

...

Universitätsklinikum Ulm
Zentrum für Chirurgie
Klinik für Neurochirurgie
Direktor: Prof. Dr. med. C. Rainer Wirtz

Ergebnisse und Komplikationen nach endovaskulärem Coiling

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin
der Medizinischen Fakultät
der Universität Ulm

von

María Pérez de Laborda- El Yousfi
Bilbao/ Spanien

2011

Amtierender Dekan: Prof. Dr. T. Wirth

1. Berichterstatter: Prof. T. Kretschmer

2. Berichterstatter: Prof. B. Schmitz

Tag der Promotion: 18.11.2011

Inhalt

Symbole und Abkürzungen	II
1 Einleitung	1
1.1 Ätiologie und Anatomie von Aneurysmen	1
1.2 Inzidentelle und symptomatische Aneurysmen	1
1.3 Epidemiologie von Aneurysmen und Rupturrisiko.....	2
1.4 Diagnostik der SAB	2
1.5 Prognose der SAB bzw. Patientenoutcome	3
1.6 SAB und deren Komplikationen.....	4
1.7 Versorgung des Aneurysmas	5
1.8 Fragestellung.....	8
2 Methoden und Technik	9
2.1 Studienaufbau	9
2.2 Datenerfassung	11
2.3 Patientenkollektiv	11
3 Ergebnisse	14
3.1 Anteil rupturierter Aneurysmen	14
3.2 Lokalisation der Aneurysmen	14
3.3 Größe und Konfiguration der Aneurysmen	15
3.4 Präoperativer klinischer Zustand	16
3.5 Patientenoutcome	18
3.6 Therapieerfolg	24
3.7 Mortalität	26
3.8 Komplikationen.....	27
3.9 Sekundäreingriffe	29
4 Diskussion	31
4.1 Patientenbeschreibung.....	31
4.2 Aneurysmen Lokalisation	32
4.3 Aneurysmengröße.....	33
4.4 Klinisches Outcome.....	34
4.5 Angiographisches Outcome.....	37
4.6 Morbidität und Mortalität	38
4.7 Komplikationen.....	40
4.8 Sekundäreingriffe	45
4.9 Schlussfolgerung.....	51
5 Zusammenfassung	53
6 Literaturverzeichnis	55
Anhang	64
Danksagung	74
Lebenslauf	75

Symbole und Abkürzungen

A	Arteria
ACI	Arteria carotis interna
ACM	Arteria cerebri media
AcoA	Arteria communicans anterior
AcoPost	Arteria communicans posterior
cCT	cranielle Computer Tomographie
EVT	Endovaskuläre Therapie
GOS	Glasgow Outcome Scale
HH	Hunt & Hess
MRA	Magnet Resonanz Angiographie
NU	Nachuntersuchung
PICA	Arteria cerebelli posterior inferior
SAB	Subarachnoidalblutung

1 Einleitung

1.1 Ätiologie und Anatomie von Aneurysmen

Aneurysmen finden sich überwiegend am Circulus arteriosus Willisi, sehr viel seltener in distalen Gefäßabschnitten. Dabei sitzen etwa 85% der Aneurysmen im vorderen und 15% im hinteren Stromgebiet des Circulus arteriosus. Folgende Verteilung der Hirnarterienaneurysmen auf die Ursprungsgefäße ist beschrieben:

- 30% Arteria communicans anterior (Abk.: AcoA)
- 20% Arteria cerebri media (Abk.: ACM)
- 25% Arteria communicans posterior (Abk.: AcoPost)
- 15-20% Arteria carotis interna (Abk.: ACI)
- 5-15% Arteria basilaris und Arteria vertebralis, Arteria cerebelli posterior inferior (Abk.: PICA) und Arteria cerebelli anterior inferior [12]

1.2 Inzidentelle und symptomatische Aneurysmen

Man unterscheidet inzidentelle von symptomatischen Aneurysmen. Inzidentelle bzw. asymptotische Aneurysmen sind immer ein Zufallsbefund und werden anlässlich einer bildgebenden Untersuchung des Neurocraniums aufgrund einer nicht aneurysmatisch bedingten Symptomatik entdeckt.

Dagegen treten symptomatische Aneurysmen durch ihre Raumfordernde Wirkung auf Nachbarstrukturen-, als Ursache für arterielle Embolien, oder durch ihre Ruptur und konsekutive Subarachnoidalblutung (Abk.: SAB) in Erscheinung [59].

Bei ungefähr 50% der Patienten treten 6 bis 20 Tage vor dem eigentlichen Blutungsereignis (SAB) Warnsignale, wie akuter Kopfschmerz auf, welche wieder verschwinden [19]. Man kann sagen, dass die akut einsetzenden stärksten Kopfschmerzen, die v. a. im Nacken und Hinterkopf lokalisiert sind charakteristisch für eine SAB sind. Diese werden auch als Vernichtungskopfschmerz bezeichnet.

Zusätzliche Symptome der SAB können sein:

- Übelkeit, Erbrechen
- Photophobie
- Meningismus, Nackensteifigkeit
- fokalneurologische Defizite (s.Tab.1), Krampfanfälle, Coma und Tod

Die gängigste klinische Einteilung des klinischen Schweregrads einer SAB erfolgt nach Hunt & Hess (Abk.: HH) [25]:

Tabelle 1: Klassifikation nach Hunt & Hess [25]

Hunt & Hess Grad	Klinik
Grad I	Asymptomatisch, leichte Kopfschmerzen, - Meningismus
Grad II	Starke Kopfschmerzen, Meningismus; Keine Fokal-neurologie außer Hirnnervenstörung (III und IV)
Grad III	Leichte Fokalneurologie, Verwirrtheit, Somnolenz
Grad IV	Sopor, Hemiparese, vegetative Störungen
Grad V	Tiefes Koma, Decerebrierungsstarre

1.3 Epidemiologie von Aneurysmen und Rupturrisiko

Autopsiestudien haben gezeigt, dass etwa 0,4 – 10% der Bevölkerung Träger eines Aneurysmas sind [44, 84]. Das jährliche Blutungsrisiko eines Aneurysmas ist sehr unterschiedlich und beträgt abhängig von Lage, Größe, Konfiguration und weiteren Risikofaktoren zwischen 0% und 10% [27, 29, 62, 71, 79]. Patienten mit multiplen Aneurysmen, die bereits eine SAB erlitten haben, weisen ein deutlich erhöhtes Blutungsrisiko auf [90]. Aneurysmatisch bedingte SABs sind weltweit sehr häufig. Die jährliche Inzidenz in Mitteleuropa liegt bei etwa 10/100.000. In Ländern wie Japan oder Finnland ist das jährliche Risiko für eine SAB mit ca. 15/100.000 höher [26].

1.4 Diagnostik der SAB

Zur Diagnosestellung einer SAB führt meist die Bildgebung in Form einer craniellen Computertomographie (Abk.: cCT), welche aufgrund der charakteristischen, akuten klinischen Symptomatik des Patienten veranlasst wird. Diese kann bei mehr als 95% der Fälle innerhalb der ersten 48 Stunden die Blutung nachweisen [11] und zusätzlich durch die Lokalisation des Blutes einen Hinweis auf die Aneurysmalokalisation geben.

Das Bewertungsschema nach Fisher beurteilt den Schweregrad der Blutung im cCT anhand der Blutmenge und dessen Verteilung. Da größere Blutmengen mit einem höheren Vasospasmusrisiko gleichgesetzt werden, schneller zu einem Hydrocephalus führen und intraventrikuläre Blutansammlungen nach Ruptur von

Gefäßmalformationen auf gravierende Blutungen hinweisen, besitzt dieses Bewertungsschema ebenso einen gewissen prognostischen Aussagewert (Tab. 2) [11].

Tabelle 2: cCT Graduierung nach Fisher [11]

Abkürzungen: cCT: cranio Computer Tomographie SAB: Subarachnoidalblutung

Fisher Grad	cCT-Befund
1	Kein Blut sichtbar
2	Diffuse, dünne SAB oder vertikale Schicht <1mm
3	Lokaler Clot und/oder vertikale Schicht >1mm, Zisternen tamponiert
4	Vorwiegend intrazerebrale oder intraventrikuläre Blutung mit keiner oder nur dünner SAB

Als „Gold-Standard“ zum Nachweis eines Aneurysmas wird nach wie vor die Katheterangiographie unter Sondierung der vier hirnversorgenden Gefäße des Circulus Willisii eingesetzt. Mit dieser Methode kann die Größe, die Lokalisation und die Form des Aneurysmas genau beurteilt werden [76]. Aufgrund der technischen Entwicklung kann heute in Notfallsituationen bei guter Darstellung des Aneurysmas durch eine CT- Angiographie teilweise auf eine präoperative Katheterangiographie verzichtet werden.

1.5 Prognose der SAB bzw. Patientenoutcome

Als Hauptprognosefaktor muss der initiale klinische Zustand des Patienten betrachtet werden. Als zusätzliche Prognosefaktoren zählen Multimorbidität, andere Erkrankungen, hohes Alter und der Fishergrad (Tab.2). International haben sich für die Eingruppierung von Patienten mit einer SAB neben einer Vielzahl von Scores vor allem der Hunt & Hess Score (Tab.1) und für das Outcome die Glasgow Outcome Scale (Abk.: GOS) eingebürgert. Frühere Veröffentlichungen belegten noch eine akute Mortalität von 50% und damit eine sehr schlechte Prognose [5, 23]. Unter den Patienten, die eine Klinik erreichen, besteht eine Mortalität von 20-30%. Dies hat sich innerhalb der letzten zwei Dekaden nicht entscheidend verbessert [5]. Zu den Hauptrisikofaktoren zählt insbesondere bei Patienten mit multiplen Aneurysmen der Hypertonus und Nikotinabusus [53]. Patienten mit multiplen Aneurysmen, entspricht 25% der Patienten, [50, 90], sowie

Patienten, die schon einmal eine SAB erlitten haben [71], weisen ein bis auf das elffache erhöhtes Rupturrisiko auf. Das Outcome nach SAB ist sehr unterschiedlich. Wird das Rupturereignis und die Akutphase überlebt haben 44% der Patienten im Verlauf keine neurologischen Defizite. 66% beklagen dennoch einen Verlust an Lebensqualität [25].

Tabelle 3: Glasgow Outcome Scale

Glasgow Outcome Scale	
1	Verstorben
2	Minimale Ansprechbarkeit
3	Bei Bewusstsein, Abhängigkeit im täglichen Leben
4	Behindert, kann aber sitzend arbeiten
5	Normales Leben

1.6 SAB und deren Komplikationen

Bei einer SAB handelt es sich in der Regel um eine akute, arterielle Blutung in den Subarachnoidalraum des Gehirns. Ursache der Blutung ist bei ca. 80% der Patienten ein Aneurysma [12, 86].

1.6.1 Hydrocephalus

Bei einer SAB und einem gleichzeitigen Verschluss des Liquorabflusses, kann dieser einen starken Anstieg des intrakraniellen Drucks verursachen, was wiederum cerebrale Strukturen komprimieren und Ischämien verursachen kann. Einblutungen ins Liquorsystem können durch Verschluss der Passage zu einem Hydrocephalus occlusus führen oder sich durch Verklebung der Granulationes arachnoideae Pacchioni als Hydrocephalus aresorptivus manifestieren [19]. Bei dieser Diagnose sollte eine akute Drucksenkung, z.B. durch eine Ventrikeldrainage, erfolgen. Wenn eine solche Drainage im Verlauf dauerhaft erforderlich ist, wird eine Liquorableitung in Form eines ventriculo-peritonealen Shunts notwendig. Dieser wird circa bei 30% der hydrocephalen SAB Patienten benötigt [36].

1.6.2 cerebraler Vasospasmus

Ein cerebraler Vasospasmus ist eine reaktive Verengung der hirnversorgenden Arterien, die meist durch die Blutung verursacht wird. Bei 7% der SAB Patienten, wird hierdurch ein irreversibles neurologisches Defizit verursacht und bei 7% führt dieser bis zum Tod [32]. Diagnostiziert wird der Vasospasmus durch erhöhte Flussgeschwindigkeiten im transkraniellen Dopplersonogramm und durch bildgebende Verfahren [12].

1.6.3 Re-SAB

Das Risiko einer Re-SAB aus einem unversorgten einblutenden Aneurysma liegt am ersten Tag bei 4–6%, nach 14 Tagen bei 15–20% und innerhalb von sechs Monaten bei 50% [22]. Daher kann man sagen: je früher der Eingriff desto geringer das Re Blutungsrisiko. Jedoch bleibt auch bei einem versorgten Aneurysma nach sechs Monaten das jährliche Risiko eine Re-SAB zu erleiden bei 3% [75]. Eine Re-SAB hat eine hohe Mortalität von etwa 50 – 70% [39].

1.7 Versorgung des Aneurysmas

Die rasche Ausschaltung einer aneurysmatischen Blutungsquelle ist aufgrund der hohen Mortalität und Morbidität der SAB und durch das hohe Re Blutungsrisiko in den ersten Stunden wünschenswert. Im Hinblick auf inzidentelle Aneurysmen ist die Versorgung hingegen unter sehr genauem Abwägen von individuellem Blutungsrisiko und Risikofaktoren, sowie Vor- und Nachteilen der einzelnen Methoden planbar. Heute stehen uns dafür zwei Methoden zur Verfügung. Clipping und Coiling.

1.7.1 Clipping

Das Clipping ist ein Eingriff, bei dem eine frontotemporale oder frontale Trepanation mit einem transsylvischen Zugang (bei Aneurysmen im vorderen Stromgebiet) kombiniert wird. Der Eingriff wird mikrochirurgisch (mittels Operationsmikroskops) durchgeführt, um entlang des schmalen Operationskorridors bestmögliche Sicht und Lichtverhältnisse zu gewährleisten. Die eigentliche Ausschaltung des Aneurysmas wird nach Darstellung der lokalen Gefäße durch Aufsetzen von speziellen, klammerartig zu öffnenden Gefäßclips bewerkstelligt, welche den Aneurysmahals von der Gefäßaußenwandseite umgreifen, verschließen und somit komplett vom cerebralen Kreislauf abkoppeln.

1937 wurde das erste Mal ein erfolgreiches Clipping dokumentiert [28] und durch Yasargil Ende der 60er Jahre perfektioniert [88].

NACHTEILE:

- Nachblutung
- Spezifisches Operationsrisiko
- Abrutschen des Clips (Re-SAB)
- Erhöhte Vasospasmusgefahr
- Komplikationsträchtige Zugänge im Bereich des hinteren Stromkreislaufs

VORTEILE:

- Bei komplettem Verschluss definitive Versorgung
- Günstige Methode

1.7.2 Coiling

Das Coiling ist ein Eingriff, der interventionell, d.h. mit Hilfe von Kathedertechniken durchgeführt wird. Dabei wird als erstes eine Angiographie in mehreren Ebenen durchgeführt, um die Lage und die Konfiguration des Aneurysmas zu überprüfen und auszumessen. Meist unter Vollnarkose wird die Arteria femoralis punktiert und durch einen Führungsdraht mit einem Mikrokatheter sondiert, um dann retrograd in das zu versorgende Gefäß des Aneurysmas eingeführt zu werden. Mit Hilfe von Kontrastmittel können die verschiedenen Gefäßabschnitte dargestellt werden. Nach dem diagnostischen Teil kann in selber Sitzung dann über das Coiling eine Aneurysmaausschaltung erfolgen. Hierzu wird ein Mikrokatheter im Aneurysma platziert über welchen dann Coils in das Aneurysma eingeführt und abgelöst werden. Es werden so viele Coils im Aneurysma platziert bis eine möglichst vollständige Packung des Aneurysmasackes erreicht ist.

Seit der Entwicklung der endovaskulären Therapie (Abk.: EVT) in den 90er Jahren [17], hat sich diese Therapieform stark weiterentwickelt. Weltweit werden täglich ca. 1500 Coilings durchgeführt [28]. In manchen Kliniken wird heutzutage das Coiling bei ca. 60-70% aller rupturierten Aneurysmen verwendet [3]. Die EVT intrakranieller Aneurysmen gilt inzwischen als sicher und effektiv. Angiographische Langzeitstudien beobachten allerdings eine Rekanalisation (Syn.: Revaskularisierung). Die Rekanalisation ist die erneute Perfusion des gecoilten Aneurysmas mit einem erhöhten Risiko einer Re-SAB. Die Rekanalisationsrate

gecoilter Aneurysmen wird mit bis zu 30% als eher hoch angesehen [61]. Deshalb müssen viele rekanalisierte Aneurysmen entweder durch erneute Coilembolisation oder in bestimmten Fällen durch mikrochirurgisches Clipping behandelt werden [61].

NACHTEILE:

- Embolierisiko durch Katheter
- Blutungsrisiko bzw. Rupturrisiko
- Teure Materialien (Coils)
- Revaskularisierung (Re-SAB, erneuter Eingriff)

VORTEILE:

- Schnelle postoperative Erholungsphase
- Minimalinvasive Methode
- Guter Zugang zu allen Stromgebieten (auch hinteres)
- niedriges Interventionsrisiko bei erhöhtem H&H Stadium
- vergleichsweise niedrigeres Eingriffsrisiko auch bei älteren Patienten (minimal invasiv)

1.8 Fragestellung

Bis zu Beginn der 90er Jahre war das Clipping die Methode der Wahl. Durch die Entwicklung und weltweite Verbreitung der Guglielmi Coils in den 90er Jahren verbesserte sich die endovaskuläre Aneurysmabehandlung rasant. Das Coiling gilt mittlerweile bei den überwiegenden Aneurysmakonstellationen als Methode der Wahl [16]. An der Neurochirurgischen Klinik der Universität Ulm/Bezirkskrankenhaus Günzburg waren offen chirurgische Versorgung und interventioneller Ansatz, wie mittlerweile allgemein üblich, schon seit vielen Jahren auch im Notfalleinsatz parallel verfügbar. Die Auswahl der Behandlungsmethode wird somit aufgrund der Patientengegebenheiten individuell festgelegt.

Durch die im Rahmen dieser Studie erhobenen retrospektiven Daten werden die Behandlungsergebnisse der zwischen 1999 bis Dezember 2005 an der Neurochirurgischen Klinik der Universität Ulm/Bezirkskrankenhaus Günzburg an einem Aneurysma gecoilten Patienten systematisch aufgearbeitet. Hierdurch sollen insbesondere folgende Fragestellungen diskutierbar werden, um daraus zusammenfassend weitere relevante Aspekte für eine initiale Behandlungsempfehlung zu gewinnen:

- Wie hoch ist die Revaskularisierungsrate der in Günzburg gecoilten Patienten?
- Welchen Einfluss hat ein remnant neck oder ein residual filling auf das Gesamtergebnis?
- Welchen Einfluss hat die Lokalisation des Aneurysmas?
- Welche spezifischen Risiken bzw. Komplikationen bestehen bei einem Coiling?
- Welches Outcome haben die in Günzburg gecoilten Patienten?

2 Methoden und Technik

2.1 Studienaufbau

Die vorliegende Studie erfasst in einem retrospektiven Ansatz alle, zwischen Januar 1999 und Dezember 2005, an der Neurochirurgischen Klinik der Universität Ulm/ Bezirkskrankenhaus Günzburg endovaskulär behandelten Patienten mit Hirnarterienaneurysmen. Die Erfassung dient der Erhebung deskriptiver und numerischer Daten die letztlich einen Anhalt über den Behandlungserfolg, immanente Risiken und Komplikationen, Dauerhaftigkeit des Behandlungsergebnisses und erforderliche Nachkontrollen geben soll.

Patienten mit fusiformen, traumatischen, mykotischen oder dissezierenden Aneurysmen, bzw. Patienten mit assoziierten anderen Gefäßmalformationen wurden von der Erfassung ausgeschlossen.

2.1.1 Inzidentelle und nicht rupturierte Aneurysmen:

Bei Patienten mit Aneurysmen die zufällig im Rahmen einer neurocraniellen Diagnostik entdeckt wurden, bzw. mit aufgrund raumfordernder Wirkung und Lokalisation symptomatischen Aneurysmen, wurde nach Feststellen der Behandlungsindikation, die jeweils am besten geeignet erscheinende Behandlungsmethode vorgeschlagen. Die Auswahl erfolgte nach den gängigen veröffentlichten Kriterien, die einer Risiko-Nutzen Abwägung zugrunde liegen sollten [68]: dies sind unter anderem Patientenalter und Risikofaktoren, Aneurysmagröße und Lokalisation, Aneurysmakonfiguration (sacculär vs. fusiform, uni- vs. multilobulär, abgehende Gefäßäste), familiäre Häufung, multiple Aneurysmen, Spiegelaneurysmen, prädisponierende andere Erkrankungen wie z.B. Kollagenosen.

2.1.2 Rupturierte Aneurysmen:

Der Behandlungsstandard für Patienten mit SAB in der Neurochirurgischen Klinik sah wie folgt aus: bei jedem SAB Patienten wurde frühestmöglich die Diagnostik mittels Katheterangiographie eingeleitet. Anhand dieser wurde über das geeignete Ausschaltungsverfahren (offene Operation vs. endovaskulärer Ansatz) entschieden.

Die Therapieentscheidung gründete auf einer individuellen Risiko/Nutzen Abwägung. Indikationskriterien für das Coilingverfahren waren:

- Prinzipielle Coilbarkeit des Aneurysmas
- Aneurysmen im hinteren Stromgebiet
- bei Aneurysmen im vorderen Stromgebiet:
 - dome/neck ratio größer 2:1, auch bei reperfundierten Aneurysmen
 - Patientenalter > 60Jahre
 - Patienten mit einem HH Grad > 4
- eingeschränkte Indikation bei ACM Aneurysmen in Abhängigkeit von der Konfiguration und dem Bezug abgehender Äste zum Halsbereich des Aneurysmas

Während des Eingriffs: Heparin unter Monitoring der Antikoagulationszeit (PTT).

Postoperativ: Routinemäßige Nimotop und Magnesiumapplikation zur Vasospasmusprophylaxe.

