

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

**Implantate in der endovaskulären
Neurointervention: Von Serbinenkos
Ballon zum Flow-Modifikator**

Richling B, Al-Schameri AR

Journal für Neurologie

Neurochirurgie und Psychiatrie

2010; 11 (3), 65-68

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,-

D
DGNR 2024

N
K
N

DEUTSCHE GESELLSCHAFT für NEUROREHABILITATION e. V.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT für NEUROTRAUMATOLOGIE und KLINISCHE NEUROREHABILITATION e. V.

10. Gemeinsame Jahrestagung der DGNR e. V. und DGNKN e. V.

28.–30. November 2024

DÜSSELDORF

www.dgnr-dgnkn-tagung.de



© CharlieNati | AdobeStock

Implantate in der endovaskulären Neurointervention: Von Serbinenkos Ballon zum Flow-Modifikator

B. Richling, A. R. Al-Schameri

Kurzfassung: Mit der Entwicklung der endovaskulären Neurointervention seit den ersten Beschreibungen des frühen 20. Jahrhunderts haben sich auch die endovaskulären Implantate entwickelt. Nach ersten sporadischen Berichten kam es zu wichtigen Fortschritten im Bereich von flüssigen und partikulären Embolisationsmitteln und schließlich zur Einführung absetzbarer Mikrobällone zur endovaskulären Aneurysmenbehandlung. Die Verfügbarkeit von an Führungsdrähten fixierten Platinspiralen (Coils) mit einem verlässlichen Absetzmechanismus brachte einen Durchbruch und hat seither die therapeutischen Konzepte der Behandlung zerebraler Aneurysmen kontinuierlich verändert. Die Nachteile von Coil-Embolisationen, wie die Rekanalisation bei weiten Aneurysmenhälsen, speziell bei großen Aneurysmen, wurden schrittweise reduziert durch die Entwicklung von Coils mit 3-dimensionaler Geometrie und Oberflächenbeschichtungen. Letztlich entstanden Mikrostenzen, flexibel genug, um in den Circulus Willisii und die abgehenden großen Äste eingebracht zu werden. Dies ermöglicht ein dichteres „Packen“ der Coils auch bei weiten Aneurysmahälsen. Eine jüngste Entwicklung stellen Stents aus feinen, dicht gewebten Drähten dar, deren Aufga-

be es ist, den Flow in das Aneurysma zu modifizieren und so eine Thrombose im Aneurysma ohne die Verwendung von Coils herbeizuführen („Flow Diverter“). Die heutige schnelle und dynamische Entwicklung von endovaskulären Instrumenten und speziell von Implantaten verspricht für die Zukunft ausgefeiltere und verlässlichere Behandlungsmöglichkeiten an zerebralen und spinalen Gefäßprozessen.

Schlüsselwörter: Endovaskuläre Neurointervention, endovaskuläres Implantat, Aneurysma, Embolisat, Mikrobällone, Coil, Mikrostenz, Flow Diverter

Abstract: Implants for Endovascular Neurointervention: From Serbinenko's Balloon to Flow Diverters. Endovascular neurointervention has continuously evolved since its first description in the early 20th century, and so have endovascular implants. After first sporadic reports, important developments were made by the introduction of liquid and particle-embolizing substances and finally of detachable micro-balloons for the treatment of brain aneurysms. The presentation of platinum coils fixed on guidewires with a

reliable detachment mechanism represented a breakthrough and changed continuously the therapeutic concepts for cerebral aneurysms. The disadvantages of coil embolizations, like recanalization of aneurysm necks, especially in case of large and widely necked aneurysms, were stepwise overcome by the development of intelligent 3D coil geometries and surface coatings. Finally, microstenzen were created, flexible enough to be deployed in the circle of Willisii's and the first segment of the arising branches, allowing to treat broad neck aneurysms with denser coil packing. Recently, close-meshed thin-wired stents have been introduced allowing to modify the flow into the aneurysm with the aim to thrombose the aneurysm without the use of coils (flow diverter). Today's rapid and dynamic development of endovascular tools and especially implants promises for the future more reliable and sophisticated treatment options for vascular diseases of the brain and spinal cord. **J Neurol Neurochir Psychiatr 2010; 11 (3): 65–8.**

Key words: Endovascular neurointervention, endovascular implant, aneurysm, embolizing substance, micro-balloon, coil, microstenz, flow diverter

