

Mit herzlichen Grüßen aus Köln vom Deutschen Ärzte-Verlag
Ihr persönliches Belegexemplar

Gefäßdiagnostik

Dorina Petersen, Eldena

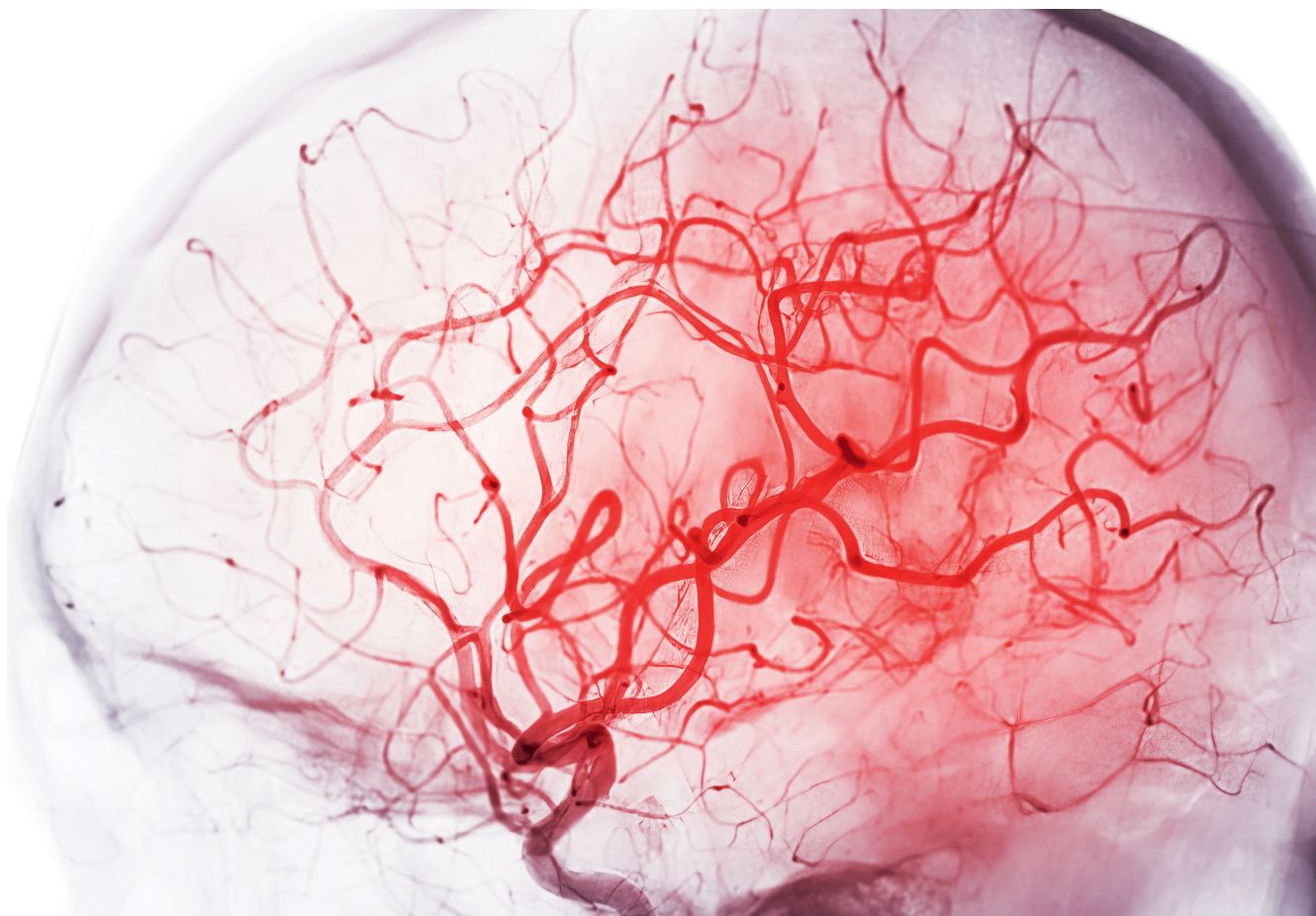
DOI: 10.53180/MTIMDIALOG.2025.0084

SCHWERPUNKTTHEMA

Gefäßdiagnostik

Bildgebung mit CT, MRT, Angiografie, Phlebografie und Sonografie

Dorina Petersen, Eldena



© samunella/stock.adobe.com

Zusammenfassung

Gefäßerkrankungen stellen eine bedeutende Herausforderung für die moderne Medizin dar und erfordern fortschrittliche diagnostische Ansätze. Dieser Artikel beleuchtet die Rolle moderner Bildgebungsverfahren, darunter CT, MRT, Angiografie, Phlebografie und Sonografie, in der Diagnostik und Therapieplanung. Besondere Schwerpunkte liegen auf Protokolloptimierung, Kontrastmittelmanagement und interdisziplinärer Zusammenarbeit. Herausforderungen wie Kontrastmittelreaktionen und die Untersuchung akuter Gefäßverletzungen werden diskutiert. Zukünftige Entwicklungen wie KI und spektrale Bildgebung werden ebenfalls thematisiert, um die diagnostische Präzision und Patientensicherheit weiter zu verbessern.

Schlüsselwörter: Gefäßdiagnostik, Bildgebung, Interdisziplinarität, Kontrastmittelmanagement, Protokolle

Abstract

Vascular diseases pose a significant challenge in modern medicine, requiring advanced diagnostic approaches. This article highlights the role of modern imaging techniques, including CT, MRI, angiography, phlebography, and ultrasound, in diagnostics and therapy planning. Special emphasis is placed on protocol optimization, contrast agent management, and interdisciplinary collaboration. Challenges such as contrast agent reactions and acute vascular injury assessment are discussed. Future advancements, such as AI and spectral imaging, are also addressed to further enhance diagnostic precision and patient safety.

