

Mit der MRS können Ausgangs- und Abbauprodukte anhand ihrer Resonanzfrequenz identifiziert werden. Außerdem kann die Menge der Substanz in einem Volumenelement anhand der Größe des jeweiligen *Peaks* ermittelt werden. So lassen sich bei Tumoren, bei Enzymdefekten und bei degenerativen Erkrankungen Veränderungen der normalen Relationen nachweisen.

Die MRS ist heute wichtiger Bestandteil der klinischen Tumordiagnostik. Beim CSI werden nicht nur Spektren in *einem* Voxel gemessen, sondern der gesamte interessierende Bereich wird durch eine Voxelmatrix abgedeckt. Da in jedem Voxel ein Spektrum aufgenommen wird, können aus den einzelnen Metabolitenkonzentrationen Karten der Metabolitenverteilung berechnet werden.

Angiographie

Grundlagen und Anwendungsprinzipien

Stellenwert der Katheterangiographie. Die diagnostische Katheterangiographie der supraortalen Gefäße ist durch die modernen Schnittbildverfahren CT und MRT bzw. deren angiographischen Varianten CTA und MRA immer weiter in den Hintergrund gedrängt worden. So werden Patienten mit einem Hirntumor in der Regel nur noch dann angiographiert, wenn präoperativ die Devaskularisierung einer vermutlich gefäßreichen Geschwulst geplant ist, oder aber man sich durch die Angiographie genauere Hinweise auf die Artdiagnose erhofft. Auch die früher häufigen Indikationen zur Angiographie bei Gefäßverschlusserkrankungen wurden durch die CTA und MRA praktisch vollständig abgelöst. Es ist daher heute nicht so ganz unproblematisch, das Handwerkszeug für die diagnostische Angiographie der supraortalen Gefäße zu erlernen – es ist schlichtweg ein Mengenproblem. Die Zahl der endovaskulären Eingriffe mit einem therapeutischen Ziel nimmt hingegen seit vielen Jahren kontinuierlich zu. Umso wichtiger ist es, die Grundlagen und Anwendungsprinzipien zunächst theoretisch zu studieren und seine angiographischen Fertigkeiten dann auf der Basis eines guten Grundlagenwissens aufzubauen.

Die Brachialisgegenstromangiographie und Angiographie nach Karotisdirektpunktion sind so gut wie ganz zu Gunsten der Angiographie in Kathetertechnik verlassen worden. Bei Letzterer wird ein dünner Kunststoffkatheter mithilfe der Punktionstechnik nach Seldinger perkutan in das Arteriensystem eingebracht, in aller Regel transfemoral. Alternative Zugänge können transaxillär oder transbrachial sein. Die DSA nach i. v. KM-Gabe ist obsolet zur Klärung der supraortalen Gefäßverhältnisse (Abb. 1.15).

Kontraindikationen. Absolute Kontraindikationen für die zerebrale Angiographie gibt es nicht, doch gelten die allgemeinen Regeln bei der Verabreichung jodhaltiger KM. Die Gerinnungswerte sollten in einem ungefährlichen Bereich liegen. Bei Hochrisikopatienten mit rezidivieren-

den transitorischen Ischämien kann die Angiographie in Ausnahmefällen aber auch unter Heparinisierung bzw. Thrombozytenaggregationshemmung durchgeführt werden. Wahrscheinlich wird das Risiko von thromboembolischen Komplikationen so vermindert.

Gerinnungswerte

- Quick-Wert über 50 %
- PTT unterhalb des 1,5-fachen Normalwerts

Technik. Die selektive transfemorale Angiographie zur Einzeldarstellung der hirnersorgenden Blutgefäße gelingt bei Patienten unter 50 Jahren fast immer mit einem 5-F- oder 4-F-Universalkatheter, dessen Spitze um etwa 30–45° gebogen ist. Bei älteren Patienten kann man die Sondierungsdauer oft verkürzen, wenn man einen Katheter mit doppelter Endkrümmung vom Typ Sidewinder verwendet. Gelegentlich ist hierbei sogar ein (drehstabiler) 6-F-Katheter sinnvoll. Um Katheterwechsel zu erleichtern und die Verletzung der A. femoralis bei langwierigen Gefäßsondierungen zu reduzieren, verwendet man zweckmäßigerweise eine Einführschleuse. Damit es nicht zu thromboembolischen Komplikationen kommt, muss der Katheter regelmäßig gespült werden, besonders nach KM-Injektion und nach jedem Gebrauch des Führungsdrahtes. Dies kann intermittierend manuell oder besser kontinuierlich mit einer Druckinfusion geschehen. Der Spülflüssigkeit sollten 500 IE Heparin pro 500 ml physiologische Kochsalzlösung zugesetzt werden.

