



KLINIK FÜR NEUROCHIRURGIE

FACHZEITSCHRIFT FÜR DEN ARZT

- **Implantation eines Hirnschrittmachers – jetzt auch in Vollnarkose durchführbar**
- **Intraoperatives Monitoring in der Neurochirurgie**
- **Medikamentenpumpe bei Spastik**
- **Strom gegen Hirntumorwachstum**

4/2018

AUSGABE 2

Vorwort	5
Implantation eines Hirnschrittmachers dank neu entwickelter Richtelektroden (directional deep brain stimulation) jetzt auch in Vollnarkose durchführbar	6
– Dr. med. Vesna Malinova –	
Intraoperatives Monitoring in der Neurochirurgie	10
– Dr. med. Tamam Abboud –	
Medikamentenpumpe bei Spastik	16
– Prof. Dr. med. Dorothee Mielke, Dr. med. Vesna Malinova –	
Neue Behandlungsmöglichkeiten für das Iliosakralgelenks-Syndrom – die Diagnosestellung ist der Schlüssel zum Erfolg	18
– PD Dr. med. Barwajan Schatlo –	
Die elektrische Stimulation des zehnten Hirnnervs zur Behandlung von Epilepsien und Depressionen – die Vagusnervstimulation	20
– Dr. med. Kajetan von Eckardstein –	
Neue Möglichkeiten bei der minimal-invasiven Bandscheiben-Operation	28
– Dr. med. Christian von der Brelie –	
Strom gegen Hirntumorwachstum	32
– Dr. med. Christian von der Brelie –	
Foto Titelseite: umg/rschmidt	

Sehr geehrte Kollegin, sehr geehrter Kollege,

mehr als zwei Jahre sind nach der ersten Ausgabe der Fachzeitschrift der Neurochirurgischen Klinik der Universitätsmedizin Göttingen vergangen. Wegen vieler positiver Rückmeldungen möchten wir Ihnen jetzt die zweite Auflage der Fachzeitschrift der Neurochirurgischen Klinik der Universitätsmedizin Göttingen präsentieren.

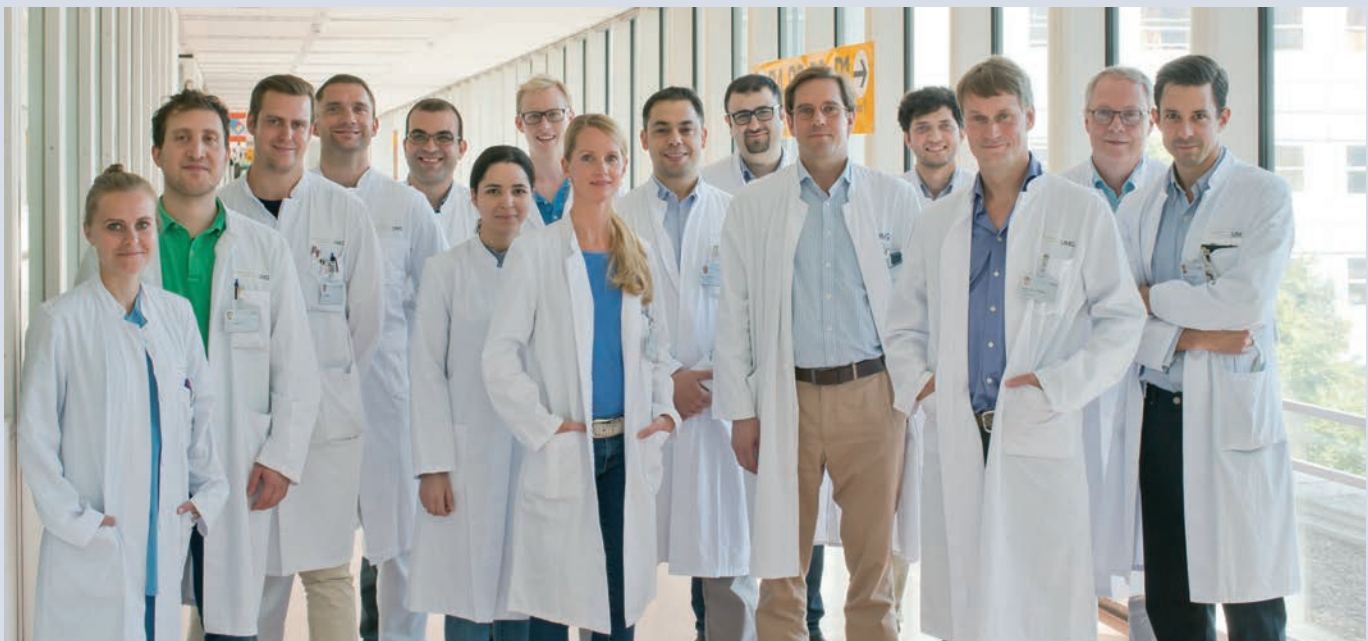
Die erste Auflage war anlässlich meiner 10-jährigen Tätigkeit in Göttingen im Jahr 2016 herausgegeben worden. Die Intention der ersten Fachzeitschrift war, die Neurochirurgie als faszinierende Fachdisziplin vorzustellen. Auch wollten wir den Ärztinnen und Ärzten sowie den Patientinnen und Patienten der Region die Leistungsfähigkeit der Klinik, die in diesen 10 Jahren in die Gruppe der leistungsstärksten deutschen Neurochirurgien geklettert war, präsentieren.

Erfreulicherweise konnte die Neurochirurgische Klinik ihre Position in der Spitzengruppe der deutschen neurochirurgischen Kliniken festigen. Dies gelang insbesondere durch die Einführung von innovativen und hochspezialisierten Therapien, natürlich nach vorheriger kritischer Würdigung der verfügbaren Datenlage, wie dies von einem universitären Zentrum erwartet werden kann. Insbesondere diese Therapieansätze in der funktionellen Neurochirurgie, der Hirntumorbehandlung und der Wirbelsäulenchirurgie sollen im Vordergrund dieser zweiten Auflage der Fachzeitschrift der Neurochirurgischen Klinik stehen. Die hohe Dynamik des neurochirurgischen Fachgebiets und damit der Abteilung lässt sich anhand der Beiträge sicher gut nachvollziehen.

Ich würde mich freuen, wenn auch diese zweite Auflage der Fachzeitschrift Ihr Interesse weckt und Sie weiterhin davon überzeugt, dass die Neurochirurgische Klinik der Universitätsmedizin Göttingen für Sie ein kompetenter Ansprechpartner für alle Fragen zu neurochirurgischen Krankheitsbildern inklusive der Wirbelsäulenchirurgie darstellt.

Ihr

Prof. V. Rohde



Implantation eines Hirnschrittmachers dank neu entwickelter Richtelektroden (directional deep brain stimulation) jetzt auch in Vollnarkose durchführbar

– Dr. med. Vesna Malinova –

Bei der Tiefenhirnstimulation erfolgt eine elektrische Stimulation von ausgewählten Kerngebieten im Gehirn und damit eine Beeinflussung von wichtigen Regelkreisen, die bei Bewegungsstörungen wie beispielsweise der Parkinson-Erkrankung, der sogenannten Schüttellähmung, eine Rolle spielen. Die Stimulation wird über stereotaktisch im Kerngebiet eingesetzte Elektroden möglich, die durch einen Impulsgeber, mit einem Herzschrittmacher vergleichbar, unter dem Schlüsselbein, angesteuert werden.

Warum ist es notwendig die DBS-Operation an wachen Patienten durchzuführen?

Für ein gutes Behandlungsergebnis spielt die hochexakte Lage der Elektroden eine entscheidende Rolle. Während der Operation werden mehrere mögliche Positionen der Elektrode getestet, um die optimale Position zu finden. Hierzu werden intraoperativ der therapeutische Effekt auf die Krankheits-symptome und das Auftreten von Nebenwirkungen der Stimulation wie zum Beispiel Sprechstörungen, Blicklähmungen, Kribbeln oder Schwindel untersucht. Diese Nebenwirkungen treten durch die ungewollte Stimulation von Hirnregionen auf, die unmittelbar neben dem Zielkerngebiet liegen. Um diese Testung während der Operation machen zu können, muss der Patient wach sein. Dies wird allerdings von vielen Patienten trotz Kenntnis der Notwendigkeit für belastend empfunden und führt auch dazu, dass Patienten, obwohl indiziert, den Eingriff nicht durchführen lassen.

In den letzten Jahren sind sogenannte Richtelektroden entwickelt und in der Neurochirurgie Göttingen eingesetzt worden.

Diese Richtelektroden eröffnen wahrscheinlich die Möglichkeit, die Operation in Zukunft auch in Vollnarkose durchzuführen.

Wie funktionieren die Richtelektroden (directional DBS)?

