

Aus der Neurochirurgischen Klinik  
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf  
Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Hans-Jakob Steiger

Gesundheitsbezogene Lebensqualität von Patienten nach operativer  
Therapie einer cerebralen arteriovenösen Malformation

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität  
Düsseldorf

Vorgelegt von  
Benjamin Johannes Rohn  
(2016)

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung der  
Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.: Univ.-Prof. Dr. med. Joachim Windolf

Dekan

Erstgutachter: Prof. Dr. med. Hans-Jakob Steiger

Zweitgutachter: Prof. Dr. med. Alfons Schnitzler

**Diese Arbeit ist meinen Eltern gewidmet.**

Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht.

Titel:

Rohn, B., Haenggi, D., Etminan, N., Kunz, M., Turowski B., Steiger, H-J., (2014), Journal of Neurological Surgery- Part A, e-pub ahead of print

Epilepsy, Headache and Quality of life after Resection of Cerebral Arteriovenous Malformations

DOI <http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1358611>.

ISSN 2193-6315

## Zusammenfassung

Die operative Therapie rupturierter cerebraler arteriovenöser Malformationen stellt eine etablierte Behandlungsoption dar. Aufgrund des kumulativen Blutungsrisikos werden unter gewissen Voraussetzungen auch unrupturierte arteriovenöse Malformationen einer operativen Therapie zugeführt. Bei Erkrankungen, die einen potentiell benignen Spontanverlauf nehmen oder deren Symptome alternativ konservativ behandelt werden können, sollte die Lebensqualität des Patienten sowie der Verlauf krankheitsassoziierter Komorbiditäten ein wichtiges Entscheidungskriterium für die Wahl der Behandlung darstellen. Die vorliegende epidemiologische Studie im Querschnittsdesign gibt einen Überblick über die gesundheitsbezogene Lebensqualität nach operativer Therapie einer cerebralen arteriovenösen Malformation. Des Weiteren wird der Einfluss epidemiologischer und krankheitsspezifischer Faktoren auf die postoperative Lebensqualität ermittelt. 110 Patienten, die im Zeitraum von 1994 bis 2009 an der Heinrich Heine Universität Düsseldorf oder an der Ludwig Maximilian Universität München aufgrund einer arteriovenösen Malformation mikrochirurgisch operiert worden waren, wurden in die Studie eingeschlossen. 53 der 110 Patienten wurden im Mittel 7 ( $\pm 5$ ) Jahre nach Operation einmalig telefonisch nachbeobachtet. In dieser Gruppe wurde die postoperative gesundheitsbezogene Lebensqualität (SF-36 Fragebogen), die Eigenständigkeit im Alltag (Barthel-Index) und der klinische Verlauf häufiger Symptome (eigens entwickelter Fragebogen) untersucht. Bei 58,2% der Patienten führte eine intracerebrale Blutung zur initialen stationären Aufnahme. 35,5% litten präoperativ an einer Epilepsie. 24,5% der Patienten gaben chronischen Kopfschmerz als führendes Symptom an. Der Spetzler Martin Grad beschreibt ansteigend das perioperative Risiko bei Patienten mit arteriovenösen Malformationen. 26,0% der Patienten konnten zu Grad I, 38% zu Grad II, 25% zu Grad III und 11% zu Grad IV gezählt werden. Eine präoperative Embolisation erfolgte in 43,6% der Fälle. Der Barthel-Index, als Maß der Eigenständigkeit im Alltag, wurde zum Zeitpunkt des Follow-up Interviews bestimmt. 94,2% der Patienten erreichten die maximale Punktzahl (100 Punkte). In Anlehnung an die Engel Klassifikation gaben 64,7% der Patientin eine Verbesserung der Epilepsiebeschwerden, 16,7% keine Veränderung und 17,6% eine Verschlechterung an.

Die Lebensqualität der Patienten wurde mit der deutschen Allgemeinbevölkerung und innerhalb des Follow-up Kollektivs anhand soziodemographischer und krankheitsspezifischer Merkmale verglichen. Die Ergebnisse der psychischen und physischen Summenskala unterschieden sich nicht signifikant von denen der deutschen Normalbevölkerung. Es zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede nur im Bereich einzelner Subskalen (körperliche Schmerzen und emotionale Rollenfunktion). Des Weiteren erreichten im untersuchten Kollektiv bei der körperlichen Summenskala Männer ein besseres Ergebnis als Frauen. Bei der psychischen Summenskala zeigte sich ein Trend für eine niedrigere Punktzahl bei Patienten mit kleinen Malformationen und präoperativer Epilepsie.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Lebensqualität von Patienten nach operativer Therapie einer arteriovenösen Malformation nicht durch krankheitsspezifische Merkmale signifikant beeinflusst wird und sich nicht signifikant von der Lebensqualität der Allgemeinbevölkerung unterscheidet.

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AGES</b>	Allgemeine Gesundheitswahrnehmung
<b>AVM(s)</b>	Arteriovenöse Malformation(en)
<b>bzw.</b>	beziehungsweise
<b>CT</b>	Computertomographie
<b>DSA</b>	digitale Subtraktionsangiographie
<b>EMRO</b>	emotionale Rollenfunktion
<b>FND</b>	fokal neurologisches Defizit
<b>GCS</b>	<i>Glasgow Coma Skala</i>
<b>HHT</b>	Hereditäre hämorrhagische Teleangiektasie
<b>IQOLA</b>	International Quality of Life Assessment
<b>KÖFU</b>	körperliche Funktionsfähigkeit
<b>KÖRO</b>	körperliche Rollenfunktion
<b>M</b>	männlich
<b>MHS</b>	<i>Mental Health Scale</i> – Psychische Summenskala
<b>MOS</b>	Medical outcome Study
<b>MRT</b>	Magnetresonanztomographie
<b>MRA</b>	Magnetresonanzangiographie
<b>PHS</b>	<i>Physical Health Scale</i> – Physische Summenskala
<b>PICH</b>	primäre intracerebrale Blutung
<b>PSYCH</b>	psychisches Wohlbefinden
<b>SAH</b>	subarachoidal Hämorrhagie
<b>SCHM</b>	körperlicher Schmerz
<b>SF-36</b>	<i>Short Form 36-Fragebogen</i>
<b>SOFU</b>	Soziale Funktionsfähigkeit
<b>SPSS</b>	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
<b>VITA</b>	Vitalität
<b>W</b>	weiblich
<b>WHOQOL-BREF</b>	<i>World health organization Quality of life Best Available Techniques Reference</i>
<b>WHOQOL 100</b>	<i>World health organization Quality of life Best Available Techniques Reference 100</i>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Häufigkeitsverteilung in Prozent der einzelnen Spetzler Martin Grade (1-4) der Patienten mit cerebralen arteriovenösen Malformationen
Abbildung 2	Graphische Darstellung der Verteilung der erreichten Punktzahlen ( <i>Score</i> ) des Gesamt <i>Follow-up</i> Kollektivs bei der körperlichen Summenskala in absoluten Zahlen
Abbildung 3	Graphische Darstellung der Verteilung der erreichten Punktzahlen ( <i>Score</i> ) des Gesamt <i>Follow-up</i> Kollektivs bei der psychischen Summenskala in absoluten Zahlen

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	SF-36 Fragebogen Subskalen- und Summenskalenbeschreibung
Tabelle 2	Barthel-Index
Tabelle 3	Die basalen epidemiologischen und klinischen Daten der Gesamtkohorte sowie des <i>Follow-up</i> Kollektivs der Patienten mit cerebralen arteriovenösen Malformationen; Darstellung signifikanter Unterschiede beider Kollektive
Tabelle 4	Subskala: körperliche Funktionsfähigkeit, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive
Tabelle 5	Subskala: körperliche Rollenfunktion, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive,
Tabelle 6	Subskala: körperliche Schmerzen, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive,
Tabelle 7	Subskala: allgemeine Gesundheitswahrnehmung, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive
Tabelle 8	Subskala: Vitalität, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive
Tabelle 9	Subskala: soziale Funktionsfähigkeit, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive,
Tabelle 10	Subskala: emotionale Rollenfunktion, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive
Tabelle 11	Subskala: psychisches Wohlbefinden, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive
Tabelle 12	Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Geschlecht
Tabelle 13	Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Geschlecht
Tabelle 14	Ergebnisse der einzelnen Subskalen der körperlichen und psychischen Summenskala für Männer und Frauen der <i>Follow-up</i> Kohorte
Tabelle 15	Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Alter ( $\geq 40$ Jahre/ $< 40$ Jahre)
Tabelle 16	Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Alter ( $\geq 40$ Jahre/ $< 40$ Jahre)

## IV

Tabelle 17	Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Blutung
Tabelle 18	Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Blutung
Tabelle 19	Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Spetzler Martin Grad
Tabelle 20	Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Spetzler Martin Grad
Tabelle 21	Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit von der Nidusgröße
Tabelle 22	Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit von der Nidusgröße
Tabelle 23	Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Epilepsie
Tabelle 24	Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Epilepsie
Tabelle 25	Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit von der <i>Glasgow Coma Scale</i> bei stationärer Aufnahme
Tabelle 26	Mittelwerte psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit von der <i>Glasgow Coma Scale</i> bei stationärer Aufnahme
Tabelle 27	Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Vorliegen eines Aphasie
Tabelle 28	Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit vom Vorliegen einer Aphasie
Tabelle 29	Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit von der Operationsdringlichkeit
Tabelle 30	Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit von der Operationsdringlichkeit

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	I
Abkürzungsverzeichnis .....	II
Abbildungsverzeichnis .....	III
Tabellenverzeichnis .....	III
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Theoretischer Hintergrund .....</b>	<b>2</b>
2.1 Definition und Geschichte der cerebralen arteriovenösen Malformation .....	2
2.2 Epidemiologie .....	2
2.3 Ätiologie und Pathophysiologie cerebraler arteriovenöser Malformation .....	3
2.4 Klinische Manifestationsformen der cerebralen arteriovenösen Malformationen ..	7
Blutungen .....	7
Epilepsie .....	8
Fokal neurologische Defizite .....	9
Kopfschmerzen .....	10
Kognitive Dysfunktionen .....	10
Weitere Symptome .....	11
2.5 Diagnostik .....	11
Computertomographie (CT) .....	12
Magnetresonanztomographie (MRT) .....	12
Subtraktionsangiographie .....	13
2.6 Therapieoptionen bei Patienten mit cerebralen AVMs .....	13
Endovaskuläre Embolisation .....	13
Stereotaktische Bestrahlung .....	15
Operative Therapie .....	16
2.7 Prognose einer cerebralen AVM .....	17
2.8 Lebensqualität .....	17
<b>3 Zielsetzung und Fragestellung .....</b>	<b>20</b>
<b>4 Material und Methoden .....</b>	<b>21</b>
4.1 Patientenkollektiv .....	22
4.2 Der Short Form (SF) – 36 Fragebogen .....	22
4.3 Barthel-Index .....	25
4.4 Eigene Fragen .....	26
4.5 Statistik .....	26
<b>5 Ergebnisse .....</b>	<b>27</b>
5.1 Soziodemographische Merkmale des Gesamtkollektivs .....	27
5.2 Krankheitsspezifische Merkmale der Studienpopulation .....	27
5.3 Krankheitsspezifische Merkmale der Studienpopulation bei Befragung ( <i>Follow-up</i> Kollektiv) .....	30
Epilepsie .....	30
Fokal neurologische Defizite .....	30
Kopfschmerzen .....	31
Barthel-Index bei Befragung .....	31
Veränderung der beruflichen Situation .....	31
5.4 Vergleich der epidemiologischen und krankheitsbezogenen Daten des <i>Follow-up</i> Kollektivs mit denen des Gesamtkollektivs .....	31
5.5 Postoperative gesundheitsbezogenen Lebensqualität des <i>Follow-up</i> Kollektivs anhand der SF- 36 Subskalen; Vergleich des <i>Follow-up</i> Kollektivs mit der deutschen Normpopulation .....	33
Körperliche Funktionsfähigkeit .....	33
Körperliche Rollenfunktion .....	34
Körperliche Schmerzen .....	35

## VI

Allgemeine Gesundheitswahrnehmung .....	36
Vitalität .....	37
Soziale Funktionsfähigkeit .....	38
Emotionale Rollenfunktion .....	39
Psychisches Wohlbefinden .....	40
<b>5.6 Ergebnisse der postoperativen gesundheitsbezogenen Lebensqualität des Follow-up Kollektivs .....</b>	<b>41</b>
Körperliche Summenskala .....	41
Psychische Summenskala .....	42
<b>5.7 Einfluss epidemiologischer und krankheitsspezifischer Merkmale auf die postoperative Lebensqualität.....</b>	<b>43</b>
Einfluss des Geschlechts auf die körperliche und psychische Summenskala.....	43
Einfluss des Faktors „Alter“ auf die körperliche und psychische Summenskala.....	45
Einfluss einer präoperativen intracerebralen Blutung auf die körperliche und psychische Summenskala .....	46
Einfluss des Spetzler-Martin-Grades auf die körperliche und psychische Summenskala .....	47
Einfluss der Nidusgröße auf die körperliche und psychische Summenskala .....	48
Einfluss einer präoperativen Epilepsie auf die körperliche und psychische Summenskala....	49
Einfluss der präoperativ erhobenen Punktzahl der <i>Glasgow Coma Scale</i> auf die körperliche und psychische Summenskala .....	50
Einfluss einer präoperativen Aphasie auf die körperliche und psychische Summenskala .....	51
Einfluss der Operationsdringlichkeit auf die körperliche und psychische Summenskala .....	52
<b>6 Diskussion und Schlussfolgerung .....</b>	<b>53</b>
<b>7 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>59</b>
<b>8 Anhang.....</b>	<b>66</b>
<b>9 Danksagung.....</b>	<b>72</b>
<b>10 Eidesstattliche Versicherung.....</b>	<b>73</b>

## 1 Einleitung

Arteriovenöse Malformationen (AVMs) sind Kurzschlussverbindungen zwischen Arterien und Venen ohne dazwischen geschaltetes Kapillarnetz.

Die Inzidenz arteriovenöser Malformationen stieg insbesondere aufgrund besserer Verfügbarkeit und Qualität bildgebender Verfahren, wie der Computertomographie und Magnetresonanztomographie, in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich an. Der Verdacht liegt also nahe, dass AVMs deutlich häufiger als bisher angenommen die Ursache für intracerebrale Blutungen, Epilepsie und Kopfschmerzen darstellen. Nicht jede cerebrale arteriovenöse Malformation nimmt aber zwangsläufig einen komplizierten Verlauf (beispielsweise intracerebrale Blutung), so dass die Indikation zur Sanierung einer unrupturierten cerebralen arteriovenösen Malformationen nach wie vor ein intensiv diskutiertes Thema bleibt. Trotz oder vielleicht gerade wegen des technischen Fortschrittes und der verschiedenen neurochirurgischen Therapiemöglichkeiten cerebraler AVMs, bleibt die noch längst nicht eindeutig beantwortete Grundsatzfrage bestehen, ob, wann und mittels welcher Methode eine cerebrale AVM behandelt werden sollte (Al-Shahi and Warlow, 2005). Aus der heutigen Datenlage kann nach wie vor keine eindeutige Empfehlung zur operativen Therapie einer Epilepsie induzierenden cerebralen AVM gegeben werden.

Die gesundheitsbezogene Lebensqualität nimmt in der Medizin einen immer größer werdenden Stellenwert bei der Indikationsstellung von Therapien ein. Bei den heutzutage sehr vielfältigen Therapiemodalitäten ist der individuelle Wunsch des Patienten ein wichtiges Entscheidungskriterium für oder gegen eine Therapieoption. Eine valide Aussage über die Lebensqualität nach erfolgter Therapie einer Erkrankung kann sowohl dem Arzt als auch dem Patienten eine gute Entscheidungshilfe sein. Die Frage der postoperativen Lebensqualität stellt sich insbesondere bei Erkrankungen, welche auch ohne Therapie einen benignen Spontanverlauf zeigen können.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Patienten, die an einer cerebralen arteriovenösen Malformation operiert worden sind. Es wurden Patienten mit rupturierten und nicht rupturierten AVMs mit Hilfe des SF-36 Fragebogens zur Einschätzung der subjektiven gesundheitsbezogenen Lebensqualität nachbeobachtet.

## 2 Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Definition und Geschichte der cerebralen arteriovenösen Malformation

Cerebrale arteriovenöse Malformationen (AVMs) sind angeborene Gefäßfehlbildungen bei denen ein Kurzschluss (*Shunt*) zwischen arteriellen und venösen Gefäßen ohne dazwischengeschaltetes Kapillarbett besteht. Die arteriellen und venösen Gefäße bilden ein Konglomerat unterschiedlich großer abnormer Gefäße, welche zusammen ein dichtes Gefäßknäuel, den sogenannten *Nidus* (lat. = Nest) bilden.

Arteriovenöse Malformationen wurden das erste Mal Ende des 19. Jahrhunderts von Steinheil beschrieben. Seitdem erhielten cerebrale Gefäßmalformationen als häufige Ursache für Epilepsie und intracerebrale Blutungen stetig mehr Beachtung. Aufgrund mangelnder technischer Voraussetzungen waren die therapeutischen Optionen bei cerebralen arteriovenösen Malformationen zunächst limitiert (Al-Shahi and Warlow, 2005). Fallstudien von Walter Dandy belegten Anfang des 20. Jahrhunderts mehrfach die erfolgreiche Teilresektion cerebraler AVMs. Erst technische Weiterentwicklungen, wie die Katheter Angiographie und spezifische Operationstechniken, ermöglichten die vollständige Entfernung der cerebralen Gefäßmalformationen. Mit der endovaskulären Embolisation kam 1960 eine alternative Behandlungsmethode der cerebralen AVMs hinzu. Bis zum heutigen Zeitpunkt hat sich diese Behandlung zu einer etablierten Therapieoption weiterentwickelt. Im Jahre 1972 wurde die erste arteriovenöse Malformation stereotaktisch behandelt. Diese Methode setzte sich zu der dritten angesehenen Behandlungsmöglichkeit durch.

### 2.2 Epidemiologie

Typischerweise werden v.a. junge Erwachsene, zwischen dem zwanzigsten und vierzigsten Lebensjahr, erstmalig mit AVMs klinisch auffällig. Männer und Frauen sind etwa gleich häufig betroffen. Die epidemiologischen Berichte der letzten Jahrzehnte zur Prävalenz cerebraler AVMs schwanken enorm. Präzise Zahlen existieren nicht. Die Prävalenzschätzungen reichen von 15 bis weit über 600 Patienten pro 100.000 Einwohner. Im Allgemeinen wird von einer Prävalenzrate von

18 auf 100.000 Personen ausgegangen (Al-Shahi et al., 2002, Al-Shahi and Warlow, 2001).

Die eingeschränkte Aussagekraft der Prävalenzbestimmungen beruht nicht auf der mangelnden Verfügbarkeit von Daten; vielmehr gründen die meisten Daten auf zentrumsbasierten Erhebungen aus Autopsiestudien und repräsentieren damit ein selektioniertes Patientenkollektiv (Al-Shahi and Warlow, 2001, Berman et al., 2000). Zusätzlich erschweren die geringen Patienten-Fallzahlen sowie die Vielzahl asymptomatischer Patienten das genaue Ermitteln der Prävalenz cerebraler arteriovenöser Malformationen (Berman et al., 2000).

Aufgrund fehlender prospektiver Studien existiert keine zufriedenstellende Datenlage zur jährlichen Neuerkrankung (Inzidenz) cerebraler AVMs. Bisher beschäftigten sich nur drei retrospektive Studien mit der Inzidenz symptomatischer AVMs. Die erste bezog sich auf eine auf den niederländischen Antillen lebende Bevölkerung und ergab über einen Zeitraum von 10 Jahren eine Inzidenz von 1,1 auf 100.000 Personenjahre (Jessurun et al., 1993). Diese Studie wies erhebliche Reliabilitätsmängel auf (Al-Shahi and Warlow, 2001). Die zweite retrospektive bevölkerungsbasierte Studie (Olmsted County, Minnesota) erstreckte sich über 27 Jahre (1965-1992) und zeigte ebenfalls eine Inzidenz von 1,1 pro 100.000 Personenjahre (Brown et al., 1996b). In dieser Studie zeigte sich eine über die Jahre kontinuierlich ansteigende Inzidenzrate. Dieses Phänomen ist wahrscheinlich auf die Zunahme der flächendeckenden Verfügbarkeit bildgebender Diagnostik zurückzuführen. 2009 wurde die vorerst letzte Studie zu diesem Thema veröffentlicht, diese ergab eine Inzidenz cerebraler AVMs von 1,4 pro 100.000 Einwohner (Gabriel et al., 2009).

### **2.3 Ätiologie und Pathophysiologie cerebraler arteriovenöser Malformation**

Cerebrale arteriovenöse Malformationen gehören zu der Gruppe der gutartigen intracraniellen vaskulären Malformationen. Intracranielle vaskuläre Malformationen können in proliferative vaskuläre Anomalien, nicht proliferative vaskuläre Anomalien und gemischte Malformationen unterteilt werden (Chaloupka and Huddle, 1998). Die cerebralen AVMs werden zu der Gruppe der nicht proliferativen vaskulären Anomalien gezählt. Sie unterscheiden sich daher grundsätzlich von Hämangiomen, welche durch eine endotheliale Hyperplasie definiert sind.

Die zuführenden arteriellen Gefäße einer AVM nennt man Feeder. Feeder werden in terminale, perforierende und en-passant Feeder unterteilt. Bei den sogenannten Terminalfeeder führt ein einzelnes arterielles Gefäß direkt in die Malformation und endet dort. Die perforierenden Arterien können ebenfalls als Feeder an der Versorgung des Nidus beteiligt sein (Wallesch, 2005). En-passant Feeder sind Gefäße, die der Malformation angrenzen und von denen aus mehrere Abzweigungen in den Nidus einstrahlen können. Sie besitzen zusätzlich hirnnutritive Aufgaben.