Keywords: Vascular diagnostics, imaging, interdisciplinarity, protocols, contrast agent management

Gefäßkrankungen und -anomalien stellen eine der komplexesten Herausforderungen in der modernen Medizin dar. Sie erfordern umfassende Kenntnisse über die zugrunde liegenden pathophysiologischen Mechanismen sowie die diagnostischen und therapeutischen Möglichkeiten. Fortschritte in der Bildgebung haben die Diagnostik und das Management dieser Erkrankungen revolutioniert. Dieser Artikel bietet einen Überblick über die Gefäßdiagnostik, einschließlich Computertomografie (CT), Magnetresonanztomografie (MRT), Angiografie, Phlebografie und Sonografie. Besonderes Augenmerk wird auf spezifische Protokolle, Kontrastmittelmanagement und die Integration diagnostischer Befunde in interdisziplinäre Behandlungskonzepte gelegt. Ergänzt wird dies durch eine Diskussion von Problemen und Lösungsansätzen, die während der Diagnostik auftreten können, etwa Kontrastmittelreaktionen, Schmerzen oder besondere Patientenvoraussetzungen.

Grundlagen der Gefäßdiagnostik

Die Bildgebung spielt eine zentrale Rolle in der Diagnostik von Gefäßkrankungen. Die Wahl der Modalität hängt von der klinischen Fragestellung, der Dringlichkeit der Situation und den spezifischen Charakteristika des Patienten ab:

- Computertomografie (CT): hohe zeitliche und räumliche Auflösung, ideal für akute Situationen.
- Magnetresonanztomografie (MRT): strahlenfreie Diagnostik, gut geeignet für komplexe anatomische und funktionelle Darstellungen.
- Angiografie: Goldstandard für interventionelle Verfahren.
- Phlebografie: Darstellung venöser Pathologien.
- Sonografie/Doppler: nicht invasive Erstdiagnostik.