Versorgungsbedürftige nicht coilbare Aneurysmen wurden offen chirurgisch ausgeschaltet (Clipping). Die postinterventionelle und postoperative Kontrolle erfolgte mithilfe einer weiteren Katheterangiographie nach drei bzw. sechs Monaten. War diese unauffällig, erfolgte bei den gecoilten Patienten nach sechs Monaten eine Magnetresonanztomographie (Abk.: MRA). Bei unauffälligem Befund wurde die MRA dann in jährlichem Abstand wiederholt. Die angestrebte Mindestnachbeobachtungszeit war drei Jahre. Bei erneuter oder veränderter (Rest)- Aneurysmafüllung in der MRA, wurde eine Katheterangiographie unter Coilingbereitschaft durchgeführt. Das angiographische Coilingergebnis wurde entsprechend der Klassifikation nach Roy beurteilt:

Tabelle 4: Roy Score [66]

	Aneurysma verschluss	Perfusion
Complete coiling	100%	Keine Restperfusion sichtbar
Remnant neck	95-99%	Restperfusion am Hals
Residual aneurysm	<95%	Restperfusion am Dom

2.2 Datenerfassung

Zur Datenerfassung wurden drei Methoden verwendet:

2.2.1 Aktendurchsicht und Statistik

Relevante Stammdaten, inklusive der Epikrise zum präoperativen und intraoperativen Verlauf, wurden den Patientenakten (Aufnahmebefund, Operations/Interventionsbericht, Arztbriefe) entnommen und in eine Datenbank übertragen. Die Statistik wurde mit Hilfe der Access Datenbank und Excel Programmen ausgewertet.

2.2.2 Evaluation der Bilddiagnostik

Die vorhandene Bilddiagnostik (cCT, MRA, Angiographiefolien) wurde erneut gesichtet und durch einen langjährig interventionell tätigen und neuroradiologisch erfahrenen Oberarzt unter Berücksichtigung der Einteilung nach Roy evaluiert [66]. Dies beinhaltete die Beurteilung des Coilpackings (residual aneurysm, remnant neck, complete coiling) auch im Vergleich zum Vorcoiling, der Aneurysmalokalisation (ACM, ACI, AcoA, etc.) und Größe. Außerdem dokumentierten wir das Coilingdatum und den Operateur.

2.2.3 Standardisiertes Telefoninterview

Der aktuelle klinische Zustandsbefund des Patienten wurde durch ein standardisiertes Telefoninterview erhoben. Jeder Patient wurde hierbei bezüglich seiner postoperativen Entwicklung und nach seinem allgemeinen Befinden anhand des GOS Scores interviewt. Im Falle bereits verstorbener Patienten interviewte man Familienangehörige über den Krankheitsverlauf, bzw. die Todesursache und dem Befinden postoperativ nach GOS vor dem Tod. Die durchschnittliche Nachbeobachtungszeit lag bei 19 Monaten, der Median betrug 13 Monate (4 - 85).

2.3 Patientenkollektiv

Aus einem Kollektiv von vierhundeinundzwanzig Patienten mit 587 cerebralen Aneurysmen wurden in einem Zeitraum von 1999 bis 2005 122 Patienten minimal invasiv mittels Coiling behandelt und evaluiert, die restlichen Patienten wurden offen chirurgisch behandelt. Bei den 122 evaluierten Fällen handelte es sich um 100 Patienten mit einer SAB, und um 20 Patienten mit inzidentellem Befund.

Der klinische Zustand der Patienten wurde bei Klinikaufnahme beurteilt. Dabei wurde der Score von Hunt & Hess (s. Tab.1) verwendet. Alle Patienten wurden

nach dieser Skala evaluiert. Zur Vereinfachung der graphischen Darstellung werden im Nachfolgenden alle elektiv versorgten Aneurysmen sowie Zweitaneurysmen einem fiktiven Hunt & Hess Grad 0 zugeordnet.

2.3.1 Frauen- Männer Verhältnis

Das Gesamtkollektiv setzt sich aus 275 Frauen (66%) und 145 Männern (34%) zusammen. Dies entspricht einem Männer/Frauen Verhältnis von 1:2. Im Kollektiv der geclippten Patienten stehen 199 Frauen 95 Männern gegenüber. Das entspricht einem Männer/Frauen Verhältnis von 1:2,1. Das Kollektiv der gecoilten Patienten setzt sich aus 74 Frauen und 48 Männern zusammen, entsprechend einem Männer/Frauen Verhältnis von 1:1,6.

2.3.2 Alter

Das Durchschnittsalter der 416 Patienten des Gesamtkollektivs betrug 55,3 Jahre (min 17; max 90; Median 56). Das Durchschnittsalter der geclippten Patienten betrug 54 Jahre (min 17; max 85; Median 54). Das Durchschnittsalter der gecoilten Patienten war 55,6 Jahre (min 26; max 90; Median 58), das der Patienten mit inzidentellem Aneurysma 52,2 Jahre (Median 57 Jahre) und das der Patienten mit SAB 56,2 Jahre (Median 58 Jahre). Das Durchschnittsalter der reperfundierten Patienten kam auf 54 Jahre (Median 52 Jahre), wobei für die anschließend gecoilten dieses 58 Jahre und 49 Jahre für die anschließend geclippten betrug.

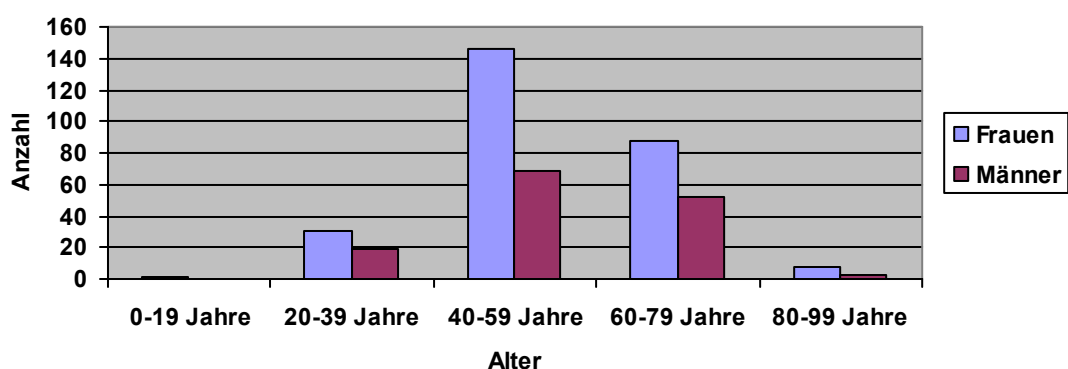


Abbildung 1: weibliche und männliche Anzahl von Aneurysma Patienten der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005, abhängig vom Alter

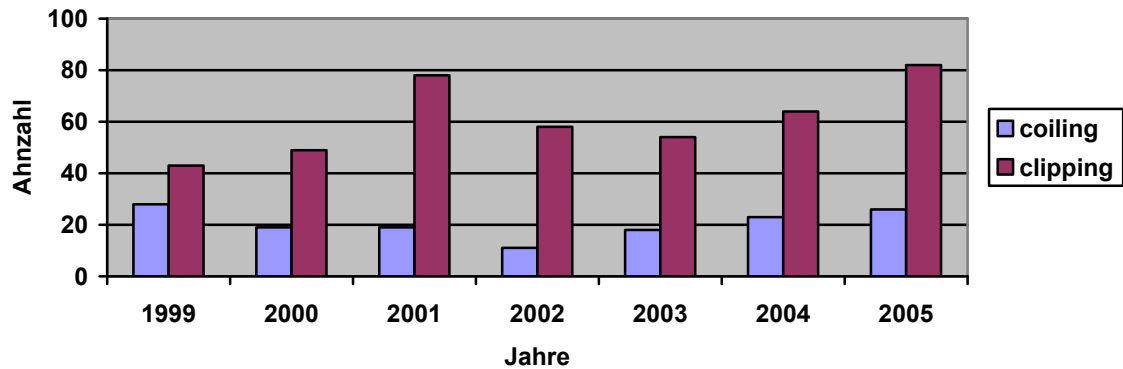


Abbildung 2: Kollektiv der gecoilten und geclippten Patienten der Jahre 1999-2005 an der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm.

An der Neurochirurgischen Klinik der Universität Ulm/Bezirkskrankenhaus Günzburg wird das Coilingverfahren seit 1995 angewendet.

Folgende deskriptiven und numerischen Daten wurden hierdurch systematisch für die weitere, vergleichende Auswertung erfasst:

1. Anteil rupturierter Aneurysmen
2. Lokalisation
3. Größe und Konfiguration
4. Präoperativer klinischer Zustand
5. Patientenoutcome
6. Therapieerfolg
7. Mortalität
8. Komplikationen
9. Sekundäreingriffe

3 Ergebnisse

3.1 Anteil rupturierter Aneurysmen

Von den 587 Aneurysmen sind 427 (73%) Aneurysmen geclippt und 16 (3%) unversorgt geblieben.

Im vorgegebenen Zeitraum wurden 144 Aneurysmacoilings an 126 Patienten durchgeführt. Aufgrund der o.g. Kriterien sind vier Patienten mit 4 Aneurysmen aus der Studie ausgeschlossen worden. Die Studie bezieht sich somit auf ein Kollektiv von **122 Patienten mit 140 Aneurysmacoilings**. Von diesen Coiling-Interventionen wurden 39 elektiv (22 inzidentelle- und 17 Zweit-Aneurysmen) durchgeführt, 101 waren unter Notfallbedingungen nach stattgehabter Aneurysmaruptur durchzuführen. Der Anteil rupturierter Aneurysmen am Gesamtcoilingkollektiv betrug 72%.

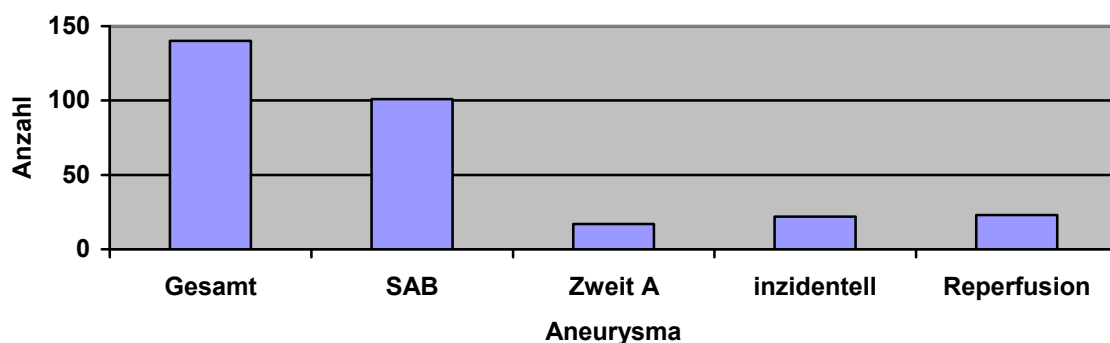


Abbildung 3: Art der Aneurysmenverteilung des Gesamtpatientenkollektivs von 1999-2005 an der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm

Abkürzungen: SAB: Subarachnoidalblutung A: Aneurysma

3.2 Lokalisation der Aneurysmen

Die versorgten Aneurysmen befanden sich in 92,3% der Fälle im vorderen Stromkreis. Hier zeigte sich eine hohe Clippingrate vor allem bei Arteria cerebri media Aneurysmen (88%).

Die restlichen 7,7% befanden sich im hinteren Stromgebiet. Hier lag die Coilingrate bei 85%. Am häufigsten wurden Aneurysmen der Arteria basilaris interventionell behandlungsbedürftig.

In der Gesamtheit wurden 16 Aneurysmen (2,7%) nicht versorgt. Tabelle 5 gibt die anatomische Verteilung der Aneurysmen, ihre Größe und die Art der Behandlung wieder.

Tabelle 5: Aneurysmaverteilung nach Lokalisation und Art der chirurgischen Versorgung der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm von 1999-2005

Abkürzung: PICA: Arteria cerebelli posterior inferior

Vorderes Stromgebiet

Lokalisation	Endovaskulär	Neurochirurgisch	Gesamt
cerebri media	22 (12%)	160 (88%)	182
carotis interna	27 (29%)	65 (71%)	92
communicans anterior	47 (31%) (2ex)	105 (69%)	152
Pericallosa	6 (19%)	25 (81%)	31
communicans posterior	6 (24%)	19 (76%)	25
Andere	7	37	60 (16 unversorgt)
Gesamt	115 (80%)	411 (96%)	92,3%

Hinteres Stromgebiet

Lokalisation	Endovaskulär	Neurochirurgisch	Gesamt
Basilaris	23 (85%)	4 (15%)	27
Vertebralis	4 (40%) (2ex)	6 (60%)	10
PICA	2 (25%)	6 (75%)	8
Gesamt	29 (20%)	16 (4%)	7,7%

3.3 Größe und Konfiguration der Aneurysmen

112 Patienten hatten multiple (288) Aneurysmen (27%). Es waren 64 Aneurysmen mehrknospig (18 zweiknospig und 4 dreiknospig). 35 Aneurysmen waren teilthrombosiert und 25 Aneurysmen hatten Kalkeinlagerungen.

Abbildung 4 und 5 zeigen die Größenverteilung von rupturierten- und inzidentellen Aneurysmen.

Die Durchschnittsgröße aller untersuchten gecoilten Aneurysmen lag bei 9mm, der Median bei 7 mm (min. 2; max. 19). Die durchschnittliche Größe der rupturierten Aneurysmen betrug ebenfalls 9mm, der Median bei 7 mm (min 3; max 17).

Die meisten elektiven Coilings wurden bei Aneurysmen mit einer Größe von unter 10 mm durchgeführt (34 von 39, 87%). Die Durchschnittsgröße aller inzidentellen Aneurysmen lag bei 9 mm, der Median bei 6 mm (min. 3; max. 17 mm).

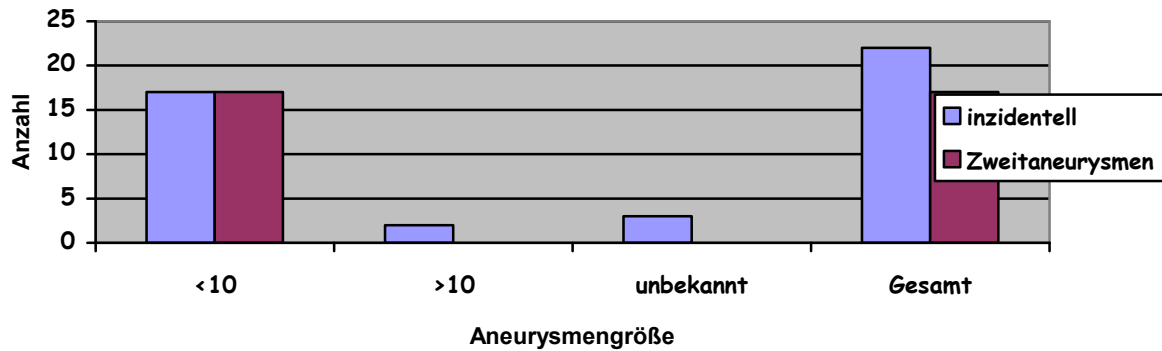


Abbildung 4: Größenverteilung der Aneurysmen des Kollektivs von nicht gebluteten Aneurysmen an der Klinik für Neurochirurgie, Universität Ulm, von 1999 bis 2005

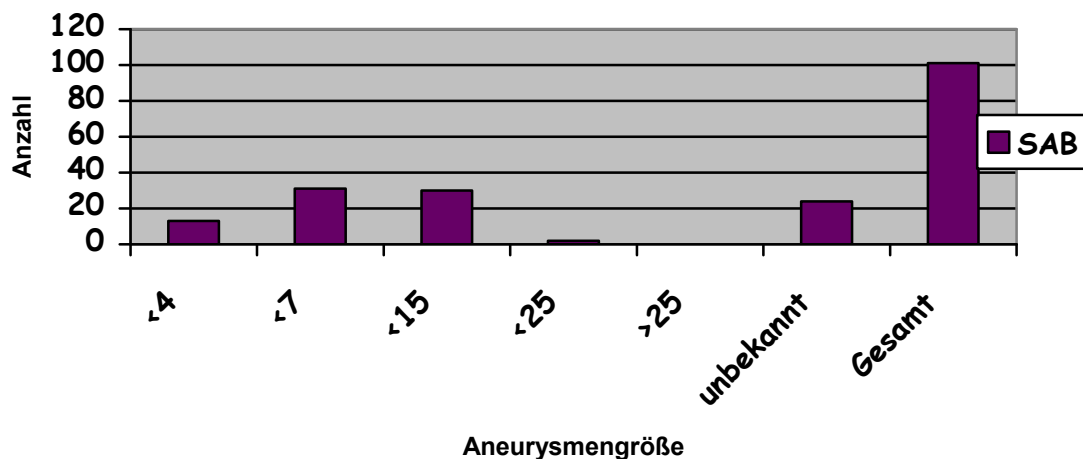


Abbildung 5: Größenverteilung der Aneurysmen des Kollektivs von gebluteten Aneurysmen an der Klinik für Neurochirurgie, Universität Ulm, 1999 bis 2005

Abkürzung: SAB: Subarachnoidalblutung

3.4 Präoperativer klinischer Zustand

Folgende Verteilung zeigte sich im Patientenkollektiv:

Zweiundzwanzig Patienten (18%) wiesen ein inzidentelles Aneurysma auf. Einhundert Patienten hatten hingegen eine Aneurysmaruptur mit Subarachnoidalblutung erlitten (82%). Von diesen Patienten mit rupturiertem Aneurysma waren präoperativ 51 (51/100 51%) in klinisch guter bis mäßiger Verfassung, entsprechend einem HH Grad I-III. 49 Patienten (49%) waren zum Einlieferungszeitpunkt bereits in sehr kritischer Verfassung entsprechend einem HH Grad IV-V. Bezieht man dies auf das Gesamtkollektiv der gecoilten Aneurysmapatienten waren somit 40% (49/122) in sehr kritischer Verfassung.

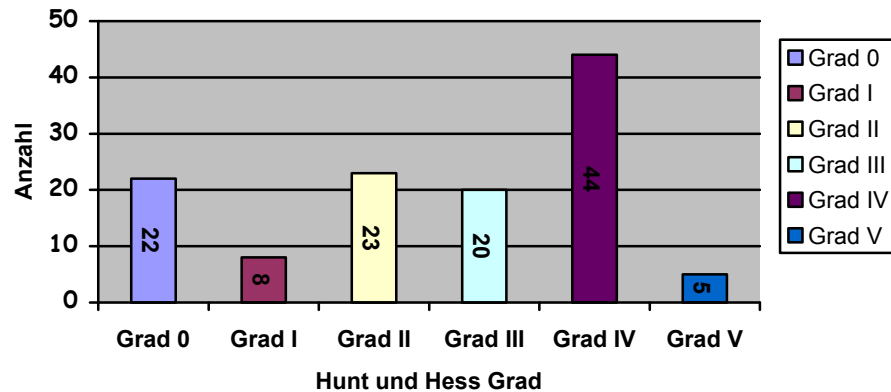


Abbildung 6: Verteilung der Aneurysmapatienten des Gesamtkollektivs der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005 nach Hunt & Hess

Grad I: Asymptomatisch, leichte Kopfschmerzen, - Meningismus

Grad II: Starke Kopfschmerzen, Meningismus; Keine Fokal-neurologie außer Hirnnervenstörung

Grad III: Leichte Fokalneurologie, Verwirrtheit, Somnolenz

Grad IV: Sopor, Hemiparese, vegetative Störungen

Grad V: Tiefes Koma, Decerebrierungsstarre

Von den 122 Patienten des Gesamtkollektivs standen in 78 Fällen noch die initiale cCT zur erneuten Beurteilung zur Verfügung. In 22 von diesen 78 Fällen handelte es sich um ein inzidentelles Aneurysma, der Fisher score findet hier also keine Anwendung. Von den 78 war bei einem Patienten kein Blut im cCT nachweisbar entsprechend einem Fisher Score von 1 (1/78, 1%), 6 mit Fisher 2 (6/78, 8%), 16 mit Fisher 3 (16/78, 20%) und 55 mit Fisher 4 (55/78, 71%). Bei 22 Patienten (18%) waren die Daten des cCT zur Auswertung nicht mehr verfügbar:

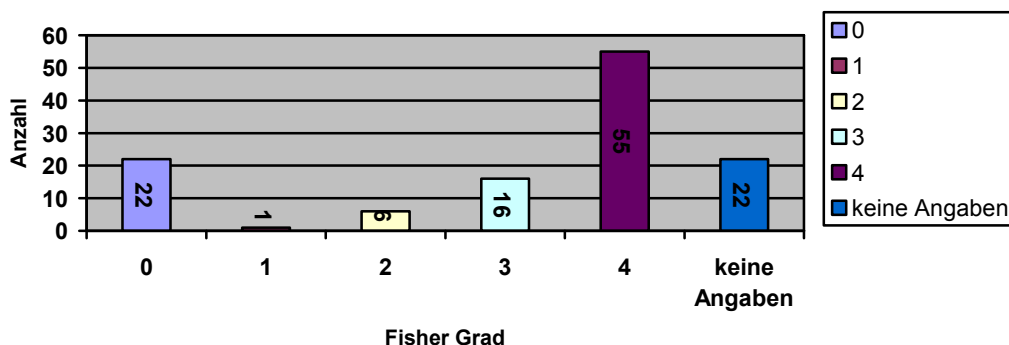


Abbildung 7: Verteilung der Aneurysmapatientin des Gesamtkollektivs der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005 nach Fisher

Fisher 1: kein Blut sichtbar

Fisher 2: Diffuse, dünne SAB oder vertikale Schicht <1mm

Fisher 3: Lokaler Clot und oder vertikale Schicht >1mm (Zisterne tamponiert)

Fisher 4: Vorwiegend intrazerebrale oder intraventriculäre Blutung

3.5 Patientenoutcome

Allgemeines Outcome unabhängig vom HH Grad

Von 122 Patienten hatten 16% der Überlebenden ein schlechtes Outcome, 22% verstarben und 55% hatten ein gutes Outcome. 7% hatten keine Nachuntersuchung.

