

# Das Hirnaneurysma

**OP-Ablauf** Das Krankheitsbild der aneurysmatischen Subarachnoidalblutung besitzt, trotz Verbesserung der radiologisch-interventionellen Verfahren und der mikrochirurgischen Therapie, immer noch eine sehr hohe Mortalität. Die aufwendige und häufig riskante Operation am rupturierten Aneurysma wird im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein Campus Lübeck von der Klinik für Neurochirurgie durchgeführt.

– Martin Lütke, Katrin Schaffenberg,  
Prof. Dr. Volker Tronnier –

Ein **cerebrales Aneurysma** ist die Ausstülpung einer Hirnarterie, meist bedingt durch eine Gefäßwandschwäche. Morphologisch unterteilt man zwei Arten:

- Bei einem **beerenförmigen (sakkulären) Aneurysma** handelt es sich um eine lokale Ausstülpung.
- Bei einem **spindelförmigen (fusiformen) Aneurysma** handelt es sich um die komplette Dilatation des betroffenen Gefäßes.

Zirka 99 Prozent der Aneurysmen im Gehirn sind sakkulär.

Bei einer Größe von unter fünf Millimetern spricht man von einem „Mikroaneurysma“, zwischen fünf und neun Millimetern vom einem „mittlerem Aneurysma“

und ab einer Größe von zehn Millimetern von einem „großen Aneurysma“.

Häufig treten diese Gefäß-Aussackungen in den Bifurkationen der intrakraniellen Arterien auf, begünstigt durch den vorherrschenden, oft erhöhten arteriellen Druck.

Man vermutet, dass zwei bis fünf Prozent der Erwachsenen ein Aneurysma tragen. Die Häufigkeit tritt bei neun bis 15 Personen pro 100 000 pro Jahr auf. Oftmals handelt es sich um Zufallsbefunde, da unrupturierte Aneurysmen nur selten Beschwerden machen.

Betroffen sind etwas häufiger Frauen im mittleren Lebensalter. Als begünstigende Ursachen werden häufig eine positive Familienanamnese (elf Prozent) und gefäßschädigende Faktoren wie Rauchen (20 Prozent), arterieller Hypertonus (17 Pro-

zent) und Alkoholabusus (elf bis 22 Prozent) genannt<sup>1</sup>.

Cerebrale Aneurysmen treten in den meisten Fällen am Circulus arteriosus Willisii auf. Die A. communicans anterior und die A. cerebri anterior sind mit 40 Prozent statistisch am häufigsten betroffen<sup>2</sup>.

## Endovaskuläres Coiling

Häufig wird direkt im Anschluss an die diagnostische Panangioprafie die endovaskuläre Ausschaltung intrakranieller Aneurysmen durchgeführt. Hierbei werden unter permanenter Bildwandlerkontrolle eine oder mehrere Platinspiralen in das Aneurysmalumen eingebracht und ausgefüllt.

Seit den 1970er-Jahren wird diese kathetergestützte endovaskuläre Behand-

## Richtstandard Clipping Hirnaneurysma

### Geräte:

- OP-Mikroskop
- Gefäß-Doppler

### Abdeckung:

- U-Tuch-Abdeckung
- Mantel-Set
- zwei Tischabdeckungen
- Abdecktuch 150 cm x 200 cm

### Sterile Siebe:

- Schädel-Sieb
- Kraniotomie
- Mizuho
- Mikro-Sieb
- Clip-Sieb

### Zusatzmaterial:

- sterile Handschuhe für das OP-Team
- 20 Bauchtücher
- 10 sterile Kugeltupfer
- 4 Saugertaschen
- 2 20-ml-Spritzen

- 2 Einmalspülkanülen
- 2 Bezüge für Lampengriff
- Skalpell Größe 22
- Skalpell Größe 10
- Skalpell Größe 15
- 2 Saugerschläuche
- 2 Saugeransätze (groß)
- 2 Saugeransätze (mittel)
- Hirnwatten Größe: 1, 2, 6, 8, 9, 10
- Nadelsammler
- Bezug für OP-Mikroskop
- Spongostan
- 2 Raney-Clips
- Knochenwachs
- monopolares Messer
- gegebenenfalls Redon-Schlauch 10er mit Flasche
- 4/0 Ethibond 8x45 RB1
- 2/0 Vicryl 6x45
- chirurgische Nadeln HRX 29
- 2/0 Ethilon 75 cm FS1

