

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

**Neurovaskuläre Therapieoptionen
bei komplexen Aneurysmen der
Arteria carotis interna //**

**Neurovascular therapeutic options
in complex intracranial aneurysms**

Bavinzski G, Hirschmann D

Gruber A

Journal für Neurologie

Neurochirurgie und Psychiatrie

2021; 22 (3), 128-134

Homepage:

www.kup.at/

JNeurolNeurochirPsychiatr

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Indexed in
EMBASE/Excerpta Medica/BIOBASE/SCOPUS

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031117M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

77. Jahrestagung

Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie



2026
7.–10. Juni
AACHEN

Personalisierte Neurochirurgie – digital, kompetent, vernetzt

dgnc-kongress.de

Joint Meeting with the Belgian Society and the Dutch
Society of Neurosurgery and Neurosurgeons of Luxembourg

*Werfen Sie einen
Blick ins Programm!*



*Registrieren
Sie sich jetzt!*



Neurovaskuläre Therapieoptionen bei komplexen Aneurysmen der Arteria carotis interna

G. Bavinzski¹, D. Hirschmann¹, A. Gruber²

Kurzfassung: Schwierig zu behandelnde, komplexe, intrakranielle Aneurysmen (CIA) stellen für den vaskulär tätigen Neurochirurgen nach wie vor eine große Herausforderung dar. Neben Größe, fusiformer Konfiguration, Teilthrombosierung oder Wandverkalkung ist die proximale schädelbasisnahe Lokalisation bei CIAs der Arteria carotis interna (ACI) ein weiterer komplizierender Faktor für ihre Behandlung.

Im Rahmen eines Vortrages hatten wir die Gelegenheit, anhand von Publikationen, die von verschiedensten Autoren der Wiener Neurochirurgischen Klinik im Laufe der letzten Jahrzehnte zu diesem Thema veröffentlicht wurden, die Entwicklung der einzelnen neurovaskulären Therapieoptionen darzustellen. Das Spektrum reicht dabei von der mikrochirurgischen Clipping unter Einsatz von erweiterten Zugangstechniken zur Schädelbasis über endovaskuläre Verfahren wie dem Coiling mit oder ohne Stent-Unterstützung bis hin zu kombinierten Methoden wie dem therapeutischen Gefäßverschluss mit oder ohne Bypassunterstützung und der Implantation von flussmodifizierenden Stents („Flowdiverter“).

Die Vor- und Nachteile der einzelnen Therapieverfahren bei den verschiedenen CIA-Varianten werden aus Sicht von zwei dual vas-

kulär ausgebildeten Neurochirurgen diskutiert. Eine sorgfältige Patientenselektion und die Verfügbarkeit multimodaler Therapieoptionen sind dabei wichtige Voraussetzungen, um das übergeordnete Therapieziel – nämlich ein für Patienten mit diesen schwierigen Aneurysmen zufriedenstellendes klinisches und radioanatomisches Langzeit-Resultat – zu erreichen.

Schlüsselwörter: Riesenaneurysmen, kombinierte Behandlung, endovaskuläre Therapie, zerebraler Bypass, Flowdiverter

Abstract: Neurovascular therapeutic options in complex intracranial aneurysms. Complex intracranial aneurysms (CIAs) rank high among the most technically demanding neurovascular lesions. Beside morphological factors like size, fusiform configuration, partial thrombosis or wall calcification internal carotid artery CIAs are also difficult to treat, because of their limited surgical accessibility due to their intimate relationship and extension to the skull base.

During a conference we currently had the opportunity to review the work specifically dealing with therapeutic neurovascular options available for the treatment of CIAs that was published by different authors from the Medi-

cal University of Vienna at the Neurosurgical Department over the past four centuries. The options span from direct microsurgical clipping using advanced skull base techniques over selective endovascular coiling with or without stenting to well proven combined (hybrid) procedures like bypass-supplemented parent artery occlusion and the recently introduced endoluminal flowdiversion using specially designed stents.

Taking advantage from the complementary interaction of endovascular and surgical technologies the pro and cons are discussed by two hybrid vascular neurosurgeons cross-experienced in both techniques. Today safe and durable clinical and radio-anatomical results can be achieved in these difficult to manage CIAs by careful patient selection and the availability of a spectrum of neurovascular therapeutic options, which use all possible avenues to reach the ultimate goal for the patient, namely a satisfying clinical and radio-anatomical result. **J Neurol Neurochir Psychiatrie 2021; 22 (3): 128–34.**

Keywords: Giant aneurysm, combined treatment, endovascular treatment, extra-intracranial bypass, Flowdiversion

■ Einleitung

Komplexe Hirnarterienaneurysmen stellen nach wie vor eine große Herausforderung für den neurovaskulären Therapeuten dar [1–3]. Die sehr ungünstige Prognose von Patienten mit unbehandelten Riesenaneurysmen mit berichteten Rupturraten von bis zu 50 % in 5 Jahren zwingt gewissermaßen zum therapeutischen Handeln [1–3]. Andererseits ist die Behandlung komplexer (komplizierter) Aneurysmen mit höheren Mortalitäts-/Morbiditätsraten von bis zu 45 % je nach Lokalisation behaftet [2, 3]. Die Komplexität eines intrakraniellen Aneurysmas kann dabei nicht nur durch seine Größe charakterisiert werden, sondern auch noch durch weitere morphologische Kriterien, wie z. B. dem Ausmaß der Wandverkalkung, vorhandener Teilthrombosierung, fusiform-dysplastischer Konfiguration oder durch in die Wand inkorporierte Arterien oder Perforatoren (Abb. 1–3). Diese Faktoren können z. B. eine operative Rekonstruktion des Gefäßlumens mittels Clip unmöglich machen. Ähnliches gilt auch für die endovaskulären Therapieverfahren wie z. B. dem Coiling oder dem Stent-assistierten Coiling. Ebenso kann eine Vorbehandlung die definitive Therapie eines rekanalisierten Aneurysmas ganz erheblich erschweren. Auch die Lokalisation eines an sich klei-

nen Aneurysmas z. B. im Bereich der Schädelbasis führt zur Einschätzung als komplexe Läsion [4–8].

Bei der Jahrestagung für Neurochirurgie 2020 hatten wir die Gelegenheit, die derzeitigen Behandlungsoptionen komplexer intrakranieller Aneurysmen der Arteria carotis interna (ACI) anhand von Arbeiten, die zu diesem Thema von verschiedensten Autoren der Wiener Klinik über die Jahre publiziert worden sind, darzustellen und anhand des Vergleiches mit bewährten Methoden die Entwicklung bis hin zu den heutigen moderneren Verfahren zu illustrieren [3–10].

