

71 Subarachnoidalblutung

Gereon R. Fink

71.1 Definition

Definition

Lebensgefährliche Erkrankung infolge einer Einblutung in den subarachnoidalen Liquorraum aus hirnvorsorgenden Gefäßen, am häufigsten aus einem sackförmigen Aneurysma. Weitere Ursachen: venöse Blutung (perimesencephale/präpontine SAB), Trauma, intrazerebrale Blutung mit Anschluss an den Subarachnoidalraum, arterio-venöse Malformation, zerebrale Sinus- oder Venenthrombose, Koagulopathie, intrakranielle arterielle Dissektion, zerebrale Amyloidangiopathie, zerebrales Vasokonstriktionssyndrom, Kokain.

71.2 Klinisches Bild

- akutes Kopf- und Nackenschmerzereignis bisher nicht gekannter Intensität („Vernichtungskopfschmerz“)
- Nackensteife
- Übelkeit und Erbrechen
- Bewusstseinsstörung
- vegetative Störungen (Schweißausbrüche, Herzrhythmusstörungen, EKG-Veränderungen)
- ggf. zusätzlich fokale neurologische Defizite (Pupillenstörung, Augenmuskelparesen, Hemiparese, Stauungspapillen)
- epileptische Anfälle

Die ► Tab. 71.1 zeigt die klinische Schweregradeinteilung nach der World Federation of Neurological Surgeons (WFNS), Hunt und Hess sowie in Relation zur Glasgow Coma Scale (GCS).

71.3 Diagnosesicherung und Organisation der Akutversorgung

71.3.1 Zerebrale Bildgebung

- Bei V. a. SAB und klinisch stabilem Zustand unverzüglich zerebrale Bildgebung in Arztbegleitung, vorzugsweise cCT (Sensitivität 95 %) veranlassen.
- Bei kardiopulmonal oder neurologisch instabilem Patienten (z. B. progrediente Vigilanzminderung, Erbrechen, epileptischer Anfall, psychomotorische Unruhe) muss der Patient vor weiterer Diagnostik auf einer Intensivstation stabilisiert und ggf. analgosediert (vorzugsweise Kombination Midazolam/Ketamin) und intubiert werden.
- Bei Nachweis einer SAB im Nativ-cCT unmittelbar CT-Angiografie anschließen.
- Bei fehlendem bildmorphologischem Nachweis einer SAB und klinisch fortbestehendem V. a. SAB diagnostische Lumbalpunktion durchführen.

71.3.2 Lumbalpunktion

- Inkl. einer 3-Gläser-Probe (visuelle Inspektion), nach einer Wartezeit von 8–12 h nach Initialereignis, um ggf. die Frage einer iatrogenen Blutbeimengung, durch Untersuchung auf Xanthochromie des Überstands, verlässlich beantworten zu können.
- Auf dem Laborschein „V. a. SAB“ vermerken und nach Erythrozyten im Liquor, dem Ergebnis der visuellen Inspektion des Überstands (Xanthochromie?), Ferritin und Siderophagen fragen.

Tab. 71.1 Klinische Schweregradeinteilung nach der World Federation of Neurological Surgeons (WFNS), Hunt und Hess sowie in Relation zur Glasgow Coma Scale (GCS).

Grade nach WFNS/ Hunt u. Hess	Symptome gemäß Hunt u. Hess	WFNS	
		GCS	Hemiparese/Aphasie
I	Asymptomatisch, ggf. leichter Kopfschmerz und Nackensteife.	15	Keine
II	Starke Kopfschmerzen, Nackensteife, ggf. Hirnnervenausfall.	13–14	Keine
III	Somnolenz, Verwirrtheit, leichte fokale neurologische Ausfälle.	13–14	Vorhanden
IV	Sopor, schwere neurologische Ausfälle (Halbseitenlähmung), vegetative Störungen.	7–12	Vorhanden oder keine
V	Koma, Einklemmungszeichen	3–6	Vorhanden oder keine

71.3.3 Weitere Schritte

- Unmittelbar nach der Diagnose einer SAB, Information der diensthabenden Neurochirurgen und Neuroradiologen, um möglichst rasch die weitere Diagnostik und Therapie (endovaskulär /mikrochirurgisch) zu planen.
- Die Akutbehandlung einer aneurysmatischen SAB soll deshalb in einschlägig erfahrenen Zentren erfolgen.
 - Patienten mit SAB sollen vorzugsweise auf eine neurologische oder neurochirurgische Intensivstation mit entsprechender Expertise aufgenommen werden.
 - Bei nur leichter Symptomatik (H + H/WFNS Grad 1, ▶ Tab. 71.1) und länger zurückliegendem Symptombeginn, kann eine Aufnahme auf die Stroke Unit erfolgen.
- Digitale Subtraktionsangiografie (DSA):
 - Eine DSA (als Panangiografie) soll innerhalb von 24 h nach Ereignis, wenn möglich direkt in Interventionsbereitschaft durchgeführt werden.

71.3.4 Akuttherapie

- Ein symptomatisches Aneurysma soll aufgrund der Nachblutungsgefahr möglichst rasch, d. h. innerhalb von 24 h, spätestens innerhalb der ersten 72 h versorgt werden (endovaskuläres Coiling, mikrochirurgisches Clipping).

- Vor dem Hintergrund der Ergebnisse der ISAT-Studie sollte dem Patienten – falls beide Verfahren geeignet erscheinen – aufgrund besserer neurologischer und kognitiver Langzeitergebnisse sowie bei besserer 5-Jahres-Überlebensrate, die Behandlungsoption des Coilings angeboten werden [5], [3].
- Bei fehlendem Aneurysma-Nachweis in der DSA soll eine Re-Angiografie nach Abklingen möglicher Vasospasmen, frühestens jedoch nach 2 Wochen durchgeführt werden.
- Bei einer perimesenzephalen SAB wird eine Re-Angiografie nicht empfohlen.

