

Diagnostische und interventionelle Neuroradiologie: Schnittstelle und Brennpunkt der Neurofächer

Gerhard Schroth, Luca Remonda, Caspar Brekenfeld, Chris Ozdoba, Roland Wiest

Im Teilgebiet der interventionellen Neuroradiologie gab es vor allem bei der endovasalen, minimal invasiven, bildgesteuerten Aneurysmathe-
rapie mittels Coiling Fortschritte, deren Ausmass ein renommierter Neurochirurg so zusammen-
fasst [1]:

«Sehr oft in der Geschichte der Medizin hat eine technische Innovation zu einer plötzlichen und fundamentalen Therapieänderung geführt. Beispiele sind die Einführung der Anästhesie, der Asepsis, der Antibiotika, ... der Computertomographie. Die ISAT-Studie (*International Subarachnoid Aneurysm Trial*) [2] scheint auf die Behandlung der Aneurysmen eine vergleichbare Auswirkung zu haben. Bereits vor der Veröffentlichung dieser Studie, die abgebrochen werden musste (da die endovaskulär, minimal invasiven Aneurysmenträger signifikant besser überlebten als die operierten) war eine Verschiebung von der Operation zum Coiling zu beobachten, die in vielen Zentren in England dazu geführt hat, die Aneurysmachirurgie ganz zu beenden ... *for, in this country, few patients with aneurysms receive private treatment – meaning that any change in policy has no economic disadvantage for the surgeon ...*»

Flüssige Embolisate, mit denen die Aneurysmen über Mikrokatheter ausgegossen werden, neue beschichtete Coils, die – in das Aneurysma eingelegt – dort die Bildung von Bindegewebe anregen und intrakranielle Stents, die auch breitbasige Aneurysmen der minimal invasiven, neuroradiologischen Behandlung zugänglich gemacht haben und die wir am Inselspital seit zwei Jahren einsetzen, sind weitere Entwicklungen, die Einzug in die interventionellen neuroradiologischen Therapien gefunden haben (Abb. 1 und 2 [4]).

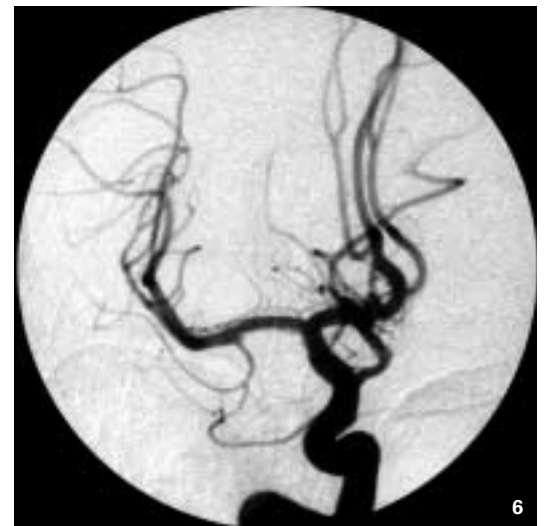
Auch in der Behandlung von Stenosen supraaortaler Gefässe gab es im Jahr 2004 Weiterentwicklungen. Modifizierte kardiologische Stents und Mikrokatheter ermöglichen die endovasale Behandlung der prognostisch sehr ungünstigen intrakraniellen Stenosen (Abb. 3–6 [4]).

Die prospektiv angelegte SAPHIRE-Studie [3] (*Stenting and Angioplasty with Protection in Patients at high Risk for Endarterectomy*) hat gezeigt, dass für Risikopatienten das kurzzeitige wie auch längerdauernde Outcome signifikant besser ist, wenn Karotisstenosen endovasal mit Stents anstatt operativ saniert werden. Die entscheidenden Verbesserungen der endovaskulä-




Abbildungen 1 und 2.

Digital subtrahierte Angiographie (DAS) eines akuten, breitbasigen supraophthalmischen Aneurysma während der endovasalen Behandlung. Das Lumen der Karotis wurde durch Einlage eines Stents geschützt und offen gehalten. Die durch die Maschen des Stents in das Aneurysma eingebrachten elektrolytisch ablösbaren Coils werden durch den Stent im Aneurysma fixiert.




Abbildungen 3–6.