■ Direkte mikrochirurgische und endoluminale sowie kombinierte endovaskuläre/transkranielle Therapieverfahren

Axel Perneczky und sein Schüler Engelbert Knosp haben sich bereits vor 1985 mit der direkten operativen Erreichbarkeit diverser, insbesondere auch vaskulärer Pathologien der Schädelbasis intensiv auseinandergesetzt [4–6]. Die Abbildung 2 zeigt dazu ein Beispiel eines direkt in der Schädelbasis freigelegten kleinen infraklinoidalen Aneurysmas im C3-Abschnitt der ACI. Für eine proximale Gefäßkontrolle und zur Erleichterung des Clippingvorganges bei gleichzeitiger Absicherung im Falle einer intraoperativen Aneurysmaruptur wurde dabei ein endovaskulär eingeführter inflatableer Ballon verwendet. Die technologische Voraussetzung hierfür ist allerdings das Vorhandensein einer intraoperativ bei offenem Schädel durchführbaren digitalen Subtraktionsangiographie (DSA).

Eingelangt am 23.06.2021, angenommen am 30.06.2021

Aus der ¹Neurochirurgischen Universitätsklinik, Medizinische Universität Wien und ²Universitätsklinik für Neurochirurgie, Kepler Universitätsklinikum Linz

Korrespondenzadresse: Univ.-Prof. Dr. med. Gerhard Bavinzski, Neurochirurgische Universitätsklinik, Medizinische Universität Wien, A-1090 Wien, Währinger Gürtel 18–20, E-Mail: gerhard.bavinzski@meduniwien.ac.at

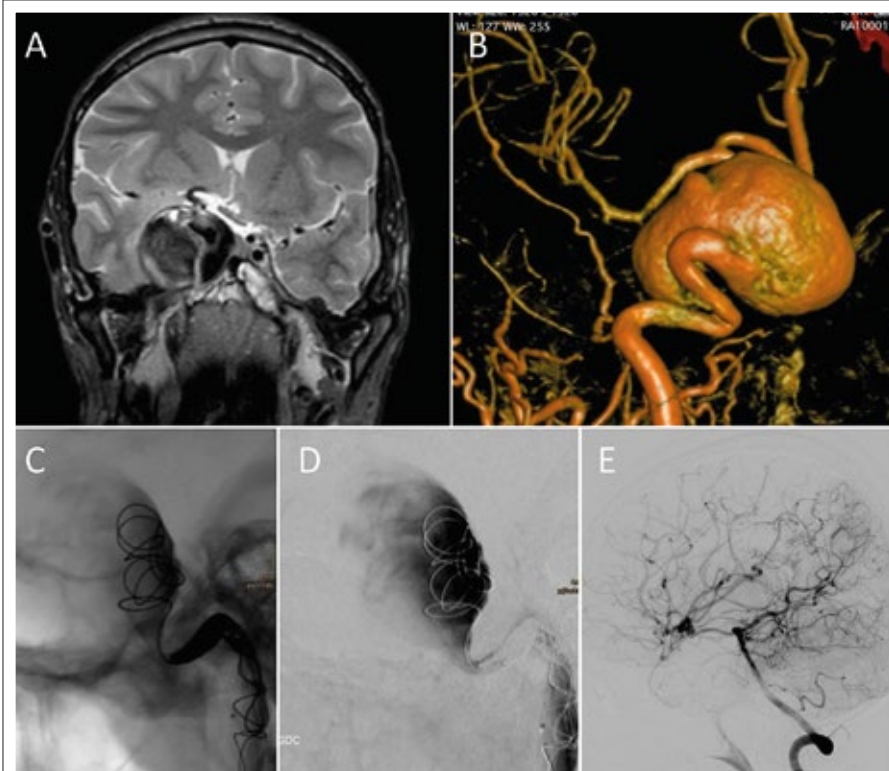


Abbildung 1: 20-jähriger Mann mit innerhalb von Stunden auftretender massiver Visusbeeinträchtigung rechts und eingemauerten Bulbi rechts mehr als links. Aneurysma per magna der infraklinoidalen ACI rechts (**A, B**). Therapeutischer endovaskulärer Verschluss des Trägergefäßes mittels Coils (**C, D**). Gute Cross-Flow-Füllung des rechten A. cerebri media-Stromgebietes über die A. communicans posterior-Kollaterale (**E**; seitliche Aufnahme)

Offene und endovaskuläre Therapieverfahren („zerebrovaskuläres Hybrid-Konzept“) wurden also schon frühzeitig an der Neurochirurgischen Klinik Wien kombiniert eingesetzt [4–9].

Die selektive Behandlung zerebraler Aneurysmata mittels endovaskulär absetzbarer Platinspiralen (Coiling) erfolgte in Österreich erstmals 1992 durch Bernd Richling an der Wie-

ner Klinik und diente bei geeigneten Fällen als therapeutische Alternative zur offenen transkraniellen Operation [3, 8, 10, 11]. Dies galt auch für coilbare Aneurysmen im proximalen schädelbasisnahen Segment der ACI, die, wie sich später herausstellte, aus hämodynamischer Sicht günstigste Voraussetzungen für ein stabiles radioanatomisches endovaskuläres Langzeitresultat boten, welches praktisch einer Heilung ent-