■ Die frühen Jahre

Erste Berichte über endovaskuläre Embolisierungen im Bereich von Kopf- und Halsgefäßen stammen aus dem Jahr 1904, als Dawbarn über das Injizieren von halbflüssigen Substanzen wie Paraffin oder Vaseline in pathologische Gefäßstrukturen des Carotis-externa-Stromgebietes berichtete [1] (Tab. 1). Bemerkenswert ist, dass diese Eingriffe viele Jahre vor der Einführung der zerebralen Angiographie 1926 durch Egas Moniz [2] publiziert wurden und somit dem Durchführenden detaillierte Kenntnisse über das Stromgebiet fehlen mussten, in das er „emboliserte“. 1930 beschrieb Brooks [3] eine Technik zur Behandlung von Carotis-Sinus-cavernosus-Fisteln: Er fixierte Muskelstückchen an Seidenfäden und führte diese in den Blutstrom der Carotis interna ein. Durch den erhöhten Blutfluss in die Carotis-cavernosus-Fistel wurde das Muskelstück in die Fistel gezogen. Dieses Prinzip wurde Jahrzehnte später für die Behandlung der Carotis-cavernosus-Fistel durch Absetzbällone wiederverwendet.

Dem Prinzip des erhöhten Blutflusses in den AV-Shunt folgte 1960 auch Luessenhops Idee, röntgendichte Silastik-Kügel-

chen unterschiedlichen Durchmessers frei in die Carotis interna zu injizieren, darauf vertrauend, dass sie dem Blutfluss folgend in den AV-Shunt bzw. in die AV-Malformation getrieben würden [4]. Eigene Erfahrungen aus dem Jahr 1980–1981 zeigten, dass ein Teil dieser Kügelchen tatsächlich in der Malformation landete, diese aber nicht wesentlich veränderte. So manch andere Kugel fand jedoch in anderen Gefäßterritorien ihren Platz (Abb. 1). Porstmann beschrieb 1971 Partikel-Embolisationen mit Polyvinylalkohol (PVA) von 150–1000 µm Durchmesser. Die Partikel wurden, in Kontrastmittellösung aufgeschwemmt, durch Katheter in das

Tabelle 1: Chronologische Aufstellung der Entwicklung von Implantaten zur endovaskulären Neurointervention

1904	Dawbarn	Vaseline, Paraffin
1930	Brooks	Muskelgewebe
1960	Luessenhop	Silastik-Kügelchen
1966	Sano	Silikon (Phycon 6500)
1967	Ishimori	Gelfoam
1967	Kosary	Porzellankügelchen
1968	Doppmann	Polymerisierendes Silastik
1971	Porstmann	Ivalon
1971	Rösch	Blutkoagel
1972	Zanetti	Isobutyl-2-Cyanoacrylat
1973	Djindjian	Dura mater
1974	Serbinenko	Ballons
1978	Büchler	Maiseiweiß
1981	Richling	Homologes Fibrin
1988	Taki	Ethylvinylalkohol (EVAL)
1991	Guglielmi	Absetzbare Spiralen (GDC)

Eingelangt am 21. September 2009; angenommen am 22. September 2009

Aus der Universitätsklinik für Neurochirurgie, Christian-Doppler-Klinik, Salzburger Universitätsklinikum, Salzburg

Korrespondenzadresse: Prim. Univ.-Prof. Dr. med. Bernd Richling, Universitätsklinik für Neurochirurgie, SALK – Christian-Doppler-Klinik, Paracelsus Medizinische Privatuniversität, A-5020 Salzburg, Ignaz-Harrer-Straße 79; E-Mail: B.Richling@salk.at



Abbildung
siehe
Printversion

Abbildung 1: Angiogramm mit Luessenhop-Kügelchen in und außerhalb einer AV-Malformation (Wien, 1981).

Zielgebiet injiziert [5]. Kunststoffpartikel definierter Größe werden auch heute noch verwendet (siehe Kapitel AV-Angiome und Fisteln), haben jedoch allesamt den Nachteil fehlender Röntgendichte, sodass in der Bildgebung immer nur das tragende Kontrastmittel, nie jedoch das Embolisat selbst sichtbar wird. Aus den vielen Partikelembolisaten, die im Laufe der frühen Jahre beschrieben wurden (Tab. 1), möchte ich die fein geschnittene lyophilisierte Dura herausgreifen, die (1973 von Djindjan [6] erstmals publiziert) auch an der Wiener Neurochirurgischen Universitätsklinik über viele Jahre als Partikelembolisat verwendet wurde (Abb. 2).