Die Ätiologie cerebraler AVMs ist nach wie vor nicht genau geklärt. Genetische Faktoren scheinen bei der Entwicklung familiärer als auch bei sporadisch auftretenden AVMs eine große Rolle zu spielen (Pawlikowska et al., 2005). Eine Koinzidenz von etwa 10% besteht zwischen dem Vorkommen cerebraler AVMs und der autosomal vererbten hereditären hämorrhagischen Teleangiektasie (HHT; „Morbus Osler“), welche eine Erkrankung des Gefäßbindegewebes darstellt. Die genetischen Fehlfunktionen die für das Entstehen einer HHT verantwortlich sind, könnten ebenfalls zum Auftreten cerebraler AVMs führen (Achrol et al., 2009). Es ist daher anzunehmen, dass das Wachstumsverhalten und das klinische Beschwerdebild der cerebralen AVMs durch genetisch veränderte Signalwege im Bereich der Angiogenese bestimmt werden. Molekulare Untersuchungen ergaben, dass das Malformationsgewebe durch einen ansteigenden endothelialen Zellverbrauch und inflammatorisch bedingte Gefäßumbauprozesse charakterisiert ist (Hashimoto et al., 2004, Hashimoto et al., 2001, Chen et al., 2008, Hashimoto et al., 2005). Dies spiegelt sich auch in den vermehrt gebildeten Proliferations-, und Angiogenesefaktoren wieder. Die aktuelle Literatur über de Novo entstandene cerebrale Malformationen, Größenzunahme im Verlauf und Rezidive nach erfolgreicher Behandlung lässt die ursprüngliche Annahme AVMs seien eine statische, rein kongenital erworbene und keine dynamische Läsion nicht mehr zeitgerecht erscheinen (Achrol et al., 2009, Gonzalez et al., 2005).

In der Regel treten cerebrale AVMs singulär auf; multifokale Malformationen treten bei Kindern mit ca. 4% etwa doppelt so häufig auf als bei Erwachsenen. Multiple arteriovenöse Malformationen finden sich selten im Rahmen des kongenitalen Wyburn-Mason-Syndroms, bei dem die Betroffenen neben cerebralen und retinalen Malformationen zusätzlich noch Gesichtsnävi aufweisen (Dayani and Sadun, 2007). Cerebrale AVMs können sich in allen Regionen des Gehirns entwickeln, jedoch bevorzugt im Bereich der beiden Großhirnhemisphären. Man findet sie sowohl

oberflächlich (sulcal) als auch tief (gyral) gelegen, mit einer geringen Präferenz zum frontotemporalen Lappen. Eine Seitenpräferenz existiert nicht (Al-Shahi and Warlow, 2001). Bei den tief gelegenen Malformationen bilden die AVMs des Plexus choroideus eine Subkategorie. Diese werden hauptsächlich von choroidalen und perforierenden subependymalen Arterien des Circulus arteriosus cerebri versorgt. Corticaler arterieller Zufluss ist bei diesem AVM-Typus ausgeschlossen. Die venöse Drainage erfolgt hierbei hauptsächlich ventrikulär, in seltenen Fällen auch transcerebral (A.Berenstein). Besonders sulcal gelegene AVMs besitzen häufig eine keilförmige Gestalt mit einer oben liegenden Basis und einer, in die Tiefe der weißen Substanz reichenden, Spitze (Al-Shahi and Warlow, 2001).

Die Pathophysiologie der cerebralen arteriovenösen Malformationen wird durch die direkte Verbindung arterieller und venöser Gefäße bestimmt. Ohne die den Blutdruck senkenden Kapillaren, kommt es innerhalb der Malformation zu einem inadäquat erhöhten Blutfluss. Diese massiv gesteigerte Flussrate bewirkt konsekutiv einen verminderten Blutfluss innerhalb der angrenzenden Gebiete der Malformation. Dieses Phänomen bezeichnet man als „*steal-effect*“. Der „*steal-effect*“ führt zu einer zusätzlichen Verschlechterung der Durchblutung benachbarter Areale (Taylor et al., 2002, Symon, 1969). Der Blutfluss der hauptversorgenden Feederarterie übertrifft zum Teil den normalen zerebralen Blutfluss von unter 48ml/100g/min um bis zu 200-300% (Yamada, 1999). Diese Tatsache unterstützt die Annahme, dass der „*steal-effect*“ eine Ursache für transient fokale neurologische Defizite und Epilepsie im Rahmen der arteriovenösen Malformationen darstellt (Taylor et al., 2002). Transcranielle Doppleruntersuchungen zeigten eine Korrelation der Höhe des Blutfluss mit einer spezifischen Symptomatik: Bei Patienten mit neurologischen Defiziten war der Blutfluss innerhalb der Malformation signifikant höher, als bei Patienten mit den Symptomen Kopfschmerz oder Epilepsie (Manchola et al., 1993). Aufgrund des pathologisch erhöhten Blutflusses innerhalb der zuführenden Gefäße kommt es in der Feeder Arterie und den drainierenden Venen häufig zu einer Dilatation und einem varikösen Verlauf. Zudem wird angenommen, dass der chronisch erhöhte Blutfluss langfristig zu angiopathischen Prozessen wie der Intima Hyperplasie und endothelialen Wandverdickungen führt (Pile-Spellman et al., 1986). Der erhöhte Blutfluss und die daraus resultierenden pathologischen Prozesse sind allerdings nicht die alleinigen Faktoren die die Symptome einer AVM bedingen. Arteriovenöse Malformationen wachsen verdrängend und wirken auf ihr

Nachbargewebe pulsatil komprimierend. Des Weiteren treten häufig kleine rezidivierende Blutungen innerhalb der AVM auf (Yamada, 1999).

Aneurysmen treten im Rahmen arteriovenöser Malformationen in etwa 23% der Fälle auf (Lasjaunias et al., 1988). Lasjaunias unterteilte 1988 drei Aneurysmen-Typen nach ihrer Lokalisation und Häufigkeit des Auftretens. Demnach gab es in 19% der Fälle sogenannte distale oder auch intranidale Aneurysmen, 57% waren sogenannte proximale Aneurysmen und betrafen direkt die Feeder-Arterien und 24% der Aneurysmen hatten keinen direkten Bezug zu den AVM Gefäßen (Lasjaunias et al., 1988). 1994 beschrieben Perata et al. eine abgeänderte Einteilung und legten hierbei besonders viel Wert auf die im Mittelteil einer Feeder-Arterien vorkommenden „Pedicel“-Aneurysmen. Diese werden als unabhängiger Risikofaktor für die Entstehung der gefährlichsten und häufigsten Komplikation der AVM – der intracerebralen Blutung angesehen (Perata et al., 1994, Stapf et al., 2002, Piotin et al., 2001).

Die drainierenden Venen zeigen ebenfalls ein pathologisches Erscheinungsbild. Ein erhöhter Druck innerhalb der venösen Gefäße entsteht durch die nicht vorhandenen drucksenkenden Kapillaren und bedingt häufig Stenosen, Ektasien oder variköse Formationen (Vinuela et al., 1985). Man unterscheidet oberflächliche von tiefen venösen Drainagen. Diese Unterscheidung ist für das perioperative Risiko von Bedeutung und wurde deshalb auch in der Einteilung von Spetzler Martin 1986 berücksichtigt (s.unten) (Spetzler and Martin, 1986).

## 2.4 Klinische Manifestationsformen der cerebralen arteriovenösen Malformationen

Das gefährlichste und häufig erste Symptom einer cerebralen AVM ist die intracerebrale Blutung (Brown et al., 1996a). Bei Patienten, die jünger als 40 Jahre alt sind, stellen cerebrale AVMs eine der häufigsten Ursachen einer intracerebralen Blutung dar (Zhao et al., 2005). Des Weiteren können cerebrale AVMs durch epileptischen Anfälle (20%), Kopfschmerzen (11%) und fokale neurologische Defiziten (5%) auffällig werden (Al-Shahi and Warlow, 2001). Die Mehrzahl aller arteriovenösen Malformationen bleibt jedoch asymptomatisch.

### Blutungen

Intracranielle Blutungen sind mit etwa 65% das häufigste Erstsymptom cerebraler AVMs (Brown et al., 1996a). Bevor die nicht-invasive bildgebende Diagnostik zum Standard wurde, war die Untersuchung des Liquors cerebrospinalis die einzige Möglichkeit den Verdacht einer intracerebralen Blutung zu bestätigen. Dieses führte dazu, dass subarachnoidale Blutungen (SAH), im Rahmen cerebraler AVMs, überrepräsentiert waren. Heute weiß man, dass die primäre intracerebrale Blutung (PICH) mit intraventrikulärer oder subarachnoidaler Ausbreitung die häufigste Blutungsvariante darstellt. In der Olmsted County Studie gab es in 41% der Fälle eine PICH, in 24% der Fälle eine SAH, 12% waren intraventrikuläre Blutungen und 23% traten kombiniert auf (Brown et al., 1996b). Das jährliche allgemeine Blutungsrisiko einer unbehandelten symptomatischen AVM liegt im Bereich von 2,8% bis 4,6% (da Costa et al., 2009, Stapf et al., 2006).

Es wurden im Laufe der Zeit verschiedene Faktoren ermittelt, welche das Risiko einer AVM-bedingten cerebralen Blutung erhöhen. Die tiefe venöse Drainage, eine einzelne drainierende Vene, venöse Stenosen und ein stark erhöhter mittlerer Blutdruck innerhalb der zuführenden Gefäße (Feeder) werden als sichere Risikofaktoren einer Blutung angesehen (Al-Shahi and Warlow, 2001). Den größten Risikofaktor für eine AVM-assoziierte Blutung stellt jedoch die bereits stattgefundenene Blutung dar (Mast et al., 1997). Tiefe Lokalisation der AVM, geringer Durchmesser des Nidus oder intranidale Aneurysmen gelten genauso wie vertebrobasiläre arterielle Versorgung oder perforierende Arterien als unsichere Risikofaktoren (Langer et al., 1998).

Die Bestimmung der Risikofaktoren für eine Blutung ist von großer prognostischer und therapeutischer Bedeutung, da sie aufgrund der statistischen jährlichen Blutungsraten die Therapieentscheidung beeinflussen.

Es darf nicht außer Acht gelassen werden, dass sich bestimmte Faktoren gegenseitig bedingen. So hat beispielsweise eine kleine AVM meistens nur eine drainierende Vene und einen konsekutiv höheren Blutfluss innerhalb der Feeder-Arterien. Ein Patient mit einer AVM mit tiefer venöser Drainage, tiefer AVM-Lokalisation und ohne stattgehabte Blutung hat für das folgende Jahr ein 0,9%-iges Blutungsrisiko. Im Gegensatz dazu weist ein Patient mit allen drei Risikofaktoren ein jährliches Blutungsrisiko von 34,4% (Stapf et al., 2006).

## **Epilepsie**

Cerebrale Krampfanfälle stellen nach der intracerebralen Blutung das zweithäufigste Symptom einer AVM dar. In einer bevölkerungsbasierten Studie traten fokale oder generalisierte epileptische Anfälle in 19% der Fälle als Erstsymptom auf (Brown et al., 1996a).

Mehrere Faktoren kommen als Ursache einer Epilepsie im Rahmen einer cerebralen AVM in Betracht. Bei großen AVMs spielt vor allem das verdrängende Wachstum und die konsekutiv kortikale Irritation des gesunden Gewebes eine zentrale Rolle. Der veränderte Blutfluss, Ischämie und Gliose, die durch rezidivierende mikroskopisch kleine Blutungen entstehen, werden ebenfalls als ursächlich angesehen (Santos et al., 2009).

Die Lokalisation der AVM hat Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens, die Schwere und Art einer Epilepsie. Im Gegensatz zu anderen Bereichen führen posterofrontale und temporale AVMs häufiger zu einer präoperativ aufgetretenen Epilepsie (Piepgras et al., 1993, Crawford et al., 1986a). Eine Studie aus dem Jahr 1995 beschäftigte sich mit der Frage, ob es bestimmte angioarchitektonische Faktoren der zuführenden Gefäße gibt, die das Risiko einer Epilepsie im Rahmen einer cerebralen AVM signifikant erhöhen. Verschiedene Parameter schienen eine gute Vorhersagekraft für eine Epilepsie zu haben. Unter anderem eine kortikale Lokalisation der AVM und der Feeder-Arterie, die Arteria cerebri media als Feeder, die Abwesenheit von Aneurysmen und das Vorhandensein von Varizen oder Stenosen im Bereich der venösen Drainage (Turjman et al., 1995).

Der Einfluss der operativen Therapie einer AVM auf den Verlauf der begleitenden Epilepsie ist mehrfach untersucht worden. Die Ergebnisse unterschieden sich erheblich (Piepgras et al., 1993). Einige Studien berichten, dass die Wahrscheinlichkeit postoperativ an einer Epilepsie zu erkranken signifikant ansteigt und die Operation somit den größten Risikofaktor für das Entwickeln einer Epilepsie darstellt (Crawford et al., 1986b, Crawford et al., 1986a). 1993 wurde hingegen eine Studie veröffentlicht, die den Nutzen einer operativen Therapie im Hinblick auf den Verlauf der Epilepsie belegte (Piepgras et al., 1993). Demnach waren Patienten mit einem einmaligen oder wenigen präoperativ aufgetretenen epileptischen Ereignissen in 93% der Fälle postoperativ epilepsiefrei. Nur in 5% der Fälle verschlechterte sich das Krampfleiden. Die große Mehrheit der Patienten (76%), die unter multiplen rezidivierenden Anfällen litten, hatten nach der Exstirpation der AVM keine Anfälle mehr. Die Patienten, bei denen auch postoperativ epileptische Anfälle auftraten, zeigten zumindest eine Verbesserung bei der Frequenz der Anfälle und nur bei zwei Patienten zeigte die Epilepsie postoperativ einen unverändert schweren Verlauf. Nach mehr als zwei Jahren hatten in dieser Studie 89% aller an einer AVM erkrankten Patienten keine Epilepsie (Piepgras et al., 1993).

Das perioperative Auftreten einer Epilepsie sollte nicht als prognostisch schlechtes Zeichen gedeutet werden. Es korreliert nicht mit der langfristig postoperativen Anfallshäufigkeit. In dieser Studie konnte eine Korrelation zwischen großen cerebralen AVMs und einem eher komplizierten Verlauf der Epilepsie gezeigt werden (Piepgras et al., 1993). Die aktuelle Datenlage deutet darauf hin, dass eine durch eine cerebrale AVM verursachte Epilepsie, möglicherweise durch eine operative Therapie geheilt bzw. werden kann (Piepgras et al., 1993).

## **Fokal neurologische Defizite**

Isoliert fokal neurologische Defizite (FND), ohne vorhergegangene intracerebrale Blutung oder Epilepsie, stellen im Rahmen cerebraler AVMs mit etwa 7% ein vergleichsweise seltenes Symptom dar (Choi et al., 2009). FNDs haben häufig einen schleichenden Beginn und können sehr mannigfaltig (kurzweilig oder persistierend, fluktuierend oder progredient) verlaufen. FNDs werden pathophysiologisch dem bereits oben erwähnten „steal-effekt“ zugeordnet (Al-Shahi and Warlow, 2001).

FNDs treten besonders häufig bei Frauen, im höheren Lebensalter, bei tief oder im Hirnstamm lokalisierten AVMs auf; während die Größe einer AVM nicht mit dem

Auftreten der FNDs assoziiert ist (Choi et al., 2009). Vielmehr scheinen punktuelle Störungen im Leitungssystem der weißen Substanz für diese Symptomatik verantwortlich zu sein (Choi et al., 2009).

## **Kopfschmerzen**

Arteriovenöse Malformationen haben eine hohe Koinzidenzrate mit Kopfschmerzen. Das Dilemma bezüglich des Kopfschmerzes besteht darin, dass dieser als Frühsymptom einer cerebralen AVM sehr unspezifisch ist. Die einzigen anamnestischen Angaben bezüglich des Kopfschmerzes, die auf das Vorliegen einer cerebralen AVM hinweisen können, sind permanente und einseitig lokalisierte Schmerzen oder Auren (Lees, 1962).

Grundsätzlich muss unterschieden werden, ob der Kopfschmerz im Rahmen einer rupturierten Malformation (intracerebrale Blutung) oder unabhängig als alleiniges Symptom auftritt. Kopfschmerzen, in Verbindung mit cerebralen AVMs, können sich sowohl als Cluster-, als auch als Migränekopfschmerz manifestieren. Generell werden Kopfschmerzen in Verbindung mit AVMs als zweithäufigstes Symptom angegeben (Santos et al., 2009). Berücksichtigt man allerdings nur die Patienten, die keine Blutung erlitten haben, sinkt die Inzidenz der Kopfschmerzen auf etwa 5 – 15% (Santos et al., 2009). Hinzu kommt, dass beispielsweise occipital lokalisierte AVMs durchaus Sehstörungen imitieren können, die auch im Rahmen einer Migräne auftreten. Es ist also davon auszugehen, dass diese Symptome zum Teil als Migräne fehlgedeutet werden. (Lees, 1962).

## **Kognitive Dysfunktionen**

Die Prävalenz kognitiver Störungen bei Patienten mit cerebralen AVMs wurde selten untersucht. Generell wird angenommen, dass Patienten mit einer cerebralen AVM in bis zu 50% der Fälle kognitive Defizite haben (Olivecrona and Rives, 1948, Mahalick et al., 1993, Mahalick et al., 1991). In einer Studie aus dem Jahr 1991 zeigten Patienten mit einer AVM, in Abhängigkeit der betroffenen Hemisphäre, unterschiedlich schwere Minderungen der verbalen Entwicklung und des räumlichen Vorstellungsvermögens (Mahalick et al., 1991). Viele dieser Patienten zeigten in unterschiedlichem Ausmaß bereits Lernschwierigkeiten während der Schulzeit (Lazar, 2001). 1993 untersuchte Mahalick neuropsychologische Funktionen bei 14 Patienten mit einer AVM sowohl vor als auch nach der Operation. Im Vergleich mit

einer entsprechenden gesunden Kohorte wiesen Patienten mit AVM deutliche kognitive Defizite auf. Da postoperativ besonders im Bereich des Lernens und des Gedächtnisses eine Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten erzielt wurde, scheinen die Patienten durch die Operation auch im Bereich der neuropsychologischen Funktionen zu profitieren (Mahalick et al., 1993). Die Ursachen für die kognitiven Defizite werden immer noch kontrovers diskutiert. Sowohl der „steal-effekt“, als auch venöse Hypertension sind hierbei mögliche Erklärungsansätze (Mahalick et al., 1993).

## **Weitere Symptome**

Im Rahmen einer cerebralen AVM können zahlreiche weitere Symptome auftreten. Die Spezifität dieser Symptome ist jedoch meistens sehr gering und somit auf eine AVM kaum hinweisend.

Pulsatile Ohrgeräusche und Tinnitus sind wegen ihrer Besonderheit immer wieder beschriebene klinische Manifestationen. Diese Symptome treten bei Patienten mit AVMs jedoch höchst selten auf (Sabra, 1959). Bei Patienten mit nicht rupturierten cerebralen AVMs, die eine sehr hohe Blutflussrate und einen stark erhöhten kortikal venösen Druck aufweisen, kann als seltenes Symptom ein erhöhter intrakranieller Druck nachgewiesen werden. Occipital gelegene AVMs können visuelle Beeinträchtigungen, meist eine homonyme Hemianopsie, bedingen; selten kann auch der Nervus Trigeminus beeinträchtigt sein, so dass faciale Spasmen auftreten (Maleki and Kirkham, 1983, Johnson and Salmon, 1968, Kim et al., 1991).

## **2.5 Diagnostik**

Wichtigster Bestandteil der Diagnostik bei Patienten mit AVMs ist die Bildgebung. Abhängig von der klinischen Manifestation wird die Computertomographie (CT), die Magnetresonanztomographie (MRT) oder die digitale Subtraktionsangiographie eingesetzt. Die digitale Subtraktionsangiographie ist weiterhin das Mittel der ersten Wahl für Lokalisations-, und Größenbestimmungen, sowie zur Beurteilung der Risikofaktoren einer evtl. Blutung (Heidenreich et al., 2007). Die Kombination aus MRT und Angiographie wird zur Einschätzung des Therapieerfolges nach Operation, Embolisation oder stereotaktischer Behandlung eingesetzt.

Intracranielle vaskuläre Malformationen sind mittels Bildgebung nicht immer einfach voneinander zu unterscheiden, so dass häufig auch Pathologen zur Bestätigung der Diagnose mit einbezogen werden (Al-Shahi et al., 2003).

### **Computertomographie (CT)**

In bis zu 65% der Fälle erleiden Patienten mit einer AVM als initiales Symptom eine intracerebrale Blutung, so dass häufig mittels Computertomographie die Verdachtsdiagnose gestellt wird. Die CT ist eine sehr schnelle, fast überall verfügbare Methode und gibt zuverlässig Auskunft über die Lage und das Ausmaß einer intracraniellen Blutung (Halpin et al., 1994, Laissy et al., 1991, Hayward, 1976). Liegt ein intracerebrales Hämatom vor, kann die Kompression des Nidus die Diagnose einer AVM im Rahmen einer Blutung sehr erschweren. Bei nicht hämorrhagischen AVMs kann die CT ohne Kontrastmittel allerdings nur asymmetrische Gewebedichten aufzeigen und nicht selten werden kleinere AVMs gänzlich übersehen (Al-Shahi and Warlow, 2001). Die Computertomographie mit Kontrastmittel ist die sensitivere Methode, da sie zusätzlich noch dilatierte Gefäße nachweisen kann. Für beide Untersuchungsmöglichkeiten gilt allerdings, dass sich die Unterscheidung zwischen AVM und einem niedriggradigen thrombotisierten Gliom gelegentlich sehr schwer gestalten kann (Wharen et al., 1982).

