

**Aus dem Institut für Diagnostische und Interventionelle Neuroradiologie  
(Prof. Dr. med. M. Knauth)  
im Zentrum Radiologie**

**der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen**

---

Hirnarterienaneurysmatherapie – endovaskuläre Therapie oder offene Operation.  
Behandlungsergebnisse und subjektive Patienteneinschätzung.

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizinischen Fakultät  
der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von  
Sebastian Voß  
aus  
Bonn

Göttingen 2014

**Dekan:**

Prof. Dr. rer. nat. H. K. Kroemer

**I.      Berichterstatter:**

**II.     Berichterstatter/in:**

**III.    Berichterstatter/in:**

**Tag der mündlichen Prüfung:**



# Inhaltsverzeichnis

## Abkürzungsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>7</b>
1.1 Das zerebrale Aneurysma als potenzielle Lebensbedrohung .....	7
1.2 Das zerebrale Aneurysma .....	7
1.2.1 Anatomischer Aufbau des zerebralen arteriellen Gefäßsystems .....	8
1.2.2 Subarachnoidalblutung .....	9
1.2.3 Morphologie des Aneurysmas.....	9
1.2.4 Pathologie und Ätiologie des Aneurysmas.....	10
1.2.5 Prädisponierende Faktoren für die Entstehung des Aneurysmas.....	11
1.2.6 Prädisponierende Faktoren für die Ruptur des Aneurysmas .....	13
1.2.7 Prädilektionsstellen .....	13
1.2.8 Epidemiologie .....	15
1.3 Klinik.....	16
1.3.1 Symptomatik .....	16
1.3.1.1 Asymptomatische Aneurysmen.....	16
1.3.1.2 Symptomatische Aneurysmen.....	16
1.3.1.3 Auslöser .....	17
1.3.1.4 Warnblutung (warning leak).....	17
1.3.1.5 Bewertung des klinisch-neurologischen Zustandes des Patienten.....	18
1.3.2 Komplikationen .....	19
1.3.2.1 Reruptur des Aneurysmas.....	19
1.3.2.2 Vasospasmus.....	20
1.3.2.3 Hydrozephalus .....	22
1.4 Diagnostik.....	22
1.5 Therapie .....	25
1.5.1 Therapeutische Möglichkeiten .....	25
1.5.2 Clipping.....	26
1.5.3 Coiling.....	27
1.5.4 Konservative Therapie.....	28
1.5.5 Behandlungsrisiko .....	29
1.6 Lebensqualität der Patienten.....	30
1.6.1 Definition „Lebensqualität“ .....	30
1.6.2 Erhebung der Lebensqualität .....	30
1.7 Fragestellung und Ziel der Studie.....	32
<b>2. Material und Methoden</b> .....	<b>33</b>
2.1 Probandenrekrutierung .....	33
2.1.1 Anzahl der Probanden .....	33
2.1.2 Auswahl der Probanden .....	33
2.1.3 Aufnahme der Probanden in die Studie .....	33
2.2 Datenerhebung .....	34
2.3 Inhalte des Fragebogens .....	35
2.3.1 Zufriedenheit mit der Behandlung .....	35
2.3.2 Ermittlung der Lebensqualität, orientiert am „SF-(36)-Health Survey“ .....	36
2.3.3 Aufbau des Fragebogens .....	37
2.4 Auswertung des Fragebogens.....	39
2.4.1 Auswertung nach der modifizierten Rankin-Skala (mRS).....	39
2.5 Ethik .....	41
2.6 Statistik.....	41
<b>3. Ergebnisse</b> .....	<b>42</b>
3.1 Allgemeine Daten.....	42
3.2 Vergleich zwischen Clipping und Coiling.....	43

3.2.1 Lokalisation.....	43
3.2.2 Klinische Präsentation .....	45
3.2.3 Geschlechterverteilung und Patientenalter .....	46
3.2.4 Symptomatischer Zustand des Patienten bei Aufnahme .....	46
3.2.5 Liegezeit (in Tagen) und stationäre Komplikationsraten.....	48
3.2.6 Fragebogenauswertung.....	50
3.2.6.1 Vorerkrankungen .....	50
3.2.6.2 Rehabilitation.....	51
3.2.6.3 Zufriedenheit des Patienten mit der Behandlung .....	52
3.2.6.4 Zufriedenheit des Patienten mit der aktuellen Situation .....	52
3.2.6.5 Postoperative/-interventionelle Beeinträchtigungen.....	54
3.2.6.6 Körperliche und kognitive Funktionsfähigkeit .....	58
3.2.6.7 Pflegebedürftigkeit .....	60
3.2.6.8 Alltagsbezogene Fragen .....	61
3.2.6.9 Modifizierte Rankin-Skala (mRS).....	63
3.3 Anekdotische Beschreibung der „Clip“- und „Coil“-Patienten.....	66
3.3.1 Lokalisation.....	67
3.3.2 Klinische Präsentation, Geschlechterverteilung und Patientenalter .....	67
3.3.3 Symptomatischer Zustand der Patienten bei Aufnahme .....	68
3.3.4 Liegezeit (in Tagen).....	68
3.3.5 Fragebogenauswertung.....	68
3.3.5.1 Vorerkrankungen .....	68
3.3.5.2 Rehabilitation.....	68
3.3.5.3 Zufriedenheit mit der Behandlung bzw. der aktuellen Situation .....	69
3.3.5.4 Belastungsvergleich zwischen Clipping und Coiling.....	69
3.3.5.5 Postoperative bzw. postinterventionelle Beinträchtigungen .....	70
3.3.5.6 Körperliche Funktionsfähigkeit und Pflegebedürftigkeit .....	71
3.3.5.7 Modifizierte Rankin-Skala (mRS).....	72
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>73</b>
4.1 Vergleich zwischen Clipping und Coiling.....	73
4.1.1 Aneurysmagröße .....	73
4.1.2 Lokalisation.....	73
4.1.3 Klinische Präsentation .....	74
4.1.4 Geschlechterverteilung und Patientenalter .....	75
4.1.5 Symptomatischer Zustand des Patienten bei Aufnahme .....	76
4.1.6 Liegezeit des Patienten (in Tagen).....	76
4.1.7 Fragebogenauswertung.....	77
4.1.7.1 Rehabilitation.....	77
4.1.7.2 Zufriedenheit des Patienten mit der Behandlung .....	78
4.1.7.3 Mortalität.....	79
4.1.7.4 Langzeitüberleben/-Outcome der Patienten.....	80
4.1.7.5 Lebensqualität des Patienten .....	82
4.1.7.6 Zusätzliche Angaben der Studienteilnehmer .....	91
4.2 Anekdotische Evidenz „Clip und Coil“ .....	91
<b>5. Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>93</b>
<b>6. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>95</b>
<b>7. Anhang.....</b>	<b>109</b>
7.1 Freitextfeldangaben (Erkrankungen) .....	109
7.2 Studienablaufplan .....	109
7.3 Abbildungsverzeichnis .....	112
7.4 Tabellenverzeichnis.....	113
7.5 Fragebogen .....	116

## Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
ACA	Arteria cerebri anterior
AChA	Arteria choroidea anterior
ACI	Arteria carotis interna
ACM	Arteria cerebri media
ACoA	Arteria communicans anterior
ACoP	Arteria communicans posterior
Adventitia	Tunica adventitia
An.	Aneurysma
ADPKD	Autosomal-dominante polyzystische Nierenerkrankung
CCT	Craniale Computer-Tomografie
CMRO2	Cerebral Metabolic Rate of Oxygen
CT	Computertomografie
CTA	Computertomografische Angiografie
CVS	Zerebraler Vasospasmen
DAVM	Durale arteriovenöse Malformation
Dm	Durchmesser
DRQL	Disease Related/Specific Quality of Life
DSA	Digitale Substraktions Angiografie
FB1-Gen	Fibrillin-1-Gen
FLAIR	Fluid-Attenuated-Inversion-Recovery
GDC	Guglielmi Detachable Coils
GRE	Gradientenechosequenzen
HE	Hounsfield-Einheiten
HOPS	Hirnorganisches Psychosyndrom
HRQL	Health Related Quality of Life
H&H	Hunt und Hess
Intima	Tunica intima
ISAT	International Subarachnoid Aneurysm Trial
LP	Lumbalpunktion
Media	Tunica media
MRA	Magnetresonanzangiografie
mRS	Modifizierte Rankin-Skala
MRT	Magnetresonanztomografie
MW	Mittelwert
N.	Nervus
OEF	Oxygen Extraction Fraction
PCA	Arteria cerebri posterior
QOL	Quality of life
SAB	Subarachnoidalblutung
SF-36	Short Form (36) Health Survey Test
TOMCAT	Tablet for Optimization and Monitoring of Cerebral Aneurysm Therapy
UCAS	Unruptured Cerebral Aneurysm Study
UMG	Universitätsmedizin Göttingen
WFNS	World Federation of Neurological Surgeons

## 1. Einleitung

### 1.1 Das zerebrale Aneurysma als potenzielle Lebensbedrohung

Eine Blutung im ansonsten gesunden Gehirn entsteht in der Regel an besonderen Schwachstellen des Gefäßsystems. Dazu zählen vor allem Aneurysmen, welche Gefäßaussackungen arteriellen Ursprungs darstellen. Bei der akuten, nicht traumatischen Subarachnoidalblutung (SAB) liegt in ca. 80 Prozent aller Fälle eine arterielle Blutung aus einem Aneurysma vor, welche sich in dem mit *Liquor cerebrospinalis* gefüllten Raum zwischen *Arachnoidea* und *Pia mater* befindet. Bei einer Inzidenz von sechs bis acht SABs pro 100.000 Einwohner ist das zerebrale Aneurysma, trotz verbesserter Therapiemöglichkeiten, mit einer hohen Morbiditäts- und Mortalitätsrate verknüpft und ist für 0,5 Prozent aller Todesfälle verantwortlich (Juvola 1995; Siewert 2001; Rosenørn et al. 1988). Die schnelle Diagnostik und Behandlung rupturierter intrakranieller Aneurysmen ist für das klinische Management der dabei typischerweise auftretenden SAB besonders bedeutsam, um eine oft tödlich verlaufende Rezidivblutung zu verhindern. Sowohl das neurochirurgische Verfahren (*Clipping*) als auch das neuroradiologische Verfahren (*Coiling*) finden Anwendung in der Behandlung solcher zerebraler Aneurysmen. Das Ziel unserer Arbeit ist es, den Zustand der im Universitätsklinikum Göttingen behandelten Patienten mit diagnostizierten zerebralen Aneurysmen nach neurochirurgischer Therapie mit dem Zustand solcher Patienten zu vergleichen, die sich einer neuroradiologisch-interventionellen Therapie unterzogen haben. Besonderes Interesse gilt dem Vergleich beider Behandlungsverfahren in Bezug auf den Grad der Behinderung bzw. den neurologischen Status sowie die aktuelle Lebensqualität nach Versorgung des Aneurysmas. Eine Befragung zur Zufriedenheit des Patienten bezüglich der an ihm angewandten Therapie steht ebenso im Vordergrund, nicht zuletzt, um einen möglichen Zusammenhang mit der individuellen Lebensqualität festzustellen.

### 1.2 Das zerebrale Aneurysma

Ein zerebrales Aneurysma wird als eine Ausweitung eines arteriellen Blutgefäßes infolge einer Wandveränderung beschrieben. Es tritt sowohl solitär (70–80%) als auch multipel auf (20–30%) (Rinne et al. 1994; Ugur et al. 2006; Wiebers et al. 2003). Eine lebensbedrohliche Gefahr besteht insbesondere dann, wenn das Aneurysma aufgrund mangelnder Symptomatik unentdeckt bleibt. Es besteht dann die Gefahr einer Ruptur.

Als Folgeereignis kommt es zu einer Blutung aus dem arteriellen Gefäßsystem in den angrenzenden Subarachnoidalraum mit ausgeprägtem Krankheitsbild.

### 1.2.1 Anatomischer Aufbau des zerebralen arteriellen Gefäßsystems

Das Gehirn wird aus vier extrakraniellen Arterien mit Blut versorgt. Die Zufuhr erfolgt auf beiden Seiten jeweils über die *Arteria (A.) carotis interna (ACI)* und die *A. vertebralis* (siehe Abbildung 1, Kapitel 1.2.7). Die ACI geht aus der *A. carotis communis* hervor und versorgt mit ihren Ästen die Gehirnteile in der vorderen und mittleren Schädelgrube (Karotisstromgebiet). Dabei zieht die ACI, ohne einen Ast abzugeben, zur Schädelbasis (*Pars cervicalis*). Sie durchläuft diese im *Canalis caroticus* des Felsenbeins und tritt über das *Foramen lacerum* in die innere Schädelbasis ein (*Pars petrosa*). In der Schädelhöhle angekommen, tritt die Arterie direkt in den *Sinus cavernosus* ein und durchläuft ihn lateral der Hypophyse in Form einer s-förmigen Schleife, die auch als „Karotissiphon“ bezeichnet wird (*Pars cavernosa*) (Trepel 2008). Nach Verlassen des Sinus durchbricht sie das Blatt der *Dura mater* und gibt die *A. ophthalmica* ab. Als *Pars cerebralis* gelangt sie in den Subarachnoidalraum und gibt die *A. communicans posterior (ACoP)* ab, die eine Anastomose zwischen hinterem und vorderem Hirnkreislauf bildet. Nach diesem Abgang teilt sie sich innerhalb der *Cisterna chiasmatica* in die *A. cerebri media (ACM)* und *A. cerebri anterior (ACA)* auf. Die *A. vertebralis* entspringt aus der *A. subclavia*. Sie durchläuft die *Foramina transversaria* der *Vertebrae cervicales* entlang der Halswirbelsäule bis zum Atlas, umschlingt diesen und durchbricht die *Membrana atlantooccipitalis posterior*. Anschließend zieht sie lateral der *Medulla oblongata* durch das *Foramen magnum* in das Schädelinnere ein. Hier vereinen sich die beiden *Arteriae (Aa.) vertebrales* zur *A. basilaris*. Diese zieht auf der Medianebene am Pons entlang nach kranial und teilt sich nach jeder Seite in eine *A. cerebri posterior (PCA)*. Die PCAs sind überwiegend für die Versorgung des Okzipital- und Temporallappens der jeweiligen Seite verantwortlich. Vor der Aufteilung in die beiden PCAs geben die *A. vertebralis* und die *A. basilaris* wichtige Äste zur Versorgung des Kleinhirns ab, ebenso wie Äste, die der Durchblutung des Hirnstamms dienen. Die Verbindung der PCAs zur ACI erfolgt auf jeder Seite durch die ACoP. Die *Aa. vertebrales* versorgen, als sogenanntes vertebrobasiläres Stromgebiet, den hinteren Gehirnteil mit Blut. Die Gehirnteile in der vorderen und mittleren Schädelgrube werden von der ACI versorgt (Karotisstromgebiet). Der *Circulus arte-*

*riosus cerebri* verbindet als großer Anastomosenkreis diese beiden Stromgebiete und ist eine häufige Lokalisation zerebraler Aneurysmen (siehe Kapitel 1.2.7.).

### 1.2.2 Subarachnoidalblutung

Bei einer Subarachnoidalblutung (SAB) handelt es sich um eine akute arterielle Blutung in den Subarachnoidalraum, welcher als äußerer Liquorraum zwischen den beiden Hirnhäuten, *Arachnoidea mater* und *Pia mater*, liegt. Der Blutaustritt kann eine Tampoonierung der äußeren und zum Teil der inneren Liquorräume zur Folge haben, begleitet von Liquorresorptions- und Liquorzirkulationsstörungen. Die spontane SAB entsteht, im Gegensatz zu verletzungsbedingten Blutungen, meistens aus der Ruptur eines basalen Hirngefäßaneurysmas, geht oft mit einer akuten Symptomatik einher, birgt eine Vielzahl von Komplikationen und bedarf einer schnellen Therapie, welche abhängig ist von Lage, Form und Größe des Aneurysmas (Pschyrembel 2004).

### 1.2.3 Morphologie des Aneurysmas

Aneurysmen lassen sich morphologisch und pathologisch in verschiedene Klassen einteilen. In Bezug auf Form und Struktur werden fünf verschiedene Aneurysma-Typen unterschieden: *Aneurysma (An.) sacciforme* (sackförmig), *An. fusiforme* (spindelförmig), *An. naviculare sive cuneiforme* (kahnförmig), *An. serpentinum* (schlangenförmig, aus mehreren Aneurysmen bestehend) und *An. cirsoideum sive racemosum* (trauben- bzw. rankenförmig) (Müller 2012). Das am häufigsten auftretende Hirnarterienaneurysma ist das *An. sacciforme*, dessen Form und Gestalt an eine beerenartige Struktur (*Berry Aneurysm*) erinnert (Binder et al. 1979; Sacco et al. 1984). Mehr als die Hälfte aller Blutungsquellen spontan entstehender SABs sind auf sackförmige Aneurysmen zurückzuführen. Diese entspringen halsförmig an dem betroffenen Gefäß und weiten sich beerenförmig aus, bis sie den maximalen Querdurchmesser erreichen, um daraufhin wieder schmaler zu werden und distal den sogenannten „Dom“ oder „Fundus“ zu bilden (Greenberg 2010). Am Dom können kleine Ausbuchtungen, sogenannte *Loculi*, auftreten, welche im Sinne eines *Locus minoris resistentiae* Prädilektionsstellen zur Ruptur entsprechen (Raabe und Rohde 2011). Der überwiegende Anteil der Aneurysmen weist bei Diagnosestellung einen Durchmesser (Dm.) von 4 bis 15 mm auf. Jüngste Studien aus Japan (Morita et al. 2012) zeigen einen mittleren Aneurysma-Dm. von  $5,7 \pm 3,6$  mm. Bei sackförmigen Aneurysmen von einem Dm. von  $<10$ mm spricht man

von einem kleinen, bei einem Dm. von 10–25 mm von einem großen Aneurysma. Wird ein Dm. von über 25 mm befundet, spricht man definitionsgemäß von einem „Riesen-“ oder „*Giant-Aneurysma*“. Der zweithäufigste Typ ist das spindelförmige *An. fusiforme*, welches als langstreckige Erweiterung der Hirngefäße hauptsächlich im vertebrobasilären Stromgebiet lokalisiert ist. Dieser Form liegt meist eine Arteriosklerose vom dilatativen Typ zugrunde (Delank und Gehlen 2006; Nakayama et al. 1999).

### 1.2.4 Pathologie und Ätiologie des Aneurysmas

Die Ursachen für die Entstehung eines Aneurysmas sind vielfältig (Schievink 1997 a). Das Aneurysma kann sowohl erworben als auch erblich-angeboren sein. In der Mehrzahl der Fälle liegt ein *An. verum* (echtes Aneurysma) mit anlagebedingter Gefäßwandchwäche vor. Die häufigste Ursache ist eine Missbildung der *Tunica media (Media)*, also der aus glatten Muskelzellen bestehenden mittleren Gefäßschicht. Die Gefäßwand besteht dann aus der, normalerweise innen an die Media angrenzenden, *Tunica intima (Intima)* und der nach außen anliegenden *Tunica adventitia (Adventitia)*, welche lediglich mit einzelnen hyalinen, elastischen Fasern durchsetzt ist (Schievink 1997 a). Die *Lamina elastica interna*, die Proteinschicht zwischen der Intima und Media, endet dabei am Eingang des Aneurysmasackes blind (Krex et al. 2001). *Tunica-media*-Defekte sind häufig an Gefäßbifurkationen lokalisiert, sodass es insbesondere dort durch zusätzliche strömungsdynamische Effekte zu einer Aussackung der *Intima*-Schicht kommen kann (Stehbens 1963). Neben dem kongenitalen Defekt der Media tragen auch hämodynamische Faktoren zum Schwund der elastischen Fasern und folglich zu der Entstehung einer Aussackung der übrigen Gefäßwandschichten bei. Das *An. spurium* (falsches Aneurysma), welches im Gegensatz zum „echten Aneurysma“ keine arterielle Gefäßaufweitung darstellt, sondern durch einen mit der Arterie in Verbindung stehenden Hämatomraum definiert wird, tritt am ehesten nach traumatischer Gewalteinwirkung auf. Dieses Aneurysma wird dem erworbenen Aneurysmatyp zugeordnet. Es kommt dabei durch einen Gefäßwandinriss zu einer perivasalen, endothelialisierten Blutung mit anschließender Hämatombildung. Daraus resultiert eine vom umliegenden Gewebe gebildete Blutkammer, organisiert durch Granulationsgewebe, sodass die Aneurysmawand aus organisiertem Thrombusmaterial besteht (Werner 2004; Müller 2012). Neben einem traumatischen Geschehen kann aber auch eine iatrogene Ursache, beispielsweise eine Hypophysenoperation, das Entstehen eines *An. spurium* bedingen. Ein eher

seltener Aneurysmatyp ist das dissezierende (gespaltene) Aneurysma. Hierbei kommt es ebenfalls zu einem Gefäßwandinriss. Die Ursache ist zumeist auch traumatisch bedingt. Es kommt zu einem Einriss der *Intima* mit Wühlblutung und der beschriebenen Kanalisierung innerhalb der *Media*. Dabei teilt das Blut die Gefäßwandschichten so, dass eine Art zweite Blutbahn entsteht (Kanalisierung). Die *Adventitia* bleibt in der Regel unberührt. Weitere Ursachen einer Gefäßaussackung können infektionsassoziierte und mykotische Beeinflussungen der Gefäßwandstruktur sein, sie machen jedoch nur einen geringen Teil (1-4%) der intrakraniellen Aneurysmen aus (Greenberg 2010). Infektionsassoziierte Aneurysmen können auf dem Boden einer Endokarditis, Meningitis, Osteomyelitis des Schädels oder einer bakteriellen Infektion der Arterienwand nach septischer Hirnembolie entstehen (Delank und Gehlen 2006). Als Erregerstämme werden Streptokokken am häufigsten beobachtet, gefolgt von Staphylo- und Enterokokken (Wanke et al. 2004). Solche Aneurysmen, die mykotisch-infektiöser Genese sind, liegen einer kraniofazialen Infektion zugrunde, meist durch *Aspergillus*, *Phycomyceten* oder *Candida endocarditis* (Endo et al. 2002; Hurst et al. 2001). Eine abakterielle Ursache für ein Aneurysma, in Form eines pharmakologischen Einflusses, liegt selten vor. Der Konsum von Kokain und Amphetaminen wird jedoch in diesem Kontext diskutiert (Vannemreddy et al. 2008).

### **1.2.5 Prädisponierende Faktoren für die Entstehung des Aneurysmas**

Ein Aneurysma entsteht als Resultat des Zusammenwirkens angeborener prädisponierender Faktoren und diverser Umwelteinflüsse wie Rauchen, schlechte Ernährung und hoher Alkoholkonsum. Derartige Umwelteinflüsse können aneurysmaassoziierte Erkrankungen hervorbringen wie Hypertonus, Arteriitis oder Arteriosklerose (van Gijn et al. 2007; Juvela 1992 b; Juvela 2003). Die Arteriosklerose ist Hauptrisikofaktor für die Entstehung zerebraler Aneurysmen. Gefäßwandhaftende Plaques können das Lumen einengen und verdicken die Gefäßwand, welche dann dem intraluminalen Druck nicht mehr entgegenwirken kann. Die darauffolgende Dilatation der Arterie führt letztlich zur Gefäßaussackung. Liegt ein Hypertonus als Begleiterkrankung vor, fördert dieser die Größenzunahme des schon bestehenden Aneurysmas und erhöht somit das Risiko einer Ruptur und SAB. Aber auch fehlende bzw. nicht ausgebildete Gefäße oder Gefäßabschnitte, beispielsweise eine Aplasie der ACI, können bei einem schon bestehenden Aneurysma ein erhöhtes Risiko einer SAB bedeuten (Lee et al. 2003).

## Einleitung

Erbliche Faktoren sind vor allem Bindegewebserkrankungen und familiäre Häufungen. Nach Schievink et al. (1997 b) ist bei fünf Prozent der Aneurysmapatienten mit einer bekannten genetischen Bindegewebserkrankung zu rechnen. Das Ehlers-Danlos-Syndrom-Typ-4, die Neurofibromatose-Typ-1, und die autosomal-dominante polyzystische Nierenerkrankung (ADPKD) wurden bisher in Zusammenhang mit der Aneurysmaentstehung gebracht (Schievink 1997 b). Eine eindeutige Assoziation wurde bisher jedoch nur bei Patienten mit ADPKD festgestellt (van Gijn et al. 2007; Rinkel et al. 2005). Solche Patienten müssen bei diagnostiziertem Aneurysma mit einem verfrühten Auftreten (im Durchschnitt vier Jahre) einer SAB rechnen (Schievink 1997 b; Gieteling und Rinkel 2003). Bei Patienten mit dem seltenen Ehlers-Danlos-Syndrom-Typ-4 ist die SAB in sieben Prozent der Fälle die Todesursache (Pepin et al. 2000). Die Gründe hierfür bestehen in einem Defekt des Typ-4-Kollagens. Liegt dieser Defekt vor, ist ebenfalls mit einer verfrühten Aneurysmenentstehung bzw. mit einer SAB zu rechnen (Schievink et al. 2002; Schievink 1999). Kontrovers diskutiert wird der Zusammenhang zwischen intrakraniellen Aneurysmen und dem Marfan-Syndrom. Diese autosomal-dominante Erkrankung wird durch einen Defekt auf dem Chromosom-15, am sogenannten Fibrillin-1-Gen (FB1-Gen), definiert. Durch den Defekt liegt Fibrillin-1, ein Bestandteil des Strukturproteins Elastin und elementar für die Ausbildung von Binde- und Stützgewebe, in einer verkürzten bzw. umgebauten Form vor, was zu einer Funktionsminderung des Elastins und folglich des Gewebes (Arterienwand) führt. Während ein Teil der Wissenschaft die Meinung vertritt, dass die erblich bedingte Bindegewebsschwäche Einfluss auf die Prävalenz intrakranieller Aneurysmen und eine daraus resultierende SAB hat, widersprechen andere Studien dieser Korrelation (Conway et al. 1999). Obwohl die aufgeführten genetischen Erkrankungen in der täglichen Praxis eher eine untergeordnete Rolle einnehmen, ist es wichtig, sie im Rahmen der Patientenanamnese zu erfragen.

Eine familiäre Häufung wird bei zehn Prozent aller Aneurysmen beschrieben (Ruigrok et al. 2001, Schievink et al. 1997). Liegt ein bekannter Fall bei einem Verwandten ersten Grades vor, steigt die Prävalenz, selbst ein Aneurysma zu entwickeln, auf vier bis fünf Prozent (Raaymakers 1999; Wanke et al. 2003). Ruigrok et al. (2001) und Vlasko et al. (2011) beschreiben in diesem Zusammenhang eine absolute Risikosteigerung auf sechs bis zehn Prozent. Ein Teil der Forschung vertritt jedoch die Meinung, ein familiäres Auftreten von Aneurysmen liege definitionsgemäß erst bei der Existenz von zwei erstgradi-

gen Verwandten mit diagnostiziertem nicht rupturierten bzw. rupturiertem Aneurysma vor (Schievink et al. 1997; Wermer et al. 2003). In diesem Fall besteht für erstgradige Verwandte sogar eine absolute Wahrscheinlichkeit von zehn bis 19 Prozent, ein zerebrales Aneurysma zu entwickeln (Brown et al. 2008). In diesem Zusammenhang zeigten Wermer et al. (2003), dass Patienten mit positiver Familienanamnese und unauffälligem Vorbefund bei späteren Kontrolluntersuchungen (fünf bis zehn Jahre später) in sieben Prozent der Fälle letztendlich doch ein Aneurysma entwickelten. Demnach ist für Patienten mit positiver Familienanamnese, unabhängig von vorangegangenen MR-Angiografien, eine regelmäßige Kontrolluntersuchung zu empfehlen.

### **1.2.6 Prädisponierende Faktoren für die Ruptur des Aneurysmas**

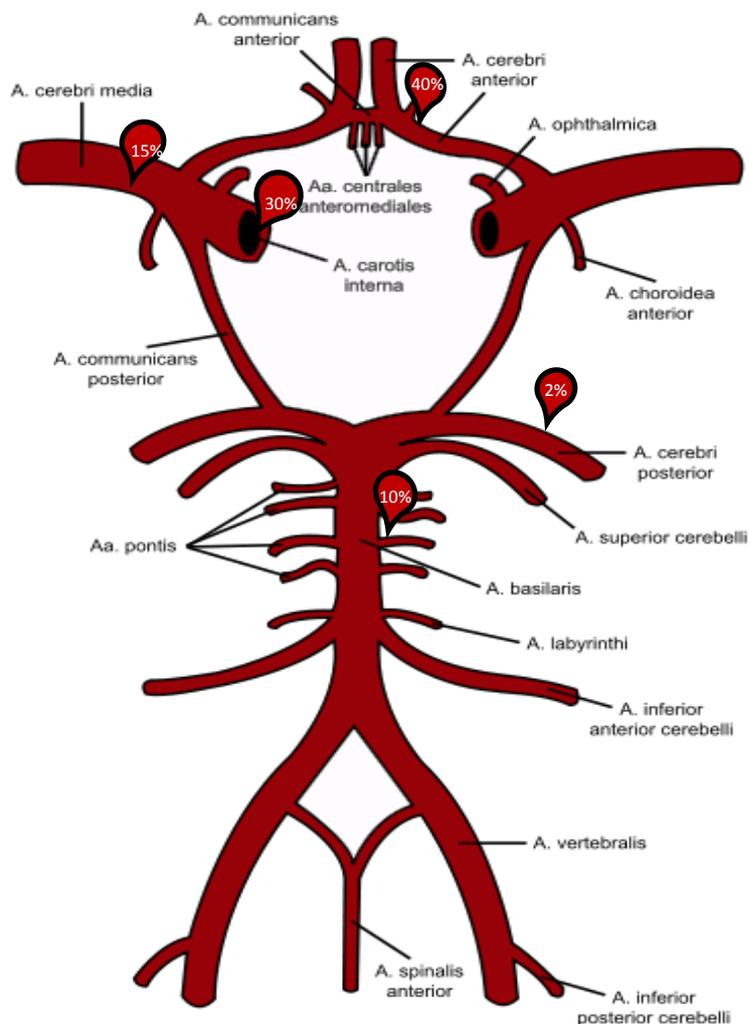
Die Wahrscheinlichkeit, innerhalb von fünf Jahren aus einem innocenten Aneurysma zu bluten, liegt bei ca. fünf Prozent und ist sowohl abhängig von Lokalisation, Größe, Typ und Form des Aneurysmas als auch von den Risikofaktoren des Patienten. Frauen haben ein 1,5-fach höheres Rupturrisiko, das sich bei einem Patientenalter von >60 Jahren nochmals verdoppelt (Wermer et al. 2007). Japanerinnen und Finninen sind mit einer dreifach höheren Wahrscheinlichkeit am ehesten von einer Aneurysmaruptur bedroht. Den größten Einfluss auf das Rupturrisiko stellt das Größenwachstum eines Aneurysmas im Verlauf dar, die Wachstumsrate ist dabei unterschiedlich und meist unvorhersehbar (Juvela et al. 2001; Weir 2002). Die 1998 und 2003 publizierte ISUIA-Studie (International Study of Unruptured Intracranial Aneurysm) sowie die im Juni 2012 veröffentlichte UCAS-Studie (Unruptured Cerebral Aneurysm Study) sind die bekanntesten und größten Studien, die den Zusammenhang zwischen Aneurysmagröße und Rupturrate belegen (ISUIA 1998; Wiebers et al. 2003; Morita et al. 2012).

### **1.2.7 Prädilektionsstellen**

Die wichtigsten Prädilektionsstellen für die Entstehung zerebraler Aneurysmen sind der *Circulus arteriosus cerebri* und die Aufzweigungsstellen der großen hirnbasisnahen Gefäße. In seltenen Fällen entstehen Aneurysmen distal der Gabelung (Pacult 1994; Trepel 2008; Schievink 1997 b). Ca. 80 bis 90 Prozent der Aneurysmen befinden sich im Karotisstromgebiet, dem vorderen Teil der basalen Hirnarterien (Yasargil 1984; Kassell et al. 1990; Delank und Gehlen 2006). Am häufigsten (40%) kommen sie im anterioren Teil des *Circulus arteriosus cerebri* vor (A. communicans anterior [ACoA] und ACA). Die ACI

## Einleitung

ist in 30 Prozent und die ACM in 15 bis 20 Prozent der Fälle betroffen (Greenberg 2010). Am hinteren Abschnitt werden Aneurysmen am seltensten beobachtet. Die *A. basilaris* (5–10%), *A. vertebralis* (3%) und PCA (2%) nehmen demnach nur einen Anteil von zehn bis 20 Prozent aller Aneurysmen ein. Im Hinblick auf die pathogene Einteilung lässt sich für die beiden häufigsten Aneurysmaformen, das sackförmige und das fusiforme Aneurysma, folgende Aussage treffen: Während der überwiegende Teil der sackförmigen Aneurysmen im Stromgebiet der ACI liegt, insbesondere an Gefäßbifurkationen, sind die fusiformen Anteile am häufigsten im vertebrobasilären Stromgebiet, im Stromgebiet der PCAs sowie in dem der ACM lokalisiert (Day et al. 2003; Delank und Gehlen 2006; Kassell et al. 1990; Nakayama et al. 1999).



**Abbildung 1:** Darstellung des Circulus arteriosus cerebri mit häufigen Aneurysmalokalisationen (modifiziert nach: <http://flexikon.doccheck.com/de/Datei:Willisi.png>).

### 1.2.8 Epidemiologie

Bei 2 bis 3 Prozent der europäischen Bevölkerung liegt ein zerebrales Aneurysma vor (Siewert 2001; Vlak et al. 2011; Rinkel et al. 1998; Rinkel 2005). In Deutschland sind 1,5 bis 2 Mio. Menschen Träger eines inzidentellen Aneurysmas. Die Inzidenz rupturierter Aneurysmen und nachfolgender SABs beläuft sich in großen Studien auf sechs bis acht SABs pro 100.000 Einwohner in Europa und den USA sowie ca. 20 SABs pro 100.000 Einwohner in Finnland und Japan (Ingall et al. 2000; Linn et al. 1996; Siewert 2001). Die Prävalenz hingegen zeigt keine großen Unterschiede in diesen Populationen (Vlak et al. 2011). Neben der Gefahr, eine SAB zu entwickeln, ist das Vorliegen eines zerebralen Aneurysmas ein unabhängiger Schlaganfall-Risikofaktor, der mit einem Anteil von ca. fünf bis zehn Prozent im Bereich der Ätiologie des Apoplexes einen nicht unbedeutenden Stellenwert einnimmt (Ingall et al. 2000; Poeck und Hacke 2001). Das zerebrale Aneurysma kann sich in jedem Lebensalter manifestieren. Am häufigsten findet eine Manifestation im Alter zwischen 40 und 60 Jahren statt. Bei Kindern und Jugendlichen ist die Prävalenz unter 20 Jahren sehr gering (Rinkel 2005). Wird jedoch ein Aneurysma diagnostiziert, ist das Risiko der Ruptur und folglich einer Blutung höher als bei anderen kindlichen blutungsprovozierenden Erkrankungen, wie zum Beispiel einer duralen arteriovenösen Malformation (DAVM). Liegt eine spontan auftretende intrakranielle Blutung bei einem Patienten <20 Jahre vor, ist in mehr als einem Drittel der Fälle ein zerebrales Aneurysma die Ursache (Lentze et al. 2007).

Insgesamt betrachtet präsentiert sich die aneurysmatische SAB als ein schweres Krankheitsbild, das trotz verbesserter Therapiemöglichkeiten mit einer Morbidität von 40 bis 50 Prozent assoziiert ist (Huang und Van Gelder 2002; Juvela 1995; Mohr et al. 1983; Stegmayr et al. 2004). Etwa ein Drittel der SAB-Patienten verstirbt innerhalb der ersten Monate nach einer Blutung. Circa zehn Prozent der Patienten versterben, schon bevor sie das Krankenhaus erreichen (Pobereskin 2001). Ein Drittel der Überlebenden erleidet eine permanente, moderate bis schwere Behinderung. Lediglich 25 bis 35 Prozent der Patienten erholen sich von der Blutung, wobei auch hier der prämorbid Zustand nicht immer erreicht wird (Yanagihara et al. 1998).

## **1.3 Klinik**

### **1.3.1 Symptomatik**

#### ***1.3.1.1 Asymptomatische Aneurysmen***

Die meisten intrakraniellen Aneurysmen sind asymptomatisch und nicht blutend. Dies zeigt sich u.a. an der deutlichen Diskrepanz der Inzidenzen von SAB-Patienten und von zufällig bei Autopsien entdeckten Aneurysmen. Aufgrund der fehlenden Symptomatik werden sie häufig erst durch die Ruptur des Aneurysmas oder, im Verlauf, durch einen raumfordernden Effekt des umliegenden Gewebes klinisch apparent. Ansonsten werden sie entweder gar nicht erkannt oder lediglich per Zufallsbefund im Rahmen einer diagnostischen Untersuchung bemerkt.

#### ***1.3.1.2 Symptomatische Aneurysmen***

Symptomatische Aneurysmen erzeugen eine Klinik überwiegend neurologischer Genese, die sich u.U. bereits vor der Ruptur manifestiert (siehe auch Kapitel 1.3.1.4). Die Aneurysmen sorgen durch ihre raumfordernde Wirkung, bedingt durch einen Kompressionseffekt der Nachbarstrukturen, für die jeweilige Symptomatik. So kann beispielsweise eine große Aussackung am Pol der *A. basilaris* oder ACoP zur Lähmung des *Nervus (N.) oculomotorius* führen. Die häufigste Erstmanifestation eines intrakraniellen Aneurysmas ist jedoch die intrakranielle Aneurysmaruptur. Das klassische Symptombild der dabei entstehenden SAB ist pathognomonisch für das Krankheitsbild und zeigt einen plötzlichen Erkrankungsbeginn, meist aus voller Gesundheit heraus. Leitsymptom ist der explosionsartig auftretende, sehr intensive Kopfschmerz, der typischerweise in der Nackenregion, aber auch stirnwärts beginnt und bis in den Rücken ausstrahlt. Patienten beschreiben diesen Kopfschmerz als „Vernichtungskopfschmerz“. Als weiteres Kardinalsymptom gilt der Meningismus mit persistierender Nackensteife, begleitet von den typischen positiven Lasègue-, Brudzinski- und Kernig-Zeichen. Symptome wie Lichtscheu, Übelkeit, Erbrechen, Gesichtsfeldausfälle, aber auch Dysaesthesien, Trigeminus-Neuralgie, kleinere Infarkte, Schwindel und vegetative Regulationsstörungen werden im Zusammenhang mit diesem Krankheitsbild beschrieben (Lownie et al. 2000; Miller und Diringer 1995). Seltener Begleiterscheinungen bzw. Symptome wie subhyoidale Glaskörperblutungen (Terson-Blutung) werden vereinzelt in Studien festgehalten (Reith

2011), zählen jedoch nicht zu den prägnanten Symptomen, die zur Früherkennung einer SAB elementar sind. Letztlich hängt eine Symptomatik auch von der Lokalisation des Aneurysmas ab. Liegt beispielsweise ein Aneurysma der ACI vor, kann sich dieses durch retroorbitale Schmerzen und Hirnnervenausfälle als schmerzhafte Ophthalmoplegie bemerkbar machen. Aneurysmen der ACM können hingegen zu einer kontralateralen Halbseitensymptomatik führen. Ist die linke Hemisphäre betroffen, kann zusätzlich mit aphasischen Störungen gerechnet werden. Aneurysmen der ACoP können lokalisationsbedingt einen isolierten Ausfall des *N. oculomotorius* mit Mydriase auslösen. Hinweise auf Hirnstammausfälle sowie Läsionen der kaudalen Hirnnerven sind verdächtig für rupturierte Aneurysmen der verterobasilären Hirnregion. Ein initialer epileptischer Anfall ereignet sich hingegen häufiger bei Aneurysmen des Karotisstromgebietes (insbesondere im Gebiet der Mediabifurkation). Allerdings weist nur die Hälfte der Patienten derartige Symptome auf. Der Rest beschreibt lediglich eine zunehmende Kopfschmerzintensität über einige Minuten (Moskopp et al. 2005). Begleitend kann eine Bewusstseinsintrübung auftreten, welche von einer leichten Benommenheit bis zu einem schweren Koma reichen kann. Im Falle eines schwerwiegenden Komats verbleiben ca. 20 Prozent der Patienten in diesem Zustand und versterben initial an der Hirnblutung (Drake 1981).

