychologische Testung durch einen erfahrenen Neuropsychologen und die Evaluierung der zu erwartenden intraoperativen Compliance im Vordergrund. Ferner wird eine funktionelle und Neuronavigations-Kernspintomographie zeitnah angefertigt, welche intraoperativ auf dem Navigationsbildschirm zur Verfügung steht. Durch intraoperative, kortikale Neurostimulation kann auf diese

Weise das vermutlich eloquente Areal (Sprache oder Motorik) über eine zweipolige Sonde stimuliert werden. Bei elektrischer Reizung eines funktionellen Areals ist es dem Patienten dann kurzfristig nicht mehr möglich, verbal Gegenstände zu benennen, diese zu erkennen oder motorische Leistungen auszuführen. Wird ein solches Areal in der Zirkumferenz des Tumors identifiziert, wird die Resektion ebendort beendet, um die funktionelle Region nicht zu gefährden.



*Abbildung 1: Wachkraniotomie. Setup im Operationssaal. Bereits in die Mayfield-Klemme eingespannter Patient mit Sicht auf den Monitor über welchen zu benennende Gegenstände zur intraoperativen Testung des Sprachzentrums eingespielt werden.*

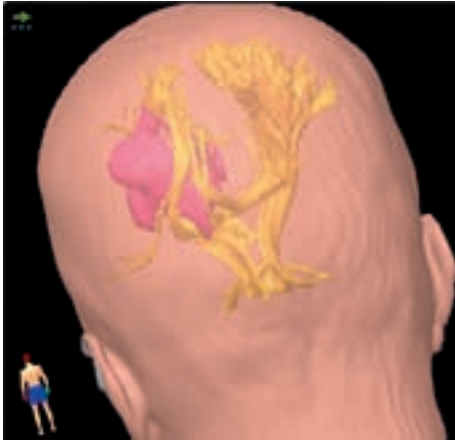


Abbildung 2: Fibertracking. Dreidimensionale Rekonstruktion des Patientenkopfes mit Darstellung des Tumors (rot) welcher von der Pyramidenbahn (gelb) umgeben wird.

Durch präoperative Veranschaulichung der zerebralen Bahnsysteme („Fibertracking“ – Abbildung 2), der funktionellen Kernspintomographie (fMRI) und der Möglichkeit der intraoperativen Neurostimulation kann auch während der konventionellen Kraniotomie in Intubationsnarkose die Tumorsektion unter dem Aspekt der Erhaltung eloquenter Areale geplant werden [3].

Die neuroonkologische Weiterbehandlung und Nachsorge erfolgt immer zeitnah und beinhaltet neben regelmäßiger Bildgebung (in der Regel MR-tomographisch) zur Dokumentation und frühen Erkennung eines Rezidivs oder Tumorprogresses den Einschluss in ein multimodales Regime mit kombinierter Radiochemotherapie und den Einschluss in etablierte Studienkonzepte.

## Vaskuläre Neurochirurgie

### Vasospasmus

Die Inzidenz der aneurysmatischen Subarachnoidalblutung beträgt in Deutschland derzeit 6 bis 10/100.000 Einwohner/Jahr [4]. Trotz fortschrittlicher Computertomographie- und Angiographiediagnostik, Neurointervention und moderner Operationstechniken liegt die Morbiditäts- und Mortalitätsrate dieser Erkrankung noch erschreckend hoch (Gesamtmortalität von bis zu 45 Prozent) [5]. Grund hierfür ist meist nicht das zugrunde liegende

Aneurysma, sondern vielmehr der verzögert auftretende arterielle Vasospasmus mit der Gefahr einer territorialen Infarzierung. Trotz aller intensiven wissenschaftlichen Bemühungen ist dieser nur unzureichend Gegenstand einer evidenzbasierten medikamentösen Therapie geworden. Lediglich der Kalziumantagonist Nimodipin (Nimotop®) wird routinemäßig zur Prophylaxe des Vasospasmus eingesetzt und der zerebrale Perfusionsdruck („cerebral perfusion pressure“ – CPP) durch Hämodilution, Hypertension und Hyperventilation („triple-H-therapy“) aufrechterhalten [6]. Viel versprechende prospektiv-randomisierte Studien, wie zum Beispiel die Evaluation des Endothelin-II-Rezeptor Antagonisten in der multizentrischen Studie „Clazosentan to Overcome Neurological iSChemia and Infarct OccUrring after Subarachnoid hemorrhage“ (CONSCIOUS II), werden derzeit ausgewertet [7], der Erfolg der medikamentösen Therapie zur Prophylaxe und Behandlung des zerebralen Vasospasmus bleibt jedoch abzuwarten.