34-jähriger Mann mit rezidivierenden Durchblutungsstörungen der rechten Hirnhälfte trotz kombinierter medikamentöser Therapie. Das Angiogramm zeigt die Stenose der A. cerebri media rechts im normalen Bild (Abb. 3) und ihre Vermessung im Vergrößerungsangiogramm (Abb. 4). Die Abbildung 5 zeigt die präzise Platzierung des Stents und das Ergebnis im Kontrollangiogramm (Abb. 6).

ren Behandlung sind die neu entwickelten Protektionssysteme, die den Hirnkreislauf während des Eingriffes vor Embolien schützen und die bessere Überwachung und Medikation vor und nach den Eingriffen (Abb. 7 und 8 )

Im Teilgebiet der diagnostischen Neuroradiologie konnten die neu entwickelten schnellen und ultraschnellen MR-Techniken zunehmend diagnoseentscheidend in die Klinik eingeführt werden. Zur quantitativen Erfassung und Therapieplanung von akuten Schlaganfällen ist das Perfusion- und Diffusions-MRI etabliert und in modernen Stroke-Units während 7 Tagen und 24 Stunden verfügbar. Mit den Methoden der molekularen Bildgebung werden Art und Ausmass der Hirnläsionen bei degenerativen (z.B. M. Alzheimer) und entzündlichen (z.B. Multiple Sklerose) Erkrankungen erfasst: Diffusion-Tensor-Imaging stellt die Bahnsysteme des Gehirnes dar und

versucht, den Vernetzungsgrad zu quantifizieren; Spektroskopie und Magnetisation-Transfer erfassen Veränderungen des Stoffwechsels und der molekularen Zusammensetzung des Hirngewebes – infolge und im Verlauf neurologischer Erkrankungen sowie ihren Stillstand oder Rückbildung unter adäquater Therapie. *Last but not least* zeichnet sich mit der Weiterentwicklung und Professionalisierung der funktionellen MR-Techniken (fMRI) zunehmend klarer ab, dass wir damit ein elegantes, nicht invasives Instrument in der Hand haben, um selbst höhere kognitive Prozesse im Gehirn und ihre Störungen (Gedächtnis bei M. Alzheimer) bildgebend zu untersuchen und darzustellen – und auch hier gilt: Ein Bild sagt mehr als tausend Worte, zumal wenn die Morphologie und Funktion in einem Bild dargestellt werden können (Abb. 9 )

Diese Entwicklungen implizieren Änderungen,



Abbildung 7 und 8.

Die Abbildungen zeigen die Einlage und Ballondilatation eines getaperten Stents in eine Karotisstenose, während der Hirnkreislauf durch den ebenfalls transfemoral eingebrachten Filter vor Embolien geschützt bleibt. Der Filterring ist distal des Stents sichtbar.

die auch die Ausbildung und den Betrieb diagnostischer und interventioneller Neuroradiologien betreffen. Es wird zunehmend klar, dass diese Untersuchungen und Auswertungen im Teilgebiet der diagnostischen Neuroradiologie nur von Ärzten erfolgen kann, die auch über neurologische Kenntnisse verfügen und in ein Netzwerk mit Klinikern der Neurofächer, einschliesslich Psychologen und Psychiatern, eingebunden sind. Ebenso können und dürfen interventionelle Eingriffe nur in Absprache und mit Unterstützung von Fachkollegen der Neurochirurgie geplant und durchgeführt werden. Vor allem ist zu fragen, ob zukünftige Ärzte, die diese spezialisierten Diagnoseverfahren und Eingriffe ausführen auf ihre Aufgabe zielgerichtet vorbereitet sind, wenn ihnen eine fünfjährige Ausbildung zum Facharzt Radiologie FMH und nachfolgend je zwei Jahre Weiterbildung zum diagnostischen und interventionellen Neuroradiologen (aber keine klinische Ausbildung in einem Neurofach) zugemutet wird. Vor allem aber ist zu fragen, wer sich diese Ausbildung von mindestens 9 Jahren überhaupt noch zumuten wird, die an den zukünftigen Aufgaben eines diagnostischen und interventionellen Neuroradiologen parazerebral und para-manual vorbei geht.

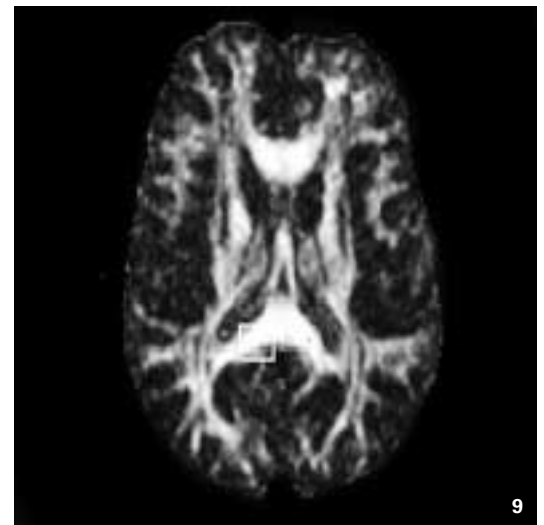


Abbildung 9.