### **1.3.1.3 Auslöser**

In Bezug auf die Auslöser einer SAB wird den Faktoren Stress, Angst und Aufregung große Bedeutung beigemessen. Das Heben schwerer Lasten, Bücken, starkes Husten, Defäkation oder der Sexualverkehr gelten aufgrund des dabei stattfindenden zerebralen Druckanstiegs als klassische Auslöser einer Aneurysmaruptur (Schievink et al. 1989). Ebenso kann es zu einer spontanen SAB kommen, die sich aus einem völligen Ruhezustand ergibt. So ermittelte eine Studie von Edlow und Caplan (2000), dass bei 34 Prozent der Patienten die SAB bei nicht anstrengenden Aktivitäten auftrat, bei zwölf Prozent fand das Ereignis sogar im Schlaf statt.

### **1.3.1.4 Warnblutung (warning leak)**

Vor der eigentlichen Blutung kann eine Art „Vorbote“ auftreten, der sogenannte „warning leak/warning headache“. Dieser beruht auf einer kleinen Blutung vor der eigentlichen SAB und tritt bei ca. 20 bis 30 Prozent aller betroffenen Patienten auf (Jakobsson

et al. 1996; Ritz und Reif 2005). Die Patienten beschreiben einen akuten Kopfschmerz, begleitet von einer Übelkeitssymptomatik, welcher einer schweren SAB Stunden bis Tage vorausgehen kann (Bassi et al. 1991; Schievink 1997 a; Juvela 1992 a). Das Erkennen dieser Symptomatik in der Prodromalphase ist prognoseweisend. Die Chancen für ein gutes Ergebnis bei rechtzeitiger Diagnose erhöhen sich um 2,8 Prozent (Jakobsson et al. 1996). Oft wird diese initiale Symptomatik jedoch als ein Migräneanfall, ein akutes Zervikalsyndrom (HWS-Syndrom), eine hypertensive Krise oder eine beginnende Meningitis fehlinterpretiert (Reith 2011). Ebenso werden akute Synkopen ohne nachfolgende neurologische Ausfälle oft als Kreislaufsymptome missverstanden. Die zur Diagnose führenden Untersuchungen bleiben dabei häufig aus. In diesem Zusammenhang belegte Schievink (1997 a), dass bei einem Viertel der SAB-Patienten mit vorherigen Warnblutungszeichen, die einen Hausarzt aufsuchten, die SAB nicht erkannt bzw. falsch diagnostiziert wurde. Schon bei den geringsten Anzeichen einer derartigen Prodromalzephalgie sollte an eine SAB gedacht und unverzüglich eine entsprechende Diagnostik eingeleitet werden (siehe Kapitel 1.4).

### ***1.3.1.5 Bewertung des klinisch-neurologischen Zustandes des Patienten***

Das Schema von Hunt und Hess (H&H) ist mit der Einteilung der WFNS (World Federation of Neurological Surgeons) eine der bekanntesten Graduierungen zur Einstufung des klinischen Bildes eines Patienten mit SAB (Hunt und Hess 1968; Drake et al. 1988; van Gijn et al. 1994). Schon 1968 erkannten die Mediziner die Wichtigkeit des initialen klinisch-neurologischen Status und die Bedeutung dieser Graduierung für den Patienten-zustand (Deruty et al. 1995; Gerber et al. 1993; Hunt und Hess 1968; Hütter, et al. 1995; Kim et al. 2008; Nishino et al. 1999; Vannemreddy und Nanda 2001). Die Einteilung dient der Klassifizierung von Patienten mit intrazerebralen Blutungen (siehe Tabelle 1). Sie richtet sich einerseits nach dem Bewusstseinszustand des Patienten, andererseits nach den neurologischen Ausfallserscheinungen sowie dem zerebralen und meningealen Schmerzzustand des Betroffenen. Bei Vorliegen einer systemischen Erkrankung, wie eines arteriellen Hypertonus oder eines Diabetes mellitus, einer schweren Arteriosklerose oder auch bei schweren in der Angiografie nachweisbaren Vasospasmen erfolgte die Einstufung in eine schlechtere Kategorie.

Stadium	Bewusstsein	Klinik
Grad 0	wach	asymptomatisch/inzidentell
Grad 1	wach	asymptomatisch oder geringe Kopfschmerzen, diskrete Nackensteifigkeit
Grad 2	wach	mäßiger bis heftiger Kopfschmerz, Meningismus, keine neurologischen Ausfälle, ggf. Hirnnervenausfälle
Grad 3	somnolent	Verwirrtheit, leichte neurologische Ausfälle
Grad 4	soporös	mäßige bis schwere Hemiparese, vegetative Störungen
Grad 5	tiefes Koma	Strecksynergismen, schwerste vegetative Störungen

**Tabelle 1:** Klinische Graduierung der SAB nach Hunt und Hess (übernommen aus: Delank and Gehlen 2006).

Das Alter des Patienten, der Sitz des Aneurysmas und die Anzahl der Tage seit Ablauf der Blutung sind in der Originalveröffentlichung nicht berücksichtigt worden. Diese Graduierung durch H&H legt nicht nur das Ausmaß der Klinik dar, es soll auch bei der Einschätzung des Operationsrisikos helfen (Hunt und Hess 1968). Die von H&H entwickelte Einteilung wurde 1974 von Teasdale und Jennett durch die Glasgow Coma Scale (GCS) erweitert und komplettiert (Teasdale und Jennett 1974). Diese bezieht sich in ihren Inhalten auf die Bewusstseinslage und die Hirnfunktionsstörungen des Patienten und findet insbesondere nach Schädel-Hirn-Verletzungen (Traumen) in der Intensivmedizin ihre Anwendung.

### 1.3.2 Komplikationen

Neben allgemeinen nosokomialen Erkrankungen wie Pneumonien oder Wundheilungsstörungen verschlechtern auch Folgeereignisse wie Rupturen, Vasospasmen, intrazerebrale Hämatomate und Hydrozephalien die Prognose von Aneurysmapatienten.

#### 1.3.2.1 Reruptur des Aneurysmas

Die schwerwiegendste Komplikation nach erlebter SAB stellt die Nachblutung in Form einer Aneurysmaruptur dar, zusammen mit der Ausbildung zerebraler Vasospasmen (CVS) und der Entwicklung eines Hydrozephalus. Ein Anstieg des transmuralen Drucks oder die Abnahme des Liquordrucks im Ventrikelsystem sind zwei mögliche Ursachen,

die zu einer erneuten Ruptur eines Aneurysmas führen können. Dabei besteht das größte Risiko einer Rezidivblutung in den ersten sechs bis zwölf Stunden nach der Initialblutung (Laidlaw und Siu 2002; Fujii et al. 1996). Wird das Aneurysma nicht versorgt, erleiden etwa 20 Prozent der Patienten innerhalb der ersten zwei Wochen, ein Drittel innerhalb des ersten Monats und die Hälfte der Patienten innerhalb der ersten sechs Monate eine erneute Blutung (Wanke et al. 2004). Trotz modernster Behandlungsstrategien ist die Nachblutungsrate verhältnismäßig hoch (Naidech et al. 2005). Selbst wenn man davon ausgeht, dass alle Patienten innerhalb von 24 Stunden operiert werden (85% innerhalb der ersten zwölf Stunden), betrifft die Nachblutungsrate immer noch zwölf Prozent der therapierten Patienten (Laidlaw und Siu 2002). Die Wahrscheinlichkeit, eine Nachblutung zu erleiden, hängt von verschiedenen Faktoren ab, insbesondere von Größe, Form und Lokalisation des Aneurysmas. Gefährdet sind vor allem Patienten mit großem Aneurysma und schlechtem klinischen Zustand (Gruber et al. 1997; Laidlaw und Siu 2002; Lagares et al. 2001; Rosenørn et al. 1988). Tritt eine Nachblutung auf, ist mit einer Mortalitätsrate von 50 Prozent (Weaver und Fisher 1994), laut anderen Studien sogar mit 43 bis 80 Prozent zu rechnen (Nishioka et al. 1984; Laidlaw und Siu 2002). Der hohen Mortalitätsrate liegt die Tatsache zugrunde, dass die Rezidivblutung in der Regel schwerwiegender ist als die Initialblutung und die Patienten sich bereits in einem schlechten klinischen Zustand befinden.

### **1.3.2.2 Vasospasmus**

Nach stattgefundener Hirnblutung kann eine Reizung der Blutgefäße - als eine Art Gewebereaktion - zu einer plötzlichen spastischen Verengung des Gefäßlumens und folgend zu einer Ischämie des betroffenen Hirnareals führen. Diese spastische Gefäßreaktion tritt in der Regel 48 bis 72 Stunden nach Blutung auf und erreicht ihren Maximalwert am siebten Tag (Tag fünf bis neun). Zusätzlich kann nach einer Blutung ein CVS in 20 bis 30 Prozent klinisch und mittels angiografischer Diagnostik in 70 Prozent der Fälle beobachtet werden (Kassell et al. 1985; Weir et al. 1999). Hierbei ist der Anteil des CVS an Morbidität und Mortalität eines rupturierten zerebralen Aneurysmas groß (Dima et al. 2012; Hoh et al. 2004; Kassell et al. 1990; Wu et al. 2004). Gerade deshalb ist es wichtig, frühzeitig mit einer Therapie zu beginnen. Goldstandard nach erfolgter Aneurysmaausschaltung ist die Triple-H-Therapie (arterielle Hypertension, Hypervolämie und Hämodilution). Sie dient dazu, die hämorrheologischen Verhältnisse zu verbessern.

## Einleitung

Dabei gilt es, Hypotension und Hypovolämie zu vermeiden, da diese in der Akutphase nach einer Blutung mit einem erhöhten Risiko für verzögerte, neurologische und ischämische Defizite assoziiert sind. Erleidet ein Patient ein neu aufgetretenes neurologisches Defizit, so kann durch eine verbesserte intravasale Füllung (zentral venöser Druck: 8–12 mmHg) und den induzierten Hypertonus (mittlerer arterieller Druck von 130 mmHg) der klinische Zustand des Patienten verbessert werden. Eine Hämodilution mit einem Hämatokrit von 30 Prozent wird meist ohne weitere Handlung/Maßnahme erreicht (Raabe et al. 2005; Wijdicks et al. 2005).

Als zweite klassische Therapie werden prophylaktisch Calciumantagonisten (Nimodipin bzw. Nimotop) verabreicht. Diese sollen durch ihre neuroprotektive und spasmolytische Wirkung das Risiko einer Ischämie bzw. die Häufigkeit verzögerter ischämisch-neurologischer Defizite reduzieren (Rinkel et al. 2005). Mittel der Wahl ist Nimlodipin (60 mg/4 h über 21 Tage per os.). Ebenso kann eine Therapie mittels Papaverin, eines cAMP-Phosphodiesterasehemmers, erfolgen (Clouston et al. 1995; Marks et al. 1993; Milburn et al. 1998; Hoh und Ogilvy 2005). Dieser wirkt auf zahlreiche Phosphodiesterase-Subtypen, insbesondere auf den Typ 10-A (Siuciak et al. 2006) und sorgt durch den erschlaffenden Effekt für eine protektive Vasodilatation (Mannhold 1988). Medikamentöse Therapien mittels Statinen und Endothelin-A-Rezeptor-Antagonisten wurden bzw. werden erprobt, sind aktuell jedoch nicht verbreitet. Die sogenannte CONSCIOUS-Studie, eine doppelt verblindete, placebokontrollierte, randomisierte Arzneimittelstudie zeigte bereits, dass Endothelin-A-Rezeptor-Antagonisten (hier: Clazosentan) eine Verminderung des angiografischen CVS und somit eine signifikante Reduktion der Mortalität und Morbidität mit sich brachten (Macdonald et al. 2008). Allerdings musste die Studie in ihrer dritten Phase abgebrochen werden, da Placebo-Patienten bessere Ergebnisse (gemessen in der erweiterten Glasgow Outcome Scale) aufwiesen als die mit Clazosentan (5 bzw. 15 mg/h) therapierten Studienteilnehmer (Macdonald et al. 2012). Ist durch eine medikamentöse Behandlung kein ausreichender Effekt erreichbar, kann die transluminale Ballon-Angioplastie zum Einsatz kommen und eine mechanische Spasmolyse durchgeführt werden, um die zerebrale Durchblutung zu verbessern (Hoh und Ogilvy 2005; Elliott et al. 1998; Pandey et al. 2013).

### **1.3.2.3 Hydrozephalus**

Insgesamt 20 bis 40 Prozent der Patienten leiden unter einer Liquorzirkulations- oder Liquorresorptionsstörung mit resultierender krankhafter Erweiterung des Ventrikelsystems, dem sogenannten Hydrozephalus (Krayenbühl und Luthy 1998; Sethi et al. 2000). Die Wahrscheinlichkeit, einen Hydrozephalus zu bekommen, korreliert mit der Menge des ausgetretenen Blutes. Lokalisationsbedingt ist diese Raumerweiterung vermehrt bei Aneurysmen der ACoA und solchen Gefäßausstülpungen zu erwarten, die im hinteren Stromgebiet des *Circulus arteriosus cerebri* lokalisiert sind (Sethi et al. 2000). Unterschieden wird der akute vom chronischen Hydrozephalus. Die chronische Form tritt innerhalb von zehn Tagen bis sechs Wochen nach Blutung auf. Auffällig ist hier der zunehmende Rückschritt in der Rekonvaleszenz des Patienten. Pathologisch liegt eine Verklebung der arachnoidalen Strukturen in Folge des Blutaustritts zugrunde, was die Resorption des Liquors in die Blutbahn verhindert und so einen Hydrozephalus aresorptivus/malresorptivus hervorruft (Vanninen et al. 1999). Der akute Hydrozephalus hingegen tritt besonders bei stärkeren Blutungen auf, teilweise mit Einblutung in das Ventrikelsystem, und findet in der Regel innerhalb der ersten drei Tage nach Ruptur statt. In den meisten Fällen ist er bedingt durch geronnenes Blut (Blutkoagel) im Subarachnoidalraum, was zu einem Verschluss der Abflussbahnen führt (Sethi et al. 2000). Das frühzeitige Legen einer externen Ventrikeldrainage stellt dabei die vielversprechendste Therapieoption dar (Steiner et al. 1994). Eine Entlastung durch mehrfache Lumbalpunktion ist in den meisten Fällen nicht ausreichend. In der Therapie des subakuten Hydrozephalus, welcher in der Zeitspanne zwischen akutem Hydrozephalus und Beginn des chronischen Hydrozephalus stattfindet (Tag drei bis zehn), kann diese Entlastung jedoch erfolgversprechend sein (Miller und Diringer 1995). Führen primäre Therapieoptionen, wie die externe Ventrikeldrainage oder die Lumbalpunktionen, zu keiner Druckabnahme, ist bei fortbestehender Symptomatik die Implantation eines ventrikuloperitonealen Shunts indiziert, um eine dauerhafte Drucksenkung zu erreichen.

## **1.4 Diagnostik**

In der Diagnostik gibt es Unterschiede in der Vorgehensweise zwischen rupturierten (SAB) und innocenten Aneurysmen. Liegen Anzeichen einer SAB vor, ist die native Computertomografie (CT) das erste Mittel der Wahl. Innerhalb der ersten 24 Stunden erlaubt diese einen Nachweis der Blutung in 95 Prozent der Fälle (Reith 2011). Die Blu-

tung imponiert in der Akutphase als hyperdenser Bereich (55–90 HE). Ihre Verteilung gibt meist bereits einen Hinweis auf die Lokalisation des Aneurysmas (van Gijn und van Dongen 1982). Die CT erweist sich nicht nur wegen ihrer kurzen Messzeit als vorteilhaft in der neuroradiologischen Bildgebung einer SAB, sie besitzt ebenso eine hohe Sensitivität. Sie liegt fast bei 100 Prozent innerhalb des ersten Tages, sinkt auf 85 Prozent innerhalb von fünf Tagen und auf 30 Prozent nach zwei Wochen (Adams et al. 1983). Alternativ kommt die Durchführung einer Magnetresonanztomografie (MRT) infrage. Die MRT mit protonendichtegewichteten Sequenzen, der Fluid-attenuated-inversion-recovery-Sequenz (FLAIR-Sequenz) und Gradientenechosesequenzen (GRE-Sequenz) ist durch eine ähnlich hohe Sensitivität gekennzeichnet wie die CT. Ist die typisch klinische Symptomatik einer SAB vorhanden, erscheint die CT jedoch negativ, muss eine Lumbalpunktion (LP) erfolgen. Die LP ist der CT insofern überlegen, als sie Blutungen über einen längeren Zeitraum nachweisen kann. Das abgebaute Hämoglobin kann als eine gelbliche Verfärbung (Xanthochromie) im Liquor in einem Zeitraum von zwölf Stunden bis zwei Wochen nach Blutungsereignis festgestellt werden. Ferritin und Siderophagen machen einen Nachweis sogar noch nach drei bis vier Wochen möglich. Ein wasserklarer, unauffälliger Liquor schließt eine SAB innerhalb der letzten zwei bis drei Wochen aus (Edlow und Caplan 2000). Neben dem Ausschluss einer Blutung erfüllt die LP ebenso einen differentialdiagnostischen Zweck. So kann beispielsweise eine mögliche Meningitis oder Enzephalitis ausgeschlossen werden.

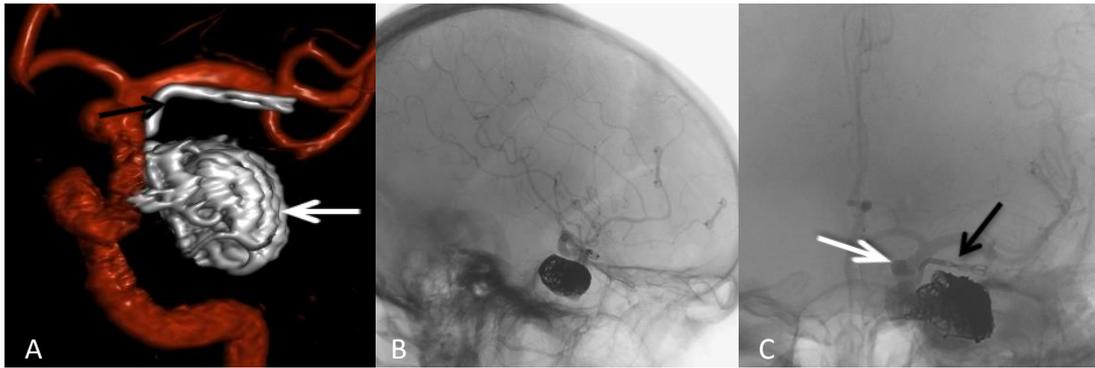
Bei positivem Nachweis einer SAB im CT oder mittels LP ist die weitere Abklärung, in Form einer zerebralen Pan-Angiografie, in der Regel als Digitale Substraktionsangiografie (DSA) der Goldstandard, da hierdurch ggf. Form, Größe und Lage des/der Aneurysmas/en bestimmt werden kann (Dammert et al. 2004). Sie erfolgt insbesondere auch deshalb, weil in ca. einem Viertel der Fälle einer SAB multiple Aneurysmen vorliegen (Rinne et al. 1994; Reith 2011; Ugur et al. 2006; Wiebers et al. 2003). Die DSA birgt jedoch auch Nachteile. Da die Pan-Angiografie einen invasiven Eingriff darstellt, besteht das Risiko einer Infektion, Embolie oder auch die Möglichkeit einer Anaphylaxie auf das verwendete Kontrastmittel (Aoyagi und Hayakawa 1989). Bei einer Wahrscheinlichkeit von 0,1 bis 0,5 Prozent treten permanente neurologische Ausfälle auf (Heiserman et al. 1994). Zu erwähnen sei noch das Risiko der Ruptur des Aneurysmas durch die Injektion des Kontrastmittels (Yuguang et al. 2003; Saitoh et al. 1995). Allerdings birgt sie als invasive Methode bei einem Gesamtrisiko von einem Prozent ein verhältnismäßig nie-

driges Gefahrenpotenzial. Da die DSA relativ zeitaufwendig ist, ist es gerade in der Akutsituation sinnvoll, auch alternative, nicht invasive Diagnostiken durchführen zu können. Hier stellen die CT-Angiografie (CTA) sowie die MR-Angiografie (MRA) eine Alternative dar (Carrizo 1998; Menke et al. 2011; Falk et al. 1996; Dietrich et al. 1995). Aufgrund der Dauer und der Schwierigkeit bei unkooperativen oder unruhigen Patienten ist in Akutsituationen die CTA der MRA vorzuziehen. Aus den bei der CTA gewonnenen Schichtbildern werden die Gefäße segmentiert und in frei rotierbaren 3D-Darstellungen ausgegeben. Spiralcomputertomografen erlauben also neben der konventionellen Schnittbildtechnik eine dreidimensionale Rekonstruktion innerhalb weniger Minuten. Bisherigen Studien zufolge liegt die Sensitivität der Darstellung zerebraler Aneurysmen mittels der CTA zwischen 0,77 und 0,97 und die Spezifität zwischen 0,87 und 1,00. Menke et al. zeigten in ihrer Metaanalyse (n=3543) im Jahr 2011, dass die CTA aufgrund ihrer hohen Sensitivität und Spezifität, insbesondere bei der Verwendung eines modernen Multidetektor-CT, sogar eine annähernd gleichwertige Alternative zur DSA darstellt (Sensitivität: 95,7–99,0 %, Spezifität: 97,9%). Die CTA, die sich der modernen Mehrzeiler-CT bedient, ist vor allem dann sehr genau, wenn 16-, 64- oder „Mehr-Mehrzeiler“ eingesetzt werden. Dabei können mit der Verwendung von 16-Zeilern oder mehr insbesondere Aneurysmen von einer Größe <4mm effektiv dargestellt werden, entgegen der bisherigen Meinung, die der DSA eindeutig den Vorteil der Erkennung kleinerer Aneurysmen (<3mm) zugesprochen hat (Dammert et al. 2004). Die Mehrzeiler-CTA scheint also den gleichen Stellenwert in der Diagnostik des zerebralen Aneurysmas zu besitzen, nicht zuletzt wegen des weniger invasiven Eingriffs. Bei der MRA werden ebenfalls dreidimensionale Gefäßbilder rekonstruiert. Sowohl ihre hohe Sensitivität (0,69–0,99) als auch ihre hohe Spezifität (1,00) sprechen für diese Methode (White et al. 2001). Jedoch ist die Untersuchungsdauer der MR-angiografischen Methode deutlich länger als die der CTA, wodurch die MRA in der Akutsituation nur als zweite Wahl infrage kommt. Den Vorrang gegenüber der CTA erhält sie bei der Diagnostik eines innocenten Aneurysmas, da sie eine geringere Patientenbelastung aufweist. Die Methode verliert jedoch an Sensitivität für Aneurysmen <3mm (White et al. 2001). Zur Abklärung eines innocenten Aneurysmas wird allerdings überwiegend ein MRT oder eine kraniale Computertomografie (CCT) durchgeführt. Die DSA kann im Falle nicht rupturierter Aneurysmen ebenfalls sinnvoll eingesetzt werden und hat auch dort den Vorteil der guten Auflösung.

## 1.5 Therapie

### 1.5.1 Therapeutische Möglichkeiten

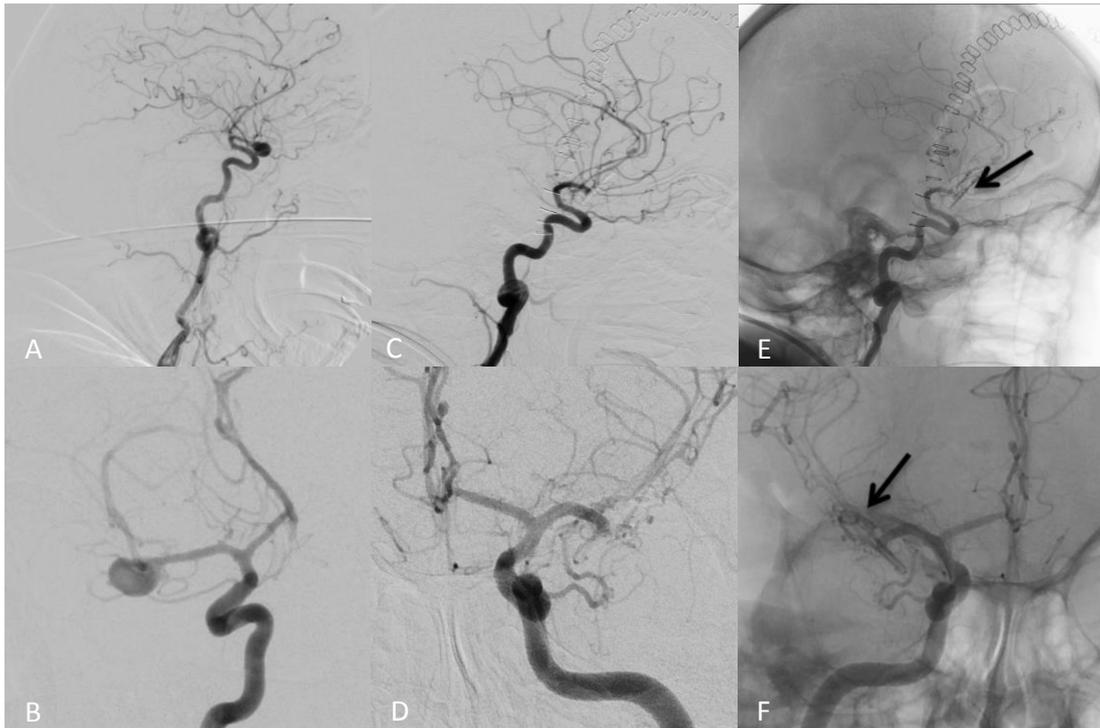
Wird bei einem Patienten ein zerebrales Aneurysma diagnostiziert, gibt es drei Möglichkeiten der Behandlung: den neurochirurgischen Eingriff (Clipping), die endovaskuläre Intervention (Coiling) und die konservative Methode der Überwachung des Patienten. Neuere endovaskuläre Verfahren sind zurzeit in der Erprobungsphase: die Verwendung engmaschiger Stents (*flow diverter*) (Wong et al. 2011) oder gewobener dreidimensionaler Embolisationsobjekte (Ding et al. 2011). Während das Clipping über Jahre hinweg den Goldstandard in der Behandlung zerebraler Aneurysmen darstellte, etablierte sich in den letzten 20 Jahren das neuroradiologische Coiling (Koebbe et al. 2006). Der Durchbruch wurde 2002 mit der Publikation der ISAT-Studie (International Subarachnoid Aneurysm Trial) erzielt (Molyneux et al. 2002; Molyneux et al. 2005), die in ihrer Untersuchung eine Gegenüberstellung der beiden therapeutischen Möglichkeiten bei SAB-Patienten vornahm. Dabei wurde zwar ein besseres Outcome seitens der gecoilten Patienten festgestellt, jedoch erwies sich das chirurgische Clipping, aufgrund einer geringeren Rekanalisationsrate, als kompletter und stabiler. Sowohl das innocente als auch das rupturierte Aneurysma ist mittels beider Verfahren therapierbar. Bei der Wahl der Therapie ist eine individuelle Entscheidung zu treffen, die abhängig ist von Faktoren, wie Alter, Komorbidität und Zustand des Patienten, sowie von Lage, Konfiguration und Größe des Aneurysmas. Alle rupturierten intrakraniellen Aneurysmen von Patienten mit H&H-Grad 1 bis 4 sollten möglichst zeitnah entweder operativ oder endovaskulär versorgt werden. Das primäre Ziel besteht in der Unterbindung der Blutung. Bei H&H-Grad 5 kann zu Beginn eine konservative Therapie indiziert sein, bis sich der Zustand des Patienten verbessert hat. Bei akzeptablen bzw. Erfolg versprechenden Bedingungen werden auch zunehmend Aneurysmen dieser Graduierung behandelt. Inzidentelle Aneurysmen werden abhängig von den genannten Kriterien geclippt, gecoilt, durch eines der neuen endovaskulären Verfahren (s.o.) versorgt oder, anstatt der Behandlung, kontrolliert.



**Abbildung 2** Zustand nach Clipping eines kleinen Aneurysmas und Coiling eines daran angrenzenden Riesen-Aneurysmas der A.carotis interna nach Zufallsbefund bei einer Patientin mit Multipler Sklerose. 3D-Angiografie (A); Angiografie ohne Subtraktion (B und C). Schwarzer Pfeil markiert Clip. Weißer Pfeil markiert Coil.

### 1.5.2 Clipping

Bei dem sogenannten Clipping erfolgt die Aneurysmaausschaltung über eine Eröffnung des Schädels, die sogenannte Kraniotomie, mittels mikrochirurgischer Technik. Die Wahl des operativen Zugangsweges ist abhängig von der Größe und der Lokalisation der Aussackung. Wie oben beschrieben, befindet sich ein Großteil der Aneurysmen im Karotisstromgebiet. Hier bietet beispielsweise die pterionale Kraniotomie die günstigsten Bedingungen. Nach der Trepanation wird in Richtung des Aneurysmas vorgedrungen, welches nach Erreichen, z.B. auf transzisternalem Wege, freigelegt wird. Während des Vorarbeitens durch die Zisterne ist ein vorsichtiges Absaugen des Liquors für den benötigten operativen Platz unumgänglich. Ist das Aneurysma fast erreicht, so empfiehlt es sich, von der Seite, auf der sich der Aneurysmahals befindet, vorzudringen. Somit wird eine Überquerung des Aneurysmasackes und folglich eine Ruptur als intraoperative Komplikation vermieden. Am Aneurysma angelangt, wird zu Beginn der Hals isoliert. Daraufhin isoliert man das Gefäß, aus dem die Aussackung entspringt. Zur Unterbindung des Aneurysmas wird ein Clip verwendet. Heutzutage besteht eine große Auswahl an Clips. Eine ausreichend große Spannung des Clips soll ein Abrutschen verhindern. Liegen multiple Aneurysmen vor, kann der Eingriff im Allgemeinen in einer Operations Sitzung durchgeführt werden. Wird intraoperativ festgestellt, dass kein Zugang zum Aneurysma gegeben ist, bietet sich als Ultimo Ratio die Technik des sogenannten „Wrappings“ an. Diese „Umhüllungstechnik“ wird insbesondere bei fusiformen Aneurysmen angewandt.

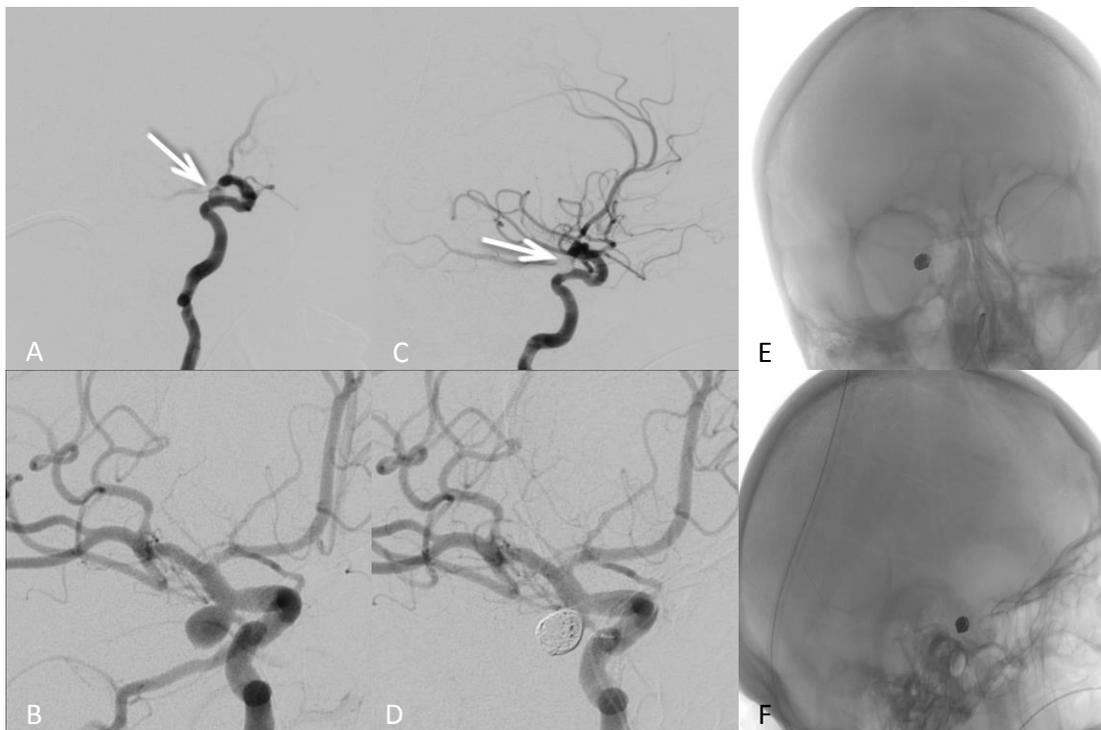


**Abbildung 3:** Aneurysma der A. cerebri media bei einem 63-jährigen Patienten. DSA-Aufnahme vor dem Eingriff (A und B). Zustand nach Clipping (C und D jeweils mit Subtraktion; E und F jeweils ohne Subtraktion); auf den unsubtrahierten Bildern ist der operative Zugangsweg erkennbar durch den Kraniotomiedefekt und die den Hautschnitt verschließende Klammernaht. Schwarzer Pfeil markiert den Clip.

### 1.5.3 Coiling

Bei der endovaskulären Therapie werden an einem Trägerdraht befestigte Platinspiralen (mit zirkulärem Formgedächtnis) in das Aneurysma eingelegt und anschließend von dem Trägerdraht abgelöst. Der Eingriff findet in der Regel unter Vollnarkose statt, da die Dauer des Eingriffs nicht immer vorhersehbar ist und der Patient während der Intervention völlig ruhig liegen muss. Begonnen wird mit der Punktion der Leistenarterie, der *A. femoralis*. Durch diese wird ein Katheter über einen Führungsdraht in Richtung des Aneurysmas vorgeschoben und üblicherweise extrakraniell in der entsprechenden hirnversorgenden Arterie platziert. Über diesen relativ großlumigen Katheter wird der betroffene Gefäßabschnitt mithilfe von Kontrastmittel in DSA-Technik dargestellt und anschließend ein Mikrokatheter, unter Verwendung eines Mikrodrahts, koaxial zuerst in das Trägergefäß und dann bis in das Aneurysma vorgeschoben. Durch diesen Mikrokatheter wird dann der Coil im Aneurysma platziert. In der Regel werden GDC-Spiralen (Guglielmi-Detachable-Coils), auch GD-Coils genannt, verwendet. Nach Platzierung eines solchen GD-Coils wird die Spirale elektrolytisch abgelöst. Alternativ kann die Ablö-

sung auch mechanisch, thermisch oder hydraulisch erfolgen. Nach der Diskonnektion folgt eine Kontroll-DSA, um zu überprüfen, ob weiterhin eine Kontrastmittelfüllung des Gefäßsackes vorliegt. Sollte das Aneurysma aufgrund seiner Größe oder Form nicht vollkommen gefüllt sein, ist eine Kontrastmitteldurchflutung in der DSA also weiterhin erkennbar. In diesem Falle werden weitere Platinspiralen eingebracht, bis idealerweise keine Restkontrastierung des coilembolisierten Aneurysmas mehr auftritt. Es sollte sich nun aufgrund der veränderten Hämodynamik ein Thrombus gebildet haben, der den Gefäßsack verschließt. Nach Entfernung der Kathetermaterialien wird die Punktionsstelle in der Leiste des Patienten mit einem Verschluss-System oder mittels Druckverband versorgt und die Narkose üblicherweise ausgeleitet.



**Abbildung 4:** Innocentes Aneurysma am Abgang des Ramus comunicans posterior aus der A. carotis interna rechts bei einer 64-jährigen Patientin. DSA-Aufnahme vor dem Eingriff (A und B). Zustand nach Coiling (C und D jeweils mit Subtraktion; E und F jeweils ohne Subtraktion). Weißer Pfeil markiert Aneurysma bzw. Coil.

### 1.5.4 Konservative Therapie

Bei der Behandlung inzidenteller Aneurysmen sollte individuell abgewogen werden, ob das zu erwartende Ruptur-, Mortalitäts- bzw. Morbiditätsrisiko das Behandlungsrisiko übertrifft. Größe, Konfiguration, Morphologie und Lokalisation des Aneurysmas sowie Alter, Lebenserwartung, Komorbidität und Präferenzen des Patienten sind wichtige

Parameter für den Therapieentschluss (Seifert et al. 2008). Arzt und Patient haben zu entscheiden, was der Befund eines Aneurysmas für die Lebensqualität des Patienten bedeutet und welche Risiken eine Behandlung für den Patienten birgt (Fiehler 2012). Auch die familiäre Anamnese hat Einfluss auf die Entscheidung darüber, ob eine Therapie stattfinden bzw. welche Art der Therapie durchgeführt werden soll. Da mit zunehmendem Alter die operative Morbidität und Mortalität ansteigt und die Dauer des proaktiven Effekts sinkt, ist für die individuelle Therapieentscheidung dem Lebensalter des Patienten besondere Beachtung zu schenken. Besitzt ein Aneurysma nur eine geringe Rupturgefahr, kann ebenfalls gegen eine interventionelle Therapie entschieden werden. In einem derartigen Fall besteht die Therapie in der Kontrolle und in der Reduktion von Risikofaktoren.

### **1.5.5 Behandlungsrisiko**

Generell spielt das intraoperative Risiko bei der Therapiewahl immer eine Rolle. Beide Verfahren bergen vergleichbare Risiken in sich, sodass sich kein prägnanter Unterschied in Bezug auf das potenzielle Risiko feststellen lässt (Taha et al. 2006). Der chirurgische Eingriff hat ein vergleichsweise höheres Ischämierisiko aufgrund der manuellen Manipulation im Operationsgebiet (Kawai et al. 2008). In diesem Zusammenhang kann eine Reduzierung des distalen Blutflusses (Hosoda et al. 1999) sowie eine Abnahme der regionalen zerebralen metabolischen Sauerstoffrate (CMRO<sub>2</sub>) und der regionalen Sauerstoff-Extraktionsfraktion (OEF) stattfinden (Yundt et al. 1997; Kawai et al. 2008). Bei dem endovaskulären Verfahren besteht die Hauptgefahr in der Gefäßperforation durch Penetration. Gemäß den Ergebnissen der TOMCAT-Studie (Tablet for Optimization and Monitoring of Cerebral Aneurysm Therapy), einer deutschen multizentrischen Studie, beträgt die Rate prozeduraler Aneurysmaperforationen bei nicht rupturierten Aneurysmen 2,3 Prozent und bei rupturierten 4,3 Prozent (Fiehler et al. 2008). Außerdem besteht das Risiko der Zunahme thromboembolischer Ereignisse durch Mikrokatheterisierung (Alaraj et al. 2010) sowie ein erhöhtes Risiko (3-5%) permanenter neurologischer Komplikationen (Fiehler et al. 2008; Naggara et al. 2010). Generell zeigt sich jedoch aufgrund der verbesserten Technik eine Verminderung der Behandlungsrisiken in den letzten Jahren (Fiehler und Byrne 2009; Renneberg und Hammelstein 2009).

## 1.6 Lebensqualität der Patienten

Die Verbesserung der Lebensqualität der Patienten ist ein relevantes Zielkriterium der therapeutischen Maßnahmen und geht deshalb sowohl in die Indikationsstellung als auch in die Beurteilung des Ergebnisses nach Behandlung mit ein.