Bei den bislang eingesetzten Elektroden erfolgt die Stromausbreitung ringförmig um die eingesetzte Elektrode. Dies führt dazu, dass es neben der gewollten Stimulation des Kerngebiets ab einer bestimmten Stimulationsstärke auch zu einer ungewollten Stimulation benachbarter Strukturen und damit zu Nebenwirkungen kommt. Eine Vermeidung dieses ungewollten Effekts ist nur durch die Wahl einer anderen Elektrodenposition oder einer niedrigeren Stimulationsstärke mög-

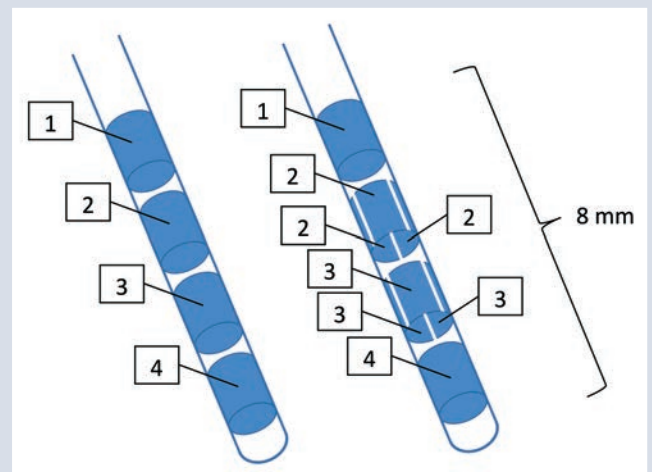


Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Richtelektrode (rechts) im Vergleich zu einer nicht gerichteten Elektrode (links)

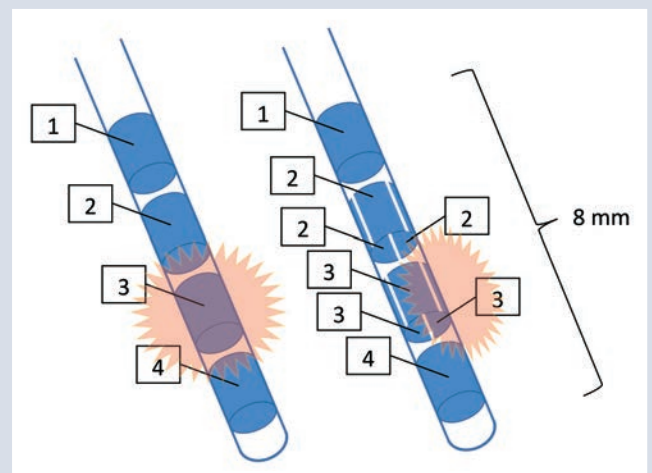
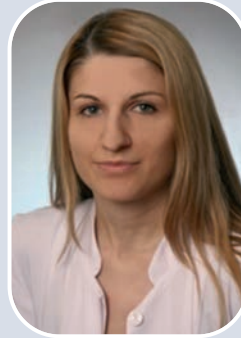


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Stimulationsfeldes bei einer Richtelektrode (rechts) im Vergleich zu einer nicht gerichteten Elektrode (links)

lich, was gegebenenfalls mit einem schlechteren Therapieeffekt einhergeht.

Bei den Richtelektroden sind die mittleren der vier Kontakte in jeweils 3 Segmente unterteilt, die gesondert über den Impulsgeber angesteuert werden können (Abbildung 1). Damit kann die Stromausbreitung in eine ungewollte Richtung vermieden, in die gewollte Richtung verstärkt werden (Abbildung 2). Dadurch kommt der oben dargestellten klinischen Testung während der Operation eine geringere Bedeutung zu: eine nicht optimale Position der Elektrode kann durch die gerichtete Stimulation ausgeglichen werden. Damit ist es gut vertretbar, die Implantation der Elektroden zur tiefen Hirnstimulation auch in Vollnarkose durchzuführen. Im Rahmen des operationsvorbereitenden Gesprächs mit dem Patienten erörtern wir die heute verfügbaren verschiedenen Technologien und besprechen dementsprechend den exakten Ablauf des geplanten Eingriffs.



Kontakt:

Klinik für Neurochirurgie,
Universitätsmedizin Göttingen

Dr. med. Vesna Malinova

Kontakt: 0551-3966033

Sprechstunde:
immer freitags nach telefonischer
Vereinbarung

Intraoperatives Monitoring in der Neurochirurgie

– Dr. med. Tamam Abboud –

Der Erhalt der neurologischen Funktionen und somit der Lebensqualität der Patienten zählt zu den Prioritäten jedes neurochirurgischen Eingriffes, weshalb in der modernen Neurochirurgie das intraoperative Monitoring ein Standard geworden ist. Dieses Verfahren ist völlig unbedenklich und schmerzfrei für den Patienten und kann bei allen Operationen angewandt werden, bei denen das Risiko einer Verletzung der Nerven, des Rückenmarks oder einer wichtigen funktionstragenden Hirnregion besteht.

Es stehen uns mehrere Techniken des intraoperativen Monitorings zur Verfügung, die einzeln oder kombiniert je nach Bedarf eingesetzt werden können.

Alle technischen Hilfsmittel des Monitorings werden erst nach Einleitung der Narkose installiert. Manche der Monitoringverfahren, wie die motorisch, sensorisch oder auditorisch evozierten Potenziale, kommen aus der neurologischen Diagnostik und können heutzutage dank moderner Narkosemittel auch während einer Operation angewandt werden. Andere Techniken, wie die direkte Hirnstimulation, direkte Nervstimulation oder die sogenannte D-Welle wurden speziell für den intraoperativen Einsatz entwickelt.

Entfernung von hirneigenen Tumoren und Metastasen in motorisch eloquenten Arealen

Hier nimmt der Umfang der Tumorentfernung einen direkten Einfluss auf den Verlauf der Erkrankung und die Lebenserwartung der Patienten. Das intraoperative Monitoring hilft dem Neurochirurgen, den größtmöglichen Umfang des Tumors zu entfernen, ohne dabei einen Verlust der wichtigen Funktion, hier insbesondere der Bewegungsfähigkeit, zu riskieren, da diese besonders

für den Erhalt der Lebensqualität der betroffenen Patienten von Bedeutung ist. Hier kommen folgende Techniken zum Einsatz:

Motorisch evozierte Potenziale (MEP)

Bei den MEPs wird durch den Schädel eine elektrische Stimulation des für die Bewegung (Motorik) abhängigen Hirnareals durchgeführt. Die Reizantwort, die sogenannten Potenziale, können dann von den Muskeln des Gesichts, der Arme und Beine abgeleitet werden. Hiermit lassen sich die erhaltene Funktionstüchtigkeit des Hirnareals für die Bewegungssteuerung und der von diesem ausgehenden, zum Rückenmark ziehenden Bahnen testen.

Eine Rückmeldung an den Operator erfolgt, wenn es zu einer Verschlechterung der Potenziale kommt. Dies ermöglicht dem Operateur die Anpassung der operativen Strategie.

Direkte Hirnstimulation

Bei einigen Hirntumoren befinden sich diese in oder in unmittelbarer Nachbarschaft zu der Hirnoberfläche oder/und den zum Rückenmark absteigenden Bahnen, die für die Motorik verantwortlich sind. Folglich kommt es bei der Operation zu einer Exposition dieser Areale, was die direkte Hirnstimulation erlaubt. Man unterscheidet zwischen kortikalem Mapping, das heißt der Stimulation der Hirnoberfläche, und dem subkortikalen Mapping, das heißt der Stimulation der Bahnsysteme. Die durch die Stimulation ausgelöste Reizantwort wird an den jeweiligen, angeschlossenen Muskeln registriert. Die Stärke des notwendigen Stroms, die benötigt wird, um eine solche Muskelantwort auszulösen, erlaubt eine Einschätzung der Entfernung des Stimulationsorts zu motorischen Strukturen des Gehirns. So kann heute der Neurochirurg Tumoren entfernen, die bis zu 3 mm an diese funktionstragenden Strukturen herangewachsen sind, ohne dass es zu Lähmungen kommt (Abbildung 1).

Entfernung von Schädelbasistumoren Läsionen im Hirnstamm

Neben der Überwachung des motorischen Systems durch die oben dargestellten MEPs und direkte Hirnstimulation ist bei diesen Operationen die Überwachung der Funktion der Hirnnerven und die exakte Erkennung, an welchen Stellen diese Nerven im und um den Tumor verlaufen, sehr wichtig.

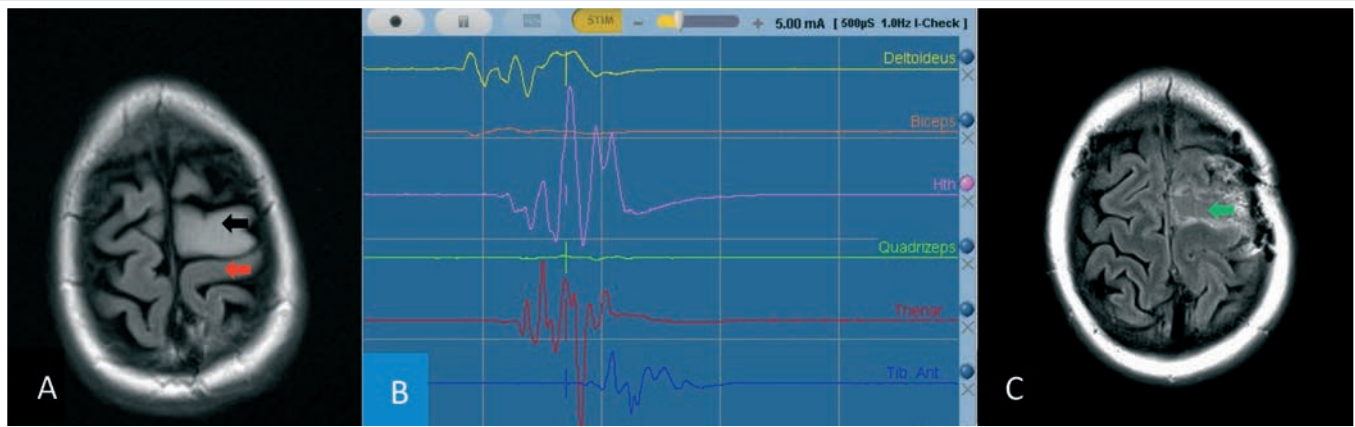


Abbildung 1: A Kernspintomographische Darstellung (MRT) eines hirneigenen Tumors bei einem fünfundvierzigjährigen Patienten. Der rote Pfeil zeigt auf die Hirnwindung, die die Beweglichkeit der gegenseitigen Körperhälfte steuert. Der schwarze Pfeil zeigt auf das Tumorareal, welches direkt an diese Hirnwindung grenzt. Der Patient hat eine leichte Schwäche des rechten Arms. B Intraoperatives Neuromonitoring durch direkte Stimulation der Hirnwindung. Eine Antwort von mehreren Muskeln konnte mit einer Stromstärke von 5 mA hervorgerufen werden. So konnte man feststellen, dass die Leitungsbahnen für die Beweglichkeit ca. 5 mm entfernt von der Stimulationsstelle liegen. C MRT desselben Patienten 24 Stunden nach der Operation. Das Bild ergibt eine vollständige Tumorentfernung. Der grüne Pfeil zeigt auf die Resektionshöhle. Der Patient hatte nach der Operation keine Ausfälle.