Obwohl flüssige Embolisate in ihrer Handhabung technisch herausfordernd sind, erfolgte die erste Beschreibung von Isobutyl-2-Cyanoacrylat durch Zanetti bereits 1972 [7]. Dieses dem heutigen „Sekundenkleber“ chemisch nahestehende Material wurde über Mikrokatheter in den AVM-Nidus injiziert, die mittels aufblasbarem Ballon an die Malformation herangebracht wurden. Die Ejektion des Acrylats erfolgte durch ein kleines Loch am Mikroballon („Calibrated leak balloon“) (Abb. 3). 1981 entwickelte der Erstautor aus dem Fibrinkleber der Firma Immuno AG (Wien, Österreich) ein Embolisat, welches den Kriterien der kontrollierbaren Viskosität, der Elastizität nach dem Abbinden, der In-vivo-Stabilität, der Intoxizität, des Röntgenkontrastes und der Sterilisierbarkeit entsprach. Dieses Material gelangte in den folgenden Jahren vorwiegend zur Embolisation von gefäßreichen Tumoren oder auch Durafisteln zur Verwendung.

■ AV-Malformationen, Fisteln und gefäßreiche Tumoren

Die in früheren Jahren bestandene Dualität der Behandlungsmöglichkeiten von AV-Malformationen (Embolisation und/oder Mikrochirurgie) wird heute durch die Neuroradiochirurgie (Gamma-Knife, Linear-Beschleuniger etc.) ergänzt. Dadurch sind die Patientenzahlen der Embolisation von AV-Malformationen und (duralen) AV-Fisteln gesunken, aber auch die Implantate haben sich in diesem Bereich nur gering weiterentwickelt.

Das eingangs beschriebene Isobutyl-2-Cyanoacrylat ist heute in mehreren Acrylat-Varianten auf dem Markt (z. B. Histoacryl [B. Braun, Melsungen, Deutschland], Glubran [GEM,