### 1.6.1 Definition „Lebensqualität“

Als Lebensqualität bezeichnet man ein Konstrukt aus Faktoren, die die Lebensbedingungen in einer Gesellschaft bzw. für deren Individuen ausmachen. Laut der World Health Organisation (WHO 1997) handelt es sich um ein breites Konzept, das in komplexer Weise durch verschiedene Faktoren, wie die körperliche Gesundheit, den psychischen Zustand, soziale Beziehungen oder auch die individuelle Einstellung zur Umwelt beeinflusst wird (Renneberg und Hammelstein 2009). Dieses Konstrukt setzt sich immer aus mehreren Dimensionen zusammen und ist stets eine subjektive Angabe, die auf komplexen Bewertungsprozessen beruht (Renneberg und Hammelstein 2009). Durch den hohen Stellenwert der Subjektivität darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die Einschätzung der Lebensqualität nur für diese eine Person zutrifft und sich im Laufe eines Lebens und im Verlauf einer Krankheit ändern kann (Bullinger 2000).

### 1.6.2 Erhebung der Lebensqualität

Zur Erhebung der Lebensqualität ist es wichtig, vorerst das jeweilige Einsatzgebiet zu bestimmen, um Inhalt und Eigenschaften der jeweiligen Konstruktebene optimal erfassen zu können. Man unterscheidet vier verschiedene Konstruktebenen zur Operationalisierung von Lebensqualität:

Konstruktebene	Inhalt	Eigenschaft	Einsatzgebiet
Allgemeine/globale Lebensqualität „Quality of Life“ (QOL)	allgemeine Lebenssituation	veränderungs-sensibel nur bei einschneidenden Ereignissen	medizinsoziologische-/psychologische Grundlagenforschung
gesundheitsbezogene Lebensqualität „Health related Quality of Life“ (HRQL)	Aussagen über den allgemeinen Gesundheitszustand	veränderungs-sensibel bei gesundheitsrelevanten Ereignissen	klinischer Vergleich zwischen verschiedenen Erkrankungen

## Einleitung

erkrankungsbezogene Lebensqualität „Disease Specefic/Related Quality of Live“ (DRQL)	spezifische Belastungen durch spezifische Erkrankungen	veränderungs-sensibel bei spezifischen Interventionen	klinischer Vergleich zwischen verschiedenen Therapien
Utility-Messungen	Bedeutung der spezifischen Erkrankungen für die allgemeine Lebenssituation	hoch integriertes Maß für Erkrankungen/Lebensqualität	Gesundheitsökonomie, Vergleich zwischen verschiedenen Erkrankungen

**Tabelle 2:** Darstellung der Konstruktebenen zur Operationalisierung von Lebensqualität (übernommen aus: Rose 2003).

Die allgemeine Lebensqualität (*Quality of Life*) trifft Aussagen über die allgemeine Lebenssituation eines Individuums. Diese Art der Messung erfolgt jedoch nur über Fragen im direkten Wortsinn. Beispiel: „Wie ist Ihre aktuelle Lebensqualität im Vergleich zu Ihrer schönsten und schlimmsten Zeit im Leben?“ (Bernheim and Buyse 1983). Man erfährt jedoch weder, welche Bereiche für die Lebensqualität der Befragten bedeutsam sind, noch welche dieser Bereiche am meisten Einfluss aufzeigen (Rose et al. 2000). Die erkrankungsbezogene Lebensqualität bezieht sich auf spezifische Belastungen durch spezifische Erkrankungen. Hier werden erkrankungsspezifische Beeinträchtigungen unter der Annahme erfasst, dass sie einen bestimmten Einfluss auf die Lebensqualität der Person ausüben. Hierbei ist zum Beispiel ein Vergleich zwischen verschiedenen Therapien einer bestimmten Erkrankung möglich. Bei den Utility-Messungen bedient man sich der sogenannten „Quality adjusted life years“ oder „Health adjusted life years“ (Johannesson 1994). Der Patient gibt hierbei an, wie viel er von seiner zu erwartenden Lebenszeit aufgeben würde, wenn er vollständige Gesundheit erreichen könnte. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität als Teilbereich der „Lebensqualität“ ist ebenfalls ein mehrdimensionales Konstrukt, das vier Bereiche beinhaltet (Bullinger et al. 2000).

- Die krankheitsbedingten körperlichen Beschwerden
- Die psychische Verfassung im Sinne der emotionalen Befindlichkeit, des allgemeinen Wohlbefindens und der Lebenszufriedenheit
- Erkrankungsbedingte funktionale Einschränkungen in allen Lebensbereichen wie Beruf, Haushalt und Freizeit
- Ausgestaltung zwischenmenschlicher Beziehungen und sozialer Interaktionen sowie krankheitsbedingte Einschränkungen in diesem Bereich

### **1.7 Fragestellung und Ziel der Studie**

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, herauszufinden, welche der im Universitätsklinikum Göttingen behandelten Patienten mit diagnostiziertem zerebralen Aneurysma nach neurochirurgischer (Clipping) bzw. neuroradiologisch-interventioneller Therapie (Coiling) das Ereignis und den Eingriff besser verkräftet und als weniger belastend empfunden haben. Zum einen werden solche Patienten in die Studie einbezogen, die aufgrund des Krankheitsbildes einer SAB an der Universitätsmedizin Göttingen (UMG) behandelt wurden, zum anderen Patienten, bei denen ein innocentes Aneurysma versorgt wurde. Unsere Informationen beruhen auf den Krankenakten der in der UMG behandelten Patienten sowie auf den Informationen aus einem eigenständig entworfenen Fragebogen, welcher von den betroffenen Patienten, ggf. gemeinsam mit deren gesetzlichem Vertreter, beantwortet wurde. Dadurch möchten wir insbesondere die subjektiven Erfahrungen des Patienten bezüglich Krankheit, Eingriff, Zustand und Zufriedenheit mit einbeziehen, damit Aussagen getroffen werden können über deren aktuellen Lebensumstand bzw. die Lebensqualität der Patienten nach der Behandlung. Es wird also ein Vergleich beider gängiger Verfahren sowohl mittels retrospektiver Datenerhebung als auch aus subjektiver Sicht in Form der patienteneigenen Wahrnehmung durchgeführt. Diese Ergebnisse sollen nicht nur für eine bessere Einschätzung des Stellenwertes der Behandlungsarten hilfreich sein, sondern mehr über das Befinden des Patienten im Langzeitverlauf aussagen. Dadurch sollen, neben der wissenschaftlichen Bereicherung für die Medizin, weitere Aussagen erlangt werden, die insbesondere zu besseren Prognosen führen. Die Ergebnisse könnten somit auch für das Verständnis des Patienten und dessen Vorstellungen über seine Krankheit hilfreich sein.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Probandenrekrutierung

#### 2.1.1 Anzahl der Probanden

Zur Datenermittlung wurden retrospektiv Datenakten von 182 Patienten ausgewertet. Von den insgesamt 182 Patienten konnten 95 Patienten in die Studie eingeschlossen werden: 21 der 182 Patienten verstarben während des Aufenthaltes in der Klinik, sechs Patienten verstarben in der Zwischenzeit, wobei deren Todesursache nicht zwingend Komplikationen des Aneurysmas bzw. der SAB waren. Die übrigen Patienten wollten aus unbekanntem Gründen nicht an der Studie teilnehmen (n=43), waren aktuell nicht erreichbar (n=13) oder hatten die Fragebögen unzureichend ausgefüllt (n=4).

#### 2.1.2 Auswahl der Probanden

##### Einschlusskriterien:

Die einzuschließenden Patienten mussten zum Zeitpunkt der Erkrankung volljährig sein, darüber hinaus gab es keine Altersbeschränkung. Es wurden nur die Patienten aufgenommen, die im Zeitraum zwischen 1. November 2003 und 1. November 2011 an der UMG aufgrund eines zerebralen Aneurysmas behandelt wurden. Eine Einschränkung bezüglich des Geschlechtes wurde nicht vorgenommen.

##### Ausschlusskriterien:

Ein Ausschluss von der Studie erfolgte, sofern keine verwertbaren Patientendaten verfügbar waren, die Aufklärung und Einwilligung der/des Patienten bzw. seines gesetzlichen Vertreters nicht gewährleistet waren oder eine Teilnahme an der Studie abgelehnt wurde.

#### 2.1.3 Aufnahme der Probanden in die Studie

Voraussetzung war, dass die Patienten bzw. deren gesetzliche Vertreter über Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie aufgeklärt wurden und ihr Einverständnis zur Studienteilnahme erklärten.

## 2.2 Datenerhebung

Für diese Studie wurden retrospektiv Patientenakten mit Arztbriefen und Operationsberichten von 182 Patienten, die in der UMG an einem zerebralen Aneurysma behandelt wurden, auf rupturierte und inzidentelle Aneurysmen untersucht. Übersichtshalber wurden Patienten, bei denen ein innocentes Aneurysma versorgt wurde, dem H&H-Grad 0 zugeordnet. Sie lassen sich somit besser von den Patienten mit stattgefundener SAB (H&H-Grad 1–5) abgrenzen. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich vom 1. November 2003 bis zum 1. November 2011. Die Datengewinnung erfolgte mittels RIS (MEDOS; Nexus AG, Villingen-Schwenningen/Deutschland)/PACS (Centricity; GE Healthcare GmbH, Solingen/Deutschland), welches in der UMG als medizinisches Dokumentationssystem fungiert. Außerdem diente das hiesige Klinik-Informationssystem (KIS) „IX-Serve“, eine Kommunikationsplattform für Datenaustausch, der Ermittlung notwendiger Arztbriefe und OP-Berichte. Bei Bedarf erfolgte eine Ergänzung der Datengewinnung aus dem Akten-Archiv der UMG. Die Studienpatienten wurden kontaktiert, wobei die Kontaktdaten der jeweiligen Patienten mithilfe der Krankenhausakten ermittelt wurden. Für jeden Patienten stand ein Fragebogen (siehe Anhang) mit Informationsbeiblatt und Einverständniserklärung zur Verfügung. Das dem Fragebogen beiliegende Anschreiben beinhaltete neben allgemeinen Studieninformationen die Bitte, den Fragebogen auszufüllen und im vorbereiteten Rückumschlag zurückzusenden. Zusätzlich zur Aufklärung über Art und Umfang der Studie wurden die Patienten über die freiwillige Teilnahme an der Studie informiert und darauf hingewiesen, dass sich aus dieser Studie kein direkter Eigennutzen für die Teilnehmer ergebe. Des Weiteren wurde ein Fragebogen mit der entsprechenden Aufklärung für einen Betreuer beigelegt, sollte es dem Patienten selbst nicht möglich sein, den Bogen zu bearbeiten. Ebenfalls erhielten die Teilnehmer die Option der telefonischen Kontaktierung. In diesem Falle wurden die Angaben unmittelbar vom wissenschaftlichen Mitarbeiter notiert. Mithilfe dieser Vorgehensweise der Datenerhebung konnte neben den aktenbasierten Informationen auch der subjektive krankheitsbezogene Zustand des Patienten im Langzeitverlauf bei 95 Patienten der Studienpopulation erhoben werden.

## **2.3 Inhalte des Fragebogens**

Inhaltlich lässt sich der Fragebogen in zwei unterschiedliche Teile gliedern. Diese Aufteilung ist für den Patienten jedoch nicht ersichtlich, um einen ungestörten Durchlauf bei der Bearbeitung des Fragebogens zu gewährleisten. Die eine Hälfte des Fragenkatalogs zielt auf die individuelle stattgefundene Therapie des Patienten sowie auf seine subjektive Beurteilung der Therapie (Zufriedenheit mit der Behandlung) ab. Die andere Hälfte befasst sich mit dem Zustand bzw. der Befindlichkeit des Patienten sowie mit seiner Lebensqualität. Die Zusammenstellung der Fragen zur Lebensqualität orientiert sich an der von Bullinger (2000) beschriebenen erkrankungsbedingten Lebensqualität (DRQL) und erfolgte anhand verschiedener Bereiche bzw. Dimensionen der Lebensqualität (siehe Kapitel 2.3.2)

### **2.3.1 Zufriedenheit mit der Behandlung**

Die Zufriedenheit des Patienten mit seiner medizinischen Versorgung wurde in bisherigen Studien noch nicht in Zusammenhang mit dem Zustand des Patienten nach Behandlung eines zerebralen Aneurysmas gebracht. Der Einfluss der Behandlungszufriedenheit auf die Lebensqualität wurde jedoch bereits beschrieben (Valderas und Alonso 2008). Valderas und Alonso überprüften verschiedene Modelle und Klassifikationsschemen zur gesundheitlichen Zufriedenheit von Patienten, wie das Wilson-and-Cleary-Model (Wilson und Cleary 1995) oder das ICF-Klassifikations-System (Geyh et al. 2007), die sich ebenfalls mit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (HRQL, siehe Kapitel 1.6.2) befassen, und erweiterten diese Modelle konzeptionell um die Kategorie „Other health related constructs“, welche eben diesen Aspekt der Behandlungszufriedenheit beinhaltet (Valderas und Alonso 2008). Es empfiehlt sich also auch, die Behandlungszufriedenheit als integralen Bestandteil des Modells der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zu untersuchen. Um einen möglichen Einfluss der Behandlungszufriedenheit zu überprüfen und zwischen den beiden Behandlungsverfahren einen Vergleich anstellen zu können, nahmen wir dieses Teilkonstrukt der HRQL mit in unseren Fragebogen auf, indem wir den Patienten nach der Zufriedenheit mit dem Eingriff an sich und der Zufriedenheit mit der allgemeinen Behandlung (Operation/Eingriff, stationärer Aufenthalt, Aufenthaltsdauer etc.) befragten.

### **2.3.2 Ermittlung der Lebensqualität, orientiert am „SF-(36)-Health Survey“**

Um die Lebensqualität zu erfassen, gibt es verschiedene psychometrische Erhebungsmethoden, was den direkten Vergleich zwischen Studienergebnissen erschwert. Viele Erhebungsmethoden richten sich in ihrem Aufbau nach dem „*Short Form (36) Health Survey*“-Test (SF-36-Test), einem sehr verbreiteten Schema für die Beurteilung und Erfassung der Lebensqualität (Pobereskin 2001; Bullinger and Kirchberger 1998). Die Grundlagen für diesen Test bildeten das Wilson-and-Cleary-Modell sowie das ICF-Klassifikations-System. Der Test basiert auf einer verhaltensorientierten Konzeptualisierung von Lebensqualität und erfasst mit 36 Fragen acht unterschiedliche Dimensionen der subjektiven Gesundheit wie: körperliche Funktionsfähigkeit, körperliche Rollenfunktion, Schmerz, allgemeine Gesundheitswahrnehmung, Vitalität, soziale Rollenfunktion, emotionales und psychisches Wohlbefinden. Das Instrument liegt auch in einer Kurzversion mit 12 (SF-12), 8 (SF-8) und 6 (SF-6) Fragen vor. Der SF-36 dient dabei zur Ermittlung der „gesundheitsbezogenen Lebensqualität“ und findet weitläufig Anwendung in der Medizin, wie beispielsweise in der Therapiekontrolle oder bei der Durchführung von Verlaufsmessungen. Aber auch die Gesundheitsökonomie bedient sich dieses Messinstruments.

In unserem Fragebogen bauten wir fünf Dimensionen zur Ermittlung der Lebensqualität ein, namentlich die körperliche Funktionsfähigkeit, die körperliche Rollenfunktion, die allgemeine Gesundheitswahrnehmung, die körperlichen Schmerzen und die kognitive Beeinträchtigung. Die Inhalte unseres Fragebogens ähneln dabei den Inhalten des SF-36. Da es in unserem Vorhaben allerdings um einen Vergleich zweier Behandlungsverfahren ging, konzentrierten sich die Inhalte neben den Fragen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität eher auf die Erhebung der erkrankungsbedingten Lebensqualität im Sinne der „Disease Specific/Related Quality of Life“ (DRQL, siehe Kapitel 1.6.2) und enthalten daher einen individuellen Messinstrument-Charakter mit zusätzlicher Erfragung der Behandlungszufriedenheit (siehe Kapitel 2.3.1). Der Vorteil dieser Konstruktebene gegenüber der gesundheitsbezogenen Lebensqualität ist, dass die Therapieeffekte, die sich in der Veränderung bestimmter Beschwerden, wie z.B. Kopfschmerzen, Orientierungs-, Gedächtnisstörungen oder funktioneller Einschränkungen, niederschlagen, sehr sensitiv erfasst werden können. Bei globalen Fragen zur Lebensqualität bzw. bei allgemeinen gesundheitsbezogenen Fragebögen blieben diese Aspekte unterbewertet, da der Patient hier diverse andere Aspekte (Arbeitslosigkeit, finanzielle Situation,

Familiensituation etc.) mit einbezieht, nicht zuletzt, da in manchen Fragebögen gerade auf diese eingegangen wird.

### **2.3.3 Aufbau des Fragebogens**

Der verwendete Fragebogen setzt sich aus 22 geschlossenen Fragen zusammen, die sich, je nach Antwort, in weitere Folgefragen untergliedern können. Die erste Hälfte des Fragebogens (Fragen: 1–8 und 15) zielt auf die stattgefundene Therapie des Patienten sowie auf die subjektive Beurteilung der Therapie ab. Hierbei wird der Patient befragt, welche Therapie bei ihm stattgefunden hat und ob er mit dem Eingriff zufrieden war. Außerdem soll der Patient Stellung zu seiner gesamten medizinischen Versorgung nehmen. Hierunter versteht man solche Aspekte, die auf Seiten des Patienten mit der Behandlung in Verbindung gebracht werden, wie der Eingriff, der stationäre Aufenthalt, die Liegedauer im UMG, Nachuntersuchungen, aber auch der Rehabilitationsaufenthalt. Der Patient wird befragt, ob er im Anschluss an die Behandlung eine rehabilitative Einrichtung besuchte, ob die Rehabilitationsmaßnahmen stationär, teilstationär oder ambulant erfolgten und wie viele Tage die Rehabilitation in Anspruch nahm. Mögliche Komplikationen auf der Station, während des Eingriffs und in der Rehabilitation wurden ebenso erfragt. Sofern bei dem Patienten beide gängigen Therapieverfahren durchgeführt wurden, wurde der Patient gebeten, einen Vergleich beider Verfahren vorzunehmen und sich zu entscheiden, welches der beiden Verfahren als weniger belastend erschien. Diese Frage sollte durch die Gegenüberstellung beider Therapieoptionen einen direkten Vergleich aus Sicht des Patienten ermöglichen.

Die zweite Hälfte des Fragebogens, die sich mit der Befindlichkeit und der Lebensqualität des Patienten befasst, besteht aus 13 Fragen (Fragen: 9–22, ohne Frage 15). Um die Befindlichkeit zu ermitteln, werden verschiedene Dimensionen erfasst, die sich alle mit der „körperlichen“ und der „kognitiven Gesundheit“ beschäftigen. Dieser Teil beginnt mit einer Einstiegsfrage, bei welcher der Patient beurteilen soll, ob er mit seiner derzeitigen Situation zufrieden ist. Inhaltlich dient die Frage der Ermittlung der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung des Patienten. Nach dem Konzept der Mehrfachantwort wird der Patient über seinen gesundheitlichen Zustand befragt. Dem Patienten werden Antwortmöglichkeiten wie „vermehrter Kopfschmerz“, „Konzentrationsstörungen“, „Orientierungsstörungen“, „Gedächtnisstörungen“ (Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis) „Wortfindungsstörungen“ und „Schwindel“ vorgegeben. Durch ein zusätzliches Feld

erhält der Patient auch die Gelegenheit, nicht aufgeführte individuelle Beschwerden einzutragen. Mittels dieser Fragen sollen die gesundheitlichen Beschwerden, der körperliche Schmerz und auch die kognitive Beeinträchtigung ermittelt werden. Die Dimension der körperlichen Funktionsfähigkeit wird anhand einer Befragung zur körperlichen Behinderung ermittelt. Der Patient wird gefragt, ob er vor dem Eingriff Behinderungen hatte (motorische, sensible, kognitive, Seh- oder Höreinschränkungen). Der Zustand des Patienten vor dem Eingriff wird mit der aktuellen Situation verglichen; er gibt also ebenfalls an, wie sein Status nach dem Eingriff bzw. aktuell aussieht. Eine gezielte Befragung zur Pflegebedürftigkeit unterstützt die Ermittlung der körperlichen Funktionsfähigkeit. Der Patient wird gebeten, seine derzeitige Pflegestufe (Pflegestufe 1–3, s.u.) und den Grad seiner Pflegestufe vor dem Ereignis anzugeben. Hier ist neben der körperlichen Funktionsfähigkeit auch eine Informationsgewinnung zur körperlichen Rollenfunktion gegeben. Die Rollenfunktion ist das Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand des Patienten ihn darin beeinträchtigt, seine Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten auszuführen (Bullinger und Kirchberger 1998). Das Ausmaß dieser Beeinträchtigung zeigt sich auch in der Zuordnung des Patienten in die jeweilige Pflegestufe, die nach § 15 SGB XI wie folgt graduiert wird:

*Pflegestufe 1: = erheblich Pflegebedürftige,*

das sind Personen, die bei der Körperpflege, der Ernährung oder der Mobilität für wenigstens zwei Verrichtungen aus einem oder mehreren Bereichen mindestens einmal täglich der Hilfe bedürfen und zusätzlich mehrfach in der Woche Hilfe bei der hauswirtschaftlichen Arbeit benötigen. Die Hilfe muss mindestens 90 Minuten/Tag in Anspruch nehmen.

*Pflegestufe 2: = Schwerpflegebedürftige,*

das sind Personen, die bei der Körperpflege, der Ernährung oder der Mobilität mindestens dreimal täglich zu verschiedenen Tageszeiten der Hilfe bedürfen und zusätzlich mehrmals in der Woche bei der hauswirtschaftlichen Versorgung Hilfe benötigen. Die Hilfe muss mindestens drei Stunden/Tag in Anspruch nehmen.

*Pflegestufe 3: = Schwerstpflegebedürftige,*

das sind Personen, die bei der Körperpflege, der Ernährung oder der Mobilität rund um die Uhr, auch nachts, der Hilfe bedürfen und zusätzlich mehrfach in der Woche Hilfe bei der hauswirtschaftlichen Versorgung benötigen. Die Hilfe muss mindestens fünf Stun-

den/Tag in Anspruch nehmen. Eine Befragung zu den diagnostizierten Vorerkrankungen soll einen Abgleich zwischen den Informationen aus den Krankenakten und den aus dem Fragebogen gewonnenen Informationen des Patienten ermöglichen. Die letzten sieben Fragen decken nochmals alle Dimensionen ab: die körperliche Funktionsfähigkeit, die körperliche Rollenfunktion, den körperlichen Schmerz, die allgemeine Gesundheitswahrnehmung und die kognitive Beeinträchtigung. Alle sieben Fragen orientieren sich am Format der Likert-Skala. Der Studienteilnehmer wird gebeten, die Einschränkung des täglichen Treppesteigens sowie der Verrichtung von Hausarbeit (Bücken, Säugen, Heben etc.) einzuschätzen. Hierbei soll eine Aussage über die körperliche Funktionsfähigkeit des Individuums getroffen werden. Auch die Abhängigkeit von Hilfestellungen beim wöchentlichen Einkauf wird erfragt. Eine Befragung zur Einschränkung der morgendlichen Hygiene bzw. des morgendlichen Ankleidens sowie die Frage zur Hausarbeit sollen dabei helfen, die körperliche Rollenfunktion sowie die Abhängigkeit von anderen Personen bei der Verrichtung dieser Tätigkeiten zu erfassen. Zur Evaluation der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung wird der Patient ein zweites Mal nach seinem derzeitigen Allgemeinbefinden befragt. Außerdem soll der Zusatz-Item „Veränderung der Gesundheit“ die Evaluierung der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung unterstützen. Hier gibt der Patient sein derzeitiges Allgemeinbefinden im Vergleich zu dem Jahr vor dem Eingriff an. Am Ende erhält der Studienteilnehmer nochmals die Möglichkeit, sich zur Einschränkung seiner Konzentrationsfähigkeit zu äußern.

### **2.4 Auswertung des Fragebogens**

Die erstellten Fragen wurden den jeweiligen Dimensionen der Lebensqualität zugeordnet, nach Absolut- bzw. Relativverteilung ausgewertet und auf Signifikanz überprüft. Des Weiteren erfolgte eine Zuteilung der Patienten entsprechend dem individuellen Grad der modifizierten Rankin-Skala (mRS).

#### **2.4.1 Auswertung nach der modifizierten Rankin-Skala (mRS)**

Die mRS ist eine der am häufigsten verwendeten Skalen zur Evaluierung des neurologischen Zustandes bzw. des Grades der Behinderung. Anhand des Fragebogens konnte der Patient von unseren Mitarbeitern einem der sechs Grade des mRS zugeordnet werden.

Grad	Symptome
0	Keine Symptome
1	Keine wesentliche Funktionseinschränkung trotz Symptomen; kann alle gewohnten Aufgaben und Aktivitäten verrichten
2	Geringgradige Funktionseinschränkung: unfähig, alle früheren Aktivitäten zu verrichten, Patient ist aber in der Lage, eigene Angelegenheiten ohne Hilfe zu erledigen
3	Mäßiggradige Funktionseinschränkung: Patient bedarf einiger Unterstützung, ist aber in der Lage, ohne Hilfe zu gehen
4	Mittelschwere Funktionseinschränkung: unfähig, ohne Hilfe zu gehen und unfähig, ohne Hilfe für die eigenen körperlichen Bedürfnisse zu sorgen
5	Schwere Funktionseinschränkung: bettlägerig, inkontinent, Patient bedarf ständiger Pflege und Aufmerksamkeit
6	Tod

**Tabelle 3:** Modifizierte Rankin-Skala (übernommen aus: Bonita und Beaglehole 1988, S.1497)

Folgende Aspekte der aktuellen Lebenssituation des Patienten, die mit dem Fragebogen erfasst wurden, dienen der Zuordnung zum individuellen mRS-Grad:

Keine Beschwerden:

Zeigte ein Patient aktuell keinerlei Beschwerden, so wurde er dem mRS-Grad 0 zugeteilt.

Subjektive Beeinträchtigungen:

Ist es bei dem Patienten durch die Erkrankung zu vorher nicht vorliegenden unspezifischen Beschwerden wie Kopfschmerzen, Konzentrationsstörungen, Orientierungsstörungen, Kurz- oder Langzeitgedächtniseinschränkungen oder Schwindel gekommen, so erhielt er den mRS-Grad 1.

Unabhängigkeit im Haus:

Zeigten sich die Patienten bezüglich der Aktivität im Haus wie Hausarbeit und die Versorgung der eigenen körperlichen Bedürfnisse, als eingeschränkt, wurde dem Patienten, je nach Ausmaß der Einschränkung, mRS-Grad 2-3 zugesprochen.

Unabhängigkeit außerhalb des Hauses:

Gibt der Befragte an, seit dem Erkrankungsereignis seine Einkäufe nicht mehr selbstständig erledigen zu können, so ergibt das, je nach Ausmaß der Einschränkung, ebenfalls

den mRS-Grad 2 bis 3.

### Mobilitätseinschränkung:

Gibt der Patient einen Zustand der eingeschränkten Mobilität an und bedarf beispielweise einer Unterstützung beim täglichen Treppesteigen, ist aber sonst überwiegend mobil, so wird er, je nach Ausmaß der Einschränkung, zwischen dem mRS-Grad 3 und dem mRS-Grad 4 eingestuft. Ist der Patient so sehr in seiner Mobilität eingeschränkt, dass er unfähig ist, ohne Hilfe zu gehen und für die eigenen körperlichen Bedürfnisse zu sorgen, so wird er dem mRS-Grad 4 zugeteilt. Ist der Patient bettlägerig bzw. von ständiger Pflege abhängig, entspricht er dem mRS-Grad 5.

## **2.5 Ethik**

Die Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen prüfte und bestätigte das Forschungsvorhaben, welches gemäß der von der 52. Generalversammlung des Weltärztebundes in Edinburgh revidierten Deklaration von Helsinki aus dem Jahre 2000 durchgeführt wurde (mit aktueller Revision vom Oktober 2008 in Seoul).

## **2.6 Statistik**

Die Verteilung kategoriieller und ordinaler Parameter wurde mittels absoluter und relativer Häufigkeiten dargestellt. Für ordinale Skalen wurden zudem Gruppenmittelwerte (+/- Standardabweichung) angegeben. Ferner wurden die Häufigkeitsverteilungen mit Balkendiagrammen dargestellt. Zwischen den Behandlungsgruppen „Clip“ und „Coil“ wurden die kategoriiellen Parameter mit Pearson's Chi<sup>2</sup>-Test verglichen, für Skalenparameter wurde der Mann-Whitney-U-Test (2 Gruppen) bzw. der Kruskal-Wallis-Test (3 Gruppen) angewandt. Alle Tests wurden auf einem Signifikanzniveau von fünf Prozent durchgeführt. Alle Analysen wurden mit der Statistiksoftware STATISTICA (Version 10, StatSoft) durchgeführt. Die Grafiken wurden mit STATISTICA und dem Tabellenverarbeitungsprogramm Excel (Version 14.2.5, Microsoft) erstellt.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Allgemeine Daten

Das Patientenkollektiv dieser Studie umfasste eine Gesamtanzahl von 182 Patienten. Die Geschlechterverteilung betrug 121 (66,5%) Frauen gegenüber 61 Männern (33,5%). Das Alter der Patienten betrug im Mittel 55,4 Jahre  $\pm$  13,48 Jahre. Der jüngste Studienteilnehmer war 21 Jahre, der älteste Patient 82 Jahre alt (Median=54; min=21, max=82). Insgesamt wurden 211 Aneurysmen behandelt, die sich wie folgt auf die Lokalisationsstellen im Gefäßsystem verteilen ließen. Die Mehrheit der behandelten Aneurysmen befand sich an Gefäßen der vorderen Zirkulation (84%). Hierbei verteilen sich die Aneurysmen zu etwa 33 Prozent auf den anterioren Komplex (ACoA/ACA mit *A. pericallosa*), zu 30 Prozent auf die ACM und zu 21 Prozent auf die ACI. Das hintere Stromgebiet war am seltensten betroffen. Die in diesem Gebiet vertretenen Arterien machten einen Gesamtanteil von 16 Prozent aus.

Lokalisation	Gesamt (n=211)	Prozent (%)
A. communicans anterior	53	25,1
A. cerebri anterior	10	4,7
A. pericallosa	7	3,3
A. cerebri media	64	30,3
A. carotis interna	44	20,9
A. communicans posterior	7	3,3
A. cerebri posterior	4	1,9
A. inf. post. Cerebelli	6	2,9
A. basilaris	10	4,7
A. vertebralis	6	2,9

**Tabelle 4:** Häufigkeitsverteilung der Aneurysmen (absolute und relative) auf die Lokalisationsstellen. Grau hinterlegte Arterien stellen den anterioren Komplex dar.

## Ergebnis

Die mittlere Aneurysmagröße differierte zwischen dem kleinsten Aneurysma (2,5 mm) und dem größten Aneurysma (25 mm) bei einem Median von 8,00 mm (min=2,5; max=25; MW=9,26 ± 5,29). Patienten, die aufgrund einer SAB behandelt wurden, zeigten eine mediane Aneurysmagröße von 7,5 mm (min=2,5; max=25; MW=8,5 ± 4,93). Studienteilnehmer mit innocentem Aneurysma hatten einen medianen Durchmesser von 8,5 mm (min=2,5; max=25; MW=10,52 ± 6,37). Von den 182 Patienten wurden 76 (41,8%) ausschließlich neurochirurgisch und 85 (46,7%) ausschließlich neuroradiologisch versorgt. Insgesamt 21 (11,5%) Patienten wurden im Verlauf mit beiden Therapieverfahren behandelt, wobei der zeitliche Abstand zwischen den Eingriffen nicht berücksichtigt wurde. Insgesamt 21 Patienten (11,5%) verstarben, davon elf (11/76, 14,5%) nach neurochirurgischem Eingriff und zehn (10/85, 11,8%) nach endovaskulärem Verfahren. Die verstorbenen Patienten wurden alle aufgrund einer SAB therapiert. Die folgenden Auswertungen beziehen sich nur auf die 161 Patienten, die ausschließlich neurochirurgisch oder neuroradiologisch therapiert wurden: Clip (n=76); Coil (n=85;  $\Sigma=161$ ). Die Patienten, die sowohl offen chirurgisch als auch endovaskulär behandelt wurden (n=21), werden gesondert vorgestellt (siehe Kapitel 3.3).

### 3.2 Vergleich zwischen Clipping und Coiling

Im Folgenden wird erneut auf die allgemeinen Daten eingegangen. Diesmal beziehen sich die Ergebnisse jedoch nicht auf das gesamte Studienkollektiv, sondern nur auf die Patienten, die eines der beiden Verfahren erhielten.

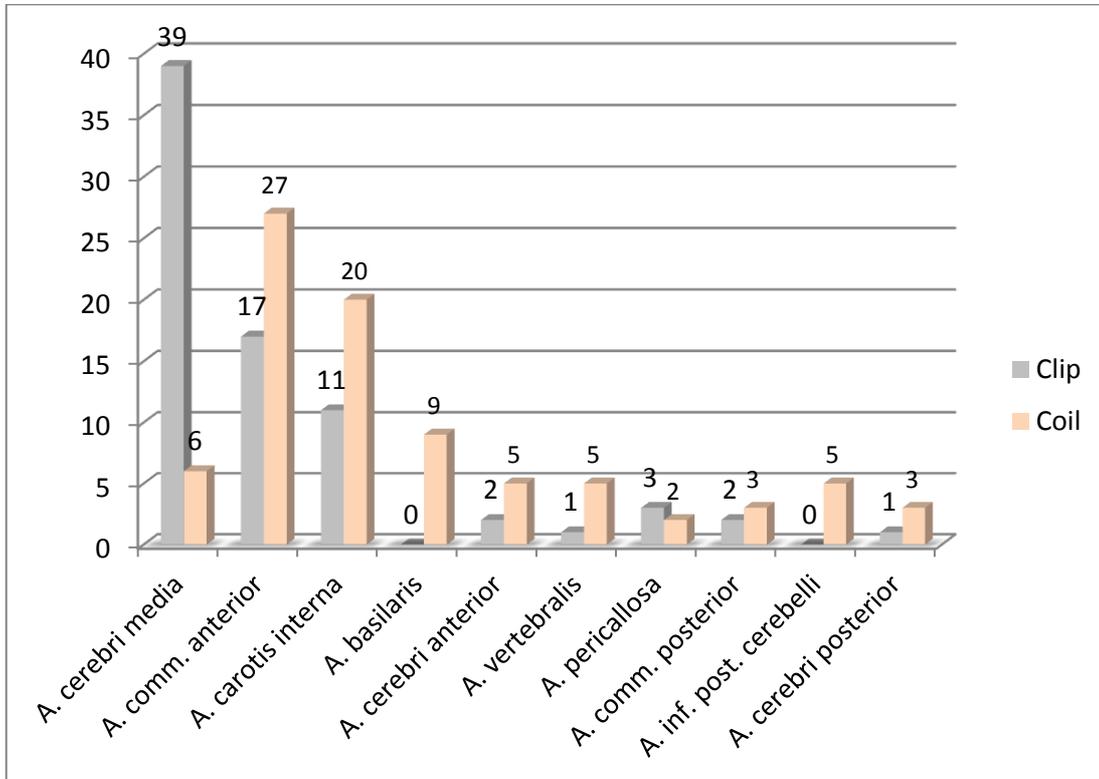
#### 3.2.1 Lokalisation

Bei dem Patientenkollektiv verhält sich die Verteilung der Lokalisationsstellen überwiegend analog zur bereits vorgestellten Verteilung im gesamten Studienkollektiv. Bei der Gegenüberstellung von Behandlungsverfahren und Lokalisationsstellen lässt sich ein signifikanter Zusammenhang erkennen: Patienten, die an einem Aneurysma in der ACM erkrankten, wurden in 87 Prozent (n=39) der Fälle neurochirurgisch versorgt, im Stromgebiet der A. basilaris hingegen wurden Aneurysmen zu 100 Prozent (n=9) neuroradiologisch behandelt (siehe Tabelle 5; Abbildung 4).

## Ergebnis

Lokalisation	Gesamt	%	Clip	%	Coil	%
A. communicans anterior	<b>44</b>	<b>27,3</b>	17	38,6	27	61,4
A. cerebri anterior	<b>7</b>	<b>4,4</b>	2	28,6	5	71,4
A. pericallosa	<b>5</b>	<b>3,1</b>	3	60,0	2	40,0
A. cerebri media	<b>45</b>	<b>27,9</b>	39	86,7	6	13,3
A. carotis interna	<b>31</b>	<b>19,3</b>	11	35,5	20	64,5
A. communicans posterior	<b>5</b>	<b>3,1</b>	2	40,0	3	60,0
A. cerebri posterior	<b>4</b>	<b>2,5</b>	1	15,0	3	75,0
A. inf. post. Cerebelli	<b>5</b>	<b>3,1</b>	0	0,0	5	100,0
A. basilaris	<b>9</b>	<b>5,6</b>	0	0,0	9	100,0
A. vertebralis	<b>6</b>	<b>3,7</b>	1	16,7	5	83,3

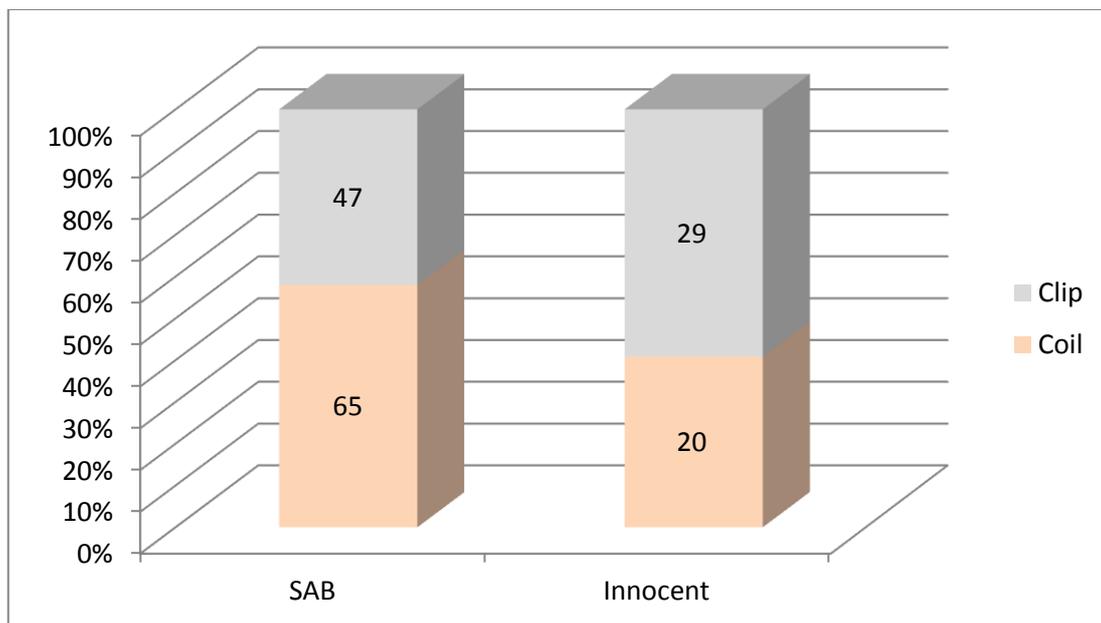
**Tabelle 5:** Häufigkeitsverteilung der Aneurysmen (absolute und relative) auf die Lokalisationsstellen in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Grau hinterlegte Arterien stellen den anterioren Komplex dar.



**Abbildung 5:** Absolute Häufigkeitsverteilung der Aneurysmen auf die Lokalisationsstellen in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren.

### 3.2.2 Klinische Präsentation

Zur genaueren Analyse wurden Untergruppen gebildet. Patienten, die notfallmäßig (SAB) behandelt wurden, wurden getrennt von denjenigen betrachtet, die einen elektiven Eingriff (innocent) bei nicht blutenden, zufällig entdeckten oder anderweitig auffälligen Aneurysmen (z.B. ophthalmoplegisches Aneurysma) erhielten. Die Versorgung von SAB-Patienten erfolgte öfter durch das neuroradiologische Verfahren. Innocente Aneurysmen wurden eher mit dem chirurgischen Verfahren behandelt (siehe Tabelle 6).



**Abbildung 6:** Prozentuale (Balkenhöhe) und absolute Verteilung (Balkenbeschriftung) der durchgeführten Behandlungsverfahren in Bezug auf den klinischen Zustand bei Aufnahme (SAB/innocent).