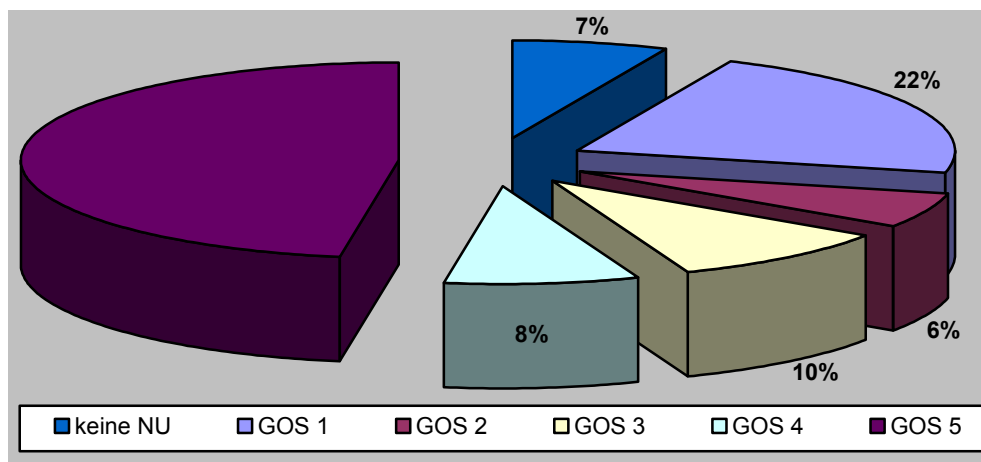


Abbildung 8: allgemeines Outcome des Gesamtkollektivs der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: NU: Nachuntersuchung GOS: Glasgow Outcome Scale

3.5.1 Patientenoutcome der inzidentellen Aneurysmen (n=22)

Insgesamt wurden 22 Patienten an 22 inzidentellen Aneurysmen versorgt. In unserer Studie wurden auch noch 17 Zweit- Aneurysmen versorgt.

Die resultierende Klinik von Patienten mit Zweit- Aneurysmen, welche bereits eine Aneurysmaruptur hinter sich haben, kann nur auf das rupturierte Aneurysma bezogen werden. Aufgrund dessen wurden hier nur die 22 Patienten mit genuinen inzidentellen Erst- Aneurysmen beurteilt.

Abbildung 9 zeigt klar, dass alle Patienten mit inzidentellen Aneurysmen bei reiner Beurteilung des GOS ein gutes Outcome hatten. Dennoch weisen Insgesamt 18% einen GOS4 (4/22) und somit eine leichte klinische Verschlechterung auf. In 77,5% konnte ein GOS5 (17/22) festgestellt werden. Ein Patient konnte nicht nachuntersucht werden (1/22, 4,5%).



Abbildung 9: Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: NU: Nachuntersuchung GOS: Glasgow Outcome Scale

Patientenoutcome lageabhängig

Arteria cerebri media (n=3)



Abbildung 10: Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0 und Arteria cerebri media Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: NU: Nachuntersuchung GOS: Glasgow Outcome Scale

Arteria communicans anterior (n=5)



Abbildung 11 Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0 und Arteria communicans anterior Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: NU: Nachuntersuchung GOS: Glasgow Outcome Scale

Arteria basilaris (n=1)



Abbildung 12 Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0 und Arteria basilaris Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: NU: Nachuntersuchung GOS: Glasgow Outcome Scale

Arteria carotis interna (n=11)



Abbildung 13: Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0 und Arteria carotis interna Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: NU: Nachuntersuchung GOS: Glasgow Outcome Scale

Arteria communicans posterior (n=2)

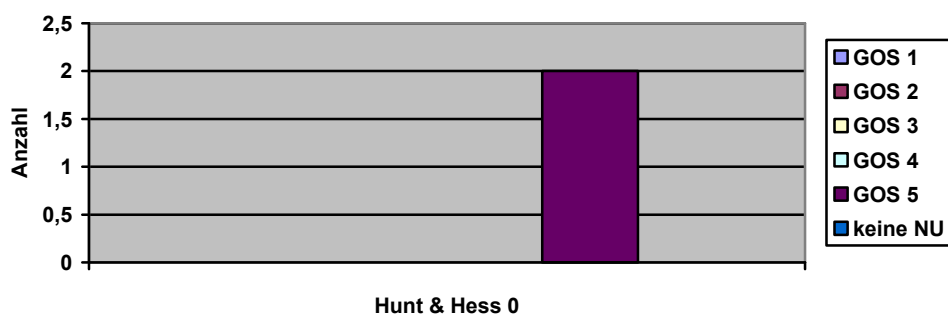


Abbildung 14: Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0 und Arteria communicans posterior Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: NU: Nachuntersuchung GOS: Glasgow Outcome Scale

3.5.2 Patientenoutcome rupturierter Aneurysmen

Es wurden 101 Coilings an 100 Patienten mit SAB infolge einer Aneurysmaruptur durchgeführt. Aus dieser Gruppe hatten 46% ein schlechtes Outcome (46/100) und 47% ein gutes Outcome (47/100), bei 7% wurde keine NU durchgeführt.

Insgesamt hatten 7 Patienten mit HHI (7/8, 88%), 16 Patienten mit HHII (16/23, 69%), 8 Patienten mit HHIII (8/20, 40%), 15 Patienten mit HHIV (15/44, 34%), sowie 1 Patient mit HHV **ein gutes Outcome** (1/5, 25%).

Andererseits ist 1 Patient mit HHI (1/8, 12,5%), 3 Patienten mit HHII (3/23, 13%), 7 Patienten mit HHIII (7/20, 35%), 15 Patienten mit HHIV (15/44, 34%) und 1 Patient mit HHV (1/5, 25%) **verstorben**.

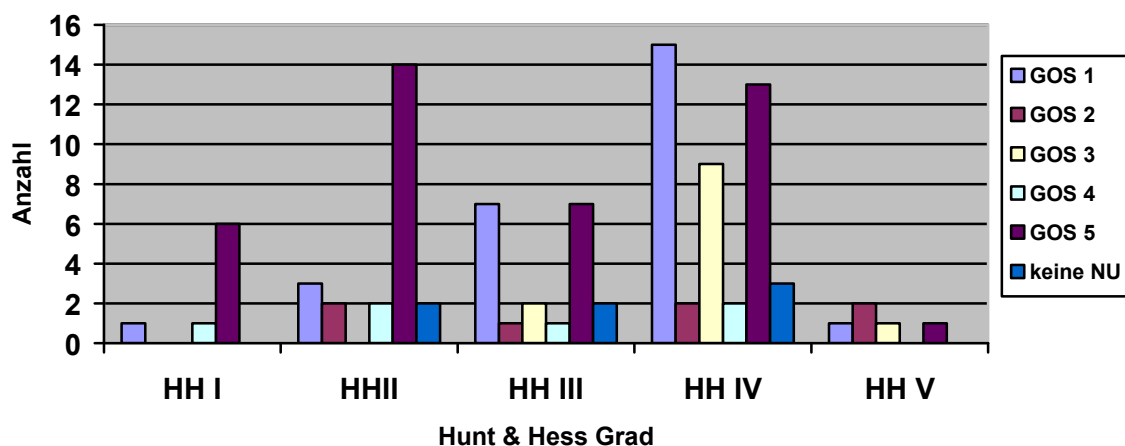


Abbildung 15: allgemeines Outcome des Kollektivs mit SAB nach HH (n=100), Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: GOS: Glasgow Outcome Scale NU: Nachuntersuchung
 HH: Hunt & Hess SAB: Subarachnoidalblutung

Das Outcome kann auch abhängig vom Fisher Score beurteilt werden.

Ein Patient mit Fisher1 hatte ein gutes Outcome (100%). Des Weiteren hatten 6 Patienten mit Fisher2 (100%), 8 Patienten mit Fisher3 (8/16, 50%), sowie 21 Patienten mit Fisher4 (21/55, 38%) ein gutes Outcome.

Ein schlechtes Outcome hatte keiner mit Fisher1 (0%), keiner mit Fisher2 (0%), 7 mit Fisher3 (7/16, 44%), sowie 30 Patienten mit Fisher4 (30/55, 55%).

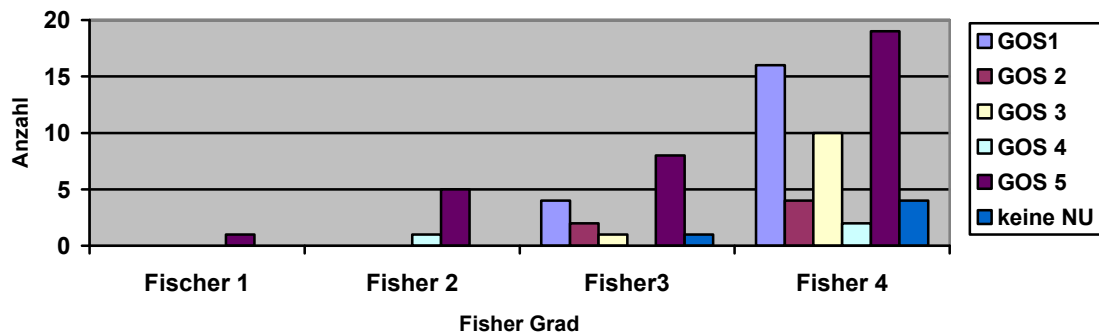


Abbildung 16: allgemeines Outcome des Kollektivs mit SAB nach Fisher (n=78), Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: GOS: Glasgow Outcome Scale SAB: Subarachnoidalblutung
 NU: Nachuntersuchung

Von 51 Patienten, die in einer guten klinischen Verfassung eingeliefert wurden (HH I-III), hatten 16 (31%) ein schlechtes (GOS 1-3) und 31 Patienten (61%) ein gutes Outcome (GOS 4-5); bei vier ist das Outcome unbekannt (8%).

Von 49 Patienten, die in einer schlechten klinischen Verfassung eingeliefert wurden (HH IV-V), hatten 30 (61%) ein schlechtes Outcome und 16 Patienten (33%) ein gutes Outcome; bei drei (6%) war das Outcome unbekannt.

Outcome lageabhängig

Es lässt sich somit in folgenden Graphiken feststellen, dass bei Arteria communicans anterior und Arteria basilaris Aneurysmen ein gutes klinisches Outcome überwog. Bei der cerebri media war dieses ausgewogen und bei Aneurysmen der carotis interna resultierte überwiegend ein schlechtes Outcome.

Arteria cerebri media (n=19)

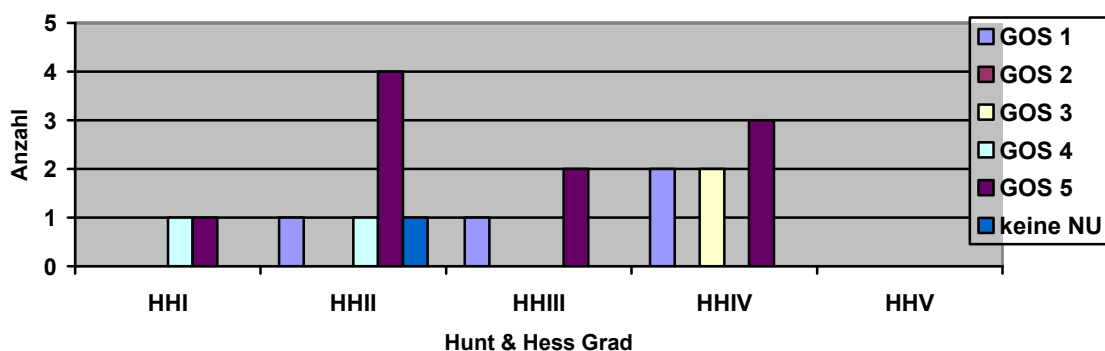


Abbildung 17: Outcome des SAB Kollektivs und Arteria cerebri media Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: NU: Nachuntersuchung GOS: Glasgow Outcome Scale HH: Hunt & Hess

Arteria communicans anterior (n=37)

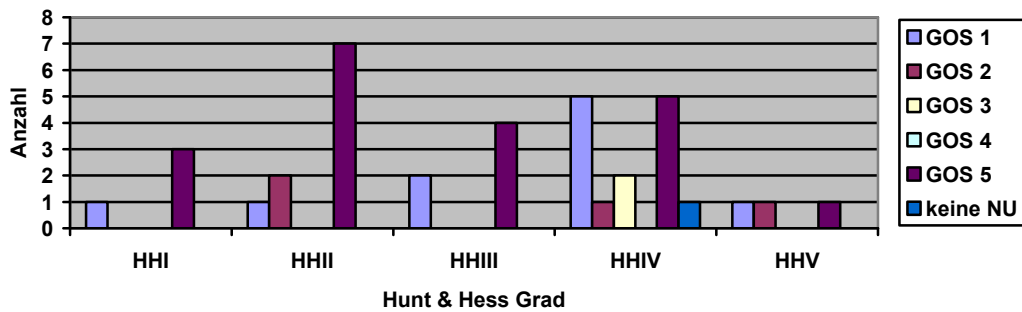


Abbildung 18: Outcome des SAB Kollektivs und Arteria communicans anterior Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: NU: Nachuntersuchung GOS: Glasgow Outcome Scale HH: Hunt & Hess

Arteria basilaris (n=19)

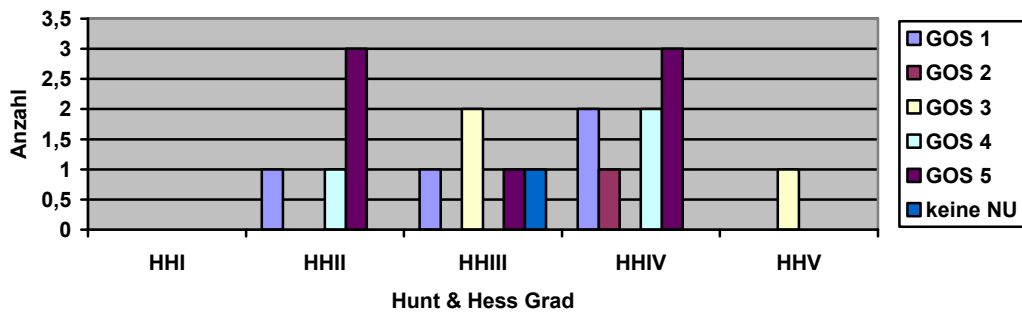


Abbildung 19: Outcome des SAB Kollektivs und Arteria basilaris Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: NU: Nachuntersuchung GOS: Glasgow Outcome Scale HH: Hunt & Hess

Arteria carotis interna (n=14)

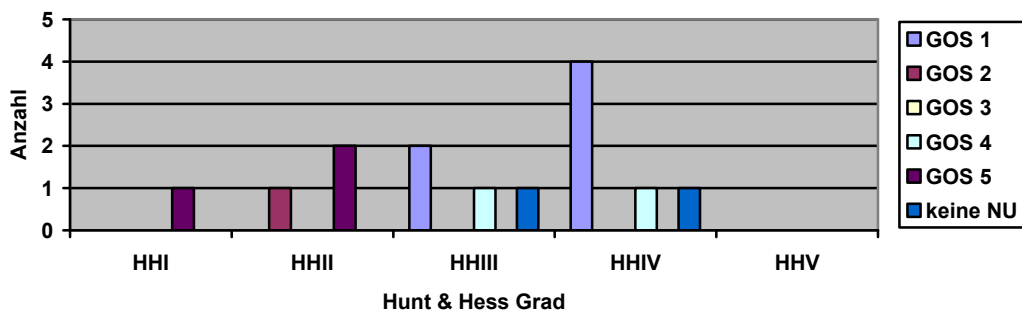


Abbildung 20: Outcome des SAB Kollektivs und Arteria carotis interna Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Abkürzungen: NU: Nachuntersuchung GOS: Glasgow Outcome Scale HH: Hunt & Hess

3.6 Therapieerfolg

3.6.1 Allgemein

Von 140 Coilings mussten 17 (17/140, 12%) während der Intervention abgebrochen werden (Abbruchursachen s. Anhangstabelle Komplikationen). Von den erfolgreich gecoilten Aneurysmen konnten 37 komplett mit Coils gefüllt werden (37/140, 26%) mit einem Roy Score von 100%. 48 entsprechend 35% mit remnant neck und einem Roy Score von 95-99% und 25 entsprechend 18% mit residual Aneurysmafüllung, Roy Score kleiner 95%. Folgende Abbildung zeigt den Therapieerfolg:

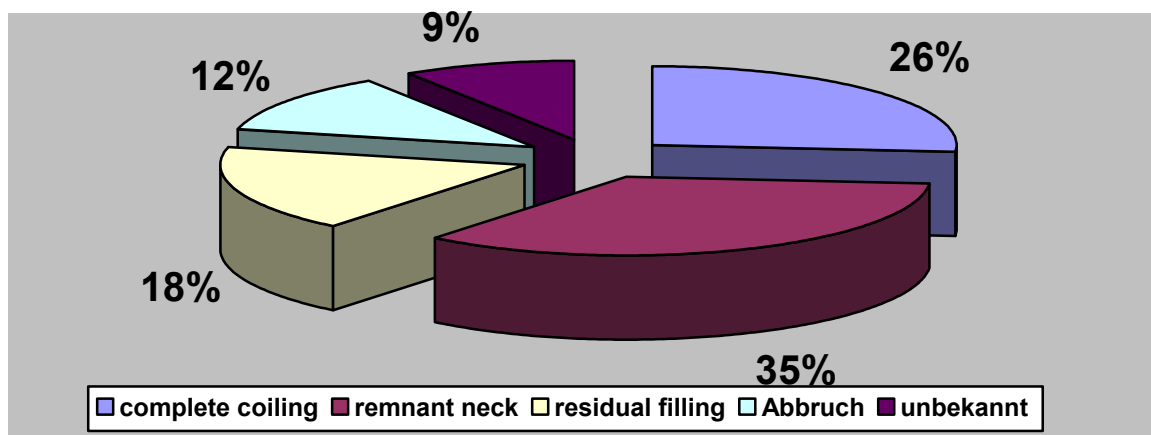


Abbildung 21: Allgemeiner Therapieerfolg des Gesamtkollektivs der Patienten mit Aneurysma an der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

In der Regel war aufgrund der Aneurysmakonfiguration auch eine Hals-Restperfusion als bestmöglicher Therapieerfolg zu werten. Wertet man somit die komplett gecoilten Aneurysmen und jene mit residualem Einstrom im Halsgebiet als gelungenen Aneurysmaverschluss beträgt der Therapieerfolg bei den Aneurysmen 61% (85/140).

3.6.2 Angiographisch:

Von den durchgeführten 140 Coil- Interventionen waren noch 105 Filmserien einsehbar. Diese zeigten bezüglich der Coilfüllung folgende Resultate:

Rupturierte Aneurysmen

Von 78 auswertbaren (von 101) Fällen war bei 21 Aneurysmen das Coiling komplett (28/101, 27%) bei weiteren 28 war ein perfundierter Halsrest erkennbar (28/101, 28%), und in zwölf Fällen war das Coiling als inkomplett zu beurteilen (12/101, 12%). Bei zehn Gefäßausstülpungen wurde der Eingriff abgebrochen (10/101, 10%), so dass keine Aussage über den Therapieerfolg getroffen werden konnte.

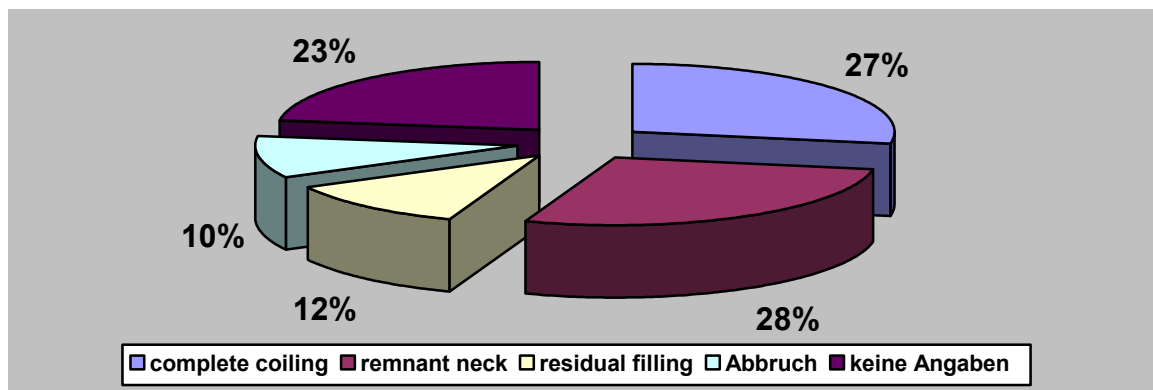


Abbildung 22: Therapieerfolg des Kollektivs mit Subarachnoidalblutung Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Inzidentell und Zweit-Aneurysmen

Von den unrupturierten Aneurysmen konnten 36 Angiographien (von 39) für die Auswertung herangezogen werden. Von diesen zeigte sich in 40% der Fälle (16/39) ein kompletter Verschluss, bei 26% eine Restperfusion des Halses (10/39), und in 8% ein inkompletter Verschluss (3/39). In 18% der Fälle musste die Intervention abgebrochen werden (7/36).

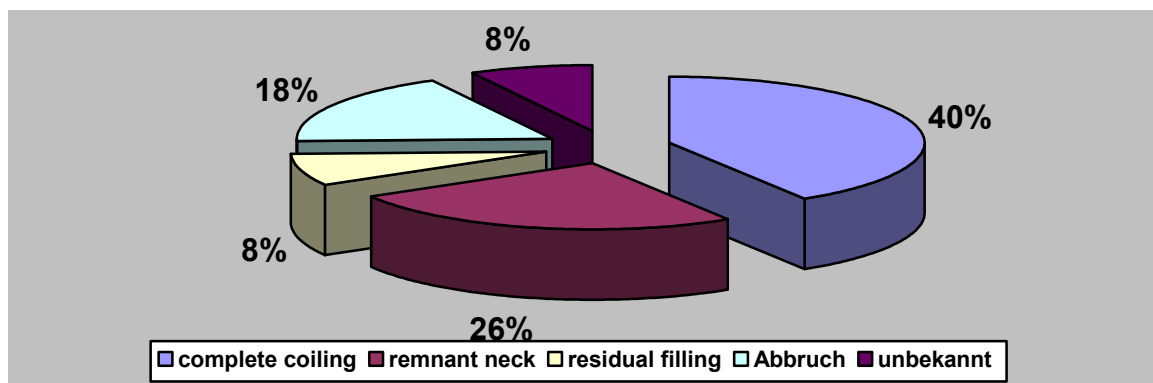


Abbildung 23: Therapieerfolg des Kollektivs mit inzidentellem Aneurysma Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005

Reperfusion:

Insgesamt wiesen 23 Aneurysmen im Verlauf der Studie eine Coilkompaktierung bzw. eine Reperfusion auf. Unter diesen 23 befanden sich insgesamt 18 rupturierte und fünf inzidentelle (keine Zweitaneurysmen). Bezogen auf die Gesamtanzahl aller Coil-Interventionen ergab sich eine genuine Reperusionsrate von 16% (23/140).