71.4 Notfall- und Intensivtherapie

71.4.1 Allgemeine Maßnahmen

- Bettruhe und engmaschige neurologische Überwachung
- konsequente Schmerzbekämpfung:
 - Analgetika, die – auch sequenziell – eingesetzt werden können, sind z. B. Novalminsulfon und Piritramid.
 - Tramadol sollte vermieden werden (Übelkeit, Senkung der Krampfschwelle, Vigilanzminderung).
 - Ziel ist ein Wert auf der visuellen Analogskala oder „Behavioural Pain Scale“ von ≤ 4 .

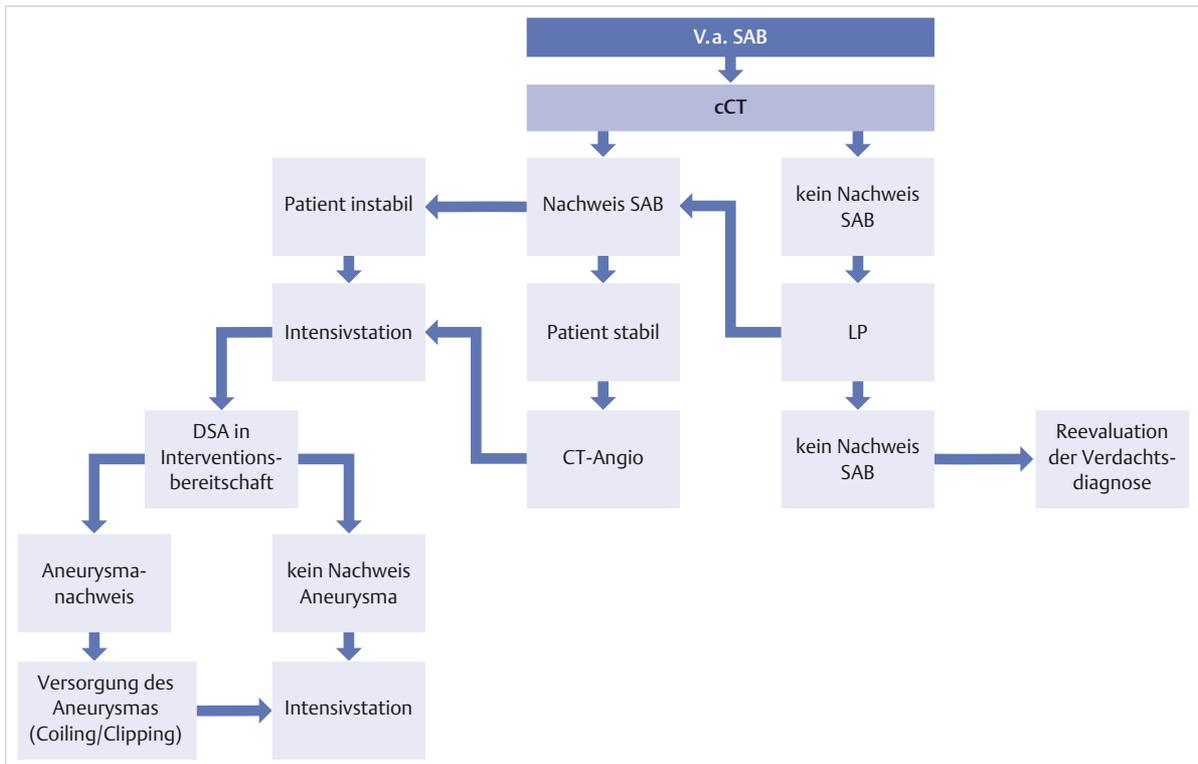


Abb. 71.1 Diagnostischer Algorithmus bei V. a. Subarachnoidalblutung.

- Bei Übelkeit/Erbrechen sollte eine Antiemese, vorzugsweise mit Setronen erfolgen;
Cave! Dimenhydrinat (Vomex) sollte vermieden werden (Vigilanzminderung).
- Der Stuhlgang sollte weich gehalten werden, vorzugsweise mit Laktulose.

71.4.2 Vasospasmus-Prophylaxe

- Zur Prophylaxe verzögerter ischämischer neurologischer Defizite soll ab der Diagnosesicherung mit Nimodipin 6 × 60 mg/Tag p. o. behandelt werden.
- Nimodipin kann über die Magensonde appliziert werden, nach Hersteller-Angaben ist die Wirksamkeit zermörserter Nimodipin-Tabletten, die über eine Magensonde verabreicht werden, eingeschränkt.
- Bei Reflux, Resorptionsstörung oder anderweitiger Unmöglichkeit der enteralen Gabe, kann Nimodipin i. v. verabreicht werden:
 - Perfusor mit 0,2 mg/ml
 - Startdosis 5 ml/h
 - falls kein Blutdruckabfall, Steigerung auf 10 ml/h nach 1 h
 - **Cave!** Falls es unter Nimodipingabe zu einem relevanten Blutdruckabfall kommt (oder die Katecholamindosis gesteigert werden muss), sollte die Nimodipingabe reduziert, ggf. auch beendet werden.
- Vasospasmen klingen in der Regel bis zum Tag 21 spontan ab.
 - Deswegen sollte bis zum Tag 21 Nimodipin 60 mg 6 × täglich in 4-stündigen Abständen gegeben werden.
 - dann Ausschleichen der Therapie um 2 Tbl. à 60 mg alle 2 Tage