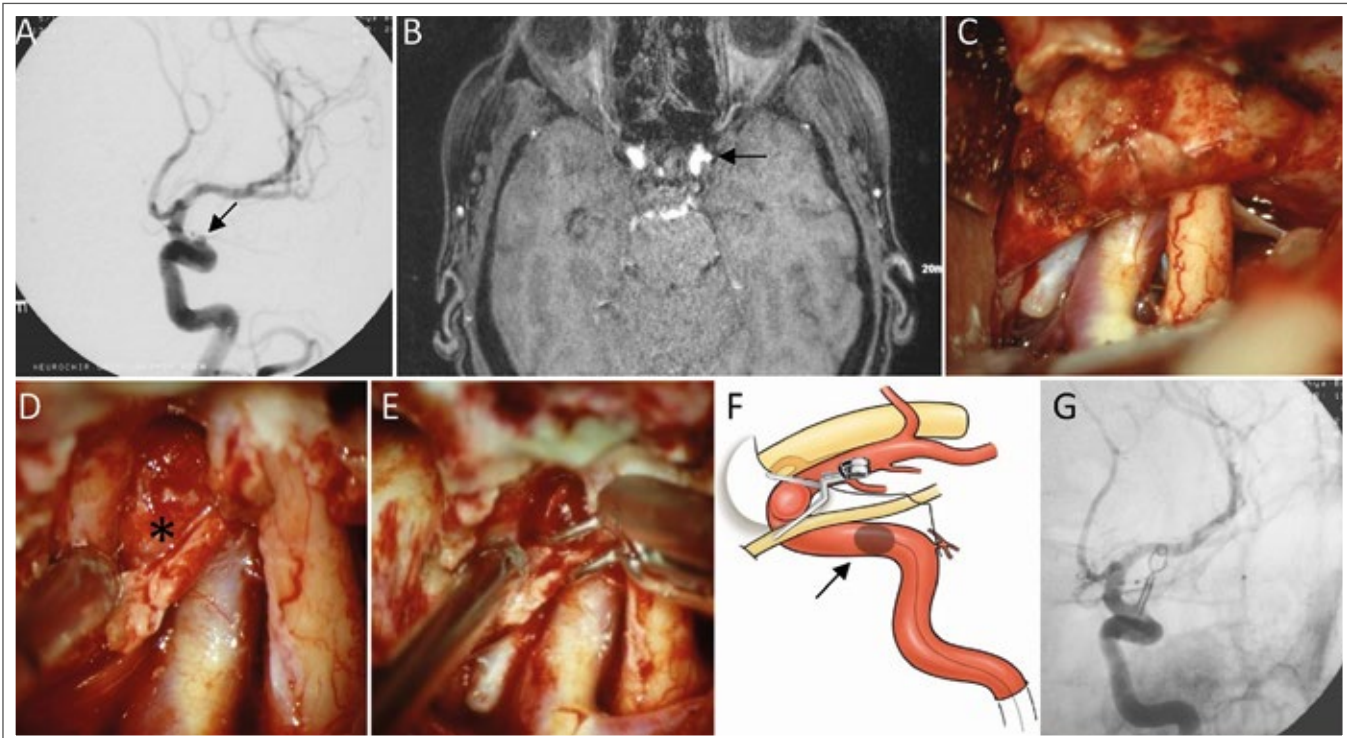


Abbildung 2: 62-jährige Frau nach SAB aus rupturiertem paraklinoidalen Aneurysma der ACI im C3-Segment links (**Pfeil A, B**). OP-Situs nach partieller Entfernung knöcherner Anteile der Schädelbasis und Freilegung des Aneurysmahalses (**C, *D**). Clippung (**E**), anatomische Skizze zur Illustration. Intraoperative Angiographie nach mikrochirurgischer Clippung (**G**). Der Eingriff erfolgte mit intraoperativer DSA und temporärer Ballonokklusion der ACI (**Pfeil F**). Entlassung erfolgte neurologisch intakt am 8. postoperativen Tag.

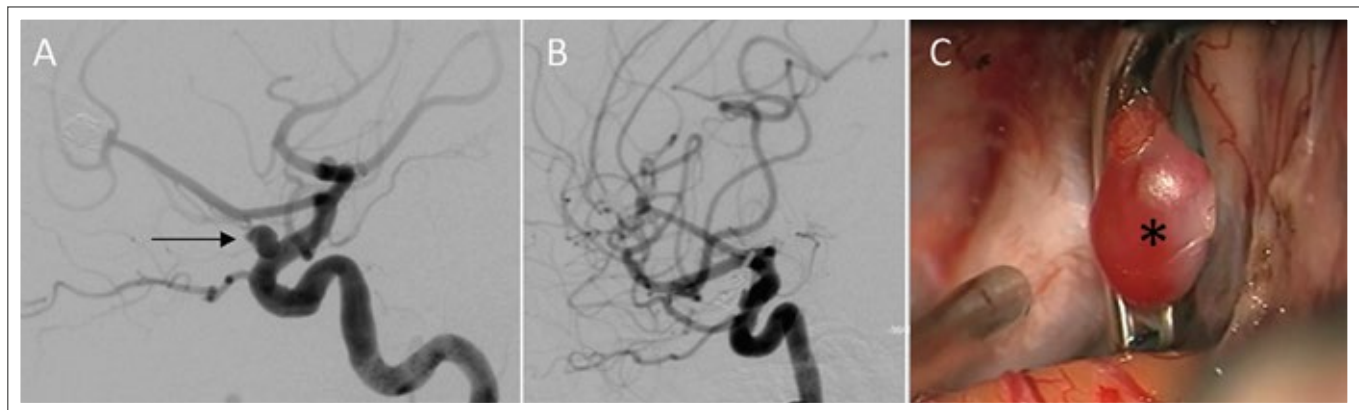


Abbildung 3: 47-jährige Frau nach SAB bei multiplen Aneurysmen. Vor (A) und nach (B) Clipping unter anderem auch eines A. ophthalmica-Aneurysmas (Pfeil, *) links. (C) Intraoperativer Situs.

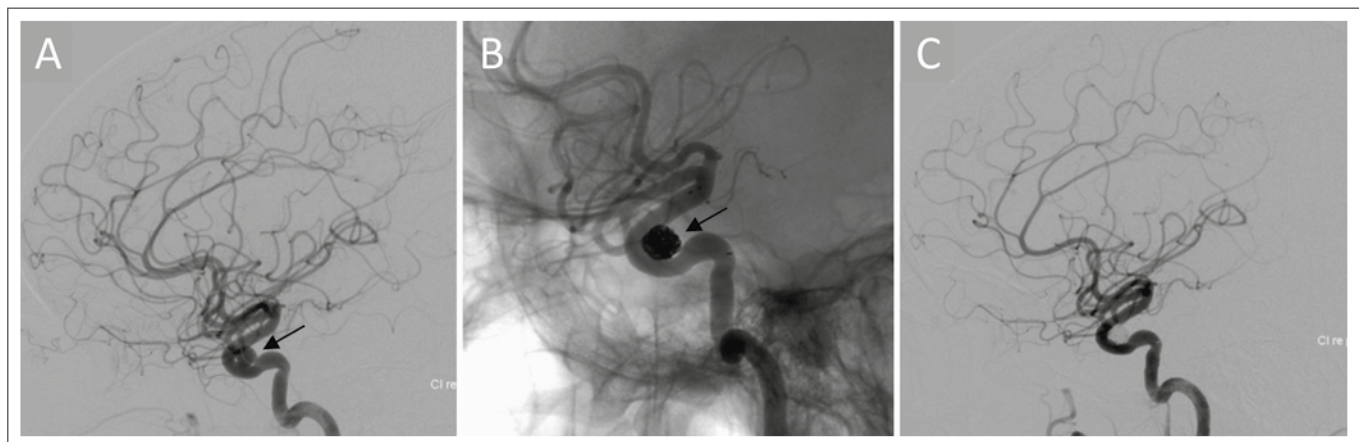


Abbildung 4: 55-jährige Frau mit Cephalaea vor (A) und nach (B, C) Stent-assistierter Coil-Behandlung eines paraklinoidalen ACI-Aneurysmas (Pfeil).

sprach [8, 10]. Die Ergebnisse der bis 1997 endovaskulär oder kombiniert behandelten ACI-Aneurysmen wurden vom korrespondierenden Autor in zwei Arbeiten zusammengefasst, wobei beim selektiven Aneurysma-Coiling bereits eine kombinierte Morbidität/Mortalität von weniger als 3 % erreicht wurde [8]. Große Aneurysmen, besonders jene mit Ausdehnung nach infra- und supraklinoidal (Riesenaneurysmen), wurden schon damals mit einem therapeutischen ACI-Verschluss mit oder ohne unterstützendem Bypassverfahren sehr effektiv und sicher versorgt [7, 8].