Behandlungsverfahren	Subarachnoidalblutung		p-Wert (Clip/Coil)
	ja (112)	nein (49)	
Clip (n=76)	47 (42,0%)	29 (59,2%)	0,0440
Coil (n=85)	65 (58,0%)	20 (40,8%)	

**Tabelle 6:** Häufigkeitsverteilung der Subarachnoidalblutung bei Aufnahme (absolut und relativ) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

### 3.2.3 Geschlechterverteilung und Patientenalter

Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug im Mittel 54,29 Jahre  $\pm$  13,82 (Median=53, min=21, max=82). Das durchschnittliche Alter in der neurochirurgischen Gruppe betrug 56,22 Jahre  $\pm$  13,83 (Median=55, min=21, max=82), das des neuroradiologischen Kollektivs 52,56 Jahre  $\pm$  13,67 (Median=51; min=22, max=76). In Bezug auf das Behandlungsverfahren zeigte das Geschlecht keinen statistischen Zusammenhang. Männer wurden eher neuroradiologisch behandelt. Bei Frauen zeigte sich eine ausgeglichene Verteilung der angewandten Behandlungsverfahren (siehe Tabelle 7). Das Alter der Frauen betrug im Mittel 56,57 Jahre  $\pm$  13,74 (Median=55, min=22, max=82). Das Alter der Männer lag im Mittel bei 50,14 Jahren  $\pm$  13,09 (Median=49, min=21, max=76).

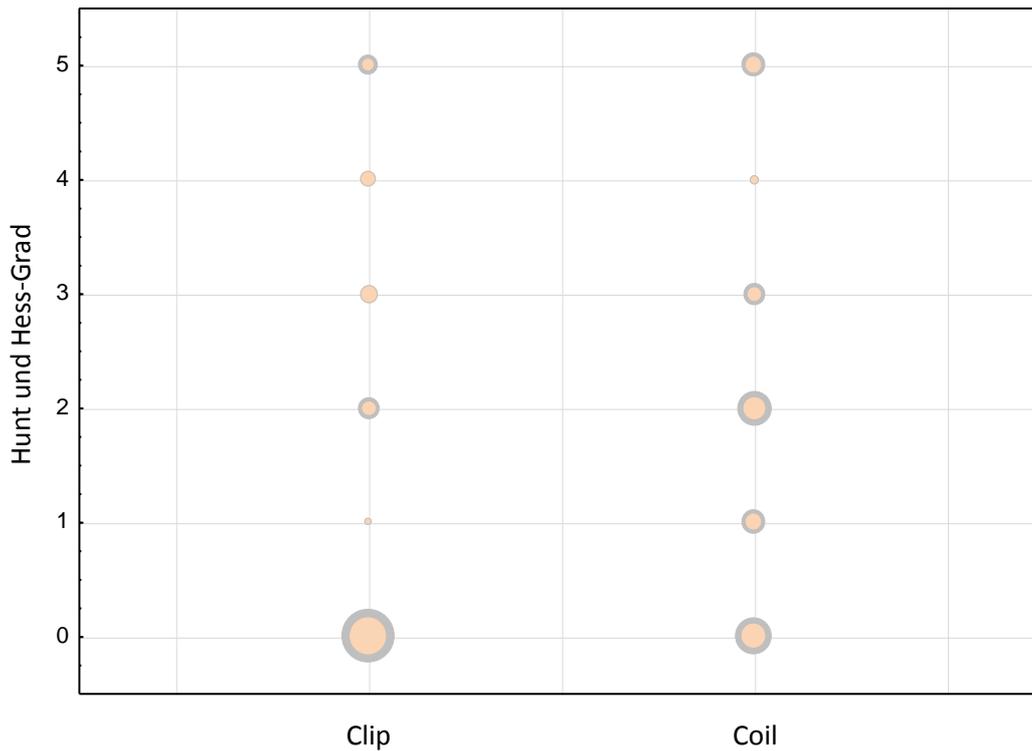
Geschlecht	Behandlungsart (n=161)		p-Wert (Clip/Coil)
	Clip (n=76)	Coil (n=85)	
weiblich (n=104)	52 (50,0%)	52 (50,0%)	P=0,3373
männlich (n=57)	24 (42,1%)	33 (57,9%)	

**Tabelle 7:** Häufigkeitsverteilung des Geschlechts (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

### 3.2.4 Symptomatischer Zustand des Patienten bei Aufnahme

Die Graduierung des klinischen Bildes des Patienten bei Aufnahme folgte dem Schema von H&H und zeigte folgende Häufigkeitsverteilung. Solche Patienten, die mit einem inzidentellen Aneurysma (H&H-Grad 0) in die Klinik kamen, wurden eher neurochirurgisch versorgt. Patienten mit klinischem H&H-Grad 1 und 2 erhielten überwiegend eine neuroradiologische Behandlung. Die Verteilung von Patienten mit H&H-Grad 3 verhielt sich relativ ausgeglichen. Patienten mit H&H-Grad 4 wurden häufiger offen chirurgisch behandelt. Solche Patienten, deren Zustand bei Aufnahme einem H&H-Grad 5 zugeordnet werden konnte, erhielten in 44,0 Prozent der Fälle eine operative Behandlung und in 56 Prozent der Fälle eine interventionelle Versorgung.

## Ergebnis



**Abbildung 7:** Vergleich der klinischen Symptomatik bei Aufnahme (nach H&H) zwischen den beiden Behandlungsverfahren (Clip und Coil) in Form des Scatter Plots (Bubble-chart).

Symptomatik (H&H)	Behandlungsart (n=161)	
	Clip (n=76)	Coil (n=85)
Grad 0 (n=49)	29 (59,2%)	20 (40,8%)
Grad 1 (n=19)	5 (26,3%)	14 (73,7%)
Grad 2 (n=31)	12 (38,7%)	19 (61,3%)
Grad 3 (n=22)	10 (45,5%)	12 (54,5%)
Grad 4 (n=15)	9 (60,0%)	6 (40,0%)
Grad 5 (n=25)	11 (44,0%)	14 (56,0%)

**Tabelle 8:** Vergleich der klinischen Symptomatik bei Aufnahme (nach H&H; absolute und relative) zwischen den beiden Behandlungsgruppen (Clip und Coil).

Obwohl die Absolutzahlen differieren, zeigte sich bei der Varianzanalyse kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Behandlungsverfahren und dem H&H-Grad (siehe Tabelle 9). Trotz des ordinalen Charakters der folgenden Kreuztabelle wurde der Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung mit aufgeführt.

## Ergebnis

H&H	Behandlungsart (n=161)		p-Wert (Clip/Coil)
	Clip (n=76)	Coil (n=85)	
Mittelwert +/- SD	1,97 ± 1,88	2,14 ± 1,74	0,1503
Median (min, max)	2,00 (0,00; 5,00)	2,00 (0,00; 5,00)	

**Tabelle 9:** Vergleich der klinischen Symptomatik bei Aufnahme (H&H) zwischen den beiden Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Statistische Berechnung nach dem Mann-Whitney-U-Test (keine Normalverteilung).

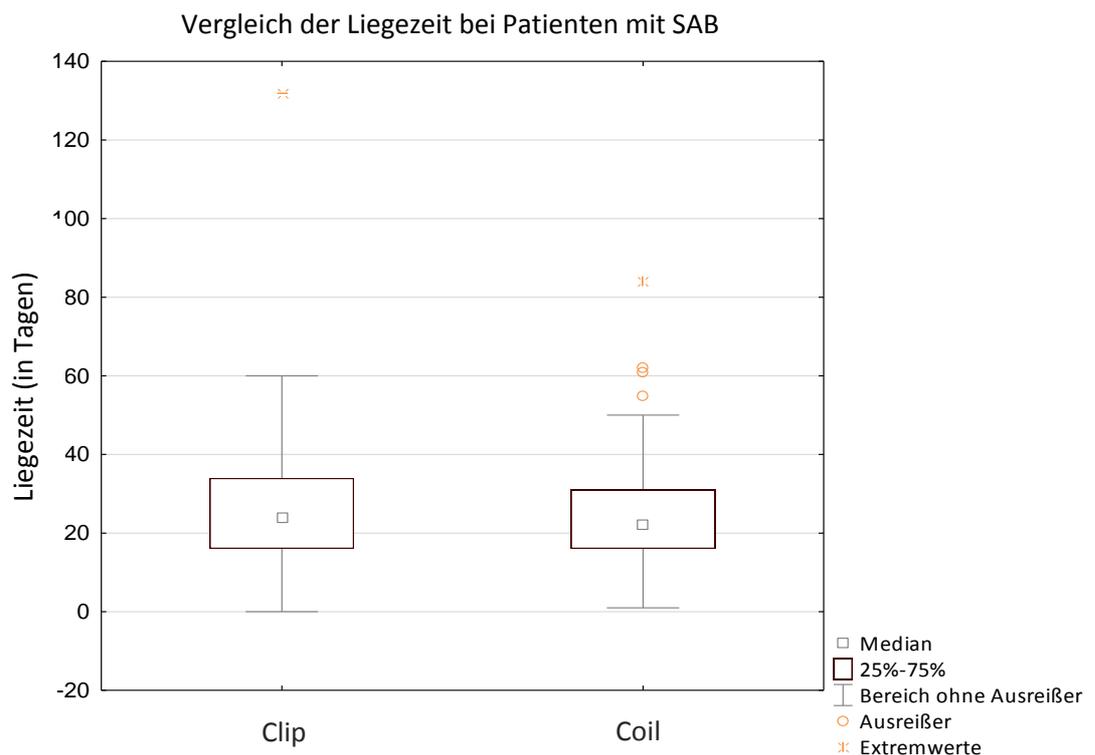
### 3.2.5 Liegezeit (in Tagen) und stationäre Komplikationsraten

Bei der Ermittlung der stationären Komplikationen überwogen vor allem Komplikationen mit neurologischer Symptomatik, die einen Gesamtanteil von 67,2 Prozent (Anteil an allen Komplikationen) ausmachten, darunter vor allem fokal-neurologische Defizite ischämischer Genese (Vasospasmus), Hydrozephalus, Rezidivblutung, Hirnödem oder Entwicklung eines intrazerebralen Hämatoms. Infektionsassoziierte Komplikationen, wie bakterielle Infektionen, Pneumonien, Emyem-Bildung oder Wundheilungsstörungen, machten den zweitgrößten Anteil (17,3%) an Komplikationen aus. Am dritthäufigsten kam es zu Folgeerscheinungen kardialer Genese (8,5%). Darunter dominierten Rhythmusstörungen wie Tachyarrhythmien, AV-Block Grad 2 und 3 und Asystolie. Weitere stationäre Komplikationen, hervorzuheben das Hirnorganische Psychosyndrom (HOPS), traten eher seltener auf und machten lediglich 6,9 Prozent aller Komplikationen aus. Zwischen dem neurochirurgischen und dem neuroradiologischen Verfahren zeigte sich in Bezug auf die stationäre Komplikationsrate kein signifikanter Unterschied, weder in der Gruppe der SAB-Patienten noch in der Gruppe der behandelten innocenten Aneurysmen.

Die stationäre Liegedauer unterlag einer hohen Schwankungsbreite; ausgehend vom Minimum (verstorbener Patient) bis hin zu einem Maximum von 132 Tagen. Aufgrund der Extremwerte und der großen Zahl statistischer Ausreißer (siehe Abbildung 7 und 8) war es angezeigt, den Median als Vergleichsparameter zu verwenden. Die mediane Liegezeit aller erfassten Studienteilnehmer (n=182) betrug 18,5 Tage (min=0; max=132; MW=22,82 ± 16,55). Patienten mit einer SAB hatten eine mediane Liegezeit von 22 Tagen (min=0, max=225; MW=25,68 ± 17,77), Patienten mit einem innocenten Aneurysma eine mediane Liegezeit von 13 Tagen (min=4, max=59; MW=16,32 ± 11,02). In der neurochirurgischen Gruppe lag die mediane Liegedauer nach SAB bei 24 Tagen

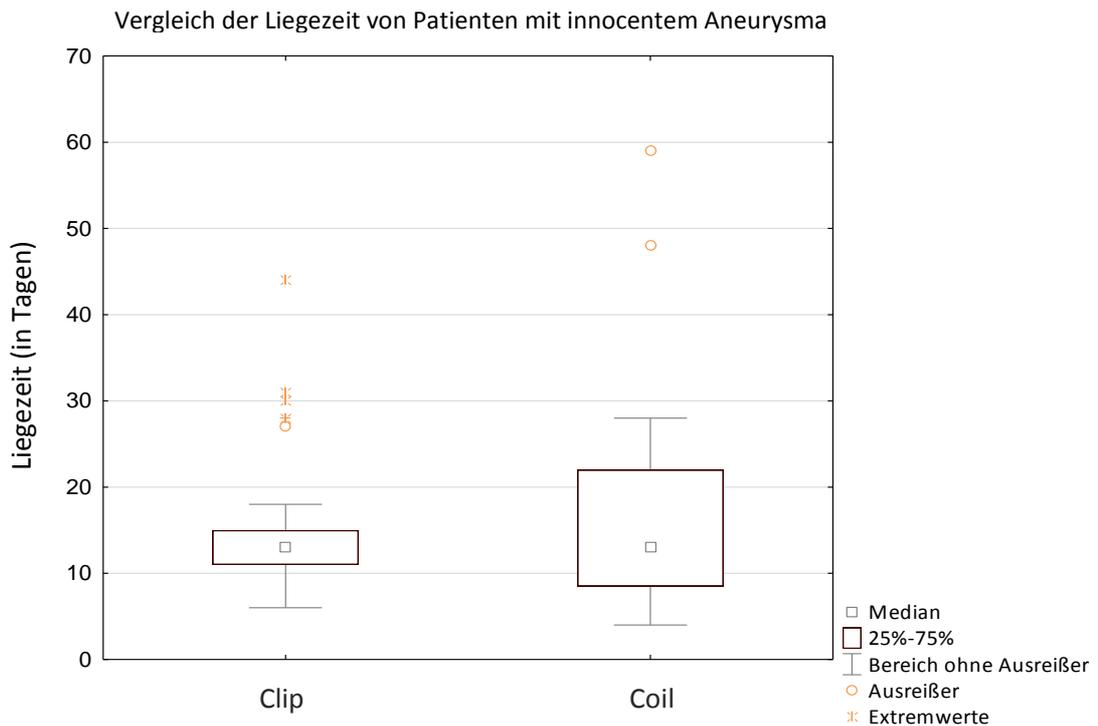
## Ergebnis

(min=0, max=132; MW=27,34 ± 18,17) im Vergleich zu den neuroradiologisch behandelten SAB-Patienten mit 22 Tagen (min=1, max=84; MW=24,62 ± 15,07). Patienten mit innocentem Aneurysma lagen nach offen-chirurgischem Eingriff bei einer medianen Dauer von 13 Tagen (min=6, max=44; MW= 15,62 ± 8,43) genauso lange wie endovaskulär therapierte Studienteilnehmer (min=4, max=59; MW=17,35 ± 14,14). Sowohl bei elektiven Eingriffen als auch nach SAB verhielt sich die Liegedauer unabhängig von der Behandlungsart (SAB: p=0,6418, innocent: p=0,8013).



**Abbildung 8:** Liegezeit (in Tagen) von SAB-Patienten in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren. Die Ausreißer liegen bei 27 Tagen (Clip) und 55, 62 und 63 Tagen (Coil). Die Extremwerte liegen bei 132 Tagen (Clip) und 84 Tagen (Coil).

## Ergebnis



**Abbildung 9:** Liegezeit (in Tagen) von Patienten mit innocentem Aneurysma in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren. Die Ausreißer liegen bei 27 Tagen (Clip) und 48, 59 Tagen (Coil). Die Extremwerte liegen bei 28, 30, 31 und 44 Tagen (Clip).

### 3.2.6 Fragebogenauswertung

Insgesamt wurde der Fragebogen von 95 Patienten beantwortet. Von diesen wurden an der UMG 41 Prozent (n=39) neurochirurgisch und 45,3 Prozent (n=43,  $\Sigma=82$ ) neuroradiologisch therapiert. Weitere 13 (13,7%) der 95 Patienten erhielten sowohl eine neurochirurgische als auch eine neuroradiologische Behandlung. Dieses Kollektiv wird am Ende des Ergebnisteils separat aufgeführt (Kapitel 3.3) und nicht in die folgenden Häufigkeitsverteilungen integriert.

#### 3.2.6.1 Vorerkrankungen

Bei etwa der Hälfte aller behandelten Patienten (53,1%) bestand zumindest eine Vorerkrankung, was sich nahezu identisch in den Behandlungsgruppen reproduzieren lässt (Clipping: 53,8%, n=21; Coiling 52,4%; n=22). Insgesamt 48,2 Prozent der Patienten hatten eine arterielle Hypertonie. Diabetes Mellitus Typ 2 lag eher selten vor (4,7%). Weitere Vorerkrankungen wurden tabellarisch ergänzt und können im Anhang eingesehen werden (siehe Tabelle 37). Darunter waren die koronare Herzerkrankung (n=5), Depression (n=5) und Migräne (n=4) am häufigsten vertreten.

**3.2.6.2 Rehabilitation**

Insgesamt 79 der 82 Studienteilnehmer äußerten sich zur Rehabilitation. Beinahe 70 Prozent der Patienten wurden nach dem Eingriff in einer rehabilitativen Einrichtung betreut, die Mehrheit stellte die chirurgische Gruppe (siehe Tabelle 10). Diejenigen, die sich einer Rehabilitation unterzogen, wurden mit Ausnahme eines Patienten stationär behandelt. Patienten mit innocentem Aneurysma benötigten deutlich seltener eine Anschlussbehandlung (41,9%) und gingen nach einem neurochirurgischen Eingriff deutlich öfter in eine rehabilitative Einrichtung als nach einer neuroradiologischen Intervention ( $p=0,0113$ ).

Rehabilitation		Behandlungsart (n=79)		p-Wert (Clip/Coil)
		Clip (n=39)	Coil (n=40)	
stationär (n=53)		29 (74,4%)	24 (60,0%)	0,1417
ambulant (n=1)		1 (2,5%)	0 (0,0%)	
nein (n=25)		9 (23,1%)	16 (40,0%)	
SAB	stationär	18 (90,0%)	22 (78,6%)	0,2525
	ambulant	1 (5,0%)	0 (0,0%)	
	nein	1 (5,0%)	6 (21,4%)	
innocent	stationär	11 (57,9%)	2 (16,7%)	0,0113
	ambulant	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
	nein	8 (42,1%)	10 (83,3%)	

**Tabelle 10:** Verteilung der Rehabilitationsaufenthalte (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil) und der klinischen Präsentation bei Aufnahme (SAB und innocent).

Aufgrund der großen Schwankungsbreite zwischen Minimal- und Maximalwerten ist es bei der Interpretation der Rehabilitationswerte (in Wochen) sinnvoll, neben der Darstellung des mittleren Wertes auch den Median zu betrachten. Die gesamte durchschnittliche Rehabilitationsdauer aller Studienteilnehmer betrug im Mittel 7,48 Wochen  $\pm$  8,67 (Median=4; min=2, max=48). Neurochirurgisch behandelte Patienten blieben in der Regel 8 Wochen  $\pm$  8,89 (Median=4, min=3, max=48); die durchschnittliche Reha-Dauer der neuroradiologisch behandelten Patienten betrug 6,5 Wochen  $\pm$  6,95 (Median=4, min=2, max=28).

### 3.2.6.3 Zufriedenheit des Patienten mit der Behandlung

Die Fragen nach der Zufriedenheit des Patienten mit dem Eingriff an sich (Zufriedenheit mit der Behandlungsmethode) sowie nach der gesamten Therapie (Operation/Eingriff, stationärer Aufenthalt, Aufenthaltsdauer, etc.) wurden von allen 82 Studienteilnehmern beantwortet. Außerdem gab ein Angehöriger eines mittlerweile verstorbenen Patienten Auskunft über die Zufriedenheit dieses Patienten. Sowohl die Gruppe der neurochirurgisch als auch der neuroradiologisch behandelten Patienten war zu 100 Prozent mit dem Eingriff zufrieden.

Zufriedenheit mit Eingriff	Behandlungsart (n=82+1)		p-Wert (Clip/Coil)
	Clip (n=39+1)	Coil (n=43)	
ja (n=83)	40 (100,0%)	43 (100,0%)	1,0000
nein (n=0)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	

**Tabelle 11:** Verteilung der Zufriedenheit mit dem Eingriff (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

Zu der individuellen Zufriedenheit mit der Gesamtbehandlung äußerten sich die Studienteilnehmer wie folgt. Bis auf zwei Studienteilnehmer gaben alle Patienten an, mit der Gesamtbehandlung an der UMG zufrieden zu sein. Jeweils ein Studienteilnehmer der beiden Behandlungsgruppen zeigte sich unzufrieden mit seiner Gesamtbehandlung, begründete seine Antwort jedoch nicht.

Gesamtzufriedenheit	Behandlungsart (n=82+1)		p-Wert (Clip/Coil)
	Clip (n=39+1)	Coil (n=43)	
ja (n=81)	39 (97,5%)	42 (97,7%)	0,9587
nein (n=2)	1 (2,5%)	1 (2,3%)	

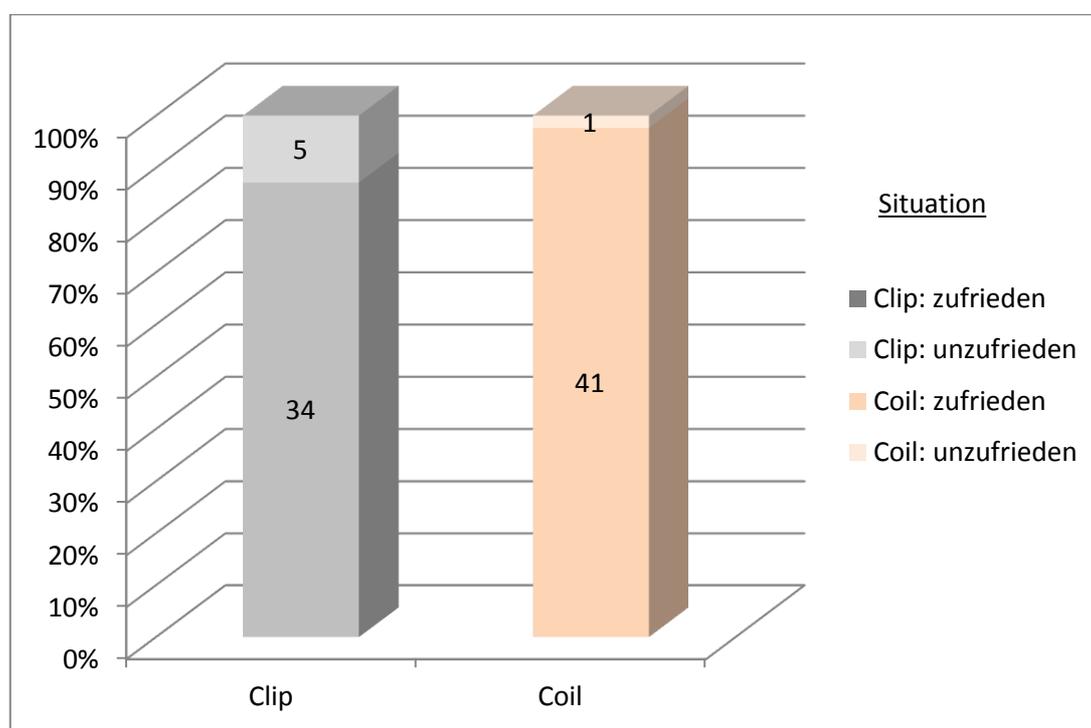
**Tabelle 12:** Verteilung der Gesamtzufriedenheit (gesamten Behandlung an der UMG) des Patienten (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

### 3.2.6.4 Zufriedenheit des Patienten mit der aktuellen Situation

Zur Ermittlung der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung erhielt der Studienteilnehmer die Gelegenheit, sich zu seiner derzeitigen Situation zu äußern. Diese Frage wurde von 81 der 82 Studienteilnehmer beantwortet. Der Großteil der Patienten beschrieb einen Zustand der Zufriedenheit (92,6%). Geclippte Patienten waren zu 87,2 Prozent

## Ergebnis

mit ihrer derzeitigen Situation zufrieden. Ihre Unzufriedenheit begründeten zwei Studienteilnehmer mit ihrer extremen Hilfsbedürftigkeit (Pfleigestufe 3), einer mit neurologischen Beschwerden (enorme Beeinträchtigung durch Parästhesien) und ein weiterer mit psychischen Beeinträchtigungen. Neuroradiologisch behandelte Patienten waren zu 97,6 Prozent mit ihrer derzeitigen Situation zufrieden. Der Patient, der angegeben hatte, unzufrieden zu sein, machte keine Angaben zur Ursache. Ein signifikanter Unterschied zwischen neurochirurgisch und neuroradiologisch therapierten Patienten war nicht ersichtlich, jedoch zeigte sich ein statistischer Trend zugunsten der gewickelten Patienten in der Gruppe der SAB-Patienten ( $p=0,0543$ ).



**Abbildung 10:** Zufriedenheit mit der derzeitigen Situation in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Darstellung in absoluter (Datenbeschriftung) und relativer Verteilung (Balkenhöhe).

Zufriedenheit mit Situation	Behandlungsart (n=81)		p-Wert (Clip/Coil)
	Clip (n=39)	Coil (n=42)	
ja (n=73)	34 (87,2%)	41 (97,6%)	Gesamt= 0,0730 SAB= 0,0543 innocent= 0,4192
jein (n=6)	5 (12,8%)	1 (2,4%)	

**Tabelle 13:** Verteilung der Zufriedenheit des Patienten mit der derzeitigen Situation (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

### 3.2.6.5 Postoperative/-interventionelle Beeinträchtigungen

Zur Ermittlung der gesundheitlichen Beschwerden und der kognitiven Beeinträchtigung erhielt der Patient nach dem Konzept der Mehrfachantwort die Möglichkeit, verschiedene vorgegebene Antwortmöglichkeiten anzukreuzen (vermehrter Kopfschmerz, Konzentrationsstörungen, Orientierungsstörungen, Schwindel, Wortfindungsstörungen, Gedächtnisstörungen).

Jeweils ca. ein Viertel der neurochirurgischen und neuroradiologisch behandelten Patienten gaben an, aktuell unter vermehrten Kopfschmerzen zu leiden.

Kopfschmerzen	Behandlungsart (n=82)		p-Wert (Clip/Coil)
	Clip (n=39)	Coil (n=43)	
ja (n=20)	10 (25,6%)	10 (23,3%)	0,8017
nein (n=62)	29 (74,4%)	33 (76,7%)	

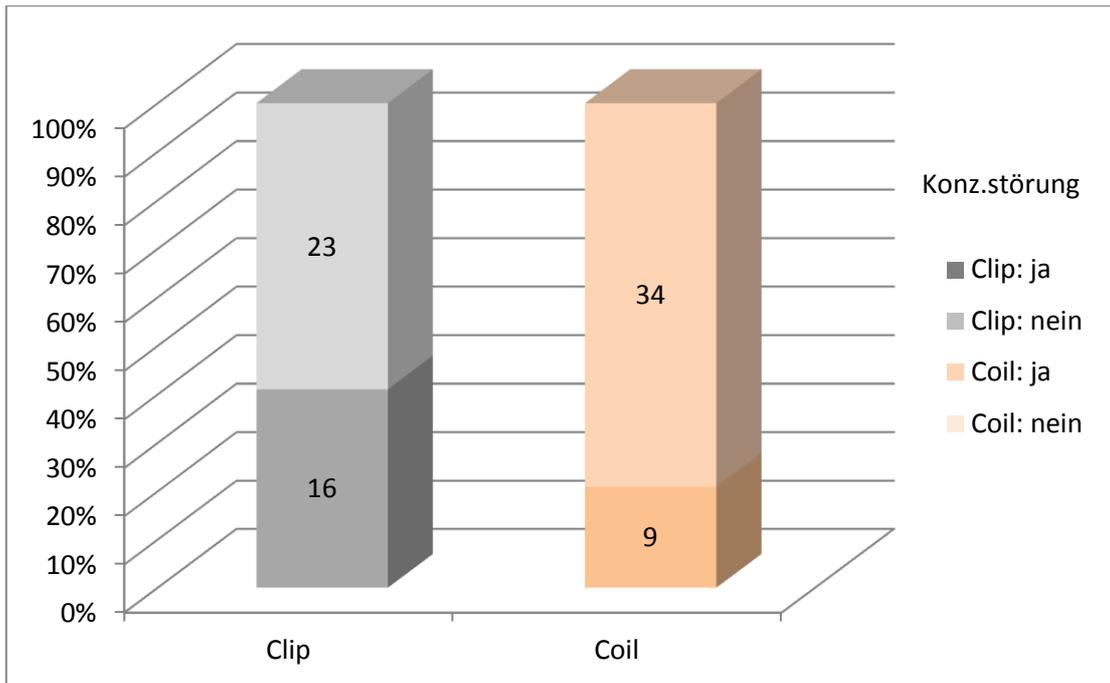
**Tabelle 14:** Verteilung der Kopfschmerz-Symptomatik (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

Chirurgisch behandelte Patienten gaben beinahe doppelt so häufig wie neuroradiologisch therapierte Studienteilnehmer an, an Konzentrationsstörungen zu leiden. Ein signifikanter Unterschied zeigte sich in der Gruppe der SAB-Patienten. Patienten mit innocentem Aneurysma beschrieben in beiden Gruppen etwa gleich häufig Konzentrationsstörungen.

Konzentrationsstörungen		Behandlungsart (n=82)		p-Wert (Clip/Coil)
		Clip (n=39)	Coil (n=43)	
ja (n=25)		16 (41,0%)	9 (20,9%)	0,0484
nein (n=57)		23 (59,0%)	34 (79,1%)	
SAB	ja	12 (60,0%)	7 (22,6%)	0,0069
	nein	8 (40,0)	24 (77,4%)	
innocent	ja	4 (21,1%)	2 (16,7%)	0,7633
	nein	15 (78,9%)	10 (83,3%)	

**Tabelle 15:** Verteilung der Konzentrationsstörung (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

## Ergebnis



**Abbildung 11:** Vergleich der Konzentrationsstörungen (absolute und relative) unter allen Patienten (SAB und innocent) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Darstellung in absoluter (Datenbeschriftung) und relativer Verteilung (Balkenhöhe).

Orientierungsstörungen, Schwindel und Wortfindungsstörungen wurden vergleichsweise selten genannt (verglichen mit anderen Beeinträchtigungen). Alle drei Folgerscheinungen wurden öfter von chirurgisch therapierten Patienten beschrieben. Ein signifikanter Unterschied ergab sich jedoch nicht.

Parameter	Behandlungsart (n=82)		p-Wert
	Clip (n=39)	Coil (n=43)	
Orientierungsstörungen			
ja (n=6)	4 (10,3%)	2 (4,6%)	0,3304
nein (n=76)	35 (89,7%)	41(95,4%)	
Schwindel			
ja (n=13)	8 (20,5%)	5 (11,6%)	0,2713
nein (n=69)	31 (79,5%)	38 (88,4%)	
Wortfindungsstörungen			
ja (n=5)	4 (10,3%)	1 (2,4%)	0,1572
nein (n=77)	35 (89,7%)	42 (97,6%)	

**Tabelle 16:** Verteilung von Schwindel, Orientierungs- und Wortfindungsstörungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

## Ergebnis

Gedächtnisstörungen erwiesen sich als eine der häufigsten Einschränkungen nach Aneurysmaversorgung (41,5%). Ein wesentlicher Unterschied zwischen geclippten und gecoilten Patienten war jedoch nicht ersichtlich, neurochirurgisch behandelte Patienten zeigten lediglich einen geringfügig höheren Anteil gegenüber den endovaskulär versorgten Patienten.

Gedächtnisstörungen	Behandlungsart (n=82)		p-Wert
	Clip (n=39)	Coil (n=43)	
ja (n=34)	18 (46,2%)	16 (37,2%)	0,4116
nein (n=48)	21 (53,8%)	27 (62,8%)	

**Tabelle 17:** Verteilung der Gedächtnisstörungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

In Bezug auf die Art der Gedächtnisstörung (Kurzzeit-/Langzeitgedächtnisstörung) zeigte sich das Kurzzeitgedächtnis vergleichsweise oft eingeschränkt. Die genaue Verteilung kann den folgenden Tabellen (18 und 19) entnommen werden. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den beschriebenen Variablen war in keiner der aufgeführten Konstellation ersichtlich.

Parameter	Behandlungsart (n=82)		p-Wert (Clip/Coil)
	Clip (n=39)	Coil (n=43)	
Kurzzeitgedächtnisstörung			0,2752
ja (n=32)	18 (46,2%)	14 (32,6%)	
nein (n=50)	21 (53,8%)	29 (67,4%)	
Langzeitgedächtnisstörung			0,2928
ja (n=7)	2 (5,1%)	5 (11,6%)	
nein (n=75)	37 (94,9%)	38 (88,4%)	

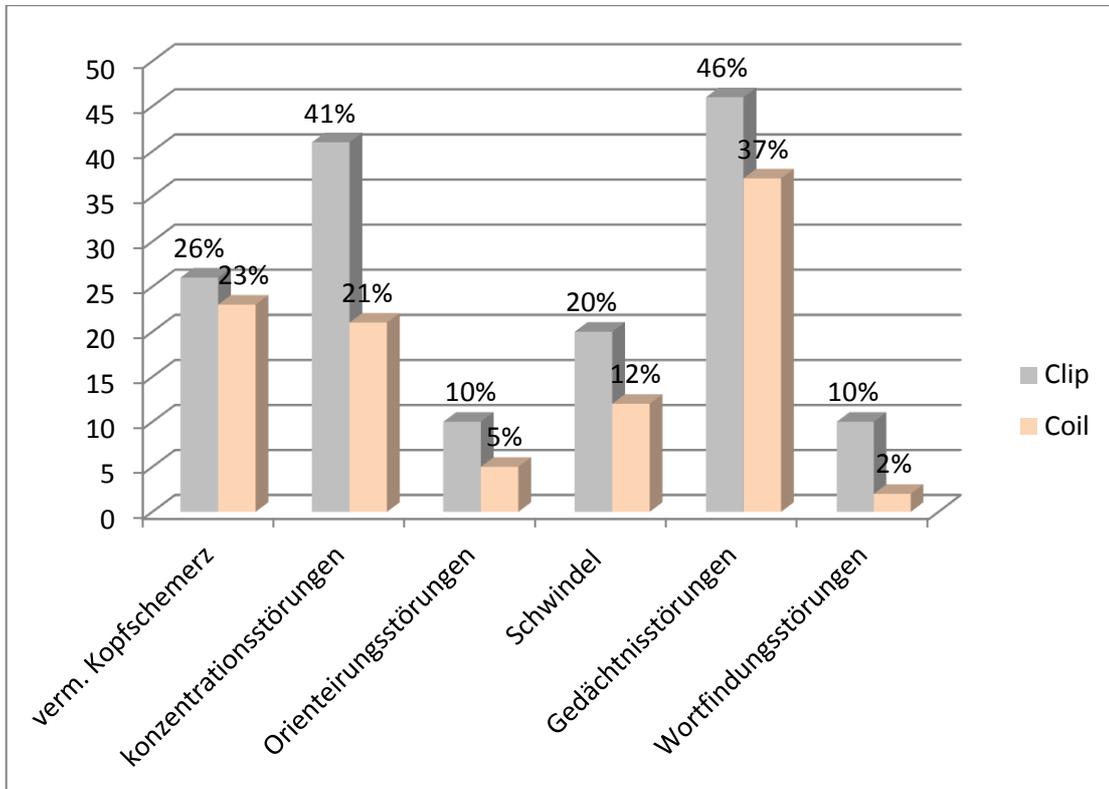
**Tabelle 18:** Verteilung der Kurz- und Langzeitgedächtnisstörung (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

Langzeit	Kurzzeit	Behandlungsart	
		Clip (n=18)	Coil (n=16)
Nein	ja	16 (88,9%)	11 (68,8%)
ja	ja	2 (11,1%)	3 (18,7%)
ja	nein	0 (0,0%)	2 (12,5)

**Tabelle 19:** Häufigkeitsverteilung der Konstellationen der Gedächtniseinschränkungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

## Ergebnis

Das folgende Balkendiagramm dient übersichtshalber dem Vergleich der in diesem Kapitel erhobenen Beeinträchtigungen in Abhängigkeit von den beiden Behandlungsverfahren.



**Abbildung 12:** Relativer Vergleich der ermittelten Beeinträchtigungen in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

Die Auswertung der Fragebogen-Textfelder zeigte folgende weitere Beeinträchtigungen: Kraftlosigkeit/Erschöpfung (n=4), Gleichgewichtsstörungen (n=4), Gefühl eines erhöhten Augendruckes/Sehschwierigkeiten (n=2). Die Häufigkeitsverteilungen, entsprechend der Behandlungsart, können Tabelle 20 entnommen werden. Es wurden ausschließlich solche Beeinträchtigungen aufgeführt, die von mindestens zwei Studienteilnehmern angegeben wurden.

Beeinträchtigung:	Gesamt	Clip	Coil
Kraftlosigkeit/Erschöpfung	4	2	2
Gleichgewichtsstörungen	4	2	2
Erhöhter Augendruck (Sehschwierigkeiten)	2	0	2

**Tabelle 20:** Auflistung und absolute Verteilung weiterer Beeinträchtigungen in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

### 3.2.6.6 Körperliche und kognitive Funktionsfähigkeit

Die Dimension der körperlichen Funktionsfähigkeit wurde anhand einer Befragung zur körperlichen Behinderung (motorische Behinderung, Sensibilitätsstörung, Seh- oder Höreinschränkung) ermittelt. In diesem Zusammenhang wurde erneut nach möglichen kognitiven Behinderungen im Sinne der Dimension der kognitiven Funktionseinschränkung gefragt. Von den 82 Patienten gaben vier an, bereits vor dem Eingriff eine Behinderung gehabt zu haben, darunter ein Patient mit Höreinschränkung, zwei mit Seheinschränkung und einer mit Mobilitäts-, Hör- und Seheinschränkung. Diese Behinderungen wurden dementsprechend nicht als neu aufgetretene Behinderungen gewertet und nicht mit in die Statistik aufgenommen.

Insgesamt 18 der 82 behandelten Patienten (22,0%) beschrieben mindestens eine neu aufgetretene körperliche Behinderung. Unter diesen dominierten geclippte Patienten mit einem geringfügig höheren Anteil (25,9%, n=10), verglichen mit endovaskulär Behandelten (18,6%, n=8). Die meisten dieser Patienten gaben dabei an, unter mehr als einer Behinderung zu leiden. Eine neu aufgetretene Behinderung im Sinne einer Gehörbeeinträchtigung wurde jedoch von keinem Patienten beschrieben.

Mobilitätseinschränkungen (17,1%, n=14) wurden fast ausschließlich nach SAB beobachtet. Die Mehrheit erwies sich mit einem nicht signifikanten Unterschied auf Seiten der chirurgisch Therapierten.

Mobilitätseinschränkung		Behandlungsart (n=82)		p-Wert (Clip/Coil)
		Clip (n=39)	Coil (n=43)	
ja (n=14)		8 (20,5%)	6 (14,0%)	0,4305
nein (n=68)		31 (79,5%)	37 (86,0%)	
SAB	ja	7 (35,0%)	6 (19,4%)	0,2107
	nein	13 (65%)	25 (80,6)	
innocent	ja	1 (5,2%)	0 (0,0%)	0,4192
	nein	18 (94,8%)	12 (100%)	

**Tabelle 21:** Verteilung der neu aufgetretenen Mobilitätseinschränkungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Weitere Einteilung der Positiv-Antworten in die Untergruppen SAB und innocent.

Sensibilitätseinschränkungen wurden ausschließlich nach SAB berichtet. Insgesamt neun der 82 (11%) Patienten beschrieben eine derartige Einschränkung, wobei der grö-

## Ergebnis

ßere Anteil auf Seiten der offen chirurgisch versorgten Patienten lag, ohne sich signifikant von den neuroradiologisch Therapierten zu unterscheiden.