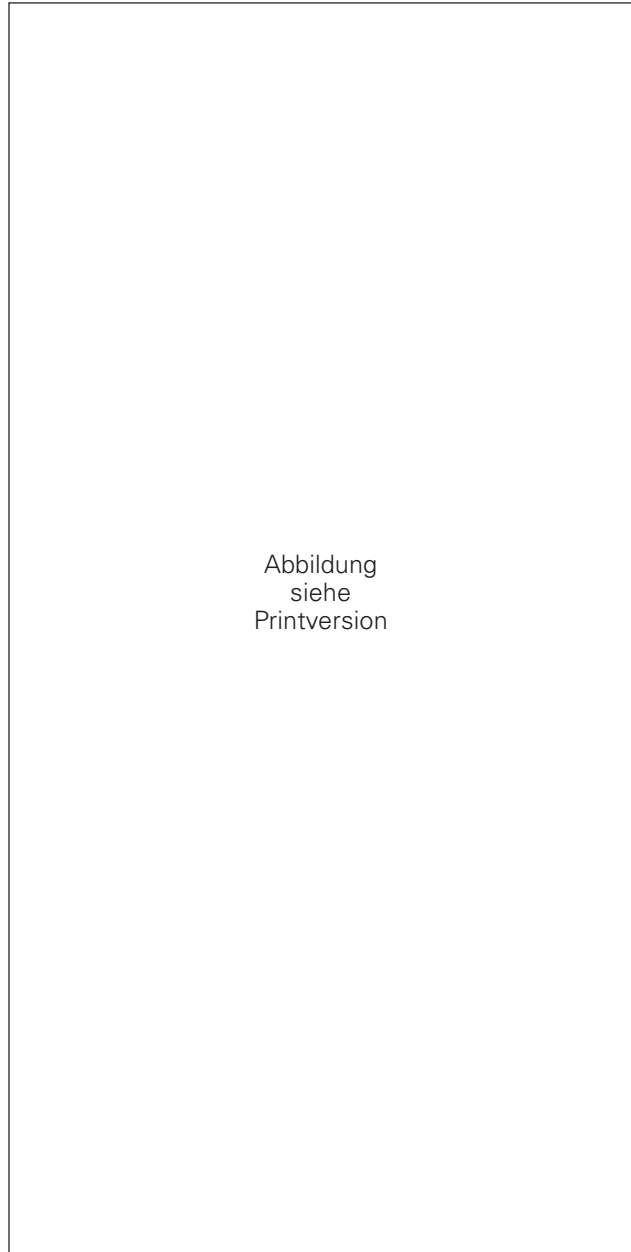


Abbildung
siehe
Printversion

Abbildung 2: Lyophilisierte Dura mater wird in Stücke geschnitten und vor Injektion in den Katheter in Kontrastmittellösung aufgeschwemmt (Wien, ca. 1980–1982).

Viareggio, Italien]) und wird (gemeinsam mit hochprozentiger Zuckerlösung zur Vermeidung verfrühter Abbindung) nach wie vor verwendet. Das zur Aneurysmatherapie bereits angeführte Onyx hat in der Embolisation zerebraler AV-Malformationen oder Fisteln mehr Verbreitung gefunden als in der Aneurysmentherapie. Nach wie vor in Verwendung stehen auch feine Kunststoffpartikel von 150–500 µm, die auch in Kombination mit flüssigen Embolisaten (Acrylaten) oder Coils, z. B. bei duralen AV-Fisteln, angewandt werden. Die Eigenschaft kleiner Partikel, bis zu ihrem „Steckenbleiben“ in die pathologischen Gefäße eingeschwemmt zu werden, lässt tiefe, das heißt AV-Shunt-nahe Embolisationen zu. Dieser Mechanismus wird bei der präoperativen Embolisation gefäßreicher Tumoren erfolgreich verwendet. Zum Verschluss von Fisteln zwischen der Carotis interna und dem Sinus cavernosus (CCF) werden heute Absetzballone nur mehr selten verwendet, sondern eher der Flow im Sinus cavernosus durch

Abbildung
siehe
Printversion

Abbildung 3: Latex-Mikroballone, Latex-Fäden und Spulen mit Mikrokathetern unterschiedlicher Durchmesser. Der auf dem Mikrokatheter montierte Ballon ist an der Spitze punktiert („calibrated leak balloon“) (Wien, ca. 1982–1985).

absetzbare Coils „gebrochen“ oder das Loch in der Arterie mit einem Covered Stent (s. u.) verschlossen.

■ Embolisation von Aneurysmen

Die erste uns bekannt gewordene Beschreibung einer Embolisation eines intrakraniellen Aneurysmas erfolgte durch Gallagher 1962 [8]. Er benützte ein Pferdehaar, um im Aneurysma eine Thrombose auszulösen. Einen weit höheren Bekanntheitsgrad erlangten die Arbeiten von Serbinenko, der 1974 den Verschluss von sakkulären Aneurysmen der Hirngefäße durch Ballone beschrieb [9, 10]. Mikroballone bestanden damals aus Latex und wurden (auch an der Neurochirurgischen Klinik in Wien in den frühen 1980er-Jahren) durch Eintauchen von Modeln in Latexmilch selbst hergestellt. Solche – später industriell angebotenen – Latexballone wurden mit zarten Pinzetten auf Mikrokatheter aufgesteckt und durch Latexfäden festgebunden (Abb. 3). Das Mikrokathetermaterial wurde in Spulen zu 50 m geliefert und in passender Länge abgeschnitten. Die sehr weichen, nicht eigensteifen Katheter von 0,2–0,8 mm Durchmesser wurden vom teil- oder ganz aufgeblasenen Ballon durch den Blutstrom hochgezogen, um zum Ort ihres Einsatzes zu gelangen. Der Mikroballon (später aus Silikon mit Röntgenmarker und selbstschließenden Ventilen unterschiedlichen Schlussdrucks) folgte dem Blutfluss ins Aneurysmainnere und wurde dort aufgeblasen. Durch langsames Ziehen am Mikrokatheter wurde dieser aus dem Ventil am Fußende des Ballon herausgezogen und entfernt. Über viele Jahre war die Ballonembolisation die einzige Möglichkeit endovaskulärer Aneurysmenbehandlung (Abb. 4). Der technisch schwierige Schritt der Ballonpositionierung und des Katheterabsetzens sowie die Instabilität der Ballonposition im Aneurysma ließen dieses Verfahren jedoch nur bei 5–10 % unserer Patienten anwendbar werden.