### **Magnetresonanztomographie (MRT)**

Die MRT dient besonders der Differenzierung kleinerer cerebraler AVMs und der Bestimmung der Lokalisation des Nidus im Hinblick auf funktionell besonders relevante Hirnregionen. Aussagen über die Angioarchitektur der AVM werden mittels der MRT und MR- Angiographie (MRA) getroffen und ältere, klinisch nicht aufgefallene, Blutungen innerhalb des Nidus erkannt. Die MRA, die das Gefäßsystem und zeitgleich parenchymatöse Strukturen darstellt, ist zur Therapieplanung und Verlaufsbeurteilung geeignet (Essig, 2007). Eine Abschätzung der Größenregression des Nidus, Entwicklung eines Hirnödems oder Strahlennekrose nach stereotaktischer Behandlung kann ebenfalls vorgenommen werden.

## **Subtraktionsangiographie**

Die digitale Subtraktionsangiographie ist Goldstandard bei der Diagnostik, der Planung des therapeutischen Procederes und der Nachsorge cerebraler arteriovenöser Malformationen (Heidenreich et al., 2007). Patienten, bei denen postoperativ angiographisch kein Nidus und keine früh venöse Drainage mehr feststellbar sind, werden als geheilt betrachtet.

Aneurysmen, Stenosen, Fisteln und venöse Ektasien können mit Hilfe der Angiographie bestimmt werden. Des Weiteren können plexiforme von fistulösen Anteilen der AVM differenziert und eine Abschätzung des Shuntvolumens sowie der Kontrastmittel-Passagezeit vorgenommen werden. Diese Parameter sind alle von prognostischer Bedeutung, beeinflussen die Entscheidung für eine der möglichen Therapieoptionen und sollten grundsätzlich bestimmt werden (Wallesch, 2005).

## **2.6 Therapieoptionen bei Patienten mit cerebralen AVMs**

Die Grundsatzfrage, ob, wann und welche Patienten mit cerebralen AVMs behandelt werden sollten, ist nicht immer eindeutig zu beantworten. Die Therapieentscheidung wird auf der Basis der zugrundeliegenden Risikofaktoren getroffen. Aufgrund des zu erwartenden hohen kumulativen jährlichen Blutungsrisikos werden vor allem jüngere Patienten mit einer AVM invasiv therapiert (Tamaki et al., 1991).

In seltenen Fällen ist ein konservativ-abwartendes Vorgehen indiziert. Drei unterschiedliche invasive therapeutische Ansätze stehen der Behandlung cerebraler AVMs zur Verfügung; die Embolisation, die stereotaktische Bestrahlung und die Operation. Insbesondere bei der Behandlung großer, ungünstig gelegener AVMs werden die unterschiedlichen Therapieverfahren miteinander kombiniert. Die Kombination zweier Behandlungsansätze erhöht allerdings die Morbidität,- und Mortalitätsrate, so dass ein Abwägen des Behandlungsrisikos gegen das Risiko einer möglichen Blutung oberste Priorität hat (Haw et al., 2006).

## **Endovaskuläre Embolisation**

Die endovaskuläre Embolisation cerebraler AVMs ist eine seit den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts angewendete Therapieoption. Sie kann kurativ, palliativ oder präoperativ bzw. praestereotaktisch eingesetzt werden. Wichtigste Kriterien für

die Entscheidung ob eine Embolisation durchgeführt werden kann, stellen Größe, Lokalisation und Angioarchitektur der AVM dar.

Das häufigste Ziel der Embolisation ist eine ausreichende Ausschaltung bzw. Verkleinerung des Nidus. Der selektive Verschluss einzelner, operativ schwer zugänglicher Feeder oder Fisteln kann ebenfalls mittels Embolisation erfolgen (Wallesch, 2005). In der Regel wird eine Embolisationstherapie in Kombination mit einer nachfolgenden Operation oder Bestrahlung durchgeführt. Die palliative Embolisation mit dem Ziel der alleinigen Größenreduktion der AVM ist selten und mindert das Blutungsrisiko nicht signifikant, sondern fördert sowohl die Rekrutierung kollateraler Gefäße als auch die Freisetzung von Gefäßwachstumsfaktoren und kann daher die Blutungswahrscheinlichkeit erhöhen (Sure et al., 2001). Die Embolisation wird bei begleitenden Aneurysmen oder Sekundärsymptomen wie z.B. Pseudotumor cerebri oder progredienter neurologischer Symptomatik eingesetzt (Wallesch, 2005). Die kurative Embolisation größerer AVMs wird selten durchgeführt, wohingegen dieses Verfahren bei kleinen AVMs ( $\leq 3\text{cm}$ ) mit nur einer einzelnen dominierende Feeder-Arterie gute Erfolgschancen aufweist (Haw et al., 2006). Die Patienten werden vor und während der Embolisation systemisch antikoaguliert um embolisch-ischämischen Vorfällen entgegen zu wirken. Flüssigembolisate (Onyx, N-butyl Cyanoacrylat) werden mit dem Ziel der vollständigen Embolisation des zuführenden arteriellen Gefäßes über Mikrokatheter in den Nidus eingebracht. Die drainierenden Venen sollten offen bleiben um den Blutdruck innerhalb des Nidus nicht zu erhöhen. Am Ende der Embolisations-Behandlung wird die Antikoagulation mittels Protamin antagonisiert und der Patient im Normalfall 24 Stunden auf einer Intensivstation überwacht (Wallesch, 2005). Typische Komplikationen im Rahmen einer endovaskulären Behandlung sind fokale neurologische Defizite, welche durch Blutungen oder arterielle und venöse Ischämien verursacht werden. Die Lokalisation der AVM in eloquenten Arealen, Fisteln und Platzierung des Embolisates im venösen System stellen die größten Risikofaktoren für Komplikationen dar (Haw et al., 2006). Bei den sogenannten en-passant Feeder besteht zusätzlich die Gefahr, dass Arterien verschlossen werden, die nicht nur den Nidus, sondern auch funktionell wichtige Areale versorgen. Die Mortalitätsrate der Embolisationstherapie beträgt zwischen 1,1 – 3,7%, die Morbiditätsrate zwischen 3,8 – 14% (Frizzel and Fisher, 1995, Debrun et al., 1997, Meisel et al., 2002, Hartmann et al., 2002).

## Stereotaktische Bestrahlung

Im Allgemeinen ist die stereotaktische Bestrahlung im Rahmen der AVM-Therapie Mittel der dritten Wahl und auch nur unter bestimmten Voraussetzungen einsetzbar. Sie bietet aber insbesondere bei inoperablen Malformationen eine weitere therapeutische Option (Ogilvy, 1990).

Die stereotaktische Bestrahlung basiert auf Linearbeschleunigern, Protonenstrahlung oder *Gamma-Knife* Systemen. Die hohen Energiedosen, die von Photonen oder Protonen innerhalb eines definierten Volumens abgegeben werden, induzieren progrediente Thrombosen, Entzündungsreaktionen und Reparationsvorgänge, so dass die Gefäße im Verlauf von 2-3 Jahren obliterieren. Während dieser Zeitspanne besteht ein niedrigeres Blutungsrisiko als bei einer unbehandelten cerebralen AV-Malformation, eliminiert ist es aber nicht (Dag Moskopp 2004).

Das umliegende Gewebe wird aufgrund des extrem steilen Dosisabfalls außerhalb des Bestrahlungszentrums kaum geschädigt. Aus diesem Grund kann auch im sensomotorischen Kortex-, Hirnstamm- und Stammganglienbereich bestrahlt werden (Dag Moskopp 2004). Allerdings sind Bereiche wie der Thalamus, Basalganglien oder der Hirnstamm besonders empfindlich, so dass hier die Komplikationsraten bei hohen Strahlendosen überproportional ansteigen (Flickinger et al., 2000, Pollock et al., 2004). Das allgemeine Risiko einer Strahlennekrose mit dauerhaften neurologischen Defiziten liegt bei 2 – 3% (Lunsford et al., 1991, Fabrikant et al., 1992, Pollock and Meyer, 2004). Eine Studie mit 73 Patienten zeigte eine deutlich erhöhte Rate klinischer Komplikationen, in Form von Blutungen oder neurologischen Defiziten, ab einem AVM-Volumen von 14cm<sup>3</sup> und einer Strahlendosis von mehr als 16 Grey (Miyawaki et al., 1999). Kognitive Funktionen scheinen durch die stereotaktische Bestrahlung nicht negativ beeinflusst zu werden (Blonder et al., 1999).

Der Erfolg stereotaktischer Bestrahlungen hängt insbesondere von der Größe der Läsion und der Strahlendosis ab. Kleine Malformationen, die  $\leq 3$  cm groß sind obliterieren innerhalb von 3 Jahren in bis zu 80% der Fälle. Größere Läsionen zeigen hingegen nur noch eine Obliterationsrate von 30 – 70% (Ogilvy, 1990, Lunsford et al., 1991, Kurita et al., 2000a, Friedman et al., 2003, Fabrikant et al., 1992).

Eine Erhöhung der applizierten Strahlendosis korreliert ebenfalls positiv mit einer erfolgreichen Obliteration der AVM. Eine Randdosis von 16 Grey bewirkte in verschiedenen Studien eine Erfolgsquote von 70%, 20 Grey zeigten in 90% der Fälle

eine positives Ergebnis (Pollock and Meyer, 2004, Karlsson et al., 1997, Flickinger et al., 1996).

Neben der Heilung cerebraler AVMs ist die Bestrahlung zusätzlich zur Anfallsreduktion bei Epileptikern ein weiterer Ansatzpunkt. In einer Studie mit 65 Patienten waren 51% nach 3 Jahren frei von Anfällen oder Auren. Kleine AVMs zeigten auch hier im Vergleich zu Großen bessere Ergebnisse (Schauble et al., 2004).

## **Operative Therapie**

Die mikroneurochirurgische Operation mit vollständiger Exstirpation der AVM ist Mittel der ersten Wahl in der Therapie arteriovenöser Malformationen, da sie das Risiko einer intrazerebralen Blutung sofort eliminiert. Eine AVM rezidiert nur sehr selten nach erfolgreicher Operation (Kader et al., 1996). Postoperativ sollte eine Angiographie zur Kontrolle des Ergebnisses erfolgen. MRT und CT reichen nicht aus.

Das operative Risiko wird anhand der Spetzler-Martin-Skala (Grad 1-5) festgemacht, die den AVM-Durchmesser, die Lage (eloquent, nicht eloquent) und die venöse Drainage (tief, oberflächlich) beinhaltet (Spetzler *and* Martin, 1986). Eine große, tief drainierende und in einem eloquenten Areal liegende AVM (Grad 5) besitzt das größte perioperative Behandlungsrisiko.

Hartmann et al. zeigten im Jahr 2000, dass diese Einteilung eine gute Vorhersagekraft für die operationsbedingte Letalität und die postoperativen neurologische Komplikationen besitzt. Zusätzlich konnte der größere Einfluss des Durchmessers auf die Komplikationsrate im Verhältnis zur venösen Drainage oder Lage bestätigt werden. Die Definition der Areale als eloquent variiert zum Teil erheblich zwischen den jeweiligen Zentren, so dass dieses Kriterium anscheinend die geringste objektive Aussagekraft besitzt (Hartmann et al., 2000).

In einer Studie von Heros und Korosue waren 98,7% der Patienten mit Spetzler-Martin-Grad 1 bis 3 nach einem durchschnittlichen Nachbeobachtungszeitraum von 3,8 Jahren in guter bis exzellenter Verfassung. Die Morbidität und Mortalität von Patienten mit einem Spetzler-Martin-Grad 4 bis 5 betrug hingegen 12,2 bis 38,4% (Heros et al., 1990).

Zusätzlich zu den Kriterien der Spetzler-Martin-Skala scheint das Geschlecht einen Einfluss auf das Komplikationsrisiko zu besitzen. Frauen erlitten in der Studie von

Hartmann et al. signifikant häufiger schwere bleibende neurologische Komplikationen als Männer (Hartmann et al., 2000).

Die mikrochirurgische Therapie arteriovenöser Malformationen scheint nicht nur das akute Blutungsrisiko zu verringern, sondern auch postoperativ die Prävalenz präoperativ bestehender epileptischer Anfällen oder fokal neurologischer Defizite zu senken.

## **2.7 Prognose einer cerebralen AVM**

Genauso vielfältig wie sich das initiale Symptom einer cerebralen Malformation darstellen kann, genauso unterschiedlich ist deren Prognose bezüglich Mortalität und Morbidität. Etwa jede zweite cerebrale AVM verursacht Letalität oder Morbidität mit bleibenden neurologischen Defiziten (Wallesch, 2005). Wichtig bei der Entscheidung ob eine AVM behandelt werden sollte ist die Abwägung zwischen Behandlungsrisiko und Erkrankungsrisiko.

Das Krankheitsrisiko ist ein kumulatives Risiko, welches mit der Zeit zunimmt. Aus diesem Grund besteht besonders bei jungen Patienten häufig die Indikation zur invasiven Therapie.

## **2.8 Lebensqualität**

Für den Begriff „Lebensqualität“ gibt es in der Literatur keine einheitliche Definition. Die individuelle Gewichtung der Faktoren, die die Lebensqualität beeinflussen, erschwert eine allgemeingültige Festlegung des Begriffes „Lebensqualität“ und deren Beurteilung. Die Weltgesundheitsorganisation definierte Lebensqualität wie folgt:

„Lebensqualität ist die subjektive Wahrnehmung einer Person über ihre Stellung im Leben in Relation zur Kultur und den Wertsystemen in denen sie lebt und in Bezug auf ihre Ziele, Erwartungen, Standards und Anliegen“ (The WHOQL Group, 1994).

Die allgemeine Lebensqualität stellt also ein Konstrukt aus physischen, psychischen, sozialen und ökonomischen Aspekten dar, welches als Maß für die Beurteilung der subjektiv empfundenen Zufriedenheit und Funktionsfähigkeit herangezogen wird (Babette Renneberg, 2006).

Der Begriff „Lebensqualität“ nimmt auch in der modernen Medizin einen immer größer werdenden Stellenwert ein (Gandek et al., 1998). Der Begriff der

gesundheitsbezogenen Lebensqualität bezieht sich auf die subjektive Wahrnehmung der Schwere einer Krankheit im zeitlichen Verlauf.

Die gesundheitsbezogene Lebensqualität ist ein multidimensionales Konstrukt, welches folgende vier Dimensionen beinhaltet (Babette Renneberg, 2006):

1. physische/ somatische Dimension (z.B. Schmerzen, Übelkeit, Müdigkeit)
2. funktionelle Dimension (z.B. Aktivität im täglichen Leben)
3. soziale Dimension (z.B. Aufrechterhaltung der Beziehung zu Familie und Freunden)
4. psychische/ emotionale Dimension (z.B. Angst, Depression, Übellaunigkeit)

Die gesundheitsbezogene Lebensqualität wird nicht alleine durch Reduktion von Schmerzen und steigender Lebenserwartung beeinflusst, sondern zusätzlich durch die persönliche Charakterprägung und individuellen Fähigkeiten bestimmt.

Krankheitsbedingte körperliche Beschwerden und funktionelle Einschränkungen im alltäglichen Leben sowie emotionale, psychische und zwischenmenschlich sozial geprägte Faktoren stellen die Kernbereiche gesundheitsbezogener Lebensqualität dar. Die Beurteilung der Lebensqualität sollte grundsätzlich durch das Individuum selbst geschehen. Einschätzungen und Angaben Außenstehender werden nur bei Kindern und schwer traumatisierten Patienten genutzt (Babette Renneberg, 2006).

Bei der Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität werden krankheitsübergreifende und krankheitsspezifische Aspekte unterschieden. Die Beurteilung der krankheitsspezifischen Lebensqualität wird beispielsweise bei Chemotherapien angewandt. Auch in der Palliativmedizin hat die krankheitsspezifische Lebensqualität des Patienten einen hohen Stellenwert (Aulbert, 2011).

Die Lebensqualitätsforschung im Bereich der Onkologie untersuchte mittels einer Metaanalyse, inwieweit sozial kognitive Faktoren Einfluss auf die Beurteilung der subjektiv empfundenen Lebensqualität ausüben. Eine Steigerung der Selbstwirksamkeit und die Erwartung nicht fremdbestimmt zu sein führte zu einer optimistischen Einstellung des Patienten und konsekutiv zu besserer Lebensqualität der Patienten. Wie oben erwähnt ist die gesundheitspezifische Lebensqualität nicht nur alleinig für den Patienten ein wichtiges Kriterium, hinzu kommen gesundheitsökonomische Gesichtspunkte. Es wurden Indizes entwickelt, welche den persönlichen Nutzen des Patienten in Verhältnis zu den Kosten der therapeutischen

Maßnahme setzen. Der „*European Quality of Life Questionnaire*“ steht beispielhaft für ein solches Index Verfahren.

Ein weltweit anerkanntes Instrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität ist der SF (*Short Form*)-36 Fragebogen. Auf diesen wird im weiteren Verlauf der Arbeit näher eingegangen werden.

Ein anderes Verfahren zur Beurteilung der Lebensqualität stellt der ‚*WHOQOL-BREF*‘ als Kurzform des ‚*WHOQOL 100*‘ dar. Beide wurden von der Weltgesundheitsorganisation entwickelt. Der ‚*WHO Quality of Life(WHOQOL)-BREF*‘ beinhaltet 26 *Items*, welche sich auf physisches und psychisches Wohlbefinden sowie auf soziale Beziehungen und Umwelt beziehen. Sowohl für den Patienten als auch für die Gesellschaft, nimmt die gesundheitsbezogene Lebensqualität in der Medizin einen immer höher werdenden Stellenwert ein. Die gesundheitsbezogene Lebensqualität spielt sowohl in der subjektiven Bewertung von Therapien als auch bei der Frage nach dem gesamtgesellschaftlichen Kosten/ Nutzen Profil eine große Rolle, daher sollte die Indikationsstellung zu einer therapeutischen Maßnahme heutzutage auch durch die zu erreichende postinterventionelle gesundheitsbezogene Lebensqualität beeinflusst werden (Babette Renneberg, 2006).

### 3 Zielsetzung und Fragestellung

Ziel dieser Promotionsarbeit war es, die postoperative Lebensqualität von Patienten mit cerebraler arteriovenöser Malformation zu ermitteln.

Zusätzlich wurde untersucht, welche epidemiologischen, soziodemographischen und krankheitsspezifischen Faktoren Einfluss auf die postoperative Lebensqualität nehmen.

Im Einzelnen werden folgende Fragestellungen bei der vorliegenden Arbeit untersucht:

1. Wie stellt sich die postoperative Lebensqualität nach erfolgreicher operativer Therapie einer cerebralen AVM dar?
2. Unterscheiden sich das untersuchte Patientenkollektiv und die deutsche Normalbevölkerung im Hinblick auf die subjektive gesundheitsbezogene Lebensqualität?
3. Welche soziodemographischen und epidemiologischen Faktoren beeinflussen die gesundheitsbezogene Lebensqualität?
4. Gibt es krankheitsspezifische Parameter welche die postoperative gesundheitsbezogene Lebensqualität der Patienten beeinflussen?
5. Welchen Einfluss hat die operative Therapie cerebraler arteriovenöser Malformationen auf präoperativ bestehende Symptome?

## 4 Material und Methoden

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine epidemiologische Studie im Querschnittsdesign. Insgesamt wurden 110 Patienten mit cerebralen AVMs aus den Kliniken der Ludwig Maximilian Universität München und Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf in diese Studie eingeschlossen. Aus dieser Kohorte wurden 53 Patienten zusätzlich im Rahmen von Telefoninterviews nachbeobachtet. Der Behandlungszeitraum der Patienten erstreckte sich von November 1994 bis Juni 2009.

Die erhobenen Daten wurden zentral per Zuordnungsliste pseudonymisiert, indem den einzelnen Patienten in zufälliger Reihenfolge Zahlenwerte zugewiesen wurden. Alle befragten Patienten wurden vor der Durchführung des Telefoninterviews über die geplante Datenerhebung im Rahmen der Qualitätskontrolle aufgeklärt. Alle Patienten gaben eine mündliche Einverständniserklärung bezüglich der Nutzung und Speicherung der pseudonymisierten Daten ab. Die Studie erhielt ein positives Votum der Ethikkommission der medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (Studennummer: 4301).

Die erhobenen deskriptiven Daten lassen sich in epidemiologische, soziodemographische und krankheitsbezogene Merkmale aufteilen. Diese wurden aus den jeweiligen Datensystemen der Universitätskliniken erhoben und in einer Datenbank erfasst. Die erhobenen Daten lassen sich in zeitlicher Hinsicht gliedern. Es wurde ein Status zum Zeitpunkt der stationären Aufnahme, Entlassung sowie im Rahmen einer telefonischen Befragung erhoben. Neben den retrospektiv erhobenen klinischen Daten, wurde der international anerkannte SF-36 *Health Survey* zur Erfassung der postoperativen Lebensqualität verwendet. Die Befragungen der Patienten im Hinblick auf die Lebensqualität fanden im Herbst 2009 statt. Der Nachbeobachtungszeitraum betrug minimal 4 Monate und maximal 15 Jahre. Um die Zahl der an der Befragung teilnehmenden Patienten, bei zum Teil lange zurückliegenden Behandlungszeiträumen und insgesamt relativ kleinem Patientenkollektiv zu erhöhen, entschlossen wir uns im Rahmen der Nachbefragung zur Durchführung von Telefoninterviews. Neben der Erfassung der postoperativen Lebensqualität wurde zusätzlich der Barthel-Index zur Ermittlung der Pflegebedürftigkeit nach erfolgter Operation erhoben. Zudem wurde zur Erfassung der aktuellen Lebens- und Gesundheitssituation ein eigens dafür entwickelter Fragebogen hinzugezogen.