Sensibilitäts- einschränkung		Behandlungsart (n=82)		p-Wert (Clip/Coil)
		Clip (n=39)	Coil (n=43)	
ja (n=9) nein (n=73)		6 (15,4%) 33 (84,6%)	3 (7,0%) 40 (93,0%)	0,2238
SAB	ja nein	6 (30,0%) 14 (70,0%)	3 (9,7%) 28 (90,3%)	0,0631
innocent	ja nein	0 (0,0%) 19 (100%)	0 (0,0%) 12 (100%)	1

**Tabelle 22:** Verteilung der neu aufgetretenen Sensibilitätseinschränkungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Weitere Einteilung der Positiv-Antworten in die Untergruppen SAB und innocent.

Eine Behinderung des Sehapparates wurde vergleichsweise selten beschrieben. Mit einer Ausnahme zeigten sich lediglich die Patienten mit rupturiertem Aneurysma (SAB) betroffen. Diese wurden in drei Fällen neurochirurgisch und in zwei Fällen neuroradiologisch versorgt.

Seheinschränkung		Behandlungsart (n=82)		p-Wert (Clip/Coil)
		Clip (n=39)	Coil (n=43)	
ja (n=6) nein (n=76)		4 (10,3%) 35 (89,7%)	2 (6,6%) 41 (95,4%)	0,3304
SAB	ja nein	3 (15,0%) 17 (85,0%)	2 (6,5%) 29 (93,5%)	0,3162
innocent	ja nein	1 (5,2%) 18 (94,8%)	0 (0,0%) 12 (100,0%)	0,4192

**Tabelle 23:** Verteilung der neu aufgetretenen Seheinschränkungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Weitere Einteilung der Positiv-Antworten in die Untergruppen SAB und Innocent.

Insgesamt 15 der 82 Patienten (18,3%) beschrieben eine kognitive Einschränkung. Bis auf eine Ausnahme wurden alle diese Patienten aufgrund einer SAB therapiert und waren bei signifikantem Unterschied zwischen den beiden Behandlungsmethoden (in der Gruppe der SAB-Patienten) vermehrt in der neurochirurgischen Gruppe vertreten.

## Ergebnis

Kogn. Behinderung		Behandlungsart (n=82)		p-Wert (Clip/Coil)
		Clip (n=39)	Coil (n=43)	
ja (n=15) nein (n=67)		9 (23,1%) 30 (76,9%)	6 (13,9%) 37(86,1%)	0,2859
SAB	ja	9 (45,0%)	5 (16,1 %)	0,0241
	nein	11 (55,0%)	26 (83,9)	
innocent	ja	0 (0,0%)	1 (8,3%)	0,2009
	nein	19 (100%)	11(91,7%)	

**Tabelle 24:** Verteilung der neu aufgetretenen kognitiven Behinderungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Weitere Einteilung der Positiv-Antworten in die Untergruppen SAB und innocent.

### 3.2.6.7 Pflegebedürftigkeit

Die Frage nach der Pflegestufe wurde von allen Patienten beantwortet. Insgesamt gaben 12 der 82 Patienten (14,6%) an, pflegebedürftig zu sein. Die Verteilung zwischen neurochirurgisch und neuroradiologisch behandelten Studienteilnehmern ergab ein ausgeglichenes Verhältnis. Keiner der 82 Patienten war bereits vor dem Eingriff pflegebedürftig. Alle neurochirurgisch versorgten Patienten mit Pflegebedürftigkeit wurden wegen einer SAB behandelt (siehe Tabelle 25). Bei den neuroradiologisch behandelten Patienten gab es neben den pflegebedürftigen SAB-Patienten einen pflegebedürftigen Patienten nach elektiver Versorgung eines innocenten Aneurysms (Pflegestufe 1). Zwischen der Pflegebedürftigkeit und dem Behandlungsverfahren bestand in keiner Konstellation ein signifikanter Zusammenhang.

Pflegebedürftig		Behandlungsart (n=82)		p-Wert (Clip/Coil)
		Clip (n=39)	Coil (n=43)	
ja (n=12) nein (n=70)		6 (15,4%) 33 (84,6%)	6 (14,0%) 37 (86,0%)	0,8894
SAB	ja	6 (30,0%)	5 (16,2%)	0,2649
	nein	14 (70,0%)	26 (83,8%)	
innocent	ja	0 (0,0%)	1 (8,3%)	0,2009
	nein	19 (100%)	11 (91,7%)	

**Tabelle 25:** Verteilung des Grades der Pflegestufe (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

## Ergebnis

Pflegestufe	Behandlungsart (n=82)		p-Wert (Clip/Coil)
	Clip (n = 39)	Coil (n = 43)	
0 (n=70)	33 (84,3%)	37 (86,0%)	0,8547
1 (n=6)	2 (5,1%)	4 (9,3%)	
2 (n=0)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	
3 (n=6)	4 (10,3%)	2(4,7%)	

**Tabelle 26:** Verteilung der Pflegestufe (aktuell, absolut und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Weitere Einteilung der Positiv-Antworten in die Untergruppen SAB und innocent.

### **3.2.6.8 Alltagsbezogene Fragen**

Die letzten sieben Fragen des Fragebogens beziehen sich inhaltlich auf alle geprüften Dimensionen: die körperliche Funktionsfähigkeit, die körperliche Rollenfunktion, den körperlichen Schmerz, die allgemeine Gesundheitswahrnehmung und die kognitive Beeinträchtigung. Darüber hinaus dienen sie der Ermittlung des psychischen Wohlbefindens. Insgesamt sechs der sieben Fragen, die im Format der Likert-Skala konzipiert sind, wurden von 81 der 82 Studienteilnehmer beantwortet. Die Frage zur Konzentrationsstörung wurde von 80 Studienteilnehmern beantwortet. Bei der Berechnung der statistischen Signifikanz zeigte sich ein Zusammenhang zwischen dem Behandlungsverfahren und dem Vergleich des Allgemeinbefindens (Vergleich des derzeitigen Allgemeinbefindens mit dem Allgemeinbefinden im Jahr vor dem Eingriff). Die Ursache für die Signifikanz lässt sich durch die Antwortresultate der SAB-Patienten begründen ( $p=0,0008$ ). Der Vergleich zwischen geclippten und gecoilten Patienten mit innocenten Aneurysmen konnte hingegen keine deutlichen Unterschiede aufzeigen (siehe Tabelle 27). Bei der Frage nach Konzentrationsstörungen zeigten sich erneut neurochirurgisch behandelten SAB-Patienten signifikant häufiger beeinträchtigt als neuroradiologisch Therapierte. Weitere überprüfte Parameter (Dimension Lebensqualität) wiesen keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Behandlungsverfahren auf.

Ergebnis

Parameter	Behandlungsart (n=81)						p-Wert (Clip/Coil)
	Clip (n=39)	SAB	Inn.	Coil (n=42)	SAB	Inn.	
<b>I. Allgemeinbefinden</b>							Gesamt
1 sehr gut (n=42)	18 (46,1%)	6	12	24 (57,1%)	16	8	0,2800
2 akzeptabel (n=31)	16 (41,0%)	11	5	15 (35,7%)	11	4	SAB
3 weniger gut (n=6)	4 (10,3%)	3	1	2 (4,8%)	2	0	0,1363
4 schlecht (n=2)	1(2,6%)	0	1	1(2,4%)	1	0	Inn 0,6997
<b>II. Allgemeinbef. Vgl.</b>							Gesamt
1 besser (n=5)	3 (7,7%)	0	3	2 (4,7%)	2	0	0,0329
2 wie davor (n=46)	16 (41,0%)	4	12	30 (71,3%)	19	11	SAB
3 schlechter (n=23)	15 (38,5%)	12	3	8 (19,2%)	7	1	0,0008
4 dtl. schlechter (n=7)	5 (12,8%)	4	1	2 (4,8%)	0	0	Inn 0,9368
<b>III. Einkaufen</b>							Gesamt:
1 nie Hilfe (n=61)	29 (74,4%)	12	17	32 (76,2%)	21	11	0,7783
2 selten Hilfe (n=3)	1 (2,6%)	1	0	2 (4,8%)	1	1	SAB:
3 oft Hilfe (n=10)	5(12,8%)	3	2	5 (11,9%)	5	0	0,7783
4 immer Hilfe (n=7)	4 (10,2%)	4	1	3 (7,1%)	3	0	Inn: 0,7820
<b>IV. Treppensteigen</b>							Gesamt:
1 nie Hilfe (n=61)	28 (71,8%)	11	17	33 (78,7%)	21	12	0,4342
2 selten Hilfe (n=10)	5 (12,8%)	3	2	5 (11,9%)	5	0	SAB:
3 oft Hilfe (n=4)	2 (5,1%)	2	0	2 (4,7%)	2	0	0,4342
4 immer Hilfe (n=6)	4 (10,3%)	4	0	2 (4,7%)	2	0	Inn: 0,2530
<b>V. Hygiene</b>							Gesamt:
1 nie Hilfe (n=68)	31 (79,5%)	13	18	37 (88,1%)	25	12	0,2793
2 selten Hilfe (n=6)	4 (10,3%)	3	1	2 (4,8%)	2	0	SAB:
3 oft Hilfe (n=4)	1 (2,3%)	1	0	3 (7,1%)	3	0	0,2799
4 immer Hilfe (n=3)	3 (7,7%)	3	0	0 (0,0%)	0	0	Inn: 0,4268
<b>VI. Hausarbeit</b>							Gesamt:
1 nie Hilfe (n=56)	26 (66,6%)	9	17	30 (71,4%)	20	10	0,5505
2 selten Hilfe (n=13)	6 (15,4%)	5	1	7 (16,7%)	5	2	SAB:
3 oft Hilfe (n=6)	3 (7,7%)	2	1	3 (7,1%)	3	0	0,1122
4 immer Hilfe (n=6)	4 (10,3%)	4	0	2 (4,8%)	2	0	Inn: 0,6759
<b>VII. Konz.störungen</b>							Gesamt:
1 nie (n=52)	21 (53,85%)	6	15	31 (75,61%)	21	10	0,0517
2 selten (n=21)	14 (35,90%)	10	4	7 (17,07%)	6	1	SAB:
3 oft (n=5)	2 (5,13%)	2	0	3 (7,32%)	2	1	0,0038
4 immer (n=2)	2 (5,13%)	2	0	2 (0,00%)	0	0	Inn: 0,8594

**Tabelle 27:** Darstellung der Häufigkeitsverteilungen bezüglich: Allgemeinbefinden, Allgemeinbefinden im Vergleich zu dem Jahr vor dem Eingriff, Einkauf, Treppensteigen, Hygiene, Hausarbeit und Konzentration. (Frage III-VII: 1=überhaupt nicht eingeschränkt, 2=selten auf fremde Hilfe angewiesen, 3=oft auf fremde Hilfe angewiesen, 4=immer auf fremde Hilfe angewiesen). Verteilung (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).

### 3.2.6.9 Modifizierte Rankin-Skala (mRS)

Einer der 82 Studienteilnehmer konnte keinem mRS-Grad zugeordnet werden, da elementare Bestandteile in seinem Fragebogen fehlten. Die Fallzahl für den mRS betrug 102 Patienten, da neben den 81 Patienten 21 Studienteilnehmer dem Grad 6 (verstorben) zugeordnet wurden. Diese sind allerdings separat zu bewerten, da sie sich auf die Gesamtzahl der Studienteilnehmer (n=182) und nicht auf die 102 Patienten beziehen, denen ein mRS-Grad zugeordnet werden konnte (zur Methodendiskussion siehe Kapitel 4.1.7.4). In der Auswertung zeigte sich, dass 30 Prozent (n=15) aller neurochirurgisch und 38,5 Prozent (n=20) aller endovaskulär behandelten Patienten symptomlos waren. Der mRS-Grade 1 bis 3 verteilten sich beinahe gleich auf beide Gruppen (maximale Abweichung um 2,4%). Keiner der 102 Patienten war dem mRS-Grad 4 zuzuordnen. Eine Zuordnung zum mRS-Grad 5 fand in beiden Gruppen selten statt. Das Verhältnis der verstorbenen Patienten (mRS-Grad=6) verhielt sich zwischen den Behandlungsgruppen ausgeglichen (Clip=22%; Coil=19,2%).

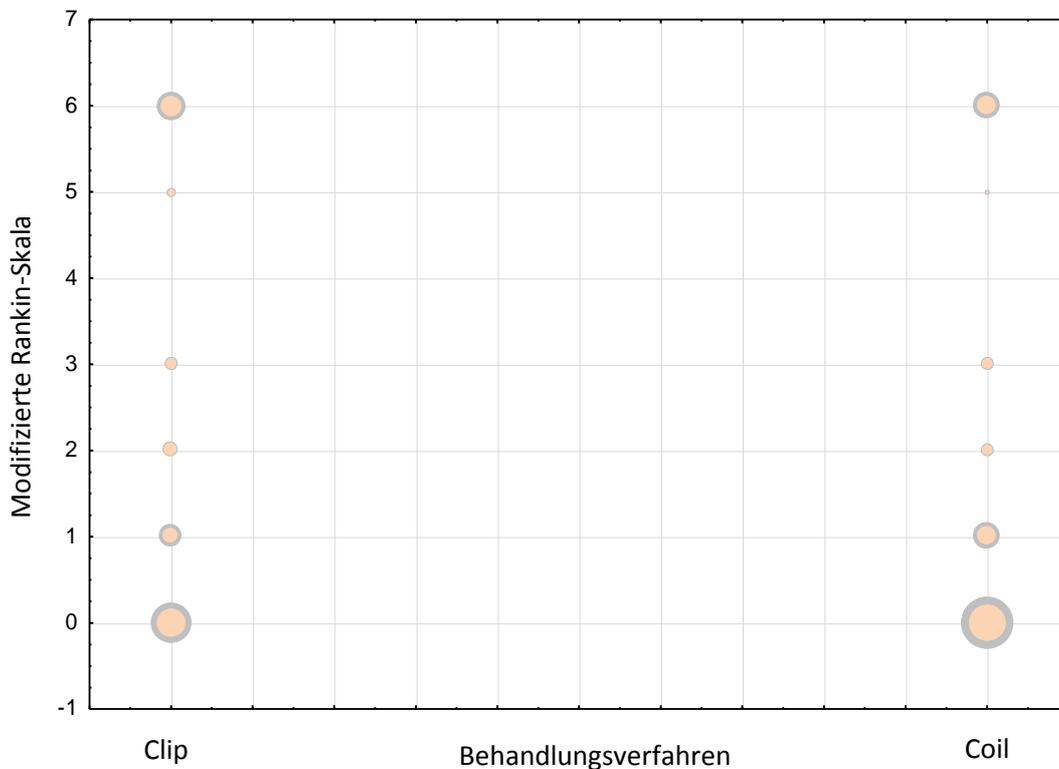
Modifizierte Rankin-Skala	Clip (n=50)		
	Gesamt (n=50)	SAB (n=31)	innoc. (n=19)
Grad 0	15 (30,0%)	3 (9,7%)	12 (63,2%)
Grad 1	9 (18,0%)	4 (12,9%)	5 (26,3%)
Grad 2	6 (12,0%)	6 (19,3%)	0 (0,0%)
Grad 3	5 (10,0%)	3 (9,7%)	2 (10,5%)
Grad 4	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Grad 5	4 (8,0%)	4 (12,9%)	0 (0,0%)
Grad 6	11 (22,0%)	11 (35,5%)	(0,0%)

**Tabelle 28:** Verteilung des mRS (absolute und relative) in der Gruppe der neurochirurgisch behandelten Patienten.

## Ergebnis

Modifizierte Rankin-Skala	Coil (n=52)		
	gesamt (n=52)	SAB (n=40)	innoc. (n=12)
Grad 0	20 (38,5%)	13 (32,5%)	7 (58,3%)
Grad 1	10 (19,2%)	6 (15,0%)	4 (33,3%)
Grad 2	5 (9,6%)	4 (10,0%)	1 (8,3%)
Grad 3	5 (9,6%)	5 (12,5%)	0 (0,0%)
Grad 4	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Grad 5	2 (3,9%)	2 (5,0%)	0 (0,0%)
Grad 6	10 (19,2%)	10 (25,0%)	0 (0,0%)

**Tabelle 29:** Verteilung der mRS (absolute und relative) in der Gruppe der neuroradiologisch behandelten Patienten



**Abbildung 13:** Verteilung der mRS-Skala in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil) in Form des Scatter Plots (Bubble-chart).

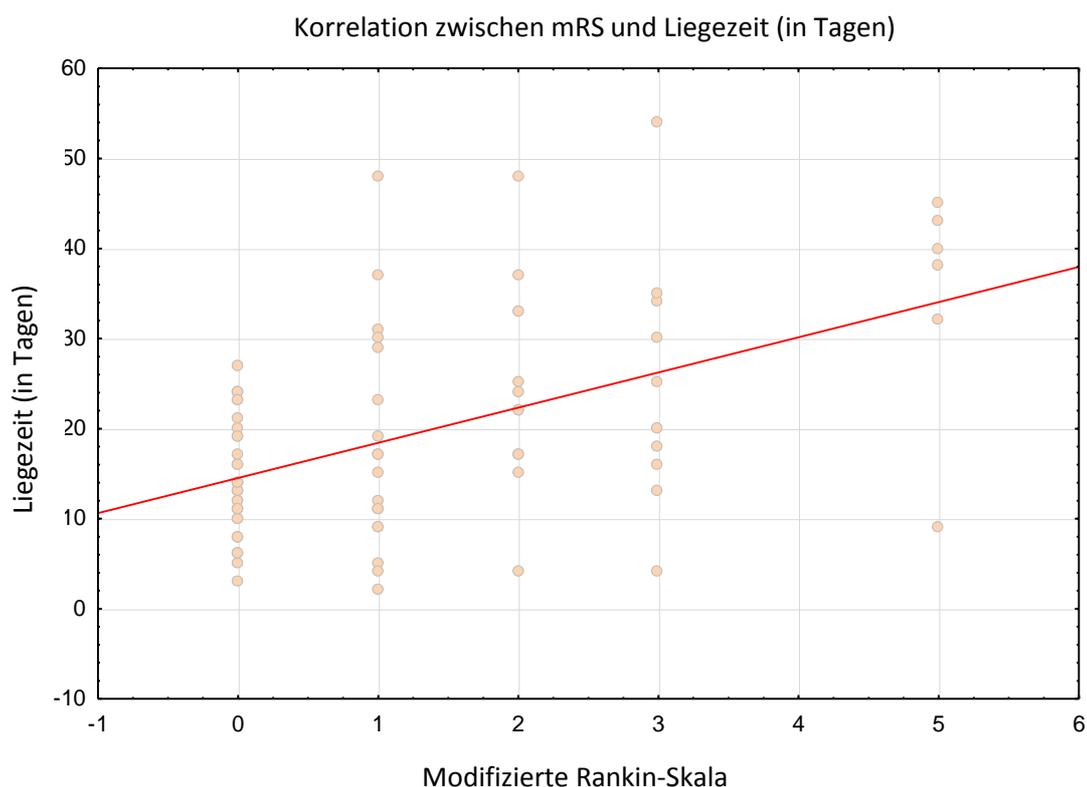
Die Gesamtheit des Patientenkollektivs (SAB und innocent) erwies keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Behandlungsverfahren und neurologischem Zustand (gemessen in Form der mRS). Jedoch zeigte sich bei der separierten Auswertung der Patienten nach SAB ein statistischer Trend zugunsten des endovaskulären Behandlungsverfahrens ( $p=0,0506$ ).

## Ergebnis

Modifizierte Rankin-Skala	Behandlungsart (n=102)		p-Wert (Clip/Coil)
	Clip (n=50)	Coil (n=52)	
Mittelwert $\pm$ SD Median (min, max)	2,44 $\pm$ 2,37 2,00 (0,00, 6,00)	2,02 $\pm$ 2,33 1,00 (0,00, 6,00)	Gesamt=0,3556 SAB=0,0506 Inn.=0,8250

**Tabelle 30:** Verteilung des mRS in den beiden Studiengruppen. Statistische Berechnung nach dem Mann-Whitney-U-Test (keine Normalverteilung). Deskriptiver Wert ist der p-Wert, bzw. der Median (min, max). Trotz des ordinalen Charakters der Kreuztabelle, wird der Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung mit aufgeführt.

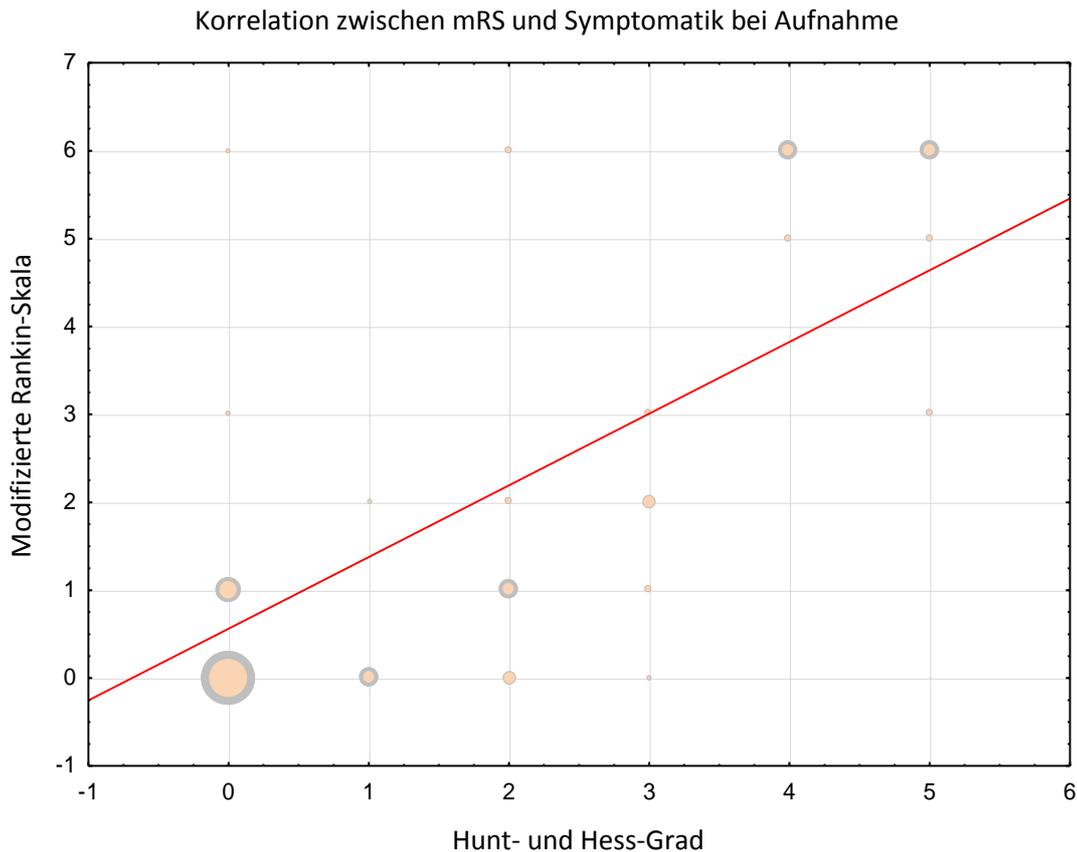
Zur Überprüfung des Zusammenhanges zwischen mRS und Liegezeit (in Tagen) wurde der Test nach Kendall-Tau zur Ermittlung des Rangkorrelationskoeffizienten („Kendall-Tau“) durchgeführt. Die Testung ergab eine positive Korrelation zwischen der Liegezeit und der mRS (Grad 0-VI;  $\tau=0,1757$ ). Verstorbene Patienten (mRS-Grad 6) wurden bei der grafischen Darstellung außen vor gelassen.



**Abbildung 14:** Zusammenhang zwischen mRS und Liegezeit (in Tagen) im gesamten Patientenkollektiv (Clip und Coil). Darstellung in Form des Scatter-Plots. Verstorbene Patienten (mRS-Grad 6) wurden nicht in die Darstellung integriert. Berechnung nach Kendall-Tau.

## Ergebnis

Zur Überprüfung der Korrelation zwischen dem symptomatischen Zustand des Patienten bei Aufnahme (H&H) und dem mRS-Grad wurde der Test nach Spearman angewandt. Mittels Spearmans Rangkorrelationskoeffizienten (Spearmens Rho) konnte ein Wert von  $\rho$  (Rho) = 0,6054 ermittelt werden. Die Testung ergab eine positive Korrelation zwischen mRS und klinischem Zustand (H&H), welche dem folgenden Streudiagramm entnommen werden kann.



**Abbildung 15:** Zusammenhang zwischen mRS und H&H-Grad im gesamten Patientenkollektiv (Clip und Coil). Darstellung in Form des Scatter Plots (Bubble-Chart). Berechnung nach Spearmans Rangkorrelationskoeffizient (Spearmens Rho).

### 3.3 Anekdotische Beschreibung der „Clip“- und „Coil“-Patienten

Die Patienten, die kombiniert bzw. alternierend neurochirurgisch und neuroradiologisch behandelt wurden, werden im folgenden Abschnitt im Sinne einer anekdotischen Evidenz aufgeführt. Insgesamt 21 der 182 Patienten (11,5%) erhielten beide Therapieverfahren, die zeitliche Differenz zwischen der Durchführung beider Verfahren spielte dabei keine Rolle. Im Hinblick auf die SAB-Patienten zeigte sich, dass 9,7 Prozent (n=12) aller SAB-Patienten das neurochirurgische und das neuroradiologische Verfahren wäh-

## Ergebnis

rend ihrer Krankheitsgeschichte erhielten. Unter allen Patienten, die wegen eines innocenten Aneurysmas behandelt wurden, ergab sich ein Anteil von 15,5 Prozent (n=9).

### 3.3.1 Lokalisation

Insgesamt 90 Prozent der kranialen Aneurysmen hatten ihren Sitz im Bereich der vorderen Zirkulation. Hierbei verteilten sich die Aneurysmen zu etwa 37 Prozent auf den anterioren Komplex (ACoA/ACA), zu 29 Prozent auf die ACM und zu 24 Prozent auf die ACI. Das hintere Stromgebiet war am seltensten betroffen. Die in diesem Gebiet vertretenen Arterien machen einen Gesamtanteil von 10 Prozent aus.

Lokalisation	Anzahl	%
A. communicans anterior	5	23,8
A. cerebri anterior	1	4,8
+ A. pericallosa	2	9,5
A. cerebri media	6	28,5
A. carotis interna	5	23,8
A. basilaris	1	4,8
A. inferior posterior cerebelli	1	4,8

**Tabelle 31:** Häufigkeitsverteilung der Lokalisationsstellen (absolute und relative) bei Patienten, die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil). Grau hinterlegte Arterien stellen den anterioren Komplex dar.

### 3.3.2 Klinische Präsentation, Geschlechterverteilung und Patientenalter

Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug im Mittel 49,52 Jahre  $\pm$  9,17. Der jüngste Patient war 35 Jahre, der älteste Patient 71 Jahre alt (Median=48,0; min=35, max=71). Die 21 erfassten Patienten zeigten eine Geschlechterverteilung von 17 Frauen (81,0%) zu vier Männern (19,0%). Auch hier waren die Frauen klar in der Mehrheit. Das Alter der Frauen betrug im Mittel 48,18 Jahre  $\pm$  9,14 (Median=48,0; min=35, max=71), das Alter der Männer lag im Mittel bei 55,25 Jahren  $\pm$  7,85 (Median=56,0; min=45, max=64). Von den 21 Patienten wurden zwölf (57,1%) aufgrund einer SAB behandelt, die restlichen neun Patienten (42,9%) wurden wegen eines innocenten Aneurysmas (H&H Grad 0) therapiert.

### 3.3.3 Symptomatischer Zustand der Patienten bei Aufnahme

Insgesamt 42,9 Prozent (n=9) der therapierten Patienten wurden bei Aufnahme dem H&H-Grad 0 zugeteilt. Gemessen an den Fallzahlen folgten: Grad 2 und Grad 3 (jeweils: 19%, bei n=4) sowie Grad 1 und Grad 5 (jeweils: 9,5%, bei n=2). Keiner der behandelten Patienten wurde dem H&H-Grad 4 zugeteilt.

H&H-Grad	Behandlungsart: Clip und Coil (n=21)
Grad 0	9 (42,9%)
Grad 1	2 (9,5%)
Grad 2	4 (19,0%)
Grad 3	4 (19,0%)
Grad 4	0 (0,0%)
Grad 5	2 (9,5%)

**Tabelle 32:** Häufigkeitsverteilung des H&H-Grades (absolute und relative) bei Patienten, die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil).

### 3.3.4 Liegezeit (in Tagen)

Die mediane Liegedauer der gesamten Gruppe betrug 15 Tage (min=4, max=71; MW=21,52 ± 15,65;). Die SAB-Patienten hatten eine mediane Liegezeit von 21 Tagen (min=4, max=71, MW=24,75 ± 18,29), Patienten mit innocenten Aneurysmen eine Liegezeit von 14 Tagen (min=4, max=43, MW=17,22 ± 10,78).

### 3.3.5 Fragebogenauswertung

#### 3.3.5.1 Vorerkrankungen

Von allen Studienteilnehmern, die den Fragebogen ausfüllten (n=13), hatten 38,5 Prozent (n=5) eine Vorerkrankung. Beinahe ein Viertel der befragten Patienten litt unter einer Hypertonie. Keiner der Studienteilnehmer hatte einen diagnostizierten Diabetes mellitus Typ 2. Weitere dem Freifeld zu entnehmende Antworten waren: Schizophrenie (1), Lupus erythematoses (1), Hyperlipoproteinämie (1), Migräne und Asthma (1).

#### 3.3.5.2 Rehabilitation

Insgesamt äußerten sich zwölf von 13 Patienten zur Frage nach einem rehabilitativen Aufenthalt. Davon gaben zwei Drittel (66,7%, n=8) der Studienteilnehmer an, eine re-

habilitative Einrichtung besucht zu haben. Alle diese Patienten führten die Rehabilitation unter stationären Bedingungen durch. Die restlichen 33,3 Prozent wurden ohne rehabilitative Versorgung entlassen. Die durchschnittliche Rehabilitationsdauer betrug  $8,55 \pm 13,32$  (Median=4; min=3, max=48).

### 3.3.5.3 Zufriedenheit mit der Behandlung bzw. der aktuellen Situation

Insgesamt gaben zwölf der 13 Studienteilnehmer an, mit dem Eingriff und der allgemeinen Behandlung (Operation/Eingriff, stationärer Aufenthalt, Aufenthaltsdauer etc.) zufrieden zu sein. Die gleiche Verteilung zeigte sich in Bezug auf die Zufriedenheit mit der derzeitigen Situation.

Zufriedenheit	Behandlungsart: Clip und Coil (n=13)
Eingriff	
ja	12 (92,3%)
nein	1 (7,7%)
Insgesamt	
ja	12 (92,3%)
nein	1 (7,7%)
Situation	
ja	12 (92,3%)
nein	1 (7,7%)

**Tabelle 33:** Häufigkeitsverteilung der Zufriedenheit (absolute und relative) bei Patienten, die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil).

### 3.3.5.4 Belastungsvergleich zwischen Clipping und Coiling

Im Verlauf des Fragebogens wurde der Patient gebeten, einen Vergleich beider Verfahren vorzunehmen und sich zu entscheiden, welches der beiden Verfahren ihm als weniger belastend erschien. Insgesamt zwölf der 13 Patienten äußerten sich dazu. Einer der zwölf Patienten (8,3%) empfand das neurochirurgische Verfahren im Vergleich zum neuroradiologischen Eingriff als weniger belastend. Fünf der zwölf Patienten (41,7%) gaben an, eher das neuroradiologische Verfahren als weniger belastend einzustufen, und sechs der zwölf Patienten (50,0%) empfanden beide Verfahren als gleichermaßen belastend. Drei dieser sechs Patienten, welche beide Verfahren als gleich belastend einschätzten, wurden wegen eines innocenten Aneurysmas behandelt, alle anderen Patienten beurteilten in Folge einer stattgefundenen SAB.

**3.3.5.5 Postoperative bzw. postinterventionelle Beeinträchtigungen**

Insgesamt gaben acht der 13 versorgten Patienten (61,0%) an, unter vermehrten Konzentrationsstörungen zu leiden. Sechs Studienteilnehmer (46,1%) gaben an, an Kopfschmerzen zu leiden. An Orientierungsstörungen litt keiner der Patienten. Vier von 13 Studienteilnehmern (30,8%) hatten im Fragebogen vermerkt, unter Schwindel zu leiden, zwei Patienten litten zum Zeitpunkt der Befragung unter Wortfindungsstörungen. Das Vorhandensein von Gedächtnisstörung ließ sich bei sechs der 13 Patienten (46,2%) feststellen (siehe Tabelle 33).

<b>Beeinträchtigung</b>	<b>Clip und Coil (n=13)</b>
Konzentrationsstörungen ja (n=8) nein (n=5)	8 (61,5%) 5 (38,5%)
Kopfschmerzen ja (n=6) nein (n=7)	6 (46,1%) 7 (53,9%)
Orientierungsstörungen ja (n=0) nein (n=13)	0 (0,0%) 13 (100%)
Schwindel ja (n=4) nein (n=9)	4 (30,8%) 9 (69,2%)
Wortfindungsstörungen ja (n=2) nein (n=11)	2 (7,7%) 11 (92,3%)
Gedächtnisstörungen ja (n=5) nein (n=7)	6 (46,1%) 7 (53,9%)
Kurzzeitgedächtnisstörung ja (n=6) nein (n=7)	6 (46,1%) 7 (53,9%)
Langzeitgedächtnisstörung Ja (n=1) Nein (n=12)	1 (7,7%) 12 (92,3%)

**Tabelle 34:** Häufigkeitsverteilung der Beeinträchtigungen (absolute und relative) bei Patienten, die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil).

## Ergebnis

Die Auswertungen der Textfelder zeigten folgende, weitere Beeinträchtigungen: Kraftlosigkeit/Erschöpfung (n=2), Empfinden eines erhöhten Augendruckes/Sehschwierigkeiten (n=1). Gleichgewichtsstörungen, wie sie nach singulärem Eingriff beschrieben wurden (siehe Kapitel 3.2.6.5), wurden von keinem Patienten beschrieben.

### 3.3.5.6 Körperliche Funktionsfähigkeit und Pflegebedürftigkeit

Insgesamt fünf der 13 Patienten beschrieben eine körperliche Behinderung (38,4%). Vier Studienteilnehmer gaben an, eine Sensibilitätsstörung zu haben, ein Patient beschrieb eine permanente Sehstörung. Alle fünf Patienten wurden aufgrund einer SAB behandelt. Keiner der fünf Patienten hatte bereits vor dem ersten Eingriff eine Behinderung, sodass die Fallzahl nicht beeinträchtigt wurde. Vier Patienten (30,8%) fühlten sich in ihrer Kognition stark beeinträchtigt. Eine gezielte Befragung zur Pflegebedürftigkeit ergab, dass keiner der 13 Patienten pflegebedürftig war.

<b>Behinderungen/ Einschränkungen</b>	<b>Clip und Coil (n=13)</b>
Behinderung aktuell ja nein	5 (38,4%) 7 (61,6%)
Mobilitätseinschränkung ja nein	0 (0,0%) 13 (100,0%)
Sensibilitätseinschränkung ja nein	4 (30,8) 9 (69,2%)
Seheinschränkung ja nein	1 (7,7%) 12 (92,3%)
Gehörbeeinträchtigung ja nein	0 (0,0%) 13 (100,0%)
Kognitive Behinderung ja nein	4 (30,8%) 9 (69,2%)

**Tabelle 35:** Häufigkeitsverteilung der Behinderungen (absolute und relative) bei Patienten, die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil).

**3.3.5.7 Modifizierte Rankin-Skala (mRS)**

Es zeigte sich, dass 38,4 Prozent (n=5) aller behandelten Patienten aktuell symptomlos waren (entspricht dem Ergebnis der endovaskulär behandelten Studienteilnehmer). Insgesamt konnten 23,2 Prozent (n=3) dem Grad 1 und 38,4 Prozent (n=5) dem Grad 2 zugeordnet werden. Keiner der Patienten, die sich beiden Verfahren unterzogen hatten, wurde den Grade 3 bis 6 zugeordnet.

<b>Modifizierte Rankin-Skala</b>	<b>Clip und Coil (n=13)</b>
Grad 0	5 (38,4%)
Grad 1	3 (23,2%)
Grad 2	5 (38,4%)
Grad 3	0 (0,0%)
Grad 4	0 (0,0%)
Grad 5	0 (0,0%)
Grad 6	0 (0,0%)

**Tabelle 36:** Häufigkeitsverteilung der Grade der modifizierten Rankin-Skala (mRS) bei Patienten, die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil).

## 4. Diskussion

### 4.1 Vergleich zwischen Clipping und Coiling

#### 4.1.1 Aneurysmagröße

Im Vergleich zu den bislang publizierten Studien erscheinen die Aneurysmen unseres Studienkollektivs relativ groß, befinden sich dennoch im Rahmen der Studienlage (Morita et al. 2012; Tenjin et al. 2011; Wiebers et al. 2003). Einen Grund hierfür stellt sicherlich die Patientenselektion dar. In dieser Studie wurden, im Unterschied zum Großteil der anderen Arbeiten, sowohl rupturierte als auch nicht rupturierte Aneurysmen eingeschlossen. Gemäß der aktuellen Studienlage stellt die Aneurysmagröße ein entscheidendes Kriterium zur Behandlungsindikationsstellung innocenter Aneurysmen dar, sodass (seit Juli 2003) asymptomatische intrakranielle Aneurysmen der vorderen Zirkulation (<7 mm; ohne stattgefundene SAB aus einem anderen Aneurysma) zunächst beobachtet werden (Wiebers et al. 2003). Innocente Aneurysmen werden präferenziell also erst ab einer gewissen Größe versorgt und erhöhen somit die durchschnittliche Aneurysmagröße eines Gesamtkollektivs (rupturierte und nicht rupturierte Aneurysmen). Dementsprechend erwiesen sich auch in unserem Kollektiv die behandelten, nicht gebluteten innocenteren Aneurysmen als größer als die gebluteten Aneurysmen und hoben somit die durchschnittliche Aneurysmagröße an.

#### 4.1.2 Lokalisation

In Bezug auf die Verteilung der Aneurysmen stimmen unsere Ergebnisse weitgehend mit der gängigen Literatur überein (Delank und Gehlen 2006; Kassell et al. 1990; Yasargil 1984; Wanke et al. 2004). Der vordere Gefäßabschnitt dominiert, der hintere ist lediglich mit einem Anteil von 16 Prozent aller Lokalisationsstellen beteiligt (Wanke et al. 2004; Greenberg 2010; Schievink 1997 a). Entsprechend der einschlägigen Literatur stellen auch in unseren Ergebnissen die ACoA und ACA (+ *A. pericallosa*) mit einem Anteil von 33 Prozent die am häufigsten betroffenen arteriellen Gefäßregionen dar. Es zeigt sich eine Abhängigkeit zwischen Behandlungsverfahren und Lokalisation des Aneurysmas. Während die ACM überwiegend neurochirurgisch versorgt wurde, wurden Aneurysmen der hinteren Zirkulation wie *A. basilaris*, *A. vertebralis*, PCA und *A. inf. post. cerebelli* überwiegend endovaskulär behandelt. Ein wesentlicher Grund dafür besteht in der Tatsache, dass die Entscheidung zur Therapiewahl interdisziplinär getroffen

wird und erfahrungs- bzw. literaturgemäß Patienten - je nach Aneurysmalokalisation - eher von der neurochirurgischen bzw. neuroradiologischen Behandlung profitieren. So werden beispielsweise tiefer gelegene Arterien aufgrund der geringeren Invasivität eher durch das neuroradiologisch-endovaskuläre Behandlungsverfahren versorgt. Mediabifurkationsaneurysmen werden hingegen eher offen neurochirurgisch behandelt, da diese relativ oberflächlich und damit gut erreichbar sind. Der endovaskuläre Weg wäre hingegen relativ weit und das Trägergefäß von geringem Kaliber.