Aus Platin oder anderen Edelmetalldrähten gefertigte Spiralen (Coils) wurden in der endovaskulären Neurointervention als „freie“, durch Mikrokatheter schiebbare Coils bereits in den 1980er-Jahren benützt. Sie gelangten zur Anwendung zum Verschluss von größeren Gefäßräumen, wie Vena-Galenimalfomationen oder in sehr seltenen Fällen von Riesenaneurysmen. Problematisch war dabei, dass der Coil zwar in das Aneurysma hineingeschoben, jedoch nicht zurückgezo-

Abbildung
siehe
Printversion

Abbildung 4: Konventionelles Angiogramm mit Aneurysma der Arteria carotis interna links, Schädelerröntgen mit aufgeblasenem Ballon. Semidigitale Angiographie (Angiotron H, Siemens): Das Aneurysma ist nicht mehr dargestellt (Wien, ca. 1985).

Abbildung 5: GDC-Coil am Führungsdraht hängend sowie Konstruktionszeichnung des Absetzmechanismus (Target Therapeutics, Fremont, CA, USA). (Image Courtesy of Boston Scientific GDC® 2D Detachable Coil. © 2010 Boston Scientific Corporation or its affiliates. All rights reserved.)



gen werden konnte. Erst durch die Fixierung des Coils an einen Führungsdraht und einen elektrolytischen Mechanismus, der den Coil von diesem Draht absetzte, wurde jenes Prinzip der „absetzbaren Coils“ geschaffen, das Guido Guglielmi 1991 beschrieb (Guglielmi Detachable Coil, GDC) [11, 12] (Abb. 5). Wenn auch die von ihm postulierte „Elektrothrombose“ sich später nicht als wirkungsvoller Mechanismus zum Aneurysmaverschluss herausstellte, so war es doch die sichere Manövrier- und Absetzbarkeit der Coils, die diesem Verfahren in den folgenden Jahren und bis heute zu enormer Verbreitung verhalf.

Die Nachteile der Coil-Embolisation von Aneurysmen, i. e. die Schwierigkeit, breite Aneurysmenhalse sicher zu verschließen, sowie die erhebliche Häufigkeit von späteren Rekanalisationen [13] stimulierte die Industrie zur raschen und dynamischen Weiterentwicklung der Coils. Zur Behandlung weiter Aneurysmenhalse werden Coil-unterstützende Ballone im Aneurysma-tragenden Gefäß während der Aneurysmenplatzierung aufgeblasen [14]. Entwicklungen der Coilgeometrie ließen Coils mit 3-dimensionaler Geometrie entstehen, die sich als „Körbchen“ verteilen und keine Schlingen aus dem Aneurysma in das Gefäß hängen lassen (Abb. 6). Zur Verbesserung der Langzeitstabilität wurden unterschiedliche Beschichtungen der Coils entwickelt, die die Vernarbung der Coils beschleunigen (z. B. Matrix, Boston Scientific) oder die Räume zwischen den Coils mit Hydrogel ausfüllen (Hydrocoil, Microvention). Das Prinzip des Ballonverschlusses der Aneurysma-tragenden Arterie während der Embolisation erlaubte die Entwicklung von flüssigen Embolisaten in der Aneurysmathherapie (z. B. Onyx [Microtherapeutics, Irvine, CA, USA]). Aufgrund mangelnder Vernarbung zwischen dem Embolisat und der Aneurysmenwand und des gehäuften Auftretens von Rezidiven wird dieses Verfahren nur mehr selten angewandt.