Eine weitere Arbeit fasste Patienten mit proximalen ACI-Aneurysmen zusammen, die von 1997 bis 2007 entweder mittels endovaskulärem Coiling oder mittels direkter mikrochirurgischer Clipping behandelt wurden [11, 12]. Anlass dafür war eine beobachtete Tendenz zur Rekanalisation bei nach cranial oben stehenden Aneurysmen im A. ophthalmica-Segment (C2). Verbunden damit waren deutlich schlechtere Langzeitergebnisse im Vergleich zu den schon zuvor erwähnten nach medial oder lateral unten gerichteten proximalen C3-Aneurysmen [8, 12]. Unterschiede in den klinischen Ergebnissen zwischen beiden Gruppen konnten die Autoren nicht finden, wobei die geclippten Patienten ein stabileres Langzeitergebnis aufwiesen (Abb. 3) [12]. Die gecoilten Aneurysmen des C3-Segmentes zeigten ähnliche gute Langzeitergebnisse wie jene der vorher berichteten Ersterfahrungen [8, 12].

■ Stent-assistiertes Coiling und Fluss-modifizierende Stents („Flowdiverter“, FD)

Die Einführung des sogenannten „Stent-assistierten Coiling“ 1998 in Wien verbesserte die endovaskulären radioanatomischen Langzeitergebnisse weiter, ohne dass es bei uns zu negativen Auswirkungen auf die perioperativen Morbiditäts- und Mortalitätsraten kam (Abb. 4) [11]. Ein wesentlicher Nachteil bestand und besteht aber nach wie vor bei Einsatz eines thrombogenen Stents im neurochirurgischen Bereich in der doppelten Thrombozytenaggregationshemmung, wobei zwingend die Gabe von Thrombo-ASS und Clopidogrel / Efient vorgeschrieben wird. Faktum ist, dass diese Technik bei akut rupturierten Aneurysmen nicht oder nur mit höheren Komplikationsraten (z. B. erhöhte Gefahr der Aneurysmareuptur, spontane intrazerebrale Blutungen) assoziiert möglich ist, wenn z. B. die Anlage einer hirndrucksenkenden Ventrikeldrainage notwendig wird. Manchmal kann es aber in der Akutphase einer SAB die einzige sinnvolle Möglichkeit sein, einen Patienten mit einem sehr komplexen Aneurysma vor einer Re-Ruptur zu schützen, da offen-chirurgische Verfahren oder ein Revaskularisationsverfahren (Bypass) kombiniert mit einem therapeutischen Gefäßverschluss in der akuten Phase der SAB (Stichwort „Vasospasmus“) nicht oder sehr schlecht vom Patienten vertragen werden (Abb. 5) [11, 13, 14]. Man „rettet“ sozusagen den Patienten nach aufgetretener SAB in die

chronische Phase hinüber, um dann gegebenenfalls weitere offene oder endoluminale Verfahren einzusetzen, um eine definitive Heilung zu erzielen [3, 12].

2008 wurde erstmals die Vorstellung, ein zerebrales Aneurysma mittels eines niedrig porösen flussmodifizierenden Stents, der den Einstrom in das Aneurysmalumen stark reduzieren kann, zu behandeln, beim Patienten in die klinische Praxis umgesetzt [13]. Obwohl FDs primär für einen Einsatz bei fusiformen Riesenaneurysmen, die mit anderen Methoden nicht rekonstruierbar waren, zugelassen wurden, werden sie nun vermehrt auch bei herkömmlichen Aneurysmen im ACI-Segment verwendet [13–20].

2015 haben wir unsere ersten Erfahrungen mit FDs, die bevorzugt bei paraklinoidalen ACI-Aneurysmen eingesetzt wurden, zusammengefasst [14]. Die Indikationen betrafen sakkuläre und fusiforme Riesenaneurysmen mit einer guten Chance, das Aneurysma-tragende Gefäß endoluminal zu rekonstruieren (Abb. 6). Auch bereits vorbehandelte Aneurysmen (nach initialer Coil- oder Stent/Coil- oder Clipping-Therapie) als auch dysplastische Gefäßsegmente der ACI mit multiplen Aneurysmen wurden in die Indikationsstellung mit einbezogen. Diese Option wurde ebenfalls bei bilateralen Aneurysmen eingesetzt (Abb. 7). Unsere Ergebnisse zeigten einen vollständigen Aneurysmaverschluss in 81 % (Raymond I) und einen Aneurysmarest im Halsbereich (Raymond II) in 14 % bei einem mittleren Beobachtungszeitraum von 18,1 Monaten [14]. Die perioperative Morbidität lag bei 3 %, wobei kein Patient perioperativ verstarb. Diese Patienten wurden äußerst strikt nach den oben genannten Kriterien ausgewählt [14–17, 20–22].

Eine Meta-Analyse aus dem Jahr 2013, die über 1400 mittels FD behandelte Patienten analysierte, berichtete über eine ein-