### Coil versus Clip

Nach Veröffentlichung der Ergebnisse der „International Subarachnoid Aneurysm Trial-Studie“ (ISAT) [8] und der „International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms“ (ISUIA-Studie) [9] wird weltweit eine deutliche Zunahme der neurointerventionellen, endovaskulären Versorgung mit Platinspiralen („Coiling“ und Stentimplantation) rupturierter und innozentere zerebraler Aneurysmen beobachtet. Zur Entscheidung über ein operatives, respektive interventionelles Vorgehen ist die native und KM-gestützte Computertomographie („Angio-

CT“) und die konventionelle Angiographie unerlässlich und eine zeitnahe interdisziplinäre Absprache unbedingt erforderlich.

Der operative Verschluss behandlungsbedürftiger Aneurysmen („Clipping“) im Rahmen einer Kraniotomie ist heutzutage jedoch noch dann unumgänglich, wenn die anatomischen Gegebenheiten ein interventionelles Vorgehen erschweren oder nach Einschätzung der interventionellen Neuroradiologen nur mit einem höheren Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko einhergeht. Aus diesem Grund werden daher meist Aneurysmen der Arteria cerebri media operativ behandelt sowie rupturierte Aneurysmen mit einer raumfordernden parenchymalen Blutung. Die Langzeitergebnisse der Neurointervention nach ISAT und ISUIA stehen naturgemäß noch aus, in einigen Publikationen werden allerdings Kompaktierungen der Coil-Pakete (durch intravasalen Druck bedingte Volumenverringering der Coil-Spiralen), mit angiographisch gesicherter Re-Perfusion des Aneurysmas beschrieben [10].

Die erneute radiologische oder operative Intervention ist dann in der Regel wieder notwendig.

### Zerebrale Revaskularisierung

Zur Prävention ischämischer Insulte und territorialer zerebraler Infarzierungen bei Patienten mit atherosklerotischen, schädelbasisnahen Verschlüssen der Arteria carotis interna erlebt die operative zerebrale Revaskularisierung („Externa-Interna-Bypass“) derzeit eine Renaissance.

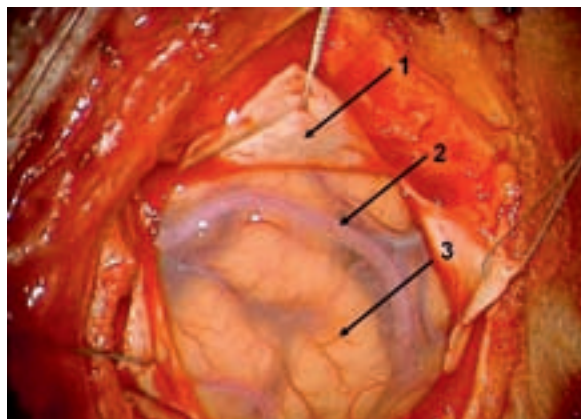


Abbildung 3: Vorbereiten des Situs für EC-IC-Bypass. Temporale Kraniotomie, die Dura ist eröffnet. Subarachnoidal gelegenes Empfänger-Gefäß (Endast der Arteria cerebri media; M3-Segment) für den frontalen Ast der Arteria temporalis superficialis. 1: Eröffnete Dura mater 2: M3-Segment (Kortikaler Ast der Arteria cerebri media) 3: Kortex des Lobus temporalis

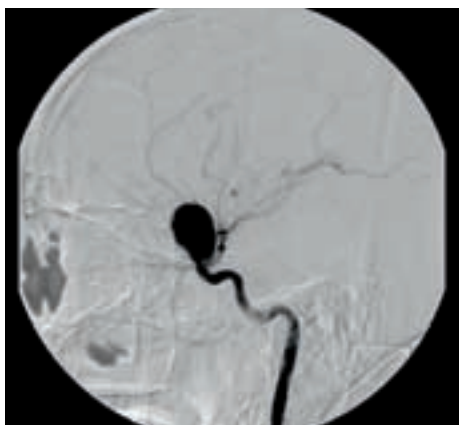


Abbildung 4: Riesenneurysma. Angiographie der Arteria carotis interna. Darstellung eines komplexen basalen Aneurysmas der Arteria carotis interna kurz oberhalb des Abganges der Arteria ophthalmica.