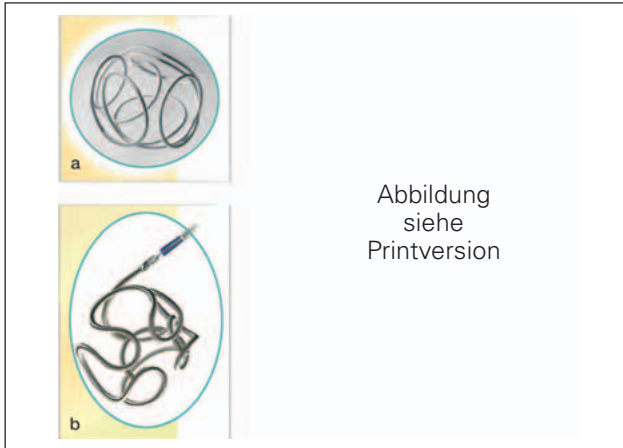


Abbildung
siehe
Printversion

Abbildung 6: Coils mit 3D-Geometrie unterschiedlicher Hersteller. **(a)** Horton Coil®, Micrus. Powered by Edgar® Online, © 2008, Edgar® Online, Inc. All rights reserved. Replication or redistribution of content is expressly prohibited without the prior written consent of Edgar Online, Inc. Edgar Online, Inc. shall not be liable for any errors or delays in the content, or for any actions taken in reliance thereon. **(b)** Image courtesy of Boston Scientific. GDC® 3D Detachable Coil. © 2010 Boston Scientific Corporation or its affiliates. All rights reserved.

Einen wesentlichen Schritt in der endovaskulären Aneurysmentherapie stellte die Einführung von zerebralen Mikrosten­ts dar. Nach ersten Versuchen mit für die Gehirn­gefäße zu rigiden koronaren Stents gelang es der Industrie, Stents zu entwickeln, die ausreichend flexibel waren, um mit akzeptablem Trauma in die Gefäße des Circulus Willisii und der proximalen Abgänge eingebracht zu werden, allerdings ist das Nickel-Titan-Material (Nitanol) nicht ausreichend röntgen­dicht, sodass der zerebrale Stent nur indirekt über „Goldmarker oder Goldfäden“ sichtbar ist. Heute können breite Aneurysmahälse durch Stents überbrückt werden und durch die Stentmaschen Mikrokatheter in das Aneurysma vorgeschoben werden. Die so eingebrachten Coils werden auch bei dichtem „Packen“ des Aneurysmas das Gefäßlumen respektieren (Abb. 7). Wie bei den Coils, so erfolgt auch bei den Stents eine rasche und dynamische Entwicklung. Doppelschicht­stents mit Membranen („covered stents“) sind nur in Gefäßen ohne abgehende Seitenäste verwendbar und kommen bei Fisten (z. B. CCFs) und nur selten bei Aneurysmen zur Anwendung. Besonders zukunftsorientiert ist jedoch die Entwicklung von Stents aus eng gewebten, besonders feinen Drähten, die mittlerweile von mehreren Anbietern zur Verfügung stehen. Diese Stents haben die Eigenschaft, den turbulenten Flow in das Aneurysmainnere zu verlangsamen, während der laminäre Flow in abgehende Seitenäste erhalten bleibt. Solche, den Flow in das Aneurysma ändernde Stents (Flow Diverters) kommen ohne die Verwendung von Coils aus, und stellen ein neues zukunftsorientiertes Prinzip der Aneurysmentherapie dar. Allerdings sind Erfahrungen mit diesen Stents zurzeit in allen Anwendergruppen begrenzt und insbesondere Langzeitergebnisse bei so behandelten Aneurysmen noch nicht verfügbar. Dennoch liegt im Prinzip des Flow Diverters hohes Entwicklungspotenzial für die zukünftige endovaskuläre Therapie zerebraler Aneurysmen.

Der Autor verneint Interessenkonflikte.

Literatur:

1. Dawbarn RH. The starvation operation for malignancy in the external carotid area. JAMA 1904; 17: 792–5.
2. Moniz E, Dias A, e Lima A. La radiographie et la topographie crano-encéphalique. J Radiol Electrol 1928; 12: 72.

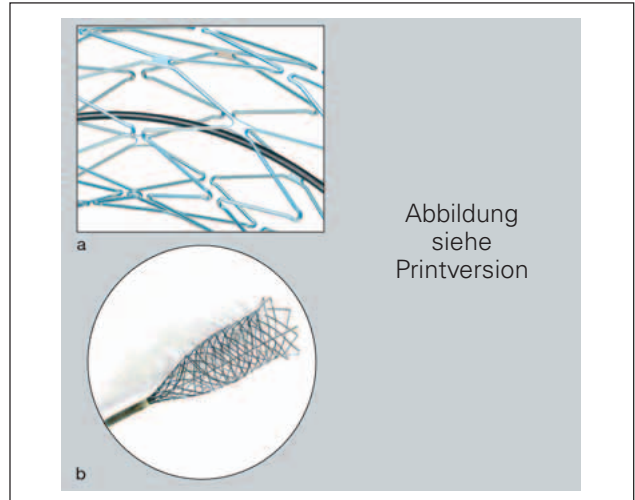


Abbildung
siehe
Printversion

Abbildung 7: Zerebrale Mikrosten­ts unterschiedlicher Hersteller. Im Angiogramm und Leerröntgen ist der Stent nur an den 4 röntgendichten Markern an jedem Stent­ende erkennbar. **(a)** Neuroform 3® © 2008 Boston Scientific Corporation or its affiliates. **(b)** LEO+. © Balt Extrusion.