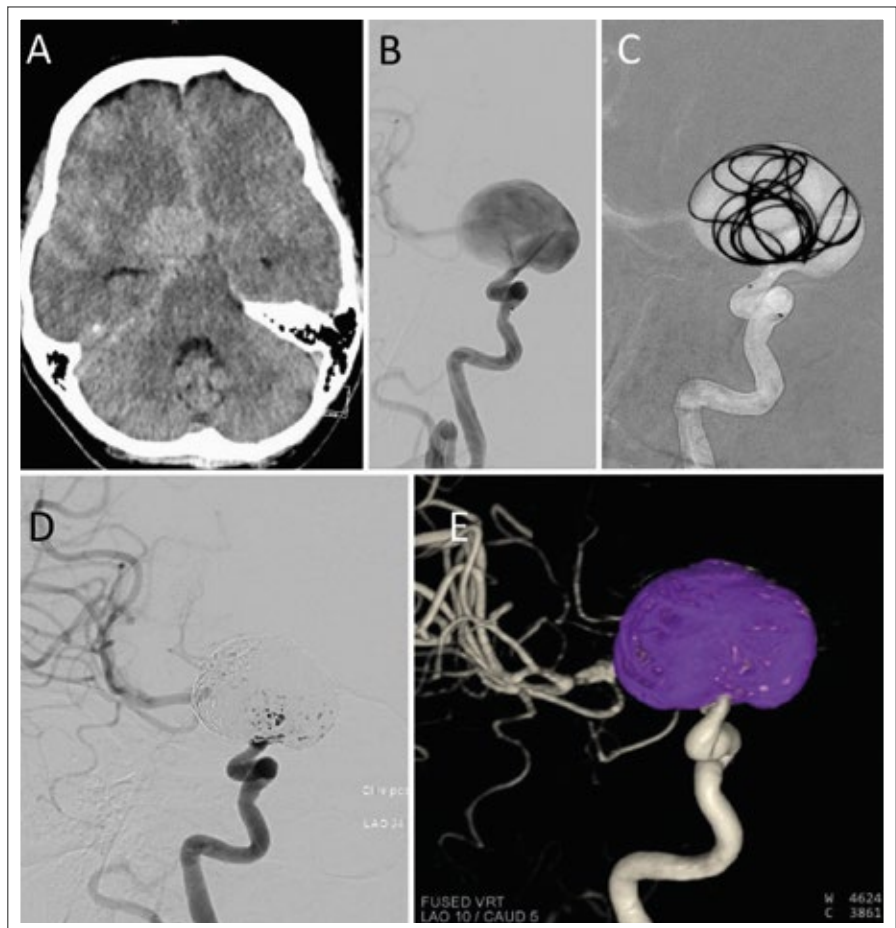


Abbildung 5: 45-jährige Patientin nach massiver SAB aus Riesenaneurysma der rechten ACI (A, B). Stent-assistiertes Coiling in der akuten Phase (C–E). Entlassung subjektiv beschwerdefrei am 15. post-interventionellen Tag nach SAB ohne neurologisches Defizit.

griffsbezogene Mortalität und Morbidität von jeweils 5 und 4 %, wobei das Risiko, eine SAB, eine ICB oder eine Perforator-assoziierte Ischämie bei der Behandlung zu erleiden, mit je 3 % angegeben wurde [15]. Demgegenüber kam eine industriegesponserte Studie zu einer positiveren Einschätzung mit einer Morbiditäts- und Mortalitätsrate von 5,6 % und einer 95 % Aneurysma-Okklusionsrate nach einem Follow-up-Zeitraum von 5 Jahren [16].

Wenn speziell nach der eingriffsbezogenen Morbidität und Mortalität bei Riesenaneurysmen der vorderen Zirkulation gefahndet wird, findet man bei der INTRePED-Studie interes-

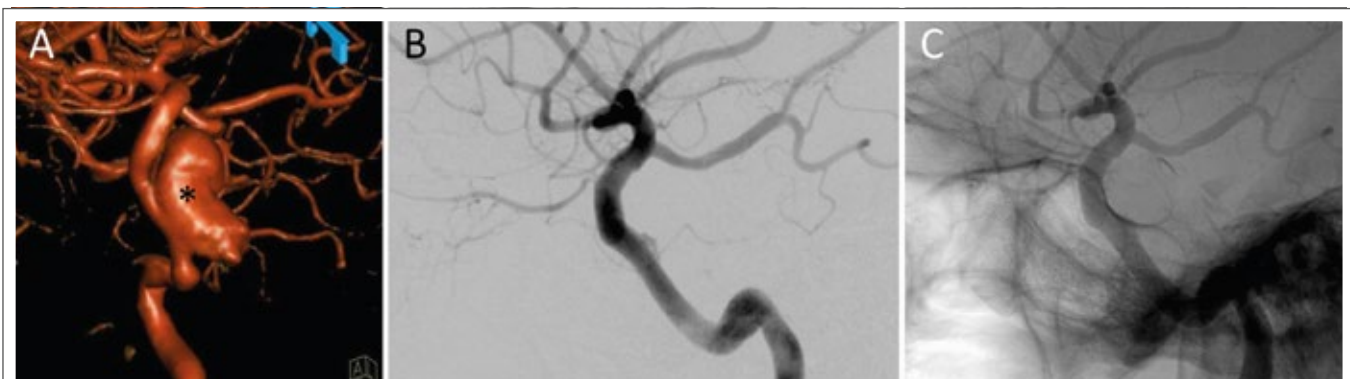


Abbildung 6: 70-jährige Frau mit teilthrombosiertem Riesenaneurysma (*) im cavernösen Segment der ACI rechts (A). Cephalaea und isolierte Abducensparese als Erstsymptom. Nahezu fehlende Füllung des Aneurysmalumens kurz nach FD-Implantation (B, C). Allmähliche Rückbildung der Doppelbilder über ein Jahr.

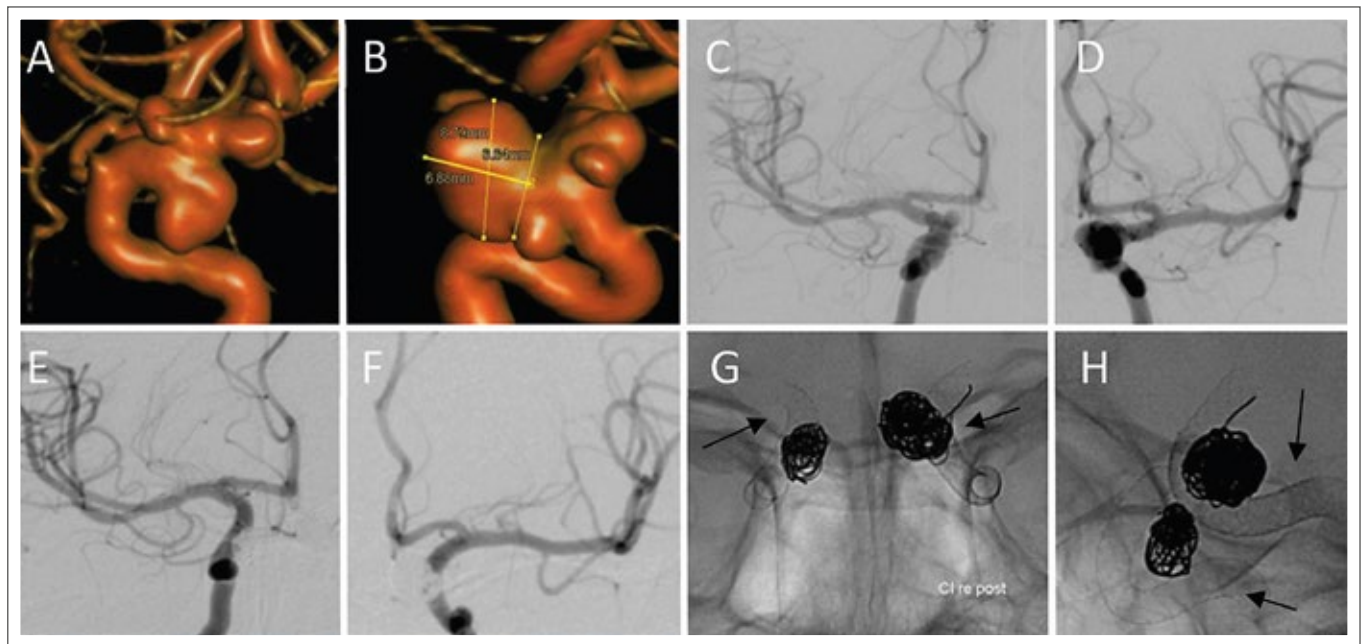


Abbildung 7: 50-jährige Frau mit bilateralen dysplastisch konfigurierten ACI-Segmenten und multiplen Aneurysmata (A–D). Symptomatisch mit progressiver periorbitaler Cephaläa. Sehr gute beidseitige endoluminale Gefäßrekonstruktion mittels Coils und Flow-Diverter (Pfeile) mit angiographischem Verschwinden aller Aneurysmata (E–H).