### Flüssigkeiten:

- Kodan gefärbt (Hautdesinfektion)
- Ringer-Spülflüssigkeit
- gegebenenfalls Xylonest 2 % mit Adrenalin (zum Unterspritzen des Hautlappens)
- Nimotop 2 %
- gegebenenfalls ICG-Pulsion – Kontrastmittel zur intraoperativen Angiografie

### Implantate:

- temporäre Clips
- permanente Clips
- Craniofix-Klammern

### Unsteriles Material:

- Mizuho-Kopfhalterung mit sterilen Dornen
- Rasierer
- Hautmarkierungsstift
- gegebenenfalls Lagerungskissen und Gel-Polster

## A OP-Tisch für die makroskopische OP-Phase

Von links oben nach links unten:

- Knochenstanzen 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm
- 2 kleine Hautsperrer
- Lühr grob
- Lühr fein
- 2 sterile Bezüge für Lampengriffe
- 2 Setzer für Raney-Hautklammern
- Einmal-„Monomesser“ mit Köcher

Von mittig oben nach mittig unten:

- steriles Schälchen
- bipolare Pinzette mit Kabel
- Schälchen mit feuchtem Bauchtuch
- Schälchen mit Raney-Hautklammern
- 2 Saugertaschen

Von rechts oben nach rechts unten:

- 2 Haken nach Langenbeck
- 2 scharfe Haken
- 2 feine chirurgische Pinzetten
- Präparierschere fein
- 2 Elevatorien
- Uhrfederonde
- 3 Dura-Sonden
- Raspatorium
- 2 chirurgische Pinzetten
- Tasthäkchen
- rundes Tasthäkchen
- Dissektor
- Hautmesser Größe 10
- „tiefes“ Messer Größe 10
- „Dura“-Messer Größe 15



Martin Lütke



Martin Lütke

## B OP-Tisch für die mikroskopische OP-Phase

Von links oben nach rechts oben:

- 2 Clipsetzer nach Sano
- 2 Clipsetzer nach Kaspar – groß gerade, gebogen
- 2 Clipsetzer nach Kaspar – klein gerade, gebogen
- Mikroschere gerade
- Mikroschere gebogen
- Mikrohäkchen
- Mikrohäkchen spitz
- 2 Mikrodissektoren
- Knopfhäkchen

- Häkchen nach Jakobson
- Tablett mit feuchten Hirnwatten

Von links unten nach rechts unten:

- Clip-Entfernungszange gerade
- Clip-Entfernungszange gebogen
- spitze bipolare Pinzette
- spitze Bajonettpinzette
- 2 feine chirurgische Pinzetten
- feine Präparierschere
- anatomische Pinzette
- makroskopischer Dissektor

lungsmethode als eine mögliche Alternative zur Operation angewandt. Sie beruht auf dem Prinzip des endosakkulären „Packings“. Seit der Einführung der elektrolytisch ablösbaren Platinspiralen 1989 hat diese Therapiemethode entscheidende Fortschritte gemacht.

Die Entscheidung, ob zerebrale Aneurysmen durch die mikrochirurgische Operation oder das endovaskuläre Coiling

behandelt werden können, trifft der Neurochirurg unter Berücksichtigung komplexer Faktoren wie:

- Größe und Lage des Aneurysmas,
- klinischer Zustand des Patienten,
- Zeitpunkt der stationären Aufnahme nach Subarachnoidalblutung (SAB) und eventuell vorhandenem intrazerebralem Hämatom,
- Erfahrung des Operateurs<sup>3</sup>.

### Technische Hilfsmittel

Für den operativen Eingriff an einem Hirnaneurysma wird ein Operationsmikroskop (→ Abb. 1) benötigt, um in der mikroskopischen OP-Phase eine Präparation in der Tiefe und das Clipping durchführen zu können. Optional wird nach dem Clipping ein mikrovasculärer Doppler oder ein Endoskop eingesetzt, um die Clipbranchen zu beurteilen.