Direkte Stimulation der Hirnnerven

Mit Hilfe einer Sonde wird Strom appliziert. Die Antwort kann je nach stimuliertem Nerv an der Gesichtsmuskulatur, der Schlundmuskulatur oder der Augenmuskulatur abgeleitet werden. Der häufigste Tumor in diesem Bereich ist das Akustikusneurinom; hier ist der Gesichtsnerv besonders gefährdet und kann durch die direkte Nervstimulation identifiziert und überwacht werden. Heutzutage ist damit die Entfernung auch von großen Akustikusneurinomen in den meisten Fällen ohne Gesichtslähmung oder mit einer geringfügigen Gesichtssymmetrie möglich.

Akustisch evozierte Potenziale

Ein Ohrstöpsel in den äußeren Gehörgang auf der betroffenen Seite gesteckt, dann werden über diesen Töne appliziert. Die Reizantwort, das akustische evozierte Potenzial, wird über zwei Elektroden, angebracht an der Kopfoberfläche, abgeleitet. Dies erlaubt die kontinuierliche Überwachung der Funktion des Hörnervs während des Eingriffs. Diese Technik ist für den Erhalt des Hörvermögens insbesondere bei der Entfernung von Akustikusneurinomen unabdingbar.

Operationen am Rückenmark

Im Rückenmark verlaufen alle Nervenfasern, die den Körper und die Extremitäten kontrollieren. Daher erfordern Operationen am Rückenmark eine besondere operative Erfahrung und eine verlässliche intraoperative Überwachung der verschiedenen Nervenbahnen. Hier spielt das multimodale Neuromoni-

toring mit MEPs (siehe oben), somatosensorisch evozierten Potenzialen (SEP) und D-Welle eine entscheidende Rolle.

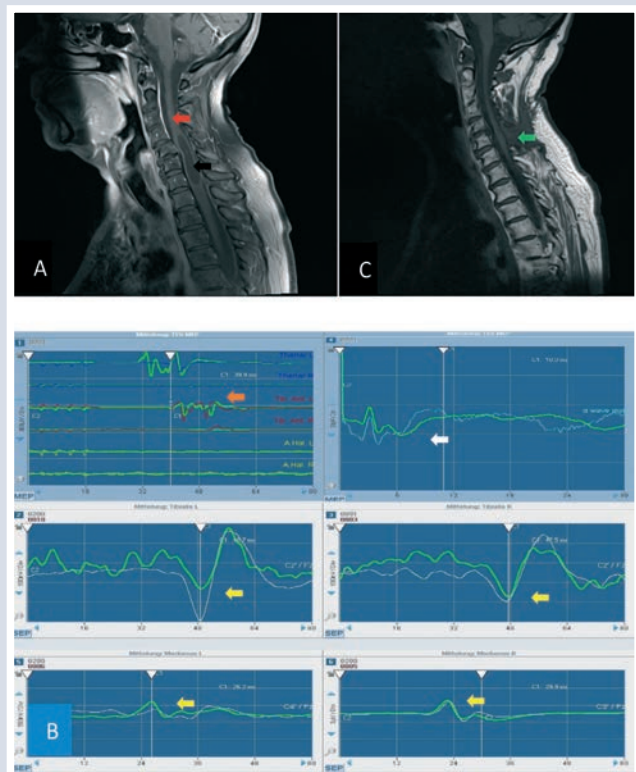


Abbildung 2: A Kernspintomographische Darstellung (MRT) eines Rückenmarkstumors bei einer fünfundfünfzigjährigen Patientin. Der rote Pfeil zeigt auf das Rückenmark und der schwarze Pfeil auf den Tumor. B Intraoperatives Neuromonitoring mit Darstellung der motorisch evozierten Potenziale (orangener Pfeil), sensorisch evozierten Potenziale (gelber Pfeil) und der D-Welle (schwarzer Pfeil). Die Signale waren bis zum Ende der Operation gut erhalten, der Patient hatte nach der Operation keine neurologischen Ausfälle. C MRT nach der Operation mit Nachweis der vollständigen Tumorentfernung. Der grüne Pfeil zeigt auf den Zugangsweg. Die Patientin konnte am 10. Tag nach der Operation nach Hause entlassen werden.

Somatosensorisch evozierte Potenziale (SEP)

Eine elektrische Reizung eines peripheren Nervs, üblicherweise Nervus medianus, am Handgelenk und Nervus tibialis am Knöchel, wird durchgeführt.

Die Reizantworten wandern über die Nerven zum Rückenmark und von dort zur Hirnoberfläche. Dort können die Antworten über Elektroden, die an der Kopfhaut angebracht sind, abgegriffen werden. Damit kann die Integrität des hinteren Teils des Rückenmarks und des Hirnstammes überwacht werden.

Insbesondere bei degenerativen Erkrankungen des Rückenmarks, wie der zervikalen Myelopathie, ist die Überwachung bereits bei der Lagerung zur Operation sinnvoll.

D-Welle

Hier erfolgt die Stimulation, wie bei den MEPs, an der Kopfhaut, während die Ableitung der Reizantwort im Gegensatz zu den MEPs nicht im Bereich der Extremitätenmuskulatur, sondern im Bereich des Rückenmarks.

Diese Methodik ist speziell für die Überwachung der motorischen Rückenmarksbahnen bei der operativen Entfernung von Läsionen im Rückenmark entwickelt worden. Durch die unmittelbare Antwort aus dem Rückenmark ist die D-Welle sehr zuverlässig und erlaubt eine konkrete Aussage über das mittel- und langfristige Erholungspotenzial der motorischen Funktion.

Somit kann der Neurochirurg in vielen Fällen eine komplette Resektion dieser Rückenmark-Raumforderung erreichen, ohne den Patienten zu schädigen.

Zusammenfassung

Die Entscheidung, welche Konstellation des intraoperativen Monitorings bei einer Operation zum Einsatz kommen soll, hängt von der betroffenen anatomischen Struktur ab und fließt mit in die Planung der Operation ein, so dass das Operationsteam, inklusive der Anästhesie, die entsprechende Vorbereitung treffen kann.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit Hilfe des intraoperativen Monitorings die Gefahr für neurologische Ausfälle durch einen neurochirurgischen Eingriff stark reduziert werden kann. In der Neurochirurgischen Klinik Göttingen kommen daher alle diese Verfahren routinemäßig annähernd täglich zum Einsatz.



Kontakt:

Klinik für Neurochirurgie,
Universitätsmedizin Göttingen

Dr. med. Tamam Abboud

Kontakt: 0551-3965536

Sprechstunde nach Vereinbarung

Medikamentenpumpe bei Spastik

– Prof. Dr. med. Dorothee Mielke,
Dr. med. Vesna Malinova –

Unter Spastik versteht man eine intermittierende, aber auch lang anhaltende oder persistierende unwillkürliche Muskelaktivierung mit Versteifung der Muskeln. Eine Spastik wird verursacht durch eine Vielzahl von Erkrankungen, welche das erste Motoneuron betreffen. Dieses können ein schweres Schädelhirntrauma sein, aber auch ein Schlaganfall oder ein Sauerstoffmangel unter der Geburt im Sinne einer Zerebralparese. Es gibt auch im Rückenmark lokalisierte Ursachen, wie z.B. eine Rückenmarksverletzung oder Multiple Sklerose. Problematisch sind insbesondere die ausgeprägteren Spastikformen, da diese Tätigkeiten des Alltags, wie beispielsweise Waschen, Essen, Anziehen oder Laufen limitieren und sogar zur Bettlägerigkeit führen können. Auch sind insbesondere einschließende Spasmen mit starken Schmerzen für den Patienten verbunden. Eine langfristig nicht behandelte ausgeprägte Spastik führt zudem zu Kontrakturen mit dementsprechenden Fehlstellungen der Gliedmaßen.

Der erste Schritt der Therapie insbesondere von milden Formen der Spastik ist die orale Verabreichung von Baclofen. Leider ist bei manchen Patienten die Baclofen-Gabe nicht ausreichend, um die Spastik gut zu kontrollieren. Bei manchen Patienten verhindert das

Auftreten von unerwünschten Nebenwirkungen wie beispielsweise Sedierung und Benommenheit die Gabe von Baclofen in therapeutisch effektiver Dosierung. Ein zweiter Therapieansatz insbesondere bei sehr umschriebenen Spastikformen ist die Injektion von Botulinumtoxin in die betroffenen Muskelgruppen. Bei generalisierter Spastik ist dieser Therapieansatz hingegen nicht ausreichend.

Die dritte Therapieform in der Behandlung der Spastik ist die Implantation einer Medikamentenpumpe zur intrathekalen Baclofengabe. Voraussetzung hierfür ist das Versagen der medikamentösen Therapie entweder in Form eines nicht hinreichenden Effektes auf die Spastik trotz maximal möglicher Dosierung oder in Form inakzeptabler Nebenwirkungen bei Gabe einer effektiven Dosis Baclofen. Der Implantation einer Baclofenpumpe geht eine mehrtägige Testphase voraus. In dieser Testphase wird dem Patienten lumbal eine Drainage in den Intrathekalraum gelegt. Auf einer Überwachungsstation erfolgt dann die Bolusgabe von Baclofen, üblicherweise mit einer niedrigen Dosis von 50 µg beginnend. Nach der Bolusgabe erfolgt die klinische Untersuchung, ob eine ausreichende Spastikkontrolle erreicht wurde. Ist dies nicht der Fall, wird an den darauffolgenden Tagen eine Bolusinjektion von 75 µg und, bei Versagen, von 100 µg durchgeführt. Sollte auch die dritte Bolusgabe erfolglos sein, schließt sich dann eine kontinuierliche Infusion von Baclofen über eine externe Pumpe an (Abbildung 1). Kommt es unter der Bolusgabe respektive bei kontinuierlicher Infusion über eine externe Pumpe zu einer ausreichenden Kontrolle der Spastik ohne das Auftreten inakzeptabler Nebenwirkungen qualifiziert sich der Patient für die Implantation einer Baclofenpumpe.