sante Aufschlüsse: Bei 62 Patienten mit Riesenaneurysmen der vorderen Zirkulation zeigte sich eine kombinierte Morbiditäts-/Mortalitätsrate von 28,9 %! [17] Diese nicht unbeträchtlichen Komplikationsraten sind nicht zu vernachlässigen und sollten daher mit alternativen bewährten Verfahren verglichen werden [17, 20–24]. Rezenter Studien, die über modifizierte FDs der 3. Generation berichten, zeigen zwar verbesserte Morbiditäts- und Mortalitätsresultate für kleinere Aneurysmen, jedoch wird die Größe des Aneurysmas nach wie vor als ein entscheidender Prädiktor für ein schlechteres klinisches und anatomisches Resultat angesehen [18, 19]. Eine randomisierte Studie (FIAT-Studie) musste aufgrund von erhöhten Morbiditäts-/Mortalitätsraten terminiert werden (maßgeblich bedingt durch sehr schlechte Resultate in der hinteren Zirkulation), wobei eine kombinierte Mortalität/Morbidität von 8 % für die Subgruppe der proximalen ACI-Aneurysmen angegeben wurde [20].

Die Träger komplexer CIAs, bei denen wir es aufgrund der Größe, Architektur und Symptomatik als nicht sinnvoll ansahen, das Gefäßsegment endovaskulär zu rekonstruieren, haben wir mit der bewährten Methode des therapeutischen Gefäßverschlusses, kombiniert mit oder ohne unterstützendem Bypass („dekonstruktive Verfahren“), behandelt [7, 8, 21, 22]. Ein wichtiges Auswahlkriterium hierfür war vor allem das Vorliegen einer massiven Hirnnervensymptomatik inkl. drohendem Visusverlust – eine Situation, die vorwiegend bei instabilen und wachsenden Aneurysmen vorlag (Abb. 1, 8 und 9). Da eine vollständige Thrombose des Aneurysmas nach FD-Implantation gewöhnlich langsam einsetzt und bis zu 8 Monate dauern kann, reicht z. B. die Zeit für einen Patienten mit massiver Nervus-opticus-Kompression und rasch fortschreitender Visusbeeinträchtigung oft nicht aus, um eine drohende Erblindung oder ein permanentes multiples Hirnnervendefizit zu verhindern [22–27]. Auch ist die Zahl an FDs, die notwen-

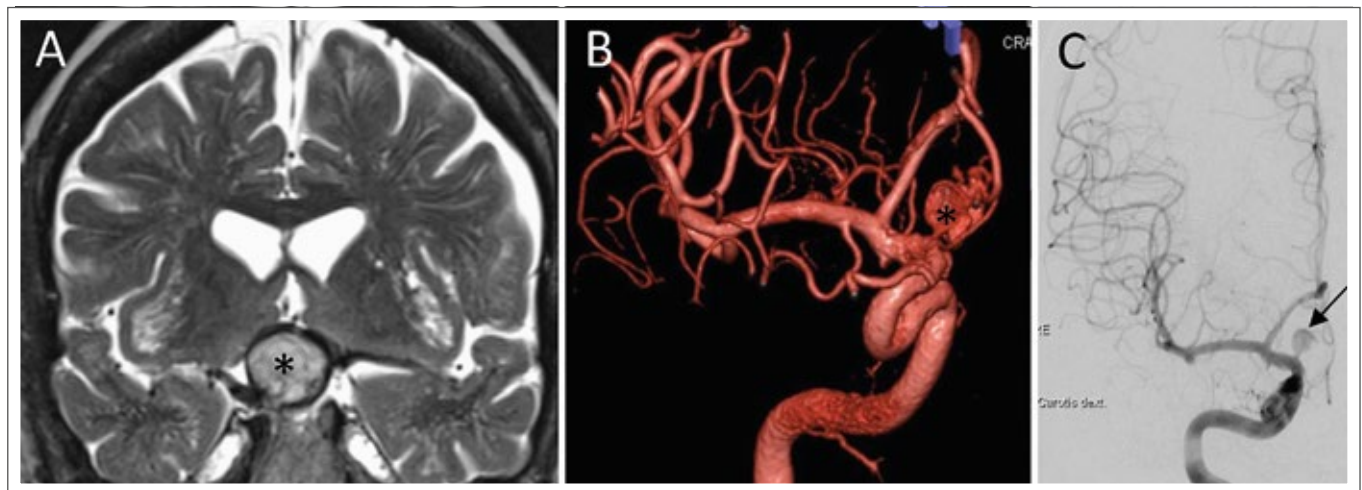


Abbildung 8: 74-jährige Frau mit progressivem bilateralen Visusverlust 2 Monate nach Implantation eines FDs auswärts. Riesenaneurysma der ACI rechts mit massiver Kompression beider Nervi optici und persistierender Aneurysmafüllung (A–C, * bzw. Pfeil). Ein Ballon-okklusionstest der ACI wurde nicht toleriert. Eine Bypass-OP unter laufender Medikation mit zweifacher Thrombozytenaggregations-Hemmung wurde als zu riskant eingeschätzt. Rechtsseitiger Visusverlust und massive Visusbeeinträchtigung links im weiteren Verlauf.