### C Nahttisch

Von links oben nach rechts oben:

- steriles Sieb mit dem Mizuho-Sugita-System
- steriles Sieb unten „Schädel“ darüber Kraniotomie
- auf dem Kraniotomie-Sieb rechts oben zwei Neurosauger

Von links mittig nach rechts mittig:

- Hirnwatten im Ersatz
- Schälchen mit Tupfern für die Hautdesinfektion
- zwei sterile Spülspritzen mit Ringer gefüllt
- Nahtschere und je zwei feine und zwei grobe Nadelhalter
- Fadenschere für die Hautnaht zur Fixierung der OP-Abdeckung

■ Nahtkabinett-Inhalt:

- 2 Ethilon 2/0 FS1 Hautnähte
- 2 Vicryl 2/0 für Muskelnaht und Subcutannaht
- Knochenwachs
- Nadeln für die Subcutannaht
- 2 feine Klemmchen
- 6 Hirnspatel für Mizuho-Halterung
- 6 Hirnspatel silber
- Hautmarkierungsstift mit Zentimetermaß

Von links unten nach rechts unten:

- feuchte große Hirnwatten für die Umlegung des OP-Feldes auf dem Tablett mit der Bajonettpinzette
- 6 Tuckklemmen nach Backhaus

### D Seitentisch mit Abdeckung und Grundsieben

Links:

- Sieb mit Grundinstrumentarium Schädel

Rechts unten:

- Grundsieb Mikrowinstrumente

Rechts unten gestapelt:

- Clip-Sieb

Rechts oben:

- zweiter Teil von Grundinstrumentarium Schädel

Abdeckung auf den Sieben:

- 1 Orthopädie-Set mit U-Tuch und Anästhesietuch
- 2 sterile Mäntel
- blaue sterile Schale für Spülflüssigkeit



**Optional:** mikrovaskulärer Doppler; Endoskop, um nach dem Clippen die Clipbranchen zu beurteilen; Intraoperative Gefäßdarstellung ICG als Alternative zu der intraoperativen Angiografie



### OP-Vorbereitung

Zunächst wird der Patient nach Eintreffen in der Patientenschleuse auf einen OP-Tisch umgelagert, der für Eingriffe am Schädel geeignet ist. Dieser sogenannte „Schädel-Tisch“ verfügt über eine Mayfield-Kopfschale, sowie eine Tempur-Tischauflage.

Die folgende Narkoseeinleitung beinhaltet auch einen zentralvenösen und einen arteriellen Zugang. Anschließend wird der Patient in Narkose in den OP-Saal gefahren und dort vom OP-Team gelagert.

In vielen Fällen wird vom Operateur davor noch eine spinale lumbale Drainage gelegt, um durch den gesteuerten Liquor-Auslass die Ventrikel zu verkleinern, um nötigenfalls Platz während der Operation für den Zugang und die Präparation zu gewinnen.

### Patientenlagerung

Größe und Lage des Aneurysmas haben direkten Einfluss auf die Patientenlagerung, weil der operative Zugang über die Kraniotomie erfolgt. Die häufigsten Aneurysmen, die der vorderen Zirkulation, können über standardisierte Zugänge, wie die pterionale oder supraorbitale Kraniotomie behandelt werden<sup>4</sup>.

Der Kopf des Patienten wird dabei leicht überstreckt und zur entsprechenden Seite gedreht, um die entsprechende Kopfseite für den operativen Zugang gut erreichen zu können.

Dann wird der Kopf in einer Sugita-Mizuho-Kopfhalterung fixiert. Diese beinhaltet drei oder mehr lange, sterile Metallspitzen, die perkutan bis in den Schä-



**Abb. 1** Steriles OP-Mikroskop.

delknochen gepresst werden und so den Kopf des Patienten für die gesamte Zeit der Operation sicher fixieren.

Der Patient liegt auf dem Rücken, die Arme sind angelagert, die Narkoseabteilung befindet sich, wie bei allen operativen Eingriffen des Schädels, am Fußende des Patienten. Nachdem der Kopf des Patienten fixiert wurde, werden die Kopfhaare aus dem Operationsfeld mit einem elektrischen Rasierer entfernt und das OP-Feld mit Fixomull-Stretch umklebt.

Die Umklebung mit Fixomull hat den Vorteil des Augenschutzes bei der Hautdesinfektion und der Markierung des OP-Feldes durch den Operateur (→ Abb. 2). Außerdem werden durch die Klebestreifen Haare aus dem Operationsitus gehalten. Die Markierung macht der Operateur meist durch die leichte Einkerbung mit

einer Kanüle, um das Verwischen durch das Hautdesinfektionsmittel zu verhindern.