### **4.1.3 Klinische Präsentation**

In den Ergebnissen anderer Studien zeigt sich, analog zu unseren Resultaten, ein höherer Anteil an rupturierten gegenüber nicht rupturierten Aneurysmen (Bavinzski et al. 1999; Brunken et al. 2009; Pandey et al. 2007). Brunken et al. (2009) zeigten, verglichen mit unserer Verteilung, einen etwas höheren Anteil an rupturierten (79%, n=515) gegenüber innocenten Aneurysmen (21%, n=138). Andere Studienergebnisse - wie die von Pandey et al. - zeigten hingegen einen vergleichsweise niedrigen Anteil an blutenden Aneurysmen (61,5%, n=169). Laut der Literatur werden rupturierte Aneurysmen - bei steigendem Anteil an endovaskulären Eingriffen - noch immer häufiger chirurgisch therapiert (Brunken et al. 2009; Ning Lin et al. 2012). Innocente Aneurysmen zeigen eine Tendenz zur minimalinvasiven endovaskulär-neuroradiologischen Behandlung (Brinjikji et al. 2011b; Brunken et al. 2009; Lin et al. 2012). Bemerkenswerterweise sind die Verhältnisse in unserem Kollektiv, im Kontrast zur momentanen Datenlage, umgekehrt. So wurden im Rahmen der Studie rupturierte Aneurysmen eher durch das neuroradiologische (Clip: 42%; Coil: 58%), innocente Aneurysmen präferenziell durch das neurochirurgische Verfahren (Clip: 59%; Coil: 41%) versorgt. Ein Grund für die Abweichung von der Vergleichsliteratur könnte sein, dass in unserer Studie Aneurysmen der hinteren Gefäßregion überwiegend in rupturierter Form vorlagen und diese, wie bereits beschrieben, präferenziell neuroradiologisch versorgt wurden. Des Weiteren weist in unserer Studie die Gruppe der innocenten Aneurysmen einen relativ hohen Anteil an Aneurysmen der ACM auf, was wiederum den hohen Anteil an offen-chirurgischen Eingriffen erklären könnte. Daneben ist es möglich, dass die Verfügbarkeit von ausgebildeten Chirurgen bzw. Interventionisten an der UMG Einfluss auf die Methodenwahl ausübt, da nicht immer beide Abteilungen zur gleichen Zeit gleich viele Operateure/Interventionisten gleichen Ausbildungsstandes zur Verfügung haben.

#### 4.1.4 Geschlechterverteilung und Patientenalter

Im Vergleich zu Studien mit höheren Fallzahlen zeigen unsere Ergebnisse kaum Unterschiede im Hinblick auf Alter und Geschlecht. Die Geschlechterverteilung in publizierten Studien liegt bei etwa zwei Dritteln (weibliche Patienten) zu einem Drittel (männliche Patienten), das mittlere Alter liegt zwischen 50 und 60 Jahren (Bavinzski et al. 1999; Juvela et al. 2001; Lanzino et al. 2006; Pandey et al. 2007; Rinkel et al. 1998; Suzuki et al. 2009). Große Studien - wie die von Morita et al. (n=5720) aus dem Jahr 2012 - präsentieren einen etwas höheren Altersdurchschnitt (62 Jahre), zeigen bezüglich der Geschlechterverteilung bei einem Frauenanteil von 68 Prozent jedoch keine großen Abweichungen von bisherigen Studienergebnissen und decken sich diesbezüglich mit unseren Daten. Vergleicht man unsere Ergebnisse und die Resultate neuerer Studien mit denen älterer Arbeiten, zeigt sich ein Anstieg des Durchschnittsalters. Dieses Phänomen ist zum einen durch die zunehmende Verfügbarkeit moderner Diagnostik und verbesserter therapeutischer Möglichkeiten zu erklären, zum anderen durch die gesteigerte Lebenserwartung. Die Patienten von heute werden insgesamt älter und haben damit eine höhere Wahrscheinlichkeit, die Ruptur eines Aneurysmas zu erleben. Folglich verschiebt sich, parallel zur Lebenserwartung, auch das erhöhte altersbedingte Therapierisiko der Patienten mit der Zeit immer weiter nach hinten. Ebenso verschiebt sich bei steigender Lebenserwartung die altersbedingte Morbidität nach hinten, sodass gemäß der Kompressionsthese (Niehaus 2006) der Patient eher einem Krankenhausaufenthalt mit entsprechender Therapie zugeführt werden kann.

Betrachtet man die Geschlechterverteilung zwischen den beiden Behandlungsverfahren, zeigt sich in unseren Ergebnissen eine konstante Verteilung (Clip: Mann:Frau = 1:1,7, Coil: Mann:Frau = 1:1,6). Bei der Gegenüberstellung des Durchschnittsalters fällt auf, dass ältere Patienten in der Akutsituation einer SAB eher neurochirurgisch als neuroradiologisch versorgt werden. Ein Grund dafür könnten die schlechten Gefäßverhältnisse der älteren Patienten sein, welche den endovaskulären Zugang erschweren und das Risiko, z.B. aufgrund einer Stenose, erhöhen. Hinzu kommt eine zunehmende Prävalenz von Diabetes mellitus, pAVK und arteriellem Hypertonus, allesamt Risikofaktoren für morphologische Gefäßwandveränderungen. In solchen Fällen kann die Behandlung durch den Neurochirurgen erfolgversprechender bzw. risikoärmer sein.

#### **4.1.5 Symptomatischer Zustand des Patienten bei Aufnahme**

Die vorliegende Arbeit ergab eine Abhängigkeit des neurologischen Zustandes (mRS) vom initialen klinischen Bild der Patienten bei Aufnahme (H&H;  $\rho=0,6054$ ). Schon Yasargil et al. (1984) zeigten, dass Patienten mit niedrigem H&H-Grad (Grad 1–3) ein deutlich besseres klinisches Ergebnis erzielen als solche, denen der Grad 4 bzw. 5 zugeordnet werden konnte. Andere, aktuellere Studien stimmen mit diesen Ergebnissen überein und belegen die Korrelation zwischen mRS und H&H-Graduierung (Hütter et al. 1995; Kim et al. 2008; Nishino et al. 1999; Yasargil 1984; Tenjin et al. 2011; Schuss et al. 2013; Vannemreddy und Nanda 2001). Unseren Auswertungen zufolge ist dabei die Korrelation unabhängig von der Behandlungsart. Neurochirurgisch und neuroradiologisch therapierte Patienten wiesen diesbezüglich keine deutlichen Unterschiede auf. Dies kommt den Ergebnissen aktueller wissenschaftlicher Arbeiten gleich (Schuss et al. 2013) und zeigt gewissermaßen, dass unsere Abteilungen ähnlich gut triagieren bzw. behandeln wie andere vaskuläre Zentren.

#### **4.1.6 Liegezeit des Patienten (in Tagen)**

Betrachtet man die Ergebnisse von Studien, die sich mit der Liegedauer von Aneurysmapatienten beschäftigt haben, so zeichnet sich eher ein Vorteil des endovaskulären Verfahrens ab. (Brunken et al. 2009; Gruber et al. 1999; Javadpour et al. 2005; Molyneux et al. 2002, Sharma et al. 2013). Die meisten dieser Studien befassten sich mit der Liegedauer von Patienten mit rupturiertem Aneurysma. Darunter zeigten Gruber et al. (1999) in ihrer Arbeit über rupturierte Basilaris-Spitzen-Aneurysmen sogar eine Reduktion der Liegezeit um die Hälfte durch einen neuroradiologischen Eingriff, verglichen mit neurochirurgisch behandelten Patienten.

Im Gegensatz dazu konnten wir keinen wesentlichen Unterschied bezüglich der Liegezeit feststellen. Bei den Patienten, die eine SAB durch Aneurysmasruptur erlitten hatten, zeigte sich in unserer Arbeit beim endovaskulären Verfahren lediglich eine Reduzierung der Liegezeit um zwei Tage. Analoge Ergebnisse zeigten Studien wie die von Brunken et al. (2009) oder Hoh et al. (2009), die sich mit dem Primärziel des Vergleiches der wirtschaftlichen Klinikkosten bzw. der Krankenhausressourcen beschäftigten.

Für Patienten mit innocentem Aneurysma wurde überwiegend eine längere Liegedauer der chirurgisch therapierten Patienten festgestellt (Brunken et al. 2009; Hoh et al. 2009;

Johnston et al. 2000; Sharma et al. 2013). Unsere Ergebnisse zeigten hingegen ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen neurochirurgisch und neuroradiologisch versorgten Patienten. Dies könnte dem Umstand geschuldet sein, dass asymptotische Aneurysmen eher neurochirurgisch und initial schwer betroffene Patienten - mit entsprechend längeren Behandlungszeiträumen (Hoh et al. 2009) - vermehrt endovaskulär versorgt wurden (H&H 5: Clip: n=11, Coil: n=14; H&H 0: Clip: n=29, Coil: n=20). Des Weiteren fiel auf, dass die Liegedauer für Patienten mit innocentem Aneurysma im Allgemeinen recht hoch war. Ein nicht unerheblicher Teil der Patienten in unserer Studie, die wegen eines nicht gebluteten Aneurysmas versorgt wurden, wurde wegen einer anderen Hauptdiagnose in der UMG stationär behandelt und erhielt lediglich aufgrund eines Zufallsbefundes einen elektiven Eingriff am Hirnkreislauf, sodass die Aneurysmathherapie den Klinikaufenthalt vermutlich verlängert hat, aber nicht der maßgebliche Faktor war. Solche Patienten hatten als sogenannte „Außreißer“ (Extremwerte) eine Aufenthaltsdauer in der UMG von bis zu 57 Tagen. Die Behandlungsdauer der ursprünglichen Erkrankung kommt also zu der des Aneurysmas gegebenenfalls noch hinzu. Bei der Analyse des Zusammenhanges zwischen der Liegezeit (in Tagen) und dem Zustand des Patienten (mRS) zeigten unsere Ergebnisse keine Unterschiede zur bisherigen wissenschaftlichen Erkenntnis: Die Länge der Liegezeit weist (auch in unserer Studie) eine positive Korrelation zum Schweregrad der Beeinträchtigung (mRS) auf ( $\tau=0,1757$ ). Dies spiegelt sich auch in der Korrelation zum initialen Ausprägungsgrad des klinischen Bildes wider und belegt, dass (primär) bereits schwer betroffene Patienten eine schlechtere Prognose haben (Abbildung 15).

### **4.1.7 Fragebogenauswertung**

#### **4.1.7.1 Rehabilitation**

Neurochirurgisch versorgte Patienten erhielten nach Behandlung des zerebralen Aneurysmas öfter eine rehabilitative Maßnahme als endovaskulär therapierte. Dieser Unterschied machte sich vor allem für die Patienten mit innocentem Aneurysma bemerkbar ( $p=0,0113$ ). Für SAB-Patienten machte es keinen signifikanten Unterschied aus, welches Behandlungsverfahren gewählt wurde. Auch die rehabilitative Aufenthaltsdauer unterschied sich nicht wesentlich zwischen den beiden Behandlungsgruppen (Clip und Coil). Nach einer Akutsituation (SAB) scheint also eher die (Grund-) Erkrankung (das blutende

Aneurysma) die Begründung für eine rehabilitative Weiterbehandlung zu sein und nicht die Art der Behandlung. Die Tatsache, dass in unseren Ergebnissen bei innocenten, nicht blutenden Aneurysmen das Verfahren Einfluss auf die Entscheidung zur rehabilitativen Maßnahme zu haben scheint, bestätigte auch eine aktuelle Vergleichsstudie aus dem Jahr 2013 (Sharma et al. 2013). Die Arbeitsgruppe von Sharma et al. (2013) beobachtete, dass nach Behandlung innocenter Aneurysmen mehr neuroradiologische Patienten ohne rehabilitative Anschlussbehandlung entlassen wurden als neurochirurgische Studienteilnehmer ( $p=0,001$ ). Bei der Betrachtung unserer Ergebnisse muss allerdings betont werden, dass ein offen-chirurgischer Eingriff einem weniger invasiven Katheterverfahren gegenübergestellt wird. In beiden Methoden wird ein operatives Vorgehen angewandt, jedoch ist anzunehmen, dass das neurochirurgische Verfahren durch seine starke Invasivität (Operation am offenen Gehirn) von Patienten, Angehörigen und medizinischem Fachpersonal als belastender empfunden wird. Die Behandlungsmodalitäten an sich bzw. die Stärke der Invasivität kann demnach bereits als Einflussfaktor für vermehrte rehabilitative Folgebehandlungen betrachtet werden.

#### **4.1.7.2 Zufriedenheit des Patienten mit der Behandlung**

Wie bereits erwähnt, wurde die Zufriedenheit des Patienten mit der medizinischen Versorgung bei der Aneurysmathherapie dem aktuellen wissenschaftlichen Stand nach kaum bis gar nicht überprüft und demnach nicht in Zusammenhang mit dem Zustand der Patienten nach medizinischer Versorgung gebracht. Einen Vergleich zwischen beiden Therapieverfahren (Clip und Coil) bezüglich der Zufriedenheit des Patienten gibt es demnach ebenso wenig. Ein Grund dafür ist die weitverbreitete Verwendung des SF-36 Fragebogens (siehe Kapitel 2.3.2), der eben dieses Kriterium nicht erfasst. Da die subjektive Zufriedenheit mit dem Eingriff jedoch eine nicht unbedeutende Rolle im Rahmen der Befindlichkeit der Patienten spielt (Valderas und Alonso 2008), erschien es sinnvoll, ebendiesen Parameter zu erfassen, um herauszufinden, ob ein Zusammenhang mit der Art des Behandlungsverfahrens besteht.

Unter allen Studienteilnehmern, die entweder geclippt oder gecoilt worden waren, zeigte unsere Befragung eine 100-prozentige Patientenzufriedenheit bezüglich des Eingriffs. Die Befragung nach der Zufriedenheit mit der Gesamtbehandlung (Eingriff, stationärer Aufenthalt, Aufenthaltsdauer etc.) fiel ebenfalls sehr gut aus (Clip: 97,5%; Coil 97,7%) und verhielt sich ausgeglichen zwischen beiden Behandlungsverfahren

( $p=0,9587$ ). Lediglich zwei der 82 Patienten beschrieben hier eine Unzufriedenheit, begründeten ihre Antwort jedoch nicht. Die Unzufriedenheit der beiden Patienten lag nicht in der Therapie begründet (100% Eingriffszufriedenheit). Unter den Patienten, die beide Verfahren erhielten und in dieser Arbeit gesondert betrachtet wurden (siehe Kapitel 3.3), zeigte sich lediglich eine Patientin unzufrieden (Unzufriedenheit mit Eingriff und Gesamtbehandlung). Ursache dafür war ein Zwischenfall während des endovaskulären Verfahrens. Es konnte keine Korrelation zwischen der Eingriffs-/Gesamtzufriedenheit und dem Patienten-Outcome/der Lebensqualität ermittelt werden. Die wenigen „unzufriedenen“ Patienten hatten allesamt ein gutes Outcome (mRS-Grad 0). Ebenfalls gaben sie an, mit ihrer derzeitigen Situation zufrieden zu sein. Die Tatsache, dass sich kein Zusammenhang ergab bzw. keine Unterschiede zwischen den beiden Therapieverfahren festgestellt werden konnten, zeigt also, dass nach Meinung der Patienten der Eingriff an sich weniger Einfluss auf den Zustand des Patienten zu haben scheint bzw. dass die interdisziplinäre Entscheidung/Empfehlung auf den jeweiligen Fall zutraf. Korrelierend damit gab keiner der Patienten, die ihren aktuellen Zustand als „schlecht“ einstufen, an, mit dem Eingriff oder der Gesamtbehandlung unzufrieden zu sein. Demzufolge vermuteten sie nicht, dass die Ursache für ihren schlechten Zustand im Eingriff lag. Laut Aussagen der Patienten schien hierbei vielmehr der Gedanke einer vollen Genesung im Vordergrund zu stehen.

Ein potenzieller systematischer Fehler bei dieser Informationsgewinnung könnte sein, dass Patienten, die mit der Behandlung und/oder dem Eingriff unzufrieden waren, die Beantwortung des Fragebogens verweigerten und somit dem Follow-up entgingen. Andererseits wäre ein gegenteiliger Effekt denkbar: Eine eventuelle Unzufriedenheit hätte den nötigen Antrieb liefern können, zumindest in den angebotenen Freitextfeldern Kritik zu äußern. Die Tatsache, dass dies nicht geschah, kann als Bestätigung unseres Ergebnisses interpretiert werden: Keiner bzw. nur wenige Patienten waren mit dem Eingriff/der Gesamtbehandlung unzufrieden.

### **4.1.7.3 Mortalität**

Insgesamt verstarben 21 der 182 Studienteilnehmer, davon alle nach Behandlung einer SAB. Die Gesamtmortalitätsrate lag mit 11,5 Prozent im Rahmen der allgemeinen Studienlage, und auch die statistisch nicht signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsarten (Clip: 14,5%; Coil: 11,8%; Kapitel 3.1) verhielten sich ähnlich zu den

Ergebnissen größerer Studien, wie beispielsweise der von Brunken et al. (2009) (Clip: 13,8%; Coil: 10,3%). In Bezug auf die Mortalitätsrate bei Patienten mit innocentem Aneurysma zeigte unsere Studie, dass es weder in der neurochirurgischen noch in der neuroradiologischen Gruppe zum Versterben von Patienten kam. Vergleicht man diese Ergebnisse mit den Resultaten anderer Arbeiten, zeigt ein Großteil eine Mortalitätsrate zwischen 0 und 2 Prozent (Brinjikji et al. 2011b; Brunken et al. 2009; Hoh et al. 2003). Ein Teil der Studien, die sich mit dem Vergleich der beiden Therapieverfahren beschäftigt haben, ermittelten – analog zu unseren Ergebnissen – keinen Unterschied in Bezug auf die Mortalitätsrate (Alshehlee et al. 2010; Brunken et al. 2009). Andere Studien beschrieben hingegen einen Vorteil des neuroradiologischen Verfahrens (Brinjikji et al. 2011a; Brinjikji, et al. 2011b; Johnston et al. 1999; Johnston et al. 2000;). Brinjikji et al. zeigten beispielsweise nach ihrer ersten Studie aus dem Jahr 2011 ( $p < 0,0015$ ) auch in ihrer zweiten Arbeit einen signifikanten Unterschied zugunsten des neuroradiologischen Verfahrens ( $p = 0,0001$ ) (Brinjikji et al. 2011b); sie untersuchten allerdings nur solche Versorgungszentren, die ihre Eingriffe überwiegend endovaskulär durchführten. Eine Ursache für die niedrige Mortalitätsrate unter den Patienten mit innocentem Aneurysma in unserer Studie könnte die geringe Zahl an Patienten sein, da mit zunehmender Stichprobengröße die Wahrscheinlichkeit steigt, verstorbene Patienten zu erfassen. So wies beispielsweise eine Vergleichsstudie von Alshehlee et al. (2010) bei einer Fallzahl von 7236 Patienten mit innocentem Aneurysma eine Mortalitätsrate zwischen 0,6 (Coil) und 1,6 Prozent (Clip) auf.

#### **4.1.7.4 Langzeitüberleben/-Outcome der Patienten**

Bei der Auswertung unserer Ergebnisse stellte sich folgendes Problem: Ein mRS-Wert wurde von denjenigen Personen erhoben, die den Fragebogen vollständig beantworteten ( $n=95$ ), die Anzahl der verstorbenen Patienten (mRS-Grad 6;  $n=21$ ) bezieht sich allerdings auf das Gesamtkollektiv von 182 Patienten, sodass „mRS 6“ ungefähr um den Faktor 2 überrepräsentiert ist. Die Auswertung bezieht sich demnach auf 116 Patienten; 66 Patienten, bei denen der mRS-Grad nicht erhoben werden konnte, entgehen der Auswertung. Hierdurch lässt sich das etwas schlechtere Outcome im Vergleich zu anderen Studien erklären (Molyneux et al. 2002; Molyneux et al. 2005; Lanzino et al. 2006; Tenjin et al. 2011; Kim et al. 2008). Außerdem ist der Nachbeobachtungszeitraum im Vergleich relativ lang, sodass in Anbetracht des Alters der Patienten, auch andere Er-

krankungen eine Rolle spielen können. Die erste prospektive, randomisierte Studie zum klinischen Outcome nach neurochirurgischer und neuroradiologischer Behandlung veröffentlichte die finnische Gruppe um Vanninen et al. (1999). Der Zustand der Patienten drei Monate nach Behandlung erwies sich in beiden Gruppen als ähnlich. Anders als unsere Studie verwendete die finnische Arbeitsgruppe allerdings den Glasgow-Outcome-Score als Bewertungsmedium. Auch in der Follow-up-Studie ein Jahr später zeigte sich der klinische Zustand, einschließlich der Ergebnisse neuropsychologischer Testuntersuchungen, immer noch ausgeglichen zwischen beiden Therapieverfahren (Koivisto et al. 2000). Die wohl bekannteste Studie, die sich mit dem Zustand des Patienten nach SAB beschäftigte, ist die sogenannte ISAT-Studie (Molyneux et al. 2002; Molyneux et al. 2005). Insgesamt 42 Zentren verglichen 2143 Patienten, darunter 1070 neurochirurgisch und 1073 neuroradiologisch therapierte Studienteilnehmer. Bei der Verlaufskontrolle über einen Zeitraum von einem Jahr zeigte sich, dass für die Behandlung von SAB-Patienten beide Verfahren infrage kommen, das Coiling jedoch die besseren Langzeitergebnisse liefert. Die Rate für bleibende Behinderungen ( $mRS > 3$ ) oder Tod wurde in der chirurgischen Gruppe mit 30,6 Prozent, in der endovaskulären Gruppe mit 23,7 Prozent angegeben (Molyneux et al. 2002). Dies ergibt eine absolute Risikoreduktion von 6,9 Prozent ( $p = 0,001$ ) zugunsten des neuroradiologischen Verfahrens. Nach Abbruch der ISAT-Studie veröffentlichten Molyneux et al. im Jahr 2005 Langzeitdaten, die sogar eine Risikoreduktion um 7,4 Prozent belegten und gaben an, dass dieser beschriebene Vorteil mindestens über sieben Jahre fortbestehe und auch nicht durch die in der Coiling-Gruppe häufiger vorkommenden SAB-Rezidive ausgeglichen werde (Lanzino et al. 2006; Molyneux et al. 2005; Campi et al. 2007; van der Schaaf et al. 2005). Die Ergebnisse dieser Studie wurden aus verschiedener Richtung kritisiert und von involvierten Fachgesellschaften intensiv kommentiert. Letztlich fußen jedoch die gängigen Leitlinien (Deutsche Gesellschaft für Neurologie; aktueller Stand seit 2008) auf den Ergebnissen der ISAT-Studie. Ergänzend zur ISAT-Studie beschäftigten sich diverse Arbeitsgruppen mit dem Vergleich beider Therapieverfahren; so auch Lanzino et al. (2006), in deren Studie sich die Studienteilnehmer aus subjektiver Sicht jeweils sechs/zwölf Monate nach Behandlung einem mRS-Grad zuordnen mussten. Insgesamt 71 Prozent aller Patienten fühlten sich dem Grad 0 bis 2 zugehörig. Sowohl das neurochirurgische als auch das neuroradiologische Verfahren führten zu einem guten Ergebnis bzw. Patientenzustand, ohne deutliche Unterschiede aufzuweisen. Weitere Studien

lieferten analoge Ergebnisse, bei denen keine Signifikanz zwischen Behandlungsform und Patientenzustand (mRS) festgestellt werden konnte (Taki et al. 2011; Tenjin et al. 2011; Proust et al. 2009; Liu et al. 2013; Kim et al. 2008). Im Gegensatz dazu beschrieben McDougal et al. (2012) einen signifikanten Zusammenhang zwischen Behandlungsart und Patienten-Outcome: Endovaskulär Therapierten mit rupturiertem Aneurysma wurde ein Jahr nach der Behandlung öfter ein gutes klinisches Outcome zugeschrieben ( $p=0,02$ ; mRS 0-2= Clip: 65,3%; Coil: 76,8%). Analog zu der Studienlage zeigen die Daten der vorliegenden Arbeit keine Signifikanz, jedoch zeigt sich ein statistischer Trend zugunsten der neuroradiologischen Therapie nach akutem Blutungsereignis ( $p=0,0506$ ), wohingegen sich bei der Behandlung innocenter Aneurysmen diesbezüglich kein Unterschied feststellen ließ.

#### **4.1.7.5 Lebensqualität des Patienten**

In unserer Studie zeigten sich die Aneurysma-erkrankten Patienten in unterschiedlichem Umfang in ihrem Zustand und ihrer Lebensqualität eingeschränkt. Die Beeinflussung der Lebensqualität differierte in einigen Aspekten zwischen den beiden Behandlungsverfahren. Unterschiede machten sich bei solchen Patienten bemerkbar, die aufgrund einer SAB therapiert wurden. Die Lebensqualität von Patienten mit innocentem Aneurysma schien nicht von der Art der Behandlung abzuhängen.

Verschiedene Studien aus den letzten Jahren haben bereits gezeigt, dass eine Veränderung im Leben von Patienten nach Aneurysmaerkrankung (im Sinne einer Verminderung der Lebensqualität) stattfindet, was Einbußen in der Selbstständigkeit und Unabhängigkeit der Patienten zur Folge haben kann. Überwiegend beschäftigten sich die Studien mit der Lebensqualität von Patienten nach rupturiertem Aneurysma, teilweise wurde ein Vergleich zwischen den beiden Behandlungsmethoden vorgenommen. Unter diesen Vergleichsstudien lässt sich insbesondere in den Dimensionen körperliche Rollenfunktion und körperliche Funktionsfähigkeit sowie hinsichtlich der kognitiven Funktion (insbesondere Gedächtnis- und Konzentrationsstörungen) eine Einschränkung feststellen (Hop et al. 2001; King et al. 2005; Hütter 1995; Katati et al. 2007; Hackett und Anderson 2000). Bei der Überprüfung des Einflusses der beiden Behandlungsverfahren auf die Lebensqualität zeigt ein Großteil der Vergleichsstudien keinen wesentlichen Unterschied (Katati et al. 2006; Mukerji et al. 2010; Preiss et al. 2012; Proust et al.

2009; Solheim et al. 2006). Andererseits erbrachten weitere Studien für eine oder mehrere Dimensionen der Lebensqualität, vor allem die körperlichen Funktionsfähigkeit und das kognitive Leistungsvermögen (Gedächtniseinschränkungen), Vorteile auf Seiten der gecoilten Patienten (Johnston et al. 2000; Liu et al. 2013; Scott et al. 2010; Vieira et al. 2012).

### Körperliche Rollenfunktion:

Katati et al. (2007), welche die Lebensqualität von 70 Patienten vier Monate nach SAB mithilfe des SF-36 evaluierten, zeigten die größte Beeinträchtigung im Bereich der körperlichen Rollenfunktion (60%). Hackett und Anderson (2000), die den Patientenzustand ein Jahr nach SAB analysierten, lieferten analoge Ergebnisse. Verglichen mit der Literatur, zeigte sich in unserer Studie die körperliche Rollenfunktion zwar deutlich, aber vergleichsweise gering beeinträchtigt, sodass die Patienten in Bezug auf die Selbstständigkeit bei Hygienemaßnahmen, Hausarbeit, Körperpflege und das eigenständige Ankleiden nicht so stark eingeschränkt erschienen wie die Patienten aus anderen Studien. Basierend auf älteren Studien, verglichen Katati et al. (2006) beide Verfahren miteinander und stellten in Bezug auf die körperliche Rollenfunktion jedoch keinen signifikanten Unterschied zwischen Clip und Coil nach SAB fest und kamen damit zum gleichen Ergebnis wie die Mehrheit der bisherigen Studien (Mukerji et al. 2010; Preiss et al. 2012; Proust et al. 2009). Analog zu diesen Resultaten ergaben sich in unserer Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Verfahren. Die aktuelle Pflegebedürftigkeit ( $p=0,8894$ ), das Maß der Einschränkung bei der täglichen Hygiene, beim Ankleiden und bei der täglichen Hausarbeit zeigten ähnliche hohe Werte: Ein Großteil der Patienten gab an, nie bis selten auf fremde Hilfe angewiesen zu sein. Die Art des Behandlungsverfahrens scheint also keine gravierenden Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit des Patienten bei der Bewältigung der alltäglichen Aufgaben zu haben. Patienten, die angaben, Hilfe in Anspruch zu nehmen, wurden fast ausschließlich aufgrund einer SAB behandelt. Patienten mit innocentem Aneurysma haben noch weniger mit einer Einschränkung ihrer Selbstständigkeit zu rechnen. Die Art des Behandlungsverfahrens hatte auch hier keinen Einfluss auf die körperliche Rollenfunktion. Demnach stellt die körperliche Rollenfunktion für die Versorgung innocenter Aneurysmen kein Argument bei der Therapiewahl dar. Andere Resultate erbrachte die Vergleichsstudie von Brinjiki et al. (2011b), welche neuroradiologisch ( $n=34125$ ) und neu-

rochirurgisch (n=29918) therapierte Patienten mit innocenten Aneurysmen untersuchte und dabei ein besseres Ergebnis seitens der gecoilten Studienteilnehmer feststellten, nicht zuletzt aufgrund der Dimension der körperlichen Rollenfunktion ( $p < 0,001$ ). Hierbei wurden allerdings schwierige Aneurysmen überwiegend neurochirurgisch versorgt, so dass die geclippten Patienten eine schlechtere Ausgangssituation hatten und eher zu physischen Einbußen neigten.

### Körperliche Funktionsfähigkeit:

Die körperliche Funktionsfähigkeit war deutlich beeinträchtigt, wurde jedoch durch die Wahl des Behandlungsverfahrens nicht beeinflusst. Demnach bedeutet es für die Ausübung von beruflichen und Alltagstätigkeiten wie Gehen, Treppensteigen, Bücken, Heben und Tragen schwerer Gegenstände keinen wesentlichen Unterschied, welches der Verfahren angewandt wurde. Unsere Ergebnisse zeigten keine deutlichen Abweichungen von Vergleichsstudien (Katati et al. 2007; Preiss et al. 2012). Im Sinne der körperlichen Funktionsfähigkeit wurde in unserer Studie gezielt nach Behinderungen gefragt. Hierbei beschrieb ein Viertel aller neurochirurgisch (n=10) und fast ein Fünftel aller endovaskulär behandelten Patienten (n=8) eine neu aufgetretene Behinderung (bis auf zwei Patienten wurden alle aufgrund einer SAB behandelt). Kongruent zu anderen Studienergebnissen zeigte sich in unserer Arbeit in keiner Behinderungsart (Mobilität, Sensibilität, Sehapparat, Höreinschränkung) ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Behandlungsverfahren (Preiss et al. 2012, Proust et al. 2009). Jedoch fiel auf, dass in fast allen Untergruppen (Behinderungsarten) die chirurgischen Patienten überrepräsentiert waren, analog zu den Ergebnissen von Katati et al (2006). Zur Einschätzung der Funktionsfähigkeit verhalf neben der Ermittlung von Behinderungen die Frage nach: Beeinträchtigung der Patienten beim täglichen Treppensteigen, Verrichtung von Hausarbeit und wöchentlichen Einkäufen im Supermarkt. Analog zu der Repräsentation der Behinderungen zeigte sich kein deutlicher Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen, jedoch war in allen drei Fragen der neuroradiologisch behandelte Patient seltener beeinträchtigt als der neurochirurgisch therapierte (Hilfe beim: Treppensteigen: Clip: 28%, Coil: 22%; Einkäufen: Clip: 26%, Coil: 24%; Hausarbeit: Clip: 33%, Coil: 28%).

### Individuelle Gesundheitswahrnehmung:

Die individuelle Gesundheitswahrnehmung zeigte sich in beiden Gruppen insgesamt

eher geringfügig eingeschränkt, der Großteil der Patienten gab an, mit seiner derzeitigen Situation zufrieden zu sein (insgesamt >87%). Bei der zweiten Befragung zur individuellen Gesundheitswahrnehmung (in Form einer Likert Skala) zeigte sich wie bei der ersten Frage eine überwiegend positive Einstellung zu dem derzeitigen Allgemeinbefinden: Die Mehrheit der Patienten empfand ihren aktuellen Zustand als „sehr gut“ bis „akzeptabel“. Verglichen mit anderen Arbeiten, zeigten sich die Patienten unserer Studie zufriedener. Beispielsweise gaben nach Hütter et al. (1995) lediglich 63 Prozent der Patienten (nach SAB) an, mit ihrer derzeitigen Situation zufrieden zu sein. Grund für das vergleichsweise niedrige Ergebnis könnte sein, dass sie zusätzlich eine neuropsychologische Untersuchung durchführten. So wäre denkbar, dass nicht nur bessere Einblicke in die Gefühlswelt der Patienten gewonnen werden können, es wäre auch anzunehmen, dass sich der Patient intensiver mit seiner psychologischen Verfassung befasst und deshalb, allein der Thematik wegen, eher zu einer negativen Antwort neigt. Weitere Arbeiten präsentierten eine im Hinblick auf unsere Resultate verhältnismäßig niedrige Patientenzufriedenheit (Hackett und Andersson 2000; Katati et al. 2007). Eine Ursache für diese Abweichung könnte sein, dass die Vergleichsliteratur lediglich Patienten mit rupturierten Aneurysmen evaluierte. Um diese Störvariable herauszunehmen, überprüften wir die Ergebnisse der SAB-Patienten, also der Patienten mit rupturiertem Aneurysma. Dabei lag unsere Patientenzufriedenheit jedoch erneut bei über 85 Prozent. Eine weitere mögliche Begründung für den günstigeren Ausgang unserer Studie könnte der zeitliche Abstand zum eigentlichen Ereignis sein. In diesem Kontext erscheint es sinnvoll, die Studie von Powell et al. (2002) zu betrachten. Darin wurde die psychosoziale und kognitive Störung bei Patienten nach SAB untersucht; man fand heraus, dass der zeitliche Abstand nach stattgefundenem Trauma einen deutlichen Einfluss auf das Allgemeinbefinden des Patienten hat. So beschreiben Powell et al. (2002) eine Reduktion der klinisch signifikanten posttraumatischen Stress-Symptomatik (intrusive Gedanken oder Vermeidung von Erinnerungen) um 30 Prozent innerhalb eines halben Jahres. Verglichen mit unserem Follow-up-Zeitfenster, zeigten die Vergleichsstudien einen geringeren zeitlichen Abstand zum Ereignis (Hütter et al. 1995; Hackett und Anderson 2000), sodass bei diesen - im Sinne der Ergebnisse von Powell et al. (2002) - eher eine Beeinträchtigung des subjektiven Allgemeinbefindens festzustellen ist als in unserer Studie. Andererseits steigt mit zunehmendem Alter auch die Wahrscheinlichkeit der Multimorbidität, was sicherlich Einfluss auf das Allgemeinbefinden der Patienten

ten hat, zumal viele Patienten nicht abgrenzen können, welche Beschwerden welcher Ursache zuzuordnen sind. Diesem Aspekt folgend, müssten unsere Ergebnisse in Bezug auf das Allgemeinbefinden schlechter ausfallen, da mit größerem Zeitabstand auch das aktuelle Alter und demnach die Anzahl an Begleiterkrankungen steigen würde.

Im Vergleich der Gesundheitswahrnehmung zwischen geclippten und gecoilten Patienten ermittelten bisherige Studien überwiegend keine Signifikanzen (Katati et al. 2006; Preiss et al. 2012; Proust et al. 2009; Solheim et al. 2006). In unserer Studie ergab sich ein statistischer Trend unter den SAB-Patienten zugunsten der endovaskulär versorgten Patienten ( $p=0,0543$ ). Bei dem Vergleich der aktuellen Patientenbefindlichkeit mit der Befindlichkeit ein Jahr vor dem Eingriff (Zusatzitem) zeigten sich gecoilte SAB-Patienten signifikant zufriedener als chirurgisch versorgte Studienteilnehmer. Somit war eine Tendenz zur verbesserten allgemeinen Gesundheitswahrnehmung bei neuroradiologischen SAB-Patienten zu beobachten. Zwar fühlten sich mehr neurochirurgisch therapierte Patienten „besser als vorher“ (Clip: 8%; Coil: 5%), allerdings klagten doppelt so viele geclippte wie gecoilte Patienten über einen aktuell „schlechteren“ bis „deutlich schlechteren“ Zustand, verglichen mit dem Zeitraum (ein Jahr) vor dem Eingriff. Neurochirurgisch therapierte Patienten scheinen also nach unseren Ergebnissen eher misstrauisch gegenüber ihrem aktuellen Gesundheitszustand zu sein als neuroradiologisch therapierte. Ein Mangel an Vertrauen in die eigene Widerstandsfähigkeit gegenüber der Erkrankung bzw. aus der Erkrankung resultierenden Begleiterscheinungen führen dann zu einem Zweifel an einer Aufrechterhaltung des momentanen Gesundheitszustandes (Katati et al. 2007). Demzufolge wäre zu vermuten, dass die geclippten Patienten unserer Studie eher weniger an die Aufrechterhaltung bzw. Verbesserung ihres Befindens glaubten als gecoilte Patienten. Bei der Betrachtung dieses Ergebnisses muss allerdings erneut betont werden, dass nicht zwei operative Verfahren miteinander verglichen wurden, sondern ein chirurgischer Eingriff am offenen Schädel mit einer endovaskulären Therapie über die Leiste. Die starke psychische Belastung, verbunden mit hohem emotionalem Stress, die sich bei der invasiveren Operation am freiliegenden Gehirn ergibt, hat einen nicht unwesentlichen Einfluss auf den Patientenzustand und somit auf die Gesundheitswahrnehmung (Kerper et al. 2012). Dementsprechend gaben Patienten aus unserer Studie, die sonst beschwerdefrei waren, an, durch das bloße Ertasten der Operationsnarbe am Kopf bei der morgendlichen Hygiene ständig an das traumatische Ereignis erinnert zu werden.

Bei dem Vergleich der Ergebnisse des Zusatzitems mit dem der beiden Fragen zur aktuellen individuellen Befindlichkeit der Studienteilnehmer erwiesen sich die Antworten einiger Patienten als unstimmig. Sie gaben einerseits an, mit ihrer derzeitigen Situation zufrieden zu sein, beschrieben jedoch bei dem direkten Vergleich ihrer derzeitigen Situation mit dem Zustand vor dem Eingriff, eine aktuelle Unzufriedenheit. Diese Diskrepanz könnte in dem Antwortschema begründet liegen, da dem Studienteilnehmer bei der Frage nach seiner Zufriedenheit eine Ja/Nein-Antwortmöglichkeit zur Verfügung stand. Das Zusatzitem bot hingegen verschiedene, abgestufte Antwortmöglichkeiten in Form der Likert-Skala („deutlich schlechter“; „schlechter“; „wie davor“; „besser“). Einem Patienten mit beispielsweise geringfügigen Kopfschmerzen (sonst beschwerdefrei) würde es deutlich leichter fallen anzugeben, dass es ihm „wie davor“ oder „schlechter“, aber nicht „deutlich schlechter“ gehe, als sich zwischen einer zufriedenen bzw. unzufriedenen Situation zu entscheiden. Die Likert-Skala bietet also eine gute Möglichkeit, ein graduiertes „schlechter“ anzukreuzen. Ein weiterer interessanter Aspekt bei der Auswertung unserer Ergebnisse ist die Tatsache, dass nach stattgefundener SAB eine Verbesserung des Allgemeinbefindens (im Vergleich zu dem Jahr vor dem Eingriff) nur nach neuroradiologischer Intervention angegeben wurde. Hingegen konnte nach elektiver Versorgung eines innocenten Aneurysmas nur die neurochirurgische Therapie eine Verbesserung bewirken. Eine wirkliche Erklärung für diese Verteilung haben wir nicht. Es spielt jedoch sicherlich eine Rolle, dass mehr rupturierte Aneurysmen gecoilt und mehr innocente Aneurysmen geclippt wurden – wonach die Wahrscheinlichkeit einer Besserung in den häufiger bestehenden Konstellationen von Behandlungsverfahren und klinischer Aneurysmapräsentation (rupturiert, innocent) höher ist und diese vermutlich „Zufallstreffern“ entsprechen. Zwei der Patienten begründeten die von ihnen angegebene Zustandsverbesserung: Eine Patientin litt aufgrund der positiven Familienanamnese unter stetiger Angst, an einem rupturierten Aneurysma zu versterben und gab an nach chirurgischer Versorgung des innocenten Aneurysmas vollständig von dieser psychischen Last befreit zu sein. Ein weiterer neurochirurgisch behandelter Patient mit innocentem Aneurysma beschrieb seit dem Eingriff eine deutliche Besserung seiner Kopfschmerzsymptomatik. Die Tatsache, dass sich die Kopfschmerzen zurückbildeten oder sogar komplett verschwanden, könnte neben dem Kompressionseffekt des Aneurysmas durchaus in einer psychischen Komponente begründet liegen. Der Patient fühlt sich nach der offen-chirurgischen Behandlung frei von dieser raumfordernden „Aus-

buchung“ im Hirnkreislauf und schiebt auch dieser die Schuld für die Kopfschmerzen zu.