Der Einbau der Baclofenpumpe erfolgt in Vollnarkose. Der Patient wird auf die Seite



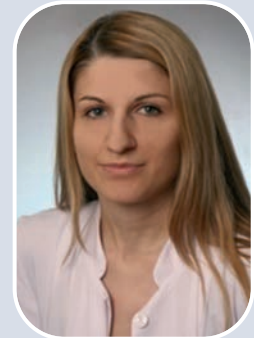
Abbildung 1: Durchführung der Baclofentestung (Quelle: Medtronic).

gelegt. Über einen kleinen Hautschnitt im Bereich der Lendenwirbelsäule wird eine Hohlnadel in den Duralschlauch vorgeschoben, über die dann unter Röntgenkontrolle ein Katheter bis nach thorakal gelegt wird. Bei gutem Liquorfluss wird die Hohlnadel entfernt und der sehr dünne Katheter an der lumbalen Muskelfaszie fixiert. Dann wird der Katheter in den seitlichen Bauchbereich getunnelt und dort mit der bereits gefüllten Baclofenpumpe konnektiert. Die Baclofenpumpe selbst wird in einer subkutanen Tasche positioniert (Abbildung 2). Im weiteren Verlauf lässt sich bei Bedarf über ein programmierbares Gerät per Funk die von der Medikamentenpumpe abgegebene Dosis angepasst werden (Abbildung 3).

Der Patient bleibt meist 7 bis 10 Tage in unserer Klinik und wird dann in die ambulante Weiterbetreuung entlassen. In regelmäßigen Abständen muss eine ambulante Wiedervorstellung erfolgen, um die dann entleerte Pumpe erneut zu befüllen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass, eine erfolgreiche Testung vorausgesetzt, mit einer Baclofenpumpe sehr gute Ergebnisse hinsichtlich der Kontrolle der Spastik erreicht werden können. Daher ist bei Patienten, bei denen durch Medikamenteneinnahme oder durch die Injektion von Botulinumtoxin kein

ausreichender Effekt erzielt werden kann, an diese Therapieoption zu denken. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass neben der Befüllung der Pumpe mit Baclofen auch die Befüllung mit Morphin und mit Ziconotid, einem Schnecken Gift, möglich ist. Der Einsatz hier dient der Behandlung von Schmerzzuständen, die medikamentös und durch wenige invasive operative Maßnahmen wie beispielsweise die Rückenmarksstimulation nicht beherrschbar sind. Auch dies wird natürlich in unserer Klinik angeboten.



Kontakt:

Klinik für Neurochirurgie,
Universitätsmedizin Göttingen

Prof. Dr. med. Dorothee Mielke,
Dr. med. Vesna Malinova

Kontakt: 0551-3965536

Sprechstunde:
immer mittwochs nach telefonischer
Vereinbarung



Abbildung 2: Schemazeichnung, die Medikamentenpumpe abdominal und der intrathekalen Katheter zeigend (Quelle: Medtronic).



Abbildung 3: Medikamentenpumpe und externes Programmiergerät zur individuellen Dosisanpassung, falls notwendig (Quelle: Medtronic)

Neue Behandlungsmöglichkeiten für das Iliosakralgelenks-Syndrom –

die Diagnosestellung ist der Schlüssel zum Erfolg

– PD Dr. med. Barwajan Schatlo –

Die Hälfte aller Menschen leidet im Laufe ihres Lebens wenigstens einmal an Rückenschmerzen. Allerdings wird trotz moderner Untersuchungsmethoden wie der Magnetresonanztomographie nur in 5 % auch eine Ursache identifiziert. In 15-25 % der Fälle liegt die Ursache zudem nicht in der Lendenwirbelsäule, sondern im Bereich der Gelenkfuge zwischen Darmbein und Kreuzbein (Iliosakralgelenk, Abb. 1). Beschwerden dieser Region werden unter dem Überbegriff ISG-Syndrom zusammengefasst. Dieses ist zwar bildgebend nicht zu erkennen, kann aber mithilfe mittlerweile standardisierter klinischer Untersuchungsmethoden diagnostiziert werden. Ein klassischer Hinweis für ein ISG-Syndrom ist zum Beispiel der Druckschmerz über dem ISG unterhalb und leicht seitlich der Lendenwirbelsäule. Ferner erkennt der Kliniker das Syndrom durch gezielte Druck- und Dehn-Manöver am Becken.

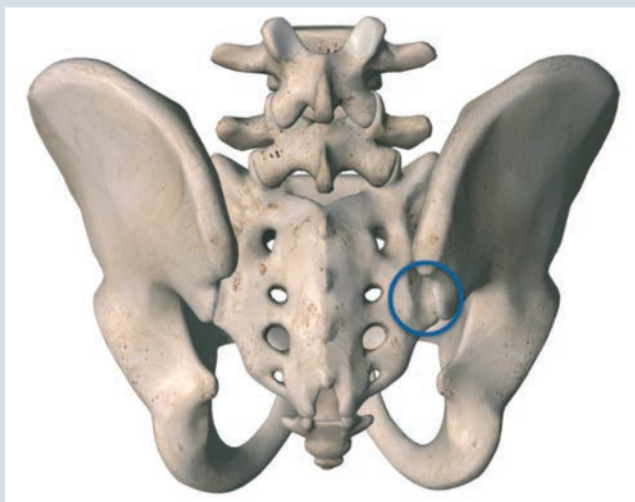


Abbildung 1: Das ISG (blauer Kreis) entpuppt sich in 15-25 % aller Fälle von Lumbago als Schmerzursache. Mit freundlicher Genehmigung von N. Hammel, Si-Bone

Das Iliosakralgelenk ist relativ unbeweglich und wird durch einen dichten Faser- und Bandapparat zusammengehalten, welches nur noch eine rudimentäre Rotations-Restbeweglichkeit („Nutationsbewegung“) zulässt. Eine der Theorien zum ISG-Syndrom besagt, dass es durch chronische Überlastung zwischen Darmbein und Kreuzbein zu winzigen Bewegungen kommt, die einen Instabilitätschmerz provozieren.

Die Primärtherapie umfasst neben physiotherapeutischer Beübung auch die Verordnung entzündungshemmender Schmerzmittel. Bei länger andauernden oder ausgeprägten Beschwerden kann mittels Röntgengestützter Infiltration eines Lokalanästhetikums eine Schmerzlinderung erreicht werden. Diese kann mit oder ohne Zusatz von Kortison erfolgen. Infiltrationstherapien haben sich zur kurzfristigen Symptomkontrolle als hilfreich erwiesen. Bei chronisch wiederkehrenden Beschwerden bestand in der Vergangenheit die Möglichkeit der „offenen ISG-Fusion“, die in den 1920er Jahren eingeführt wurde. Allerdings war diese Methode recht aufwändig, erforderte große Schnitte und Manipulation von Muskel- und Bindegewebe. Daher kommt diese Variante heutzutage beim klassischen ISG-Syndrom kaum noch zur Anwendung. In unserer Klinik legen wir Wert auf die Nutzung gewebsschonender Methoden. Wir bieten daher folgende Techniken zur Behandlung des chronischen ISG-Syndroms an:

1. Thermokoagulation: Bei der Thermokoagulation verwenden wir eine winzige elektronisch kontrollierte Sonde an der Spitze einer Nadel. Diese wird nach örtlicher Betäubung unter Röntgenkontrolle entlang des ISGs platziert. Die Sonde wird genau an der

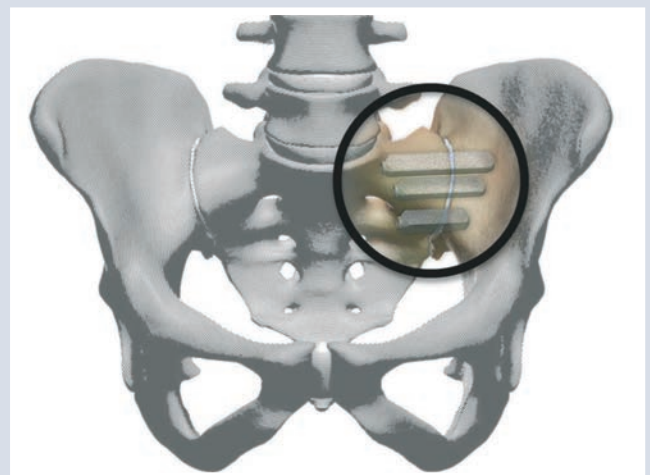


Abbildung 2: Schematische Darstellung der ISG-Fusion in minimal-invasiver Technik. Der schwarze Ring umkreist die Titan-Implantate die Darmbein und Kreuzbein „blockieren“. Mit freundlicher Genehmigung von N. Hammel, Si-Bone