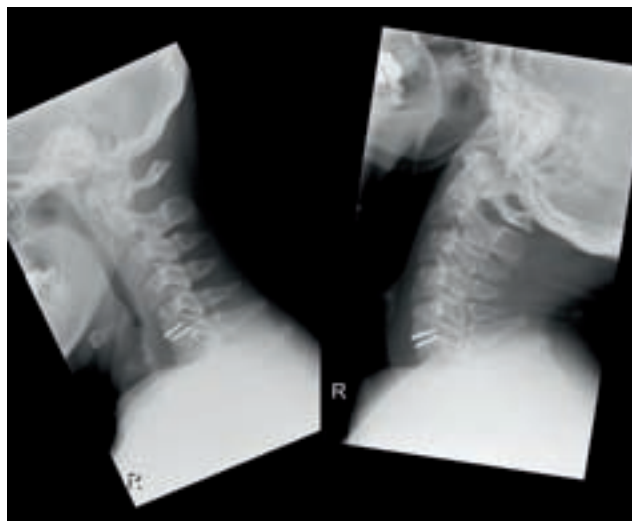


Abbildung 5: Zervikale Bandscheibenprothese. Röntgen-Funktionsaufnahmen nach Implantation einer Bandscheibenprothese zeigen die weitgehend erhaltene Beweglichkeit in dem Segment.

Bei der operativen Etablierung eines low-flow STA-MCA-Bypasses (STA: Superficial Temporal Artery, MCA: Middle Cerebral Artery) wird der frontale Ast der Arteria temporalis superficialis auf ein über eine kleine supraaurikuläre Kraniotomie freipräpariertes M3-Segment (Endäste der Arteria cerebri media) anastomosiert (Abbildung 3).

Nach der relativ unkritischen Anwendung dieser Methode in den Siebziger- und Achtzigerjahren weltweit kam es nach Vorstellung der Ergebnisse der „EC-IC-Bypass-Study Group“ 1985 in Toronto zu einer fast vollständigen Abkehr von dieser Methode [11]. Mit Einzug der funktionellen nuklearmedizinischen Verfahren (HMPAO-SPECT mit Azetazolamid-Provokation zur Messung der zerebralen Perfusionskapazität) und der Weiterentwicklung transkranieller Doppler-sonographischer Techniken ist eine adäquate Patientenselektion möglich geworden [12].

Anwendung findet diese Methode bei medikamentös atherapierten Patienten mit milder, rezidivierender neurologischer Symptomatik (TIAs) ohne bereits fixiertes (schweres) neurologisches Defizit bei fehlendem bildgebenden Nachweis einer territorialen Ischämie im MRT (Diffusion/Perfusion).

Weitere Indikationen zur Etablierung eines intrakraniellen Bypasses können ferner komplexe Tumore und Riesenneurysmen darstellen.

### Zerebrale Riesenneurysmen

Die Behandlung komplexer, so genannter „large“ oder „giant“ Aneurysmen (Durchmesser > 2,0 cm) (Abbildung 4), welche nicht durch

einen intrakraniellen Bypass umgangen werden und nicht konventionell geklippt oder interventionell behandelt werden können, kann ein operatives Vorgehen in tiefer Hypothermie (Körperkerntemperatur ca. 18 °C) und in Kreislaufstillstand (unter Einsatz der Herz-Lungen-Maschine) zur erheblichen Verlängerung der zerebralen Ischämietoleranz und somit der Präparationszeit notwendig sein. Dieses Verfahren ist aber Zentren vorbehalten, die über ein entsprechendes technisches und operatives Know-how verfügen [13]. In den vergangenen zwei Jahrzehnten wurden nur wenige, ausnahmslos retrospektive Studien publiziert, eine eigene umfassende retrospektive Serie wird gerade ausgewertet. Generell bleibt im Kontext der aktuellen Literatur diese Methode jedoch nach wie vor eine Ausnahmeindikation.

## Spinale Neurochirurgie

### Minimalinvasive Technik

Die spinale Neurochirurgie hat, nicht zuletzt aufgrund der Veränderungen in der Altersverteilung der Bevölkerung und Zunahme insbesondere der degenerativ bedingten Wirbelsäulenerkrankungen, an Bedeutung gewonnen. Aktuell wird ein besonderes Augenmerk auf möglichst schonende Verfahren bzw. Zugangswege gelegt. Bei der operativen Behandlung von lumbalen und zervikalen Bandscheibenvorfällen sowie auch von Stenosen des Spinalkanals sind kleine, wenig invasive Zugänge und mikrochirurgische Operationstechniken mit Hilfe eines leistungsfähigen Operationsmikroskops etabliert. Hier stehen nun auch ergänzende Verfahren mit endoskopischer Unterstützung sowie schonende perkutane

Zugangstechniken über einen kleinen Operationstubus zur Verfügung.