Es wurde bei 10 Aneurysmen ein Clipping durchgeführt. Hierunter war ein Fall primär komplett gecoilt, vier Fälle zeigten restperfundierte Hälse und fünf Fälle ein deutliches residual filling (siehe Anhangstabelle Sekundäreingriffe).

Bei 13 (57%) wurde entschieden einen besseren Coilingverschluß anzustreben. Angiographisch hatten von diesen Aneurysmen, acht (8/13) einen restperfundierten Halsbereich und eines (1/13) eine darüber hinausgehende residuale Füllung.

Beim Sekundär- Coiling konnten 23% komplett verschlossen werden (3/13), neun wiesen auch nach dem zweiten Versuch eine Restperfusion des Halsbereiches auf (9/13, 69%), eines noch eine ausgeprägtere Residualfüllung, somit konnte in 8% auch durch eine weitere Intervention kein Komplettverschluß erreicht werden (1/13).

Nach dem kompletten Sekundär- Coiling revaskularisierten erneut fünf Aneurysmen (5/23, 38%) und wurden ein drittes Mal interventionell versorgt: von diesen konnten zwei mit remnant neck (2/5) und zwei inkomplett (2/5) versorgt werden. Bei einem Coiling liegt uns kein Ergebnis vor.

Im weiteren Verlauf reperfundierten noch zwei Aneurysmen (2/13) und wurden ein viertes Mal gecoilt (eines komplett gecoilt, eines mit Halsrestperfusion). Beide Aneurysmen wurden im Verlauf noch ein fünftes Mal, aufgrund progredienter Reperfusion, gecoilt. Beide Aneurysmen waren größtenprogrediente Aneurysmen, die im Bereich der Arteria basilaris und der Arteria carotis interna lagen.

3.7 Mortalität

Insgesamt verstarben 27 von 122 gecoilten (22%) Patienten. Mehr als die Hälfte davon (16/27, 60%), kamen in einem initial kritischen Zustand (HH IV+V). Diese Patienten verteilten sich folgendermaßen auf die Hunt & Hess Schweregrade: ein Patient mit HHI (3,5%), drei mit HHII (11%), sieben mit HHIII (25%), einer mit HHV

(3,5%) und 15 mit HHIV (57%). Es verstarben 17 Patienten (17/122, 15% bzw. 17/27, 63%) innerhalb der ersten vier postoperativen Wochen. Nach mehr als vier Wochen verstarben weitere zwei Patienten (2/122, 1,6% bzw. 2/27, 7,4%). Nach mehr als vier Monaten verstarben noch acht Patienten (8/122, 7% bzw. 8/27, 30%) (s. Anhangstabelle Todesursachen).

3.8 Komplikationen

Insgesamt traten bei 35 der 140 Aneurysmacoilings Komplikationen auf. Dies entspricht 25% der durchgeführten Coilings. Die klinisch relevanten Komplikationen (bleibendes Neurologisches Defizit) reduzieren sich auf 10 Coilings. Dies entspricht 7,1% aller Coilings (10/140) und 29% der Coilings (10/35) mit Komplikationen.

Von den Aneurysmen mit Komplikationen lagen 29 von 35, 83% im vorderen Stromgebiet (bzw. 29/113, 26% der Aneurysmen im vorderen Stromgebiet), 6 Aneurysmen mit Komplikationen lagen im hinteren Stromgebiet (6/35, 17% bzw. 6/27, 22% der Aneurysmen im hinteren Stromgebiet).

Als Komplikationen galt folgendes:

3.8.1 Prozedurbedingte Komplikationen (n=20; 20/35, 57%)

a Aneurysmaperforation n=10

In dieser Studie kam es bei 10 Patienten, das entspricht 7% aller durchgeführten Coilings (10/140), zu einer Perforation. Dies entspricht einem Anteil von 29% aller Komplikationen. Die Perforation wurde entweder durch den Coil oder den Mikrokatheter verursacht. Der Lokalisation nach lagen 90% (9/10, bzw. 9/113, 8%) im vorderen- und 10% der Aneurysmen im hinteren Stromgebiet (1/27, 4%).

Im Verlauf zeigte sich bei den zehn Patienten fünfmal ein gutes Outcome, bei fünf Patienten ein schlechtes Outcome in drei Fällen sogar mit Todesfolge.

b Unbeabsichtigter Gefäßverschluss n =10

In 10 Fällen kam es zu einem unbeabsichtigten Gefäßverschluss:

Coilprotrusion n=6

Hier zeigt sich wieder die Häufigkeitsverteilung vor allem im vorderen Stromgebiet. 100% der Aneurysmen lagen im vorderen Stromgebiet. Insgesamt zeigt sich ein gutes Outcome. Alle sechs Patienten hatten ein GOS von 5.

Thrombosen n=4

Durch das Coiling entstand bei drei Patienten (3/35, 8,6% bzw. 3/140, 2,1%) ein unbeabsichtigter thrombotischer Verschluss hirnersorgender Gefäße. Zwei dieser drei Patienten hatten ein Aneurysma im Bereich der Arteria basilaris, von denen einer an den Folgen der Basilaristhrombose verstarb und der andere eine Ischämie durch ein benachbartes Gefäß kompensieren konnte, so dass keine Ausfälle entstanden. Der dritte der drei Patienten hatte ein AcoA Aneurysma und entwickelte massive neurologische Defizite (GOS2) durch die Thrombose.

In einem Fall zeigten sich distale Embolien, die transiente Defizite verursachten.

3.8.2 Nicht coilbedingte Komplikationen (n=15; 15/35, 43%)

a Nachblutung n=1

Eine punktionsbedingte Nachblutung trat infolge der Schleusenanlage an der Oberschenkelinnenseite auf und hinterließ ein bleibendes sensibles Defizit.

b Vasospasmus n=11

Ein katheterbedingter Vasospasmus trat bei elf Patienten (11/35, 31% bzw. 11/140, 7,8%) auf. Diese Komplikation war nach strikter Anwendung von Nimotop-Spüllösung ab dem Jahr 2004 kaum mehr zu verzeichnen. In 5 von 11 Fällen war der Vasospasmus asymptomatisch, in 6 Fällen symptomatisch (6/11, 55% bzw. 6/140, 8,4%).

Ein Vasospasmus als Komplikation entwickelte sich bei 9 von 113 Aneurysmen im vorderen Stromgebiet entsprechend 8%. Zwei von 27 Aneurysmen des hinteren Stromgebietes waren hiervon betroffen (7,4%).

c Nicht perforationsbedingte Coilingabbrüche (n=3)

Insgesamt konnte bei drei Fällen (3/140, 7,5%) das Coiling nicht beendet werden. In einem Fall aufgrund der geringen Größe, im zweiten aufgrund technischer Komplikationen und im dritten wegen physischen Komplikationen des Patienten. Bei allen drei Coilingabbrüchen, konnte anschließend ein komplikationsloses und erfolgreiches Clipping durchgeführt werden. Alle drei Patienten hatten zwar ein schlechtes Outcome (2 tot, 1 GOS2), kamen aber auch mit einer massiven Einblutung (Fisher 4).

3.9 Sekundäreingriffe

3.9.1 Sekundärcoiling

a innerhalb von drei Monaten (n=12)

Zwölf Aneurysmen (12/140, 9%) konnten beim Primäreingriff nicht komplett versorgt werden und mussten kurze Zeit nach dem Ersteingriff (innerhalb einiger Tage bis drei Monate) erneut versorgt werden. Alle Recoilings hatten ein gutes Outcome (100%). Neun Aneurysmen befanden sich im vorderen Stromgebiet (9/113, 8%) und drei befanden sich im hinteren Stromgebiet (3/27, 11%). Die Gründe für das Re-Coiling sind zum einen der Vasospasmus, andererseits auch Komplikationen wie die Perforation, eine Notfallsituation und die intraoperative Dissektion oder ein Coilingabbruch.

b Kompaktierung (n=13)

Insgesamt reperfundierten 23 Aneurysmen, die im Verlauf insgesamt 35 Mal gecoilt wurden (genauere Angaben s. Anhangstabelle Sekundäreingriffe). Weiter wurde bei 10/23 ein anschließendes Clipping und bei 13/23 (Sekundär- Coiling bei 56%) eine zweite EVT durchgeführt. Nach dem Sekundär- Coiling revaskularisierten erneut fünf Aneurysmen (5/23, 38%) und wurden ein drittes Mal interventionell versorgt. Im weiteren Verlauf reperfundierten noch zwei Aneurysmen (2/13) und wurden ein viertes Mal gecoilt und sowie ein weiteres fünftes Mal aufgrund progredienter Reperfusion gecoilt.

Der größte Teil (9/13, 69% bzw. 9/27, 33%) der Reperusionsaneurysmen lag im hinteren Stromgebiet (8 basilaris, 1 PICA (Abk.: Arteria cerebelli posterior inferior)), sowie vier ACI Aneurysmen im vorderen Stromgebiet (4/13, 31% bzw. 4/113, 3,5%).

Das Outcome der 13 Patienten mit einer gecoilten Reperfusion war im Allgemeinen gut. Zehn hatten ein gutes Outcome (10/13, 77%) und drei ein schlechtes Outcome (3/13, 23%)

3.9.2 Sekundärclipping

Insgesamt wurde bei elf communicans anterior-, drei carotis interna- und zwei cerebri media Aneurysmen ein Clipping nach Primär-Coiling durchgeführt.

a Aufgrund einer Reperfusion (n=10)

Bei 10 von 122 Patienten bzw. 140 Coilings, also bei 7,1% aller gecoilten Aneurysmen reperfundierte das Aneurysma dergestalt, dass aufgrund der Konstellation eine definitive Versorgung mittels Clipping notwendig wurde.

Ausnahmslos Aneurysmen des vorderen Stromgebiets wurden einem postinterventionellen Clipping aufgrund eines Reperfusionbefundes zugeführt: zwei ACM- (2/10, 20%), sechs AcoA- (6/10, 60%) und zwei ACI (2/10, 20%) Aneurysmen. Alle Patienten hatten ein gutes Outcome.

b Aufgrund nicht abgeschlossenen Coilings (n=6)

Bei einem Drittel (6/140, 4,3%) der „17 Coiling- Abbrüche“ (11x Vasospasmus, 3x Perforation, 3x andere) wurde ein Clipping notwendig. Es wurden alle Aneurysmen innerhalb einer Woche nach einem gescheiterten Coilingversuch geclippt. Der Lokalisation nach lagen fünf im Bereich der AcoA (5/6) und eines im ACI Bereich (1/6). Alle Aneurysmen, an denen ein postinterventionelles Clipping nach Coiling durchgeführt wurde, waren im vorderen Stromgebiet lokalisiert.

3.9.3 Re- Blutung (n=6)

Eine erneute Blutung entwickelte sich bei sechs Patienten (6/122, 5%), von denen fünf das Aneurysma im vorderen- (5/6) und einer im hinteren Stromgebiet trug (1/6).

Von den sechs Patienten hatte ein Patient ein inzidentelles 9mm großes (1/140, 0,7%) und ein Patient ein 10mm großen Zweit- Aneurysma (1/140, 0,7%). Vier Patienten (4/140, 2,9%) erlitten eine Re-SAB an Aneurysmen die initial bereits rupturiert waren. Es hatten drei Aneurysmen eine Größe von 10mm, eines 5mm und bei zwei ist die Größe unbekannt.

Das Outcome nach Re-SAB war schlecht: 67% (4/6) verstarben an den Folgen der erneuten SAB, ein Patient erreichte nur einen GOS von 2, ein weiterer Patient besserte sich bis auf einen GOS 5.

4 Diskussion

Die Behandlung von cerebralen Gefäßmalformationen hat sich seit Einführung der EVT für intrakranielle Aneurysmen 1991 [16, 17] kontinuierlich verbessert und rapide weiterentwickelt. Dies spiegelt sich auch in der Zahl der Veröffentlichungen auf diesem Gebiet wider. Viele der vorhandenen Studien sind nur bedingt vergleichbar. Unter anderem aufgrund der Heterogenität der behandelten Befunde an sich, aber auch aufgrund der rasanten Weiterentwicklung der zusätzlich eingesetzten adjuvanten Methoden (z.B. Balloon Remodelling, Stenting). Für Anwender dieser Verfahren ist es unabdingbar, die eigenen Ergebnisse so auswertbar wie möglich zu dokumentieren, um eine Rückmeldung über Schwächen und Stärken zu erhalten. Eine breit angelegte objektive Auswertung von unterschiedlichen Aspekten einer kontinuierlichen Behandlungsserie, im Hinblick auf Behandlungsergebnisse und Komplikationen findet sich hingegen kaum [43, 49, 78].

4.1 Patientenbeschreibung

Die Charakteristiken der in dieser Behandlungsserie für die EVT selektierten Aneurysmapatienten entsprechen denen anderer Serien [60, 65]: Beispielsweise werden Patienten eher interventionell versorgt, wenn ein evidenzbasiert höheres Morbiditätsrisiko für die offen chirurgische Versorgung anzunehmen wäre, wie z.B. bei Arteria basilaris Aneurysmen und anderen chirurgisch schwerer erreichbaren Aneurysmen, des Weiteren bei Patienten in besonders kritischem Zustand (HH IV und V) sowie bei Patienten jenseits des 65. Lebensjahres. Andererseits bleiben zunehmend Aneurysmen für die offen chirurgische Versorgung, die komplexer konfiguriert sind und Astabgänge am Aneurysmahals aufweisen (häufiger bei Media-Bifurkations- Aneurysmen). Ein neuerer Aspekt bei der Aneurysmaversorgung ist ein Patientenalter unter 40 Jahren. Hier kristallisierte sich in den ISAT Folgeuntersuchungen ein Vorteil der chirurgischen Versorgung im Hinblick auf die Langzeitprotektion heraus [45, 33]. Die Günzburger Serie bestätigt dies insofern, als bei den Patienten, welche im Verlauf nach initialer endovaskulärer Therapie eine chirurgische Versorgung aufgrund Aneurysmarevaskularisation angeschlossen werden musste, ein Durchschnittsalter von 49 Jahren vorlag. Der direkte Vergleich mit der chirurgischen Versorgung ist aufgrund der unterschiedlichen Selektionskriterien an sich nicht sinnvoll und nicht Gegenstand

der Diskussion. Sinnvoll erscheint aber die gewonnenen Daten der vorliegenden Serie in Bezug zu den vorhandenen Literaturergebnissen zu setzen, bzw. darauf hinzuweisen wo solche nicht oder nicht in ausreichender Kollektivgröße vorliegen. Die Studien von Thornton- [73], Roy- [66], Raymond- [61], Pandey- [54], Malish- [43], Taha- [69] und Bradac et al [3] beschreiben eine vergleichbare Geschlechterverteilung bei Patienten mit Aneurysmen, mit einem Anteil von ca. 79% Frauen- und ca. 22% Männern, also einem Verhältnis von 3:1 [73, 54].

In allen Studien zeigte sich eine klare Häufigkeitsdominanz von Frauen gegenüber Männern, die ein Aneurysma bzw. eine Blutung erleiden, genau genommen insgesamt 1,6mal häufiger als bei Männern [81]. In unserem Gesamtkollektiv der gecoilten Patienten waren 74 Frauen und 48 Männer. Das entspricht einem Frauen/Männer Verhältnis von 1,6 zu eins und ist somit vergleichbar mit den oben genannten Studien.

Das **Durchschnittsalter** der gecoilten Patienten betrug 55,6 Jahre (min. 26; max. 90, Median 58), das der Patienten mit inzidentellen Aneurysmen 52,2 Jahre (Median 57 Jahre) und das der Patienten mit Aneurysmaruptur 56,2 Jahre (Median 58 Jahre). Roy et al. erhoben ein Durchschnittsalter der Patienten nach Aneurysmaruptur von 50,6 Jahren [66], Taha et al. [69] von 60 Jahren, sowie bei der großen Studie von Bradac et al. [3] (550 Aneurysmen) von 57,4 Jahren. In Zusammenschau vieler Studien sind die Patienten zwischen 50 und 60 Jahren am häufigsten betroffen [1, 14, 43, 54, 73].

Die durchschnittliche **Nachbeobachtungszeit** unseres Patientenkollektivs betrug 19 Monate (4-85 Monate; Median 13 Monate) und ist damit mit anderen Studien vergleichbar: Li et al. beschreiben ein [40] kürzeres durchschnittliches Follow-Up von 16,7 Monaten (1-54 Monate) [14, 73]. Bei Pandey war die Nachbeobachtungszeit durchschnittlich sogar 32 Monate (1-94 Monate) [54].

4.2 Aneurysmen Lokalisation

Insgesamt traten in unserer Studie 81% der gecoilten Aneurysmen im vorderen- und 19% im hinteren Stromgebiet auf. In der großen Serie von Cognard et al. [9] zeigten sich 78% im vorderen und 17% im hinteren Stromgebiet. Es ergaben sich jedoch in der Literatur auch andere Verteilungen z.B. Malish mit 49% im hinteren Stromgebiet, 51% im vorderen Stromgebiet [43]. Wie zu erwarten werden im

hinteren Stromgebiet am häufigsten Aneurysmen der Arteria basilaris [43, 54, 74], bei einer allgemeinen Häufigkeit dieser Aneurysmen von 5-8% [74], gecoint.

Tabelle 6: Lokalisation Studienvergleich

Abkürzungen: AcoA= Arteria communicans anterior ACI = Arteria carotis interna
 A = Arteria ACM= Arteria cerebri media
 Aco Post= Arteria communicans posterior

Studien	n= Anzahl	AcoA (Prozent)	ACI (Prozent)	A basilaris (Prozent)	ACM (Prozent)	A pericallosa (Prozent)	Aco Post (Prozent)
Bradac [3]	557	27%	27%	10%	8%	1%	16%
Cognard [10]	169	24%	33%	17%	21%	2%	
Günzburg	140	30%	18%	14%	16%	4%	4%
Soeda [68]	100		64%	33%			6%

4.3 Aneurysmengröße

4.3.1 gecointer Aneurysmen

Die Durchschnittsgröße aller inzidentellen Aneurysmen lag in vorliegender Studie bei 9mm (min. 2; max. 19mm, Median 7mm), die Durchschnittsgröße rupturierter Aneurysmen ebenfalls bei 9 mm (min. 3; max. 17 mm, Median 6mm). Dies deckt sich mit der Durchschnittsgröße anderer Erhebungen von 7 bis 10mm [61, 69]. Die große (n=3005) Serie rupturierter Aneurysmen der finnischen Gruppe um Hernesniemi weist eine Durchschnittsgröße von 6mm auf (min 2mm; max 25mm) [38].

4.3.2 inzidentell

Die meisten elektiven Eingriffe wurden bei Aneurysmen mit einer Größe von unter 10 mm durchgeführt (77% <10mm). Die Studie von Roy [66] spricht von 68% kleinen, entsprechend einer Größe von kleiner 10 mm. Auch die ISUIA Studie [71] berichtet von 58,3% kleinen Aneurysmen in Gruppe eins (inzidentell und elektiv gecoint) und 89% in Gruppe 2 (Zweit- Aneurysma, bei Z.n. SAB aus einem Erst-Aneurysma anderer Lokalisation).

In den sehr großen offen chirurgischen Clippingserien der finnischen Gruppen aus Helsinki [38] zeigen sich erstaunlicherweise ebenfalls unter den geclippten rupturierten Aneurysmen, 64 % mit einer Größe kleiner 7 mm. Dies hat eine gewisse Relevanz im Hinblick auf das in ISUIA [71] errechnete doch sehr kleine Fünfjahresrupturrisiko von Aneurysmen unter 7mm, welches sich nicht mit der klinischen Erfahrung erfahrener Behandler zu decken scheint: Es wird vermutet dass das errechnete Rupturrisiko von kleineren Aneurysmen aufgrund von Selektionseffekten in den ISUIA Angaben [71] eher unterschätzt wurde [83].

4.3.3 SAB

Die meisten Coilings wurden an Aneurysmen kleiner 15mm durchgeführt.

Es scheint somit im Hinblick auf Verteilungs- und Häufigkeitseffekte eine Vergleichbarkeit zu anderen Studien vorzuliegen.

Tabelle 7: Aneurysmagröße Studienvergleich

Studien	Größe <10mm	Größe <15mm	Größe <25mm
Bradac [3]	79%	18%	3%
Malish [43]		50%	29%
Günzburg	54%	20%	2%
Vallee [74]	51%	25%	11%
Gallas [13]	84%	9,4%	4%

4.4 Klinisches Outcome

Es konnten in vorliegender Studie 93% der Patienten durch ein Telefoninterview befragt werden. Dies ist ein sehr hoher Anteil. Ein Schwachpunkt dieser Studie ist dennoch die retrospektive Auswertung. Dies behinderte teilweise das strikte Durchhalten der vorgegebenen Systematik und Standardisierung (z.B. nicht Erscheinen, fehlende Erreichbarkeit).

Zweiundvierzig Prozent aller gecoilten Patienten waren vor der Intervention in einem klinisch guten Zustand. Im Vergleich berichtet Pandey auch von 41,9% [54],

Bradac von 76% [3] und Taha von 60% [69]. Auch das schlechte Income variiert in den Studien von 19,6% [54] über 24% [3] bis zu 40% [69], entsprechend unseren 40% der Patienten des Gesamtkollektivs. Diese Unterschiede erklären sich am ehesten durch die unterschiedliche und doch sehr subjektive Einschätzung des Hunt & Hess Grades von unterschiedlichen Untersuchern (positive Beeinflussung).