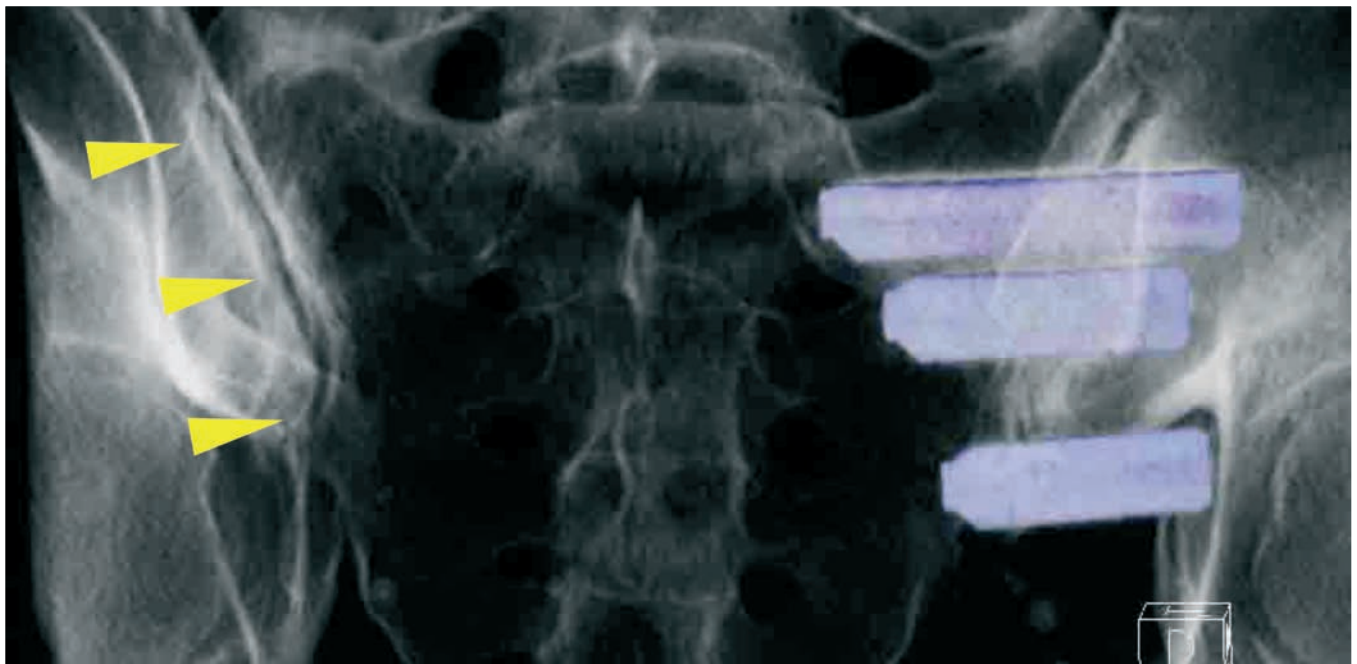


Abbildung 3: Dreidimensionale Rekonstruktion eines Computertomogramms mit Darstellung der Implantate (blau) im Iliosakralgelenk nach erfolgreicher Operation rechts im Bild. Die gelben Pfeile (links im Bild) demarkieren die Iliosakralgelenksfuge der Gegenseite.

Spitze erhitzt und führt zu einer Verödung der kleinen Nervenenden am ISG.

2. ISG-Fusion: Die Instabilität des ISGs kann durch ein neuartiges Implantat behoben werden, welches durch einen kleinen Hautschnitt an der Hüfte eingebracht wird (Abb. 2). Hierbei wird unter Röntgenkontrolle ein Draht eingeführt, der das Darmbein mit dem Kreuzbein verbindet. Das Implantat wird in minimal-invasiver Technik über den vorgelegten Draht eingebracht (Abb. 3). Die Effizienz dieser bei uns bereits seit über zwei Jahren angewandten Methode ist durch große Langzeitstudien belegt. So können zum Beispiel im Vergleich zu Patienten die sich lediglich einer Fortführung der physiotherapeutischen Beübung unterziehen die ISG-Schmerzen gesenkt werden. Mindestens ebenso wichtig ist, dass ein Großteil der Patienten nach der ISG-Funktion angibt, längere Strecken gehen zu können als noch vor der Operation. Somit fördert diese Methode auch die Mobilität im Alltag. Zudem gaben Patienten mit stattgehabter ISG-Fusion im Durchschnitt subjektiv eine höhere Lebensqualität an als Patienten ohne Operation.

Für das ISG-Syndrom stehen mittlerweile eine Reihe neuer Behandlungsmethoden zur Verfügung. Essenziell ist es, das Beschwerdebild richtig einzuordnen um die Überweisung an einen Facharzt zu erwirken. Die Anwendung der beschriebenen Techniken richtet sich nach dem klinischen Beschwerdebild, der Verfassung des Patienten, dem Ansprechen

auf die Test-Infiltrationen und dem Ergebnis der bildgebenden Untersuchungen. Die für den jeweiligen Patienten erfolgversprechendste Therapie wird daher durch den behandelnden Neurochirurgen für jeden Patienten neu beurteilt.



Kontakt:

Klinik für Neurochirurgie,
Universitätsmedizin Göttingen

PD Dr. med. Bawarjan Schatlo,
Kontakt: 0551-3965536

Sprechstunde:
immer donnerstags nach telefonischer
Vereinbarung.

Die elektrische Stimulation des zehnten Hirnnervs zur Behandlung von Epilepsien und Depressionen –

die Vagusnervstimulation

– Dr. med. Kajetan von Eckadstein –

Die Dauerstimulation des Vagusnervs mit einem implantierten Nervenstimulator, ähnlich einem Herzschrittmacher, eröffnet Möglichkeiten in der Behandlung von Epilepsien und Depressionen. In diesem Artikel soll zum einen die operative Therapie erläutert werden, zum anderen die Erkrankungsbilder und die Behandlungserfolge diskutiert werden.

Pathoanatomische Grundlagen

Der Nervus vagus verlässt als zehnter Hirnnerv den Hirnstamm und zieht beidseits entlang der Halsschlagader in die Brust- und später in die Bauchhöhle, um hier die inneren Organe zu erreichen, für deren Funktionssteuerung der Nerv mitverantwortlich zeigt. Dabei hat der Nerv darüber hinaus auch weitergehende Funktion, so erreicht beispielsweise das Geschmackserleben eines Teils der Zunge über den Vagusnerv das Gehirn (Tab. 1).

Operation und Nachsorge

Die Operation wird in Vollnarkose durchgeführt. Über einen Schnitt am linken Hals entlang des Kopfwendemuskel wird unter

dem Operationsmikroskop der Vagusnerv zwischen der Halsschlagader und der Jugularvene aufgesucht und über eine Strecke von etwa drei Zentimeter präpariert (Abb. 1). Dann wird das Elektrodenkabel mit seinen zwei Kontakten und einem zusätzlichen Anker um den Nerv geschlungen (Abb. 2 und Abb. 3). Dieses ist der schwierigste Teil der Operation, da die Platzverhältnisse begrenzt sind und man eine sichere Verbindung zwischen Nerv und Elektrode benötigt, ohne den Nerv selbst oder die Strukturen der Umgebung zu schädigen. Die Elektrode hält am Nerv selbst nur durch die Eigenspannung der Schlingen, sie wird nicht angenäht oder angeknötet. Das Kabel wird dann unter der Haut bis zum Generator getunnelt (Abb. 4), der über einen separaten Schnitt in das Unterhautgewebe unterhalb des linken Schlüsselbeins eingebracht wird.

Die Operationsdauer beträgt etwa 60 bis 90 Minuten. Ein Aufenthalt auf der Intensivstation ist nicht erforderlich. Die Hautnaht muss am zehnten Tag nach der Operation entfernt werden, jedoch kann die Patientin/der Patient bereits nach drei Tagen die Neurochirurgie wieder verlassen.

Die Einstellung des Generator erfolgt danach bei den Kolleginnen und Kollegen der Neurologie (für die Behandlungsindikation Epilepsie) oder bei den Kolleginnen und Kollegen der Psychiatrie (für die Behandlungsindikation Depression), mit denen wir als Neurochirurgen jeweils sehr eng zusammenarbeiten. Hierfür ist unter Umständen ein weiterer stationärer Aufenthalt erforderlich.

Wenn die Batterie nach Jahren erschöpft ist, wird der gesamte Generator ausgetauscht, nicht jedoch aber das Elektrodenkabel. Somit braucht die Narbe nur über dem Generator unter dem Schlüsselbein aufgemacht zu werden; die Operationsdauer beträgt dann etwa 20 Minuten.

Wesentliche Komplikationen des Eingriffs liegen in der Verletzung der Strukturen der Umgebung des Vagusnervs und in der Infektion der Wunde oder des Generators. Eine Infektion zieht häufig die Notwendigkeit der

Funktionen des N. vagus
Steuerung eines Teils der Kehlkopfmuskulatur
Steuerung der parasymphatischen Funktionen des Herzens und des oberen Magen-Darm-Traktes
Vermittlung des Oberflächengefühls und Schmerzes des äußeren Gehörganges
Vermittlung der Funktion des Herzens und des oberen Magen-Darm-Traktes
Vermittlung des Geschmackserlebens des hinteren Teils der Zunge

Tabelle 1: Funktionen des Nervus vagus

kompletten Entfernung des Systems nach sich. Insgesamt sind Komplikationen des Eingriffs überaus selten, was auch darauf beruht, dass die Neurochirurgische Universitätsklinik der UMG große Erfahrung mit der Implantation von Nervengeneratoren hat. Die häufigsten stimulationsabhängigen Nebenwirkungen sind Heiserkeit und Husten durch die Irritation des Nerven.

Sollte eine Patientin/ein Patient bei nicht ausreichender Wirkung die Entfernung des Systems erbitten, kann dieses unter Belassung der Elektroden problemlos erfolgen, wohingegen die Entfernung der mit dem Nerven vernarbten Elektroden aufwändig ist. Das System ist mit Einschränkungen kernspintomographietauglich.

Epilepsie

Eine Epilepsie ist eine Erkrankung, die mit zerebralen Krampfanfällen einhergeht. Man unterscheidet Epilepsien, die ohne erkennbare Ursache entstehen, von solchen, die eine Ursache haben, so z.B. die Alkoholerkrankung, Hirn- und Hirnhautentzündungen, Tumor des Gehirns und Verletzungen. Auch ist die Schwere und Häufigkeit der Anfälle ein wichtiges Unterscheidungskriterium. Etwa 10 % der Menschen haben in ihrem Leben unter bestimmten Umständen einen Gelegenheitsanfall, die sich nicht wie-

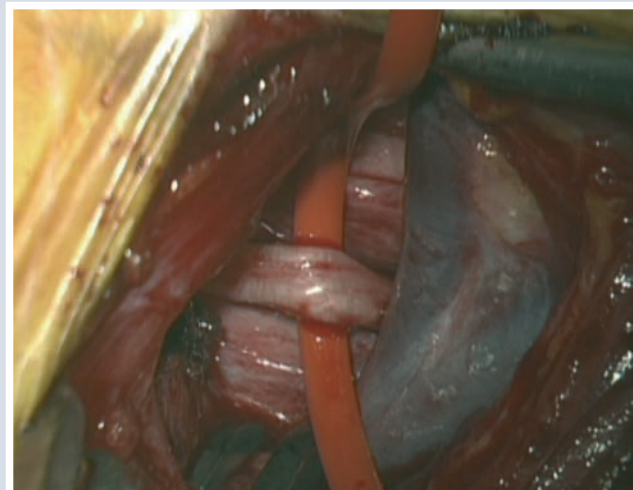


Abbildung 1: Die Abbildung zeigt die Eröffnung des linken Halsbereichs zur Präparation des Nervus vagus. Zur Orientierung: Die linke Seite des Bildes entspricht unten/fußwärts, die rechte Seite entspricht oben/kopfwärts, die obere Kante des Bildes weist zum Kehlkopf, die untere Kante des Bildes zur Seite der Patientin/des Patienten. Der Vagusnerv ist in der Tiefe dargestellt und mit einem roten Plastiksteifen vorübergehend zur besseren Orientierung angeschlossen. Die bläuliche Struktur entspricht der Jugularisvene und der aus ihr hervorgehenden Gesichtsvene. Weiterhin erkennt man in der oberen Bildhälfte die Halsschlagader parallel zum Vagusnerv.