71.4.3 Präinterventionell bzw. präoperativ

- ZVK und arterielle Kanüle (wenn arteriell nur femoraler Zugang möglich, dann linke A. femoralis, damit die rechte A. femoralis für die DSA genutzt werden kann)

71.4.4 Komplikationen der aneurysmatischen SAB

- Nachblutung:
 - maximales Risiko (4% am Tag 1, danach ca. 1–2% pro Tag im ersten Monat) innerhalb der ersten 72 h nach Initialereignis → rasche Diagnostik und Aneurysmaversorgung.
- Vasospasmen:
 - maximale Vasospasmusgefahr zwischen Tag 3 und Tag 14 nach Initialereignis → Nimodipingabe
 - engmaschige klinische und tägliche Überwachung mittels transkranieller Dopplersonografie (TCD)

- Komplikation: verzögerte ischämische neurologische Defizite
- Hydrozephalus malresorptivus, bedingt durch einen subarachnoidalen Resorptionsblock (in 25% der Fälle):
 - engmaschige klinische und ggf. sonografische oder cCT-Kontrolle
 - ggf. Anlage einer externen Ventrikeldrainage
- Herzrhythmusstörungen und EKG-Veränderungen:
 - ventrikuläre und supraventrikuläre Extrasystolen oder Tachykardien
 - Vorhofflimmern
 - ST-Hebungen oder -Senkungen
 - Infarkt-EKG
 - zum Teil mit Troponin-T-Anstieg
- neurogenes oder kardiogenes Lungenödem
- akute Herzinsuffizienz, ggf. kardiogener Schock
- Natriurese, Hyponatriämie und Hypovolämie („Cerebral Salt Waste“)

71.5 Spezifisches Management auf der Intensivstation

71.5.1 Kreislaufmonitoring und Blutdruckmanagement

- Basismonitoring zur Detektion von Vasospasmen oder einer prognostisch ebenso relevanten Hypovolämie:
 - TCD
 - Flüssigkeitsbilanz
 - Blutdruckmonitoring
 - Messung des zentralvenösen Drucks.
- vor Versorgung des Aneurysmas und falls kein Hirndruck oder anderweitige Kontraindikationen bestehen:
 - systolischer Blutdruck < 140 mmHg
 - mittlerer arterieller Druck 60–90 mmHg
- bei Patienten, die deutlich bewusstseinsgemindert oder analogosediert und intubiert sind:
 - erweitertes Neuromonitoring mit invasiver Hirndruckmessung.
- Patienten, die einen Hydrozephalus entwickeln,
 - sollen mit einer externen Ventrikeldrainage mit Möglichkeit der Hirndruckmessung versorgt werden.
- bei komatösen Patienten:
 - RR-Einstellung individuell unter Berücksichtigung des Nachblutungsrisikos, des intrakraniellen Drucks und möglicher Vasospasmen nach dem angestrebten zerebralen Perfusionsdruck (CPP)
 - dazu mittleren arteriellen Blutdruck (MAP) auf Höhe des Foramen Monroi messen
 - MAP < 70 mmHg bei fehlenden Hinweisen auf einen Vasospasmus
 - bei Vasospasmus MAP anheben auf > 100 mmHg
 - bei schweren Vasospasmen ggf. auch höher

71.5.2 Hämodynamisches Monitoring

- Bei kardiopulmonal instabilen Patienten, insbesondere mit hohem oder steigendem Katecholaminbedarf, erweitertes hämodynamisches Monitoring mittels PiCCO.
- TTE zum Ausschluss einer SAB-bedingten Kardiomyopathie.

71.5.3 Weitere Maßnahmen

- Fieber vermeiden, Temperatur-Ziel $\leq 37,5^\circ$
 - ggf. forcierte Normothermie mittels externer Kühlung oder intravasaler Kühlung (Thermogard)
- Blutzucker: 100–150 mg/dl
- Normonatriämie anstreben, insbesondere Hyponatriämie vermeiden
 - Eine Flüssigkeitsrestriktion zur Behandlung der Hyponatriämie ist wegen des erhöhten Risikos verzögerter ischämischer neurologischer Defizite zu vermeiden.
- Hb ≥ 9 g/l halten

71.5.4 Nachweis, Kontrolle und Therapie von Vasospasmen

- tägliche TCD-Kontrolle:
 - bei ausbleibenden Vasospasmen für insgesamt 14 Tage
 - bei Nachweis eines Vasospasmus bis zur Normalisierung der Blutflussgeschwindigkeit
- Vasospasmus:
 - mittlere Strömungsgeschwindigkeit > 200 cm/s
 - Anstieg der mittleren Strömungsgeschwindigkeit der A. cerebri media um > 50 cm/s innerhalb von 24h
 - oder „hemispheric index“ > 3 (Vergleich intra- und extrakranielle mittlere Strömungsgeschwindigkeiten)
- Falls bei zunehmenden Vasospasmen eine induzierte Hypertonie notwendig wird, soll diese vorzugsweise durch Arterenol oder Dobutamin herbeigeführt werden.
- Die Blutdrucksteigerung sollte sich am MAP orientieren und schrittweise erfolgen (Ziel-MAP zunächst 100 mmHg).
- Hypervolämie vermeiden (Cave! Lungenödem, Herzversagen; das „Triple-H“-Konzept ist obsolet)
- Normovolämie anstreben, vorzugsweise mittels isotoner Lösungen. Zielwerte:
 - zentralvenöser Druck > 4 mmHg
 - arterieller Mitteldruck > 70 mmHg
 - oder zerebraler Perfusionsdruck > 60 mmHg
- bei symptomatischem Vasospasmus, CT mit CT-Angio und -Perfusion zur Indikationsstellung einer intrarteriellen Nimodipingabe bzw. einer Ballondilatation (individueller Heilversuch)