## 4.1 Patientenkollektiv

Das Patientenkollektiv besteht aus insgesamt 110 operativ an einer AVM versorgten Patienten aus dem Einzugsgebiet der Ludwig Maximilian Universität München (Zeitraum: November 1994 bis Januar 2002) sowie des Universitätsklinikums Düsseldorf (Zeitraum: Januar 2003 bis Juni 2009).

Im Rahmen eines *Follow-up* Interviews wurden 53 der 110 Patienten telefonisch erreicht. Sie nahmen an der Nachbefragung teil. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 48,2%. Nicht jeder Patient wollte sich zu jeder Frage des SF-36 Fragebogens bzw. des eigen erstellten Fragenkatalogs äußern, so dass sich die Fallzahl der teilnehmenden Patienten bei den Ergebnissen zum Teil unterscheidet. Für das von uns befragte *Follow-up* Kollektiv wurde als Vergleichsgruppe für den SF-36 Fragebogen die so genannte „deutsche Normstichprobe“ gewählt. Diese, für Deutschland repräsentativen Normwerte, wurde basierend auf einer 1998 an 6964 Bundesbürgern im Alter ab 18 Jahren durchgeführten Stichprobe erhoben (Ellert and Bellach, 1999).

## 4.2 Der Short Form (SF) – 36 Fragebogen

Der SF-36 Fragebogen dient der Beurteilung der subjektiven gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Kranken und Gesunden in Bezug auf körperliche, psychische, emotionale und soziale Aspekte. Dieses Instrument stellt eine Kurzform einer groß angelegten Studie (MOS) zur Bestimmung der subjektiven Lebensqualität dar. Die „*medical outcome study*“ (MOS) war in den 1980er Jahren in den USA durchgeführt worden. Das initiale Ziel war die Untersuchung der Abhängigkeit des Behandlungserfolges von medizinischen System- und Behandler-Variationen sowie dem persönlichen Stil des Arztes im Umgang mit den Patienten (Tarlov et al., 1989). Weitere Ergebnisgrößen der „*medical outcome study*“ waren die physische und mentale Gesundheit, eigene Rollenfunktion und die persönliche Empfindung der allgemeinen Gesundheit der Patienten. Aus den Ergebnissen wurde zunächst der sogenannte „*149-Item-Functioning-and-Well-Being-Profile*“ entwickelt. Nach weiteren Modifikationen entstand schließlich eine aus 36 Testfragen bestehende aussagefähige und vor allem praxisorientierte Kurzform.

Die weltweite Anerkennung dieses Fragebogens zeigt die bibliographische Analyse von Garrat et al. aus dem Jahr 2002 (Garratt et al., 2002). Die großen Vorteile des SF-36 Fragebogens im Vergleich zu anderen Messinstrumenten der Lebensqualität

werden insbesondere durch die leichte Handhabung und den vielseitigen Einsatzmöglichkeiten geboten. Eine maximale Bearbeitungszeit von 15 Minuten wird im Regelfall nicht überschritten. Aufgrund der einfachen Verständlichkeit des Fragebogens ist eine Teilnahme sowohl im Rahmen von Telefoninterviews als auch durch eigenständiges Ausfüllen des Fragebogens durch den Patienten möglich. Diese erhöht bei kranken Personen häufig zusätzlich die Teilnahmebereitschaft (Chia et al., 2006). Nicht nur physische sondern auch psychisch emotionale Rollenfunktionen werden im stationären und ambulanten Bereich erfasst. Die deutsche Übersetzung lieferten Bullinger et al. im Rahmen des IQOLA (*International Quality of Life Assessment*) Projektes, dessen Ziel es war einen international vergleichbaren Fragebogen in möglichst vielen Sprachen zur subjektiven empfundenen gesundheitsassoziierten Lebensqualität zu entwickeln (Keller et al., 1998). Die Sechsendreißig Einzelfragen (*Items*) werden zu 8 übergeordneten Skalen zusammengefasst, welche die gesundheitsbezogene Lebensqualität erfassen. Jede Skala beinhaltet eine unterschiedliche Anzahl an Einzelfragen, welche wiederum verschieden viele Antwortmöglichkeiten bieten. Die Antwortmöglichkeiten werden mit entsprechenden Punktzahlen bewertet, die einen spezifischen Wertebereich aufweisen (*Itemstufen*). Die erreichten Punktzahlen innerhalb einer Skala werden summiert und in Prozentangaben auf den zu erreichenden Maximalwert angegeben.

Mit der Zusatzfrage „Veränderung der Gesundheit“ soll der Gesundheitszustand im Vergleich zum vergangenen Jahr beurteilt werden. Diese Zusatzfrage stellt allerdings keine eigenständige Skala dar. Eine weitere Gliederung und Vereinfachung der acht verschiedenen Skalen wird durch die Zweiteilung in eine körperliche (*Physical Health Scale*) und eine psychische (*Mental Health Scale*) Summenskala erreicht. Die Berechnung der Summenskalen wird durch unterschiedliche Gewichtung und Addition der Subskalen durchgeführt. Höhere Werte entsprechen dabei einem besseren Gesundheitszustand. So gibt beispielsweise ein hoher Wert in der Schmerzskala eher Schmerzfreiheit an. Andererseits zeigt ein hoher Wert bei den Funktionsskalen eine gute Funktionsfähigkeit an. Die Berechnung der Summenskalen von Patientenuntergruppen, welche anhand soziodemographischer und klinischer Merkmale erstellt worden waren, diente dann dem Vergleich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität einzelner Subgruppen. Die Validität des

SF-36 Fragebogens wurde mehrfach geprüft und zeigte in der oben beschriebenen deutschen Normstichprobe mit einer internen Konsistenz (als Maß für die Reliabilität) in Abhängigkeit der betrachteten Subskala Cronbachs-alpha-Werte zwischen 0,57 (allgemeine Gesundheitswahrnehmung) und 0,94 (emotionale Rollenfunktion).

Die acht Subskalen des SF-36-Fragebogens und die entsprechende Zuteilung zu den Summenskalen sind in Tabelle 1 dargestellt.

Konzepte	Item-Anzahl	Anzahl der Stufen	Beschreibung des Konzeptes
<b>Körperliche Funktionsfähigkeit (PHS)</b>	10	21	Ausmaß, in dem der Gesundheitszustand körperliche Aktivitäten, wie Selbstversorgung, Gehen, Treppensteigen, Bücken, Heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten beeinträchtigt
<b>Körperliche Rollenfunktion (PHS)</b>	4	5	Ausmaß, in dem der körperliche Gesundheitszustand die Arbeit oder andere tägliche Aktivitäten beeinträchtigt, z.B. weniger schaffen als gewöhnlich, Einschränkungen in der Art der Aktivitäten, oder Schwierigkeiten, bestimmte Aktivitäten auszuführen
<b>Körperliche Schmerzen (PHS)</b>	2	11	Ausmaß an Schmerzen und Einfluss der Schmerzen auf die normale Arbeit, sowohl im, als auch außerhalb des Hauses
<b>Allgemeine Gesundheitswahrnehmung (PHS)</b>	5	21	Persönliche Beurteilung der Gesundheit, einschl. aktueller Gesundheitszustand, zukünftige Erwartungen und Widerstandsfähigkeit gegenüber Erkrankungen
<b>Vitalität (MHS)</b>	4	21	Sich energiegeladen und voller Schwung fühlen, versus müde und erschöpft
<b>Soziale Funktionsfähigkeit (MHS)</b>	2	9	Ausmaß, in dem die körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme normale soziale Aktivitäten beeinträchtigen
<b>Emotionale Rollenfunktion (MHS)</b>	3	4	Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit oder andere tägl. Aktivitäten, beeinträchtigen – unter anderem weniger Zeit aufbringen, weniger schaffen und nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten
<b>Psychisches Wohlbefinden (MHS)</b>	5	26	Allgemeine psychische Gesundheit, einschl. Depression, Angst, emotionale und verhaltensbezogene Kontrolle, allgemeine positive Gestimmtheit
<b>Veränderung der Gesundheit</b>	1	5	Beurteilung des aktuellen Gesundheitszustandes im Vergleich zum vergangenen Jahr

Tabelle 1

**SF-36 Fragebogen; Subskalen- und Summenskalenbeschreibung**

Abk.: PHS- *Physical Health Scale* (Physische Summenskala); MHS – *Mental Health Scale* (Psychische Summenskala)

### 4.3 Barthel-Index

Der Barthel-Index ist ein Verfahren zur Bewertung der Selbstversorgungsfähigkeit im Alltag. Entwickelt wurde der Barthel-Index von Mahoney und Barthel 1965 und etablierte sich weltweit aufgrund der hohen Aussagekraft und schnellen sowie einfachen Durchführbarkeit (Mahoney and Barthel, 1965). In Abhängigkeit der Testfrage erfolgt eine Vergabe von 0 bis 15 Punkten (vgl. Tabelle 2), wobei eine höhere Punktzahl immer mit einer besseren Selbstständigkeit gleichzusetzen ist. Vollständige Eigenständigkeit entspricht 100 Punkten, vollständige Pflegebedürftigkeit 0 Punkten. Im Rahmen der Telefoninterviews wurde zur Erfassung der postoperativen Pflegbedürftigkeit und Selbstständigkeit der Patienten die Bestimmung des Barthel Index durchgeführt.

<i>Item</i>	<b>Antwortmöglichkeit</b>	<b>Punktzahl</b>
<b>Essen und Trinken</b>	Nicht möglich	0
	Mit Unterstützung	5
	Selbstständig	10
<b>Umsteigen aus Rollstuhl ins Bett und umgekehrt</b>	Nicht möglich	0
	Erhebliche Hilfe nötig	5
	Aufsicht oder geringe Hilfe	10
	Selbstständig	15
<b>Persönliche Pflege</b>	Mit Unterstützung	0
	Selbstständig	5
<b>Benutzung der Toilette</b>	Nicht möglich	0
	Mit Unterstützung	5
	Selbstständig	10
<b>Baden/Duschen</b>	Mit Unterstützung	0
	Selbstständig	5
<b>Gehen auf ebenem Untergrund</b>	Nicht möglich	0
	Mit Hilfe <50m	5
	Mit Hilfe >50m	10
	Ohne Hilfe >50m	15
<b>Treppen auf- und absteigen</b>	Nicht möglich	0
	Mit Unterstützung	5
	Selbstständig	10
<b>An- und Ausziehen</b>	Nicht möglich	0
	Mit Unterstützung	5
	Selbstständig	10
<b>Stuhlkontrolle</b>	Nicht möglich	0
	Mit Unterstützung	5
	Selbstständig	10
<b>Harnkontrolle</b>	Nicht möglich	0
	Mit Unterstützung	5
	Selbstständig	10

Tabelle 2

**Barthel-Index;** angegeben sind die Items des Barthel-Index und die jeweils zu vergebende Punktzahl

#### 4.4 Eigene Fragen

Zusätzlich zu der Patientenbefragung mittels SF-36 Fragebogen und Barthel Index wurden eigene Fragen entwickelt, welche ebenfalls im Rahmen der Telefoninterviews gestellt wurden. Krankheitsspezifische und den Alltag betreffende Aspekte sollte hierdurch im Einzelnen erfasst werden und zusätzlich mögliche Erklärungsansätze für das Abschneiden der Patienten bei der Befragung liefern. Bei diesen Fragen standen insbesondere der Verlauf der beruflichen Tätigkeit, der Kopfschmerzen, der Epilepsie sowie der Aphasie im Vordergrund.

#### 4.5 Statistik

Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe von SPSS für Windows, Version 19.0 (SPSS Inc., U.S.A.) durchgeführt. Die Darstellung der kontinuierlichen Variablen erfolgte als Mittelwerte und Mediane, während die Streumaße als Standardabweichungen angegeben wurden. Die Berechnung der körperlichen und psychischen *Summenscores* des SF-36 Fragebogens erfolgte mit der standardisierten und validierten Auswertungssoftware des Hogrefe-Verlages. Hierbei wurden die erhobenen 36 *Items* entsprechend der Vorgaben kodiert und mittels SPSS bearbeitet. Die kontinuierlichen Variablen wurden mittels des Shapiro-Wilk-Tests hinsichtlich ihrer Normalverteilung überprüft. Die getesteten Variablen wiesen keine Normalverteilung auf ( $p < 0,05$ ). Bei den Vergleichen der Stichproben wurden durchgehend nichtparametrische Tests für nicht normalverteilte Stichproben herangezogen. Bei dem Vergleich von zwei unabhängigen, nicht normalverteilten Stichproben wurde der Mann-Whitney U Test und bei mehr als zwei unabhängigen, nicht normalverteilten Stichproben der H-Test nach Kruskal und Wallis angewendet. Beim Vergleich von zwei verbundenen, nicht normalverteilten Stichproben wurde der Wilcoxon-Test verwendet, dagegen bei dem Vergleich von mehr als zwei verbundenen, nicht normalverteilten Stichproben der Friedman-Test. Bei allen durchgeführten Tests erfolgte eine zweiseitige Signifikanzüberprüfung, wobei für alle statistischen Tests ein  $p$ -Wert  $< 0,05$  als statistisch signifikant angenommen wurde. Die kategorisierten Daten wurden grafisch mit Hilfe von einfachen und gruppierten Balkendiagrammen dargestellt.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Soziodemographische Merkmale des Gesamtkollektivs

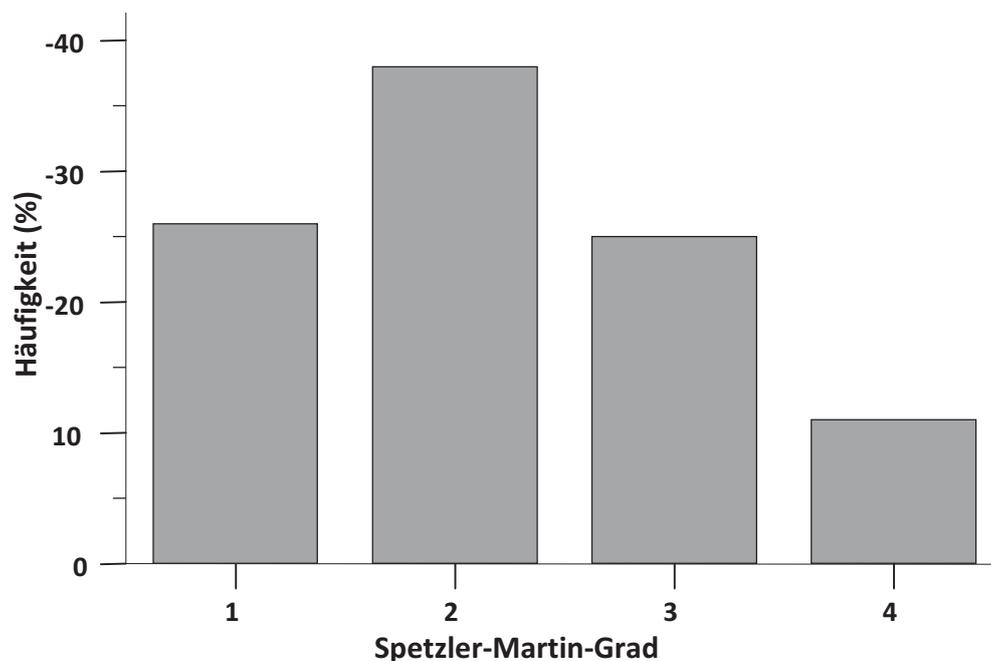
Von den 110 Patienten waren  $n = 65$  Männer und  $n = 45$  Frauen. Mit 59,1% der Patienten waren Männer etwas häufiger betroffen als Frauen. Das Durchschnittsalter bei Operation betrug  $39 \pm 17$  Jahre. 86,8% ( $n = 92$ ) der Patienten waren deutscher Nationalität. 55,7% ( $n = 61$ ) der Patienten waren verheiratet. Ein abgeschlossenes Hochschulstudium wiesen 26,9% ( $n = 21$ ) der Patienten auf. 55,1% ( $n = 43$ ) gingen einem Ausbildungsberuf nach. 3,8% ( $n = 3$ ) der Patienten waren arbeitslos.

### 5.2 Krankheitsspezifische Merkmale der Studienpopulation

Die krankheitsspezifischen Merkmale der Studienpopulation sind in Tabelle 3 auf Seite 35 dargestellt. 109 der untersuchten Patienten hatten eine solitäre AVM und nur ein Patient litt an multifokalen cerebralen arteriovenösen Malformationen. Bei jeweils 47,3% der Patienten ( $n = 52$ ) war die arteriovenöse Malformation in der linken bzw. rechten Hemisphäre lokalisiert. Bei 5,5% ( $n = 6$ ) der untersuchten Patienten betraf die AVM beide Hemisphären. 80,7% der cerebralen arteriovenösen Malformationen waren auf die Kortexregion beschränkt. 9,3% der AVMs betrafen das Cerebellum. Nur ein kleiner Anteil der arteriovenösen Malformationen war im Bereich des Thalamus, der Pons oder Capsula interna lokalisiert.

Die Größe des Nidus betrug im Durchmesser bei 50% ( $n = 55$ ) Patienten weniger als fünf Zentimeter, bei 36,4% ( $n = 40$ ) Patienten lag sie zwischen drei bis sechs Zentimeter und bei 13,6% der Patienten ( $n = 15$ ) über sechs Zentimeter. Die Bestimmung der arteriellen Versorgung der arteriovenösen Malformation zeigte eine Beteiligung der Arteria cerebri media in 45,5% ( $n = 50$ ) der Fälle. Ebenfalls sehr häufig an der Versorgung der AVM waren die Arteria cerebri posterior (30%;  $n = 33$ ) und anterior (22,7%;  $n = 25$ ) beteiligt. 44,2% der Patienten ( $n = 49$ ) hatten eine zweifache arterielle Versorgung, in 6,3% ( $n = 7$ ) speisten drei arterielle Gefäße die Malformation. Die venöse Drainage erfolgte in 76,2% ( $n = 84$ )

oberflächlich. In 48,2% (n = 53) erfolgte die venöse Drainage über ein Gefäß, in 36,4% der Fälle (n = 40) konnten zwei venöse Gefäße identifiziert werden. Wie bereits oben erwähnt, dient der Spetzler-Martin-Grad der Einschätzung des operativen Risikos bei Patienten mit AVM. Grad fünf hat mit einer Größe von > 6 cm, einer eloquenten Lage sowie einer tiefen Drainage das höchste operative Risiko. Die Häufigkeitsverteilung der Spetzler-Martin-Grade des vorliegenden Kollektivs ist in Abbildung 1 dargestellt. 29 Patienten (26,4%) konnten Grad 1, 42 Patienten (38%) Grad 2 und 27 Patienten (25%) Grad 3 zugeordnet werden. Nur 12 Patienten (11%) wiesen das zweithöchste perioperative Risiko mit Grad 4 auf. Innerhalb des von uns untersuchten Gesamtkollektivs war Grad 5 nicht vertreten. Dieses erklärt sich v.a. durch das deutlich erhöhte Operationsrisiko, so dass eine chirurgische Behandlungsoption bei diesen Patienten abgelehnt worden war.



**Abb. 1** Häufigkeitsverteilung in Prozent der einzelnen Spetzler-Martin-Grade (1-4) der Patienten mit cerebralen arteriovenösen Malformationen

43,6% (n = 48) der Patienten erhielten aufgrund der Größe und Lokalisation der cerebralen AVM zunächst eine endovaskuläre Embolisation, nachfolgend wurde die endgültige neurochirurgische Operation durchgeführt. Alle übrigen Patienten wurden primär einem operativen Therapieverfahren zugeführt. Bei 30 Patienten

(27,3%) musste die Operation notfallmäßig durchgeführt werden. Insgesamt verstarben 2 Patienten direkt postoperativ während des stationären Aufenthaltes. Beide Patienten waren aufgrund der schweren intracerebralen Blutung bereits komatös in das Krankenhaus eingeliefert worden. Die durchschnittliche stationäre Liegedauer betrug 17 Tage. Eine intracerebrale Blutung lag präoperativ bei 58,2% (n = 64) der Patienten vor. Eine Aphasie lag präoperativ bei 19 Patienten (17,3%) der Patienten vor. 84,2% davon präsentierten sich als motorische Aphasie. Nach erfolgter Operation litten 23 Patienten (22,3%) an einer Aphasie, 69,6% davon waren motorische Aphasien. 39 Patienten (35,5%) gaben an, präoperativ mindestens einen epileptischen Anfall erlitten zu haben. Davon hatten 32 Patienten (82%) einen generalisierten Krampfanfall. Bei 30,8% der Patienten mit präoperativ epileptischem Geschehen trat das Anfallsleiden einmalig auf, bei 69,2% rezidivierend. 29 Patienten (74,4%) mit präoperativer Epilepsie standen zum Zeitpunkt der Operation unter antikonvulsiver Therapie. Mit 34,5% wurde Carbamazepin am häufigsten angewandt, gefolgt von Phenytoin (20,7%) und Valproinsäure (17,2%). Während des postoperativen stationären Aufenthaltes erlitten 13,6% der Patienten einen epileptischen Anfall.