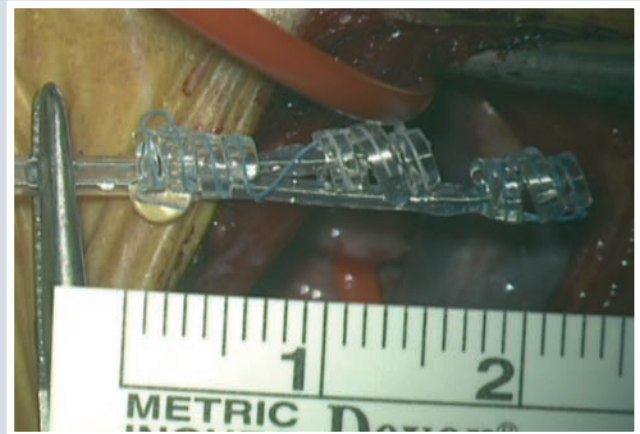


Abbildung 2: Diese Abbildung zeigt die Elektrode unmittelbar vor der Implantation. Sie besteht aus drei jeweils gegenläufigen vorgebogenen Kunststoffschlingen, die um den Nerv gelegt werden müssen, ohne ihn zu verletzen. Die kleinen weißen und blauen Fäden dienen lediglich der Manipulation. Während die mittlere und obere Schlinge die beiden Kontakte darstellen, ist die linke Schlinge ein zusätzlicher Sicherungsanker, der verhindern soll, dass sich die Elektrode vom Nerv löst, da das Kabel am Nerven nicht festgenäht wird.

derholt; 1 % der Bevölkerung hat jedoch eine behandlungsbedürftige Epilepsie.

Die Standardtherapie (Tab. 2) besteht zumeist in der Verordnung von krampfschwellenhebenden Medikamenten (Antikonvulsiva). Hiermit lassen sich 70 % der Patienten ausreichend behandeln. Auch kommen diätetische Maßnahmen zu Anwendung. Wenn strukturelle Veränderungen des Gehirnes nachgewiesen werden können, kann in einer Hirnoperation das Gewebe, welches die Epilepsie auslöst, entfernt werden (Epilepsiechirurgie).

In verschiedenen Untergruppen dieser Erkrankung kann die Vagusnervstimulation zur

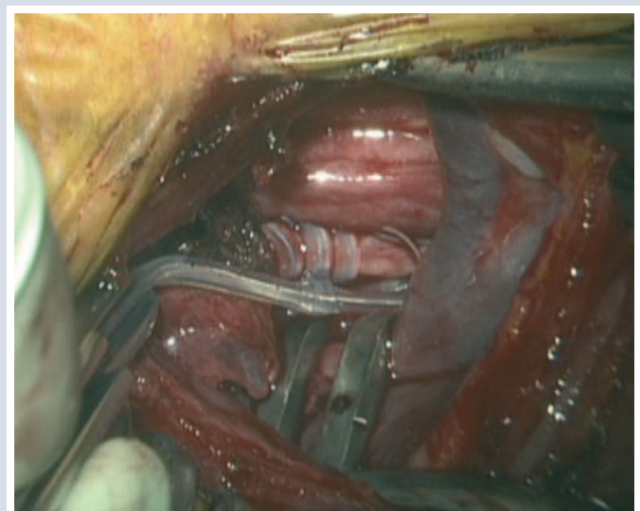


Abbildung 3: Die Abbildung zeigt die nun am Nerven anliegende Elektrode, wobei ein Teil durch die Gesichtsvene verdeckt wird. Man kann gut erkennen, dass die Elektrode den Nerv umgreift, um hier einen sicheren elektrischen Kontakt zu vermitteln.

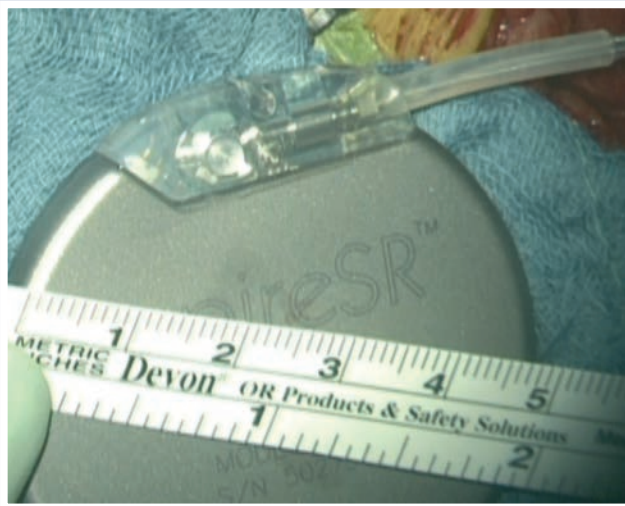


Abbildung 4: Das Foto zeigt den Generator unmittelbar vor der Implantation, die unter dem linken Schlüsselbein über einen zusätzlichen Hautschnitt erfolgt. Der hier verwendete Generator hat eine Sensorfunktion und misst die Herzaktivität, um bei Auftreten eines Krampfanfalles auslösen zu können. Die Generatoren für die Behandlung der Depression sind geringfügig kleiner.

Behandlung eingesetzt werden. Die Indikation kann von den behandelnden Neurologen und Epileptologen überprüft werden. Neben der Reduktion der Anfallshäufigkeit durch eine kontinuierliche Dauerstimulation kann bei Auftreten von Vorboten eines Anfalls (sog. Prodromi oder Aura) die Stimulation verstärkt werden, um den Anfall zu verhindern oder zu verkürzen. Diese Stimulationsverstärkung kann durch den Patienten selbst mit einem Magneten, der auf den implantierten Generator aufgelegt wird, ausgelöst werden. Auch ist es möglich, dass der Generator automatisch anhand des sprunghaften Anstiegs der Herzfrequenz, wie dieses bei einem Anfall typisch ist, die Stimulationsverstärkung steuert (vgl. auch Abb. 4).

Die Vagusnervstimulation lässt sich mit den anderen in der Tabelle 2 aufgeführten Therapieformen kombinieren. Eine langzeitige Behandlung von über zwei Jahren scheint den Behandlungserfolg eher zu stärken, eine Gewöhnung findet anscheinend nicht statt. In einer 2013 publizierten Studie konnte gezeigt werden, dass bei 55 % der Patienten mit einer medikamentenresistenten Epilepsie die Vagusnervstimulation die Anfallsfrequenz um über 50 % vermindert. ¹⁾

Die Funktionsweise der Vagusnervstimulation bei der Behandlung der Epilepsie ist nicht abschließend geklärt und ist wahrscheinlich komplexer. Allerdings ist die Epilepsie selbst eine elektrische Übererregbarkeit des Gehirns, so dass es nicht verwundert, dass diese Erkrankung auch mit einer elektrischen Stimulation behandelt werden kann.

Therapieoptionen bei Epilepsie

Medikamentöse Therapie mit Antiepileptika/ Antikonvulsiva
Diätetische Maßnahmen/Ernährungsumstellung
Psychotherapie (Verhaltenstherapie und biofeedback)
Epilepsiechirurgie
Vagusnervstimulation Teils der Zunge
Tiefenhirnstimulation (nicht zugelassen)

Tabelle 2: Funktionen des Nervus vagus

Festzuhalten ist, dass nicht alle Epilepsieformen gleichermaßen ansprechen und dass es immer Patienten geben wird, die von keiner Therapie in ausreichendem Maße profitieren werden.

Depression

Depressionen, die von einer Stimmungseinschränkung und einer Antriebsstörung gekennzeichnet sind, sind die Ursache für ein Viertel aller Krankschreibungen. Während die Prävalenz für das Auftreten einer depressiven Phase über die gesamte Lebenszeit relativ hoch ist, sind die meisten Depressionen von kürzerer Dauer und können von Fachleuten gut therapiert werden. Die Anzahl stationärer Aufnahmen für die Behandlung schwerer Depressionen hat jedoch in den vergangenen Jahren in der Bundesrepublik stetig zugenommen. Von diesen schweren Depressionen spricht etwa ein Drittel schlecht auf die Therapie, die auf der Einnahme von antidepressiven Medikamenten, auf spezieller Psychotherapie und auf der Elektrokrampftherapie beruht, an (Tab. 2). Bei diesen Patientinnen und Patienten kann die Vagusnervstimulation eine Therapieoption darstellen, die von den behandelnden Fachärzten für Psychiatrie geprüft werden kann. Über 22.000 Patientinnen und Patienten erhielten bereits ein solches Implantat weltweit.

Die Vagusnervstimulation lässt sich mit den anderen in der Tabelle 3 aufgeführten Thera-

Therapieoptionen bei schwerer Depression

Medikamentöse Therapie mit Antidepressiva
Psychotherapie, insb. Verhaltenstherapie
Elektrokrampftherapie
Vagusnervstimulation
Tiefenhirnstimulation (nicht zugelassen)

Tabelle 3: Therapieoptionen bei schwerer Depression

pieformen kombinieren. In einer Meta-Analyse aus dem Jahr 2013 (Berry et al., 2013)²⁾ wurden Studien, die die Wirksamkeit der Standardtherapie (n=1035) gegen die Standardtherapie einschließlich der Vagusnervstimulation (n=425) verglichen, zusammengefasst. Es zeigt sich ein Ansprechen der Therapie (response) nach 96 Wochen bei 14 % der Patienten mit Standardtherapie und bei 28 % der Patienten mit Kombinationstherapie. Die Rate der Remission, also der Patienten mit Beschwerdefreiheit, steigt nach 96 Wochen von 4% mit Standardtherapie auf 14% mit Kombinationstherapie.