71.5.5 Thromboseprophylaxe

- vor Aneurysmaverschluss mit Antithrombosestrümpfen
- Nach Aneurysma-Verschluss durch Coiling kann unmittelbar eine s. c. Thromboseprophylaxe mit LMWH begonnen werden.
- nach Verschluss durch OP s. c. LMWH am 1. Tag nach OP

71.6 Besonderheiten nicht aneurysmatischer SABs

71.6.1 Diffuse, nicht aneurysmatische SAB

- Vorgehen wie bei der aneurysmatischen SAB, da bei der diffusen, nicht aneurysmatischen SAB ein erhöhtes Risiko für Vasospasmen mit verzögertem neurologischen Defizit besteht [4].

71.6.2 Perimesenzephal/präpontine SAB

- bei Blutung in den Zisternen um Mittelhirn und Pons wichtig:
 - laterale Sylvii-Fissur oder der Interhemisphärenspalt werden nicht erreicht
 - angiografisch kein Nachweis einer Blutungsquelle, vermutlich venös verursacht
 - keine Rezidivblutungen
- Auch bei der perimesenzephalen SAB kann es zu (CT-) angiografisch oder doppler-/duplexsonografisch nachweisbaren Vasospasmen kommen:
 - in ca. 27 % der Fälle
 - in 7 % der Fälle schwer ausgeprägte Vasospasmen
 - dennoch ist ein verzögertes neurologisches Defizit selten [4]
- In den Leitlinien der DGN 2008 wurde keine Rechtfertigung für eine Nimodipin-Therapie gesehen.
- In den aktuellen Leitlinien von 2012 wurde dieser Passus ersatzlos gestrichen, sodass es diesbezüglich keine Empfehlung gibt.
- medikamentöse Vasospasmus-Prophylaxe mit Nimodipin:
 - Zur Vermeidung von weniger wahrscheinlichen, aber dennoch möglichen verzögerten neurologischen Defiziten.
 - Dies berücksichtigt, die nur geringen Risiken für relevante Nebenwirkungen einer Nimodipin-Therapie.
 - Aufgrund des deutlich geringeren Risikos für verzögerte neurologische Defizite ist eine kürzere Therapiedauer über 14 Tage gerechtfertigt.

71.6.3 Traumatische und atraumatische kortikale SAB

- Auch bei der traumatischen SAB treten in ca. 19–68 % (TCD) bzw. 18,6–41 % (CT-Angiografie) der Fälle Vasospasmen auf [1].
 - treten, im Vergleich zu Vasospasmen bei aneurysmatischer SAB früher auf (innerhalb von 3 Tagen in 25 % der Fälle).
 - erreichen nach kürzerer Zeit ihr Maximum (5–7 Tage).
 - halten kürzer an (ca. 14 Tage in Einzelfällen auch länger) [1].
- Verzögerte neurologische Defizite treten bei 3,9–16,6 % der Fälle mit nachgewiesenen Vasospasmen auf und somit ebenfalls seltener auf als bei der aneurysmatischen SAB (17,0–40,0 % der Fälle mit Vasospasmen).
- In einer Meta-Analyse konnte ein prophylaktischer Effekt von Nimodipin nachgewiesen werden [2]:
 - Auf das Auftreten von verzögerten neurologischen Defiziten in der Subgruppe von Patienten mit traumatischer SAB.
 - Allerdings keine Bestätigung dieses positiven Effekts in einer weiteren Meta-Analyse [6].
 - Leitlinien der DGN existieren diesbezüglich nicht.
- Aufgrund des relativ häufigen Vorkommens von Vasospasmen sollte trotz der unklaren Datenlage bzgl. des verzögerten neurologischen Defizits, Nimodipin zur Prophylaxe verzögerter neurologischer Defizite bei der traumatischen SAB verabreicht werden.
- Aufgrund des selteneren Vorkommens der verzögerten neurologischen Defizite als bei der aneurysmatischen SAB und der kürzeren Dauer von Vasospasmen, ist ein verkürztes 14-tägiges Therapieprotokoll wie bei der perimesenzephalen SAB gerechtfertigt.

71.6.4 Langzeitbehandlung

- Bei neurologischen und/oder kognitiven Defiziten Einleitung einer Frührehabilitation bzw. Anschlussheilbehandlung.

- Für angiografische Routine-Kontrollen nach erfolgreicher, unkomplizierter Aneurysma-Versorgung ist die MRA der intraarteriellen Angiografie vorzuziehen.
 - Regelmäßige MRA-Kontrollen zur Erkennung von De-novo-Aneurysmen (Bildung neuer intrakranieller Aneurysmen, kumulative 5-Jahres-Wahrscheinlichkeit 0,75 %) sind nicht notwendig.
- Zur Therapie eines symptomatischen chronischen Hydrozephalus sollte die Anlage eines ventrikuloperitonealen oder ventrikuloatrialen Shunts erfolgen.
- Bei familiärer Aneurysma-Häufung (≥ 2 erstgradige Angehörige mit SAB oder Aneurysma) kann ein MRA-Screening erwogen werden.
- Beeinflussbare Risikofaktoren einer Aneurysmaruptur sind:
 - Rauchen, Bluthochdruck und Alkoholmissbrauch
 - Interventionsstudien diesbezüglich fehlen, Patienten mit einer aneurysmatischen SAB sollten dennoch bzgl. ihres Lebensstils beraten (Rauchen) und behandelt (Blutdruck, Alkoholmissbrauch) werden.