Besonders bei der Behandlung von lumbalen Stenosen und Instabilität im Sinne einer Spondylolisthese kann mit Hilfe dieser wenig invasiven Techniken eine deutliche Schonung des Gewebes, insbesondere der autochtonen Rückenmuskulatur im Vergleich zu den klassischen offenen Operationsverfahren erreicht werden. Hierbei kann über einen minimal invasiven Zugang der Spinalkanal dekomprimiert werden und im Falle einer zusätzlich bestehenden Instabilität über diesen Zugang auch ein käfigartiger Platzhalter aus zum Beispiel Titan oder Kunststoff (Cage) in den Zwischenwirbelraum eingebracht werden. Die dorsale Abstützung wird wie bisher über einen Fixateur interne erreicht, welcher aber nun auch perkutan über kleine Hautschnitte vergleichsweise schonend implantiert werden kann.

### Zervikale und lumbale Bandscheibenprothesen

Neben der Verwendung schonender Zugangswege wird zunehmend versucht, die operativ bedingte Funktionseinschränkung der Wirbelsäule zu vermindern. Oft muss zur Behandlung eines Bandscheibenvorfalles das Innere der Bandscheibe entfernt werden. Üblicherweise wird zum Beispiel im Rahmen einer ventralen Diskektomie an der Halswirbelsäule als zweiter Schritt ein Cage implantiert und somit dieses Segment versteift. Hier kann nun auch eine Bandscheibenprothese implantiert werden [14, 15, 16, 17], die zumindest eine gewisse Beweglichkeit ermöglicht (Abbildung 5). Voraussetzung ist vor allem eine weitgehend intakte Bandscheibenhöhe und intakte, das heißt

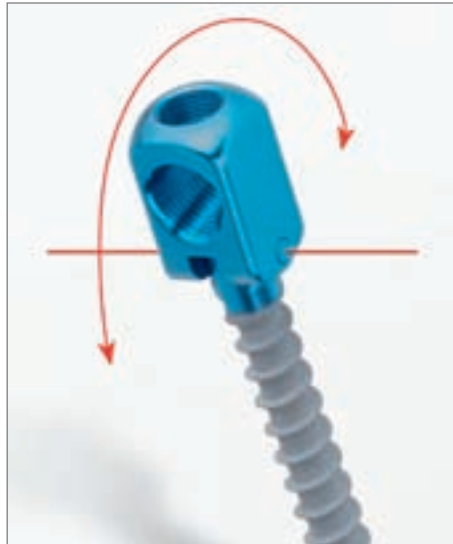


Abbildung 6: Dynamischer Fixateur interne Lendenwirbelsäule. Beispiel eines dynamischen Systems mit beweglichen Schraubenköpfen und festem Stab.

nicht arthrotisch veränderte Zwischenwirbelgelenke. Auch für die Lendenwirbelsäule sind Bandscheibenprothesen erhältlich [18]. Eine eindeutige Bewertung dieser neuen Techniken ist derzeit nicht möglich. Am ehesten kann unserer Ansicht nach eine zervikale Prothese bei entsprechender Indikationsstellung empfohlen werden. Manchmal kommt es im postoperativen Verlauf schließlich doch zu einer knöchernen

Überbauung und damit Versteifung des mit der Prothese versorgten Segments.

#### Dynamische Fixation der Lendenwirbelsäule

Ein anderer Ansatz wird mit der Verwendung von dynamischen Fixationssystemen (Abbildung 6) an der Lendenwirbelsäule verfolgt. Ähnlich wie bei dem klassischen Fixateur interne wird eine dorsale Verbindung der betroffe-

nen Segmente über Schrauben-/Stabsysteme erreicht. Über bewegliche Schraubenköpfe oder flexible Stäbe wird allerdings eine gewisse Funktion erhalten. Dies erlaubt eine axiale Lastverteilung, verhindert aber unphysiologische, oft schmerzhafte Rotations- und Translationsbewegungen in der Lendenwirbelsäule. Vor allem die auf das Facettengelenk wirkenden Kräfte werden zumindest bei axialen Rotationsbewegungen durch das dynamische Implantat verringert. Diese Systeme kommen zum Beispiel bei degenerativ bedingten, über die Facettengelenke vermittelten Rückenschmerzen zur Anwendung. Außerdem können sie in Kombination mit einer rigiden Spondylose verwendet werden, um die angrenzenden Segmente zu entlasten ohne deren Funktion zu stark einzuschränken und der so genannten Anschlussinstabilität im weiteren Verlauf vorzubeugen. Hier ist die Datenlage allerdings nicht eindeutig [19].