Im Studienvergleich liegen die Günzburger Ergebnisse ähnlich wie bei anderen Gruppen: ein gutes Outcome zeigte sich bei 95,5% der inzidentellen (keine Zweit-Aneurysmen) und bei 47% der gebluteten Aneurysmen. Taha et al. [69] beschreiben bei 62% der SAB Patienten und bei 93% der inzidentellen Aneurysmacoilings ein gutes Outcome. Auch andere Studien bestätigen vergleichbare Resultate [54].

Bei der Behandlung von Riesenaneurysmen zeigte sich in Studien: 33% dieser Aneurysmen rupturierten im Intervall trotz erfolgter Coilembolisation [43]. Aufgrund dieser Datenlage verzichtete man am Standort Günzburg in der Folge auf ein Coiling von Riesenaneurysmen (s.o.). Auch bei vielen anderen Gruppen wurde eine solche Behandlungskonsequenz gezogen.

4.4.1 Outcome für inzidentelle Aneurysmen

Die beschriebene Häufigkeit inzidenteller Aneurysmen unter den insgesamt gecoilten, von bis zu 39% [54, 69] wurde in unserem Kollektiv mit 28% annähernd reproduziert.

Patienten mit inzidentellen Aneurysmen hatten in 96% unserer Fälle ein gutes klinisches Outcome entsprechend einem GOS Score von 4-5. In der ISUIA Studie zeigten 96% der untersuchten Patienten mit inzidentellen Aneurysmen ein gutes Outcome, sowie eine hohe Unabhängigkeitsrate [71]. Dies ist vergleichbar mit den Resultaten anderer Studien [43, 69].

4.4.2 Outcome für rupturierte Aneurysmen

In dieser Studie hatten 55% der Patienten mit HH I bis III ein gutes klinisches Outcome. Dies lässt sich am ehesten mit der Studie von Taha et al. [69] vergleichen, bei der in einem ähnlichen Grundkollektiv 62% ein gutes Outcome hatten.

Die Serie von Malish et al. [43] verzeichnet mehr Patienten die vor der Behandlung in einem guten klinischen Zustand waren. Es wurden insgesamt mehr Patienten initial besser beurteilt. Es waren 65% der Patienten in einem klinisch guten Ausgangszustand und dementsprechend ergab sich auch ein deutlich besseres klinisches Ergebnis. 91% der Patienten mit HH I oder II und 86% der Patienten mit HH III zeigten ein gutes Outcome [43]. Pandey [54] erreicht sogar 85% Unabhängigkeit (GOS 4 und 5) bei seinem Patientenkollektiv. Aber auch bei Pandey ist das Patientenkollektiv mit 68% überwiegend in einem guten Ausgangszustand.

In der Gruppe unserer Patienten mit einem Hunt & Hess von IV und V zeichnete sich bei 35% der Patienten ein klinisch unabhängiger Zustand und damit ein gutes Outcome ab. Hier zeigt eine Vergleichsstudie von Raymond mit 72% ein deutlich besseres Ergebnis, wobei sich diese Studie nur auf rupturierte Basilarisaneurysmen beschränkte [60]. Andererseits hatte in der Studie von Malish et al. keiner der Patienten mit HH IV oder V ein gutes Outcome [43]. Die deutliche Variabilität zwischen unterschiedlichen Studien und allgemeine Inhomogenität wird hierdurch unterstrichen. Es fällt auf, dass eine echte Vergleichbarkeit aufgrund der unterschiedlichen Lokalisation, der unterschiedlichen Fallzahl etc., eher nicht gegeben ist.

Eine signifikante Beziehung zwischen klinischem Ausgangsbefund (Income) und klinischem Outcome konnte hergestellt werden [54, 74]. 95,4% der Patienten mit einem elektiven Eingriff, bzw. 70% (56% Günzburger Serie) der Patienten nach durchgemachter Subarachnoidalblutung erreichten die funktionelle Unabhängigkeit [41].

4.4.3 Outcome nach Lokalisation

Viele Studien demonstrieren, dass Patienten mit basilaris Aneurysmen regelhaft nach EVT ein besseres Outcome als nach Clipping aufweisen [14]. Dies gilt insbesondere für rupturierte basilaris Aneurysmen. Auch Lussveld et al [42] empfiehlt für rupturierte basilaris Aneurysmen ein Coiling. Die Günzburger Studie spricht von 55% gutem Outcome bei diesen. 100% der inzidentellen basilaris Aneurysmen und 53 % der rupturierten basilaris Aneurysmen hatten ein gutes

Outcome, d.h. Die Patienten wiesen keine schwerwiegenden funktionellen Defizite auf.

4.5 Angiographisches Outcome

Alle Angiographien dieser Studie wurden von einem Untersucher ausgewertet und sind daher in den Folgeauswertungen gut vergleichbar. Dennoch ist die Evaluation von Angiographie- Ergebnissen eine subjektive Einschätzung [73].

Angiographisch wurden 59% der Aneurysmen komplett verschlossen, entsprechend den Studien von Brilstra mit ebenfalls 54% [4] und von Vanninen mit 50% [78]. Andere Autoren benennen Okklusionsraten von bis zu 95% [9, 13, 40, 73]. Ursachen können in der Expertise, der behandelten Fallzahl oder in der Auswertung liegen (s.o.). Die Unterschiede der einzelnen Serien sind der Tab. 8 zu entnehmen. Bei der Auswertung wird unter anderem auch die Dichte bzw. das Coilpacking beurteilt [10]. Die Beurteilung der Angiographien erfolgte in dieser Serie sehr kritisch, so dass auch minimale Restperfusionen des Halses noch als unvollständiges Coiling gewertet wurden (kritische Unterscheidung zwischen „remnant neck“ und „residual filling“). In diesem Sinne sind sicherlich auch die prozentual gesehenen eher niedrigeren Verschlussraten zu werten.

Tabelle 8: Angiographisches Outcome Studienvergleich

Studie	Complete Coiling und Remnant neck	residual filling	Rekanalisation
Raymond [60]	94%	6%	
Thornton [73]	85%	15%	1,8%
Cognard [10]	95%	5%	14%
Raymond [61]	82%	14%	
Gallas [13]	97,6%	2,4%	5%
Li [40]	95%	5%	
Pandey[54]	98%	1,8%	
Bradac [3]	98%	2%	
Kwon [37]	77%	23%	27%
Günzburg	61%	18%	16%

Die angiographische Verlaufskontrolle ist von äußerster Wichtigkeit, um eine Rekanalisation früh zu erkennen bzw. dieser vorzubeugen [73]. Roy [66] sprach in seiner Studie von einem niedrigeren Risiko für eine Rekanalisation bei Patienten mit „complete coiling“. Er hält [66] eine angiographische Kontrolle nach einem Jahr für ausreichend. Anders meint Li [40], Aneurysmen mit komplettem Verschluss sollten nach sechs Monaten zum ersten Mal angiographisch kontrolliert werden. Dies entspricht den Günstzburger Erfahrungen. Bei nicht progressivem Verschluss in der ersten Kontrolle, kann das Kontrollintervall erhöht werden. Bei unvollständig verschlossenen Aneurysmen sollte sowohl nach eigenen als auch nach den Daten der Arbeitsgruppe von Li, eine Follow-Up Angiographie bereits nach drei Monaten durchgeführt werden, da innerhalb dieses Zeitraumes die meisten Rekanalisationen nachweisbar waren [40]. Die Protokolle sind diesbezüglich jedoch nicht einheitlich. So führen Taha et al. das katheterangiographische Follow-Up unvollständig verschlossener Aneurysmen erst nach 6 Monaten durch [69]. Die Ergebnisse belegen, dass eine Nachbeobachtungszeit von nur sechs Monaten nicht ausreicht, um eine Revaskularisierung auszuschließen. Aufgrund der Datenlage und unserer Ergebnisse sollten die Patienten mindestens drei Jahre nachbeobachtet werden [61]. Neuere Studien schlagen sogar Nachbeobachtungszeiten von 5 Jahren vor [48]. Bei stabilen Aneurysmen kann hierbei jedoch auf nicht invasive Techniken (MRA) zurückgegriffen werden, bis verdächtige Konfigurationen wieder eine Kontrolle durch Katheterangiographie erfordern.

Bereits einmal rekanalisierte Aneurysmen sollten periodisch weiter beobachtet werden, da diese ein hohes Risiko haben, ein zweites Mal zu rekanalisieren [40]. Die kumulative Langzeitrekanalisationsrate beschrieb Li mit 20,4% [40]. In unserer Studie lag die Rekanalisationsrate über einen Zeitraum von 6 Jahren bei 16%.

4.6 Morbidität und Mortalität

4.6.1 Morbidität

Die hier festgestellte Morbiditätsrate von 7,1% ist im Literaturvergleich als hoch einzustufen [28]. Die Bandbreite der veröffentlichten Morbiditätsraten reicht von 0 bis 5% [9, 14, 54, 60, 78, 80]. Erwartungsgemäß korrelierte die Morbiditätsrate der vorgestellten Serie eng mit der Komplikationsrate: Thromboembolische

Ereignisse und Aneurysmaperforationen stellten sich dementsprechend als die morbiditätsträchtigsten Komplikationen heraus. Exakt die Hälfte aller Patienten mit thromboembolischen Komplikationen hatte ein schlechtes Outcome. Viele weitere klinische Faktoren wie Alter, präiktaler Gesundheitszustand, sowie initiale Blutmenge und die Entwicklung eines symptomatischen Vasospasmus beeinflussen das klinische Outcome entscheidend.

4.6.2 Mortalität

Die Gesamtmortalität beträgt in unserer Studie 22% des Gesamtkollektivs (27/122). Dieser Wert ist relativ hoch, denn die Bandbreite wesentlicher Studien erstreckt sich von 11 bis 22% [13, 21, 56, 64, 70].

Die oben erwähnten Mortalitätsraten sind strikt von den rein prozedurbezogenen Raten zu unterscheiden. So beschreiben Vanninen und Gallas [13] je eine Mortalitätsrate von unter 2% [74, 78] bzw. 1,4%. In der Literatur wird eine Prozedurbedingte Mortalität von 0,6-5% beschrieben [3, 28, 49, 66, 74]. Die Günzburger Serie reiht sich hier mit 2,4% ein.

Einschränkend sollte hierbei jedoch erwähnt werden, dass nicht in jedem Fall zwischen der prozedurbedingten und der blutungsbedingten Mortalität unterschieden werden kann.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass der Hunt & Hess Grad bzw. der Fishergrad hoch mit der Mortalität bzw. mit dem klinischen Outcome der Patienten korreliert [54, 74], da 95,4% der Patienten nach einem elektiven Eingriff- und 70% der Patienten nach einer Aneurysmablutung eine funktionelle Unabhängigkeit behielten bzw. erreichten [41]. Bei uns korrelierte der Tod der Patienten am ehesten mit dem Fisher Grad. 29% der mit Fisher 4 eingewiesenen Patienten verstarben. Andererseits hatten 57% der verstorbenen Patienten einen Fisher Grad 4, entsprechend 52% bei Gallas et al. [13]. Todesursache ist in den meisten Fällen über fast alle Studien hinweg vor allem die Blutung selbst [5].

Der Lokalisation nach bestehen anscheinend keine wesentlichen Mortalitätsunterschiede zwischen Aneurysmen im vorderen- und im hinteren Stromgebiet [68, 80]. In der Günzburger Serie betrug die Mortalitätsrate im vorderen Stromgebiet 20% und im hinteren Stromgebiet 15%.

Das Mortalitätsrisiko sinkt nach einem Monat drastisch [33]. In diesem Zeitraum verstarben in der Günzburger Serie 63% der insgesamt verstorbenen Patienten. Dennoch geht dieses Risiko auch nach mehreren Jahren nicht gegen Null: 8% des Gesamtkollektivs verstarben innerhalb der folgenden 6 Jahre. Im ISAT Kollektiv verstarben 11% in 5 Jahren [48].

4.7 Komplikationen

Es kam bei 7,1% des Gesamtkollektivs zu relevanten Komplikationen. Im Literaturvergleich lassen sich vergleichbare Daten erheben: Bristra et al [4] beschreiben 3,7% relevante Komplikationen mit permanenten neurologischen Defiziten. Andere Gruppen erhoben eine Komplikationsrate von bis zu 13% [3, 13, 61, 69, 73].

4.7.1 Perforation

Als häufigster Grund der intrainerventionellen Aneurysma- Ruptur wird die Coiling- induzierte Aneurysmaperforation, häufig auch mit deren Folgen, beschrieben [60, 80]. Die dokumentierten Inzidenzen liegen zwischen 1,3% und 8% [3, 13, 41, 54, 60, 68, 80]. Im vorliegenden Kollektiv betrug die Perforationsrate 7,1%.

Das Perforationsrisiko erhöht sich bei Coilingversuchen kleiner Aneurysmen deutlich [60, 78]. Die Durchschnittsgröße der in dieser Studie perforierten Aneurysmen war 4,6 mm (2-7mm; Median 4mm), d.h. alle perforierten Aneurysmen zählten zu den „kleinen“ Aneurysmen, wie auch bei Bradac [3]. Raymond [60] erklärt in seiner Studie, dass man das Risiko einer Ruptur vermindern würde, wenn Aneurysmen <3mm nicht gecoilt würden [3, 80]. Die perforierten Aneurysmen der Günzburger Serie hatten eine Mediangröße von 4mm. Die Perforationsrate an sich war vergleichsweise hoch.

Perforierte Aneurysmen lagen meist im vorderen Stromgebiet [3]. Aufgrund der insgesamt geringen Fallzahl erscheint es jedoch nicht angebracht, eine lokalisationsabhängige Prädisposition zu konstatieren, insbesondere, da weitere Faktoren Einfluss nehmen. Dennoch stellten sich in der Günzburger Serie

Aneurysmen der Arteria communicans anterior als perforationshäufigste Aneurysmen heraus. Dies deckt sich mit anderen Veröffentlichungen [3].

Das Outcome der Patienten mit Perforation ist zwar in 50% ein gutes, dennoch verstarben ein Drittel der Patienten nach einer interventionell induzierten Aneurysmaperforation (30%). 30% der Perforationscoilings ereigneten sich bei der Versorgung inzidenteller Aneurysmen. Auch bei diesen inzidentellen Aneurysmen verstarb in der Folge einer Perforation ein Drittel der Patienten (33%). Das Mortalitätsrisiko nach einem Perforationsereignis muss somit als sehr hoch eingestuft werden. In der Literatur wird das Outcome nach Perforationen unterschiedlich und mit großer Spannweite beschrieben. Vinuela [80] (n=403 von 1997) berichtet von einer Mortalität von 45% [54]. Im Gegensatz hierzu spricht Bradac von nur 0,5% Mortalität (n=533 von 2007) [3]. Die größeren Abweichungen erklären sich wohl am besten durch die Verbesserung der Methode und des Materials in den letzten 10 Jahren. Das routiniertere Komplikationsmanagement und eine frühe Heparinsierung beeinflussen das Outcome deutlich positiv [3].

Die intraoperative und intrainerventionelle Aneurysmaruptur ist eine gravierende Komplikation mit hoher Morbidität und Mortalität. Eine intraoperative Einblutung kann durch den erhöhten Hirndruck zu irreversiblen Hirnschädigungen führen. Beim operativen Clipping besteht gegebenenfalls die Möglichkeit eine raumfordernde Blutung sofort auszuräumen um die deletäre Hirndrucksteigerung zu verhindern. Nach Coiling- induzierter Hirnblutung kann die Ausräumung nur mit zeitlichem Verzug nach erforderlicher Kraniotomie erfolgen. Gegebenfalls schafft auch eine externe Ventrikeldrainage einen intermittierenden Druckausgleich. Daher sollte die Indikation zum Coiling von kleinen Aneurysmen nur nach strengen Kriterien gestellt werden (<4mm).

4.7.2 Thromboembolische Ereignisse

Thromboembolische Ereignisse nach EVT sind als Komplikationen gut in der Literatur dokumentiert. Sie gelten mit 2,4 bis 10%, als eine häufige endovaskuläre Komplikation bei Aneurysmapatienten [3, 13, 14, 74, 41, 43, 54, 61, 68, 73]. In unserer Studie entstanden in 2,1% intraoperative Thrombosen sowie in 0,8% postprozedurbedingte Mikroembolien. Zusammengefasst liegt die

thromboembolische Komplikationsrate der untersuchten Serie bei 2,9%. Die Thrombose ist eine Komplikation, die im hinteren Stromgebiet bzw. in der Arteria Basilaris gehäuft vorkommt. Dies liegt vor allem an den anatomischen Gegebenheiten der Arteria Basilaris und der meist in der Bifurkation liegenden Aneurysmen (67%), die so dem pulsierenden Blutstrom im Sinne eines „Wasser Hammer Mechanismus“ ausgesetzt sind.

Der Pathomechanismus eines thromboembolischen Ereignisses im Zusammenhang mit einer Coilversorgung ist oftmals unbekannt. Quereshi [58] beschreibt einige der denkbaren und eher offensichtlichen Mechanismen, wie z.B. die Verletzung der Arterie (Intima), sowie den thrombogenen Charakter des arteriellen Katheters, des Kontrastmittels und des implantierten Materials, wie Coils und Stents. Eine weitere Ursache ist das Prolabieren eines Coils in die Ursprungsarterie bei Aneurysmen mit weitem Hals [68].

Wie demonstriert, haben kleine Aneurysmen bei der interventionellen Versorgung ein höheres Perforationsrisiko als Aneurysmen ab mittlerer Größe. Für große Aneurysmen, die ein geringeres prozedurbezogenes Perforationsrisiko aufweisen, steigt dafür im Gegenzug das prozedurbezogene Thromboembolierisiko. Die Durchschnittsgröße der Aneurysmen dieser Serie bei denen thromboembolische Komplikationen auftraten war dennoch relativ klein und betrug 7mm (6-8mm)!

Bei der Auswertung der Verläufe wurde im Hinblick auf das Outcome nach induzierten Thrombosen die Wichtigkeit des postoperativen Managements evident. Hier ist in erster Linie neben der rheologischen Behandlung die Heparinisierung bzw. Gabe von Hirudin und deren Analoga zur Auflösung des Thrombus zu nennen [58]. Das Outcome nach interventionsassoziiert intrakranieller Thromboembolie ist bei 25% der Günzburger Patienten mit einem klinischen Defizit assoziiert, und bei weiteren 25% führte es zum Tod. Bei 50% der Patienten führte das embolische Ereignis zu transienten Defiziten. Dies deckt sich mit Literaturergebnissen [3, 10, 13, 54]

In den meisten Studien werden unter die Rubrik Thromboembolien auch die Verschlüsse des Ursprungsgefäßes durch Coilprolaps miteinbezogen. Diese

werden jedoch in der untersuchten Serie, gesondert unter dem Kapitel „Coil-Dislokation“ aufgeführt. Dies mag eine Erklärung für die vergleichsweise eher niedrigere Rate der vorliegenden Serie sein (s. oben).

4.7.3 Coil- Dislokation

Die Methode des Coilings erlaubt eine relativ genaue Platzierung vor dem Ablösen des Coils. Dennoch kann sich, in Abhängigkeit von der Aneurysma- und vor allem Halskonfiguration der benutzten Hilfsmittel (Ballon Remodelling, Coilen durch vorplatzierten Stent bei breitem Hals), der Erfahrung und manuellen Geschicklichkeit des Interventionalisten, ein Teil des Coils unbeabsichtigt aus dem Aneurysmasack in das Trägergefäß vorwölben oder auch gänzlich fehlplatziert werden [9]. Die Rate der Dislokationen wird in der Literatur von 0,5% bis 3% beschrieben [9, 80]. Die Günzburger Serie weist 3,9% auf. Bei Coilprolaps steigt das Risiko einer Plättchenaggregation im Trägergefäß und in Abhängigkeit vom Ausmaß derselben auch das Risiko für einen lokalen Komplet- oder Teilverschluß. Ein weiteres Risiko besteht für eine Thrombenablösung und Streuung in das distale Stromgebiet.

Das Risiko für einen Coilprolaps steigt mit Zunahme der Halsweite, Packungsdichte der Coils und abnehmender Aneurysmagröße. Mit neueren Techniken, die darauf beruhen vor dem eigentlichen Coiling eine Barriere vor den Aneurysmahals auf der Trägergefäßseite zu platzieren, konnte im Verlauf der Jahre die Coil- Prolapsrate reduziert werden. Um die Trägergefäßthrombose bzw. die Gefahr einer Embolusablösung von am Platin aggregierten Plättchen zu reduzieren, hat sich folgendes Antikoagulationsregime etabliert: Heparinisierung bis zur Endothelialisierung des prolapierten Coils über 24 Stunden bzw. bei erkennbarem progredienten thrombotischen Verschluß, Lysetherapie über weitere 24 Stunden [54]. Von der Optimierung dieses Regimes hängt auch die entstehende Symptomatik ab [68]. Durch einen Coil- Prolaps wurde in dieser Serie kein permanentes Defizit erzeugt. Dies deckt sich mit den Literaturergebnissen [3, 54, 68, 80].

4.7.4 Abbruch

Folgende Ursachen erforderten einen Coilingabbruch in der Günzburger Serie:

- Vasospasmus- Entwicklung
- eingeschränkte Navigierbarkeit des Mikrokatheters aufgrund der Gefäßanatomie
- zu kleines Aneurysma
- zu weiter Aneurysma- Hals

Die häufigste Ursache für einen Abbruch war ein Vasospasmus. Nach der Einführung von Nimotop Spüllösung im Jahre 2004 war dies nur noch selten der Fall. 12% der Coilingfälle mussten abgebrochen werden. Diese Rate ist ungefähr doppelt so hoch wie bei einigen anderen Autoren, die von einer „failurerate“ von 5-7% berichten [3, 13, 47, 49, 54, 66]. Doch Taha mit 17,4% [69], und auch Cognard mit 14%, berichten über vergleichbare Abbruchraten [9].