71.7 Literatur

- [1] Kramer DR, Winer JL, Pease BA et al. Cerebral vasospasm in traumatic brain injury. *Neurol Res Int* 2013; 4:15813.
- [2] Langham J, Goldfrad C, Teasdale G et al. Calcium channel blockers for acute traumatic brain injury. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003; CD000565.
- [3] Molyneux AJ, Kerr RS, Birks J et al. Risk of recurrent subarachnoid haemorrhage, death, or dependence and standardised mortality ratios after clipping or coiling of an intracranial aneurysm in the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT): long-term follow-up. *Lancet Neurol* 2009; 8: 427–433
- [4] Raya A, Zipfel GJ, Diringier MN et al. Pattern not volume of bleeding predicts angiographic vasospasm in nonaneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Stroke* 2014; 45: 265–267.
- [5] Van der Schaaf I, Algra A, Wermer M et al. Endovascular coiling versus neurosurgical clipping for patients with aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Cochrane Database Syst Rev* 2005; 4: CD003 085
- [6] Vergouwen MD, Vermeulen M, Roos YB. Effect of nimodipine on outcome in patients with traumatic subarachnoid haemorrhage: a systematic review. *Lancet Neurol* 2006; 5:1029–1032

72 Unrupturiertes zerebrales Aneurysma

Hannes Nordmeyer

72.1 Definition

Definition

Hirnarterien-Aneurysma, das nicht zu einer aneurysmatischen Subarachnoidalblutung (siehe hierzu Kap. 71; inkl. „warning leak“) und auch nicht zu einer anderen intrakraniellen Blutung geführt hat.

72.2 Klinisches Bild

72.2.1 Asymptomatisches vs. symptomatisches unrupturiertes Aneurysma

Inzidentelles Aneurysma

- Zufallsbefund im Rahmen einer kranialen Bildgebung (CT, MR, DSA)
- keine frühere oder akute klinische Symptomatik

Symptomatisches unrupturiertes Aneurysma:

- Hirnnerven- oder Hirnparenchymkompression durch das Aneurysma
- klinisches Beispiel:
 - Okulomotoriusparese durch Kompression eines Aneurysmas am Ramus communicans posterior
 - oder Hirnstammsymptomatik bei raumforderndem Aneurysma der hinteren Zirkulation
- Perforator-Ischämie oder embolische Ischämie bei großen teilthrombosierten oder bei großen fusiformen Aneurysmen, z. B. Dolichoektasien
- klinisches Beispiel:
 - Ponsinfarkt bei Megadolichobasilaris durch Teilthrombosierung mit Perforatorverschluss

Weiteres Aneurysma

- Zufallsbefund bei Abklärung eines anderen symptomatischen Aneurysmas, auch als additionales Aneurysma bezeichnet.

72.2.2 Vordere vs. hintere Zirkulation

- Aneurysmen am R. communicans posterior werden der hinteren Zirkulation zugeteilt, obwohl sie sich in der Regel am Abgang aus der A. carotis interna befinden.

72.2.3 Morphologie von Aneurysmen

Häufig

- sakkuläre Bifurkations-Aneurysmen
- Morphologie: rundlich und glatt berandet oder irregulär konfiguriert, gelappt oder mit assoziierten Tochteraneurysmen

Selten

- sakkuläre Seitwand-Aneurysmen
- fusiforme Aneurysmen, die ganze Arteriensegmente betreffen können
- Giant-Aneurysmen (größer als 25 mm), die aufgrund der Flussverlangsamung auch thrombosieren und emboligen sein können
- mykotische Aneurysmen, die in der Regel weit peripher lokalisiert sind
- postdissektionelle Pseudo-Aneurysmen, meistens extrakraniell gelegen, die zu embolischen oder bei assoziierter Stenose zu hämodynamischen Ischämien führen können

72.3 Blutungsrisiko inzidenteller Aneurysmen

- Risikofaktoren für das Vorhandensein eines Aneurysmas:
 - arterielle Hypertonie [1]
- Risikofaktoren für die Entwicklung und das Wachstum eines Aneurysmas [2], s. a. ► Tab. 72.1, ► Tab. 72.2:
 - weibliches Geschlecht
 - Rauchen
- Risikofaktoren für die Ruptur eines vorhandenen Aneurysmas [3]:
 - Rauchen
 - arterielle Hypertonie
 - Alkoholmissbrauch
- Lebenszeitrisko (schlechte Datenlage aufgrund weniger Langzeitstudien):
 - Variiert in Abhängigkeit von den Risikofaktoren Aneurysmagröße, weiblichem Geschlecht und Rauchen zwischen 0% und 100% (jährliche Rupturrate von 0% bis 6,5%) mit einer mittleren Rupturrate von 29% (jährlich 1,6%).
 - 25% der Patienten mit Aneurysmen < 7 mm erlitten eine SAB während der Lebenszeit! [4]

Tab. 72.1 Jährliches Blutungsrisiko gemäß ISUIA-Studie [5].

Aneurysmagröße	Asymptomatische Aneurysmen	Ehemals symptomatisch
< 10 mm	0,05%/Jahr	0,5%/Jahr
10–25 mm	1%/Jahr	1%/Jahr
> 25 mm	6%/Jahr	6%/Jahr

Tab. 72.2 Kumulatives 5-Jahres Blutungsrisiko gemäß ISUIA Studie [5].