## Tiefe Hirnstimulation

Bei schweren Bewegungsstörungen wie dem Morbus Parkinson ist seit einigen Jahren die Tiefe Hirnstimulation (Deep Brain Stimulation – DBS) als operatives Verfahren zugelassen – das heißt auch von den Krankenkassen anerkannt – und etabliert [26]. Dabei werden kleine Stimulationselektroden mit Hilfe stereotaktischer

Anzeige

## Wieder mehr Arzt sein können!

Professionelles Sprechstundenmanagement, Mo. – Fr. von 8 bis 20 Uhr, Sa. von 8 bis 13 Uhr mit einfacher Rufumleitung.



sprechstundenhilfe.com

„Mit sprechstundenhilfe.com habe ich viel mehr Zeit für meine Patienten, mehr Ruhe im täglichen Praxisalltag und bin optimal erreichbar. Auch außerhalb der regulären Sprechzeiten. Meine Patienten sind ebenso begeistert wie ich vom freundlichen und kompetenten Service.“

Frau Dr. Graf, Gynäkologin in München

### Leistungen

- ▶ Professionelle und freundliche Gesprächsführung durch unser medizinisches Fachpersonal.
- ▶ Terminvergabe und Terminmanagement ganz nach Ihren individuellen Anweisungen.
- ▶ Interaktives Arbeiten mit einem speziell für Ärzte konzipierten „Online“-Kalender.
- ▶ Nach Absprache erhalten Sie die Anfragen Ihrer Patienten per E-Mail, SMS oder Fax in Echtzeit.
- ▶ Nach Absprache werden eingehende Gespräche zu Ihnen durchgestellt.

### Vorteile

- ▶ Effizientere Praxisführung – Mehr Honorar.
- ▶ Höhere Patientenzufriedenheit und Patientenbindung.
- ▶ Durchgängige Erreichbarkeit.
- ▶ Ruhigeres Arbeiten in der Praxis – Professionelle Außenwirkung.
- ▶ Ihr Partner für den schnellen Aufbau eines Patientenstammes.
- ▶ Entscheiden Sie, wann wir Ihr Telefon übernehmen: als ganztägiges Terminmanagement, in Stoßzeiten, außerhalb Ihrer Sprechstunde oder im Urlaub.

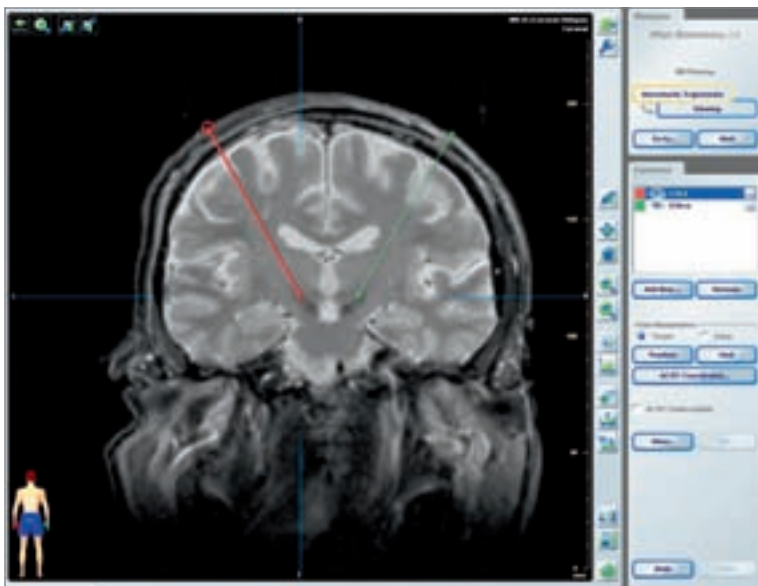


Abbildung 7: Tiefe Hirnstimulation. Stereotaktische Planung der Zielpunkte und der Trajektorien in der präoperativen Bildgebung.