Darstellung einzelner Bahnsysteme im Gehirn mittels DTI (*Diffusion Tensor Imaging*) bei einer Feldstärke von 1,5 Tesla.

Korrespondenz:

Prof. Dr. med. Gerhard Schroth
Neurologe und
Neuroradiologe (FMH)
Institut für Diagnostische und
Interventionelle Neuroradiologie
Universität Bern, Inselspital
CH-3010 Bern
gerhard.schroth@insel.ch

Literatur

- 1 Maurice-Williams R. Aneurysm surgery after International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT). Editorial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004;75:807-8.
- 2 International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) Collaborative Group. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomized trial. *Lancet* 2002;360:1267-74.

- 3 Yadav J, Wholey M, Kuntz R, et al. Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N Engl J Med* 2004;351:1493-1501.

Neuroradiologie diagnostique et interventionnelle: interface et point de rencontre des disciplines neurologiques

Gerhard Schroth, Luca Remonda, Caspar Brekenfeld, Chris Ozdoba, Roland Wiest

Dans la sous-spécialité de la neuroradiologie interventionnelle, les progrès ont surtout concerné le traitement endovasculaire, minimalement invasif et assisté par imagerie de l'anévrisme par coiling. Voilà comment un neurochirurgien célèbre résume la situation dans ce domaine [1]:

«L'histoire de la médecine est jalonnée de révolutions thérapeutiques apparues subitement à la suite d'une innovation technique. On citera pour exemples l'anesthésie, l'asepsie, les antibiotiques ... le CT-scan ... L'étude ISAT (*International Subarachnoid Aneurysm Trial*) [2] semble avoir les mêmes répercussions sur le traitement des anévrismes, puisqu'on a observé un glissement de l'opération vers le coiling avant même la publication officielle des résultats de l'étude, qui a d'ailleurs dû être interrompue en cours de route (les porteurs d'anévrismes traités par la méthode endovasculaire minimalement invasive avaient une survie significativement meilleure que ceux qui avaient subi l'intervention classique). La chirurgie anévrismale a ainsi été complètement abandonnée en Grande-Bretagne ... *for, in this country, few patients with aneurysms receive private treatment – meaning that any change in policy has no economic disadvantage for the surgeon ...*»

Les embols liquidiens, instillés dans les anévrismes par microcathéterisme, les coils recouverts d'un revêtement d'un nouveau type, introduits dans les anévrismes dans le but d'y provoquer une prolifération de tissu conjonctif, et les stents intracrâniens, qui permettent de rendre accessibles des anévrismes même sessiles à la technique neuroradiologique minimalement invasive et qui sont utilisés à l'hôpital de l'Isle depuis maintenant deux ans, constituent les nouveaux développements thérapeutiques dans le domaine de la neuroradiologie interventionnelle (fig. 1 et 2 [4]).