In der neurologischen Statuserhebung wurde präoperativ ein fokales neurologisches Defizit bei 30 Patienten (27,3%) festgestellt. Bei Entlassung wiesen 32 der Patienten (29,1%) ein fokales neurologisches Defizit auf. Kopfschmerzen schilderten bei Aufnahme in das Krankenhaus 56 Patienten (50,9%). Bei der Hälfte der Patienten hatten sich die Kopfschmerzen innerhalb der letzten Tage entwickelt. 27 Patienten (24,5%) gaben einen chronischen Kopfschmerz seit Monaten bzw. Jahren an. Bei allen Patienten wurde bei Aufnahme im Krankenhaus die *Glasgow Coma Scale* (GCS) zur Abschätzung der Bewusstseinsstörung erhoben. Hier lag eine Punktzahl von <15 Punkten bei 24 (22%) der Patienten vor. Eine schwere Bewusstseinsstörung bzw. ein Koma entsprechend einer GCS von < 9 lag bei 12 Patienten (11%) vor. Die *Glasgow Coma Scale* wurde ebenfalls bei Entlassung der Patienten bestimmt. Hier erreichten 20 Patienten (18,2%) weniger als 15 Punkte. Bei 7 Patienten (6,4%) war das Bewusstsein schwer eingeschränkt (< 9 Punkte).

### **5.3 Krankheitsspezifische Merkmale der Studienpopulation bei Befragung (*Follow-up* Kollektiv)**

53 der 110 Patienten (48,2%) konnten im Rahmen einer *Follow-up* Untersuchung telefonisch erreicht und zu der aktuellen Situation ihres Gesundheitszustandes befragt werden. Wie bereits oben erwähnt standen jedoch nicht alle Patientin zur Durchführung des vollständigen Interviews zur Verfügung, so dass die teilnehmende Patientenzahl des *Follow-up* Kollektivs (n) differiert.

#### **Epilepsie**

17 Patienten des *Follow-up* Kollektivs (32,1%) litten präoperativ an einer Epilepsie. 38,5% dieses Kollektivs waren zum Zeitpunkt der Befragung unter antikonvulsiver Therapie völlig anfallsfrei. 19,2% zeigten ohne medikamentöse Therapie Anfallsfreiheit. 30,8% litten postoperativ unter insgesamt maximal 3 Anfallstagen. 11,5% gaben lediglich noch isolierte Auren an. Bei der an die Engel Klassifikation angelehnten Befragung zur subjektiv empfundenen postoperativen Entwicklung des Krampfleidens schilderten 11 der 17 Patienten (64,7%) eine lohnenswerte Verbesserung (Engel 1-2, keine oder seltene epileptische Anfälle), 3 Patienten (17,6%) schilderten keine lohnenswerte Veränderung und 3 Patienten (17,6%) beschrieben eine Verschlechterung. Bei 6 der 34 Patienten (17,6%), die präoperativ keinen epileptischen Anfall erlitten hatten, trat ein epileptisches Geschehen erstmalig nach der Operation auf.

#### **Fokal neurologische Defizite**

Bleibende Lähmungserscheinungen im Bereich der Extremitäten gaben 18 Patienten (35,3%) an; 6 Patienten (11,8%) litten an einer Hemiparese, 12 Patienten (23,5%) hatten Lähmungen im Bereich einzelner Extremitäten. 64,7% der befragten Patienten verneinten jegliche Lähmungserscheinungen. Betrachtet man isoliert die Patienten des *Follow-up* Kollektivs, welche keine rupturierte AVM präoperativ hatten, gaben 5 von 24 Patienten (20,8%) bei Befragung fokal neurologische Defizite an.

## **Kopfschmerzen**

30 Patienten (58,9%) der *Follow-up* Gruppe gaben bei stationärer Aufnahme Kopfschmerzen an. Die Befragung nach dem Verlauf des Kopfschmerzes zeigte, dass dieser bei 13 Patienten (25,5%) chronifiziert war. 5 der 13 Patienten (38,5%) gaben bei der Befragung eine Verbesserung der chronifizierten Symptomatik im weiteren postoperativen Verlauf, 7 Patienten (53,8%) keine Veränderung und 1 Patient (7,7%) Verschlechterung an.

## **Barthel-Index bei Befragung**

Die Erfassung des Barthel-Index als Maß für die Pflegebedürftigkeit bzw. Selbstständigkeit der Patienten, ergab einen Mittelwert von  $97,69 \pm 9,8$  Punkten. 48 Patienten (94,1%) erreichten die maximale Punktzahl von 100. Dieses entspricht einer vollständigen Eigenständigkeit im Alltag. 3 Patienten (5,8%) erreichten eine Punktzahl von kleiner 75.

## **Veränderung der beruflichen Situation**

25 Patienten (49%) der befragten Patienten konnten nach der Operation ohne Einschränkung ihrer früheren beruflichen Tätigkeit nachgehen. 6 Patienten (11,8%) konnten nur in Teilzeit ihre ursprüngliche berufliche Tätigkeit ausüben. 5 Patienten (9,8%) gingen zum Zeitpunkt der Befragung einer anderen beruflichen Tätigkeit nach. 6 Patienten (11,8%) waren arbeitslos und 9 Patienten (17,6%) berentet.

## **5.4 Vergleich der epidemiologischen und krankheitsbezogenen Daten des *Follow-up* Kollektivs mit denen des Gesamtkollektivs**

Der Vergleich zwischen dem *Follow-up* Kollektiv und dem Gesamtkollektiv soll signifikante Selektionsfehler bezüglich der *Follow-up* Kohorte aufdecken (vgl. Tabelle 3).

Die epidemiologischen (Alter/ Geschlecht) und die meisten krankheitsbezogenen Daten (Spetzler-Martin-Grad, cerebrale Blutung, fokale neurologische Defizite bei

Aufnahme und Entlassung, Dauer des stationären Aufenthaltes, etc.) beider Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant. Einzig in Bezug auf die mittels GCS-beurteilte Bewusstseinsstörung bei Entlassung erreichte das Befragungskollektiv ein signifikant besseres Ergebnis als die Gesamtkohorte ( $p = 0,06$ ). Zudem waren linkshemisphärische AVMs mit 54,9% in der Gruppe der telefonisch befragten Patienten überrepräsentiert ( $p = 0,04$ ). Insgesamt gesehen, ist ein Rückschluss von den Ergebnissen der *Follow-up* Kohorte auf das Gesamtkollektiv möglich.

Patientencharakteristika	Gesamtkohorte (n = 110)	<i>Follow-up</i> Kohorte – Eingangsvariablen (n = 53)	Signifi- kanz
Alter (Jahren)	39 ±17	40 ±16	ns
Geschlecht (m/ w)	65/45 (59,1% m)	30/23 (56,6 % m)	ns
GCS bei Aufnahme < 15	24 (21,8%)	9 (17%)	ns
GCS bei Entlassung < 15	20 (18,2%)	5(9,4%)	<b>p = 0,06</b>
Aphasie bei Aufnahme	19 (17,3%)	10 (18,8%)	ns
Aphasie bei Entlassung	23 (20,9%)	10 (18,8%)	ns
Hemiparese bei Aufnahme	29 (26,4%)	14 (26,4%)	ns
Hemiparese bei Entlassung	32 (29,1%)	16 (30,2%)	ns
Epilepsie in der Vorgeschichte	39 (35,5%)	17 (32%)	ns
Blutung	64 (58,2%)	26 (49%)	ns
Chronische Kopfschmerzen in der Vorgeschichte	27 (24,5%)	13 (24,5%)	ns
Seite der betroffenen Hemisphäre (links/rechts/Mittellinie)	52/ 52/ 6	22/ 28/ 3	<b>p = 0,04</b>
Spetzler-Martin-Grad 1, 2, 3, 4 (%)	26%, 38%, 25%, 11%	26%, 38%, 28%, 9%	ns
Notfalloperation	30 (27,3%)	12 (23,5%)	ns
Präoperative Embolisation	48 (43,6%)	22 (43,1%)	ns
Krankenhausverweildauer (Tagen)	17	16	ns

Tabelle 3

**Die epidemiologischen und klinischen Daten der Gesamtkohorte sowie des *Follow-up* Kollektivs** der Patienten mit cerebralen arteriovenösen Malformationen; Darstellung signifikanter Unterschiede beider Kollektive, **Abk.:** m =männlich, w =weiblich, GCS =*Glasgow Coma Scale*, n = Anzahl, ns =nicht signifikant

## 5.5 Postoperative gesundheitsbezogenen Lebensqualität des *Follow-up* Kollektivs anhand der SF- 36 Subskalen; Vergleich des *Follow-up* Kollektivs mit der deutschen Normpopulation

Die innerhalb der einzelnen Subskalen erreichten Mittelwerte des Gesamt *Follow-up* Kollektivs, sowie für Männer und Frauen getrennt, werden im Nachfolgenden dargestellt. Zudem wird das *Follow-up* Kollektiv nach Geschlechtern getrennt mit der o.g. deutschen Normalpopulation verglichen (Ellert und Bellach, 1999).

### Körperliche Funktionsfähigkeit

Die Skala der körperlichen Funktionsfähigkeit beschreibt den Einfluss des Gesundheitszustandes auf körperliche Aktivitäten wie Selbstversorgung, Gehen, Treppensteigen, Bücken, Heben und mittelschwere oder anstrengende Tätigkeiten. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 4 dargestellt. Den niedrigsten Wert von 0 erreichten 2 Patienten, den höchsten Wert von 100 erreichten 25 Patienten. Geschlechterunabhängig bewerteten die Patienten ihre körperliche Leistungsfähigkeit im Mittel mit 81,4 ( $\pm$  29,4). Der Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Patienten war mit jeweils 81,7 ( $\pm$  29,3) und 80,9 ( $\pm$  30,3) statistisch nicht signifikant. Die in unserer Studie befragten Männer und Frauen bewerteten ihre körperliche Funktionsfähigkeit im Durchschnitt etwas geringer als die Männer (88,8  $\pm$  18,5) und Frauen (82,8  $\pm$  22,2) der deutschen Normalpopulation (Ellert und Bellach, 1999). Dieser Unterschied wies keine statistische Signifikanz auf.

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Median	Minimum	Maximum	n
<b>Gesamt <i>Follow-up</i> Kollektiv</b>	81,4	29,4	95	0	100	51
<b><i>Follow-up</i> Kollektiv männlich</b>	81,7	29,3	100	0	100	29
<b><i>Follow-up</i> Kollektiv weiblich</b>	80,9	30,3	95	0	100	22
<b>Normalpopulation männlich<sup>§</sup></b>	88,8	18,5	95	0	100	3391
<b>Normalpopulation weiblich<sup>§</sup></b>	82,8	22,2	90	0	100	3573
<b>Gesamt Normalpopulation<sup>§</sup></b>	85,5		90	0	100	6964

Tabelle 4

**Subskala: körperliche Funktionsfähigkeit;** Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive, § dt. Normalpopulation aus Ellert und Bellach, 1999

## Körperliche Rollenfunktion

Die körperliche Rollenfunktion zeigt das Ausmaß an, in dem der körperliche Gesundheitszustand die Arbeit oder alltägliche Aktivitäten beeinträchtigt. Zusätzlich werden Schwierigkeiten bei der Ausführung bestimmter Aktivitäten aufgedeckt. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 5 dargestellt. Der niedrigste zu belegende Wert von 0 wurde insgesamt von 11 Patienten erreicht. Den höchsten Wert von 100 erreichten 31 Patienten. Geschlechterunabhängig wurde die körperliche Rollenfunktion mit 70,8 bei einer Standardabweichung von 41,3 beurteilt. Frauen bewerteten dabei die körperliche Rollenfunktion mit  $57,6 \pm 44,2$  signifikant schlechter als Männer ( $81 \pm 36,4$ ) ( $p = 0,03$ ). Die erreichten Punktzahlen des Gesamt *Follow-up* Kollektivs unterschieden sich nicht signifikant von der deutsche Normalpopulation.

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Median	Minimum	Maximum	n
<b>Gesamt <i>Follow-up</i> Kollektiv</b>	70,7	41,3	100	0	100	52
<b><i>Follow-up</i> Kollektiv männlich</b>	81,0	36,4	100	0	100	29
<b><i>Follow-up</i> Kollektiv weiblich</b>	57,6	44,2	75	0	100	23
<b>Normalpopulation männlich<sup>§</sup></b>	85,5	30,0	100	0	100	3391
<b>Normalpopulation weiblich<sup>§</sup></b>	79,2	34,8	100	0	100	3573
<b>Gesamt Normalpopulation<sup>§</sup></b>	82,4		100	0	100	6946

**Tabelle 5**

**Subskala : körperliche Rollenfunktion**, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive, § dt. Normalpopulation aus Ellert und Bellach, 1999

## Körperliche Schmerzen

Die Skala „körperliche Schmerzen“ beschreibt das Ausmaß der Schmerzen generell und den Einfluss der Schmerzen auf die normale Arbeit, sowohl im, als auch außerhalb des Hauses. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 6 dargestellt.

Kein Patient bewertete die körperlichen Schmerzen mit dem niedrigsten Wert 0, minimal wurden 22 Punkte erreicht. Den höchsten Wert von 100 erreichten 29 Patienten (55,8%). Der Mittelwert des Gesamt *Follow-up* Kollektivs betrug 77,3 bei einer Standardabweichung von 29,2. Männer bewerteten die körperlichen Schmerzen im Mittel mit  $83 \pm 26$  und gaben damit im Durchschnitt höhere Werte an als Frauen ( $70,1 \pm 32$ ). Im Vergleich mit der deutschen Normalpopulation bewerteten männliche und weibliche Patienten die Einschränkung ihres Alltages durch „körperlichen Schmerzen“ geringer. Die erreichten Werte des *Follow-up* Kollektivs und der Normalbevölkerung unterschieden sich signifikant ( $p = 0,03$ ).

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Median	Minimum	Maximum	n
<b>Gesamt <i>Follow-up</i> Kollektiv</b>	77,3	29,2	100	10	100	52
<b><i>Follow-up</i> Kollektiv männlich</b>	83,0	26,0	100	22	100	29
<b><i>Follow-up</i> Kollektiv weiblich</b>	70,1	31,9	72	10	100	23
<b>Normalpopulation männlich<sup>§</sup></b>	71,0	25,3	72	0	100	3391
<b>Normalpopulation weiblich<sup>§</sup></b>	63,9	25,9	62	0	100	3573
<b>Gesamt Normalpopulation<sup>§</sup></b>	67,5			0	100	6946

**Tabelle 6**

**Subskala: körperliche Schmerzen**, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive, § dt. Normalpopulation aus Ellert und Bellach, 1999

## Allgemeine Gesundheitswahrnehmung

Die allgemeine Gesundheitswahrnehmung gibt Aufschluss über die individuelle Beurteilung der Gesundheit. Hierzu gehören insbesondere der aktuelle Gesundheitszustand, die allgemeinen zukünftigen subjektiven Erwartungen an die Gesundheit, sowie die Widerstandsfähigkeit gegenüber weiteren Erkrankungen. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 7 dargestellt.

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Median	Minimum	Maximum	n
<b>Gesamt <i>Follow-up</i> Kollektiv</b>	65,8	26,9	75	10	100	51
<i>Follow-up</i> Kollektiv männlich	70,7	26,6	82	10	100	28
<i>Follow-up</i> Kollektiv weiblich	59,9	26,6	57	15	100	23
Normalpopulation männlich <sup>§</sup>	66,8	17,6	67	0	100	3391
Normalpopulation weiblich <sup>§</sup>	66,0	18,7	67	0	100	3573
<b>Gesamt Normalpopulation<sup>§</sup></b>	66,4		67	0	100	6964

Tabelle 7

**Subskala: allgemeine Gesundheitswahrnehmung**, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive, § dt. Normalpopulation aus Ellert und Bellach, 1999

Der geschlechterunabhängige Mittelwert nach Auswertung dieser Skala lag bei 65,8 bei einer Standardabweichung von 26,9. Mit einem Mittelwert von  $70,7 \pm 26,6$  bewerteten die männlichen Patienten ihre subjektive Gesundheitserwartung positiver als die weiblichen Patienten ( $59,9 \pm 26,6$ ). Dieser Unterschied erreichte nicht das Niveau der Signifikanz. Im Vergleich zu der Normalpopulation der Bundesumfrage zeigten Männer ein geringfügig besseres Ergebnis (3,9 Punkte), während die durch uns befragten Frauen im Durchschnitt ihren allgemeinen Gesundheitszustand mit 6,2 Punkten weniger gut beurteilten. Eine statistische Signifikanz lag nicht vor.

## Vitalität

Die Skala der Vitalität gibt eine Einschätzung darüber wider, ob sich die Patienten zum Zeitpunkt der Befragung energiegeladen und voller Schwung oder eher müde und erschöpft gefühlt haben. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 8 dargestellt. Der geschlechterunabhängige Mittelwert der Skala „Vitalität“ lag bei 58 Punkten bei einer Standardabweichung von 21,4.

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Median	Minimum	Maximum	n
<b>Gesamt <i>Follow-up</i> Kollektiv</b>	58,0	21,4	60	10	100	51
<i>Follow-up</i> Kollektiv männlich	60,9	21,4	62,5	10	100	28
<i>Follow-up</i> Kollektiv weiblich	54,6	21,3	60	10	100	23
Normalpopulation männlich <sup>§</sup>	62,6	17,0	65	0	100	3391
Normalpopulation weiblich <sup>§</sup>	57,6	18,3	60	0	100	3573
<b>Gesamt Normalpopulation<sup>§</sup></b>	60,1		60	0	100	6964

**Tabelle 8**

**Subskala: Vitalität**, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive, § dt. Normalpopulation aus Ellert und Bellach, 1999

Auch hier bewerteten die weiblichen Patienten die aktuelle Situation schlechter als die männlichen ( $54,6 \pm 21,3$  vs.  $60,9 \pm 21,4$ ). Dieser Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant. Im geschlechtergetrennten Vergleich mit der deutschen Normalpopulation erreichten sowohl Männer als auch Frauen eine niedrigere Punktzahl. Der Unterschied war jeweils nicht statistisch signifikant.

## Soziale Funktionsfähigkeit

Das Ausmaß, in dem die körperliche Gesundheit oder emotionale Probleme die normalen sozialen Aktivitäten (Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn und zum Bekanntenkreis unter dem Einfluss seelischer Probleme) beeinträchtigen, wird durch die Skala soziale Funktionsfähigkeit beschrieben. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 9 dargestellt. Hierbei wurde geschlechterunabhängig ein Mittelwert von 80,4 bei einer Standardabweichung von 27,2 erreicht. Die meisten Patienten erreichten einen Wert von 100 (56,9%). Der Unterschied in der Vitalität war zwischen den in dieser Studie befragten männlichen ( $84,8 \pm 21,6$ ) und weiblichen Patienten ( $75 \pm 32,4$ ) nicht statistisch signifikant. Der Vergleich mit dem Kollektiv der deutschen Bundesumfrage zeigte bei Männern und Frauen keine signifikant niedrigere Punktzahl.

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Median	Minimum	Maximum	n
<b>Gesamt <i>Follow-up</i> Kollektiv</b>	80,4	27,2	100	0	100	51
<b><i>Follow-up</i> Kollektiv männlich</b>	84,8	21,6	100	38	100	28
<b><i>Follow-up</i> Kollektiv weiblich</b>	75,0	32,4	100	0	100	23
<b>Normalpopulation männlich<sup>§</sup></b>	88,6	21,2	100	0	100	3391
<b>Normalpopulation weiblich<sup>§</sup></b>	84,2	21,2	100	0	100	3573
<b>Gesamt Normalpopulation<sup>§</sup></b>	86,4		100	0	100	6964

**Tabelle 9**

**Subskala: soziale Funktionsfähigkeit**, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive, § dt. Normalpopulation aus Ellert und Bellach, 1999

## Emotionale Rollenfunktion

Das Ausmaß, in dem emotionale Probleme die Arbeit oder andere täglichen Aktivitäten, beeinträchtigen wird mit dieser Skala beschrieben. Hierbei geht es insbesondere um die Effektivität der geleisteten Arbeit.

Eine geringe Punktzahl zeigt an, dass sich Probleme der Gefühlswelt negativ auf die Arbeitswelt und Alltagsaktivitäten aus, so dass entsprechenden Aufgaben weniger Zeit als gewöhnlich gewidmet und Aufgaben auch mit einer geringeren Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit ausgeführt werden als dies für gewöhnlich der Fall ist. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 10 dargestellt.

Der Mittelwert beider Geschlechter zusammen lag bei 75,5 bei einer Standardabweichung von 43,5. Die männlichen Patienten bewerteten sich im Hinblick auf die emotionale Rollenfunktion signifikant nicht besser als die weiblichen Patienten (76,9 ± 43,0 vs. 73,9 ± 44,9).

Im Vergleich zu der Bundesumfrage erreichten sowohl Männer als auch Frauen geringere Werte. Die erreichten Werte des *Follow-up* Kollektivs und der Normalbevölkerung unterschieden sich signifikant ( $p = 0,04$ ).

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Median	Minimum	Maximum	n
<b>Gesamt <i>Follow-up</i> Kollektiv</b>	75,5	43,5	100	0	100	49
<b><i>Follow-up</i> Kollektiv männlich</b>	76,9	43,0	100	0	100	26
<b><i>Follow-up</i> Kollektiv weiblich</b>	73,9	44,9	100	0	100	23
<b>Normalpopulation männlich<sup>§</sup></b>	91,6	23,8	100	0	100	3391
<b>Normalpopulation weiblich<sup>§</sup></b>	86,7	29,1	100	0	100	3573
<b>Gesamt Normalpopulation<sup>§</sup></b>	89,2		100	0	100	6964

Tabelle 10

**Subskala: emotionale Rollenfunktion, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive, § Normalpopulation aus Ellert und Bellach, 1999**

## Psychisches Wohlbefinden

Die allgemeine psychische Gesundheit, einschließlich Depression, Angst, emotionale und verhaltensbezogene Kontrolle, werden durch die Skala psychisches Wohlbefinden erfasst. Hinzu kommt die allgemeine positive Gestimmtheit der Patienten. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 11 dargestellt.