### Kognition:

Analog zu unseren Ergebnissen beschrieben frühere Studien bereits eine Veränderung der Kognition bei Patienten nach einer SAB (Hütter et al. 1995; Mukerji et al. 2010; Scott et al. 2010; Vieira et al. 2012). In unserem Fragebogen erhielten die Patienten durch eine direkte Frage zur Existenz von kognitiven Behinderungen Gelegenheit, dazu Stellung zu nehmen, um – neben den spezielleren Fragen nach Konzentrations-, Gedächtnis-, Orientierungs- und Wortfindungs-/Sprachstörungen – eine weitere Auskunft über die subjektive Einschätzung der Kognition ermitteln zu können. Verglichen mit den Ergebnissen der spezielleren Fragen, erwies sich diese Kongruenz jedoch als geringer als erwartet. Ein Grund dafür könnte sein, dass der Begriff „Kognition“ im Fragebogen nicht genauer erläutert wurde. Vermutlich konnten einige Patienten nichts mit diesem Wort anfangen. Bei direkter Nachfrage gaben zahlreiche Patienten jedoch zu, von Konzentrations- und Gedächtnisstörungen betroffen zu sein, sodass über die Hälfte der geclippten SAB-Patienten und beinahe ein Viertel der gecoilten SAB-Patienten zustimmten, eine Einschränkung der Konzentration zu verspüren. Andere Studien beschrieben ähnlich hohe Positivraten (70%) bei Konzentrationsstörungen (Hütter et al. 1995; Mukerji et al. 2010), stellten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Behandlungsverfahren fest. (Katati 2006; Preiss et al. 2012; Proust et al. 2009). Unsere Studienergebnisse hingegen wiesen unter allen SAB-Behandelten eine höhere kognitive Einschränkung auf Seiten der neurochirurgisch versorgten Patienten nach. Trotz der niedrigeren Kongruenz (s.o.) gaben doppelt so viele geclippte wie gecoilte Patienten an, eine kognitive Behinderung zu haben. Ebenfalls ließ sich in Bezug auf Konzentrationsstörungen nach SAB ein signifikanter Unterschied zugunsten des endovaskulären Verfahrens feststellen ( $p=0,0069$ ). Neurochirurgisch versorgte SAB-Patienten fühlen sich also mehr in ihren kognitiven Prozessen beeinflusst als neuroradiologisch therapierte. Ähnliche Resultate lieferten Scott et al. (2010), welche nach den Ergebnissen der ISAT-Studie eine neuropsychologische Teilstudie (N-ISAT) an insgesamt acht britischen Zentren durchführten. Dabei versprach sich die Arbeitsgruppe, die kognitiven Aspekte in den postoperativen Patientenzustand mit einzubeziehen. Bei 32,1 Prozent ( $n=152$ ) der Patienten wurde eine kognitive Beeinträchtigung beschrieben, welche in einem signifikanten Zusammenhang mit der Lebensqualität stand ( $p<0,001$ ). Auch hier wies die

## Diskussion

Gruppe der endovaskulär behandelten Patienten eine geringere kognitive Beeinträchtigung auf als die offen-chirurgisch therapierten Studienteilnehmer (Clip: 38,7%; Coil: 26,7%;  $p < 0,05$ ). Erhärtet wurde unser Ergebnis durch die Tatsache, dass wir die Konzentrationsstörungen zweimal abfragten, zu Beginn und zum Ende des Fragebogens. In der zweiten Frage (konzipiert in Form der Likert-Skala) bestätigte sich der signifikante Zusammenhang unter allen SAB-Patienten: Gecoilte Patienten gaben seltener an, Konzentrationsstörungen zu haben ( $p = 0,0038$ ). Die Tatsache, dass in der zweiten Frage mehr Patienten angegeben haben, unter dieser Art von Einschränkungen zu leiden, kann erneut auf die Form des Messkonstrukts (Ja/Nein vs. Likert-Skala) zurückgeführt werden, da es dem Patienten leichter fällt, „selten“ anzukreuzen, als sich für ein Ja oder Nein zu entscheiden.

Gedächtnisstörungen - im Sinne einer kognitiven Einschränkung - wurden von 40 Prozent der Patienten angegeben und stellten demzufolge eine der häufigsten Einschränkungen der befragten Patienten dar. Hingegen wurde eine Einschränkung des Sprachvermögens verhältnismäßig selten beschrieben (6%). Beide Beeinträchtigungen wurden, ohne das Signifikanzniveau zu erreichen, eher von geclippten Patienten beschrieben. Diesbezüglich decken sich unsere Ergebnisse mit der Vergleichsliteratur. Hackett und Anderson (2000) zeigten bei 46 Prozent der befragten Studienteilnehmer eine unvollständige Genesung mit anhaltenden Problemen bei neuropsychologischen Vorgängen wie Gedächtnis (50%) und Sprachvermögen (14%). Analog zu diesen Ergebnissen konnten weitere Studien ähnliche Verteilungen feststellen und negierten folglich einen Unterschied zwischen den beiden Behandlungsmethoden (Mukerji et al. 2010; Preiss et al. 2012). Lediglich die Arbeit von Proust et al. (2009) präsentierte einen Unterschied im Sinne eines statistischen Trends ( $p = 0,055$ ) zugunsten der gecoilten SAB-Patienten, welche seltener an verbalen Gedächtniseinschränkungen litten als geclippte Studienteilnehmer.

Patienten, die an einem innocenten Aneurysma behandelt wurden, zeigten in unserer Arbeit seltener Störungen der Kognition. Bei einem relativ ausgeglichenen Verhältnis zwischen geclippten und gecoilten Patienten ist davon auszugehen, dass bei der Versorgung eines innocenten Aneurysmas die Kognition nicht durch die Art der Behandlung beeinflusst wird und die Kognition kein Argument zur Wahl des Behandlungsverfahrens darstellt. Sohlheim et al. (2006), die die Lebensqualität nach neurochirurgischer bzw. neuroradiologischer Behandlung innocenter Aneurysmen mithilfe des SF-36 ermit-

telten, kamen zu denselben Ergebnissen wie wir: Nach der Behandlung eines blutenden, rupturierten Aneurysmas, gaben wesentlich mehr Patienten an, unter kognitiven Defiziten wie Konzentrationsstörungen zu leiden als nach Versorgung eines nicht blutenden Aneurysmas. Ein wesentlicher Faktor für das Entstehen dieser Störungen scheint demnach die Blutung an sich zu sein. Dennoch dominierten die kognitiven Defizite unter den SAB-Patienten in der neurochirurgischen Gruppe. Eine Erklärung dafür könnte das Phänomen des Selektionsbias darstellen. Die anatomische Lage der Aneurysmen beeinflusst die Wahl des Therapieverfahrens. Durch bevorzugte Auswahl bestimmter Aneurysmatypen (hier: Clipping bei Media-Aneurysmen) wird die Stichprobe systematisch verzerrt, sodass zunehmend häufiger Patienten dieses prognostisch ungünstigeren Typs einer neurochirurgischen Therapie unterzogen wurden. Lokalisationsbedingt hat die Ruptur eines Media-Aneurysmas eine Einblutung in die Sylvische Fissur zur Folge, was eine Kompression des basalen Temporallappens und somit des Hippocampus nach sich ziehen kann. Der Hippocampus als Teil des limbischen Systems ist, neben dem Frontalhirn und den Stammganglien, ein wichtiger funktioneller Ort für die Aufnahme und Verarbeitung von Sinneseindrücken, für die Konzentration und die Aufmerksamkeit. Dementsprechend hatten in unserer Studie vermehrt diejenigen Patienten eine solche Symptomatik, die an einem Aneurysma der ACM geclippt wurden. Die Mediatorvariable „Lokalisationsstelle“ scheint also die kognitiven Einbußen zu bedingen. Andererseits wird der Hippocampus auch durch den hinteren Gefäßabschnitt des *Circulus arteriosus cerebri* versorgt, der typischerweise, so auch in unserer Studie, vermehrt endovaskulär versorgt wird und folglich auch zu einer Beeinflussung kognitiver Vorgänge (u.a. Gedächtnisfunktion) führen kann. Da diese Region jedoch vergleichsweise selten betroffen war, dominierte die Anzahl der neurochirurgischen Eingriffe mit den beschriebenen Einbußen in der kognitiven Dimension.

Die Folgeerscheinung von vermehrten Zephalgien wurde in unserer Studie verhältnismäßig selten beschrieben. Studien wie die von Hütter et al. (1995) beschrieben einen deutlich höheren Anteil an behandelten Patienten mit Kopfschmerzsymptomatik nach SAB (77%) und sprachen dieser Symptomatik einen großen Einfluss auf Alltag und Lebensqualität der Patienten zu. Der Vergleich der beiden Behandlungsverfahren ergab in unserer Studie, analog zu den Ergebnissen bereits vorgestellter Vergleichsstudien, ein ausgeglichenes Verhältnis (Clip: 26%; Coil: 23%), sodass die Kopfschmerzsymptomatik nicht von der Behandlungsart abhängt.

#### **4.1.7.6 Zusätzliche Angaben der Studienteilnehmer**

Einige Patienten gaben von sich aus ein positives Feedback zur Befragung. Sie waren erfreut, dass man sich noch „für sie interessiere“ und dass sie nicht bereits in „Vergessenheit“ geraten seien. Die Patienten konnten neben den standardisiert wirkenden Fragen auch die eigene Zufriedenheit in Bezug auf Behandlung, Klinik, Stationsarbeit, Reha, Liegezeit etc. äußern. Die Patienten fühlen sich durch derartige Nachfragen besser verstanden und in ihrer Rolle als umsorgter Patient bestätigt. Dies hat sicherlich einen positiven Effekt auf das Arzt-Patienten-Verhältnis, woraus wiederum ein wichtiger Einfluss auf den Gesundheitswillen, den Krankheitsverlauf und folglich auf den Behandlungserfolg resultiert. Ein weiterer Nebeneffekt dieser Patientenbefragung ergab sich daraus, dass einige Patienten, insbesondere solche, die eine telefonische Kontaktierung in Anspruch nahmen, sich im Anschluss an das Gespräch über die Notwendigkeit einer Nachsorgeuntersuchung erkundigten und den Entschluss fassten, eine solche zeitnah in Anspruch zu nehmen. Diese erneute Auseinandersetzung weckt anscheinend das Verantwortungsbewusstsein des Patienten und mithin die Bereitschaft, präventive Maßnahmen zu ergreifen. Für zukünftige Befragungen ähnlichen Zuschnitts wäre es ratsam, am Ende des Fragebogens einen Hinweis auf die Notwendigkeit von Nachsorgeuntersuchungen aufzuführen.

#### **4.2 Anekdotische Evidenz „Clip und Coil“**

Grundlegend decken sich die allgemeinen Daten der Patienten, die beide Therapieverfahren erhielten, mit den Ergebnissen von Studienteilnehmern, die nur geclippt oder gecoilt wurden. Bei der Frage, welches der beiden Therapieverfahren als weniger invasiv empfunden wurde, stuften 50 Prozent (n=6) der Patienten beide Verfahren als gleichermaßen wenig invasiv ein, einer präferierte den chirurgischen Eingriff, und die übrigen empfanden das endovaskuläre Verfahren als weniger belastend. In diesem Kontext muss erneut die unterschiedliche Invasivität der beiden Verfahren und ihr Einfluss auf die psychische/emotionale Befindlichkeit des Patienten erwähnt werden (s.o.). Patienten, die beide Verfahren erhielten und beide Verfahren als gleichermaßen wenig belastend evaluierten, begründeten dies u.a. damit, dass sie über den positiven Ausgang dieser „schlimmen Erkrankung“ froh seien. Ein Vergleich zwischen ihrer subjektiven Befindlichkeit und dem Zustand anderer Patienten (mit ähnlicher Ausgangssituation, aber schlechterem Outcome) wurde den Patienten während des stationären/

rehabilitativen Aufenthaltes oder durch Erzählungen im Bekanntenkreis geboten. Hierbei überwog der Gedanke des Patienten, mit einem klinisch einwandfreien Zustand weiterleben zu können. Welches Verfahren angewandt wird, ist den meisten Patienten anscheinend nicht so wichtig. In Bezug auf den Patientenzustand nach versorgter SAB wies eine Studie (n=358) von McDougall et al. (2012) nach, dass nach Durchführung beider Therapieoptionen der Zustand des Patienten schlechter sei als bei singulär endovaskulär, jedoch besser als bei chirurgisch behandelten Patienten. In unserer Arbeit zeigte sich bei der Ermittlung des Patientenstatus (mRS) dagegen, dass bei Anwendung beider Verfahren ein besseres Ergebnis im Vergleich zum singulären Eingriff (neurochirurgisch oder neuroradiologisch) erzielt wurde. Ebenso lag bei keinem der Studienteilnehmer, die beide Verfahren erhielten, eine Pflegebedürftigkeit im Sinne einer Pflegestufe vor. Ein Faktor, der dieses Ergebnis maßgeblich beeinflusst, ist die Tatsache, dass hier zwangsläufig ein Selektionsbias entstanden ist. Es kann nur dann eine zweite Aneurysma-Prozedur durchgeführt werden, wenn der erste Eingriff und ggf. die SAB überlebt wurden. Außerdem erhielten nur solche Patienten eine zweite Behandlung, bei denen die körperlichen Voraussetzungen für einen weiteren Eingriff gegeben waren. Bezüglich der kognitiven Einschränkungen (Konzentrationsstörungen), die sich bereits nach singulärem Eingriff als hoch erwiesen (siehe Kapitel 4.1.7.5), zeigt sich nun auch unter den zweifach versorgten Patienten ein hoher Anteil mit Konzentrationsstörungen (n=8, 61,5%). Ein Parameter, der die mehrfach therapierten von den singulär versorgten Patienten unterscheidet, ist das vermehrte Auftreten von Kopfschmerzen. Unter den Patienten, die beide Verfahren erhielten, gab beinahe jeder zweite an, unter Kopfschmerzen zu leiden. Nach singulärem Eingriff war dies lediglich bei jedem vierten bis fünften Patienten der Fall. Eine mögliche Ursache hierfür stellt das häufige Eingreifen bzw. Operieren am Schädel (Gehirn) durch zwei- bzw. mehrfach durchgeführte Prozeduren dar.

## 5. Zusammenfassung und Ausblick

Ziel unseres Forschungsvorhabens war es herauszufinden, welches Therapieverfahren von Patienten, die an einem zerebralen Aneurysma behandelt wurden, besser „verkräftet“ und als weniger belastend empfunden wird. Hierzu wurden retrospektiv mittels objektiver Kriterien der klinische Zustand des Patienten (H&H-Grad, mRS, Pflegestufe, Behinderung/Behinderungsart) und der Verlauf der Krankengeschichte (stationäre Liegedauer, Rehabilitation und Rehabilitationsdauer, Komplikationsraten) ermittelt. Außerdem sollte die Erfassung subjektiver Angaben (Dimensionen: Lebensqualität, Zufriedenheit mit Situation/Eingriff/Gesamtbehandlung) dazu beitragen, mögliche Unterschiede bezüglich der beiden an der UMG zur Verfügung stehenden Therapieverfahren herauszufinden. Es wurden solche Patienten in die Studie einbezogen, die im Rahmen einer Aneurysmaruptur (SAB) eine Behandlung benötigten, aber auch diejenigen, welche mittels eines elektiven Eingriffs an einem nicht blutenden Aneurysma versorgt wurden (innocent).

Gecoilte Patienten wiesen insgesamt etwas bessere Ergebnisse auf als neurochirurgisch versorgte Patienten. Das Signifikanzniveau wurde dabei jedoch nur selten erreicht. Deutliche Unterschiede zeigten sich bei den Patienten, die wegen einer SAB behandelt wurden.

Obwohl die Anzahl schwerstbetroffener Patienten (H&H-Grad 5) in der neurochirurgischen Gruppe geringer war, ergab sich ein statistischer Trend zu einem besseren Outcome (mRS) nach endovaskulärer Therapie ( $p=0,0506$ ).

Bei der Überprüfung der Lebensqualität zeigten sich Unterschiede zugunsten der endovaskulären Therapie im Bereich der kognitiven Einschränkung bezüglich der Beeinträchtigung der Konzentration und in der allgemeinen Gesundheitswahrnehmung.

Rehabilitationsmaßnahmen wurden häufiger nach SAB durchgeführt. Die Notwendigkeit einer rehabilitativen Maßnahme nach SAB scheint eher in der Blutung mit entsprechenden Folgeerscheinungen begründet zu sein und nicht in der Art des Eingriffs, da die Durchführung einer rehabilitativen Maßnahme sowie die durchschnittliche Aufenthaltsdauer keine deutlichen Unterschiede zwischen den Behandlungsverfahren aufwies.

## Diskussion

Bei innocenten Aneurysmen war eine rehabilitative Anschlusstherapie häufiger nach operativer Versorgung notwendig ( $p=0,0113$ ). Darüber hinaus zeigte sich bei ungebluteten Aneurysmen keine der beiden Methoden der jeweils anderen überlegen. Gleiches gilt bezüglich der Liegedauer, unabhängig davon, ob das Aneurysma geblutet hatte oder nicht. Die Krankenhausaufenthaltsdauer korrelierte mit einem schlechten klinischen Outcome.

Die Zufriedenheit des Patienten mit dem Eingriff an sich und der Gesamtbehandlung an der UMG war unabhängig von seinem aktuellen Zustand. Keine der beiden Therapiemodalitäten wurde als weniger bzw. mehr belastend empfunden.

Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer interdisziplinären und individuellen Therapieentscheidung, um jedem Patienten gerecht zu werden. Für den klinischen Alltag ist es wichtig, diese Ergebnisse zu nutzen, um Patienten sowie Angehörige besser informieren und vor/nach der Aneurysmathherapie engmaschig begleiten zu können, nicht zuletzt, um möglichen Problemen und Ängsten frühzeitig entgegenwirken zu können. Ein Schwerpunkt sollte dabei auf die Aufklärung der Konzentrationsstörung sowie die Veränderung der subjektiven Gesundheitswahrnehmung gelegt werden. Idealerweise würde so Einfluss auf die Lebensqualität der Patienten genommen werden. Auch die neu gewonnenen Daten bezüglich der gleich langen Liegedauer beider Verfahren und die reduzierte Notwendigkeit einer rehabilitativen Maßnahme durch Coiling bei Patienten mit innocentem Aneurysma können der Patientenaufklärung dienen.

Die Grenze unserer retrospektiven Erhebung der Lebensqualitätsdaten liegt in der zeitlichen Komponente, da lediglich eine aktuelle Bestandsaufnahme durchgeführt wurde. Für zukünftige Studien erscheint neben subjektiven Parametern auch die Erhebung objektiver neuropsychologischer Parameter sinnvoll, insbesondere hinsichtlich der Konzentrationsstörung. Bei elektiven Aneurysmabehandlungen könnte eine prä- bzw. postoperative neuropsychologische Testung die subjektiven Ergebnisse dieser Studie verifizieren bzw. objektivieren.

## 6. Literaturverzeichnis

- Adams HP Jr, Kassell NF, Torner JC, Sahs AL (1983): CT and clinical correlations in recent aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a preliminary report of the Cooperative Aneurysm Study. *Neurology* 33, 981–988
- Alaraj A, Wallace A, Mander N, Aletich V, Charbel FT, Amin-Hanjani S (2010): Outcome following symptomatic cerebral vasospasm on presentation in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: coiling vs. clipping. *World Neurosurg* 74, 138–142
- Alshehlee A, Mehta S, Edgell RC, Vora N, Feen E, Mohammadi A, Kale SP, Cruz-Flores S (2010): Hospital mortality and complications of electively clipped or coiled unruptured intracranial aneurysm. *Stroke* 41, 1471–1476
- Aoyagi N, Hayakawa I (1989): Rerupture of intracranial aneurysms during angiography. *Acta Neurochir (Wien)* 98, 141–147
- Bassi P, Bandera R, Loiero M, Tognoni G, Mangoni A (1991): Warning signs in subarachnoid hemorrhage: a cooperative study. *Acta Neurol Scand* 84, 277–281
- Bavinzski G, Killer M, Gruber A, Reinprecht A, Gross CE, Richling B (1999): Treatment of basilar artery bifurcation aneurysms by using Guglielmi detachable coils: a 6-year experience. *J Neurosurg* 90, 843–852
- Bernheim J, Buyse M (1983): The anamnestic comparative self assessment for measuring the subjective quality of life of cancer patients. *J Psychosoc Oncol* 1, 25–38
- Binder H, Gerstenbrand F, Jellinger K, Krenn J, Watzek C (1979): The symptomatology with the most severe clinical course of spontaneous subarachnoid hemorrhage. *J Neurol* 222, 119–129
- Bonita R, Beaglehole R (1988): Modification of Rankin Scale: Recovery of motor function after stroke. *Stroke* 19, 1497–1500
- Brinjikji W, Rabinstein AA, Lanzino G, Kallmes DF, Cloft HJ (2011): Patient outcomes are better for unruptured cerebral aneurysms treated at centers that preferentially treat with endovascular coiling: a study of the national inpatient sample 2001-2007. *AJNR Am J Neuroradiol* 32, 1065–1070
- Brinjikji W, Rabinstein AA, Nasr DM, Lanzino G, Kallmes DF, Cloft HJ (2011): Better outcomes with treatment by coiling relative to clipping of unruptured intracranial aneurysms in the United States, 2001-2008. *AJNR Am J Neuroradiol* 32, 1071–1075
- Brown RD Jr, Huston J, Hornung R, Foroud T, Kallmes DF, Kleindorfer D, Meissner I, Woo D, Sauerbeck L, Broderick J (2008): Screening for brain aneurysm in the Familial Intracranial Aneurysm study: frequency and predictors of lesion detection. *J Neurosurg* 108, 1132–1138
- Brunken M, Kehler U, Fiehler J, Leppien A, Eckert B (2009): Coiling vs. clipping: hospital stay and procedure time in intracranial aneurysm treatment. *Rofo* 181, 989–995

## Literaturverzeichnis

- Bullinger M, Kirchberger: Fragebogen zum Gesundheitszustand (Handanweisung). Hogrefe, Göttingen 1998
- Bullinger M, Kirchberger I, Steinbüchel N: Die Münchner-Lebensqualitäts-Dimensionen-Liste (MLDL) und der Fragebogen "Alltagsleben". In: Lebensqualität und Gesundheitsökonomie. Konzepte, Methoden, Anwendung. Ecomed, Landsberg (2000 a), pp 111–123
- Bullinger M, Ravens-Sieberer U, Siegrist I: Gesundheitsbezogene Lebensqualität in der Medizin - eine Einführung. In: Lebensqualitätsforschung aus medizinpsychologischer und - soziologischer Perspektive. Hogrefe, Göttingen (2000 b), pp 11–24
- Campi A, Ramzi N, Molyneux AJ, Summers PE, Kerr RSC, Sneade M, Yarnold JA, Rischmiller J, Byrne JV (2007): Retreatment of ruptured cerebral aneurysms in patients randomized by coiling or clipping in the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT). *Stroke* 38, 1538–1544
- Carrizo AG (1998): Advances in the diagnosis of cerebrovascular pathology. *Critical Reviews in Neurosurgery* 8, 97–102
- Clouston JE, Numaguchi Y, Zoarski GH, Aldrich EF, Simard JM, Zitnay KM (1995): Intraarterial papaverine infusion for cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage. *AJNR Am J Neuroradiol* 16, 27–38
- Conway JE, Hutchins GM, Tamargo RJ (1999): Marfan syndrome is not associated with intracranial aneurysms. *Stroke* 30, 1632–1636
- Dammert S, Krings T, Moller-Hartmann W, Ueffing E, Hans FJ, Willmes K, Mull M, Thron A (2004): Detection of intracranial aneurysms with multislice CT: comparison with conventional angiography. *Neuroradiology* 46, 427–434
- Day AL, Gaposchkin CG, Yu CJ, Rivet DJ, Dacey RG Jr (2003): Spontaneous fusiform middle cerebral artery aneurysms: characteristics and a proposed mechanism of formation. *J Neurosurg* 99, 228–240
- Delank H, Gehlen W: Neurologie. 11. Auflage. Georg Thieme, Stuttgart 2006
- Deruty R, Pelissou-Guyotat I, Mottolese C, Amat D, Bogner L (1995): Level of consciousness and age as prognostic factors in aneurysmal SAH. *Acta Neurochir (Wien)* 132, 1–8
- Dietrich J, Günther L, Fried H (1995): 3-dimensional computerized tomography in diagnosis and surgical planning of intracranial aneurysms. *Zentralbl Neurochir* 56, 34–39
- Dima S, Scheau C, Stefanescu F, Danaila L (2012): Endovascular minimally invasive treatment of the intracranial aneurysms - first 124 cases. *J Med Life* 5, 360–366
- Ding YH, Lewis DA, Kadirvel R, Dai D, Kallmes DF (2011): The Woven EndoBridge: a new aneurysm occlusion device. *AJNR Am J Neuroradiol* 32, 607–611
- Drake CG (1981): Progress in cerebrovascular disease. Management of cerebral aneurysm. *Stroke* 12, 273–283

## Literaturverzeichnis

- Drake C, Hunt W, Sano K, Kassell N, Teasdale G, Pertuiset B, De Villiers J (1988): Report of World Federation of Neurological Surgeons Committee on a Universal Subarachnoid Hemorrhage Grading Scale. *J Neurosurg* 68, 985–986
- Edlow JA, Caplan LR (2000): Avoiding pitfalls in the diagnosis of subarachnoid hemorrhage. *N Engl J Med* 342, 29–36
- Elliott JP, Newell DW, Lam DJ, Eskridge JM, Douville CM, Le Roux PD, Lewis DH, Mayberg MR, Grady MS, Winn HR (1998): Comparison of balloon angioplasty and papaverine infusion for the treatment of vasospasm following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 88, 277–284
- Endo T, Tominaga T, Konno H, Yoshimoto T (2002): Fatal subarachnoid hemorrhage, with brainstem and cerebellar infarction, caused by *Aspergillus* infection after cerebral aneurysm surgery: case report. *Neurosurgery* 50, 1147–1150
- Falk A, Schmieder K, Hentsch A, Harders A, Heuser L (1996): 3-D-TONE magnetic resonance angiography in the detection of intracranial aneurysms compared with digital subtraction angiography. A prospective study. *Rofo* 164, 31–37
- Fiehler J (2012): Unruptured brain aneurysms: when to screen and when to treat?. *Rofo* 184, 97–104
- Fiehler J, Boor S, Dörbecker R (2008): Table for optimization and monitoring of cerebral aneurysm therapy (TOMCAT). Results and Implications of the Lead-In-Phase. *Clin Neuroradiol* 18, 168–176
- Fiehler J, Byrne JV (2009): Factors affecting outcome after endovascular treatment of intracranial aneurysms. *Curr Opin Neurol* 22, 103–108
- Fujii Y, Takeuchi S, Sasaki O, Minakawa T, Koike T, Tanaka R (1996): Ultra-early rebleeding in spontaneous subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 84, 35–42
- Gerber CJ, Lang DA, Neil-Dwyer G, Smith PW (1993): A simple scoring system for accurate prediction of outcome within four days of a subarachnoid haemorrhage. *Acta Neurochir (Wien)* 122, 11–22
- Geyh S, Cieza A, Kollerits B, Grimby G, Stucki G (2007): Content comparison of health-related quality of life measures used in stroke based on the international classification of functioning, disability and health (ICF): a systematic review. *Qual Life Res* 16, 833–851
- Gieteling EW, Rinkel GJE (2003): Characteristics of intracranial aneurysms and subarachnoid haemorrhage in patients with polycystic kidney disease. *J Neurol* 250, 418–423
- Van Gijn J, van Dongen KJ (1982): The time course of aneurysmal haemorrhage on computed tomograms. *Neuroradiology* 23, 153–156
- Van Gijn J, Bromberg JE, Lindsay KW, Hasan D, Vermeulen M (1994): Definition of initial grading, specific events, and overall outcome in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage. A survey. *Stroke* 25, 1623–1627

## Literaturverzeichnis

- Van Gijn J, Kerr RS, Rinkel GJE (2007): Subarachnoid haemorrhage. *Lancet* 369, 306–318
- Greenberg MS: Handbook of neurosurgery. 7<sup>th</sup> edition. Greenberg Graphics ; Thieme Medical Publishers, Tampa, Fla.; New York 2010
- Gruber A, Dietrich W, Czech T, Richling B (1997): Recurrent aneurysmal subarachnoid haemorrhage: bleeding pattern and incidence of posthaemorrhagic ischaemic infarction. *Br J Neurosurg* 11, 121–126
- Gruber DP, Zimmerman GA, Tomsick TA, van Loveren HR, Link MJ, Tew JM Jr (1999): A comparison between endovascular and surgical management of basilar artery apex aneurysms. *J Neurosurg* 90, 868–874
- Hackett ML, Anderson CS (2000): Health outcomes 1 year after subarachnoid hemorrhage: An international population-based study. The Australian Cooperative Research on Subarachnoid Hemorrhage Study Group. *Neurology* 55, 658–662
- Heiserman JE, Dean BL, Hodak JA, Flom RA, Bird CR, Drayer BP, Fram EK (1994): Neurologic complications of cerebral angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 15, 1401–1407
- Hoh BL, Ogilvy CS (2005): Endovascular treatment of cerebral vasospasm: transluminal balloon angioplasty, intra-arterial papaverine, and intra-arterial nicardipine. *Neurosurg Clin N Am* 16, 501–516
- Hoh BL, Rabinov JD, Pryor JC, Carter BS, Barker FG 2nd (2003): In-hospital morbidity and mortality after endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms in the United States, 1996-2000: effect of hospital and physician volume. *AJNR Am J Neuroradiol* 24, 1409–1420
- Hoh BL, Topcuoglu MA, Singhal AB, Pryor JC, Rabinov JD, Rordorf GA, Carter BS, Ogilvy CS (2004): Effect of clipping, craniotomy, or intravascular coiling on cerebral vasospasm and patient outcome after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery* 55, 779–786
- Hoh BL, Chi Y-Y, Dermott MA, Lipori PJ, Lewis SB (2009): The effect of coiling versus clipping of ruptured and unruptured cerebral aneurysms on length of stay, hospital cost, hospital reimbursement, and surgeon reimbursement at the university of Florida. *Neurosurgery* 64, 614–619
- Hop JW, Rinkel GJ, Algra A, van Gijn J (2001): Changes in functional outcome and quality of life in patients and caregivers after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 95, 957–963
- Hosoda K, Fujita S, Kawaguchi T, Shose Y, Hamano S, Iwakura M (1999): Effect of clot removal and surgical manipulation on regional cerebral blood flow and delayed vasospasm in early aneurysm surgery for subarachnoid hemorrhage. *Surg Neurol* 51, 81–88
- Huang J, van Gelder JM (2002): The probability of sudden death from rupture of intracranial aneurysms: a meta-analysis. *Neurosurgery* 51, 1101–1105

## Literaturverzeichnis

- Hunt WE, Hess RM (1968): Surgical risk as related to time of intervention in the repair of intracranial aneurysms. *J Neurosurg* 28, 14–20
- Hurst RW, Judkins A, Bolger W, Chu A, Loevner LA (2001): Mycotic aneurysm and cerebral infarction resulting from fungal sinusitis: imaging and pathologic correlation. *AJNR Am J Neuroradiol* 22, 858–863
- Hütter BO, Gilsbach JM, Kreitschmann I (1995a): Quality of life and cognitive deficits after subarachnoid haemorrhage. *Br J Neurosurg* 9, 465–475
- Ingall T, Asplund K, Mähönen M, Bonita R (2000): A multinational comparison of subarachnoid hemorrhage epidemiology in the WHO MONICA stroke study. *Stroke* 31, 1054–1061
- ISUIA G (1998): Unruptured intracranial aneurysms - risk of rupture and risks of surgical intervention. International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. *N Engl J Med* 339, 1725–1733
- Jakobsson KE, Säveland H, Hillman J, Edner G, Zygmunt S, Brandt L, Pellettieri L (1996): Warning leak and management outcome in aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 85, 995–999
- Javadpour M, Jain H, Wallace MC, Willinsky RA, ter Brugge KG, Tymianski M (2005): Analysis of cost related to clinical and angiographic outcomes of aneurysm patients enrolled in the international subarachnoid aneurysm trial in a North American setting. *Neurosurgery* 56, 886–894
- Johannesson M (1994): QALYs, HYE and individual preferences - a graphical illustration. *Soc Sci Med* 39, 1623–1632
- Johnston SC, Dudley RA, Gress DR, Ono L (1999): Surgical and endovascular treatment of unruptured cerebral aneurysms at university hospitals. *Neurology* 52, 1799–1805
- Johnston SC, Wilson CB, Halbach VV, Higashida RT, Dowd CF, McDermott MW, Applebury CB, Farley TL, Gress DR (2000): Endovascular and surgical treatment of unruptured cerebral aneurysms: comparison of risks. *Ann Neurol* 48, 11–19
- Juvela S (1992 a): Minor leak before rupture of an intracranial aneurysm and subarachnoid hemorrhage of unknown etiology. *Neurosurgery* 30, 7–11
- Juvela S (1992 b): Alcohol consumption as a risk factor for poor outcome after aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *BMJ* 304, 1663–1667
- Juvela S (1995): Aspirin and delayed cerebral ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 82, 945–952
- Juvela S (2003): Prehemorrhage risk factors for fatal intracranial aneurysm rupture. *Stroke* 34, 1852–1857
- Juvela S, Poussa K, Porras M (2001): Factors affecting formation and growth of intracranial aneurysms: a long-term follow-up study. *Stroke* 32, 485–491

## Literaturverzeichnis

- Kassell NF, Sasaki T, Colohan AR, Nazar G (1985): Cerebral vasospasm following aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 16, 562–572
- Kassell NF, Torner JC, Haley EC Jr, Jane JA, Adams HP, Kongable GL (1990): The International Cooperative Study on the Timing of Aneurysm Surgery. Part 1: Overall management results. *J Neurosurg* 73, 18–36
- Katati MJ, Santiago-Ramajo S, Saura E, Jorques A, Pérez-García M, Martín-Linares JM, Mínguez-Castellano A, Escamilla-Sevilla F, Arjona V (2006): Quality of life in intracranial aneurysm: surgery versus endovascular treatment. *Neurocirugia (Astur)* 17, 325–332
- Katati MJ, Santiago-Ramajo S, Pérez-García M, Meersmans-Sánchez Jofré M, Vilar-Lopez R, Coín-Mejias MA, Caracuel-Romero A, Arjona-Moron V (2007): Description of quality of life and its predictors in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Cerebrovasc Dis* 24, 66–73
- Kawai N, Nakamura T, Tamiya T, Nagao S (2008): Regional cerebral blood flow and oxygen metabolism in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: positron emission tomography evaluation of clipping versus coiling. *Acta Neurochir Suppl* 105, 211–215
- Kerper LF, Spies CD, Lößner M, Salz A-L, Tafelski S, Balzer F, Weiß-Gerlach E, Neumann T, Lau A, Glaesmer H, Brähler E, Krampe H (2012): Persistence of psychological distress in surgical patients with interest in psychotherapy: results of a 6-month follow-up. *PLoS ONE* 7, e51167
- Kim BM, Kim DI, Shin YS, Chung EC, Kim DJ, Suh SH, Kim SY, Park SI, Choi CS, Won YS (2008): Clinical outcome and ischemic complication after treatment of anterior choroidal artery aneurysm: comparison between surgical clipping and endovascular coiling. *AJNR Am J Neuroradiol* 29, 286–290
- King JT Jr, Kassam AB, Yonas H, Horowitz MB, Roberts MS (2005): Mental health, anxiety, and depression in patients with cerebral aneurysms. *J Neurosurg* 103, 636–641
- Koebbe CJ, Veznedaroglu E, Jabbour P, Rosenwasser RH (2006): Endovascular management of intracranial aneurysms: current experience and future advances. *Neurosurgery* 59, S93–102
- Koivisto T, Vanninen R, Hurskainen H, Saari T, Hernesniemi J, Vapalahti M (2000): Outcomes of early endovascular versus surgical treatment of ruptured cerebral aneurysms. A prospective randomized study. *Stroke* 31, 2369–2377
- Krayenbühl H, Luthy F (1998): Hydrocephalus als Spätfolge geplatzter basaler Hirnaneurysmen. *Arch Neurol Neurochir Psychiatry* 61, 7–21
- Krex D, Schackert HK, Schackert G (2001): Genesis of cerebral aneurysms - an update. *Acta Neurochir (Wien)* 143, 429–448
- Lagares A, Gómez PA, Lobato RD, Alén JF, Alday R, Campollo J (2001): Prognostic factors on hospital admission after spontaneous subarachnoid haemorrhage. *Acta Neurochir (Wien)* 143, 665–672

- Laidlaw JD, Siu KH (2002): Ultra-early surgery for aneurysmal subarachnoid hemorrhage: outcomes for a consecutive series of 391 patients not selected by grade or age. *J Neurosurg* 97, 250–258
- Lanzino G, Fraser K, Kanaan Y, Wagenbach A (2006): Treatment of ruptured intracranial aneurysms since the International Subarachnoid Aneurysm Trial: practice utilizing clip ligation and coil embolization as individual or complementary therapies. *J Neurosurg* 104, 344–349
- Lee J-H, Oh CW, Lee SH, Han DH (2003): Aplasia of the internal carotid artery. *Acta Neurochir (Wien)* 145, 117–125
- Lentze M, Schaub J, Schulte F, Spranger J: *Pädiatrie, Grundlagen und Praxis*. 3. Auflage. Springer, Heidelberg 2007
- Lin N, Cahill KS, Frerichs KU, Friedlander RM, Claus EB (2012): Treatment of ruptured and unruptured cerebral aneurysms in the USA: a paradigm shift. *J Neurointerv Surg* 4, 182–189
- Linn FH, Rinkel GJ, Algra A, van Gijn J (1996): Incidence of subarachnoid hemorrhage: role of region, year, and rate of computed tomography: a meta-analysis. *Stroke* 27, 625–629
- Liu H-M, Wong H-F, Lee K-W, Tu Y-K, Yeh Y-S, Chou C-W, Wang Y-H, Chen Y-L, Lo Y-L, Hsieh T-C, Wang Y-C, Lin T-K, Lai D-M, Chen W-L, Tseng H-M, Li C-W (2013): Taiwan aneurysm registry: multivariate analysis of two-month, one-year, and two-year outcomes after endovascular and microsurgical treatment of ruptured aneurysms. *Interv Neuroradiol* 19, 35–42
- Lownie SP, Drake CG, Peerless SJ, Ferguson GG, Pelz DM (2000): Clinical presentation and management of giant anterior communicating artery region aneurysms. *J Neurosurg* 92, 267–277
- Macdonald RL, Kassell NF, Mayer S, Ruefenacht D, Schmiedek P, Weidauer S, Frey A, Roux S, Pasqualin A (2008): Clazosentan to overcome neurological ischemia and infarction occurring after subarachnoid hemorrhage (CONSCIOUS-1): randomized, double-blind, placebo-controlled phase 2 dose-finding trial. *Stroke* 39, 3015–3021
- Macdonald RL, Higashida RT, Keller E, Mayer SA, Molyneux A, Raabe A, Vajkoczy P, Wanke I, Bach D, Frey A, Nowbakht P, Roux S, Kassell N (2012): Randomized trial of clazosentan in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage undergoing endovascular coiling. *Stroke* 43, 1463–1469
- Mannhold R (1988): Inhibition of calmodulin dependent c-AMP-phosphodiesterase by moxaverine and papaverine. *Arzneimittelforschung* 38, 1806–1808
- Marks MP, Steinberg GK, Lane B (1993): Intraarterial papaverine for the treatment of vasospasm. *AJNR Am J Neuroradiol* 14, 822–826
- McDougall CG, Spetzler RF, Zabramski JM, Partovi S, Hills NK, Nakaji P, Albuquerque FC (2012): The Barrow Ruptured Aneurysm Trial. *J Neurosurg* 116, 135–144