Die Computertomografie (CT) bietet eine hohe zeitliche und räumliche Auflösung und ist das Mittel der Wahl in akuten Szenarien, etwa bei Gefäßverletzungen oder akuten Verschlusskrankheiten, wie die Lungenarterienembolie. Die Magnetresonanztomografie (MRT) ermöglicht eine strahlenfreie, detaillierte Darstellung der Gefäßanatomie und ist besonders nützlich für komplexe Fälle oder bei Patienten, die wiederholte Untersuchungen benötigen. Sie bietet außerdem auch immer einen sehr guten Überblick über benachbarte Weichteile, was die Interpretation und Folgenabschätzung von Durchblutungsstörungen erleichtern kann.

Die Angiografie bleibt der Goldstandard für interventionelle Verfahren, insbesondere der Thrombektomien, während die Phlebografie insbesondere bei venösen Erkrankungen Anwendung findet. Die Sonografie ist die erste Wahl in der nicht invasiven Diagnostik und bietet dank Doppler-Technologie eine präzise Einschätzung des Blutflusses. Sie könnte als erstes Diagnosemittel hilfreich sein, wenn aufgrund personeller oder gerätetechnischer Engpässe eine Diagnostik mittels CT, MRT und/oder Angiografie nicht möglich ist.

Diagnostik bei angeborenen Gefäßanomalien

Angeborene Gefäßanomalien, wie arteriovenöse Malformationen (AVMs) oder das Klippel-Trenaunay-Syndrom, erfordern eine sorgfältige diagnostische Abklärung, um die morphologische und funktionelle Ausprägung zu verstehen. Arteriovenöse Malformationen (AVMs) sind komplexe Gefäßfehlbildungen, die durch eine direkte Verbindung zwischen Arterien und Venen ohne dazwischenliegende Kapillarbett-



Abb. 1: Kontrastmittelunterstützte Angiografie der oberen Thorax-Apparatur und der Carotiden im MR

Für alle: © D. Petersen

strukturen gekennzeichnet sind. Patienten präsentieren sich häufig mit Symptomen wie Schwellungen, Schmerzen oder spontanen Blutungen. Die MR-Angiografie bietet hier eine dynamische Darstellung des Blutflusses und der Architektur der Malformation. Ergänzend zeigt die CT-Angiografie (CTA) Kalzifikationen oder Fisteln, während die „blutige“ Angiografie essenziell für die Therapieplanung, insbesondere für endovaskuläre Eingriffe, ist.

Bei der MRA wird ein Protokoll mit Bolus getriggertem Kontrastmittelgabe (10–20 mL, gewichtsadaptiert) verwendet. Für die CTA