Aneurysmagröße	Vordere Zirkulation	Hintere Zirkulation
< 7 mm	0,1 %	2,5 %
7–12 mm	2,6 %	14,6 %
13–24 mm	14,5 %	18,4 %
> 24 mm	40 %	60 %

72.4 Diagnostik

72.4.1 Familienanamnese

- Angehörigen sollte ein Aneurysma-Screening nur dann empfohlen werden, wenn:
 - ≥ 2 erstgradig Verwandte eine SAB erlitten haben oder Aneurysmaträger sind.
 - eine autosomal-dominante polyzystische Nierenkrankheit vorliegt oder bei monozygoten Zwillingen
 - in jedem Fall sollte die mögliche therapeutische Konsequenz vorher besprochen werden

72.4.2 Diagnostische Bildgebungsverfahren

Bei Indikation zum familiären Screening oder bereits bestehendem Verdacht auf das Vorliegen eines Aneurysmas aufgrund einer Schnittbilddiagnostik ohne Angiografie:

- „Time of flight“ (TOF) MR-Angiografie (kontrastmittel-freie MRA)
- bei MR-Kontraindikation: CT-Angiografie
- beide Modalitäten sind zur Therapieentscheidung in der Regel ausreichend
- transfemorale Katheterangiografie (DSA) zur genaueren Evaluation in speziellen Situationen:
 - Die DSA kann in Lokalanästhesie auch ambulant erfolgen, wenn nur eine präoperative bzw. präinterventionelle Planung indiziert ist.
- Bei Behandlungsindikation und bei Entscheidung für eine endovaskuläre Behandlung kann die DSA in Vollnarkose und Behandlungsbereitschaft erfolgen.
 - Vorteile: keine wiederholte Punktion, keine invasive Diagnostik bei wachen, ängstlichen Patienten, Kontrastmitteleinsparung

72.5 Therapie

72.5.1 Behandlungsindikationen

- Grundlage für die meisten Empfehlungen ist die ISUIA-Studie [5], nach der für Aneurysmen der vorderen Zirkulation erst ab ≥ 7 mm eine Behandlungsempfehlung gegeben wird.
- Aufgrund des höheren Rupturrisikos besteht für Aneurysmen der hinteren Zirkulation, auch unter ≤ 7 mm Größe, eine Behandlungsempfehlung.
 - In jedem Fall sind bei der Indikationsstellung das Alter und der gesundheitliche Zustand des Patienten sowie das spezifische Blutungsrisiko zu berücksichtigen.
- Bei kleineren Aneurysmen in der vorderen Zirkulation können Aspekte der Aneurysmamorphologie die Behandlungsindikation erhärten, wenn:
 - es sich z. B. um ein irregulär geformtes Aneurysma handelt oder
 - eines mit einer typischen Rupturstelle, wie einer Nase oder eines Tochteraneurysmas
- Neben medizinischen Abwägungen trägt bei der Indikationsstellung zur Behandlung kleiner Aneurysmen der vorderen Zirkulation der Patientenwunsch in besonderem Maße zur Entscheidungsfindung bei.
 - Die psychische Belastung durch Kenntnis eines unbehandelten Aneurysmas führt in vielen Fällen zu einem ausdrücklichen Behandlungswunsch und muss bei der Abwägung von Risiko und Nutzen jedweder Strategie mit einbezogen werden.
- Bei Patienten über 65 Jahre kann eine Lebenserwartung von mind. 10 Jahren als Entscheidungshilfe bei der Indikationsstellung dienen [6].
- Bei Kindern sind individuelle Behandlungsentscheidungen zu treffen.
 - Sie haben ein hohes Risiko für die Entwicklung von De-novo-Aneurysmen und Rezidiven.
 - Sie benötigen daher eines langfristigen Follow-up [7].

72.5.2 Behandlungsstrategien

Konservativ: Management der Risikofaktoren

- Behandlung einer arteriellen Hypertonie
- Raucherentwöhnung
- Kontrollbildgebung (vorzugsweise TOF-MRA):
 - zunächst jährlich
 - bei unverändertem Befund Streckung der Intervalle
- Behandlung des Aneurysmas bei Größenprogredienz oder bei Auftreten einer Symptomatik

Endovaskuläre Behandlung

- Coiling oder andere intra-aneurysmale Embolisation
- ballonassistiertes Coiling
- Stenting (z. B. Flow diverter)
- Stent-assistiertes Coiling
- Verschluss des Aneurysmas und des Trägergefäßes (nach vorheriger Ballon-Testokklusion zum Nachweis einer ausreichenden Kollateralversorgung)

Chirurgische Behandlung

- Clipping: Platzieren eines Titanclips über den Aneurysmahals.
- Spezielle Techniken:
 - Wrapping: Umschlingen des Aneurysmas mit Eigen- oder Fremdmaterial.
 - Trapping: Aneurysmaausschaltung durch Verschluss und Bypassing des Trägergefäßes (Anlage eines Extra-intrakraniellen-Bypasses oder eines High-flow-Bypasses, z. B. ELANA [8])

72.5.3 Abwägung endovaskuläre vs. neurochirurgische Behandlung

- Grundsätzlich sind Aneurysmen der hinteren Zirkulation bis auf wenige Ausnahmen einer endovaskulären Behandlung zuzuführen.
- Aneurysmen der vorderen Zirkulation sind in einigen Lokalisationen, insbesondere an der Mediabifurkation, einem Clipping gut zugänglich.
- Im Wesentlichen liegt die Entscheidung für die Wahl des Verfahrens beim Team, bestehend aus Operateur und Interventionalisten (interdisziplinäre individuelle Entscheidung!).
 - Nur diese können das spezifische, maßgeblich von anatomischen und aneurysmamorphologischen Besonderheiten beeinflusste Eingriffsrisiko abschätzen.
- Die Studienlage zeigt eine geringere Morbidität und Mortalität des Coilings gegenüber dem Clipping und eine Zunahme dieses Unterschiedes mit höherem Alter.