### Makroskopische OP-Phase

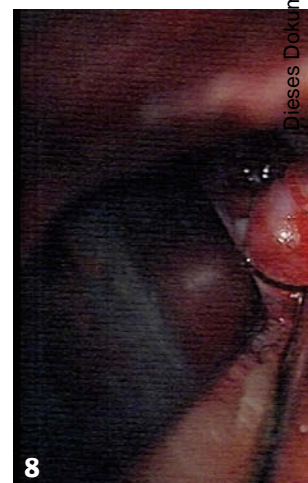
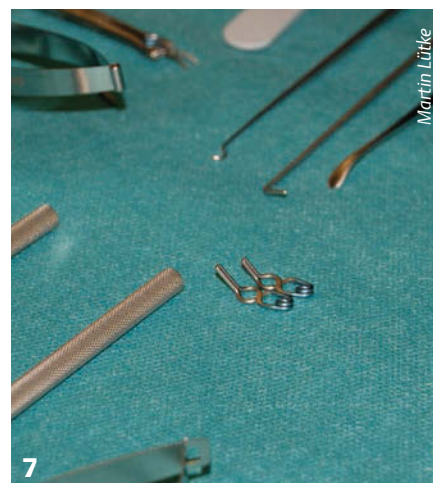
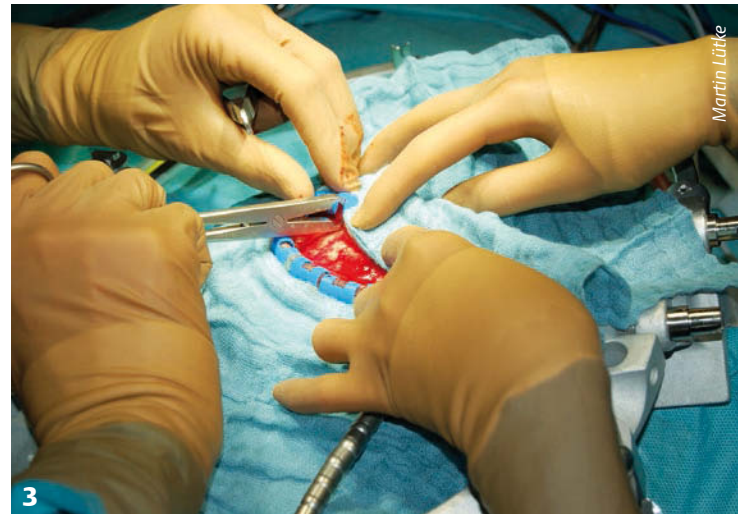
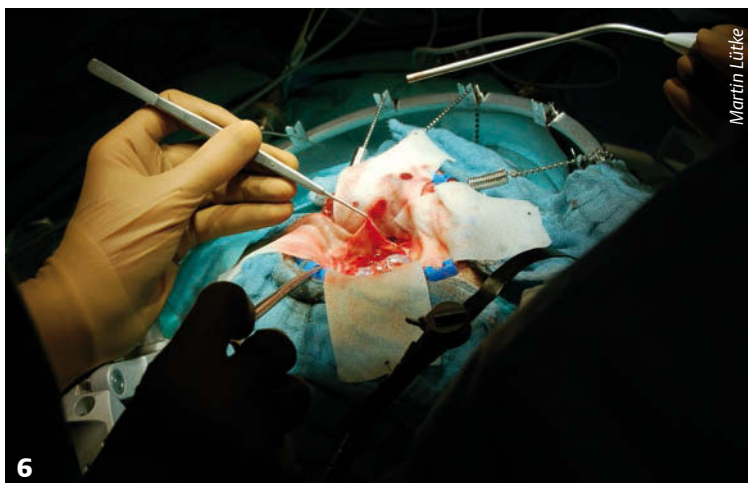
Die Operation beginnt mit der makroskopischen OP-Phase. Zunächst wird direkt beim Hautschnitt der Hautlappen mit Raney-Hautklammern an ein Bauchtuch fixiert (→ Abb. 3). Dieses bewirkt eine sehr gründliche Blutstillung des gut durchbluteten Hautlappens.

Direkt nach diesem Vorgang wird oftmals bereits der sterile Kopfrahmen des Mizuho-Sugita-Systems angebracht. Dieser sterile Rahmen lässt sich zum einen als „Sperrer“ für den Hautlappen verwenden, zum anderen lassen sich auch später die Leyla-Schlangen für die Hirnspatel daran fixieren und einstellen.