	Mittelwert	Standard- Abweichung	Median	Minimum	Maximum	n
<b>Gesamt <i>Follow-up</i> Kollektiv</b>	69,4	20,0	72	12	100	51
<i>Follow-up</i> Kollektiv männlich	69,8	19,5	74,7	20	96	28
<i>Follow-up</i> Kollektiv weiblich	68,9	21,0	68	12	100	23
Normalpopulation männlich <sup>§</sup>	75,2	15,3	76	0	100	3391
Normalpopulation weiblich <sup>§</sup>	69,8	17,6	72	0	100	3573
<b>Gesamt Normalpopulation<sup>§</sup></b>	72,5		72	0	100	6964

Tabelle 11

**Subskala: psychisches Wohlbefinden**, Erreichte Mittelwerte der einzelnen Kollektive, § Normalpopulation aus Ellert und Bellach, 1999

Der geschlechterunabhängige Mittelwert lag bei 69,4 bei einer Standardabweichung von 20,0. Der Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Patienten war mit jeweils 69,8 ( $\pm$  19,5) und 68,9 ( $\pm$  21,0) nicht statistisch signifikant. Im Vergleich zu der Normalpopulation der Bundesumfrage schnitten beide Geschlechter nicht signifikant schlechter ab.

## 5.6 Ergebnisse der postoperativen gesundheitsbezogenen Lebensqualität des *Follow-up* Kollektivs

Die Ergebnisse der einzelnen Subskalen des SF-36-Fragebogens können im Rahmen einer weiteren Gliederung und Vereinfachung der Interpretation, zu zwei Summenskalen (körperliche und psychische) zusammengefasst werden (vgl. Absatz 4.2). Auch in diesen Skalen sind Werte von 0-100 möglich, wobei 0 der niedrigsten und 100 der höchsten gesundheitsbezogenen Lebensqualität entspricht. Die einzelnen *Items* der Subskalen werden über die Skalen hinweg nach einem Muster addiert, gewichtet und transformiert.

### Körperliche Summenskala

Die körperliche Summenskala gibt Auskunft über die allgemeine körperliche Gesundheit der Patienten wider. In dem vorliegenden Kollektiv wurde ein Mittelwert von 49,1 bei einer Standardabweichung von 11,0 erreicht. Das errechnete Minimum lag bei 21 die maximal erreichte Punktzahl bei 64. Die Verteilung der erreichten Punktzahlen des Gesamt *Follow-up* Kollektivs ist in Abbildung 2 dargestellt. Im Vergleich mit der deutschen Normalbevölkerung zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

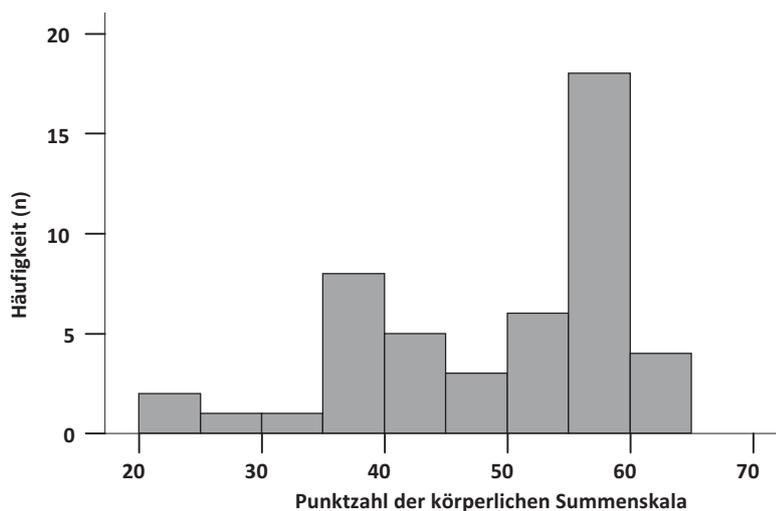


Abb.2 | Graphische Darstellung der Verteilung der erreichten Punktzahlen (Score) des Gesamt *Follow-up* Kollektivs bei der körperlichen Summenskala in absoluten Zahlen

## Psychische Summenskala

Die psychische Summenskala umfasst alle nicht körperlichen Subskalen und beschreibt somit den psychischen Gesundheitszustand der Patienten. In dem in unserer Studie untersuchten Kollektiv wurde ein Mittelwert von 47,5 bei einer Standardabweichung von 11,2 erreicht. Das errechnete Minimum lag bei 21 die maximal erreichte Punktzahl bei 67. Die Verteilung der erreichten Punktzahlen des Gesamt *Follow-up* Kollektivs ist in Abbildung 3 dargestellt. Im Vergleich mit der deutschen Normalpopulation zeigte sich kein signifikanter Unterschied.

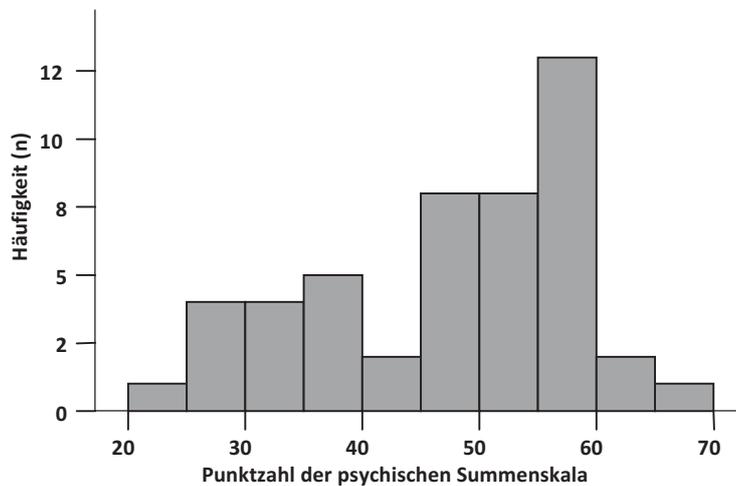


Abb.3 | Graphische Darstellung der Verteilung der erreichten Punktzahlen (Score) des Gesamt *Follow-up* Kollektivs bei der psychischen Summenskala in absoluten Zahlen

## **5.7 Einfluss epidemiologischer und krankheitsspezifischer Merkmale auf die postoperative Lebensqualität**

Im Folgenden werden die innerhalb der körperlichen und psychischen Summenskala erreichten Punktzahlen unterschiedlicher Subkollektive deskriptiv beschrieben und miteinander verglichen.

Die verschiedenen Patientenuntergruppen wurden anhand epidemiologischer und krankheitsspezifischer Merkmale gebildet.

Acht zusätzliche Kollektive konnten gebildet werden.

### **Epidemiologische Merkmale:**

1. Geschlecht (Vergleich Summenskalen und Subskalen)
2. Alter (<40/ ≥40 Jahre)

### **Krankheitsspezifische Merkmale:**

1. Präoperative Blutung (ja/ nein)
2. Spetzler Martin Grad (1-5)
3. Nidusgröße (klein, mittel, groß)
4. präoperativ Epilepsie (ja/nein)
5. GCS Punktzahl bei Klinikeinweisung (=15/ <15)
6. Präoperative Aphasie vor? (ja/ nein)
7. elektive Operation (ja/ nein)

## **Einfluss des Geschlechts auf die körperliche und psychische Summenskala**

Der Durchschnittswert der körperlichen Summenskala der Männer betrug 52,1. Frauen erreichten im Vergleich zu den Männern bei der körperlichen Summenskala einen niedrigeren Wert von 45,5 vor. Der Unterschied war statistisch signifikant ( $p = 0,01$ ). Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 12 und 13 dargestellt. Bezogen auf die psychische Summenskala erreichten die Männer einen Mittelwert von 47,5. Die Punktzahl der psychischen Summenskala der weiblichen Patienten war mit 47,5 annähernd gleich mit der der Männer. Der Unterschied wies keine statistische Signifikanz auf.

Geschlecht	Mittelwert	Standard-Abweichung	Median	Minimum	Maximum	n
Männlich	52,1	10,3	56,7	21	64	26
Weiblich	45,5	10,9	47,1	22	62	22
Insgesamt	49,1	11,0	53,1	21	64	48

Tabelle 12 | Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit des Geschlechts

Geschlecht	Mittelwert	Standard-Abweichung	Median	Minimum	Maximum	n
Männlich	47,5	11,0	51,2	28	67	26
Weiblich	47,5	11,7	48,9	21	62	22
Insgesamt	47,5	11,2	49,8	21	67	48

Tabelle 13 | Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit des Geschlechts

Wie oben beschrieben stellen die Summenskalen eine Zusammenfassung der 8 Subskalen dar. Bei dem Vergleich der körperlichen Summenskala zwischen Männern und Frauen zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied. Um zu untersuchen, ob alle Subskalen oder nur einzelne für diesen Unterschied verantwortlich sind, wurden diese wie oben beschrieben nach Geschlechtern getrennt betrachtet. In allen Subskalen erreichte das männliche Patientenkollektiv höhere Werte. Ein signifikanter Unterschied der Punktzahl zeigte sich nur in der Skala der körperlichen Rollenfunktion ( $p = 0,03$ ). In den anderen Subskalen waren die errechneten Punktunterschiede nicht signifikant. Die Ergebnisse sind in Tabelle 14 dargestellt.

	Körperliche Summenskala				Psychische Summenskala			
	KÖFU	KÖRO	SCHM	AGES	VITA	SOFU	EMRO	PSYCH
Männer	81,7	81,0	83,0	70,7	60,9	84,8	76,9	69,8
Frauen	80,9	57,6	70,1	59,9	54,6	75,0	73,9	68,9
Signifikanz	ns	<b>p = 0,03</b>	ns	ns	ns	ns	ns	Ns

Tabelle 14 | Ergebnisse der einzelnen Subskalen der körperlichen und psychischen Summenskala für Männer/Frauen des *Follow up* Kollektivs  
 Abk.:KÖFU= Körperliche Funktionsfähigkeit; KÖRO= Körperliche Rollenfunktion; SCHM= Körperlicher Schmerz; AGES= Allgemeine Gesundheitswahrnehmung; VITA= Vitalität; SOFU= Soziale Funktionsfähigkeit; EMRO= Emotionale Rollenfunktion; PSYCH= Psychisches Wohlbefinden, ns= nicht signifikant

## **Einfluss des Faktors „Alter“ auf die körperliche und psychische Summenskala**

Patienten die 40 Jahre oder älter waren, wurden mit den Patienten verglichen, die jünger waren. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 15 und 16 dargestellt. Bei den über vierzigjährigen Patienten, zeigte sich in der körperlichen Summenskala ein Mittelwert von  $46,5 \pm 12,6$ . Bei der psychischen Summenskala wurde ein Mittelwert von  $47,1 \pm 11$  berechnet.

Bei den Patienten <40 Jahren zeigte sich verglichen mit der Gruppe  $\geq 40$ -jährigen ein erhöhter Wert bei der körperlichen Summenskala ( $50,8 \pm 8,3$ ;  $p = 0,52$ ) und ein annähernd gleicher Wert in Bezug auf die psychische Summenskala ( $49,1 \pm 11,4$ ;  $p = 0,35$ ). Ein signifikanter Unterschied lag nicht vor.

<b>Alter (Klassiert)</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard- Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>n</b>
<b>&lt;40</b>	50,8	8,3	53,0	35	64	22
<b><math>\geq 40</math></b>	46,5	12,6	52,7	21	59	24
<b>Insgesamt</b>	48,6	10,9	52,7	21	64	46

**Tabelle 15** | **Darstellung der erreichten Mittelwerte der körperlichen Summenskala in Abhängigkeit des Alters (<40 Jahre/  $\geq 40$  Jahre)**

<b>Alter (Klassiert)</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard- Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>n</b>
<b>&lt;40</b>	49,1	11,4	52,0	27	62	22
<b><math>\geq 40</math></b>	47,1	11,0	49,1	21	67	24
<b>Insgesamt</b>	48,0	11,1	50,3	21	67	46

**Tabelle 16** | **Darstellung der erreichten Mittelwerte der psychischen Summenskala in Abhängigkeit des Alters (<40 Jahre/  $\geq 40$  Jahre)**

## **Einfluss einer präoperativen intracerebralen Blutung auf die körperliche und psychische Summenskala**

Bei vielen Patienten wird das initiale Symptom durch eine intracerebrale Blutung verursacht. Eine Blutung kann durch konsekutive neurologische Störungen, den weiteren klinischen Verlauf gravierend beeinflussen, daher wurde der Vergleich zwischen Patienten mit und ohne präoperativ aufgetretener Blutung gestellt. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 17 und 18 dargestellt.

Es zeigten sich keine Unterschiede in der subjektiv empfundenen gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Die erreichten Punktzahlen waren, sowohl die körperliche ( $p = 0,56$ ) als auch die psychische Summenskala ( $p = 0,88$ ) betreffend, waren in beiden Gruppen nahezu identisch und statistisch nicht signifikant.

<b>Blutung</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard- Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>N</b>
<b>Nein</b>	49,6	11,4	55,8	22	62	24
<b>Ja</b>	48,6	10,8	51,2	21	64	24
<b>Insgesamt</b>	49,1	11,0	53,1	21	64	48

**Tabelle 17** | Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit des Vorliegens einer Blutung

<b>Blutung</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard- Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>N</b>
<b>Nein</b>	47,3	11,2	50,1	21	59	24
<b>Ja</b>	47,6	11,4	49,1	28	67	24
<b>Insgesamt</b>	47,5	11,2	49,8	21	67	48

**Tabelle 18** | Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit des Vorliegens einer Blutung

## **Einfluss des Spetzler-Martin-Grades auf die körperliche und psychische Summenskala**

Der Spetzler-Martin-Grad dient der Einschätzung des perioperativen Komplikations-Risikos. Grad 5 war in unserem Kollektiv nicht vertreten. Der Vergleich der körperlichen Summenskala ( $p = 0,99$ ) und der psychischen Summenskalen ( $p = 0,37$ ) in Abhängigkeit des Spetzler-Martin-Grades erbrachte keine signifikanten Unterschiede.

Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 19 und 20 dargestellt.

<b>Spetzler-Martin-Grad</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard-Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>n</b>
<b>1</b>	47,9	13,0	53,6	21	62	12
<b>2</b>	50,5	8,6	52,8	35	64	18
<b>3</b>	49,3	10,9	54,4	28	60	13
<b>4</b>	45,2	18,3	48,3	22	62	4
<b>Insgesamt</b>	49,0	11,1	53,1	21	64	47

Tabelle 19

**Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit des Spetzler-Martin-Grades**

<b>Spetzler-Martin-Grad</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard-Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>n</b>
<b>1</b>	45,9	10,3	46,7	29	59	12
<b>2</b>	49,6	10,2	51,2	28	67	18
<b>3</b>	48,4	11,4	51,1	30	62	13
<b>4</b>	37,7	16,7	36,0	21	58	4
<b>Insgesamt</b>	47,3	11,2	49,7	21	67	47

Tabelle 20

**Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit des Spetzler-Martin-Grades**

## **Einfluss der Nidusgröße auf die körperliche und psychische Summenskala**

Die Größe des Nidus wird indirekt bereits durch den Spetzler-Martin-Grad miterfasst, dennoch ist nachgewiesener Weise die Nidusgröße ein guter Prädiktor für das Blutungsrisiko oder zusätzlich vorliegende neurologische Störungen. Aus diesem Grunde wurde dieser Gesichtspunkt, bezüglich seines Einflusses auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität, separat untersucht.

Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 21 und 22 dargestellt.

Es zeigte sich kein Einfluss der Nidusgröße auf das Ergebnis der körperlichen ( $p = 0,44$ ) oder psychischen Summenskala ( $p = 0,25$ ).

<b>Nidusgröße</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard- Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>N</b>
<b>Klein</b>	47,8	11,2	50,7	21	64	27
<b>Mittel</b>	50,8	11,3	56,3	22	62	18
<b>Groß</b>	49,7	9,4	49,7	43	56	2
<b>Insgesamt</b>	49,0	11,1	53,1	21	64	47

**Tabelle 21** | Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit der Nidusgröße

<b>Nidusgröße</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard- Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>N</b>
<b>Klein</b>	45,6	10,1	47,1	28	59	27
<b>Mittel</b>	49,0	12,9	52,1	21	67	18
<b>Groß</b>	55,5	7,0	55,5	50	60	2
<b>Insgesamt</b>	47,3	11,2	49,7	21	67	47

**Tabelle 22** | Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit der Nidusgröße

## **Einfluss einer präoperativen Epilepsie auf die körperliche und psychische Summenskala**

Die Epilepsie ist, neben der Blutung, eines der am häufigsten auftretenden Symptome bei cerebralen arteriovenösen Malformationen. Der Einfluss einer Epilepsie auf die postoperative gesundheitsbezogene Lebensqualität wurde daher untersucht.

Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 23 und 24 dargestellt.

Die Mittelwerte bei der körperlichen Summenskala ( $p = 0,14$ ) und psychischen Summenskala ( $p = 0,10$ ) unterschieden sich statistisch nicht signifikant.

<b>Epilepsie</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard- Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>n</b>
<b>Nein</b>	47,9	10,5	51,2	22	62	32
<b>Ja</b>	51,5	11,8	56,7	21	64	16
<b>Insgesamt</b>	49,1	11,0	53,1	21	64	48

Tabelle 23

**Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit des Vorliegens einer Epilepsie**

<b>Epilepsie</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard- Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>n</b>
<b>Nein</b>	49,2	11,2	52,1	21	67	32
<b>Ja</b>	44,2	10,8	48,2	27	59	16
<b>Insgesamt</b>	47,5	11,2	49,8	21	67	48

Tabelle 24

**Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit des Vorliegens einer Epilepsie**

## **Einfluss der präoperativ erhobenen Punktzahl der *Glasgow Coma Scale* auf die körperliche und psychische Summenskala**

Die *Glasgow Coma Scale*, als Maß für den Bewusstseinszustand des Patienten, wurde bei Ankunft der Patienten in das Krankenhaus bestimmt. Der Einfluss des präoperativ erhobenen GCS-Wertes (< 15 vs. = 15) auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität wurde untersucht.

Die Mittelwerte der einzelnen Gruppen sind in Tabelle 25 und 26 dargestellt.

Die Mittelwerte der beiden Gruppen unterschieden sich sowohl bei der körperlichen Summenskala ( $p = 0,43$ ) als auch bei der psychischen Summenskala ( $p = 0,36$ ) nicht signifikant.

GCS bei Aufnahme	Mittelwert	Standard-Abweichung	Median	Minimum	Maximum	N
<15	46,7	12,0	51,6	21	58	9
=15	49,6	10,8	54,4	22	64	39
<b>Insgesamt</b>	49,1	11,0	53,1	21	64	48

**Tabelle 25** Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit der *Glasgow Coma Scale* bei stationärer Aufnahme

GCS bei Aufnahme	Mittelwert	Standard-Abweichung	Median	Minimum	Maximum	N
<15	51,3	10,5	53,0	29	67	9
=15	46,6	11,3	49,7	21	62	39
<b>Insgesamt</b>	47,5	11,2	49,8	21	67	48

**Tabelle 26** Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit der *Glasgow Coma Scale* bei stationärer Aufnahme

## **Einfluss einer präoperativen Aphasie auf die körperliche und psychische Summenskala**

Eine Aphasie kann das klinische Initialsymptom einer AVM darstellen. Ein statistisch signifikanter Unterschied in Abhängigkeit vom Vorliegen einer präoperativen Aphasie bestand sowohl bei der körperlichen Summenskala ( $p = 0,47$ ), als auch bei der psychischen Summenskala ( $p = 0,13$ ) nicht. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 27 und 28 dargestellt.

<b>Aphasie</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard- Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>n</b>
<b>Keine</b>	49,3	11,4	54,1	21	62	38
<b>Motorisch</b>	47,3	8,5	48,3	35	56	8
<b>Sensorisch</b>	52,1	17,2	52,1	40	64	2
<b>Insgesamt</b>	49,1	11,0	53,2	21	64	48

**Tabelle 27** Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit des Vorliegens einer Aphasie

<b>Aphasie</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard- Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>n</b>
<b>Keine</b>	47,1	11,3	49,4	21	67	38
<b>Motorisch</b>	52,2	9,6	56,9	32	59	8
<b>Sensorisch</b>	35,8	3,2	35,8	33	38	2
<b>Insgesamt</b>	47,5	11,2	49,8	21	67	48

**Tabelle 28** Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit des Vorliegens einer Aphasie

## **Einfluss der Operationsdringlichkeit auf die körperliche und psychische Summenskala**

Kein statistisch signifikanter Unterschied zeigte sich bei der körperlichen ( $p = 0,23$ ) und psychischen Summenskala ( $p = 0,27$ ) in Abhängigkeit der Operationsdringlichkeit (elektiv vs. notfallmäßig). Allerdings bestand bei beiden Skalen ein Unterschied von  $> 5$  Punkten und somit ein positiver Trend zugunsten der elektiv operierten Patienten. Die Mittelwerte der einzelnen Kollektive sind in Tabelle 29 und 30 dargestellt.