Verfahren sehr genau in wirksamen Zielregionen, wie dem Nucleus subthalamicus (bei Morbus Parkinson) oder bestimmten Anteilen des Thalamus, zum Beispiel Nucleus ventralis intermedius, platziert (Abbildung 7). Elektrophysiologische Ableitungen der Zellaktivität an der Elektrode sowie unmittelbare intraoperative Stimulationstests am wachen Patienten können das Auffinden des am besten geeigneten Zielpunktes unterstützen. Ein von außen programmierbarer Impulsgeber wird mit den Elektroden verbunden und subkutan pectoral oder abdominell implantiert.

Bei Parkinsonpatienten können durch die Operation die Phasen guter Beweglichkeit während des Tages deutlich gesteigert werden. Dabei werden durch den „Schrittmacher“ bei Parkinsonpatienten vor allem Wirkungsschwankungen der Medikamente („Fluktuationen“) ausgeglichen. Überbewegungen werden reduziert und auch die Parkinsonsymptome selbst verbessert. So können die Medikamente oft deutlich reduziert werden, was wiederum Nebenwirkungen vermindern kann. Beim fortgeschrittenen Parkinsonsyndrom ist die Schrittmacherbehandlung der medikamentösen

Therapie überlegen, da sowohl die Beweglichkeit als auch die Lebensqualität stärker verbessert werden als mit einer ausgefeilten Tablettenbehandlung [20, 21].

Das Zittern bei essenziellem Tremor, das auf Medikamente nicht (mehr) anspricht, kann erheblich reduziert werden [25]. Ebenso kann bei bestimmten Dystonien eine Optimierung der Beweglichkeit erzielt werden. Vor allem die mobilen Dystonien sprechen, nach den bisher vorliegenden systematischen Untersuchungen, gut auf eine bilaterale Stimulation im Globus pallidus internus (GPi) an [22, 23].

Für die DBS kommen in erster Linie Patienten in Frage, die medikamentös nicht mehr befriedigend behandelbar sind und keine wesentlichen internistischen oder auch psychiatrischen Nebenerkrankungen haben sowie nicht wesentlich kognitiv eingeschränkt sind. Eine interdisziplinäre Vorbereitung und intensive Betreuung der Patienten durch Neurochirurgen, Neurologen und Neuropsychiatern sowie Rehabilitationseinrichtungen ist unbedingt notwendig.

Gegenstand aktueller Studien ist, ob auch jüngere, noch nicht vollständig medikamentös austherapierte Patienten von einer DBS profitieren, sowie neue Indikationsfelder auf psychiatrischem Gebiet wie Depression oder Zwangsstörungen.

*Die Autoren erklären, dass sie keine finanziellen oder persönlichen Beziehungen zu Dritten haben, deren Interessen vom Manuskript positiv oder negativ betroffen sein könnten.*

*Das Literaturverzeichnis kann bei den Verfassern angefordert oder im Internet unter [www.blaek.de](http://www.blaek.de) (Ärzteblatt/Literaturhinweise) abgerufen werden.*

*Dr. Karl-Michael Schebesch, Facharzt für Neurochirurgie, Oberarzt und Dr. Jan Warnat, Funktionsoberarzt beide Klinik und Poliklinik für Neurochirurgie der Universität Regensburg, Franz-Josef-Strauss-Allee 11, 93053 Regensburg, Telefon 0941 944-9010, Fax 0941 944-9002*

## Das Wichtigste in Kürze

- Bei Patienten mit therapieresistenten, symptomatischen Verschlüssen der Arteria carotis interna kann nach sorgfältiger Indikationsstellung die zerebrale Revaskularisierung im Sinne eines Externa-Interna-Bypasses (EC-IC-Bypass) erwogen werden.
- Zerebrale Aneurysmen werden zunehmend neuroradiologisch-interventionell behandelt. In besonderen Fällen sind eine Kraniotomie und ein Clipping des Aneurysmas jedoch unumgänglich.
- In der Behandlung des Morbus Parkinson nimmt die Tiefe Hirnstimulation (Deep Brain Stimulation – DBS) mittlerweile einen hohen Stellenwert ein da hierdurch die Symptome deutlich verbessert und die Medikation verringert werden kann.
- Zur Erhaltung einer hohen postoperativen Mobilität finden zunehmend minimalinvasive Verfahren und funktionserhaltende Implantate wie dynamische Spondylodesen und künstliche Bandscheiben (vor allem zervikal) Eingang in die spinale Neurochirurgie.