Die Funktionsweise der Vagusnervstimulation bei der Behandlung schwerer Depressionen ist nicht abschließend geklärt. Die Vagusnervstimulation offeriert Patienten, die unter einer therapieresistenten Depression leiden, eine zusätzliche Option. Es bleibt festzuhalten, dass nur ein Teil der Patienten profitiert, nichtsdestotrotz ist der Therapieerfolg wissenschaftlich bewiesen (Level 2).

Ausblick

Auch bei anderen Erkrankungen des neurologischen als auch psychiatrischen Bereichs scheint die Vagusnervstimulation in kleinen Fallserien Erfolg zu haben, so etwa bei bestimmten Kopfschmerzformen (Migräne, Clusterkopfschmerz) als auch bei Angststörungen. Hier stehen beweisende Studien jedoch aus. Insgesamt kann in den Therapiefeldern Epilepsie und Depression jedoch bei entsprechender Indikationsstellung wissenschaftlich fundiert eine Therapie mit einem Vagusnervstimulator empfohlen werden.

Literatur

- 1) Morris GL, Gloss D, Buchhalter J, Mack KJ, Nickels K, Harden C. Evidence-based guidelines update: vagus nerve stimulation for the treatment of epilepsy. *Neurology* 2013, 81, 1453-1459.
- 2) Berry SM, Broglio K, Bunder M, Jayewardene A, Olin B, Rush AJ. A patient-level meta-analysis of studies evaluating vagus nerve stimulation therapy for treatment-resistant depression. *Medical devices: Evidence and Research* 2013, 6, 17-35.



Kontakt:

Klinik für Neurochirurgie,
Universitätsmedizin Göttingen

Dr. med. Kajetan von Eckardstein,
Kontakt: 0551-3965536

Sprechstunde:
immer dienstags nach telefonischer
Vereinbarung.

Neue Möglichkeiten bei der minimal-invasiven Bandscheiben-Operation

– Dr. med. Christian von der Bröle –

Eine Bandscheibe besteht aus einem Faserring und einem weichen Kern. Bei einem Bandscheibenvorfall kommt es zu einem Einriss des Faserrings und zum Hervorquellen des weichen Bandscheibengewebes, welches dann auf den benachbarten Nerv drückt und Symptome verursacht. Der Bandscheibenvorfall in der lumbalen Wirbelsäule ist eine der häufigsten Operationsgründe in der Neurochirurgie. Trotz der großen Erfahrung in der Indikationsstellung und der Operationsdurchführung gibt es in etwa 10 % der Fälle nicht zufriedenstellende Verläufe.

So kann es nach anfänglich vielversprechendem Verlauf mit Rückgang der Beschwerden mit einer Latenz von Wochen bis Monaten wieder zu gleichen oder ähnlichen Symptomen, hier insbesondere zu in das Bein ausstrahlenden Schmerzen kommen. In einer solchen Situation muss man an ein sogenanntes Rezidiv, ein erneutes Vorquellen des weichen Bandscheibenkerns durch einen erneuten oder nicht verschlossenen Riss des Faserrings, denken. Die Klinik für Neurochirurgie bietet den Patienten, die nachweislich ein erhöhtes Risiko für ein Rezidiv haben, ein neuartiges Verfahren an, bei dem durch ein Implantat der Riss im Faserring verschlossen wird.

Das Problem des Rezidivbandscheibenvorfalls:

In der Neurochirurgie hat man auch schon früher versucht, das Rezidiv des Bandscheibenvorfalls bestmöglich zu verhindern. Hierbei galt bei unseren Operationen viele Jahre das Prinzip, dass die radikale komplette Entfernung des weichen Bandscheibenkerns (die sogenannte Nukleotomie) das Rezidiv möglicherweise besser verhindert, als die alleinige Entfernung des Bandscheibenvorfalls (Sequestrektomie). Wenn auch die Operationstechnik der radikalen Nukleotomie das Risiko eines erneuten Bandscheibenvorfalls möglicherweise etwas verringert, so tut sie dies zu Lasten einer Höhenreduktion des gesamten Bandscheibenfachs und ist daher auf Dauer mit deutlich schlechteren klinischen Ergebnissen vergesellschaftet.

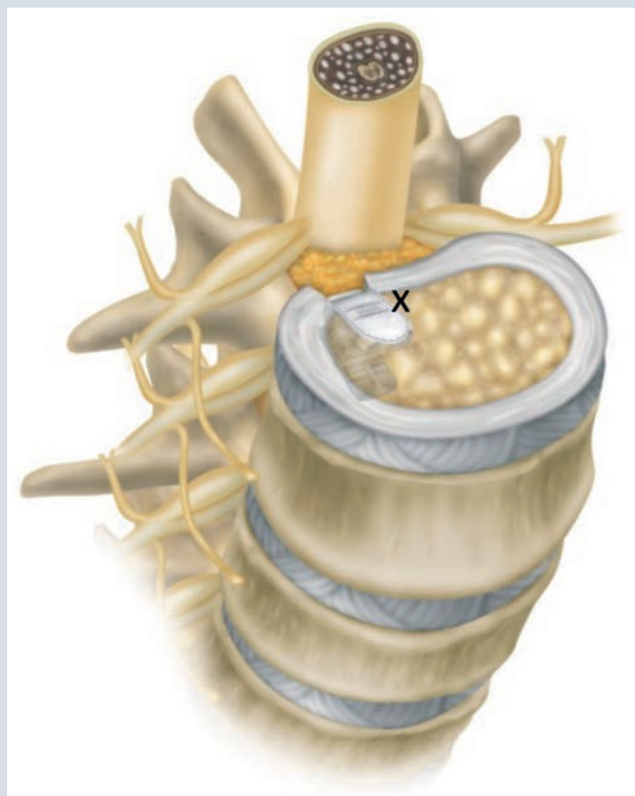


Abbildung 1: Das Barricaid Implantat (x) verschließt den Anulusdefekt, das Material des weichen Bandscheibenkerns kann durch die Lücke nicht erneut in den Spinalkanal austreten.

Das neue Implantat

Bei diesem Verfahren wird das Implantat (siehe Abbildung 1) in den Riss im Faserring eingesetzt. Das Implantat fungiert dann wie eine Art Stopfen, der den Einriss dauerhaft verschließt. Dadurch sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass sich erneut weiches Material des Bandscheibenkerns durch den Defekt in Richtung der Nervenstrukturen vordrückt, das heißt, dass ein Rezidiv auftritt, deutlich.

Das Anulus-Verschluss-Implantat ist zum Verschluss großer Defekte entwickelt worden und ermöglicht es uns Neurochirurgen, bei Patienten mit einem hohen Risiko von Bandscheibenvorfallrezidiven eine aggressive Entfernung des Bandscheibenmaterials zu vermeiden. Damit ist eine Erhaltung der Anatomie des Zwischenwirbelsraums bei gleichzeitiger Absenkung des Rezidivrisikos möglich.

Die Studienergebnisse des Barricaid-Verschluss-Implantats

Sorgfältig durchgeführte prospektive Studien in den letzten 5 Jahren haben gezeigt, dass dieses Verfahren gut funktioniert und es die Rezidivwahrscheinlichkeit bei einer ausgewählten Patientengruppe, welche ein hohes Risiko für einen erneuten Bandscheibenvor-

fall hat, tatsächlich absenkt.^{1,2)} Die Studien haben auch untersucht, ob das Einsetzen des Faserring-Verschlusses mit anderweitigen Risiken und Komplikationen verknüpft ist; dies war nicht der Fall.

Deshalb haben wir uns aufgrund der überzeugenden Studienlage dafür entschieden, unseren Patienten dieses Verfahren in Göttingen anzubieten.

Konkreter Behandlungsplan für die Bandscheiben-OP mit dem Barricaid-Implantat in unserer Klinik

Konkret wird anhand der Kernspin (MRT)-Bilder der lumbalen Wirbelsäule bereits im Vorfeld der Operation das individuelle Risiko für einen Rezidivbandscheibenvorfall kalkuliert. Ist der Patient in der Hochrisikokohorte (bereits erlittenes Rezidiv, sehr hohes Bandscheibenfach), beraten wir über die Möglichkeit der Implantation des Faserring-Verschlusses und entscheiden gemeinsam mit dem Patienten, ob dieses Verfahren gegebenenfalls zum Einsatz kommen sollte.

Letztlich kann aber erst während der Operation endgültig über die Verwendung des Implantats entschieden werden, denn der Riss im Faserring muss bestimmte Ausmaße haben (Höhe 4-6 mm, Breite 6-12 mm). Während der in unserer Klinik üblichen minimal-invasiven mikrochirurgischen Bandscheibenoperation erfolgt daher die Ausmessung des Defekts im Faserring. Werden die oben angegebenen Maße erreicht oder überschritten und haben Sie im Vorfeld der etwaigen Verwendung des Implantats zugestimmt, wird das Implantat unter Röntgenkontrolle in den Defekt eingesetzt. Ein postoperatives Ergebnis zeigt Abbildung 2.

Die zügige Erholung nach dem Eingriff und die rasche Entlassung aus dem Krankenhaus werden durch die Verwendung des Implantats nicht gefährdet. Am dritten Tag nach der Operation können unsere Patienten üblicherweise nach Hause entlassen werden.