- Einschränkend hinsichtlich des Langzeitverlaufes muss bei der Entscheidungsfindung beachtet werden:
 - Die Verschlussraten nach Clipping sind überwiegend höher angegeben als nach Coiling.
 - Den endovaskulären Verfahren sollte in vielen Fällen aufgrund der klinischen Überlegenheit (siehe ▶ Tab. 72.3) und der mittlerweile hohen Verschlussraten der Vorzug gegeben werden.

72.5.4 Behandlungsindikation kleiner Aneurysmen der vorderen Zirkulation

Nach ISUIA konnte gezeigt werden, dass Aneurysmen der vorderen Zirkulation < 7 mm Größe, unter Abwägung der individuellen Risikokonstellation, in Einzelfällen behandelt werden können [10], (▶ Abb. 72.1).

72.6 Prä- und postinterventionelle Behandlung

72.6.1 Vorbereitung bei Clipping

- gerinnungsaktive Medikamente pausieren:
 - Antiaggreganzien in der Regel 7 Tage
 - orale Antikoagulantien sind wirkstoffabhängig und ggf. durch Gerinnungslabor zu bestätigen

72.6.2 Vorbereitung bei endovaskulärer Therapie

- keine generelle Empfehlung zur medikamentösen Vorbereitung aufgrund unterschiedlicher Therapieregimes
 - Prämedikation mit Clopidogrel 75 mg p. o. täglich, kann zur sicheren Aufsättigung bereits 5–7 Tage präinterventionell begonnen werden.
- alternativ besteht die Möglichkeit einer Clopidogrel „loading-dose“ am Vortag mit z. B. 600 mg p. o.

Tab. 72.3 Clipping vs. Coiling.

Studie	Clipping	Coiling
ISUIA-2, Lancet 2003 [5] n = 2368 Morbidität + Mortalität 30 Tage (mRS 3–5, MMS < 26)	14,6 %	10,9 %
NIS, Stroke 2011 [9] Pat. < 50 J, n = 21276 Entlassung in Pflegeheim oder Tod im KH	8,7 %	4,1 %
NIS, Stroke 2011 [9] Pat. 50–64 J, n = 27 341 Entlassung in Pflegeheim oder Tod im KH	14,8 %	4,5 %
NIS, Stroke 2011 [9] Pat. 65–79 J, n = 14 364 Entlassung in Pflegeheim oder Tod im KH	28,8 %	7,7 %

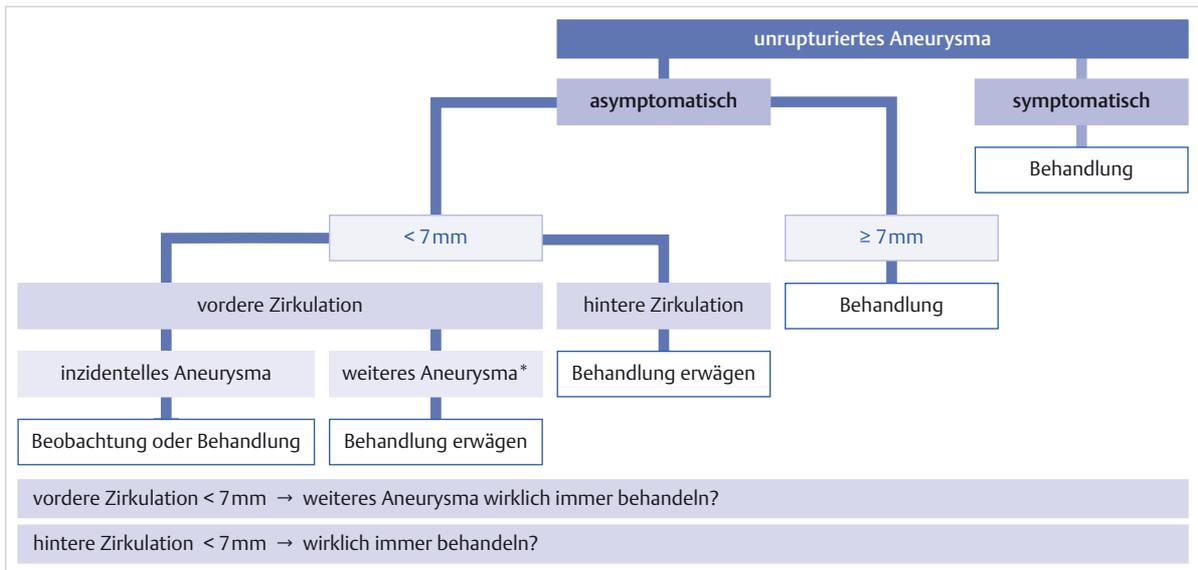


Abb. 72.1 Entscheidungshilfe zur Indikationsstellung Bei der Indikationsstellung zu jedweder Therapie sind das Alter, der neurologische Zustand und der Allgemeinzustand des Patienten sowie die spezifischen Risiken der Therapieverfahren zu berücksichtigen!