<b>Operationsstatus</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard-Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>N</b>
<b>Notfallmäßig</b>	44,9	13,8	46,9	22	64	10
<b>Elektiv</b>	50,2	10,0	54,7	21	62	38
<b>Insgesamt</b>	49,1	11,0	53,1	21	64	48

Tabelle 29

**Mittelwerte der körperlichen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit der Operationsdringlichkeit**

<b>Operationsstatus</b>	<b>Mittelwert</b>	<b>Standard-Abweichung</b>	<b>Median</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>N</b>
<b>Notfallmäßig</b>	43,5	13,8	39,6	21	67	10
<b>Elektiv</b>	48,5	10,4	50,8	27	62	38
<b>Insgesamt</b>	47,5	11,2	49,8	21	67	48

Tabelle 30

**Mittelwerte der psychischen Summenskala des befragten Kollektivs in Abhängigkeit der Operationsdringlichkeit**

## 6 Diskussion und Schlussfolgerung

Ziel dieser epidemiologischen Datenanalyse im Querschnittsdesign ist es, einen Überblick über die gesundheitsbezogene Lebensqualität nach operativer Therapie einer cerebralen arteriovenösen Malformation zu geben. Des Weiteren werden epidemiologische und krankheitsspezifische Einflussfaktoren auf die subjektiv empfundene postoperative Lebensqualität ermittelt. Wie bereits im Einleitungsteil beschrieben, existiert bislang keine einheitliche Meinung über die Behandlungsnotwendigkeit unrupturierter AVMs. Die Auswirkungen einer operativen Intervention nicht rupturierter AVMs auf Epilepsie, Kopfschmerz und gesundheitsbezogene Lebensqualität sind bislang noch unklar. Aus diesem Grund ist es von zusätzlichem Interesse, ob sich Komorbiditäten der Patienten (Epilepsie, Kopfschmerz, fokale neurologische Defizite) nach erfolgter Operation ebenfalls regredient zeigen.

Im Allgemeinen stellt die Lebensqualität eine äußerst schwierig zu ermittelnde Größe dar. Shin et al. zeigten in einer Studie über Patienten mit rupturierten und unrupturierten AVMs, dass die Vorstellungen der Patienten von Lebensqualität individuell erheblich variieren können (Shin et al., 1997).

Aufgrund der vielen unterschiedlichen Einflussfaktoren auf die Lebensqualität und deren individuellen Gewichtung wurde zur größtmöglichen Objektivierung der etablierte SF-36 Fragebogen für diese Arbeit genutzt. Die therapieassoziierte Lebensqualität der Patienten spielt heutzutage bei der Wahl einer adäquaten Therapie ebenfalls eine große Rolle.

Die AVMs lassen drei Therapieoptionen zu. Die operative Therapie stellt mit Abstand die invasivste Methode dar. Die Indikationsstellung zur Operation wird durch den Verlauf der Erkrankung (beispielsweise Blutung), den Durchmesser des Nidus und die Lokalisation der Malformation beeinflusst.

Bei Krankheitsbildern mit potentiell benignem Spontanverlauf und Operationen mit potentiell schwerwiegenden neurologischen Folgeschäden sollte die Indikation für eine spezifische Therapie durch Betrachten des Nutzen/Risiko Profils im Sinne des Patienten genau überprüft werden.

Bei der vorliegenden Untersuchung konnten insgesamt 110 Patienten rekrutiert werden. An der Befragung nahmen 53 Patienten teil. Nicht alle Patienten haben zu jeder Frage Auskunft gegeben, so dass die Fallzahlen innerhalb der einzelnen

Subgruppen variieren. Die relativ niedrige Prävalenz der Erkrankung und die weitere Selektion des Patientengutes durch die vorgegebene Therapiemodalität (nur operierte Patienten) wurden durch Erweiterung des Betrachtungszeitraumes und Einschluss von Patienten aus zwei Therapiezentren bestmöglich ausgeglichen.

Es wurden Patienten eingeschlossen, welche von November 1994 bis Januar 2002 an der Ludwig Maximilian Universität München und von Januar 2003 bis Juni 2009 an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf operiert worden waren.

Die vorliegende Studie konnte zeigen, dass die gesundheitsbezogene Lebensqualität der Patienten nach operativer Therapie einer cerebralen arteriovenösen Malformation als gut zu bewerten ist. Im Vergleich zu einer durchgeführten repräsentativen deutschen Bundesumfrage schnitt das untersuchte Patientenkollektiv nicht signifikant schlechter ab, so dass das subjektive Empfinden des körperlichen und psychischen Gesundheitszustandes der Patienten durchaus mit dem der Allgemeinbevölkerung vergleichbar ist. Das Patientenkollektiv erreichte sogar bei der Subskala „körperliche Schmerzen“ eine signifikant höhere Punktzahl.

Der postoperative Verlauf führender Komorbiditäten einer AVM wie Epilepsie und Kopfschmerzen ist nach wie vor ein intensiv diskutiertes aber unzureichend untersuchtes Thema. Wie im Einleitungsteil bereits erwähnt, hat die operative Therapie einer AVM das Potential den epileptogenen Fokus zu sanieren und somit die Epilepsie zu heilen. Andererseits besteht aber auch die Gefahr eine therapieinduzierte Epilepsie durch die Operation zu bewirken.

64,7% der Patienten in unserer Studie mit epileptogener AVM gaben postoperativ bei Befragung Anfallsfreiheit bzw. seltene epileptische Anfälle an. 17,6% berichteten über Verschlechterung der Epilepsie.

In unserer Studie trat bei 6 Patienten ein epileptisches Geschehen erstmalig nach Operation auf. Im Durchschnitt zeigten diese Patienten aber im Vergleich zum Gesamtkollektiv eine vergleichbare Lebensqualität. Nur zwei Patienten schnitten bei der körperlichen Summenskala deutlich schlechter ab. Nach den vorliegenden Ergebnissen ist eine Einschränkung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität durch ein therapieinduziertes epileptisches Geschehen nicht nachweisbar. Diese Ergebnisse liefern einen Erklärungsansatz für das insgesamt gute Abschneiden der Patienten.

Der positive Einfluss einer radiochirurgischen Behandlung einer AVM auf eine präoperativ vorliegende Epilepsie konnte bereits im Vorhinein in verschiedenen Studien beobachtet werden (Eisenschenk et al., 1998, Ghossoub et al., 2001b). Heros et al. untersuchten den postoperativen Verlauf mikrochirurgisch behandelter AVMs bezüglich des Symptoms Epilepsie. Hier traten bei 8,2% der Patienten ohne präoperative Epilepsie unmittelbar postoperativ ein bzw. zwei epileptische Anfälle auf. 7,2% der Patienten litten langfristig unter epileptischen Anfällen, welche allerdings ein gutes Ansprechen auf die medikamentöse Therapie zeigte. Weiterhin zeigte diese Studie eine 50%-ige Heilungsrate bzw. signifikante Verbesserung der Symptome von Patienten mit präoperativ bestehender Epilepsie (Heros et al., 1990).

Die Engel Klassifikation gibt die Möglichkeit die subjektive Einschätzung des Patienten bezüglich des Verlaufs der Epilepsie darzustellen.

In einer Studie aus dem Jahr 2002 wurden, anhand der Engel Klassifikation, die Verläufe epileptogener cerebraler Malformationen nach multimodaler Therapie untersucht. 66% der Patienten wurden zur Klasse I gruppiert (frei von epileptischen Anfällen), 10% zur Klasse II (selten epileptische Anfälle), 0,9% zur Klasse III (lohnenswerte Verbesserung) und 20% zur Klasse IV (keine lohnenswerte Verbesserung) (Hoh et al., 2002).

In unserer Studie gaben 38,5% der Patienten mit chronifiziertem Kopfschmerz eine Verbesserung, 53,8% keine Veränderung und 7,7% eine Verschlechterung der Symptomatik an. Deutlich positivere Ergebnisse zeigte eine Studie nach erfolgter radiochirurgischer Therapie der AVMs (Ghossoub et al., 2001a, Kurita et al., 2000b). Dehdashti et. al. zeigten beispielsweise eine Verbesserung der Kopfschmerzen nach multimodaler Therapie occipital gelegener AVMs in 83% der Fälle (Dehdashti et al.).

Schaller und Schramm zeigten, dass sich nach mikrochirurgischer Operation in 27,4% der Fälle neurologische Defizite neu entwickeln oder sich die bereits bestehenden verschlechtern (Schaller and Schramm, 1997). Der weitere Verlauf im *late Follow-up* zeigte eine Rate von 3,2% an signifikanten neuentstandenen permanenten neurologischen Defiziten.

Ähnliche Ergebnisse lieferten auch die Studien von Sisti und Stein (Sisti et al., 1993).

In der von uns durchgeführten Studie wurden die Patienten im Rahmen des *Follow-up* nicht körperlich untersucht. Die Befragung nach fokal neurologischen Defiziten fand per Telefon statt.

35,3 % aller befragten Patienten gaben noch fokal neurologische Defizite an. Betrachtet man nur die unrupturierten AVMs gaben 20,8% der Patienten noch neurologische Einschränkungen an.

Die Rate an subjektiv empfundenen fokal neurologischen Residuen lässt auf eine gewisse Diskrepanz zwischen dem objektiven Befund und der subjektiven Sicht des Patienten schließen.

Diese Vermutung wird durch die Ergebnisse des Barthel Indexes sowie der postoperativen beruflichen Aktivität erhärtet. 94,1% der Patienten erreichten einen Barthel-Index von 100, welches einer vollständigen Eigenständigkeit entspricht. Im Durchschnitt erreichten die Patienten 97,7 Punkte.

Die Ausübung einer beruflichen Tätigkeit hat bei vielen Menschen einen großen Einfluss auf die subjektiv empfundene Lebensqualität. 49% der befragten Patienten konnten postoperativ der gleichen beruflichen Tätigkeit nachgehen wie vor der Operation, so dass auch in diesem Lebensaspekt bei vielen Patienten keine Einschränkung vorliegt. Nur 11,8% der Patienten waren zum Zeitpunkt der Befragung arbeitslos, 17,6% waren berentet. Betrachtet man die Altersverteilung des *Follow-up* Kollektivs befanden sich zum Zeitpunkt der Befragung 19,1% formal im Rentenalter.

Die guten postoperativen Ergebnisse bezüglich physischer Folgeschäden und Eigenständigkeit im Alltag stellen einen gewichtigen Erklärungsansatz für die hohe subjektiv empfundene Lebensqualität der Patienten dar.

Die geringe physische Abhängigkeit der Patienten im Alltag führt häufig auch zu einer erhöhten Selbstwirksamkeit und somit zu einer gesteigerten subjektiv empfundenen Lebensqualität. Dieses legt auch eine Studie von Van der Schaaf et al. nahe, welche eine verminderte Lebensqualität bei Patienten mit unbehandelten cerebralen Aneurysmen bzw. arteriovenösen Malformationen feststellen konnten (van der Schaaf et al., 2002). Die Erkenntnis der Patienten an einer nicht behandelten Erkrankung zu leiden, welche das Potential eines Schlaganfalls in sich birgt, führte bereits ohne objektivierbare Einschränkung zu einer Verminderung der subjektiv empfundenen Lebensqualität.

Die betroffenen Patienten in unserer Studie hatten zu dem Zeitpunkt der Befragung ihre schwere Krankheit erfolgreich überstanden. Diese Tatsache stellt möglicherweise einen Erklärungsansatz für die hohe subjektiv empfundene gesundheitsbezogene Lebensqualität dar.

Das relativ niedrige Erkrankungsalter der Patienten ist ein weiterer Faktor, welcher das gute postoperative *Outcome* erklärt. Das Durchschnittsalter lag bei 39,48 Jahren. Die meisten der behandelten Patienten wiesen kaum Komorbiditäten auf, so dass bei diesem Patientenkollektiv das Risiko der peri-, bzw. postoperativen Komplikationen als niedrig einzuschätzen ist.

Neben der allgemeinen Betrachtung der Lebensqualität soll diese Arbeit aber auch krankheitsspezifische bzw. epidemiologische Einflussfaktoren auf die Lebensqualität identifizieren. Ein statistisch signifikanter Unterschied zeigte sich bei dem Vergleich zwischen Männern und Frauen in Bezug auf die körperliche Summenskala zugunsten des männlichen Kollektivs. Bei der weiteren Differenzierung zeigte sich, dass die körperliche Rollenfunktion, welche Schwierigkeiten bei alltäglichen Aktivitäten anzeigt, für diesen Unterschied verantwortlich ist. In der Allgemeinbevölkerung war der Unterschied innerhalb dieser Subskala zwischen Männern und Frauen geringer ausgeprägt.

Die weiteren untersuchten krankheitsspezifischen Merkmale haben nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit keinen Einfluss auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität. Patienten mit bzw. ohne präoperativer cerebraler Blutung zeigten ein vergleichbares Ergebnis. Patienten mit einer größeren arteriovenösen Malformation bzw. einem höheren Spetzler-Martin-Grad wiesen ebenfalls keine schlechtere Lebensqualität auf. Einen Trend für eine niedrigere Punktzahl bei der physischen Summenskala konnte für ältere und notfalloperierte Patienten beobachtet werden. Bei der psychischen Summenskala zeigte sich ein Trend für eine niedrigere Punktzahl bei Patienten mit kleinen Malformationen und präoperativer Epilepsie.

Bei der Beurteilung dieser Studie ist kritisch anzumerken, dass durch die zum Teil sehr lange Zeitspanne zwischen Operation und Beginn der vorliegenden Untersuchung einige Patienten bereits verstorben waren. Es ist anzunehmen, dass vorwiegend die Patienten nicht mehr erreicht werden konnten, welche möglicherweise ein schlechteres *Outcome* nach Operation aufwiesen. Dieses kann einen potentiellen Selektionsfehler des vorliegenden *Follow-up* Kollektivs

darstellen. Des Weiteren muss die Durchführung der Befragung mittels Telefoninterview diskutiert werden. Diese Art der Befragung ist nachgewiesener Weise möglich und schränkt die Aussagefähigkeit der Ergebnisse des SF-36 Fragebogens nicht ein. Allerdings besteht auch hier die Gefahr eines Selektionsfehlers. Telefoninterviews setzen einen gewissen Grad an Vitalität voraus, so dass Patienten mit schweren postoperativen neurologischen Defiziten möglicherweise in geringerer Anzahl rekrutiert werden konnten.

Im Einleitungsteil wurde bereits das Indikationsspektrum für die Behandlung der arteriovenösen Malformationen diskutiert. Auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse können wir eine Exstirpation unrupturierter arteriovenöser Malformationen beispielsweise zur Sanierung eines epileptogenen Fokusses nicht bedingungslos empfehlen. Die postoperativen Verbesserungen der Symptome von Epilepsie und Kopfschmerzen haben unsere Erwartungen nur teilweise erfüllt, so dass nach wie vor die Sekundärprävention der Blutungen rupturierter arteriovenöser Malformationen die führende Indikation zur Behandlung sein sollte. Die Frage, ob die operative Therapie der konservativen Therapie nicht rupturierter AVMs hinsichtlich der betrachteten Symptome und besonders der Langzeitergebnisse überlegen ist, wird sich abschließend nur in einer prospektiven, randomisierten Studie beantworten lassen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass in dem von uns betrachteten Kollektiv eine zufriedenstellende Lebensqualität ermittelt werden konnte, welche sich nicht signifikant von der deutschen Allgemeinbevölkerung unterscheidet. Das Geschlecht stellt einen Faktor dar, der die postoperative Lebensqualität in unserem Kollektiv signifikant beeinflusst. Des Weiteren zeichnete sich ein Trend für schlechtere Ergebnisse bei der physischen Summenskala bei älteren und notfallmäßig operierten Patienten ab. Zusätzlich zeigte sich ein Trend für schlechtere Ergebnisse bei der psychischen Summenskala für kleine AVMs, präoperativ bestehende Epilepsie und notfallmäßige Operation.

## 7 Literaturverzeichnis

- A.Berenstein, P. Lasjaunias, K.G.Ter Brugge, Surgical Neuroangiography 2.2., 2. Auflage, Berlin Heidelberg, (2004), Springer-Verlag Berlin Heidelberg, S. 609-691
- Achrol A, Guzman R, Varga M, Adler J, Steinberg G, Chang S. Pathogenesis and radiobiology of brain arteriovenous malformations: implications for risk stratification in natural history and posttreatment course. *Neurosurgical FOCUS*, (2009), **26**, (5):E9.
- Al-Shahi, R., Bhattacharya, J. J., Currie, D. G., Papanastassiou, V., Ritchie, V., Roberts, R. C., Sellar, R. J. and Warlow, C. P. Scottish Intracranial Vascular Malformation Study (SIVMS): evaluation of methods, ICD-10 coding, and potential sources of bias in a prospective, population-based cohort. *Stroke*, (2003), **34**, 1156-62.
- Al-Shahi, R., Fang, J. S., Lewis, S. C. and Warlow, C. P. Prevalence of adults with brain arteriovenous malformations: a community based study in Scotland using capture-recapture analysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, (2002), **73**, 547-51.
- Al-Shahi, R. and Warlow, C. A systematic review of the frequency and prognosis of arteriovenous malformations of the brain in adults. *Brain*, (2001), **124**, 1900-26.
- Al-Shahi, R. and Warlow, C., Arteriovenous malformations of the brain: ready to randomise? *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, (2005), **76**, 1327-9.
- Aulbert, Nauck, Radbruch, Lehrbuch der Palliativmedizin, 3. Auflage, Stuttgart, (2011), Schattauer Verlag, S. 13-33
- Babette Renneberg, S. L. Gesundheitspsychologie, Heidelberg, (2006) Springer Medizin Verlag Heidelberg, S. 29-32.
- Berman, M. F., Sciacca, R. R., Pile-Spellman, J., Stapf, C., Connolly, E. S., Jr., Mohr, J. P. and Young, W. L. The epidemiology of brain arteriovenous malformations *Neurosurgery*, (2000), **47**, 389-96; discussion 397.
- Blonder, L. X., Hodes, J. E., Ranseen, J. D. and Schmitt, F. A. Short-term neuropsychological outcome following Gamma Knife radiosurgery for arteriovenous malformations: a preliminary report. *Appl Neuropsychol*, (1999), **6**, 181-6.
- Brown, R. D., Jr., Wiebers, D. O., Torner, J. C. and O'Fallon, W. M. Frequency of intracranial hemorrhage as a presenting symptom and subtype analysis: a population-based study of intracranial vascular malformations in Olmsted County, Minnesota. *J Neurosurg*, (1996a), **85**, 29-32.
- Brown, R. D., Jr., Wiebers, D. O., Torner, J. C. and O'Fallon, W. M. Incidence and prevalence of intracranial vascular malformations in Olmsted County, Minnesota, 1965 to 1992. *Neurology*, (1996b), **46**, 949-52.
- Chaloupka, J. C. and Huddle, D. C. Classification of vascular malformations of the central nervous system. *Neuroimaging Clin N Am*, (1998), **8**, 295-321.
- Chen, Y., Zhu, W., Bollen, A. W., Lawton, M. T., Barbaro, N. M., Dowd, C. F., Hashimoto, T., Yang, G. Y. and Young, W. L. Evidence of inflammatory cell involvement in brain arteriovenous malformations. *Neurosurgery*, (2008), **62**, 1340-9; discussion 1349-50.

- Chia, E. M., Rochtchina, E., Wang, J. J. and Mitchell, P. Utility and validity of the self-administered SF-36: findings from an older population. *Ann Acad Med Singapore*, (2006), **35**, 461-7.
- Choi, J. H., Mast, H., Hartmann, A., Marshall, R. S., Pile-Spellman, J., Mohr, J. P. and Stapf, C. Clinical and morphological determinants of focal neurological deficits in patients with unruptured brain arteriovenous malformation. *J Neurol Sci*, (2009), **287**, 126-30.
- Crawford, P. M., West, C. R., Chadwick, D. W. and Shaw, M. D. Arteriovenous malformations of the brain: natural history in unoperated patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, (1986a), **49**, 1-10.
- Crawford, P. M., West, C. R., Shaw, M. D. and Chadwick, D. W. Cerebral arteriovenous malformations and epilepsy: factors in the development of epilepsy. *Epilepsia*, (1986b), **27**, 270-5.
- da Costa, L., Wallace, M. C., Ter Brugge, K. G., O'Kelly, C., Willinsky, R. A. and Tymianski, M. The natural history and predictive features of hemorrhage from brain arteriovenous malformations. *Stroke*, (2009), **40**, 100-5.
- Dag Moskopp, H. W., *Neurochirurgie, Handbuch für die Weiterbildung und interdisziplinäres Nachschlagewerk*, 2. Auflage, Stuttgart, (2005), Schattauer GmbH, S. 259-262
- Dayani, P. N. and Sadun, A. A. A case report of Wyburn-Mason syndrome and review of the literature. *Neuroradiology*, (2007), **49**, 445-56.
- Debrun, G. M., Aletich, V., Ausman, J. I., Charbel, F. and Dujovny, M. Embolization of the nidus of brain arteriovenous malformations with n-butyl cyanoacrylate. *Neurosurgery*, (1997), **40**, 112-20; discussion 120-1.
- Dehdashti, A. R., Thines, L., Willinsky, R. A., terBrugge, K. G., Schwartz, M. L., Tymianski, M. and Wallace, M. C. Multidisciplinary care of occipital arteriovenous malformations: effect on nonhemorrhagic headache, vision, and outcome in a series of 135 patients. *Clinical article. J Neurosurg*, (2010), **113**, 742-8.
- Eisenschenk, S., Gilmore, R. L., Friedman, W. A. and Henchey, R. A. The effect of LINAC stereotactic radiosurgery on epilepsy associated with arteriovenous malformations. *Stereotact Funct Neurosurg*, (1998), **71**, 51-61.
- Ellert, U. and Bellach, B. M. *Gesundheitswesen, Spec No*, (1999), **61**, S184-90.
- Essig, M. [Multimodal magnetic resonance diagnostics of arteriovenous malformations]. *Radiologe*, (2007), **47**, 884-92.
- Fabrikant, J. I., Levy, R. P., Steinberg, G. K., Phillips, M. H., Frankel, K. A. and Silverberg, G. D. Stereotactic charged-particle radiosurgery: clinical results of treatment of 1200 patients with intracranial arteriovenous malformations and pituitary disorders. *Clin Neurosurg*, (1992), **38**, 472-92.
- Flickinger, J. C., Kondziolka, D., Lunsford, L. D., Kassam, A., Phuong, L. K., Liscak, R. and Pollock, B. Development of a model to predict permanent symptomatic postradiosurgery injury for arteriovenous malformation patients. Arteriovenous Malformation Radiosurgery Study Group. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, (2000), **46**, 1143-8.
- Flickinger, J. C., Pollock, B. E., Kondziolka, D. and Lunsford, L. D. A dose-response analysis of arteriovenous malformation obliteration after radiosurgery. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, (1996), **36**, 873-9.
- Friedman, W. A., Bova, F. J., Bollampally, S. and Bradshaw, P. Analysis of factors predictive of success or complications in arteriovenous malformation radiosurgery. *Neurosurgery*, (2003), **52**, 296-307; discussion 307-8.