Bei der retrospektiven Auswertung der 17 „Abbrüche“ entstand der Eindruck, dass in einigen der 17 Fälle durch entsprechend stringente Anwendung der Selektionskriterien eine offen chirurgische Versorgung die geeignetere Therapie gewesen wäre. Bei 41% der Patienten deren Coiling abgebrochen wurde erfolgte die weitere Versorgung im Verlauf durch ein Clipping.

4.7.5 Erneutes Coiling

Gründe für ein Recoiling in dieser Serie waren Coilingabbruch und ein inkompletter Aneurysmaverschluß [78].

9% des Gesamtkollektivs wurden zeitnah nach dem Primärcoiling erneut versorgt. Cognard et al. erwähnen [9, 10] eine Zweitcoilingrate von 11%, Raymond et al. [61] berichtet von 8,3%. Somit scheint eine Recoilingrate zwischen 8 und 11% in größeren Serien entsprechender Zentren, durchaus üblich zu sein. Diese Rate ist in einem Prozentbereich der eine Erwähnung bei Patientenaufklärungsgesprächen zur Intervention erforderlich macht.

4.8 Sekundäreingriffe

4.8.1 Sekundärcoiling

Rekanalisation

Obwohl mehrere Faktoren zur erneuten Ausbildung eines Halses bzw. Aneurysmasackes eines initial komplett verschlossenen Aneurysmas führen können (z.B. Coilkompaktierung oder tatsächliches Wachstum durch Elongation), rekanalisieren Aneurysmen häufiger, welche anfangs einen inkompletten Verschluss zeigten. Ursächlich können eine Vergrößerung des verbleibenden Sackes oder ein unvorteilhaftes Fundus-Hals Verhältnis sein. Eine Coilkompaktierung ist bei Aneurysmen mit weitem Hals häufiger [15]. Weiterhin sind bestimmte Lokalisationen aufgrund der Blutströmungsverhältnisse für eine Rekanalisation prädisponiert, z.B. Arteria basilaris Bifurkations- Aneurysmen. Der Blutstrom trifft hier vertikal ohne vorherige Umleitung auf die Gefäßwand bzw. das Aneurysma. Es wird ein konstanter "Wasserhammerereffekt" [13] erzeugt, der so relativ schnell eine Kompaktierung von komplett gecoilten Aneurysmen erzeugen kann. Diese mündet schließlich in eine Elongation des Halses und fortwährende Vergrößerung des Gesamtaneurysmakomplexes. Ob eine zufriedenstellendere interventionelle Lösung im kombinierten Einsatz von Flow-Divertern (Prinzip der Flußumleitung um eine bessere Ausbildung einer Neointima zu ermöglichen) besteht, kann noch nicht im Langzeitverlauf bestätigt werden [13].

Rekanalisationen treten bei rupturierten Aneurysmen häufiger (17%) als bei nicht rupturierten (7%) auf [10]. Die Auswertung der hier vorgestellten Serie bestätigt dies mit 17% (18/101) Reperfusion der rupturierten Aneurysmen und 13% (5/39) der inzidentellen bzw. Zweit- Aneurysmen. Die Rekanalisationsrate inzidenteller Aneurysmen ist erwartungsgemäß niedriger.

Von den 23 revaskularisierten Aneurysmen wurden 57% (13/23) im Anschluss durch erneute EVT versorgt und 43% (10/23) aufgrund der Konstellation im weiteren Verlauf geclippt.

a Größenabhängigkeit der Revaskularisierung

Bei großen und Riesenaneurysmen ist es aufgrund der hämodynamischen Faktoren schwieriger eine langandauernde Okklusion zu erreichen [43, 60, 80]. In der Studie von Malish et al [43] sowie auch bei Cognard et al [10] ist die

Revaskularisierungsrate bei großen Aneurysmen höher (22%, 10-14mm) als bei kleinen (8%, 2-5mm) oder mittleren (9%, 5-9mm). Auch Byrne [6] bestätigt eine häufigere Revaskularisierung von großen Aneurysmen. Die Durchschnittsgröße rekanalisierter Aneurysmen der Günzburger Serie betrug 10 mm. Somit waren größere Aneurysmen ebenfalls häufiger betroffen.

Die in der Literatur wiedergegebene Revaskularisierungsrate der gecoilten Aneurysmen zeigt eine große Bandbreite; z.B. haben Vanninen eine Rekanalisierungsrate von 8%-, Cognard 14%-, Thornton 18%-, Raymond 20,7%-, Pandey 24,5%-, Murayama 26,1%-, Raymond 33,6%- und Gruber et al. von 35% angegeben [10, 14, 49, 51, 54, 61, 72, 78]. Die Günzburger Serie reiht sich hier mit einer Rekanalisierungsrate von 16% mittig ein.

Raymond [61] zeigte in seiner Studie, dass 46,9% aller Rekanalisationen bereits innerhalb der ersten 6 Monate erkennbar sind. Nach einem Follow-Up von 3 Jahren wurden sogar 97% erkannt. In vorliegender Studie wurden 26% innerhalb der ersten 8 Monate, 39% innerhalb des ersten Jahres und 78% innerhalb von drei Jahren erkannt. Die Günzburger Serie bestätigt somit ein deutliches Absinken des Rekanalisationsrisikos nach 36 Monaten Nachbeobachtungszeit [61]. Dennoch wurde ein Fall evident bei dem ein Zweit- Aneurysma von 10 mm Größe erst nach 65 Monaten rekanalisierte und im Verlauf rupturierte.

b Rekanalisationsfaktoren

Abgesehen von einer Zuordnung möglicher einzelner Faktoren im individuellen Fall gelang es nicht, anhand der Serie dominante Faktoren mit entsprechenden Wahrscheinlichkeiten zu finden. Mehrere Studien deuten zumindest darauf hin, dass eher eine Korrelation zwischen erreichter Verschlussrate und Kompaktierung besteht, als zwischen einem Aneurysmawachstum und Kompaktierung [9, 14, 60, 78, 80]. Dieses kann von der Günzburger Serie nicht abgeleitet werden, da 9% der Aneurysmen insgesamt 5Mal aufgrund von Aneurysmenwachstum reperfundierten. Soeda et al. [68] heben hervor, dass in der Gruppe angiographisch verschlossener Aneurysmen, durch eine dichtere Coilpackung eine bessere inneraneurysmatische Thrombosierung erreicht wird. Bei nicht komplett verschlossenen Aneurysmen ist die Thrombusbildung weitaus instabiler. Im Kontrast hierzu weisen Cognard et al. [10] anhand ihrer Langzeitstudie darauf hin, dass weder die Aneurysmagröße, noch das Fundus/Hals Verhältnis, noch die

Lokalisation einen signifikanten Einfluß auf die Rekanalisationsrate oder das Thrombosierungsmaß haben. Inkomplett verschlossene Aneurysmen sind eher dem „Wasserhammer-effekt“ ausgesetzt [13], der ursächlich für ein Aneurysmen-Wachstum sein kann. Zwischen Verschlussrate und Rekanalisation ließ sich anhand der Günzburger Serie kein eindeutiger Zusammenhang ableiten. Es scheint, dass Aneurysmen, mit einer ungünstigen Aneurysmakonfiguration (Re Eingriffe: 43% geclippt und 26% stent gestützt gecoilt) eine höhere Wahrscheinlichkeit zur Reperfusion haben. Retrospektiv wäre somit bei den Aneurysmen, bei denen ein zweiter Eingriff nötig war, ein primäres Clipping die geeignetere Behandlungsmethode gewesen.

Einschränkend sollte man bedenken, dass Rekanalisationsraten tendenziell eher zu niedrig bestimmt werden: Nicht alle Patienten bleiben im Nachbeobachtungsprozess (Ableben, Ablehnung, Umzug, Behandlung in anderer Klinik). So beschreiben Murayama et al. [49] z.B. eine Rekanalisationsrate von 20,9%, weisen jedoch darauf hin, dass nur 53,4% des Gesamtkollektivs nachuntersucht wurden (Raymond 76,5% [61]). Die hier vorgestellte Nachuntersuchungsserie ist diesbezüglich mit einer Erfassungsrate von 93% vergleichsweise komplett.

c Komplikationsrate bei Re-Coiling

Die Reperfusion vorher gecoilter Aneurysmen stellt ein Problem dar, auch wenn neuere endovaskuläre Techniken das Risiko immer weiter senken. Das Risiko der Reperfusion und das Komplikationsrisiko der erneuten Behandlung eines Aneurysmas sollte vor allem bei inzidentellen kleinen Aneurysmen gegeneinander abgewogen werden.

Im Falle einer Reperfusion kann das Re-Coiling als Methode der Wahl angesehen werden. Individuelle Faktoren wie die Architektur der Gefäße, das Alter des Patienten und die Aneurysmen- Lokalisation (hinteres/ vorderes Stromgebiet) müssen in die Entscheidung miteinbezogen werden.

Malish et al. [43] beobachteten bei mehr als einem Viertel ihrer Patienten (27%) eine Rekanalisation die ein erneutes Coiling nach sich zog. In der Günzburger Serie beträgt dieser Anteil 9%. Trotz überwiegend transienter Defizite lag die Komplikationsrate bei beachtlichen 22,2%, entsprechend den 20% von Kwon [37].

Dauerhafte Schädigungen entwickelten sich nur bei einem Patienten 0,8 % (1 /23; 4,3%). Ein weiterer wesentlicher Aspekt der sich aus den in den Verlaufsbeobachtungen teilweise sehr dynamischen Veränderungen von gecoilten Aneurysmen ableiten lässt ist die zwingend notwendige Weiterbeobachtung noch unversorgter inzidenteller Aneurysmen auch kleiner Größe.

4.8.2 Sekundärclipping

Die Aneurysmen, die schon einmal rekanalisiert sind, haben ein erhöhtes Risiko erneut zu rekanalisieren (wahrscheinlich aufgrund der nicht optimalen Aneurysmalokalisation oder des Aneurysmaaufbaus für das Coiling). Einige Autoren sprechen sich dafür aus, dass rekanalisierte Aneurysmen mit erneutem Coiling zu behandeln, weil das Risiko einer offen chirurgischen Versorgung vergleichsweise höher sei [80]. Bezüglich des Therapieregimes für revaskularisierte Aneurysmen herrscht Dissenz (Clipping vs. wiederholtes Coiling). Zhang et al. [91] betonen individuell unter Berücksichtigung, neurochirurgischer, anatomischer- und neuroradiologischer Aspekte zu entscheiden. Ein wichtiger Aspekt bezüglich eines notwendigen Nachclippings wird von Solomon [67] im Kommentar zu Zhangs [91] Veröffentlichung erwähnt, wenn er ausführt, dass *inadäquates Coiling ein chirurgisches Nachclipping erforderlich machen kann, welches ein deutliches höheres Risiko beinhaltet als der hypothetisch primäre Clipversuch* [67]. Eine solche Aussage kann nicht evidenzbasiert belegt werden. In der Günzburger Serie blieben alle Re- Clippings komplikationslos und resultierten in der definitiven Aneurysmaausschaltung. Abgesehen von evidenzbasierten Daten wird aber im Hinblick auf die Entscheidung für oder gegen ein Verfahren immer auch die jeweilige Expertise sowohl des Interventionalisten als auch des Operateurs eine Rolle spielen. Der Expertiselevel soll im Idealfall äquivalent sein, dies ist in der Praxis aber eher selten der Fall [46, 63].

Die Rate der sekundären Clipversorgungen betrug in der Günzburger Serie 7,1%. Bei einem weiteren Patienten sollte postinterventionell ein Clipping durchgeführt werden. Dieser verstarb jedoch in der Interimsperiode an einer Aneurysma- Re-Ruptur. Malish et al [43] führte bei 11% eine Clipversorgung nach Rekanalisation durch. Gurian et al. [18], berichten über eine postinterventionelle Nachclippingrate von 5,7% nach inkomplettem Verschluss. Es gibt nur eine limitierte Anzahl von Berichten über postinterventionelles Clipping, wie z.B. Molyneux et al. und

Vaninnen et al. [35, 47, 78]. Dem Entscheidungsprozess sollte durch eine dementsprechende Patientenaufklärung Rechnung getragen werden.

In der Günzburger Nachclippingserie war der Verschluss des Halses mittels Clipping meist problemlos durchführbar. Nur bei einem Aneurysma wurde die Resektion des kompletten Aneurysasackes nebst Coilinhalt notwendig, da es sonst nicht möglich gewesen wäre, einen Clipverschluss zu erzeugen. Auch van Loock spricht von einem Fall, in dem die Coils neurologische Defizite, durch Spasmen, verursachten. Nach operativer Entfernung entwickelte sich eine komplette Remission der Symptomatik [77]. Einige Autoren äußerten sich über das potentielle Risiko einer Gefäßverletzung während der Entfernung von Coils [18, 24]. Auch Solomon [67] betont, das Coilmaterial nur zu entfernen, wenn es für das Clipping unabdingbar ist oder wenn die Größe des Aneurysmas verkleinert werden soll. Das Risiko einer solchen Maßnahme scheint jedoch hoch zu sein, so dass in der Regel die Coils in situ belassen werden.

4.8.3 Re- Blutung

Die erneute Blutung ist die gravierendste Folge einer Rekanalisation. Daher ist eine kontinuierliche Nachsorge von Patienten mit versorgten Aneurysmen zur Prävention von Blutungen besonders wichtig.

Einige Studien legen nahe, dass das Risiko eine erneute SAB zu erleiden, ab dem dritten Jahr nach SAB bzw. Coiling sinkt [6, 61]. Auch in der ISAT Studie von Molyneux 2009 [48] heisst es: „*all rebleeding events from the coiled aneurysms have so far occurred within 5years of the initial event...*“. Die erhobenen Daten dieser Serie können dies zwar bestätigen, es besteht jedoch auch noch nach vier bis fünf Jahren ein Risiko einer erneuten Blutung. In vorliegender Studie traten zwei von sechs Re-Blutungen nach 5 Jahren auf. Beide Ereignisse hätten jedoch mit einer adäquaten Prävention vermieden werden können.

Bisherige Studien beschreiben ein Re-Blutungsrisiko von 0,2%-3,7 % [9, 13, 14, 47, 49, 54, 60, 68, 78, 80]. In der hier untersuchten Serie liegt das Risiko mit 5% deutlich höher. Malish et al. [43] verweisen auf eine Größenabhängigkeit des Rupturrisikos (kleine- 0%, große- 4% und Riesenaneurysmen 33%).

Viele Studien legen mittlerweile nahe, dass die Größe des Aneurysmas [43] und ein inkompletter Verschluss [10, 60] Gründe für eine Revaskularisierung sind. Raymond et al. [60] betonen in Ihrer Studie, dass es ein komplettes Coiling oder

ein „remnant neck“ ausreichend ist, um 98% der Re-Blutungen vorzubeugen. Andererseits ist ein „residual filling“ mit einer hohen Re-Blutungsrate assoziiert [60].

In der Günstzburger Serie traten nur 50% der Re-Blutungen bei inkomplett verschlossenen Aneurysmen auf. Ein Coiling, das mit einem inkompletten Verschluss beendet wird, birgt ein höheres Risiko für einen im Zeitverlauf zunehmenden Einstrom. Dadurch bestehen Grundvoraussetzungen für eine kontinuierliche Veränderung des Halsbereiches und der Konfiguration des Aneurysmas. Ein erneutes „Wachstum“ ist möglich. Aufgrund dieser, bei inkompletten Verschlüssen hochwahrscheinlichen Dynamik, ist somit eine regelmäßige Kontrolle in zumindest initial kürzeren Intervallen unumgänglich. Im Falle einer erneuten Ruptur ist es meist nicht möglich, den genauen Pathomechanismus festzustellen (z.B. festlegen der exakten Rupturstelle; diese könnte nunmehr auch im Halsbereich liegen). Die Ursache einer Re- Ruptur auf ein inkomplettes Coiling zu reduzieren wird der Komplexität dieser Vorgänge nicht gerecht. Um besser die Rupturrisikobelasteten inkompletten Coilverschlüsse zu identifizieren, erscheint es lohnend, zukünftig diesen im weitesten Sinn hämodynamischen Aspekt genauer zu verfolgen. Das Verhältnis vom Hals zum Dom des Aneurysmas, sowie die Größe und die Lokalisation des Aneurysmas (35% im Bereich der Arteria basilaris) scheinen für das Langzeitergebnis ein sehr wichtiger Einflussfaktor zu sein.

Aufgrund des kumulativen Langzeitriskos im Zusammenhang mit wiederholten Nachuntersuchungen und Nachbehandlungen wird mittlerweile bei Patienten unter 40 Jahren mit inzidentellen Aneurysmen in Abhängigkeit von weiteren Faktoren auch bei potentieller Coilbarkeit teilweise wieder die offene chirurgische Versorgung bevorzugt [45].

Nur durch prospektiv angelegte Register werden tatsächlich evidenzbasierte Daten resultieren, die eine objektive Entscheidung bezüglich der im Einzelfall geeigneten Behandlungsmethode bzw. Technik (Remodelling, Stenting, Ausguß mit Embolisat) [87] und der Langzeithaltbarkeit ermöglichen [8].

4.9 Schlussfolgerung

Die Revaskularisierungsrate der gecoilten Aneurysmen dieser Serie beträgt 16%. Von den 23 revaskularisierten Aneurysmen wurden 43% (10/23) aufgrund der Konstellation im weiteren Verlauf geclippt und 57% (13/23) im Anschluss durch erneute EVT versorgt. Von den letztgenannten 57% lag nach dem Primärcoiling in 8/13 Fällen ein remnant neck vor, in 4/13 Fällen konnte ein complete Coiling erreicht werden und in einem Fall wurde ein residual aneurysm nachgewiesen. Aneurysmen mit einem remnant neck hatten in 40% eine Revaskularisierung zur Folge, die ein Clipping nötig machte. Desweiteren wurde eine Revaskularisierung bei einem complete Coiling in 10% festgestellt und bei einem residual filling in 50%. Sowohl bei gecoilten Aneurysmen, als auch bei nicht vollständig coilbaren Befunden, zeigte sich ein Einfluss der Lokalisation auf die Revaskularisierungsrate. Im hinteren Stromgebiet revaskularisierten vor allem basilaris Aneurysmen (mit Re- Coiling) und im vorderen Stromgebiet vor allem AcoA Aneurysmen (mit Re- Clipping). Die durchschnittliche Größe der revaskularisierten Aneurysmen betrug 10mm.

Die auch in der Literatur wiedergegebenen Komplikationsraten liegen in einem Bereich von 4 bis 13% für das Coiling. An spezifischen Komplikationen mit ernsthaften Folgen, d.h. nicht nur transienten Defiziten, sind Perforation, Thrombosen und Re- Eingriffe zu nennen. Entsprechend sollte explizit auf diese Risiken und Wahrscheinlichkeiten von 4-13% im Aufklärungsgespräch hingewiesen werden. Das Behandlungsergebnis dieser Serie deckt sich im Hinblick auf Komplikationen mit der Literatur, ist für die Perforation aber eher hoch, für die thrombembolischen Komplikationen eher niedriger, für die Coildislokation und Rekanalisationsrate schlechter als in der Literatur.

Zusammenfassend ist trotz einer Mortalität des Gesamtkollektivs von 22% das Outcome gecoilter Patienten im Literaturvergleich als gut zu bewerten (bei 55%).

Um den Erfolg und die spezifischen Risiken der sich rasant weiter entwickelnden interventionellen Möglichkeiten (remodelling, stenting, Ausguß mit Embolisat) besser beurteilen zu können, scheint es unabdingbar, behandelte Patienten prospektiv lokal und parallel in multizentrischen Registern zu führen. Die in vorliegender Untersuchung evaluierten Daten kennzeichnen Diagnose- und Behandlungs- Merkmale die für solch ein Register relevant wären. Eine periodische Analyse der Langzeitverläufe führt zu aussagekräftigeren Resultaten

und besserer Bewertung der eingesetzten Behandlungsmethoden. Eine multizentrische Registererfassung bietet zudem die Möglichkeit eigene Resultate am Schnitt des Behandlungskollektivs zu messen. Die zu erhebenden Daten würden zudem eine objektive und standortrelativierte Entscheidungshilfe bezüglich der im Einzelfall am besten geeigneten Behandlungsmethode bieten.