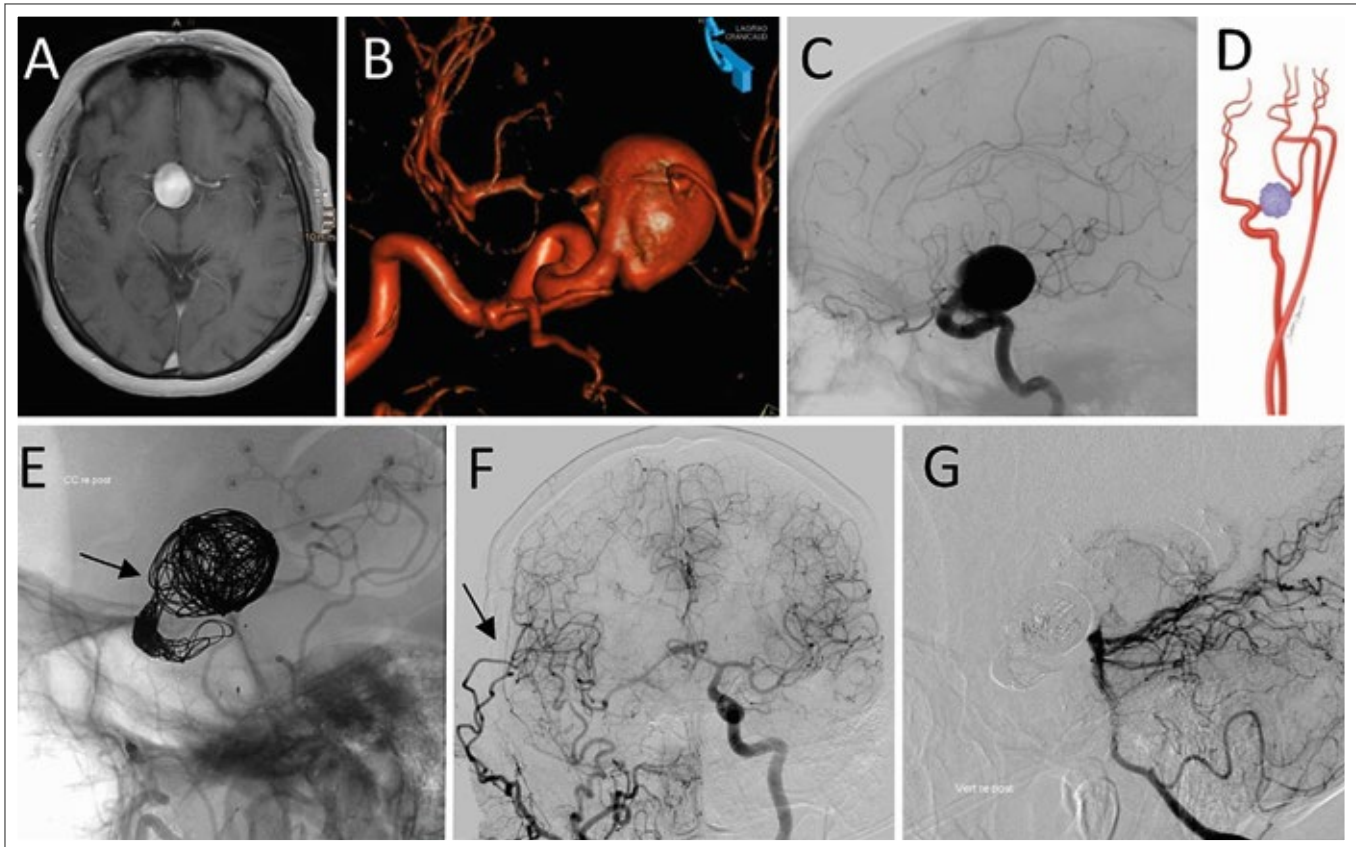


Abbildung 9: 62-jährige Frau mit rasch progressiver bilateraler Visusbeeinträchtigung und Cephalea bei akut symptomatischem Riesenaneurysma der ACI rechts (A–C). Schema eines Standard-Doppelpedikelbypasses (D). Coil-Okklusion (Pfeil) der ACI in Lokalanästhesie und unter anästhesiologischem Stand-by (E). Kräftige Füllung der rechten Hemisphäre über den Bypass (Pfeil) bei mässigem Cross-Flow über die A. communicans-anterior-Kollaterale (F). Fehlende angiographische Anfärbung über das A. vertebralis-Stromgebiet (G). Vollständige Rückbildung der Symptomatik innerhalb von 3 Monaten.

dig sind, um den pulsatilen Einstrom ins Aneurysmalumen zu eliminieren, bei CIAs oft beträchtlich (bis zu 15 berichtete FDs bei einem Patienten – Kosten!) [16, 25, 26]. Unserer Ansicht nach ist hier dem therapeutischen Gefäßverschluss mit oder ohne extra-intrakraniell Bypass der Vorzug zu geben, um einen sofortigen therapeutischen Effekt zu erzielen [21, 22, 27, 28]. Falls diese Maßnahme alleine nicht ausreicht, kann eine operative Dekompression des Sehnervs über eine mikrochirurgische Thrombektomie des Aneurysmas erwägt werden [27].

In einer gemeinsamen Patienten-Serie beider Autoren, die CIAs der ACI zum Thema hatte und die von 1998 bis 2015 mittels Gefäßverschluss und Bypass behandelt wurden, ergab sich eine perioperative Morbidität von 3 %, eine komplette Aneurysma-Okklusion in 95 % der Fälle, ein funktioneller Bypass in 99 % und ein stabiler Aneurysmarest in 5 % (Abb. 9) [21, 22]. Es ist aber zu nochmals hervorzuheben, dass es sich um Patienten handelte, deren Aneurysmagröße in > 90 % als „Large“ (> 15 mm) und/oder „Giant“ (> 25 mm) klassifiziert wurde (mit Größen bis zu 54 mm und einer mittleren Größe von 22 mm). 47 % der Aneurysmen zeigten eine fusiforme oder dysplastische Konfiguration und knapp 50 % wiesen eine Teilthrombosierung auf, also insgesamt lagen hier jene als besonders schwierig zu charakterisierenden Aneurysmata vor. Als Bypass-Verfahren wurde ein Standardbypass zwischen Arteria temporalis superficialis und oberflächlichen Ästen der Arteria cerebri media gewählt [21]. Nach anschließendem Testverschluss der ACI erfolgte dann eine permanente Ok-

klusion auf endovaskulärem Weg. Hinsichtlich der Technik und der Vorteile eines kombinierten operativ/endovaskulären Verfahrens sei auf eine frühere Übersichtsarbeit des Autors in diesem Journal verwiesen [21]. Ein direkter Vergleich unserer beiden oben beschriebenen Patientenkollektive (einerseits mit FDs behandelt, andererseits dekonstruktiv) ist aber aus oben genannten Gründen nicht wirklich möglich. Es muss betont werden, dass jene Aneurysmen, die dekonstruktiv behandelt wurden, bedeutend größere Raumforderungen aufwiesen und zumeist massiv mit Ausfällen multipler Hirnnerven inkl. massiver Kompression des Nervus opticus zeichneten [22].

Es ist uns daher wichtig hervorzuheben, dass durch eine sorgfältige Auswahl des jeweiligen therapeutischen Verfahrens das endgültige klinische und morphologische Resultat ganz maßgeblich beeinflusst wird. Unserer Ansicht nach erlauben die in diesem Artikel beschriebenen multimodalen Konzepte die Verwirklichung einer individualisierten Behandlung mit dem übergeordneten Behandlungsziel, ein für den Patienten sicheres und zufriedenstellendes klinisches und morphologisches Langzeit-Resultat (d.h. einen dauerhaften Aneurysmaverschluss) zu erzielen.

■ Interessenkonflikt

Bei den Autoren bestehen keine Interessenkonflikte oder finanzielle Beteiligungen an den im Text erwähnten Produkten oder Methoden.

Relevanz für die Praxis

Möglichst breitgefächerte, multimodale, zerebrovaskuläre Behandlungskonzepte erlauben heutzutage die Verwirklichung individualisierter Lösungen in der Therapie komplexer Aneurysmen. Das von beiden Seniorautoren favorisierte zerebrovaskuläre Hybridkonzept ist dabei in der praktischen Umsetzung und zur Erzielung des übergeordneten Therapieziels, nämlich eines effektiven und sicheren Aneurysmaverschlusses mit niedrigen Komplikationsraten, äußerst hilfreich [7–9, 21, 22, 28].