## Literaturverzeichnis

- Menke J, Larsen J, Kallenberg K (2011): Diagnosing cerebral aneurysms by computed tomographic angiography: meta-analysis. *Ann Neurol* 69, 646–654
- Milburn JM, Moran CJ, Cross DT 3rd, Diringer MN, Pilgram TK, Dacey RG Jr (1998): Increase in diameters of vasospastic intracranial arteries by intraarterial papaverine administration. *J Neurosurg* 88, 38–42
- Miller J, Diringer M (1995): Management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurol Clin* 13, 451–478
- Mohr G, Ferguson G, Khan M, Malloy D, Watts R, Benoit B, Weir B (1983): Intraventricular hemorrhage from ruptured aneurysm. Retrospective analysis of 91 cases. *J Neurosurg* 58, 482–487
- Molyneux A, Kerr R, Stratton I, Sandercock P, Clarke M, Shrimpton J, Holman R (2002): International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomized trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 11, 304–314
- Molyneux AJ, Kerr RSC, Yu L-M, Clarke M, Sneade M, Yarnold JA, Sandercock P (2005): International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *Lancet* 366, 809–817
- Morita A, Kirino T, Hashi K, Aoki N, Fukuhara S, Hashimoto N, Nakayama T, Sakai M, Teramoto A, Tominari S, Yoshimoto T (2012): The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. *N Engl J Med* 366, 2474–2482
- Moskopp D, Wassmann H: *Neurochirurgie: Handbuch für die Weiterbildung und interdisziplinäres Nachschlagewerk ; mit 206 Tabellen*. Schattauer, Stuttgart, 2005.
- Mukerji N, Holliman D, Baisch S, Noble A, Schenk T, Nath F (2010): Neuropsychologic impact of treatment modalities in subarachnoid hemorrhage: clipping is no different from coiling. *World Neurosurg* 74, 129–138
- Müller M: *Chirurgie für Studium und Praxis: unter Berücksichtigung des Gegenstandskataloges und der mündlichen Examina in den ärztlichen Prüfungen*. 11. Auflage. Medizinische Verl.- und Inform.-Dienste, Breisach am Rhein 2012
- Naidech A, Janjua N, Kreiter K, Ostapkovich N, Fitzsimmons B-F, Parra A, Commichau C, Conolly S, Mayer S (2005): Predictors and Impact of Aneurysm Rebleeding After Subarachnoid Hemorrhage. *Arch Neurol* 62, 410–416
- Nakayama Y, Tanaka A, Kumate S, Tomonaga M, Takebayashi S (1999): Giant fusiform aneurysm of the basilar artery: consideration of its pathogenesis. *Surg Neurol* 51, 140–145
- Niehaus F: *Alter und steigende Lebenserwartung: eine Analyse der Auswirkungen auf die Gesundheitsausgaben*. WIP, Wiss. Inst. der PKV, Köln (2006), pp. 155-156

## Literaturverzeichnis

- Nishino A, Sakurai Y, Tsuji I, Arai H, Uenohara H, Suzuki S, Li JH (1999): Resumption of work after aneurysmal subarachnoid hemorrhage in middle-aged Japanese patients. *J Neurosurg* 90, 59–64
- Nishioka H, Torner JC, Graf CJ, Kassell NF, Sahs AL, Goettler LC (1984): Cooperative study of intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage: a long-term prognostic study. II. Ruptured intracranial aneurysms managed conservatively. *Arch Neurol* 41, 1142–1146
- Pacult A (1994): Cerebral aneurysms, subarachnoid hemorrhage: an overview of incidence, location, presentation, diagnosis and therapy. *J S C Med Assoc* 90, 6–10
- Pandey AS, Koebbe C, Rosenwasser RH, Veznedaroglu E (2007): Endovascular coil embolization of ruptured and unruptured posterior circulation aneurysms: review of a 10-year experience. *Neurosurgery* 60, 626–636
- Pandey AS, Elias AE, Chaudhary N, Thompson BG, Gemmete JJ (2013): Endovascular treatment of cerebral vasospasm: vasodilators and angioplasty. *Neuroimaging Clin N Am* 23, 593–604
- Pepin M, Schwarze U, Superti-Furga A, Byers PH (2000): Clinical and genetic features of Ehlers-Danlos syndrome type IV, the vascular type. *N Engl J Med* 342, 673–680
- Pobereskin LH (2001): Incidence and outcome of subarachnoid haemorrhage: a retrospective population based study. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 70, 340–343
- Poeck K, Hacke W: *Neurologie*. 11. Auflage. Springer, Berlin 2001
- Powell J, Kitchen N, Heslin J, Greenwood R (2002): Psychosocial outcomes at three and nine months after good neurological recovery from aneurysmal subarachnoid haemorrhage: predictors and prognosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 72, 772–781
- Preiss M, Netuka D, Koblihova J, Bernardova L, Charvat F, Kratochvilova D, Benes V (2012): Quality of life 1 year after aneurysmal subarachnoid hemorrhage in good outcome patients treated by clipping or coiling. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 73, 217–223
- Proust F, Martinaud O, Gérardin E, Derrey S, Levèque S, Bioux S, Tollard E, Clavier E, Langlois O, Godefroy O, Hannequin D, Fréger P (2009): Quality of life and brain damage after microsurgical clip occlusion or endovascular coil embolization for ruptured anterior communicating artery aneurysms: neuropsychological assessment. *J Neurosurg* 110, 19–29
- Pschyrembel W: *Klinisches Wörterbuch*, 260. neu bearb. Auflage. Walter De Gruyter, Berlin 2004
- Raabe A, Rohde V: *Vaskuläre und funktionelle Neurochirurgie*. Georg Thieme, Stuttgart 2011
- Raabe A, Beck J, Berkefeld J, Deinsberger W, Meixensberger J, Schmiedek P, Seifert V, Steinmetz H, Unterberg A, Vajkoczy P, Werner C (2005): Recommendations for the management of patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Zentralbl Neurochir* 66, 79–91

## Literaturverzeichnis

- Raaymakers TW (1999): Aneurysms in relatives of patients with subarachnoid hemorrhage: frequency and risk factors. MARS Study Group. Magnetic Resonance Angiography in Relatives of patients with Subarachnoid hemorrhage. *Neurology* 53, 982–988
- Rankin J (1957): Cerebral vascular accidents in patients over the age of 60. II. Prognosis. *Scott Med J* 2, 200–215
- Reith W (2011): Endovascular therapy options for aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Radiologe* 51, 113–119
- Renneberg B, Hammelstein P: Gesundheitspsychologie. Springer, Heidelberg 2009
- Riede U, Schäfer H, Werner M: Allgemeine und spezielle Pathologie. 5. Auflage. Georg Thieme, Stuttgart 2004
- Rinkel GJ, Djibuti M, Algra A, van Gijn J (1998): Prevalence and risk of rupture of intracranial aneurysms: a systematic review. *Stroke* 29, 251–256
- Rinkel GJE (2005): Intracranial aneurysm screening: indications and advice for practice. *Lancet Neurol* 4, 122–128
- Rinne J, Hernesniemi J, Puranen M, Saari T (1994): Multiple intracranial aneurysms in a defined population: prospective angiographic and clinical study. *Neurosurgery* 35, 803–808
- Ritz R, Reif J (2005): Comparison of prognosis and complications after warning leaks in subarachnoidal hemorrhage-experience with 214 patients following aneurysm clipping. *Neurol Res* 27, 620–624
- Rose M, Fliege K, Danzer H, Klapp B (2000): Gesundheitsbezogene Lebensqualität “ein Teil” allgemeiner Lebensqualität. In: Jahrbuch der medizinischen Psychologie Jahrbuch der medizinischen Psychologie. Hogrefe, Göttingen, pp 206–221
- Rosenørn J, Eskesen V, Schmidt K (1988): Unruptured intracranial aneurysms: an assessment of the annual risk of rupture based on epidemiological and clinical data. *Br J Neurosurg* 2, 369–377
- Ruigrok YM, Buskens E, Rinkel GJ (2001): Attributable risk of common and rare determinants of subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 32, 1173–1175
- Sacco RL, Wolf PA, Bharucha NE, Meeks SL, Kannel WB, Charette LJ, McNamara PM, Palmer EP, D’Agostino R (1984): Subarachnoid and intracerebral hemorrhage: natural history, prognosis, and precursive factors in the Framingham Study. *Neurology* 34, 847–854
- Saitoh H, Hayakawa K, Nishimura K, Okuno Y, Teraura T, Yumitori K, Okumura A (1995): Rerupture of cerebral aneurysms during angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 16, 539–542
- Van der Schaaf I, Algra A, Wermer M, Molyneux A, Clarke M, van Gijn J, Rinkel G (2005): Endovascular coiling versus neurosurgical clipping for patients with aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Cochrane Database Syst Rev*, CD003085
- Schievink WI (1997a): Intracranial aneurysms. *N Engl J Med* 336, 28–40

## Literaturverzeichnis

- Schievink WI (1997b): Genetics of intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 40, 651–662
- Schievink WI (1999): Marfan syndrome and intracranial aneurysms. *Stroke* 30, 2767–2768
- Schievink WI, Karemaker JM, Hageman LM, van der Werf DJ (1989): Circumstances surrounding aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Surg Neurol* 32, 266–272
- Schievink WI, Link MJ, Piegras DG, Spetzler RF (2002): Intracranial aneurysm surgery in Ehlers-Danlos syndrome Type IV. *Neurosurgery* 51, 607–611
- Schuss P, Konczalla J, Platz J, Vatter H, Seifert V, Güresir E (2013): Aneurysm-related subarachnoid hemorrhage and acute subdural hematoma: single-center series and systematic review. *J Neurosurg*
- Scott RB, Eccles F, Molyneux AJ, Kerr RSC, Rothwell PM, Carpenter K (2010): Improved cognitive outcomes with endovascular coiling of ruptured intracranial aneurysms: neuropsychological outcomes from the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT). *Stroke* 41, 1743–1747
- Seifert V, Gerlach R, Raabe A, Güresir E, Beck J, Szelényi A, Setzer M, Vatter H, Du Mesnil de Rochemont R, Zanella F, Sitzer M, Berkefeld J (2008): The interdisciplinary treatment of unruptured intracranial aneurysms. *Dtsch Arztebl Int* 105, 449–456
- Sethi H, Moore A, Dervin J, Clifton A, MacSweeney JE (2000): Hydrocephalus: comparison of clipping and embolization in aneurysm treatment. *J Neurosurg* 92, 991–994
- Sharma M, Brown B, Madhugiri V, Cuellar-Saenz H, Sonig A, Ambekar S, Nanda A (2013): Unruptured intracranial aneurysms: comparison of perioperative complications, discharge disposition, outcome, and effect of calcification, between clipping and coiling: a single institution experience. *Neurol India* 61, 270–276
- Siewert R: *Chirurgie*. 7. Auflage. Springer, Berlin 2001
- Siuciak JA, Chapin DS, Harms JF, Lebel LA, McCarthy SA, Chambers L, Shrikhande A, Wong S, Menniti FS, Schmidt CJ (2006): Inhibition of the striatum-enriched phosphodiesterase PDE10A: a novel approach to the treatment of psychosis. *Neuropharmacology* 51, 386–396
- Solheim O, Eloquent H, Muller TB, Unsgaard G (2006): Quality of life after treatment for incidental, unruptured intracranial aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)* 148, 821–830
- Stegmayr B, Eriksson M, Asplund K (2004): Declining mortality from subarachnoid hemorrhage: changes in incidence and case fatality from 1985 through 2000. *Stroke* 35, 2059–2063
- Stehbens WE (1963): Histopathology of cerebral aneurysms. *Arch Neurol* 8, 272–285
- Steiner HH, Kremer P, Kunze S (1994): Acute subarachnoid hemorrhage after aneurysm rupture: results of early surgery. *Zentralbl Neurochir* 55, 16–23
- Suzuki S, Tateshima S, Jahan R, Duckwiler GR, Murayama Y, Gonzalez NR, Viñuela F (2009): Endovascular treatment of middle cerebral artery aneurysms with detachable coils:

- angiographic and clinical outcomes in 115 consecutive patients. *Neurosurgery* 64, 876–888
- Taha MM, Nakahara I, Higashi T, Iwamuro Y, Iwaasa M, Watanabe Y, Tsunetoshi K, Munemitsu T (2006): Endovascular embolization vs surgical clipping in treatment of cerebral aneurysms: morbidity and mortality with short-term outcome. *Surg Neurol* 66, 277–284
- Taki W, Sakai N, Suzuki H (2011): Determinants of poor outcome after aneurysmal subarachnoid hemorrhage when both clipping and coiling are available: Prospective Registry of Subarachnoid Aneurysms Treatment (PRESAT) in Japan. *World Neurosurg* 76, 437–445
- Tateshima S, Murayama Y, Gobin YP, Duckwiler GR, Guglielmi G, Viñuela F (2000): Endovascular treatment of basilar tip aneurysms using Guglielmi detachable coils: anatomic and clinical outcomes in 73 patients from a single institution. *Neurosurgery* 47, 1332–1339
- Teasdale G, Jennett B (1974): Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 2, 81–84
- Tenjin H, Takadou M, Ogawa T, Mandai A, Umebayashi D, Osaka Y, Nakahara Y, Kubo S (2011): Treatment selection for ruptured aneurysm and outcomes: clipping or coil embolization. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 51, 23–29
- Trepel M: *Neuroanatomie*. 4. Auflage. Elsevier, München 2008
- Ugur HC, Kahilogullari G, Esmer AF, Comert A, Odabasi AB, Tekdemir I, Elhan A, Kanpolat Y (2006): A neurosurgical view of anatomical variations of the distal anterior cerebral artery: an anatomical study. *J Neurosurg* 104, 278–284
- Valderas JM, Alonso J (2008): Patient reported outcome measures: a model-based classification system for research and clinical practice. *Qual Life Res* 17, 1125–1135
- Vannemreddy PS, Nanda A (2001): Management of good-grade intracranial aneurysms. *J La State Med Soc* 153, 22–26
- Vannemreddy P, Caldito G, Willis B, Nanda A (2008): Influence of cocaine on ruptured intracranial aneurysms: a case control study of poor prognostic indicators. *J Neurosurg* 108, 470–476
- Vanninen R, Koivisto T, Saari T, Hernesniemi J, Vapalahti M (1999): Ruptured intracranial aneurysms: acute endovascular treatment with electrolytically detachable coils- a prospective randomized study. *Radiology* 211, 325–336
- Vieira ACC, Azevedo-Filho HRC, Andrade G, Costa e Silva IE, de Fátima Leal Griz M, Quinino S, Leitão L, Souza MLP, Câmara D Jr (2012): Cognitive changes in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage before and early posttreatment: differences between surgical and endovascular. *World Neurosurg* 78, 95–100
- Vlak MH, Algra A, Brandenburg R, Rinkel GJ (2011): Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol* 10, 626–636

## Literaturverzeichnis

- Wanke I, Dörfler A, Forsting M: Intracranial vascular malformations and aneurysms. Springer, Heidelberg 2004
- Wanke I, Doerfler A, Schoch B, Stolke D, Forsting M (2003): Treatment of wide-necked intracranial aneurysms with a self-expanding stent system: initial clinical experience. *AJNR Am J Neuroradiol* 24, 1192–1199
- Weaver JP, Fisher M (1994): Subarachnoid hemorrhage: an update of pathogenesis, diagnosis and management. *J Neurol Sci* 125, 119–131
- Weir B (2002): Unruptured aneurysms. *J Neurosurg* 97, 1011–1012
- Weir B, Macdonald RL, Stoodley M (1999): Etiology of cerebral vasospasm. *Acta Neurochir Suppl* 72, 27–46
- Wermer MJH, Rinkel GJE, van Gijn J (2003): Repeated screening for intracranial aneurysms in familial subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 34, 2788–2791
- Wermer MJH, van der Schaaf IC, Algra A, Rinkel GJE (2007): Risk of rupture of unruptured intracranial aneurysms in relation to patient and aneurysm characteristics: an updated meta-analysis. *Stroke* 38, 1404–1410
- White PM, Teasdale EM, Wardlaw JM, Easton V (2001): Intracranial aneurysms: CT angiography and MR angiography for detection prospective blinded comparison in a large patient cohort. *Radiology* 219, 739–749
- Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J 3rd, Meissner I, Brown RD Jr, Piepgras DG, Forbes GS, Thielen K, Nichols D, O’Fallon WM, Peacock J, Jaeger L, Kassell NF, Kongable-Beckman GL, Torner JC (2003): Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet* 362, 103–110
- Wijdicks EFM, Kallmes DF, Manno EM, Fulgham JR, Piepgras DG (2005): Subarachnoid hemorrhage: neurointensive care and aneurysm repair. *Mayo Clin Proc* 80, 550–559
- Wilson IB, Cleary PD (1995): Linking clinical variables with health-related quality of life. A conceptual model of patient outcomes. *JAMA* 273, 59–65
- Wong GKC, Kwan MCL, Ng RYT, Yu SCH, Poon WS (2011): Flow diverters for treatment of intracranial aneurysms: current status and ongoing clinical trials. *J Clin Neurosci* 18, 737–740
- Wu C-T, Wong C-S, Yeh C-C, Borel CO (2004): Treatment of cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage—a review. *Acta Anaesthesiol Taiwan* 42, 215–222
- Yanagihara T, Piepgras DG, Atkinson (1998): Subarachnoid hemorrhage medical and surgical management. M. Dekker, New York
- Yaşargil M: *Microneurosurgery*, 4 Bände, Thieme Med.Publ., Stuttgart, New York 1984
- Yuguang L, Tao J, Meng L, Shugan Z, Jiangang W, Yang Y, Wandong S, Chengyuan W (2003): Rerupture of intracranial aneurysms during cerebral angiography. *J Clin Neurosci* 10, 674–676

## Literaturverzeichnis

Yundt KD, Grubb RL Jr, Diringner MN, Powers WJ (1997): Cerebral hemodynamic and metabolic changes caused by brain retraction after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery* 40, 442–450

## 7. Anhang

### 7.1 Freitextfeldangaben (Erkrankungen)

<b>Neurologische Erkrankungen</b>	Epilepsie (4), chronisches Schmerzsyndrom, Multiple Sklerose, Morbus Parkinson, Fibromyalgie, inkompl. Okkulomotoriusparese
<b>Psychische Erkrankungen</b>	Depression (5), HOPS, Borderline-Persönlichkeitsstörung, Alkoholabusus, Anorexia nervosa, bipolare Störung
<b>Gefäßkrankung</b>	KHK (5), pAVK (3), Amaurosis fugax, Arteriosklerose
<b>Stoffwechselstörung</b>	Hypercholesterinämie (3), Hyperlipoproteinämie (2), Hypothyreose, Eisenmangelanämie, Morbus Addison
<b>Autoimmunerkrankung</b>	Polymyalgiarheumatica, Hashimoto Thyreoditis, Psoriasis Arthritis
<b>Chronisch entzündliche Erkrankungen</b>	Essenzielle Thrombozythämie, IGA Nephritis, Morbus Crohn
<b>Stütz- und Bewegungsapparat</b>	Rheuma
<b>Sonstiges</b>	COPD (3), Schilddrüsen-Karzinom, Falxmeningeom

**Tabelle 37:** Auflistung der Erkrankungen aus dem Freitextfeld (Bei Mehrfachnennung des Krankheitsbildes wurde die Fallzahl in Klammern angegeben).

### 7.2 Studienablaufplan

Bevor mit der Erfassung der Patientendaten begonnen werden konnte, wurde ein Studienablaufplan erstellt, der die benötigten Daten aus der Datenbank der UMG und die Daten, die über den Fragebogen ermittelt werden sollten, beinhaltet. Mittels der Datenbank der UMG und des Fragebogens wurden folgende patientenbezogenen Parameter erfasst:

Name, Vorname (Pseudonymisierung wurde vorgenommen)

1. Kontaktdaten des Patienten
2. Geburtsdatum
3. Geschlecht
4. Aufnahmedatum (zwecks Liegedauer in Tagen)

## Anhang

5. Entlassungsdatum (zwecks Liegedauer in Tagen)
6. Anzahl der Aneurysmen
7. Klinische Präsentation des Aneurysmas (SAB oder innocent)
8. Lokalisation des Aneurysmas
9. Aneurysmathherapie
10. Stadieneinteilung nach Hunt und Hess (Grad 1–5)
11. Therapieverfahren
12. Rehabilitation
  - a. stationär
  - b. teilstationär
  - c. ambulant
13. Rehabilitationsdauer in Tagen
14. Komplikationen während der Rehabilitation
15. Weniger belastendes Verfahren (bei Einsatz beider Verfahren)
16. Bei mehreren Aneurysmen: Welches wurde an der UMG behandelt (tabellarisch)
17. Komplikationen während des stationären Aufenthaltes
18. Zufriedenheit mit dem Eingriff
19. Gesamtzufriedenheit
20. Zufriedenheit mit der derzeitigen Situation
21. Derzeitige gesundheitliche Beschwerden
  - a. vermehrter Kopfschmerz
  - b. Konzentrationsstörungen
  - c. Orientierungsstörungen
  - d. Gedächtnisstörungen
  - e. Kurzzeitgedächtnis
  - f. Langzeitgedächtnis
  - g. Schwindel
  - h. Wortfindungsstörungen
  - i. Sonstiges
22. Behinderung vor dem Eingriff
  - a. Mobilitätseinschränkung
  - b. Sensitivitätseinschränkung

## Anhang

- c. Hörstörung
  - d. Sehstörung
  - e. Kognitive Störung
  - f. Sonstiges
23. Behinderungen nach dem Eingriff
- a. Mobilitätseinschränkung
  - b. Sensitivitätseinschränkung
  - c. Hörstörung
  - d. Sehstörung
  - e. Kognitive Störung
  - f. Sonstiges
24. (Falls Punkt 24 positiv:) Zeitliche Differenz zwischen Eingriff/Behinderung
25. Pflegebedürftigkeit
26. (Falls Punkt 26 positiv:) Pflegebedürftigkeit vor dem Eingriff (Pflegestufe I–III)
27. (Falls Punkt 26 positiv:) Pflegebedürftigkeit nach dem Eingriff (Pflegestufe I–III)
28. Vorerkrankungen
- a. Hypertonie
  - b. Diabetes mellitus
  - c. Sonstiges
29. Allgemeinbefinden
30. Allgemeinbefinden im Vergleich (aktuell vs. ein Jahr vor Eingriff)
31. Einschätzung zur Einschränkung: Einkauf im Supermarkt
32. Einschätzung zur Einschränkung: Treppesteigen
33. Einschätzung zur Einschränkung: Hausarbeit
34. Einschätzung zur Einschränkung: morgendliche Hygiene und Ankleiden
35. Einschätzung zur Einschränkung: Konzentration
36. Eigene Anmerkungen

### 7.3 Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Darstellung des Circulus arteriosus cerebri mit häufigen Aneurysmalokalisationen .....	14
<b>Abbildung 2</b> Zustand nach Clipping eines kleinen Aneurysmas und Coiling eines daran angrenzenden Riesen-Aneurysmas der A.carotis interna .....	26
<b>Abbildung 3:</b> Aneurysma der A. cerebri media bei einem 63-jährigen Patienten. DSA-Aufnahme vor dem Eingriff und Darstellung des Zustands nach Clipping .....	27
<b>Abbildung 4:</b> Innocentes Aneurysma am Abgang des Ramus comunicans posterior aus der A. carotis interna rechts bei einer 64 jährigen Patientin. DSA-Aufnahme vor dem Eingriff und Darstellung des Zustands nach Coiling .....	28
<b>Abbildung 5:</b> Absolute Häufigkeitsverteilung der Aneurysmen auf die Lokalisationsstellen in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren.....	44
<b>Abbildung 6:</b> Prozentuale und absolute Verteilung der durchgeführten Behandlungsverfahren in Bezug auf den klinischen Zustand bei Aufnahme .....	45
<b>Abbildung 7:</b> Vergleich der klinischen Symptomatik bei Aufnahme (nach H&H) zwischen den beiden Behandlungsverfahren in Form des Scatter Plots (Bubble-chart).....	47
<b>Abbildung 8:</b> Liegezeit (in Tagen) von SAB-Patienten in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren.. .....	49
<b>Abbildung 9:</b> Liegezeit (in Tagen) von Patienten mit innocentem Aneurysma in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren .....	50
<b>Abbildung 10:</b> Zufriedenheit mit der derzeitigen Situation in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren. ....	53
<b>Abbildung 11:</b> Vergleich der Konzentrationsstörungen unter allen Patienten (SAB und innocent) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren.....	55
<b>Abbildung 12:</b> Relativer Vergleich der ermittelten Beeinträchtigungen in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren .....	57
<b>Abbildung 13:</b> Verteilung der mRS-Skala in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren in Form des Scatter Plots (Bubble-chart). ....	64
<b>Abbildung 14:</b> Zusammenhang zwischen mRS und Liegezeit (in Tagen) im gesamten Patientenkollektiv.....	65
<b>Abbildung 15:</b> Zusammenhang zwischen mRS und H&H-Grad im gesamten Patientenkollektiv. Darstellung in Form des Scatter Plots (Bubble-chest).. .....	66

## 7.4 Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Klinische Graduierung der SAB nach Hunt und Hess.....	19
<b>Tabelle 2:</b> Darstellung der Konstruktebenen zur Operationalisierung von Lebensqualität. ....	31
<b>Tabelle 3:</b> Modifizierte Rankin-Skala.....	40
<b>Tabelle 4:</b> Häufigkeitsverteilung der Aneurysmen (absolute und relative) auf die Lokalisationsstellen .....	42
<b>Tabelle 5:</b> Häufigkeitsverteilung der Aneurysmen (absolute und relative) auf die Lokalisationsstellen in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil) .....	44
<b>Tabelle 6:</b> Häufigkeitsverteilung der Subarachnoidalblutung bei Aufnahme (absolut und relativ) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil) .....	45
<b>Tabelle 7:</b> Häufigkeitsverteilung des Geschlechts (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	46
<b>Tabelle 8:</b> Vergleich der klinischen Symptomatik bei Aufnahme (nach H&H; absolute und relative) zwischen den beiden Behandlungsgruppen (Clip und Coil).....	47
<b>Tabelle 9:</b> Vergleich der klinischen Symptomatik bei Aufnahme (H&H) zwischen den beiden Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Statistische Berechnung nach dem Mann-Whitney-U-Test .....	48
<b>Tabelle 10:</b> Verteilung der Rehabilitationsaufenthalte (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil) und der klinischen Präsentation bei Aufnahme.....	51
<b>Tabelle 11:</b> Verteilung der Zufriedenheit mit dem Eingriff (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	52
<b>Tabelle 12:</b> Verteilung der Gesamtzufriedenheit (gesamten Behandlung an der UMG) des Patienten (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	52
<b>Tabelle 13:</b> Verteilung der Zufriedenheit des Patienten mit der derzeitigen Situation (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil). ....	53
<b>Tabelle 14:</b> Verteilung der Kopfschmerz-Symptomatik (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	54
<b>Tabelle 15:</b> Verteilung der Konzentrationsstörung (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	54

<b>Tabelle 16:</b> Verteilung von Schwindel, Orientierungs- und Wortfindungsstörungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	55
<b>Tabelle 17:</b> Verteilung der Gedächtnisstörungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	56
<b>Tabelle 18:</b> Verteilung der Kurz- und Langzeitgedächtnisstörung (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	56
<b>Tabelle 19:</b> Häufigkeitsverteilung der Konstellationen der Gedächtniseinschränkungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	56
<b>Tabelle 20:</b> Auflistung und absolute Verteilung weiterer Beeinträchtigungen in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	57
<b>Tabelle 21:</b> Verteilung der neu aufgetretenen Mobilitätseinschränkungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Weitere Einteilung der Positiv-Antworten in die Untergruppen SAB und innocent.....	58
<b>Tabelle 22:</b> Verteilung der neu aufgetretenen Sensibilitätseinschränkungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil). Weitere Einteilung der Positiv-Antworten in die Untergruppen SAB und innocent.....	59
<b>Tabelle 23:</b> Verteilung der neu aufgetretenen Seheinschränkungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil) .....	59
<b>Tabelle 24:</b> Verteilung der neu aufgetretenen kognitiven Behinderungen (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil) .....	60
<b>Tabelle 25:</b> Verteilung des Grades der Pflegestufe (absolute und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	60
<b>Tabelle 26:</b> Verteilung der Pflegestufe (aktuell, absolut und relative) in Abhängigkeit vom Behandlungsverfahren (Clip und Coil).....	61
<b>Tabelle 27:</b> Darstellung der Häufigkeitsverteilungen bezüglich: Allgemeinbefinden, Allgemeinbefinden im Vergleich zu dem Jahr vor dem Eingriff, Einkauf, Treppensteigen, Hygiene, Hausarbeit und Konzentration. ....	63
<b>Tabelle 28:</b> Verteilung des mRS (absolute und relative) in der Gruppe der neurochirurgisch behandelten Patienten .....	63
<b>Tabelle 29:</b> Verteilung der mRS (absolute und relative) in der Gruppe der neuroradiologisch behandelten Patienten.....	64
<b>Tabelle 30:</b> Verteilung des mRS in den beiden Studiengruppen. Statistische Berechnung nach dem Mann-Whitney-U-Test.....	65
<b>Tabelle 31:</b> Häufigkeitsverteilung der Lokalisationsstellen (absolute und relative) bei Patienten, die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil).....	67

## Anhang

<b>Tabelle 32:</b> Häufigkeitsverteilung des H&H-Grades (absolute und relative) bei Patienten, die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil).....	68
<b>Tabelle 33:</b> Häufigkeitsverteilung der Zufriedenheit (absolute und relative) bei Patienten die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil).....	69
<b>Tabelle 34:</b> Häufigkeitsverteilung der Beeinträchtigungen (absolute und relative) bei Patienten, die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil).....	70
<b>Tabelle 35:</b> Häufigkeitsverteilung der Behinderungen (absolute und relative) bei Patienten, die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil).....	71
<b>Tabelle 36:</b> Häufigkeitsverteilung der Grade der modifizierten Rakin-Skala (mRS) bei Patienten, die beide Behandlungsverfahren erhielten (Clip und Coil).....	72
<b>Tabelle 37:</b> Auflistung der Erkrankungen aus dem Freitextfeld.....	109

## 7.5 Fragebogen

UNIVERSITÄTSMEDIZIN : UMG  
GÖTTINGEN

Abteilung Nueroradiologie  
Medizinische Fakultät Göttingen  
Robert-Koch-Straße 40, 37075 Göttingen  
Tel: 0551-39 14 02 4

---

Name des Prüfarztes: Dr. med. K. Kallenberg

Pseudonymisierungscode: \_\_\_\_\_

(wird vom Prüfarzt ausgefüllt)

---

*Sehr geehrte Studienteilnehmerin, sehr geehrter Studienteilnehmer,*

bitte beachten Sie, dass dieser Fragebogen nur von Ärzten für Studienzwecke eingesehen wird. Diese unterstehen der ärztlichen Schweigepflicht. Ihre Angaben werden nicht an Dritte weitergegeben.

Erläuterung: Bitte setzen Sie ein Kreuz in das entsprechende Kästchen. Fragen, die schriftlich zu bearbeiten sind, beantworten Sie bitte auf den dafür vorgesehenen Linien.

### Fragebogen:

#### 1. Durch welche der genannten Therapien wurde ihr (erstes) Aneurysma versorgt?

- Clipping (neurochirurgisch, offene Operation)
- Coiling (minimalinvasive neuroradiologische Therapie „durch die Leiste“)

#### 2. Wie viele Aneurysmen wurden diagnostiziert?

- 1
- 2
- 3 oder mehr

**3. Sofern mehr als ein Aneurysma bei Ihnen aufgetreten ist, mit welcher Methode wurde/n das Aneurysma/die Aneurysmen versorgt? Setzen sie bitte an die richtige Stelle(n) ein Kreuz.**

**War nach der Behandlung eine Rehabilitation notwendig?**

**Wenn ja, schreiben Sie bitte die Anzahl der Wochen, in denen Sie in Rehabilitation waren, auf die vorgezogenen Linien.**

(Die Zahl 1 steht für „erstes Aneurysma“, die Zahl 2 steht für „zweites Aneurysma“ usw.)

Therapie/Rehabilitation	1.	2.	3.	4.
Coiling (endovaskulär, neuroradiologisch)				
Clipping (neurochirurgisch)				
Rehabilitation stationär (in Wochen)				
Rehabilitation teilstationär (in Wochen)				
Rehabilitation ambulant (in Wochen)				

**4. Sollten bei Ihnen unterschiedliche Verfahren zur Anwendung gekommen sein, welches der Verfahren erschien ihnen am WENIGSTEN belastend?**

- Coil-Verfahren (neuroradiologisch)
- Clip-Verfahren (chirurgisch)
- beide gleich

**Kommentar:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**5. Wurden die „anderen“ Aneurysmen im Klinikum der Universität Göttingen behandelt? Bitte setzen Sie an die zutreffende Stelle ein Kreuz.**

(Die Zahl 1 steht für „erstes Aneurysma“, die Zahl 2 steht für „zweites Aneurysma“ usw.)

Behandlung in der UMG	1	2	3	4
Ja				
Nein				

**6. Sind Komplikationen während des Aufenthaltes/der Rehabilitation aufgetreten? Wenn ja, welche?**

- Nein
- Ja, während des stationären Aufenthaltes
- Ja, während der Rehabilitation
- Nach dem Ereignis/der Komplikation war eine weitere Operation notwendig.

**Komplikationen:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**7. Waren Sie mit der Operation/Eingriff an sich zufrieden?**

Ja

Nein, weil: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**8. Waren Sie mit der Behandlung insgesamt zufrieden? (Dies beinhaltet: Eingriff, Untersuchungen, Aufenthalt auf Station, Aufenthaltsdauer im Krankenhaus, Rehabilitationsdauer etc.)**

Ja

Nein, weil: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**9. Sind Sie mit ihrer derzeitigen Situation zufrieden?**

Ja

Nein, weil: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**10. Haben Sie derzeit noch gesundheitliche Beschwerden?**  
(Hier ist eine Mehrfachantwort möglich)

- vermehrte Kopfschmerzen
- Konzentrationsstörungen
- Orientierungsstörungen
- Gedächtnisstörungen
- Wortfindungsstörungen
- Sonstiges: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**11. Bestanden vor der Hirnblutung bzw. vor der Operation Behinderungen?**

- Ja
- Nein

**12. Sind nach dem Eingriff neue Behinderungen aufgetreten?**

- Ja, unmittelbar nach dem Eingriff
- Ja, \_\_\_\_\_ Monate nach dem Eingriff
- Nein

**13. Bitte markieren Sie die richtigen Antwortmöglichkeiten zum Thema „Pfle-  
gebedürftigkeit“.**

Sind sie pflegebedürftig?

- Nein  
 Ja, und zwar:

Pflegestufe vor dem Eingriff:

- keine Pflegestufe  
 Pflegestufe 1  
 Pflegestufe 2  
 Pflegestufe 3

Pflegestufe nach dem Eingriff:

- keine Pflegestufe  
 Pflegestufe 1  
 Pflegestufe 2  
 Pflegestufe 3

**14. Sind bei ihnen Vorerkrankungen bekannt (z.B. Diabetes mellitus, Bluthoch-  
druck)?**

- Nein  
 Ja, und zwar: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**15. Waren während der Therapie weitere Operationen notwendig?**

- Nein  
 Weiß nicht  
 Ja, und zwar: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**16. Im Folgenden bitten wir Sie, sieben kurze Fragen zu ihrem Allgemeinbefinden zu beantworten:**

**Wie beurteilen Sie ihr derzeitiges Allgemeinbefinden:**

- sehr gut
- akzeptabel
- weniger gut
- schlecht

**Wie stufen Sie ihr aktuelles Allgemeinbefinden im Vergleich zu dem Jahr vor dem Eingriff ein?**

- besser
- etwa wie vor dem Ereignis
- schlechter
- deutlich schlechter

**Bei einem Einkauf im Supermarkt (Einkaufswagen schieben, Einkaufstasche tragen u.ä.) sind Sie ....**

- überhaupt nicht eingeschränkt
- selten auf fremde Hilfe angewiesen
- oft auf fremde Hilfe angewiesen
- immer auf fremde Hilfe angewiesen

**Beim täglichen Treppensteigen sind Sie ...**

- überhaupt nicht eingeschränkt
- etwas eingeschränkt
- sehr eingeschränkt
- so sehr eingeschränkt, dass Sie ohne Hilfe nicht zurechtkommen

**Während der morgendlichen Hygiene oder des morgendlichen Anziehens sind Sie ...**

- überhaupt nicht eingeschränkt
- etwas eingeschränkt
- stark eingeschränkt
- so sehr eingeschränkt, dass Sie ohne Hilfe nicht zurechtkommen

**Bei häuslichen Arbeiten (wie Putzen, Saugen, nach einem Gegenstand Bü-  
cken) fühlen Sie sich...**

- überhaupt nicht eingeschränkt
- etwas eingeschränkt
- stark eingeschränkt
- so sehr eingeschränkt, dass Sie ohne Hilfe nicht zurechtkommen

**Bei Tätigkeiten, die ihre Konzentration in Anspruch nehmen (Kreuzwort-  
rätsel, Brief/Einkaufszettel schreiben, Rechnungen erledigen etc.) sind  
Sie ...**

- überhaupt nicht eingeschränkt
- etwas eingeschränkt
- stark eingeschränkt
- so sehr eingeschränkt, dass Sie ohne Hilfe nicht zurecht kommen

Wir bedanken uns für Ihre Unterstützung!



## **Danksagung**

Ich danke Herrn Prof. Dr. Michael Knauth, der die Durchführung der vorliegenden Studie in seiner Abteilung ermöglicht hat.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. Kai Kallenberg. Ohne seine engagierte Betreuung und seine fachliche Beratung wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Er hat nicht nur durch seine zahlreichen und wertvollen Anregungen und seine konstruktive Kritik, sondern auch durch Optimismus und Spaß maßgeblich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Weiterhin möchte ich mich bei dem Institut für Medizinische Statistik der UMG bedanken. Mein Dank obliegt insbesondere Herrn PD Dr. Klaus Jung, der mir während der statistischen Auswertung dieser Studie mit hilfreichen und weiterführenden Ratschlägen zur Seite stand. Für die Einarbeitung in die Programme zur statistischen Auswertung danke ich insbesondere Herrn Christoph Anten.

Frau PD Dr. Dorothee Mielke und Frau Dr. Vesna Malinova danke ich für die freundliche und engagierte Unterstützung seitens der Neurochirurgischen Abteilung der UMG.

## Curriculum Vitae

Am 08.02.1986 wurde ich, Sebastian Voß, als Sohn des Allgemeinmediziners Dr. Heinrich Voß und der Allgemeinmedizinerin Dr. Renate Voß in Bonn geboren.

Von 1992 bis 1996 besuchte ich die katholische Grundschule Blücherstraße in Troisdorf. Anschließend besuchte ich von 1996 bis 2002 das Gymnasium Zum Altenforst in Troisdorf und wechselte 2002 auf die Europaschule Troisdorf, wo ich 2005 meine Hochschulreife erlangte.

Von 2005 bis 2006 leistete ich Zivildienst mit der Ausbildung zum Rettungssanitäter im Rettungsdienst und Krankentransport beim Rettungsdienst/Malteser Hilfsdienst der Stadt Sankt Augustin. Daraufhin verlängerte ich meine Tätigkeit als Rettungssanitäter bis Frühjahr 2007 und arbeitete parallel ehrenamtlich im Katastrophenschutz (SEG) des Malteser Hilfsdienstes Sankt Augustin/Hennef.

Im Wintersemester 2007 begann ich mein Studium der Humanmedizin an der Georg-August-Universität in Göttingen. Im Frühjahr 2010 absolvierte ich das Physikum. Das Zweite Ärztliche Staatsexamen werde ich voraussichtlich im Frühjahr 2014 ablegen.

Die vorliegende Arbeit fertigte ich in der Abteilung für Neuroradiologie am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie unter der Leitung von Prof. Dr. med. M. Knauth an.