Komplikationen. Die Komplikationen der zerebralen Angiographie sind fast ausnahmslos thromboembolisch. Über die Häufigkeit liegen allerdings wenig verlässliche Zahlen vor. Für das Aufklärungsgespräch mit dem Patienten ist es empfehlenswert, die Komplikationsrate der eigenen Abteilung zu kennen. In der Literatur wird die Inzidenz flüchtiger neurologischer Ausfälle mit etwa 3 %, die bleibender neurologischer Ausfälle mit 0,2–1 % angegeben. Todesfälle treten in weniger als 0,1 % der Fälle auf. Das Angiographierisiko ist allerdings bei Patienten mit einer arteriosklerotischen Grunderkrankung deutlich höher als bei – meist auch jüngeren – Patienten, die

M. Forsting

••••• Möglichst kontinuierliche Spülung mit Druckinfusion.

••••• Die DSA ist zur Klärung der supraortalen Gefäßverhältnisse obsolet.

Die diagnostische DSA der Karotiden ist bis auf Ausnahmefälle obsolet.

Aorten- und Subklaviaangiographie

Besser selektive Angiographie der supraaortalen Gefäße als reine Aortenbogenangiographie.

bei einer Flussrate von 15 ml/s erreicht man eine ausreichende Kontrastierung des Aortenbogens und der supra-aortalen Gefäße bis zur Schädelbasis (Abb.1.16). Zur optimalen Abbildung aller Gefäßabgänge sind oft 2 Injektionen notwendig, eine in linker, die andere in rechter Schrägprojektion. Zur Beurteilung der intrakraniellen Gefäße reicht die Globalinjektion in den Aortenbogen aber nicht aus. Es ist auch zu beachten, dass die Beurteilung arteriosklerotischer Wandveränderungen der zervikalen Karotisgabel vor Operation eine ausreichende Kenntnis der intrakraniellen Gefäßverhältnisse voraussetzt.

Wie bereits oben ausgeführt ist die Indikation zur invasiven, rein diagnostischen Aortenbogendarstellung durch die Möglichkeiten der CTA und MRA heute aber nur noch in Ausnahmefällen gegeben.

Bei der Subklaviaangiographie verwendet man die gleichen endständig offenen Katheter wie für die selektive zerebrale Angiographie. Im Anschluss an die Platzierung des Katheters in den Anfangsteil der A. subclavia injiziert man 10–12 ml KM bei einer Flussrate von 10 ml/s.

Weitere Indikationen aus neuroradiologischer Sicht zur Subklaviaangiographie sind:

- Verdacht auf Gefäßstenose ohne und mit „subclavian steal“,
- spinale Gefäßfehlbildung,
- neurovaskuläres Kompressionssyndrom der oberen Thoraxapertur.

Die Karotisdirektpunktion hat nur noch untergeordnete Bedeutung und hat deshalb auch eigentlich keinen Platz mehr in einem Lehrbuch. Bei transfemorale Technik lässt sich die rechte A. carotis fast immer mit dem erwähnten Universalkatheter sondieren. Bei älteren Patienten mit elongierten Gefäßen kann hingegen zur Sondierung der linken A. carotis ein Sidewinderkatheter hilfreich sein. Bei einer Angiographie der A. carotis communis reicht die manuelle Injektion von 6–8 ml KM der Konzentration 150 mg Jod/ml aus. Vorher müssen aber gefährliche Wandveränderungen ausgeschlossen werden. Auch für diesen Abschnitt gilt, dass CTA und MRA nur noch in Ausnahmefällen eine Indikation zur diagnostischen DSA der Karotiden zulassen. Die Gefäßanatomie bleibt aber die gleiche (Abb. 1.16).