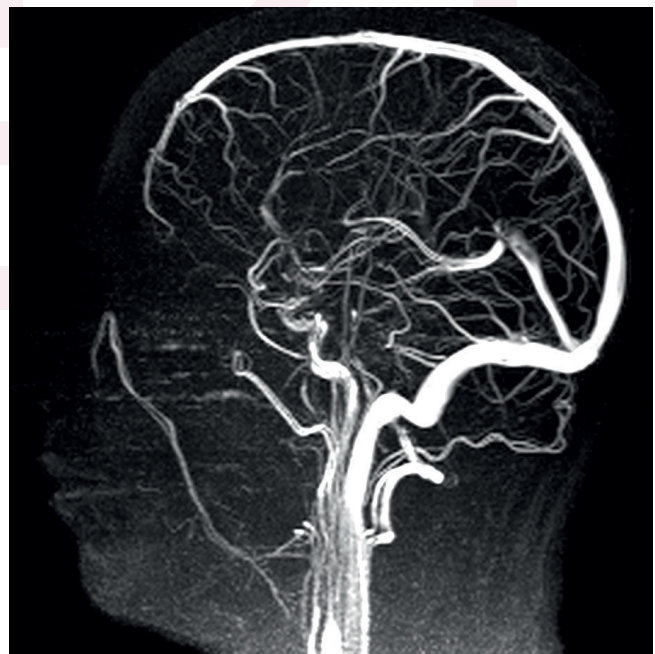


Abb. 2: Phasenkontrastangiografie ohne Kontrastmittel der Hirnvene im MR

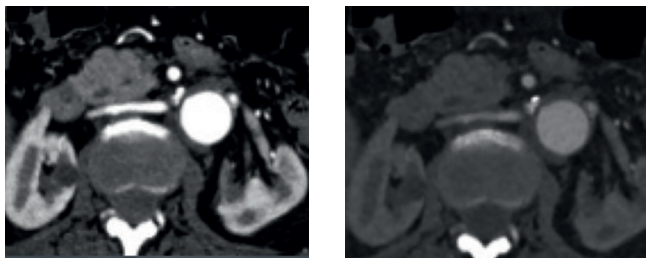


Abb. 3 und 4: Aorta axial einmal mit 80 kV (Abb. 3) und 120 kV (Abb. 4). Sichtbar wird der deutliche Kontrastunterschied und Jodkontrast durch die unterschiedlichen kV-Stufen

sind 70–120 mL jodhaltiges Kontrastmittel mit einer Flussrate von 4–5 mL/s und einer Bolustriggerung in der Aorta empfohlen.

Das Klippel-Trenaunay-Syndrom, gekennzeichnet durch venöse Malformationen, Lymphödeme und hypertrophe Extremitäten, wird initial mittels Duplexsonografie diagnostiziert, um venöse Insuffizienzen zu bewerten. Die MR-Phlebografie liefert hochauflösende Bilder der venösen Architektur und erleichtert die Planung interdisziplinärer Therapieansätze.

Bei der MR-Phlebografie wird eine Mischung aus einer Standarddosis Gadolinium (0,1 mmol/kg Körpergewicht) und 2–4 mL 2% Lidocain (Xylocain) ohne Adrenalin, zur Lokalanästhesie, subkutan/intradermal injiziert. Eine dünne Nadel mit 24–28-Gauge wird sanft in den dorsalen Anteil jedes Fußes im Bereich der 4 interdigitalen Zwischenräume eingeführt. Die Injektion ist auf ein maximales Volumen von 2 mL (in der Regel 1 mL) für jeden interdigitalen Zwischenraum begrenzt.

Bildgebungstechniken: Short-Tau-Inversions-Recovery-Sequenzen (STIR) in der koronalen Ansicht beider unteren Extremitäten vor der Kontrastmittelinjektion. 3D-Gradienten-Echo-(3D GRE)-Sequenzen beider unteren Extremitäten, dynamisch bei 0, 5, 15, 25, 35, 45, 55 beziehungsweise 90 Minuten (min) oder bis man genug Informationen gesammelt hat.

Erworbene Gefäßerkrankungen

Arteriosklerose ist eine der häufigsten erworbenen Gefäßerkrankungen und eine führende Ursache für Morbidität und Mortalität. Die diagnostischen Methoden umfassen die CTA, die eine genaue Beurteilung von Stenosen und Plaque-Morphologien ermöglicht, und die Doppler-Sonografie, die den Grad der hämodynamischen Flussreduk-

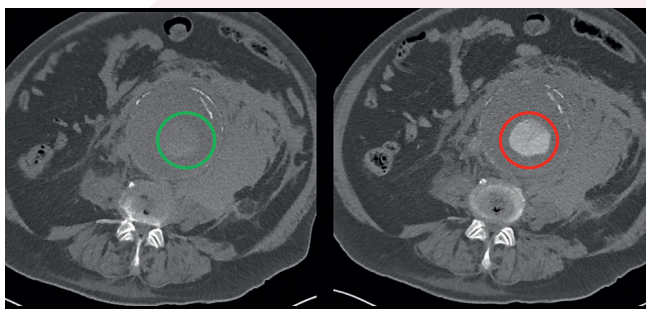


Abb. 5: Links (grüner Kreis) zeigt eine arterielle Aorta, in der das KM überholt wurde, durch Beschleunigung des CT rechts (roter Kreis) einer zuvor geplanten Spirale, die direkt im Anschluss gestartet werden konnte.

tion misst. Die MRA bietet eine Alternative mit hoher diagnostischer Genauigkeit. Ein typisches CTA-Protokoll beinhaltet eine bolustriggerterte Spirale mit iterativer Rekonstruktion zur Reduktion der Strahlenexposition. In der MRA werden Time-of-Flight-Techniken oder gadoliniumhaltige Kontrastmittel eingesetzt.