Literatur

- 1) Eur Spine J. 2013 May;22(5):1030-6.
The high-risk discectomy patient: prevention of reherniation in patients with large anular defects using an anular closure device.
Bouma GJ, Barth M, Ledic D, Vilendecic M.
- 2) Korean J Spine. 2012 Dec;9(4):340-7.
Primary limited lumbar discectomy with an annulus closure device: one-year clinical and radiographic results from a prospective, multi-center study.
Lequin MB, Barth M, Thomé C, Bouma GJ

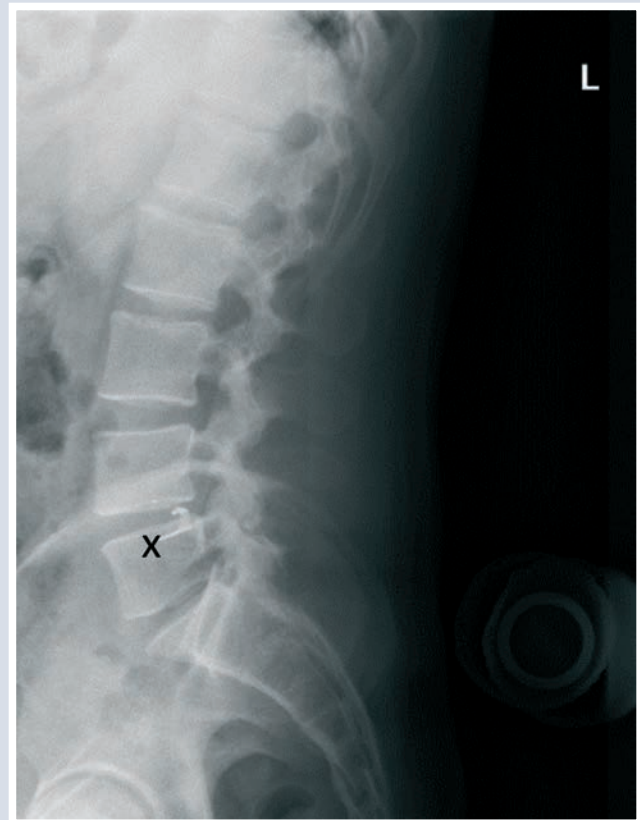


Abbildung 2: Das seitliche Röntgenbild der Lendenwirbelsäule nach dem Eingriff zeigt das Behandlungsergebnis eines Patienten, bei dem ein Barricaid-Implantat in Höhe LW 4/5 eingesetzt worden ist (x). Man kann erkennen, wie das Implantat wie ein Anker in das Bandscheibenfach platziert worden ist.



Kontakt:

Klinik für Neurochirurgie,
Universitätsmedizin Göttingen

Dr. med. Christian von der Brölie

Kontakt: 0551-3965536

Sprechstunde:
immer freitags nach telefonischer
Vereinbarung

Zufrieden? Ihre Meinung ist uns wichtig!



Fragebogen bitte senden an:

**IPV –
Informations-Presse-Verlags Gesellschaft mbH**
Am Wiesengrund 1

40764 Langenfeld

Am Wiesengrund 1
40764 Langenfeld
Tel.: 02173 1095-100

Fax: 02173 1095-111

E-Mail: info@ipv-medien.de
Web: www.ipv-medien.de

	sehr gut	gut	weniger gut	gar nicht
1. Wie gefällt Ihnen die Fachzeitschrift insgesamt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Wie hat Ihnen die Fachzeitschrift weitergeholfen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Wie beurteilen Sie folgende Teilaspekte?				
– Informationsgehalt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Themenauswahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Übersichtlichkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Verständlichkeit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
– Layout	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Das würde ich mir anders wünschen:

Ihre Kontaktdaten:

Vielen Dank fürs Mitmachen!



Strom gegen Hirntumorwachstum

– Dr. med. Christian von der Brölie –

Bei Patienten mit hochgradigen hirneigenen Tumoren gibt es zu den etablierten Therapieverfahren Operation, Bestrahlungstherapie und Chemotherapie nun ein weiteres, neuartiges Verfahren zur wirksamen Bekämpfung des Tumorwachstums. Dieses Verfahren nennt sich „tumor-treating fields“ oder kurz TTF. Wir bieten Ihnen dieses neuartige Verfahren in unserer Klinik an. Es wird grundsätzlich immer als Ergänzung zu den verbreiteten Standardtherapien angeboten.

Das Wirkungs-Prinzip der Tumorfelder-Behandlung

Bei der Tumorfelder-Behandlung werden schwache elektromagnetische Felder im Langwellenbereich erzeugt, die über äußere, an die Kopfhaut geheftete Pflasterelektroden auf den durch den Tumor befallenen Hirnbezirk gerichtet werden. Die elektrischen Felder zielen auf spezielle Charakteristika der Tumorzellen ab. Elektrisch geladene, in der Tumorzelle befindliche Partikel agieren während der Zellteilung mit dem erzeugten elektromagnetischen Feld. Dadurch wird die geometrische Form der sich rasch teilenden Tumorzellen gestört. Die elektromagnetischen



Abbildung 1: Man sieht, wie durch die Pflasterelektroden die elektromagnetischen Felder erzeugt werden. Die Impulse sollen auf den im Mittelpunkt des rötlich eingefärbten Gehirns blau dargestellten Tumorknotens (x) wirken und den Tumor in seinem weiteren Wachstum hemmen.



Abbildung 2: Das elektromagnetische Feld wird durch die Polung der Elektroden erzeugt. In dieser schematischen Abbildung ist der Tumorknoten gelb eingezeichnet.

Tumorfelder stören auch die Zellteilung, indem sie einen fehlerhaften Aufbau der Zellmembran herbeiführen und damit zu einem programmierten Zelltod führen können. Die Wirkungsweise soll durch die schematischen Abbildungen 1 und 2 verdeutlicht werden.

Funktioniert diese Behandlung bei Patienten mit höhergradigen Hirntumoren wirklich?

Studien der letzten drei Jahre haben gezeigt, dass dieses Verfahren bei Glioblastomen sowohl nach der ersten Diagnose sowie auch im Falle eines erneuten Tumorwachstums ergänzend zu den anderen Therapiemethoden eingesetzt werden kann und zu einem Behandlungsvorteil führt^{1,2)}. Wir haben in den letzten beiden Jahren einen großen Erfahrungsschatz mit der Tumorfelder-Therapie aufgebaut und setzen die Therapie erfolgreich ein.

Die Therapie können sich allerdings nicht alle Patienten vorstellen. Die Therapie erfordert, dass man die Haare komplett rasiert, die Pflasterelektroden über die gesamte Kopfhaut klebt um dann letztlich so viele Stunden am Tag wie möglich die Tumorfelder wirken zu lassen. Das Erzeugen der elektromagnetischen Felder erfordert Strom, dazu führen die Patienten eine Batterie in der Größe eines Laptops mit sich (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Links im Bild sieht man den Generator, welcher die elektromagnetischen Felder erzeugt. Die Impulse werden dann auf die im Bild rechts abgebildeten Pflasterelektroden geleitet. Dadurch werden in der entsprechenden Zielregion die elektromagnetischen Behandlungsfelder erzeugt.

Anwendung des Verfahrens in unserer Klinik

Für uns steht die Frage der Lebensqualität unserer Patienten bei schweren Hirntumorerkrankungen im absoluten Mittelpunkt. Unter dieser Prämisse demonstrieren wir den Patienten, die potentiell in Frage kommen, das Tumorfelder-Verfahren und skizzieren die Vor- und Nachteile. Gemeinsam werden sämtliche Behandlungsschritte der Tumorfelder-Behandlung besprochen.

Literatur

- 1) Stupp R et al.; Novo TTF 100 A versus physician's choice chemotherapy in recurrent glioblastoma: A randomized phase III trial of novel treatment modality. *European Journal of Cancer* (2012) 48. 2192 – 2202
- 2) Stupp R et al.; Tumor treating fields (TTFields): a novel modality added to standard chemo – and radiotherapy in newly diagnosed glioblastoma – first report of full dataset of EF14 randomized phase III trial. Abstract 151667- ASCO 2015



Kontakt:

Klinik für Neurochirurgie,
Universitätsmedizin Göttingen

Dr. med. Christian von der Bröle

Kontakt: 0551-3965536

Sprechstunde:
immer freitags nach telefonischer
Vereinbarung

Wir danken folgenden Werbepartnern für ihre Unterstützung:

Seite	Unternehmen	Seite	Unternehmen
U2	Klinik- und Rehabilitationszentrum Lippoldsberg GmbH	14	medac GmbH
3	Intrinsic Therapeutics GmbH	15	NORAS MRI products GmbH
4	Baxter Deutschland GmbH	15	VOSTRA GmbH
7	Waldemar Link GmbH & Co. KG	21	SAMSUNG Electronics GmbH
8	Aesculap AG B B RAUN	22	Leica Microsystems GmbH
9	Natus Europe GmbH	26, 27	Medtronic GmbH
12	Fehling-Instruments GmbH & Co. KG	31	Nevro Germany GmbH
13	Carl Zeiss AG	33	Brainlab Sales GmbH
13	Takeda Pharma GmbH & Co. KG	U3	Ulrich Medical GmbH & Co. KG
14	inomed Medizintechnik GmbH	U4	MagForce AG

IMPRESSUM

Herausgeber:

Prof. Dr. med. Veit Rohde,
Direktor der Neurochirurgischen Klinik

Redaktion:

Dr. med. Vesna Malinova,
Dr. med. Kajetan von Eckardtstein,
Dr. med. Tamam Abboud,
Prof. Dr. med. Dorothee Mielke,
Dr. med. Christian von der Brelie,
PD Dr. med. Barwajan Schatlo

Neurochirurgische Klinik,
Universitätsmedizin Göttingen,
Robert-Koch-Straße 40 · 37075 Göttingen

Tel.: 0551-3966033
Fax: 0551-398794
E-Mail: nchisekr@med.uni-goettingen.de

Verlag und Anzeigenverwaltung:

IPV-Informations-Presse-Verlags Gesellschaft mbH
Am Wiesengrund 1 · 40764 Langenfeld
Tel.: 02173 1095-100
Fax: 02173 1095-111
E-Mail: info@ipv-medien.de
Web: www.ipv-medien.de

Gesamtherstellung:

HPH Grafik-Design
Syburgweg 44 · 58119 Hagen
Tel.: 02334 50 44 75
Fax: 02334 50 44 76
E-Mail: info@hph-grafik-design.de
Web: www.hph-grafik-design.de

Ausgabe: April 2018