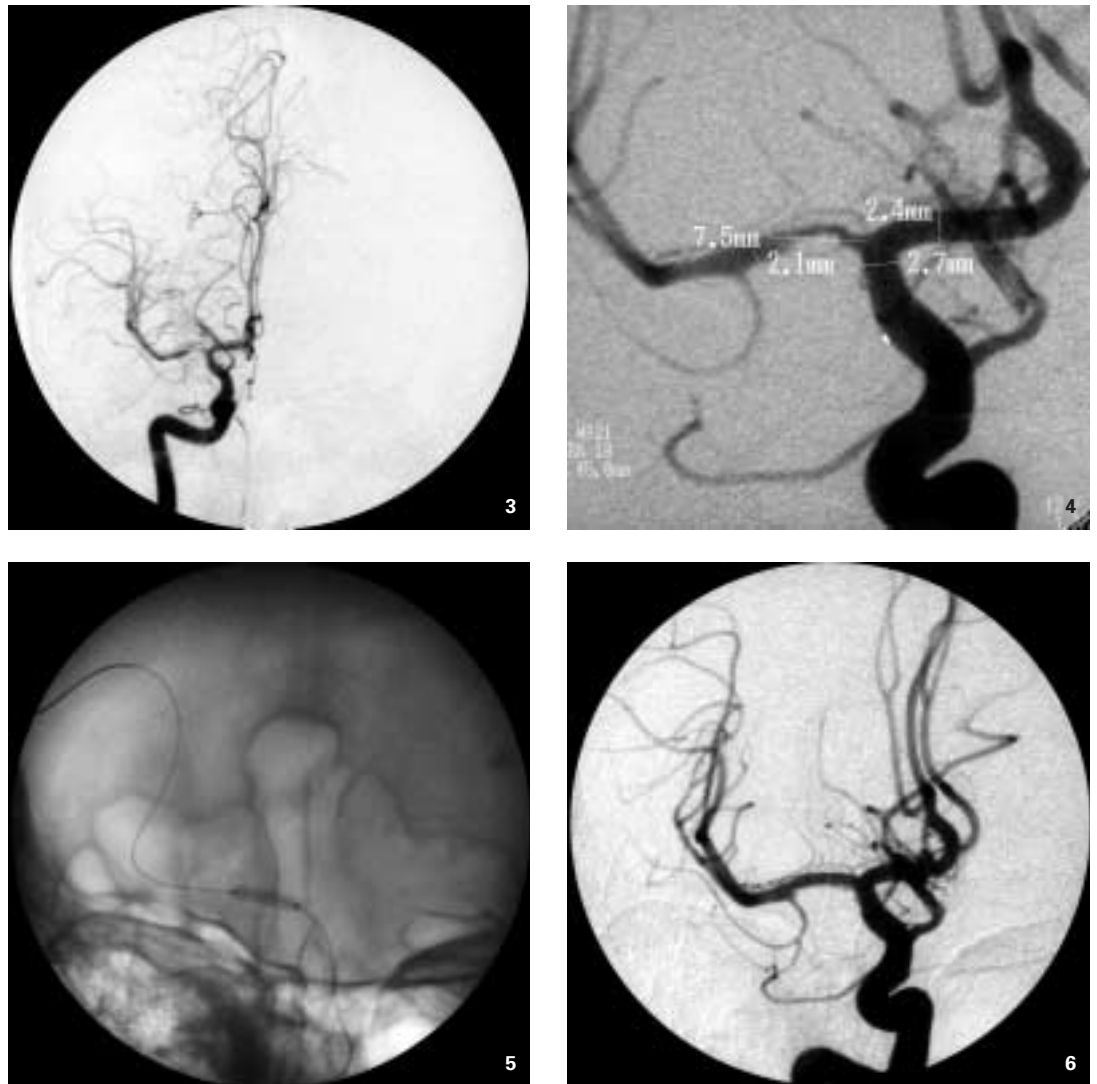
Le traitement des sténoses vasculaires supra-aortiques a également subi quelques changements durant l'année 2004 avec l'arrivée de stents cardiologiques modifiés et de microcathéters permettant le traitement endovasculaire des sténoses endocrâniennes à pronostic extrêmement réservé (fig. 3-6 [4]).

L'étude prospective SAPHIRE [3] (*Stenting and Angioplasty with Protection in Patients at high Risk for Endarterectomy*) a montré que le devenir aussi bien à long terme qu'à court terme est significativement meilleur chez les patients à risque lorsque les sténoses carotidiennes sont traitées par mise en place endovasculaire de stents




Figures 1 et 2.

Angiographie par soustraction digitalisée (ASD) d'un anévrisme aigu supra-ophtalmique à base large au cours du traitement endovasculaire. La lumière de l'artère carotide est protégée et est maintenue ouverte à l'aide d'un stent. Les coils solubles par procédé électrolytique introduits par les mailles du stent sont fixés dans l'anévrisme à travers le stent.



Figures 3-6.

Homme âgé de 34 ans avec des troubles de la perfusion sanguine répétés dans la partie droite du cerveau malgré la thérapie médicamenteuse combinée. L'angiographe montre la sténose de l'a. cerebri media à droite de l'image normale (fig. 3) et son mesurage dans l'angiographe d'agrandissement (fig. 4). La figure 5 montre un placement précis du stent et le résultat dans l'angiographe contrôle (fig. 6).

plutôt que par intervention chirurgicale. Les améliorations les plus significatives sur le front des traitements endovasculaires sont toutefois à mettre sur le compte des nouveaux systèmes de protection contre les embolies cérébrales risquant de se produire en cours d'intervention, ainsi que sur les améliorations de la surveillance et les progrès réalisés dans le traitement médicamenteux pré- et postinterventionnel (fig. 7 et 8 .

La sous-spécialité de neuroradiologie diagnostique a bénéficié au niveau clinique de l'apport souvent décisif des techniques d'IRM à haute et à très haute vitesse.