Venöse Erkrankungen, wie die Sinusvenenthrombose oder die tiefe Beinvenenthrombose (TVT), erfordern eine differenzierte Diagnostik. Die Duplexsonografie ist hierbei das Standardverfahren, während die MR-Phlebografie bei komplexen oder unklaren Fällen, wie proximalen Ausdehnungen, zum Einsatz kommt.

Für die Diagnostik der Lungenembolie ist die CT-Pulmonalisangiografie (CTPA) der Goldstandard. Fortschrittliche Technologien wie die Dual-Energy-CT ermöglichen zudem eine Perfusionsbeurteilung der Lunge.

Herausforderungen während der Diagnostik

Schmerzen und Lagerung

Patienten mit akuten Schmerzen, wie sie bei Gefäßverschlüssen, Rupturen, Dissektionen oder Traumata auftreten, können oft nicht flach auf dem Untersuchungstisch liegen. Dies kann die Bildqualität beeinträchtigen, insbesondere bei der CT und MRT, wo eine präzise Lagerung entscheidend ist. Moderne Bildgebungsgeräte bieten jedoch adaptive Algorithmen, die Bewegungsartefakte reduzieren können. Die MTR spielen eine Schlüsselrolle, indem sie bequeme Lagerungsmaterialien verwenden, wie etwa Polster und Halterungen, um die Position des Patienten zu stabilisieren. Zudem können Analgetika in Absprache mit dem behandelnden Arzt verabreicht werden, um die Schmerzbelastung zu reduzieren. Es sollten fundierte Kenntnisse vorhanden sein, wie man eine Untersuchung beschleunigen kann, ohne das Kontrastmittel zu überholen.

Kontrastmittelmanagement, Kontrastmittelreaktionen und Schilddrüsenerkrankungen

Das Kontrastmittelmanagement spielt eine zentrale Rolle in der Bildgebung. Für die CT werden jodhaltige Kontrastmittel, für die MRT Gadolinium-basierte Kontrastmittel eingesetzt. Vor der Kontrastmittelgabe ist eine GFR-Bestimmung essenziell, um das Risiko einer kontrastmittelinduzierten Nephropathie zu minimieren. Auch wenn die NSF heutzutage eine untergeordnete Rolle spielt, da die Kontrastmittel sehr viel verträglicher geworden sind, ist eine Überprüfung der Blutwerte empfohlen.

Patienten mit Kontrastmittelreaktionen stellen eine weitere Herausforderung dar. Hier ist eine präzise Anamnese essenziell, um das Risiko korrekt einzuschätzen. Bei bekannten Allergien kann eine Prämedikation mit Antihistaminika und Kortikosteroiden verabreicht werden. Alternativ können bei der CT niedrigdosierte, nicht ionische Kontrastmittel oder kontrastmittelfreie Techniken wie die Dual-Energy-CT genutzt werden.

Bei Schilddrüsenerkrankungen, insbesondere die Hyperthyreose, sollte jodhaltiges Kontrastmittel nur nach sorgfältiger Risiko-Nutzen-Abwägung eingesetzt werden. Die MRA bietet hier eine ausgezeichnete Alternative.

Ist eine Kontrastmittelgabe im CT oder in der Angiografie jedoch unbedingt erforderlich, sollte die Schilddrüse zuvor geblockt werden. Ist dies aus Zeitmanagementgründen nicht möglich, ist die Rücksprache mit den behandelnden Ärzten obligat.