Nachdem die Haut mittels eines Rasatoriums und monopolarer Messers von der Schädeldecke entfernt worden ist, wird ein Knochendeckel als Zugang angelegt. Dafür wird zunächst mit einem 14-Millimeter Trepan ein Loch in den Schädelknochen gebohrt (→ Abb. 4), damit anschließend das Kraniotom zum Einsatz kommen kann, um einen Deckel auszusägen.

Während der Bohrlochtrepanation wird permanent mit Ringer-Spülflüssigkeit leicht gespült, dieses dient der Kühlung der Bohrungsstelle, aber auch der Sichtverbesserung für den Operateur während des Bohrvorgangs.

Nachdem der Bohrer den harten Schädelknochen durchdrungen hat, stoppt er automatisch, um nicht darunterliegendes Gewebe zu beschädigen. Der Hautlappen ist eingehakt in Halteketten nach „Fisch“



(nach dem Chirurgen Ugo Fisch benannt), die das Zurückfallen der Haut über das OP-Gebiet verhindern.

Nachdem der Knochendeckel vom Operateur mit einem Elevatorium oder Dissektor entfernt worden ist (→ Abb. 5), liegt die Dura Mater (harte Hirnhaut) frei. Der ausgesägte Knochendeckel wird in eine refo-bacinhaltige Flüssigkeit eingelegt bis zum Ende der Operation.

Jetzt folgt die Eröffnung der Dura Mater (→ Abb. 6). Dazu wird die harte Hirnhaut mit dem 15er-Skalpell leicht eingeschnitten. Mit Hilfe eines feinen Häkchens wird der Schnitt dann so erweitert, dass der Operateur eine kleine Präparierschere einsetzen kann, um die Dura Mater ausreichend zu eröffnen. Die Enden der Hirnhaut werden dann hochgeklappt, mit 4/0-Ethibond-Haltefäden fixiert und durch Hirn-

watten ständig feucht gehalten, damit diese beim Wundverschluss wieder adaptiert werden können. Die Hirnoberfläche liegt nun frei.

**Mikrochirurgische OP-Phase**

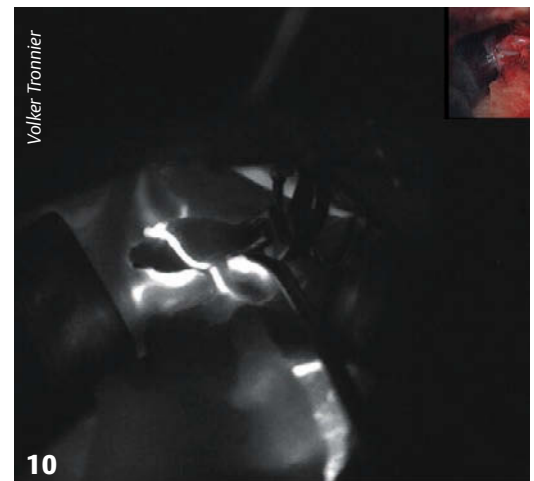
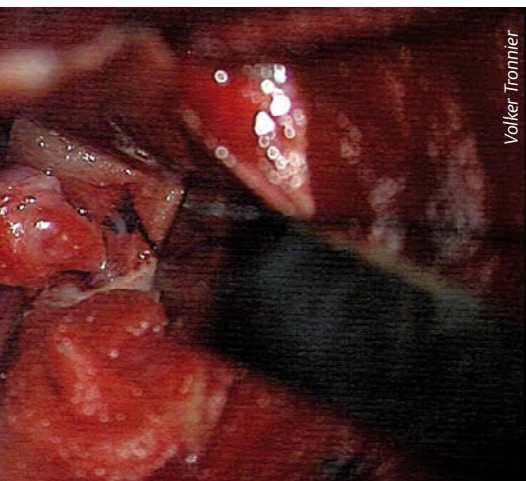
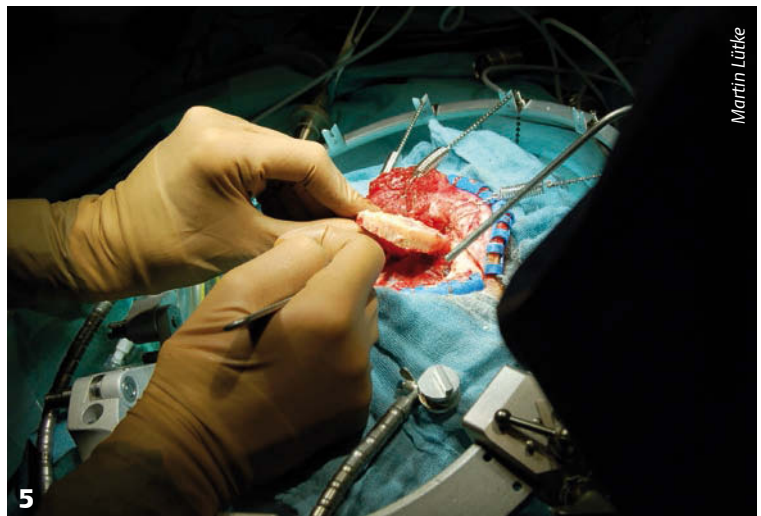
Nun folgt die mikrochirurgische Operationsphase, der Operateur und sein Assistent arbeiten von nun an unter dem OP-Mikroskop. Grund dafür ist die bessere Ausleuchtung und Sicht in das tiefe, aber sehr kleine OP-Feld.