L'IRM à perfusion et diffusion a fait ses preuves dans l'évaluation quantitative et la planification thérapeutique des AVC en phase aiguë. Elle est disponible dans les unités AVC modernes 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24. Les méthodes d'imagerie moléculaire permettent d'évaluer l'exten-

sion des lésions cérébrales dues aux affections dégénératives (p.ex. Alzheimer) et inflammatoires (par ex. sclérose en plaques): la technique diffusion-tensor-imaging est capable de représenter les systèmes de communications nerveuses dans le cerveau et de quantifier dans une certaine mesure leur degré de ramifications; la spectroscopie et le transfert de magnétisation permettent de détecter les modifications du métabolisme et de la composition moléculaire du tissu cérébral accompagnant certaines maladies neurologiques au cours de leur évolution, de même que leur stabilisation ou leur régression sous traitement. Et, *last but not least*, avec le développement et la professionnalisation des techniques d'IRM fonctionnelle (IRMf), il s'avère de plus en plus clairement que nous disposons aujourd'hui d'un instrument élégant et non invasif pour investiguer et représenter non seulement les fonctions supérieures et les processus cogni-



Figures 7 et 8.

Ces figures montrent la mise en place et la dilatation par ballonnet d'un stent placé dans une sténose carotidienne, tandis que la circulation cérébrale est préservée d'une éventuelle embolisation par un filtre également introduit par voie transfémorale. L'anneau du filtre est visible du côté distal du stent.

tifs dans le cerveau, mais aussi leurs dysfonctionnements (troubles mnésiques en cas d'Alzheimer). Comme le dit le vieux dicton: une seule image vaut bien mille mots, en particulier lorsqu'elle peut représenter à la fois des caractéristiques morphologiques et fonctionnelles (fig. 9 )

Ces développements impliquent des changements qui concernent aussi bien la formation que la gestion des installations de radiologie diagnostique et interventionnelle. Il devient de plus en plus évident que ces examens et leur interprétation dans le domaine particulier de la neuroradiologie diagnostique doivent être réservés à des médecins disposant eux-mêmes de connaissances neurologiques étendues et intégrés à un réseau de cliniciens spécialisés dans les différentes branches de la neurologie, y compris des psychologues et des psychiatres. Les gestes interventionnels peuvent et doivent être planifiés et réalisés en accord et avec l'aide des collègues neurochirurgiens. Il faudra se demander si les médecins se destinant à la réalisation de ces interventions diagnostiques et thérapeutiques très spécialisées sont bien préparés si on exige de leur part une formation de cinq ans de spécialiste en radiologie FMH, complétée par deux ans de formation post-graduée ciblée sur le domaine de la radiologie diagnostique interventionnelle (mais par aucune formation clinique dans une

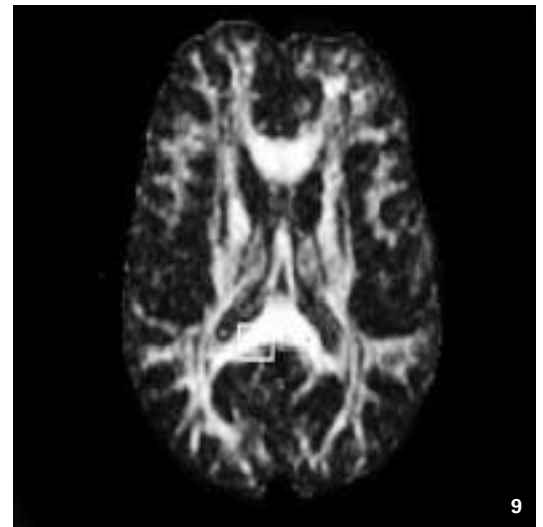


Figure 9.

Représentation de certaines voies nerveuses dans le cerveau par DTI (Diffusion Tensor Imaging) dans un champ magnétique de force 1,5 Tesla.

branche neurologique). Et on se posera surtout la question de savoir qui va accepter de se lancer dans une formation qui va durer au minimum 9 ans pour répondre aux exigences paracérébrale et paramanuelle de la neuroradiologie diagnostique et interventionnelle.

Traducteur Dr R. W. Bielinski

Correspondance:
Prof. Dr Gerhard Schroth
Neurologue et
neuroradiologue (FMH)
Institut de neuroradiologie
diagnostique et interventionnelle
Hôpital de l'Isle,
Université de Berne
CH-3010 Berne
gerhard.schroth@insel.ch

Références

- 1 Maurice-Williams R. Aneurysm surgery after International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT). Editorial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004;75:807-8.
- 2 International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) Collaborative Group. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomized trial. *Lancet* 2002;360:1267-74.

- 3 Yadav J, Wholey M, Kuntz R, et al. Protected carotid-artery stenting versus endarterectomy in high-risk patients. *N Engl J Med* 2004;351:1493-501.