Akute Gefäßverletzungen

Traumatische und iatrogene Gefäßverletzungen stellen häufig Notfälle dar, die eine sofortige Bildgebung erfordern. Die CT-Angiografie ist das Mittel der Wahl und liefert hochauflösende, dreidimensionale Darstellungen des betroffenen Gefäßabschnitts. Typische Protokolle umfassen die Gabe von 70–120 mL Kontrastmittel mit einer Flussrate von 3–5 mL/s und arteriell-venöser Phasentrennung. Insbesondere bei Aneurysmen, Rupturen und/oder Dissektionen ist empfohlen, eine 2. Spirale über den entsprechenden anatomischen Bereich zu planen, die direkt im Anschluss gestartet werden könnte, sollte das Gerät das Kontrastmittel überholen oder durch ein großes Aneurysma oder Ruptur zu keiner klaren Gefäßkontrastierung kommen. Um das CT zu beschleunigen, werden Rotationsgeschwindigkeit und Pitch beschleunigt in Anpassung an das KM-Management. Eine Reduzierung der kV-Stufe kann den Jodkontrast im Gefäß optimieren. Ergänzend kann die Sonografie zur Detektion von Pseudoaneurysmen oder Hämatomen eingesetzt werden, während die Angiografie für therapeutische Interventionen unverzichtbar ist.

SOPs: Lagerung, Zugang und Aufgaben der MTR

Eine strukturierte Standardarbeitsanweisung (SOP) stellt sicher, dass diagnostische Verfahren effizient und reproduzierbar durchgeführt werden. Kollegen, welche nicht so häufig am CT arbeiten oder unsicher sind, sollten regelmäßig im Umgang mit Parametern und Problemen geschult werden. Im Rahmen der Gefäßdiagnostik umfassen SOPs folgende Aspekte:

- **Lagerung:** Patienten werden so positioniert, dass die Zielregion optimal dargestellt wird. Polsterungen verhindern Druckstellen und erhöhen den Komfort.
- **Zugang:** Der intravenöse Zugang sollte vorzugsweise in eine große periphere Vene (zum Beispiel Arm) gelegt werden. Die Kanülengröße hängt von der geplanten Flussrate ab (18–20 G für CT-Kontrastmittel).

- **Aufgaben der MTR:** Neben der Durchführung der Bildgebung ist die MTR für die Überwachung der Patientin/des Patienten zuständig, insbesondere bei der Kontrastmittelgabe. Sie überprüft die Bildqualität unmittelbar nach der Aufnahme und kann bei Artefakten Wiederholungen einleiten. Zudem bietet die MTR gezielte Ateminstruktionen und beruhigt Patientinnen und Patienten, was insbesondere bei MRT-Untersuchungen essenziell ist.

Zukunft der Gefäßdiagnostik

Die Zukunft der Gefäßdiagnostik liegt in der Integration von künstlicher Intelligenz (KI), die automatisierte Analysen von Bilddaten zur Detektion von Stenosen und Thrombosen ermöglicht. Spektrale Bildgebung bietet zusätzliche Informationen zur Materialzusammensetzung und verbessert die diagnostische Präzision.

Fazit

Die Gefäßdiagnostik erfordert eine interdisziplinäre Zusammenarbeit und ein tiefes Verständnis der bildgebenden Modalitäten. Fortschritte in der Technologie und Protokollentwicklung tragen dazu bei, die Diagnosegenauigkeit und die Patientensicherheit kontinuierlich zu verbessern. Eine strukturierte, patientenzentrierte Herangehensweise ist der Schlüssel zu optimalen Behandlungsergebnissen. «

DOI: 10.53180/MTIMDIALOG.2025.0084



DORINA PETERSEN

MTR
CT- & MRT-Spezialistin, Dozentin,
Referentin
MRT-Fachbuchautorin
Kontakt: d.petersen84@t-online.de
© privat

MT IM DIALOG AUF FACEBOOK UND INSTAGRAM

Erfahren Sie auf Facebook und Instagram Aktuelles aus der MT-Welt – spannende News, Fachartikel, Termine und mehr.



Folgen Sie uns auf
[www.facebook.com/
mtdialog](https://www.facebook.com/mtdialog)



und auf
[instagram.com/
mtimdialog/](https://instagram.com/mtimdialog/)

 Deutscher
Ärzteverlag