3. Brooks B. The treatment of traumatic arteriovenous fistula. South Med J 1930; 23: 100–6.
4. Luessenhop AJ, Spence WT. Artificial embolisation of cerebral arteries. Report of use in a case of arteriovenous malformations. JAMA 1960; 172: 1153–5.
5. Porstmann W, Wierny L, Warnke H, Gerstberger G, Romaniuk PA. Catheter closure of patent ductus arteriosus: 62 cases treated without thoracotomy. Radiol Clin North Am 1971; 9: 203–18.
6. Djindjian R, Cophignon J, Théron, Merland JJ, Houdart R. Embolization by superselective arteriography from the femoral route in neuro-radiology. Review of 60 cases. 1. Technique, indications, complications. Neuroradiology 1973; 6: 20–6.
7. Zanetti PH, Sherman FE. Experimental evaluation of a tissue adhesive as an agent for the treatment of aneurysms and arteriovenous anomalies. J Neurosurg 1972; 36: 72–9.
8. Gallagher JP. The closure of intracranial aneurysms by pilojection. In: Fields WS, Sahs AI (eds). Intracranial Aneurysms and Subarachnoid Hemorrhage. Charles C. Thomas, Springfield, 1965; 357–71.
9. Serbinenko FA. [Catheterization and occlusion of major cerebral vessels and prospects for the development of vascular neurosurgery]. Vopr Neurokhir 1971; 35: 17–27.
10. Serbinenko FA. [Balloon occlusion of saccular aneurysms of the cerebral arteries]. Vopr Neurokhir 1974; 4: 8–15.
11. Guglielmi G, Vinuela F, Sepetka I, Macellari V. Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 1: Electrochemical basis, technique, and experimental results. J Neurosurg 1991; 75: 1–7.
12. Guglielmi G, Vinuela F, Dion J, Duckwiler G. Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach. Part 2: Preliminary clinical experience. J Neurosurg 1991; 75: 8–14.
13. Hayakawa M, Murayama Y, Duckwiler GR, Gobin YP, Guglielmi G, Vinuela F. Natural history of the neck remnant of a cerebral aneurysm treated with the Guglielmi detachable coil system. J Neurosurg 2000; 93: 561–8.
14. Moret J, Cognard C, Weill A, Castaignes L, Rey A. [Reconstruction technic in the treatment of wide-neck intracranial aneurysms. Long-term angiographic and clinical results. Apropos of 56 cases]. J Neuroradiol 1997; 24: 30–44.

Univ.-Prof. Dr. med. Bernd Richling

Geboren 1946. 1965–1972 Medizinstudium an der Medizinischen Fakultät der Karl-Franzens-Universität Graz. 1972 Turnusarzt im Kreiskrankenhaus Eutin, Schleswig-Holstein/BRD. 1973 Studienreise durch den Fernen Osten mit Aufenthalt am Tropeninstitut in Bangkok sowie an Akupunkturschulen in Jakarta, Hongkong und Taipeh. 1973–1974 Turnusarzt an der Internen Abteilung des Krankenhauses der Elisabethinen in Graz. 1974–1978 Fachausbildung im Sonderfach Neurochirurgie an der Neurochirurgischen Abteilung der Landesnervenklinik Salzburg. 1980 Facharzt für Neurochirurgie, 1980–1998 Neurochirurgische Universitätsklinik in Wien. 1983 Erteilung der Venia docendi. 1990 Verleihung des Berufstitels Außerordentlicher Universitätsprofessor und Stellvertreter des Vorstandes der Neurochirurgischen Universitätsklinik. Seit 1998 Vorstand der Landesklinik für Neurochirurgie der Christian-Doppler-Klinik Salzburg (seit 30.10.2003 Universitätsklinik für Neurochirurgie der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität).



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](#)