5 Zusammenfassung

Mit Hilfe des Coilings konnte in der hier untersuchten Serie bei 95,5% der inzidentellen Befunde (keine Zweit- Aneurysmen) und in 47% der rupturierten Aneurysmen ein gutes Behandlungsergebnis erzielt werden. Dennoch war eine Morbiditätsrate von 7,1% und eine Gesamtmortalität von 22% des Gesamtkollektivs zu verzeichnen. Diese Raten entsprechen denen anderer veröffentlichter Serien. Davon verteilten sich 20% auf das vordere und 15% auf das hintere Stromgebiet. Die Mortalität sinkt nach einem Monat drastisch; in diesem Zeitraum verstarben 63% der 27 verstorbenen Patienten. Jede Intervention birgt Risiken und trotz überwiegend transientser Defizite lag die Komplikationsrate bei 22,2%. Die rein prozedurbedingte Mortalität von 2,4% reiht sich in die Literaturergebnisse ein. Vor allem die intrainventionelle Aneurysmaruptur, die in 7,1% des Gesamtkollektivs auftrat, ist eine gravierende Komplikation mit hoher Morbidität und Mortalität. Die Durchschnittsgröße der perforierten Aneurysmen betrug 4,6 mm. Daher sollte die Indikation zum Coiling von kleinen Aneurysmen nur nach einer besonders eingehenden Risikoabwägung gestellt werden (<4mm). Eine weitere gravierende Komplikation ist die thrombembolische Streuung in Hirngefäße, welche in 2,9% der Fälle des Gesamtkollektivs auftrat. Die Durchschnittsgröße der thromboembolisch streuenden Aneurysmen lag bei 7mm. In 25% führte die Thrombembolie zum Tod. In 50% traten transiente Defizite auf. In einem Drittel der Fälle wurde der angestrebte interventionelle Verschluss nicht erreicht (12% Coilingabbruch und 18% Restaneurysma). Bei 9% des Gesamtkollektivs wurde deswegen zeitnah nach dem Primärcoiling eine erneute Aneurysmaversorgung notwendig. Diese Rate deckt sich mit den anderen veröffentlichten Serien und ist somit in einem Prozentbereich, der eine Erwähnung bei Patientenaufklärungsgesprächen zur Intervention erforderlich macht („Bei einem Zehntel der Patienten ist der angestrebte Coilingverschluss nicht möglich“). Erzielte Coilingergebnisse sind im Langzeitverlauf nicht immer von Bestand und bedürfen der Kontrolle. 74% der festgestellten Reperfusionen traten nach Ablauf von mehr als sechs Monaten auf. Nach 36 Monaten sinkt dieses Risiko deutlich ab. Die Datenlage legt nahe bei gecoilten Aneurysmen eine Nachbeobachtungszeit von mindestens 3 Jahren einzuhalten. Eine Nachbeobachtungszeit von 6 Monaten, wie teilweise vertreten, erscheint deswegen zu niedrig. Die untersuchte Serie bestätigte einmal mehr,

dass bestimmte Lokalisationen zu einer Rekanalisation prädisponieren (Arteria basilaris und Arteria carotis interna Aneurysmen im Bereich der Bifurkation). 30% aller gecoilten Aneurysmen des hinteren Stromgebietes revaskularisierten; allerdings betrafen 95% davon die Arteria basilaris. Die Rate der aufgrund einer Reperfusion notwendigen sekundären Clipversorgung beträgt 7,1%. Dies betraf überwiegend Aneurysmen im Bereich der Arteria communicans anterior. Die gravierendste Komplikation der Rekanalisation ist die erneute Blutung. Eine solche fand sich in 5%; eine Rate, die höher ist als in der Literatur beschrieben. Die exakten Ursachen für eine Re-Blutung sind im Einzelfall schwer zu eruieren. Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass eine solche ausschließlich auf ein inkomplettes Coiling zurückzuführen ist. Die Güte des Aneurysmaverschlusses ist dennoch ein wichtiges Kriterium für die Festlegung der weiteren Kontrollintervallabstände. Bei inkomplett gecoilten Aneurysmen werden initial 3 Monate-, ansonsten 6 Monate empfohlen. Es wäre sicher lohnend in Folgestudien auch den Aspekt adäquater Kontrollintervalle zu bearbeiten.

Bei 41% der Patienten, deren Coiling abgebrochen wurde, erfolgte die weitere Versorgung durch ein Clipping im Verlauf. Infolge der kontinuierlichen Verbesserung der Endovaskulären Therapie zur Aneurysmaversorgung wird die Entscheidung für die am besten geeignete Behandlungsmethode zunehmend komplexer und von einer steigenden Zahl von zu beachtenden Faktoren abhängig. Aufgrund der fortwährend notwendigen Kontrollen nach Coiling und u.U. mehrfachen Weiterbehandlungen ist auch das Lebensalter des Patienten ein sehr wichtiger Faktor in der Risikoabwägung; dies insbesondere bei Patienten unter 40 und über 65 Jahren.

In Anbetracht der rasant weiter voranschreitenden interventionellen Möglichkeiten scheint es unabdingbar, behandelte Patienten prospektiv in multizentrischen Registern zu führen. Dies ermöglicht eine periodische Analyse von Langzeitverläufen und Komplikationen und damit aussagekräftigere Vergleiche. Die hierdurch erhebbaren Daten böten dann eine objektive und standortrelativierte Entscheidungshilfe bezüglich der im Einzelfall am besten geeigneten Behandlungsmethode.

6 Literaturverzeichnis

1. Biller J, Toffol GJ, Kassell NF, Adams HP, Beck DW, Boarini DJ: Spontaneous Subarachnoid Hemorrhage in Young Adults. **J Neurosurg** 21: 664-667, 1988 in Greenberg MS: Handbook of Neurosurg
2. Bonafé A, Picot MC, Jean B, Bourbotte G, Seris C, Margarot M, Khoury K, Coubes P, Segnarbieux F. [Acutely ruptured intracranial aneurysms treated with GDC coils. Results from a single center over a period of 5 years]. **Neurochirurgie** 51:155-164, 2005
3. Bradac GB, Bergui M, Stura G, Fontanella M, Daniele D, Gozzoli L, Berardino M, Ducati A. Periprocedural morbidity and mortality by endovascular treatment of cerebral aneurysms with GDC: a retrospective 12-year experience of a single center. **Neurosurg Rev** 30:117-125; discussion 125-126, 2007
4. Brilstra EH, Rinkel GJ, van der Graf Y: Treatment of Intracranial Aneurysms by Embolisation with Coils: A Systemic Review. **Stroke** 30: 470-476, 1999
5. Broderick JP, Brott TG, Tomsick T, Miller R, Huster G: Intracerebral Hemorrhage More Than Twice as Common as Subarachnoid Hemorrhage. **J Neurosurg** 78: 188-191, 1993
6. Broderick JP, Brott TG, Duldner JE, Tomsick T, Leach A: Initial and Recurrent Bleeding are the Major Causes of Death Following Subarachnoid Hemorrhage. **Stroke** 25: 1342-1347, 1994
7. Byrne JV, Sohn MJ, Molyneux AJ: Five Year Experience in Using Coil Embolisation for Ruptured Intracranial Aneurysms: Outcomes and Incidence of Late Rebleeding. **J Neurosurg** 90: 656-663, 1999
8. Cekirge HS, Saatci I, Geyik S, Yavuz K, Oztürk H, Pamuk G, Intrasaccular combination of metallic coils and onyx liquid embolic agent for the endovascular treatment of cerebral aneurysms. **J Neurosurg** 105:706-712, 2006
9. Cognard C, Weill A, Castaings L, Rey A, Moret J; Intracranial berry aneurysms: angiographic and clinical results after endovascular treatment. **Radiology** 206: 499-510, 1998

10. Cognard C, Weill A, Spelle L, Piotin M, Castaings L, Rey A, Moret J. Long-term angiographic follow-up of 169 intracranial berry aneurysms occluded with detachable coils. **Radiology** 212: 348–356, 1999
11. Fisher CM, Kistler JP, Davis JM: Relation of Cerebral Vasospasm to Subarachnoid Hemorrhage Visualized by CT Scanning. **Neurosurg** 6: 1-9, 1980
12. Forsting M, : Intracranial vascular Malformations and Aneurysms, **Springer Verlag** 2004
13. Gallas S, Pasco A, Cottier J-P, Gabrillargues J, Drouineau J, Cognard C, Herbretreau D: A multicenter Study of 705 ruptured intracranial aneurysms treated with Guglielmi Detachable Coils. **Am J Neuroradiol** 26: 1723-1731, 2005
14. Gruber A, Killer M, Bavinski G, Richling B. Clinical and angiographic results of endosaccular coiling treatment of giant and very large intracranial aneurysms: a 7 year, single center experience. **Neurosurg** 45: 793-803, 1999
15. Guglielmi G, Vinuela F: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. **J Neurosurg** 75: 1-14, 1991
16. Guglielmi G, Vinuela F, Duckwiler G, Dion J, Lylyk P, Berenstein A, Strother C, Graves V, Halbach V, Nichols D, Hopkins N, Ferguson R, Spekta I. Endovascular treatment of posterior circulation aneurysms by electrothrombosis using electrically detachable coils. **J Neurosurg** 77: 515-524, 1992
17. Guglielmi G, Vinuela F. Intracranial Aneurysms: Gugliami electrothrombotic coils. **Neurosurg Clin N Am** 5: 427-435, 1994
18. Gurian J.H., Martin N.A., King W.A. Et al: Neurosurgical management of cerebral aneurysms following unsuccessful or incomplete endovascular embolisation, **J Neurosurg** 83: 843-853, 1995
19. Hasan D, Vermeulen M, Wijdicks EFM, Hijdra A, van Gijn J. Management Problems in Acute Hydrocephalus after Subarachnoid Hemorrhage. **Stroke** 20: 747-753, 1989

20. Henkes H, Fischer S, Weber W, Miloslavski E, Felber S, Brew S, Kuehne D. Endovascular coil occlusion of 1811 intracranial aneurysms: early angiographic and clinical results. **Neurosurg** 54: 268-280, 2004
21. Higashida RT, Halbach VV, Barnwell SL: Treatment of intracranial aneurysms with preservation of the parent vessel: results of percutaneous balloon embolization in 84 patients. **Am J Neuroradiol** 11: 633-640, 1990
22. Hijdra A, Vermeulen M, van Gijn J, van Crevel H: Rerupture of intracranial aneurysms: a clinicoanatomic study. **J Neurosurg** 67: 29-33, 1987
23. Hop JW, Rinkel GJ, ALgra A, Van Gijn J: Case-Fatality Rates and Functional Outcome After Subarachnoid Hemorrhage. **Stroke** 28: 660-664, 1997
24. Horowitz M, Purdy P, Kopinik T, Dutton K, Samson D: Aneurysm retreatment after Guglielmi detachable coil and nondetachable coil embolization: report of nine cases and review of the literature. **Neurosurg** 44: 712-720, 1999
25. Hunt W E, Hess R M: Surgical Risk as related to Time of Intervention in the Repair of Intracranial Aneurysms. **J Neurosurg** 28: 14-20, 1968
26. Iwamoto H, Kiyohara Y, Fujishima M, Kato I, Nakayama K, Sueishi K, Tsuneyoshi M. Prevalence of intracranial saccular aneurysms in a Japanese community based on a consecutive autopsy series during a 30-year observation period. The Hisayama study. **Stroke** 30: 1390-1395, 1999
27. Jane JA, Kassell NF, Torner JC, Winn HR: The natural history of aneurysms and arteriovenous malformations. **J Neurosurg** 62: 321-323, 1985
28. Johnston SC, Higashida RT, Barrow DL, Caplan LR, Dion JE, Hademenos G, Hopkins LN, Molyneux A, Rosenwasser RH, Vinuela F, Wilson CB: Recommendations for the endovascular treatment of intracranial aneurysms: a statement of healthcare professionals from the Committee on the Cerebrovascular Imaging of the American Heart Association Council on Cardiovascular Radiology. **Stroke** 33: 2536-2544, 2002
29. Juvela S, Porras M, Heiskanen O. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: a long term follow-up study. **J Neurosurg** 79:174-182, 1993

30. Juvela S, Poussa K, Porras M. Factors affecting formation and growth of intracranial aneurysms: a long-term follow-up study. **Stroke** 32:485-491, 2001
31. Kanaan Y, Kaneshiro D, Fraser K, Wang D, Lanzino G: Evolution of endovascular therapy for aneurysm treatment. **Neurosurg Focus** 18: 2005
32. Kasell NF, Sasaki T, Colohan AR, Nazar G: Cerebral Vasospasm Following Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. **Stroke** 16: 562-572, 1985
33. Kassel NF, Torner JC, Jane JA, Haley EC Jr, Adams HP, The International Cooperative Study on the Timing of Aneurysm Surgery. **J Neurosurg** 73: 16-47, 1990
34. Kim SJ, Choi IS; Midterm outcome of partially thrombosed intracranial aneurysms treated with Guglielmi detachable coils. **Intervent Neuroradiol** 6: 13-18, 2000
35. König RW, Kretschmer T, Antoniadis G, Seitz K, Braun V, Richter HP, Perez de Laborda M, Scheller C, Börm W. Neurosurgical management of previously coiled recurrent intracranial aneurysms. **Zentralbl Neurochir** 68: 8-13, 2007
36. Kolluri VRS, Sengupta RP. Symptomatic Hydrocephalus Following Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. **Surg Neurol** 21: 402-404, 1984
37. Kwon BJ etc. Intracranial aneurysm perforation during endosacclar coiling: impact on clinical outcome, initial occlusion and recanalization rates, **Neurosurgery** 63: 676-682, 2008
38. Lehecka M, Dashti R, Hernesniemi J, Niemelä M, Koivisto T, Ronkainen A, Rinne J, Jääskeläinen J. Microneurosurgical management of aneurysms at the A2 segment of anterior cerebral artery (proximal pericallosal artery) and its frontobasal branches. **Surg Neurol** 70: 232-246; discussion 246, 2008
39. Le Roux PD, Winn HR: Intracranial Aneurysms and Subarachnoid Hemorrhage Management of the Poor grade Patient. **Acta Neurochirur** 72: 7-26, 1999
40. Li MH, Gao BL, Fang C, Gu BX, Cheng YS, Wang W, Scotti G: Angiographic Follow-Up of Cerebral Aneurysms Treated with Guglielmi Detachable Coils: An Analysis of 162 Cases with 173 Aneurysms; **Am J Neuroradiol** 27: 1107-1112, 2006

41. Lozier AP, Connolly ES Jr, Lavine SD, Solomon RA: Guglielmi detachable coil embolization of posterior circulation aneurysms: A systematic review of the literature. **Stroke** 33: 2509-2518, 2002
42. Lussveld E, Brilstra EH, Nijssen PC, van Rooij WJ, Sluzewski M, Tulleken CA, Wijnalda D, Schellens RL, van der Graaf Y, Rinkel GJ. Endovascular coiling versus neurosurgical clipping in patients with a ruptured basilar tip aneurysm. **J Neurol Neurosurg Psychiatry** 73: 591-593, 2002
43. Malish T.W., Guglielmi G., Vinuela F. et al: Intracranial aneurysms treated with the GDC: midterm clinical results in a consecutive series of 100 patients. **J Neurosurg** 87: 176-183, 1997
44. Meyer FB, Morita A, Puumala MR, Nichols DA: Medical and surgical management of intracranial aneurysms. **Mayo Clin Proc** 70: 153-172, 1995
45. Mitchell P, Kerr R, Mendelow AD, Molyneux A. Could late rebleeding overturn the superiority of cranial aneurysm coil embolization over clip ligation seen in the International Subarachnoid Aneurysm Trial. **J Neurosurg** 108: 437-42, 2008
46. Mocco J, Hopkins LN. International Subarachnoid Aneurysm Trial analysis. **J Neurosurg** 108: 436, 2008; Comment on: **J Neurosurg** 108: 437-442, 2008
47. Molyneux A, Kerr R, Stratton I, Sandercock P, Clarke M, Shrimpton J, Holman R; International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) Collaborative Group: International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. **Lancet** 26:1267-1274, 2002
48. Molyneux AJ, Kerr RS, Birks J, Ramzi N, Yarnold J, Sneade M, Rischmiller J. ISAT Collaborators: Risk of recurrent subarachnoid haemorrhage, death, or dependence and standardised mortality ratios after clipping or coiling of an intracranial aneurysm in the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT): long term follow-up. **Lancet Neurol** 8 :427-433, 2009
49. Murayama Y., Nien YL., Duckwiler G., Gobin YP., Jahan R., Frazee J., Martin N., Vinuela F.; Guglielmi detachable coil embolization of cerebral aneurysms: 11 years' experience. **J Neurosurg** 98: 959-966, 2003
50. Nehls DG, Flom RA, Carter LP: Multiple Intracranial Aneurysms: Determining the Site of Rupture. **J Neurosurg** 63: 342-348, 1985

51. Nguyen TN, Hoh BL, Amin-Hanjani S, Pryor JC, Ogilvy CS: Comparison of ruptured vs unruptured aneurysms in recanalization after coil embolization. **Surg Neurol** 68: 19-23, 2007
52. Okawara SH: Warning Signs Prior to Rupture of an Intracranial Aneurysm. **J Neurosurg** 38: 575-580, 1973
53. Ostergaard JR, Hog E: Incidence of Multiple Intracranial Aneurysms. **J Neurosurg** 63: 49-55, 1985
54. Pandey AY, Koebbe C, Rosenwasser RH, Veznedaroglu E: Endovascular coil embolization of ruptured and unruptured posterior circulation aneurysms: review of a 10-year experience; **Neurosurg** 60: 626-637, 2007
55. Phillips B: A series of Experiments Performed for the Purpose of Shewing that Arteries may be Obliterated Without Ligature, Compression, or the Knife. London: **Longman**, 1832
56. Pierot L, Boulin A, Castaings L, Rey A, Moret J: Selective occlusion of basilar artery aneurysms using controlled detachable coils: report of 35 cases. **Neurosurg** 38: 948-954, 1996
57. Qureshi AI, Luft AR, Sharma M, Guterman LR, Hopkins LN; Prevention and treatment of thrombotic and ischemic complications associated with endovascular procedures: Part I--Pathophysiological and pharmacological features. **Neurosurg** 46:1344-1359, 2000
58. Qureshi AI, Suri MF, Yahia AM, Suarez JJ, Guterman LR, Hopkins LN, Tamargo RJ: Risk Factors for Subarachnoid Hemorrhage. **Neurosurg** 49: 612-613. 2001
59. Raps EC, Galetta SC; Salomon RA: The Clinical Spectrum of Unruptured Intracranial Aneurysms. **Arch Neurol** 50: 265-268, 1993
60. Raymond J., Roy D., Boyanowski M., et al: Endovascular treatment of acutely ruptured and unruptured aneurysms of the basilar bifurcation. **J Neurosurg** 86: 211-219, 1997
61. Raymond J, Guilbert F, Weill A, Georganos SA, Juravsky L, Lambert A, Lamoureux J, Chagnon M, Roy D: Long-term angiographic recurrences after selective endovascular treatment of aneurysms with detachable coils. **Stroke** 34:1398-1403, 2003.
62. Rinkel GJE, Djibuti M, Algra A, van Gijn J: Prevalence and risk of rupture of intracranial aneurysms: a systemic review. **Stroke** 29: 251-256, 1998

63. Roberto C Heros, M.D. International Subarachnoid Aneurysm Trial analysis. *J Neurosurg* 108: 433-35; Comment on: **J Neurosurg** 108: 437-442, 2008
64. Romodanov AP, Shcheglov VI: Intravascular occlusion of saccular aneurysms of the cerebral arteries by means of a detachable balloon catheter. **Adv Tech Stand Neurosurg** 9: 25-48, 1982
65. Roy D, Raymond J, Bouthillier A, Bojanowski MW, Moumdjian R, L'Esperance G. Endovascular treatment of ophthalmic segment aneurysms with Guglielmi detachable coils. **Am J Neuroradiol** 18: 1207–1215, 1997
66. Roy D, Milot G, Raymond J: Endovascular treatment of unruptured aneurysms. **Stroke** 32:1998-2004, 2001.
67. Salomon RA: Comment: Aneurysm surgery after incomplete endovascular therapy. **Neurosurg** 52: 293, 2003
68. Soeda A, Sakai N, Sakai H, et al. Endovascular treatment of asymptomatic cerebral aneurysms: anatomic and technical factors related to ischemic events and coil stabilization. **Neurol Med Chir (Tokyo)** 44: 456–466, 2004
69. Taha MM, Nakahara I, Higashida T, Iwamuro Y, Iwaasa M, Watanabe Y, Tsunetoshi K, Munemitsu T: Endovascular embolization vs surgical clipping in treatment of cerebral aneurysms: morbidity and mortality with short-term outcome. **Surg Neurol** 66: 277-284, 2006
70. Tan LTH, Kwok CKJ, Lam HS: Early experience with surgically inaccessible wide-necked intracranial aneurysm embolised with Guglielmi electrically detachable coils and electrothrombosis. **Singapore Med J** 37: 549-552, 1996
71. The International Study Group of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators: Unruptured Intracranial Aneurysms – Risk of Rupture and Risk of Surgical Intervention. **N Engl J Med** 339: 1725-1733, 1998
72. Thornton J, Dovey Z, Alazzaz A, Misra A, Aletich VA, Debrun GN, Ausmann JI, Charbel FT: Surgery following endovascular coiling of intracranial aneurysms. **Surg Neurol** 54: 352-360, 2000
73. Thornton J, Debrun GM, Aletich VA, Bashir Q, Charbel FT, Ausman J. Follow-up angiography of intracranial aneurysms treated with endovascular placement of Guglielmi detachable coils. **Neurosurg** 50: 239–249, 2002
74. Vallée J-N, Aymard A, Vicaut E, Reis M, Merland J-J. Endovascular treatment of basilar tip aneurysms with Guglielmi detachable coils:

- predictors of immediate and long term results with multivariate analysis- 6 year experience. **Radiology** 226: 867-879, 2003
75. van Gijn J, van Dongen KJ. The time course of aneurysmal haemorrhage on computed tomograms. **Neuroradiology** 23 : 153-156, 1982
76. van Gijn J, Rinkel GJ: Subarachnoid Hemorrhage: Diagnosis, Causes and Management. **Brain** 124: 249-278, 2001
77. Van Loock K, Menovsky T, Voormolen MH, Plazier M, Parizel P, De Ridder D, Maas AI, Hernesniemi JA.; Microsurgical removal of Onyx HD- 500 from an aneurysm for relief of brainstem compression. Case report. **J Neurosurg** 113: 770-773, 2010
78. Vanninen R, Koivisto T., Saari T., Hemesniemi J., Vapalathi M.; Ruptured intracranial aneurysms: acute endovascular treatment with electrolytically detachable coils: a prospective randomized study. **Radiology** 211: 325-336, 1999
79. Veznedaroglu E, Benitez RP, Rosenwasser RH: Surgically treated aneurysms previously coiled: lessons learned. **Neurosurg** 54: 300-303, 2004
80. Vinuela F., Duckwiler G., Mawad M.: Guglielmi detachable Coil embolisation of acute intracranial aneurys: perioperative anatomical and clinical outcome in 403 patients. **J Neurosurg** 86: 475-482, 1997
81. Wardlaw J, White P: The detection and management of unruptured intracranial aneurysms. **Brain** 123: 205-221, 2000
82. White PM, Wardlaw: Unruptured intracranial aneurysms: prospective data have arrived. **Lancet** 362: 90, 2003
83. Wiebers DO, Neuroepidemiology of Unruptured intracranial aneurysms: implications for decision making regarding patient management. **Neurosurg Clin N Am** 16: 309-312, 2005
84. Winn Hr, Richardson AE, Jane JA. The long-term prognosis in untreated cerebral aneurysms: The incidence of late hemorrhage in cerebral aneurysm: a 10 year evaluation of 364 patients. **Ann Neurol** 1: 358-370, 1977
85. Winn HR, Jane JR, Taylor J, Kaiser D: Prevalence of Asymptomatic incidental Aneurysms: Review of 4568 Arteriogramms. **J Neurosurg** 96: 43-49, 2002