Univ.-Prof. Dr. med. Gerhard Bavinzski



1988 Aufnahme an die Neurochirurgische Universitätsklinik Wien unter Prof. Wolfgang Koos, 1996 Facharzt für Neurochirurgie mit Zusatzausbildung in Endovaskulärer Neurochirurgie und Neurochirurgischer Intensivmedizin. Studienaufenthalt in Vermont. Weitere Subspezialisierung in offenen mikrochirurgisch-vaskulär orientierten Techniken – Bypassverfahren. 2000 Habilitation. Langjähriger Leiter der Spezialambulanz für Gefäßerkrankungen des ZNS am AKH Wien.

Klinische Schwerpunkte: Aneurysma- und Angiomentherapie, operative und endovaskuläre Revaskularisation des Gehirns, zerebrovaskuläre Neurochirurgie.

Wissenschaftliche Interessen: Entwicklung kombinierter multimodaler vaskulärer Therapieverfahren bei komplexen Aneurysmen und Angiomen, Weiterentwicklung des zerebrovaskulären Hybridkonzepts.

Literatur:

- Wiebers DO et al. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet* 2003; 362: 103–10.
- Hauck E, Wohlfeld B, Welch BG, et al. Clipping of very large or giant unruptured intracranial aneurysms in the anterior circulation: an outcome study. *J Neurosurg* 2008; 109: 1012–8.
- Gruber A, Killer M, Bavinzski G, et al. Clinical and angiographic results of endosaccular coiling treatment of giant and very large intracranial aneurysms: a 7-year, single center experience. *Neurosurg* 1999; 45: 793–804.
- Perneczky A, Knosp E, Vorkapic P, et al. Direct surgical approach to infraclinoid aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)* 1985; 76: 36–44.
- Perneczky A, Knosp E, Matula Ch. Cavernous sinus surgery. Approach through the lateral wall. *Acta Neurochir (Wien)* 1988; 92: 76–82.
- Knosp E, Müller G, Perneczky A. The paraclinoid artery: anatomical aspects of a microneurosurgical approach. *Neurosurg* 1988; 22: 896–901.
- Bavinzski G, Killer M, Knosp E, et al. False aneurysms of the intracavernous carotid artery-report of seven cases. *Acta Neurochir (Wien)* 1997; 139: 37–43.
- Bavinzski G, Killer M, Ferraz-Leite H, et al. Endovascular therapy of idiopathic cavernous aneurysms over 11 years. *AJNR* 1998; 19: 559–65.
- Gruber A. Die Hybride Zukunft. *J Neurol Neurochir Psychiatr* 2020; 21: 3–4.
- Standhardt H, Boecher-Schwarz H, Gruber A, et al. Endovascular treatment of unruptured intracranial aneurysms with Guglielmi detachable coils: short and long-term results of a single center series. *Stroke* 2008; 39: 899–904.
- Chalouhi M, Bovenzi C, Thakkar V, et al. Long-term catheter angiography after aneurysm coil therapy: results of 209 patients and predictors of delayed recurrence and retreatment. *J Neurosurg* 2014; 121: 1102–6.
- Sherif C, Gruber A, Dorfer C, et al. Ruptured carotid artery aneurysms of the ophthalmic segment: clinical and angiographic long-term follow-up of a multidisciplinary management concept. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2009; 80: 1261–7.
- Fiorella D, Woo HH, Albuquerque FC, et al. Definitive reconstruction of circumferential, fusiform intracranial aneurysms with the pipeline embolization device. *Neurosurg* 2008; 62: 1115–21.
- Dodier P, Frischer J, Wang WT, et al. Immediate flow disruption as a prognostic factor after flow diverter treatment: long-term experience with pipeline embolization device. *World Neurosurg* 2018; 113: e568–78.
- Brinjikji W, Murad M, Lanzino G, et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with flow diverters: A meta-analysis. *Stroke* 2013; 44: 442–7.
- Becske T et al. Long-term clinical and angiographic outcomes following pipeline embolization device treatment of complex internal carotid artery aneurysms: five-year results of the pipeline for uncoilable or failed aneurysms trial. *Neurosurg* 2017; 80: 40–8.
- Kallmes DF, Hanel DL, Bonafe S, et al. International retrospective study of the pipeline embolization device: a multicenter aneurysm treatment study. *AJNR* 2015; 36: 108–15.
- Bathia K, Kortman H, Orru E, et al. Periprocedural complications of second-generation flow diverter treatment using pipeline flex for unruptured intracranial aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *J Neurointerv Surg* 2019; 11: 817–28.
- Rice H, Galdamez M, Holtmannspötter M, et al. Periprocedural to 1-year safety and efficacy outcomes with the pipeline embolization device with shield technology for intracranial aneurysms. A prospective, post-market, multicenter study. *J Neurointerv Surg* 2020; 12: 1107–12.
- Raymond J, Gentric J Ch, Darsaut T E, et al. Flow diversion in the treatment of aneurysms: a randomized care trial and registry. *J Neurosurg* 2017; 127: 454–62.
- Bavinzski G, Wang WT, Schnürer C, et al. Die Bedeutung zerebraler Bypassverfahren in der endovaskulären Behandlung sakra kranialer Aneurysmen: ein Update. *J Neurol Neurochir Psychiatr* 2011; 12: 284–93.
- Dodier P, Wang WT, Hosmann A, et al. Combined standard bypass and parent artery occlusion for management of giant and complex internal carotid artery aneurysms. *J Neurointerv Surg* 2021; accepted.
- Van Rooij WJ, Sluzewski M. Unruptured carotid artery aneurysms presenting with symptoms of mass effect: outcome after selective coiling, parent artery occlusion and flow diversion. *AJNR* 2013; 34: 940–1.
- Byrne J. Comment to Arrese et al. Flow-diverter devices for intracranial aneurysms: systematic review and meta-analysis. *Neurosurg* 2013; 73: 199.
- Szikora I, Marosfoi M, Salomváry B, et al. Resolution of mass effect and compression symptoms following endoluminal flow diversion for the treatment of intracranial aneurysms. *AJNR* 2013; 34: 935–9.
- Moon K, Albuquerque F, Ducruet A, et al. Resolution of cranial neuropathies following treatment of intracranial aneurysms with the pipeline embolization device. *J Neurosurg* 2014; 121: 1085–92.
- Tawk R, Villalobos H, Levy E, et al. Surgical decompression and coil removal for recovery of vision after coiling and proximal occlusion of a clinoid segment aneurysm. Technical case report. *Neurosurg* 2006; 58: 1217–8.
- Mazur M, Taussky P, Park MS, et al. Contemporary endovascular and open aneurysm treatment in the era of flow diversion. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2018; 89: 277–86.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

☒ [Bilddatenbank](#)

☒ [Artikeldatenbank](#)

☒ [Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ [Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)