* = additionales Aneurysma (s. Kap. 72.2.1)

- Verschiedene Thrombozytenfunktionstests können zur Bestätigung der Clopidogrel-Wirkung durchgeführt werden (**Cave!** Keine Empfehlung auf dem Boden randomisierter Studien!).
- Im Falle einer „non-response“ können Prasugrel (60 mg p. o. loading-dose) oder Ticagrelor (180 mg p. o. „loading-dose“) am Vortag gegeben werden.
- Aspisol 500 mg i. v. kann problemlos während des Eingriffes verabreicht werden, wenn keine ASS-Prämedikation durchgeführt wurde.
- GP-IIb/IIIa-Antagonisten dienen als Reservemedikamente, wenn eine Stent-Implantation erforderlich, der Patient aber nicht adäquat prämediziert ist.

72.6.3 Postinterventionelles Monitoring

- Auf ein Clipping folgt ein intensivmedizinisches Monitoring, dessen Dauer an die klinische Situation und an die Schwere des Eingriffs adaptiert wird.
 - Nach neurochirurgischen Eingriffen in der hinteren Schädelgrube kann eine Überwachung von mind. 3 Tagen sinnvoll sein.
- Nach endovaskulärer Therapie sollte ein Monitoring erfolgen:
 - auf IMC-Station mit neurologisch erfahrenem Personal oder auf einer Stroke Unit
 - Monitoring für 24 h, wenigstens jedoch für die erste postinterventionelle Nacht
 - Eine Nachbeatmung ist in der Regel nicht indiziert.

72.6.4 Postinterventionelle medikamentöse Therapie

Vasospasmusprophylaxe

- Im Gegensatz zur Akutbehandlung der SAB ist die Gabe von Nimodipin nach elektiven, unkompliziert verlaufenden Eingriffen nicht erforderlich.

Nach Clipping

- Eine spezifische medikamentöse Therapie ist nicht erforderlich.

Nach Coiling

- Bei Aneurysmen mit großer Kontaktfläche zum Trägergefäß sollte die Monoantiaggregation mit ASS 100 mg p. o. täglich für die Dauer von 4 Wochen fortgesetzt werden, da in der Frühphase eine Thrombusexpansion aus dem Aneurysma zum Verschluss des Trägergefäßes oder zu embolischen Ischämien führen kann.

Nach Stent-Implantation oder stentassistierter Coil-Okklusion

- Eine doppelte Thrombozytenfunktionshemmung ist je nach verwendetem Stent für mind. 3–6 Monate erforderlich.
- In kleineren Gefäßen und bei Überbrückung eines Bifurkationsastes sollte danach eine dauerhafte einfache Thrombozytenfunktionshemmung empfohlen werden.

Absetzen der Antiaggreganzien

- Das frühzeitige Absetzen der Antiaggreganzien kann aus verschiedenen Gründen notwendig werden.
- In jedem Fall sollte dies in Abstimmung mit dem behandelnden Neuroradiologen erfolgen.
- Aushändigung eines Stent-Ausweises mit Angaben zur Art des Stents, der erforderlichen medikamentösen Therapie und Kontaktnummern der behandelnden Klinik.

72.6.5 Nachsorge

Postinterventionelle Diagnostik

- DSA nach Clipping früh-postoperativ oder im ersten Jahr
- DSA nach Coiling + /- Stenting nach 6–12 Monaten

Uneinheitliches Vorgehen in der Langzeitnachsorge

- Bei jüngeren Patienten kann eine erneute DSA nach 5 Jahren erwogen werden.
- Je nach Art des zur Behandlung verwendeten Materials, kann auch eine MR-Angiografie zum Ausschluss eines Rezidivs oder De-novo-Aneurysmas ausreichen (Cave! Artefakte z. B. durch Clips oder Stents).

Krankenhausentlassung

- Nach der Krankenhausentlassung gibt es bei abgeschlossener Behandlung in der Regel keine Notwendigkeit zur Einschränkung der Lebensführung.

72.7 Literatur

- [1] Juvela S. Risk Factors for Multiple Intracranial Aneurysms. *Stroke* 2000; 31: 392–397
- [2] Juvela S, Poussa K, Porras M. Factors Affecting Formation and Growth of Intracranial Aneurysms: A Long-Term Follow-Up Study. *Stroke* 2001; 32: 485–491
- [3] Feigin V, Rinkel GJ, Lawes CMM et al. Risk factors for subarachnoid hemorrhage. An updated systematic review of epidemiological studies. *Stroke* 2005; 36: 2773–2780
- [4] Korja M, Lehto H, Juvela S. Lifelong Rupture Risk of Intracranial Aneurysms Depends on Risk Factors. A Prospective Finnish Cohort Study. *Stroke* 2014; 45: 1958–1963
- [5] Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J. ISUIA – The International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms Investigators. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet* 2003; 362: 103–110
- [6] Sturiale CL, Brinjikji W, Murad MH et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms in elderly patients: a systematic review and meta-analysis. *Stroke* 2013; 44(7): 1897–1902. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.001524
- [7] Koroknay-Pál P, Niemelä M, Lehto H. De Novo and Recurrent Aneurysms in Pediatric Patients With Cerebral Aneurysms. *Stroke* 2013; 44: 1436–1439
- [8] Streefkerk HJ, Bremner JP, Tulleken CA. Extracranial-intracranial bypass. The ELANA technique: high flow revascularization of the brain. *Acta Neurochir* 2005; 94: 143–148
- [9] Brinjikji W, Rabinstein AA, Lanzino G et al. Effect of Age on Outcomes of Treatment of Unruptured Cerebral Aneurysms. A Study of the National Inpatient Sample 2001–2008. *Stroke* 2011; 42: 1320–1324
- [10] Pierot L, Barbe C, Spelle L, ATENA Investigators. Endovascular treatment of very small unruptured aneurysms: rate of procedural complications, clinical outcome, and anatomical results. *Stroke* 2010; 41: 2855–2859