Ebenso erfolgt an dieser Stelle ein Handschuhwechsel des OP-Teams, damit verhindert wird, dass Knochenspäne vom Aussägen des Knochendeckels über die Handschuhe und die Mikroinstrumente in das Gehirn gelangen. Deshalb wird nach dem Handschuhwechsel mit einem zweiten Instrumente-Tisch weitergearbeitet,

weil auch die Makro-Instrumente von der Zugangsphase oft mit Knochenspänen bedeckt sind.

Die OP-Sauger-Ansätze werden durch kleinere getauscht und es wird ab dieser OP-Phase nur noch mit zwei OP-Saugern gearbeitet. Der Grund dafür ist, dass bei einer Ruptur des Aneurysmas oder einer Gefäßverletzung bei der Präparation das sehr kleine OP-Feld schnell mit Blut gefüllt ist, was die freie Sicht des Operateurs einschränkt. Mit zwei OP-Saugern ist auch in diesem Fall gewährleistet, dass der Operateur zeitnah reagieren kann.

Es besteht bei dieser Operation bereits beim Zugang und bei der Präparation ständig die Gefahr, dass das Aneurysma frühzeitig rupturiert oder bereits vorher rupturiert ist. Diese Situation erfordert dann vom Operateur, Instrumenteur und der



Dieses Dokument wurde zum persönlichen Gebrauch heruntergeladen. Vervielfältigung nur mit Zustimmung des Verlages.

Anästhesie ein Höchstmaß an Konzentration und vorausschauendes Arbeiten. Deshalb ist die Instrumentation dieses Eingriffs auch nicht geeignet für Neuanfänger oder Mitarbeiter, die sich in der Einarbeitungsphase befinden.

Zur Vorbereitung des Instrumentiertisches der mikroskopischen OP-Phase werden deshalb vom Instrumenteur bereits „Sicherheits-Clips“ in einen Clip-Setzer (zum Beispiel nach Sano) gespannt. Dabei handelt es sich um vier Clips, die temporär verwendet werden können, falls es bei der Aneurysma-Präparation zu einer Ruptur kommt.

Der Instrumenteur kann das Videobild des OP-Mikroskops neben sich sehen und hat dadurch die Möglichkeit, Clip-Sonderformen vorzubereiten (zum Beispiel Tunnelclips; → **Abb. 7**), noch während der Operation mit der Präparation beschäftigt ist.

Im normalen OP-Verlauf präpariert der Operateur das Hirnaneurysma in der Tiefe frei (→ **Abb. 8**) und setzt dann zum Verschluss der Gefäß-Aussackung einen passenden Clip darüber.

Bei der Auswahl des passenden Aneurysma-Clips gibt es sehr vielfältige Möglichkeiten. Die zeitnahe, passende Auswahl zu treffen, erfordert vom Operateur und Instrumenteur umfassende Kenntnisse der Möglichkeiten dieser Implantate, die auf Trays für „normales“ Clipping und „spezielle Tunnelclips“ unterteilt sind. Verwendet werden zirka 60 verschiedene Clip-Arten (→ **Abb. 9**).

Nachdem der Clip vom Operateur auf das Aneurysma gesetzt wurde, wird meist über das OP-Mikroskop noch eine Fluoreszenz-Angiografie durchgeführt, um sicherzustellen, dass das Clipping zu dem gewünschten Ergebnis geführt hat.