-
86. Wirth FP: Surgical Treatment of Incidental Intracranial Aneurysms. **Clin Neurosurg** 33: 125-135, 1986
 87. Wolfe SQ, Farhat H, Mofakhar R., Elhammady MS, Azis-Sultan MA. Intraaneurysmal balloon assistance for navigation across a wide-necked aneurysm; **J Neurosurg** 112:1222-1226, 2010
 88. Yarsagil MG: Significance of microsurgery in brain surgery. **Dtsch Med Wochenschr** 94:1496-1497, 1969
 89. Yasargil MG: A legacy of microneurosurgery: memoirs, lessons, and axioms. **Neurosurg** 45: 1025-1092, 1999
 90. Yasui N, Suzuki A, Nishimura H, Suzuki K, Abe T: Long term follow-up study of unruptured intracranial aneurysms. **Neurosurg** 40: 1155-1159; discussion:1155-1160, 1997
 91. Zhang YJ, Barrow DL, Cawley CM, Dion JE: Neurosurgical management of intracranial aneurysms previously treated with endovascular therapy. **Neurosurg**: 283-293, 2003

Anhang

Tabelle

Tabelle 1: Klassifikation nach Hunt & Hess [25].....	2
Tabelle 2: cCT Graduierung nach Fisher [11].....	3
Tabelle 3: Glasgow Outcome Scale	4
Tabelle 4: Roy Score [66].....	10
Tabelle 5: Aneurysmaverteilung	15
Tabelle 6: Lokalisation Studienvergleich	33
Tabelle 7: Aneurysmagröße Studienvergleich.....	34
Tabelle 8: Angiographisches Outcome Studienvergleich	37

Abbildungen

Abbildung 1: weibliche und männliche Anzahl von Aneurysma Patienten der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005, abhängig vom Alter	12
Abbildung 2: Kollektiv der gecoilten und geclippten Patienten der Jahre 1999-2005 an der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm.	13
Abbildung 3: Art der Aneurysmenverteilung des Gesamtpatientenkollektivs von 1999-2005 an der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm	14
Abbildung 4: Größenverteilung der Aneurysmen des Kollektivs von nicht gebluteten Aneurysmen an der Klinik für Neurochirurgie, Universität Ulm, von 1999 bis 2005	16
Abbildung 5: Größenverteilung der Aneurysmen des Kollektivs von gebluteten Aneurysmen an der Klinik für Neurochirurgie, Universität Ulm, 999 bis 2005.....	16
Abbildung 6: Verteilung der Aneurysmapatienten des Gesamtkollektivs der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005 nach Hunt & Hess	17
Abbildung 7: Verteilung der Aneurysmapatientin des Gesamtkollektivs der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005nach Fisher	17
Abbildung 8: allgemeines Outcome des Gesamtkollektivs der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005	18
Abbildung 9: Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005	19
Abbildung 10: Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0 und Arteria cerebri media Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	19
Abbildung 11: Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0 und Arteria communicans anterior Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	19
Abbildung 12: Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0 und Arteria basilaris Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	20
Abbildung 13: Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0 und Arteria carotis interna Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	20
Abbildung 14: Outcome des Kollektivs mit Hunt & Hess 0 und Arteria communicans posterior Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	20
Abbildung 15: allgemeines Outcome des Kollektivs mit SAB nach HH (n=100), Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	21
Abbildung 16: allgemeines Outcome des Kollektivs mit SAB nach Fisher (n=78), Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	22
Abbildung 17: Outcome des SAB Kollektivs und Arteria cerebri media Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005	22
Abbildung 18: Outcome des SAB Kollektivs und Arteria communicans anterior Aneurysmen , Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	23
Abbildung 19: Outcome des SAB Kollektivs und Arteria basilaris Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	23

Abbildung 20: Outcome des SAB Kollektivs und Arteria carotis interna Aneurysmen, Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005	24
Abbildung 21: Allgemeiner Therapieerfolg des Gesamtkollektivs der Patienten mit Aneurysma an der Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	24
Abbildung 22: Therapieerfolg des Kollektivs mit Subarachnoidalblutung Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	25
Abbildung 23: Therapieerfolg des Kollektivs mit inzidentellem Aneurysma Klinik für Neurochirurgie, Uni Ulm, 1999-2005.....	25

<u>Prozedurbedingte Komplikationen n = 20</u>		
10 Coiling verschlüsse	6 Protrusionen	6 Fälle Dislokation in benachbarte Gefäße-> Verschluss des betroffenen Gefäßes
	3 Thrombosen	1.Fall: A basilaris HHIV-> nicht versorgt -> ReSAB-> Coiling-> Intraoperativ Basilaristhrombose-> Tod 2.Fall: HHIV/3 A basilaris-> Intrainterventionell Thrombose A cerebri posterior-> Minderperfusion des P1 Segments (kompensiert durch A communicans posterior) -> GOS5 3.Fall: AcoA HHII-> Thrombose-> massive Anteriorinfarktsymptomatik GOS2
	1 Mikroembolie	1.Fall mikroembolische Streuung im distalen ACM Versorgungsgebiet (SAB ACM)-> GOS4
10 Aneurysmaperforation	1.Fall: Tod prozedurbedingt postinterventionell 2.Fall: Tod durch perforationsbedingter Blutung 3.Fall: Tod wegen Klinik HHIV+4 (wahrscheinlich keine Komplikationsfolge) <u>3 Fälle</u> -> Perforation-> Abbruch -> Clipping 4.Fall: AcoA -> Ischämien im Arteria cerebri anterior Gebiet 5.Fall: 2mm, breitbasiges Acoa mit hypoplastischer A. cerebri anterior-> GOS2 6.Fall: ACI -> 7 Monate nach Clipping Tod an SAB unklarer Genese (unerkanntes Zweitaneurysma vs. Ruptur des versorgten Aneurysmas). <u>4 Fälle</u> -> neurologische Defizite. 7.-9.Fall: präinterventionell unbeeinträchtigter klinischer Zustand 10.Fall: GOS3 (Infarzierungen durch blutungsbedingten Vasospasmus)	

<u>Prozdeurunabhängige n =15</u>	
1 Nachblutung	Punktionsbedingte Nachblutung infolge der Schleusenanlage an Oberschenkelinnenseite-> bleibende Pelzigkeit
11 Vasospasmus	<p><u>3 Fälle</u> -> Clipping -> keine klinischen Defizite</p> <p>1.Fall: pericallosa Aneurysma Vasospasmus-> Abbruch-> 2Monate Re Coiling mit Abbruch-> Clipping</p> <p>2.Fall: 10mm ACM Vasospasmus -> Abbruch -> unversorgt auf Wunsch-> nach 5Jahren SAB an ACM-> Clipping</p> <p>3.Fall: AcoA-> Abbruch -> Clipping mit Zweitaneurysmen</p> <p><u>3 Fälle</u> mit Symptomatik wegen Vasospasmus</p> <p>4.Fall: ACM -> Vasospasmus -> kompletten Mediainfarkt</p> <p>5.Fall: 9mm PICA -> größtenprogredient/Teilthrombosierung-> Zweitingriff -> Vasospasmus-> <i>remn neck</i> ->GOS2</p> <p>6.Fall: HHIV Fisher 4-> Vasospasmus -> Abbruch-> Tod als Folge der SAB</p> <p><u>5 Fälle</u> keine Symptomatik wegen Vasospasmus</p> <p>7. Fall: A basilaris Aneurysma-> Vasospasmus-> Abbruch-> eine Woche später Re Coiling->GOS 5</p> <p>8. Fall: Aco posterior Aneurysma-> Vasospasmus -> kein Abbruch notwendig</p> <p>9. Fall: ACM Aneurysma-> Vasospasmus-> inkomplett Coiling-> Re Coiling nach 1 Woche-> erfolgreich</p> <p>10.-11.Fall: Vasospasmus-> kein Abbruch mit gutem Ergebnis und gute Klinik</p>
3 andere Abbrüche	<p>1.Fall: HHV+4 AcoA -> intraoperative Asystolie-> unversorgter Abbruch-> nach 4Tagen Clipping-> GOS2</p> <p>2.Fall: 2 mm AcoA -> Abbruch wegen Größe-> Folgetag Clipping-> zeigt sich andere Blutungsquelle (A recurrens Aneurysma)-> Tod durch massive Infarkte durch HHI Fisher4</p> <p>3.Fall: HHIII ACI Aneurysma-> keine Sondierung möglich-> Clipping-> Tod als Blutungsfolge</p>

<u>Todesursachen n = 27</u>	
<p>Tod im Krankenhaus n = 17</p>	<p><u>HHI (n=1)(0-4 Wochen)</u> 1.Fall: AcoA Aneurysma -> Abbruch wegen Größe (2mm)-> Clipping mit Zweitaneurysma -> große Anterior und Mediainfarkte -> Tod an Folgen</p> <p><u>HHII (n=1)</u> 2.Fall: 6mm A basilaris Aneurysmas -> intrainerventionellen Perforation-> Tod (Coilingursache)</p> <p><u>HHIII(n=6)</u> 3.Fall: fünf Tage nach EVT des 3mm zweiknospigen A pericallosa Aneurysmas-> Tod an Folgen der SAB 4. Fall: 13mm großes Aco post Aneurysma -> Tod direkt postoperativ als SAB Folge (Fisher 3) 5.+6. Fall: (7mm AcoA und 5mm ACM Aneurysma) -> Tod als Folge der SAB (Fisher4) 7. Fall: 15mm A basilaris Aneurysma-> Tod an multiplen Infarzierungen direkt postoperativ 8. Fall: -> Abbruch (keine Sondierung möglich)-> Clipping-> Tod postoperativ</p> <p><u>HHIV(n=8)</u> 9.-13. Fälle: (10mm ACI, 4mm ACI, AcoA, ACM, ACI) -> Tod als Folge der SAB (Fisher 4) 14. Fall: teilthrombosiertsn 5mm AcoA Aneurysma-> incomplete Coiling-> Re Clipping geplant-> ReSAB-> Tod an Folgen 15. Fall: (A. basilaris) verzögerte HH IV Einlieferung -> keine direkte Versorgung-> ReSAB-> noch instabiler-> Coiling-> Intrainerventionell Basilaristhrombose-> Tod 16. Fall: AcoA-> Abbruch-> Clipping der SAB und Zweitaneurysmas-> Postoperativ keine Erholung -> Tod</p> <p><u>HHV(n=1)</u> 17. Fall: HHV/Fisher4-> 4mm AcoA-> postoperativ erhöhte Hirndrucksymptomatik-> Tod 4Tage postinterventionell</p>

intermediär (>1Monat) (n=2)	<p>1.Fall: HHIII -> Perforation-> Abbruch-> Clipping SAB + drei weitere Zweitaneurysmen-> 1 weiteres Aneurysma später Coiling (ACI teilthrombosiert)-> 1 Monat später Re-SAB (unklar aus welchem Aneurysma) -> Tod</p> <p>2.Fall: HHIV/ Fisher 4-> 6mm großes Acoa komplikationslos-> Postoperativ Tod als Folge der SAB</p>
spät (>4 Monate) (n=8)	<p>1.Fall: HHII-> Tod nach 68 Monaten den Folgen der SAB</p> <p>2.Fall: HHIV /Fisher 4-> 8mm AcoA Aneurysma mit incomplete Coiling -> Nach schlechtem postoperativen Verlauf -> Tod vier Monate später an den Blutungsfolgen</p> <p>3.+4.Fall: HHIV komplikationslosem Eingriff-> 22 bzw. 12 Monate postoperativ Tod durch Pneumonie</p> <p>5.Fall: HHII-> 5 Jahre postoperativ Herzinfarkt und Tod an seinen Folgen</p> <p>6.Fall: HHIV/ Fisher3-> 14mm A basilaris Aneurysma -> <i>remnant neck</i>-> reperfundierte nach 20Monaten -> <i>remnant neck</i>-> erholte sich nicht mehr von diesem Eingriff -> Tod 17Monate nach 2. Coiling an Lungenembolie</p> <p>7.Fall: 25mm Aneurysma Clipping-> nach 1Monat incomplete Coiling eins Zweitaneurysmas (ACM)-> nach 58 Monaten gutes Outcome -> neues Aco post + unversorgtes A pericallosa + inkomplett versorgte ACM Aneurysma -> 1Monat nach NU Tod durch Re-SAB</p> <p>8.Fall: ACI Aneurysma -> Perforation-> Abbruch -> nach drei Wochen ReCoiling-> <i>remnant neck</i>-> erholte sich langsam-> nach 6 Monaten protrahiertem Verlauf-> ReSAB-> Tod</p>

<u>Sekundäreingriffe</u>	
<u>1. Recoiling</u>	
Recoiling innerhalb von 3 Monaten n=12	<p>1.Fall: dreiknospiges 7mm A basilaris Aneurysma in 2 Sitzungen versorgt</p> <p>2.+3. Fall: wegen Größenverhältnissen primär unzureichend gecoilt</p> <p>4.Fall: Abbruch wegen Dissektion bzw. Perforation (inkompletter Verschluß)-> erneute SAB und verstarb 6 Monate nach dem initialen Ictus</p> <p>5.Fall: ACM Aneurysma -> SAB -> retroperitoneales Hämatom-> Notfallsituation-> keine ausreichende Versorgung-> 2.Coiling komplett Coiling</p> <p>6.Fall: 5mm AcoA Aneurysmas-> Coiling inkomplett wegen schwieriger anatomischer Verhältnisse-> Recoiling-> inkomplettes Coiling-> im Verlauf kompletter Verschluss durch Thrombosierung</p> <p>7.Fall: 6mm ACM Aneurysma -> incomplete Coiling-> Recoiling ein paar Tage später -> komplett Coiling</p> <p>8.Fall: 12mm A basilaris -> Intraoperativ Aneurysmendissektion-> Abbruch-> ReCoiling remnant neck</p> <p>9.Fall: ACI -> Perforation-> Abbruch-> ReCoiling bis remnant neck-> nach 6Monaten Re SAB-> Tod</p> <p>10.Fall: Vasospasmus -> Abbruch-> Re Coiling-> teilthrombosiertes A pericallosa Aneurysmas wiederholt wegen Vasospasmus abgebrochen -> bis heute unversorgt</p> <p>11. -12.Fall: Vasospasmus -> Abbruch-> Re Coiling-> komplett (ACM 13mm, A. basilaris 10mm)</p>

Kompaktierung n=13	<p>1.Fall: 4mm Basilariskopf Aneurysma-> remnant neck-> reperfundiert nach 1Jahr -> Coiling (remnant neck) -> nochmaliger Reperfusion nach zwei Jahren-> stent gestütztes Coiling</p> <p>2.Fall: 7mm ACI Aneurysma-> remnant neck-> Kontrollen-> Reperfusion-> 9 Monate ReCoiling (komplett Coiling)</p> <p>3.Fall: 8mm ACI Aneurysma -> komplett gecoilt-> nach 2Jahren reperfundiert-> stengestütztem Coiling (remnant neck)-> nach 2Jahren wieder reperfundiert</p> <p>4.Fall: 10mm A basilaris Aneurysma zweimal gecoilt (1x Abbruch)-> kompletten Verschluss-> reperfundiert nach vier Jahren-> wird beobachtet und bei weiterer Progredienz versorgt</p> <p>5.Fall: 12mm A basilaris Aneurysma-> remnant neck-> nach 2Jahren reperfundiert-> stent gestützte Coiling (remnant neck) -> 2Jahre später reperfundiert-> zum 3.Mal versorgt</p> <p>6.Fall: 12mm A basilaris Aneurysma -> remnant neck-> nach 5Jahren reperfundiert -> Stent und Coil -> reperfundiert wieder-> nur Stent Einlage-> Coiling (remnant neck) -> reperfundiert 1Jahr später erneut-> zunehmenden Größe des Aneurysmas (homonyme Hemianopsie)-> Coiling komplett verschlossen</p> <p>7.Fall: 14mm A basilaris Kopf Aneurysma -> remnant neck -> reperfundiert nach 2Jahren -> Coiling (remnant neck) -> erholt sich nicht vom Eingriff -> Tod nach 1Jahr an Lungenembolie</p> <p>8.Fall: A basilariskopf Aneurysma -> komplett gecoilt-> nach 4Jahren reperfundiert-> außerhalb stentgestützt gecoilt -> Fünfeinhalb Jahre nach Primärcoiling bzw. zwei Jahre nach Sekundärcoiling reperfundiert erneut-> 3.Coiling komplikationslos-> nach 1Jahr reperfundiert -> complete Coiling-> nach 1Jahr reperfundiert -> ReCoiling -> GOS4 HHII</p> <p>9.Fall: A basilaris Aneurysma -> nach 1Jahr reperfundiert-> Stent gestützt komplett gecoilt-> reperfundiert nach wenigen Monaten-> Coiling komplett versorgt</p> <p>10.Fall 19mm ACI Aneurysma (stent +Coiling)-> nach 6Monaten reperfundiert -> Coiling (remnant neck)-> 2Jahre nach Primäreingriff leichte Reperfusion-> Beobachtung</p> <p>11.Fall 15mm PICA Aneurysma ->remnant neck-> nach 3Jahren reperfundiert -> Coiling (remnant neck)</p> <p>12.Fall: 17mm ACI Aneurysma -> remnant neck -> nach 1Jahr Größenprogredienz (21mm)-> Coiling (remnant neck)</p>
-----------------------	---

	<p>-> nach 1Jahr reperfundiert-> Stent gestützt (remnant neck)-> nach 1Jahr zum 4.Mal Coiling (remnant neck) -> nach 1/2Jahr reperfundiert -> 5.Coiling</p> <p>13.Fall: inzidentelles 9mm A basilaris Aneurysma-> auswärts komplett gecoilt-> nach 4Jahren ReSAB -> ReCoiling (komplett gecoilt) (s. Kapitel Re SAB inzidentell)</p>	
Re SAB n=6	2 inzidentelle	<p>1.Fall Zweitaneurysma-> Abbruch (will keine Versorgung)-> nach 5Jahren 10mm großes-> SAB (Heiserkeit bei einer linken Rekurrensparese/geringe Einschränkung der Belastbarkeit/kein neurologisches Defizit GOS5. (10mm ACM re)</p> <p>2. Fall inzidentelles 9 mm große A basilaris (auswärts komplett Coiling)-> nach 4 Jahren SAB HHIV+4-> Recoiling komplett gecoilt -> schlechter klinischen Zustand verlegt. Seither konnte der Patient nicht mehr lokalisiert werden. (10mm A basilaris)</p>
	SAB	<p>1.Fall komplikationslos komplett Coiling -> Im Follow Up GOS5 -> nach 61 Monaten ReSAB-> verstarb (unklar, ob SAB aus Zweitaneurysma) (10mm AcoA)</p> <p>2.Fall AcoA perforiert-> Clipping-> gleichen Eingriff zwei weitere Zweitaneurysmen versorgt-> 1 viertes Zweitaneurysma bei weiterem Eingriff gecoilt-> ReSAB verstarbt (AcoA)</p> <p>3.Fall teilthrombosierten 5 mm AcoA Coilingversuch nicht komplett-> Wartezeit zum Clipping (Re Eingriff)-> verstarb an ReSAB (5mm AcoA)</p> <p>4.Fall ACI Perforation-> Abbruch-> nach drei Wochen-> Re Coiling (remnant neck) -> 6 Monate postoperativ ReSAB-> verstarb. (ACI)</p>

<u>2. Reclipping</u>	
a)Kompaktierung n=10	<p>Clipping nach complete Coiling(1): 1. Fall: 4 mm großes AcoA komplett-> revaskularisiert (7Monate) -> Clipping</p> <p>Clipping nach remnant neck (4): 2.-5. Aneurysmen mit remnant neck-> innerhalb von zwei Jahren -> Clipping</p> <p>Clipping nach residual filling (5): 6.-7. Fall: residual filling; anfangs kontrolliert-> Progredient (6mm AcoA und 11mm ACM) -> Clipping 8.Fall: Zweitaneurysma-> Abbruch-> will keine Versorgung-> SAB nach fünf Jahren (10 mm)-> Clipping (Heiserkeit linksseitigen Rekurrensparese, (residual aneurysm->SAB) 9.+10.Fall: außerhalb gecoilt -> Reperfusion nach einem Jahr-> Clipping</p>
b)Clipping nach incomplete Coiling n=6	<p>2 Fälle: Komplikationen-> Abbruch-> Clipping -> schlechtes Outcome mit GOS 2und 3. 3.Fall: AcoA -> Abbruch (geringe Größe)-> Clipping (aber A. recurrens heubneri als Blutungsquelle) 4.Fall: A pericallosa Aneurysma teilthrombosiert-> Abbruch -> Clipping 5.+6.Fall: unmögliche Sondierung-> Abbruch-> Clipping (beide Tod an Folgen der SAB)</p>

Danksagung

Die Fertigstellung dieser Arbeit war nur durch die Mitwirkung und Unterstützung zahlreicher Personen möglich, bei denen ich mich recht herzlich bedanken möchte.

Mein Dank gilt vor allem Herrn Prof. Kretschmer, ohne dessen unermüdliche und rasche Unterstützung die Durchführung dieser Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Auch danke ich Herrn PD Dr. König für seine Unterstützung. Auch Frau Trey danke ich für die immer wieder aufmunternden und freundlichen Worte, sowie für die tatkräftige Unterstützung.

Darüberhinaus möchte ich mich herzlich bei meiner Familie, besonders bei meinem Bruder, bedanken, die das alles ermöglicht haben und mich in jeder Situation unterstützt haben. Sowie dem Cousin meines Mannes für seine Unterstützung beim Layout.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name, Vorname: Pérez de Laborda-El Yousfi, María

Familienstand: verheiratet

Berufliche Tätigkeit

Seit 03/2008

Assistenzärztin

Universitäre Bildung

2007

Examen der Humanmedizin an der Universität Ulm

Schulbildung

1998

Abitur Städt. St. Anna Gymnasium München