- Frizzel, R. T. and Fisher, W. S., 3<sup>rd</sup>. Cure, morbidity, and mortality associated with embolization of brain arteriovenous malformations: a review of 1246 patients in 32 series over a 35-year period. *Neurosurgery*, (1995), **37**, 1031-9; discussion 1039-40.
- Gabriel, R. A., Kim, H., Sidney, S., McCulloch, C. E., Singh, V., Johnston, S. C., Ko, N. U., Achrol, A. S., Zaroff, J. G. and Young, W. L. Ten-year detection rate of brain arteriovenous malformations in a large, multiethnic, defined population. *Stroke*. (2010), **41**, (1):21-6.
- Gandek, B., Ware, J. E., Jr., Aaronson, N. K., Alonso, J., Apolone, G., Bjorner, J., Brazier, J., Bullinger, M., Fukuhara, S., Kaasa, S., Leplege, A. and Sullivan, M. Tests of data quality, scaling assumptions, and reliability of the SF-36 in eleven countries: results from the IQOLA Project. *International Quality of Life Assessment. J Clin Epidemiol*, (1998), **51**, 1149-58.
- Garratt, A., Schmidt, L., Mackintosh, A. and Fitzpatrick, R. Quality of life measurement: bibliographic study of patient assessed health outcome measures. *Bmj*, (2002), **324**, 1417.
- Ghossoub, M., Nataf, F., Merienne, L., Devaux, B., Turak, B., Djian, M. C., Page, P. and Roux, F. X. [Course of headaches associated with cAVMs after radiosurgery]. *Neurochirurgie*, (2001a), **47**, 350-4.
- Ghossoub, M., Nataf, F., Merienne, L., Devaux, B., Turak, B., Page, P. and Roux, F. X. [Evolution of epileptic seizures associated with cerebral arteriovenous malformations after radiosurgery]. *Neurochirurgie*, (2001b), **47**, 344-9.
- Gonzalez, L. F., Bristol, R. E., Porter, R. W. and Spetzler, R. F. De novo presentation of an arteriovenous malformation. Case report and review of the literature. *J Neurosurg*, (2005), **102**, 726-9.
- Halpin, S. F., Britton, J. A., Byrne, J. V., Clifton, A., Hart, G. and Moore, A. Prospective evaluation of cerebral angiography and computed tomography in cerebral haematoma. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, (1994), **57**, 1180-6.
- Hartmann, A., Pile-Spellman, J., Stapf, C., Sciacca, R. R., Faulstich, A., Mohr, J. P., Schumacher, H. C. and Mast, H. Risk of endovascular treatment of brain arteriovenous malformations. *Stroke*, (2002), **33**, 1816-20.
- Hartmann, A., Stapf, C., Hofmeister, C., Mohr, J. P., Sciacca, R. R., Stein, B. M., Faulstich, A. and Mast, H. Determinants of neurological outcome after surgery for brain arteriovenous malformation. *Stroke*, (2000), **31**, 2361-4.
- Hashimoto, T., Lawton, M. T., Wen, G., Yang, G. Y., Chaly, T., Jr., Stewart, C. L., Dressman, H. K., Barbaro, N. M., Marchuk, D. A. and Young, W. L. Gene microarray analysis of human brain arteriovenous malformations. *Neurosurgery*, (2004), **54**, 410-23; discussion 423-5.
- Hashimoto, T., Mesa-Tejada, R., Quick, C. M., Bollen, A. W., Joshi, S., Pile-Spellman, J., Lawton, M. T. and Young, W. L. Evidence of increased endothelial cell turnover in brain arteriovenous malformations. *Neurosurgery*, (2001), **49**, 124-31; discussion 131-2.
- Hashimoto, T., Wu, Y., Lawton, M. T., Yang, G. Y., Barbaro, N. M. and Young, W. L. Coexpression of angiogenic factors in brain arteriovenous malformations. *Neurosurgery*, (2005), **56**, 1058-65; discussion 1058-65.
- Haw, C. S., terBrugge, K., Willinsky, R. and Tomlinson, G. Complications of embolization of arteriovenous malformations of the brain. *J Neurosurg*, (2006), **104**, 226-32.

- Hayward, R. D. Intracranial arteriovenous malformations. Observations after experience with computerised tomography. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, (1976), **39**, 1027-33.
- Heidenreich, J. O., Schilling, A. M., Unterharnscheidt, F., Stendel, R., Hartlieb, S., Wacker, F. K., Schlattmann, P., Wolf, K. J. and Bruhn, H. Assessment of 3D-TOF-MRA at 3.0 Tesla in the characterization of the angioarchitecture of cerebral arteriovenous malformations: a preliminary study. *Acta Radiol*, (2007), **48**, 678-86.
- Heros, R. C., Korosue, K. and Diebold, P. M. Surgical excision of cerebral arteriovenous malformations: late results. *Neurosurgery*, (1990), **26**, 570-7; discussion 577-8.
- Hoh, B. L., Chapman, P. H., Loeffler, J. S., Carter, B. S. and Ogilvy, C. S. Results of multimodality treatment for 141 patients with brain arteriovenous malformations and seizures: factors associated with seizure incidence and seizure outcomes. *Neurosurgery*, (2002), **51**, 303-9; discussion 309-11.
- Jessurun, G. A., Kamphuis, D. J., van der Zande, F. H. and Nossent, J. C. Cerebral arteriovenous malformations in The Netherlands Antilles. High prevalence of hereditary hemorrhagic telangiectasia-related single and multiple cerebral arteriovenous malformations. *Clin Neurol Neurosurg*, (1993), **95**, 193-8.
- Johnson, M. C. and Salmon, J. H. Arteriovenous malformation presenting as trigeminal neuralgia. Case report. *J Neurosurg*, (1968), **29**, 287-9.
- Kader, A., Goodrich, J. T., Sonstein, W. J., Stein, B. M., Carmel, P. W. and Michelsen, W. J. Recurrent cerebral arteriovenous malformations after negative postoperative angiograms. *J Neurosurg*, (1996), **85**, 14-8.
- Karlsson, B., Lindquist, C. and Steiner, L. Prediction of obliteration after gamma knife surgery for cerebral arteriovenous malformations. *Neurosurgery*, (1997), **40**, 425-30; discussion 430-1.
- Keller, S. D., Ware, J. E., Jr., Bentler, P. M., Aaronson, N. K., Alonso, J., Apolone, G., Bjorner, J. B., Brazier, J., Bullinger, M., Kaasa, S., Leplege, A., Sullivan, M. and Gandek, B. Use of structural equation modeling to test the construct validity of the SF-36 Health Survey in ten countries: results from the IQOLA Project. *International Quality of Life Assessment. J Clin Epidemiol*, (1998), **51**, 1179-88.
- Kim, Y., Tanaka, A., Kimura, M., Yoshinaga, S. and Tomonaga, M. Arteriovenous malformation in the cerebellopontine angle presenting as hemifacial spasm--case report. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, (1991), **31**, 109-12.
- Kurita, H., Kawamoto, S., Sasaki, T., Shin, M., Tago, M., Terahara, A., Ueki, K. and Kirino, T. Results of radiosurgery for brain stem arteriovenous malformations. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, (2000a), **68**, 563-70.
- Kurita, H., Ueki, K., Shin, M., Kawamoto, S., Sasaki, T., Tago, M. and Kirino, T. Headaches in patients with radiosurgically treated occipital arteriovenous malformations. *J Neurosurg*, (2000b), **93**, 224-8.
- Laissy, J. P., Normand, G., Monroc, M., Duchateau, C., Alibert, F. and Thiebot, J. Spontaneous intracerebral hematomas from vascular causes. Predictive value of CT compared with angiography. *Neuroradiology*, (1991), **33**, 291-5.
- Langer, D. J., Lasner, T. M., Hurst, R. W., Flamm, E. S., Zager, E. L. and King, J. T., Jr. Hypertension, small size, and deep venous drainage are associated with risk of hemorrhagic presentation of cerebral arteriovenous malformations. *Neurosurgery*, (1998), **42**, 481-6; discussion 487-9.

- Lasjaunias, P., Piske, R., Terbrugge, K. and Willinsky, R. Cerebral arteriovenous malformations (C. AVM) and associated arterial aneurysms (AA). Analysis of 101 C. AVM cases, with 37 AA in 23 patients. *Acta Neurochir (Wien)*, (1988), **91**, 29-36.
- Lazar, R. M. Neuropsychological function and brain arteriovenous malformations: redefining eloquence as a risk for treatment. (2001) *Neurosurg Focus*, **11**(5):e4.
- Lees, F. The migrainous symptoms of cerebral angiomas. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, (1962), **25**, 45-50.
- Lunsford, L. D., Kondziolka, D., Flickinger, J. C., Bissonette, D. J., Jungreis, C. A., Maitz, A. H., Horton, J. A. and Coffey, R. J. Stereotactic radiosurgery for arteriovenous malformations of the brain. *J Neurosurg*, (1991), **75**, 512-24.
- Mahalick, D. M., Ruff, R. M., Heary, R. F. and U, H. S. Preoperative versus postoperative neuropsychological sequelae of arteriovenous malformations. *Neurosurgery*, (1993), **33**, 563-70; discussion 570-1.
- Mahalick, D. M., Ruff, R. M. and U, H. S. Neuropsychological sequelae of arteriovenous malformations. *Neurosurgery*, (1991), **29**, 351-7.
- Mahoney, F. I. and Barthel, D. W. FUNCTIONAL EVALUATION: THE BARTHEL INDEX. *Md State Med J*, (1965), **14**, 61-5.
- Maleki, M. and Kirkham, T. H. Arteriovenous malformations of the posterior cerebral hemispheres. *Can J Ophthalmol*, (1983), **18**, 22-7.
- Manchola, I. F., De Salles, A. A., Foo, T. K., Ackerman, R. H., Candia, G. T. and Kjellberg, R. N. *Neurosurgery*, (1993), **33**, 556-62; discussion 562.
- Mast, H., Young, W. L., Koennecke, H. C., Sciacca, R. R., Osipov, A., Pile-Spellman, J., Hacein-Bey, L., Duong, H., Stein, B. M. and Mohr, J. P. Risk of spontaneous haemorrhage after diagnosis of cerebral arteriovenous malformation. *Lancet*, (1997), **350**, 1065-8.
- Meisel, H. J., Mansmann, U., Alvarez, H., Rodesch, G., Brock, M. and Lasjaunias, P. *Acta Neurochir (Wien)*, (2002), **144**, 879-87; discussion 888.
- Miyawaki, L., Dowd, C., Wara, W., Goldsmith, B., Albright, N., Gutin, P., Halbach, V., Hieshima, G., Higashida, R., Lulu, B., Pitts, L., Schell, M., Smith, V., Weaver, K., Wilson, C. and Larson, D. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, (1999), **44**, 1089-106.
- Ogilvy, C. S. Radiation therapy for arteriovenous malformations: a review. *Neurosurgery*, (1990), **26**, 725-35.
- Olivecrona, H. and Riives, J. Arteriovenous aneurysms of the brain, their diagnosis and treatment. *Arch Neurol Psychiatry*, (1948), **59**, 567-602.
- Pawlikowska, L., Tran, M. N., Achrol, A. S., Ha, C., Burchard, E., Choudhry, S., Zaroff, J., Lawton, M. T., Castro, R., McCulloch, C. E., Marchuk, D., Kwok, P. Y. and Young, W. L. Polymorphisms in transforming growth factor-beta-related genes ALK1 and ENG are associated with sporadic brain arteriovenous malformations. *Stroke*, (2005), **36**, 2278-80.
- Perata, H. J., Tomsick, T. A. and Tew, J. M., Jr. Feeding artery pedicle aneurysms: association with parenchymal hemorrhage and arteriovenous malformation in the brain. *J Neurosurg*, (1994), **80**, 631-4.
- Piepgras, D. G., Sundt, T. M., Jr., Ragoowansi, A. T. and Stevens, L. Seizure outcome in patients with surgically treated cerebral arteriovenous malformations. *J Neurosurg*, (1993), **78**, 5-11.
- Pile-Spellman, J. M., Baker, K. F., Liszczak, T. M., Sandrew, B. B., Oot, R. F., Debrun, G., Zervas, N. T. and Taveras, J. M. High-flow angiopathy: cerebral

- blood vessel changes in experimental chronic arteriovenous fistula. *AJNR Am J Neuroradiol*, (1986), **7**, 811-5.
- Piotin, M., Ross, I. B., Weill, A., Kothimbakam, R. and Moret, J. Intracranial arterial aneurysms associated with arteriovenous malformations: endovascular treatment. *Radiology*, (2001), **220**, 506-13.
- Pollock, B. E., Gorman, D. A. and Brown, P. D. Radiosurgery for arteriovenous malformations of the basal ganglia, thalamus, and brainstem. *J Neurosurg*, (2004), **100**, 210-4.
- Pollock, B. E. and Meyer, F. B. Radiosurgery for arteriovenous malformations. *J Neurosurg*, (2004), **101**, 390-2; discussion 392.
- Sabra, F. Observations on one hundred cases of cerebral angioma. *J Am Med Assoc*, (1959), **170**, 1522-4.
- Santos, M. L., Demartini Junior, Z., Matos, L. A., Spotti, A. R., Tognola, W. A., Sousa, A. A. and Santos, R. M. Angioarchitecture and clinical presentation of brain arteriovenous malformations. *Arq Neuropsiquiatr*, (2009), **67**, 316-21.
- Schaller, C. and Schramm, J. Microsurgical results for small arteriovenous malformations accessible for radiosurgical or embolization treatment. *Neurosurgery*, (1997), **40**, 664-72; discussion 672-4.
- Schauble, B., Cascino, G. D., Pollock, B. E., Gorman, D. A., Weigand, S., Cohen-Gadol, A. A. and McClelland, R. L. Seizure outcomes after stereotactic radiosurgery for cerebral arteriovenous malformations. *Neurology*, (2004), **63**, 683-7.
- Shin, A. Y., Porter, P. J., Wallace, M. C. and Naglie, G. Quality of life of stroke in younger individuals. Utility assessment in patients with arteriovenous malformations. *Stroke*, (1997), **28**, 2395-9.
- Sisti, M. B., Kader, A. and Stein, B. M. Microsurgery for 67 intracranial arteriovenous malformations less than 3 cm in diameter. *J Neurosurg*, (1993), **79**, 653-60.
- Spetzler, R. F. and Martin, N. A. A proposed grading system for arteriovenous malformations. *J Neurosurg*, (1986), **65**, 476-83.
- Stapf, C., Mast, H., Sciacca, R. R., Choi, J. H., Khaw, A. V., Connolly, E. S., Pile-Spellman, J. and Mohr, J. P. Predictors of hemorrhage in patients with untreated brain arteriovenous malformation. *Neurology*, (2006), **66**, 1350-5.
- Stapf, C., Mohr, J. P., Pile-Spellman, J., Sciacca, R. R., Hartmann, A., Schumacher, H. C. and Mast, H. Concurrent arterial aneurysms in brain arteriovenous malformations with haemorrhagic presentation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, (2002), **73**, 294-8.
- Sure, U., Butz, N., Siegel, A. M., Mennel, H. D., Bien, S. and Bertalanffy, H. Treatment-induced neoangiogenesis in cerebral arteriovenous malformations. *Clin Neurol Neurosurg*, (2001), **103**, 29-32.
- Symon, L. The concept of intracerebral steal. *Int Anesthesiol Clin*, (1969), **7**, 597-615.
- Tamaki, N., Ehara, K., Lin, T. K., Kuwamura, K., Obora, Y., Kanazawa, Y., Yamashita, H. and Matsumoto, S. Cerebral arteriovenous malformations: factors influencing the surgical difficulty and outcome. *Neurosurgery*, (1991), **29**, 856-61; discussion 861-3.
- Tarlov, A. R., Ware, J. E., Jr., Greenfield, S., Nelson, E. C., Perrin, E. and Zubkoff, M. The Medical Outcomes Study. An application of methods for monitoring the results of medical care. *Jama*, (1989), **262**, 925-30.

- Taylor, C. L., Selman, W. R. and Ratcheson, R. A. Steal affecting the central nervous system. *Neurosurgery*, (2002), **50**, 679-88; discussion 688-9.
- The WHOQL Group. The development of the World Health Organization quality of life assessment instrument (the WHOQOL). In *Quality of life Assessment: International Perspectives* (Edited by Orley J. and Kuyken W.). Heidelberg, (1994), Springer Verlag, S 43
- Turjman, F., Massoud, T. F., Sayre, J. W., Vinuela, F., Guglielmi, G. and Duckwiler, G. Epilepsy associated with cerebral arteriovenous malformations: a multivariate analysis of angioarchitectural characteristics. *AJNR Am J Neuroradiol*, (1995), **16**, 345-50.
- van der Schaaf, I. C., Brilstra, E. H., Rinkel, G. J., Bossuyt, P. M. and van Gijn, J. Quality of life, anxiety, and depression in patients with an untreated intracranial aneurysm or arteriovenous malformation. *Stroke*, (2002), **33**, 440-3.
- Vinuela, F., Nombela, L., Roach, M. R., Fox, A. J. and Pelz, D. M. Stenotic and occlusive disease of the venous drainage system of deep brain AVM's. *J Neurosurg*, (1985), **63**, 180-4.
- Wallesch, C.-W. *Neurologie: In Klinik und Praxis*, (2005), Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH, S 507-513.
- Wharen, R. E., Jr., Scheithauer, B. W. and Laws, E. R., Jr. Thrombosed arteriovenous malformations of the brain. An important entity in the differential diagnosis of intractable focal seizure disorders. *J Neurosurg*, (1982), **57**, 520-6.
- Yamada, S. Scanning electron microscopy of arteriovenous malformations. *Neurol Res*. (1999), **6**, 541-4.
- Zhao, J., Wang, S., Li, J., Qi, W., Sui, D. and Zhao, Y. Clinical characteristics and surgical results of patients with cerebral arteriovenous malformations. *Surg Neurol*, (2005), **63**, 156-61; discussion 161.

## **8 Anhang**

1. Fragebogen zur aktuellen Krankheitssituation
2. SF- 36 Fragebogen

## Fragebogen zur aktuellen Krankheits-, Lebenssituation bei Patienten nach operativer Therapie einer cerebralen AVM

**Name**

**Geburtsdatum**

### **Kopfschmerz:**

Wie oft hatten sie in den letzten 4 Wochen Kopfschmerzen?

- immer
- meistens
- ziemlich oft
- manchmal
- selten
- nie

Wie stark waren diese Kopfschmerzen?

- keine Schmerzen
- sehr leicht
- leicht
- mäßig
- stark
- sehr stark

Welche Medikamente haben Sie bei Bedarf eingenommen?

- Aspirin/ASS
- Paracetamol
- Novalgin
- Tramal
- keine
- andere
- 

Im Vergleich zu vor der Operation, wie würden Sie das Problem Kopfschmerz derzeit beschreiben?

- derzeit viel besser
- derzeit etwas besser
- wie vor der Operation
- derzeit etwas schlechter
- derzeit viel schlechter

## Epilepsie

Wie oft hatten Sie seit der Operation einen epileptischen Anfall

- vor und nach Operation keine Epilepsie
- völlig anfallsfrei mit Medikation
- völlig anfallsfrei ohne Medikation
- 1-3 Anfallstage (Anfallstag => 1 oder mehr Anfälle pro Tag)
- lediglich isolierte Auren, ohne Anfall

Wie empfinden Sie die Entwicklung Ihrer epileptischen Anfälle seit der Operation?

- keine Verbesserung
- lohnenswerte Verbesserung
- keine lohnenswerte Verbesserung
- Verschlechterung der Anfälle

Haben Sie nach der Operation aufgrund der Epilepsie Medikamente eingenommen?

- keine
- Valproat
- Carbamazepin
- Phenytoin
- Lamotrigin
- Keppra
- Lamictal

## Arbeit

Wie üben Sie Ihren, vor der Operation ausgeübten Beruf wieder aus?

- genauso wie früher
- gleiche Tätigkeit, aber weniger Stunden als früher
- andere Tätigkeit
- arbeitslos
- berentet

Aus urheberrechtlichen Gründen kann diese Seite nicht angezeigt werden.

Aus urheberrechtlichen Gründen kann diese Seite nicht angezeigt werden.

Aus urheberrechtlichen Gründen kann diese Seite nicht angezeigt werden.

## 9 Danksagung

Ich möchte mich ausdrücklich bei Herrn Prof. Dr. med. Hans-Jakob Steiger für die zu jeder Zeit konstruktive, außerordentlich hilfsbereite und geduldige Betreuung bedanken.

Auch möchte ich an dieser Stelle meiner Familie und insbesondere meinen Eltern für ihre immerwährende Unterstützung danken.

Zuletzt gilt Frau Dr. med. Hana Guberina für die stets sachbezogene, hilfsbereite und ausdauernde Unterstützung mein Dank.

## **10 Eidesstattliche Versicherung**

Ich versichere an Eides statt, dass die Dissertation selbständig und ohne unzulässige fremde Hilfe erstellt worden ist und die hier vorgelegte Dissertation nicht von einer anderen Medizinischen Fakultät abgelehnt worden ist.

01. Juni 2014

Benjamin Johannes Rohn