Hierzu wird vom Anästhesisten über den zentralvenösen Zugang ein Kontrastmittel (ICG-Pulsion) verabreicht, das vom OP-Mikroskop erkannt wird und dann in einem Angiografie-Echtzeit-Film mit dem Mikroskop-Bild dargestellt wird.

Ebenfalls möglich zur Kontrolle ist der Einsatz eines Sono-Doppler-Geräts.

Nachdem das Aneurysma verschlossen worden ist und die Kontrolle durchgeführt wurde, erfolgt die Blutstillungsphase und der fortlaufende Verschluss der Dura

**Tab. 1** Klassifikation des klinischen Zustands (nach Hunt und Hess 1968<sup>5</sup>).

Hunt- und Hess-Stadium	Kriterien
I	asymptomatische oder leichte Kopfschmerzen und/oder leichte Nackensteife
II	mäßiger bis schwerer Kopfschmerz und/oder ausgeprägte Nackensteife und/oder Hirnnervenausfälle
III	Somnolenz, Verwirrtheit und/oder leichtes fokal-neurologisches Defizit
IV	Sopor und/oder mäßige bis schwere Hemiparese, vegetative Störungen, eventuell frühe Decerebrationszeichen
V	tiefes Koma, Decerebrationszeichen

Mater mit 4/0-Ethibond, dann die Fixierung des Knochendeckels durch Cranio-Fix-Klammern oder Mini-Platten und abschließend der Hautverschluss.

Der Patient verlässt nach diesem Eingriff den Operationssaal beatmet und wird eine Zeit lang auf der Intensivstation überwacht.

#### Wissenswertes

Der Erfolg dieses Eingriffs ist sehr stark abhängig vom Zustand des Patienten vor der

Operation. Im Idealfall handelt es sich bei der Entdeckung des Aneurysmas um einen Zufallsbefund, im schlechteren Fall ist es bereits rupturiert und hat in das Gehirngewebe eingeblutet. Dieses zieht dann für den Patienten oftmals auch viele Spätfolgen mit sich, wie zum Beispiel eine Shunt-Operation.

Die Einteilung der Patienten zum Zeitpunkt der Aufnahme in das sehr verbreitete „Hunt- und Hess-Stadium“ ist hierbei ein oft verwendetes Instrument (→ **Tab. 1**).

#### Autoren

**Prof. Dr. Volker Tronnier**  
Chefarzt der Klinik für Neurochirurgie  
im UKSH Campus Lübeck



**Martin Lütke**  
OP-Fachkrankenpfleger für den operativen Funktionsdienst und Endoskopie; Praxisanleiter; Teamleitung für den Neurochirurgischen OP im UKSH Campus Lübeck  
E-Mail: Martin.Luetke@uksh.de



**Katrin Schaffenberg**  
OP-Fachkrankenschwester für den operativen Funktionsdienst und Endoskopie; Praxisanleiterin; stv. Teamleitung für den Neurochirurgischen OP im UKSH Campus Lübeck  
E-Mail: Katrin.Schaffenberg@uksh.de



#### Bibliografie

DOI 10.1055/s-0042-106322  
Im OP 2016; 6: 153–158  
© Georg Thieme Verlag KG  
Stuttgart · New York · ISSN 1611-7905

#### Literatur

- Steinmetz H. Unrupturierte intrakranielle Aneurysmen. *Nervenarzt* 2011; 82: 1343–1350. Im Internet: <http://link.springer.com/article/10.1007%2F00115-011-3372-x#page-1>; Stand. 22.03.2016
- Bösl D. Lebensqualität von Patienten nach aneurysmatischer Subarachnoidalblutung. Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin der Medizinischen Fakultät der Universität Regensburg; 2008
- Seifert V, Raabe A, Berkefeld J, Zanella F, Steinmetz H. Mikrochirurgische Operation oder endovaskuläres Coiling? *Hessisches Ärzteblatt* 2001; 8: 372
- Hübner A. Therapie und Outcome der aneurysmatischen Subarachnoidalblutung. Inauguraldissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Universität zu Lübeck, Klinik für Neurochirurgie zu Lübeck; 2006
- Hunt WE, Hess RM. Surgical risk as related to time of intervention in the repair of intracranial aneurysms. *J. Neurosurg* 1968; 28: 14–19