

# Complimentary and personal copy for Christian Arning

Brought to you by Thieme

[www.thieme.com](http://www.thieme.com)

## Ultrasound Criteria for Diagnosing Spontaneous Cervical Artery Dissections

## Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultra- sound

2023

2-26

10.1055/a-2004-4986

This electronic reprint is provided for non-commercial and personal use only: this reprint may be forwarded to individual colleagues or may be used on the author's homepage. This reprint is not provided for distribution in repositories, including social and scientific networks and platforms.

### Copyright & Ownership

© 2023. Thieme. All rights reserved.

The journal *Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultrasound* is owned by Thieme. Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany  
ISSN 0172-4614

# Ultrasound Criteria for Diagnosing Spontaneous Cervical Artery Dissections



## Authors

Christian Arning 

## Affiliations

Neurology, Praxis Neuro-Ultraschall, Hamburg, Germany

## Bibliography

Ultraschall in Med

Published online: February 6, 2023

DOI 10.1055/a-2004-4986

ISSN 0172-4614

© 2023. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,  
70469 Stuttgart, Germany

## ABSTRACT

Spontaneous dissection of brain-supplying cervical arteries, which also includes findings after minor injuries, is one of the main causes of ischaemic strokes in young adults. Strokes due to dissection are usually due to arterio-arterial embolism. They are rarely the first symptom of dissection because an intraluminal thrombus must first develop. Therefore, early diag-

nosis of dissection can contribute to stroke prevention – through immediate therapy with anticoagulants or antiplatelet drugs. This article describes the diagnostic criteria and typical findings of spontaneous dissection, in which no dissecting membrane is to be expected as in aortic dissection. Traumatic dissections following blunt or penetrating injuries also present with different findings. Examiners should be aware of possible differential diagnoses whose ultrasound image may mimic a dissection. A frequently occurring but avoidable cause of misdiagnosis is idiopathic carotidynia. Ultrasound also enables differentiation between dissection and vasculitis or carotid web and detection of normal variants such as fenestration of the vertebral artery. Further possibilities for misdiagnosis may arise in the presence of a variant of the ascending pharyngeal artery or in extracranial vasospasm. The different imaging techniques for the detection of a dissection are complementary, as false-negative findings occur with all techniques; no method serves as the gold standard. In any case, ultrasound can make an important contribution to the detection of a dissection, and it is worth knowing the diagnostic criteria.

Dissection of the cervical arteries supplying the brain is a leading cause of ischemic stroke in young adults. Since stroke rarely occurs as the initial symptom of dissection, early diagnosis and treatment can prevent strokes. Imaging with ultrasound is beneficial, but there are some pitfalls to using this procedure. Examiners should have precise knowledge of the diagnostic criteria and be informed regarding differential diagnoses.

## Importance of early Diagnosis

Strokes resulting from dissection are most commonly due to arterioarterial embolism into a cerebral artery. However, the embolism does not manifest itself immediately with the development of the dissection, since an intraluminal thrombus must first develop. For internal carotid artery dissections, the mean time to onset of cerebral symptoms is 8.8 days (median 96 hours) [1]. Early diagnosis of dissection allows stroke prevention through the use of anticoagulants or antiplatelet drugs [2].

The diagnosis is made in two steps. The first step is the suspected clinical diagnosis, refer to the „Dissection Clin-

ical Symptoms“ information box. The clinical symptoms of dissections are described in detail in a recently published review [3]. Imaging techniques are necessary in the second step for a definitive diagnosis.

### INFORMATION BOX: DISSECTION CLINICAL SYMPTOMS (SEE ► FIG. 1A)

#### 1. Vascular wall symptoms

- Unilateral headache and/or facial pain associated with dissection of the internal carotid artery
- Unilateral neck occipital pain associated with vertebral artery dissection

#### 2. Vascular dilation to the outside

- Horner's syndrome or caudal cranial nerve lesion in internal carotid artery dissection
- Cervical nerve root damage in vertebral artery dissection (rare)

#### 3. Vascular stenosis due to compression of the vascular lumen

- Cerebral ischemia due to arterioarterial embolism originating from intraluminal thrombi at the stenosis (delayed)

# Ultraschallkriterien zur Diagnose spontaner Halsarterien-Dissektionen



## Autorinnen/Autoren

Christian Arning 

## Institute

Neurology, Praxis Neuro-Ultraschall, Hamburg, Germany

## Bibliografie

Ultraschall in Med

Published online: 2023

DOI 10.1055/a-2004-4986

ISSN 0172-4614

© 2023. Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,  
70469 Stuttgart, Germany

## ZUSAMMENFASSUNG

Die spontane Dissektion hirnversorgender Halsarterien, die auch Befunde nach Bagatellverletzungen einschließt, ist eine der Hauptursachen ischämischer Schlaganfälle bei jungen Erwachsenen. Schlaganfälle bei Dissektion sind meist auf eine arterioarterielle Embolie zurückzuführen und sind selten das erste Symptom einer Dissektion, da sich zunächst ein intralu-

minaler Thrombus bilden muss. Daher kann die frühzeitige Diagnose der Dissektion zur Schlaganfallprävention beitragen – durch sofortige gerinnungswirksame Therapie. Dieser Beitrag beschreibt die diagnostischen Kriterien und typischen Befunde der spontanen Dissektion, bei der ja keine Dissektionsmembran wie bei einer Aortendissektion zu erwarten ist. Auch traumatische Dissektionen nach stumpfen oder penetrierenden Verletzungen weisen oft andere Befunde auf. Untersucher sollten mögliche Differenzialdiagnosen kennen, deren Ultraschallbild eine Dissektion imitieren kann. Ultraschall erlaubt auch die Differenzierung zwischen Dissektion und Vaskulitis oder Carotid Web und die Erkennung von Normvarianten wie Fensterung der A. vertebralis. Weitere Fehlermöglichkeiten können sich bei einer Abgangsvariante der Arteria pharyngea ascendens oder bei extrakraniell Vasospasmus ergeben. Die verschiedenen bildgebenden Verfahren zum Nachweis einer Dissektion ergänzen sich, da bei allen Techniken falsch-negative Befunde vorkommen – keine Methode ist Goldstandard. Ultraschall kann jedenfalls einen wichtigen Beitrag zum Nachweis einer Dissektion leisten, und es lohnt sich, die diagnostischen Kriterien zu kennen.

Die Dissektion hirnversorgender Halsarterien ist eine der Hauptursachen ischämischer Schlaganfälle bei jungen Erwachsenen. Da der Schlaganfall selten als erstes Symptom der Dissektion auftritt, kann die frühzeitige Diagnose und Therapie Schlaganfällen vorbeugen. Bildgebung mit Ultraschall ist vorteilhaft, es gibt aber einige Fallstricke. Untersucher sollten die diagnostischen Kriterien genau kennen und über Differenzialdiagnosen informiert sein.

Dissektion“. In einer kürzlich publizierten Übersicht sind die klinischen Symptome von Dissektionen detailliert beschrieben [3]. Für die definitive Diagnose sind im zweiten Schritt bildgebende Verfahren notwendig.

## Relevanz frühzeitiger Diagnostik

Schlaganfälle infolge einer Dissektion sind in den meisten Fällen auf eine arterioarterielle Embolie in einer Hirnarterie zurückzuführen. Die Embolie manifestiert sich aber nicht sofort mit Entstehung der Dissektion, denn zunächst muss sich ein intraluminaler Thrombus entwickeln. Bei Dissektionen der Arteria carotis interna beträgt die mittlere Zeit bis zum Auftreten zerebraler Symptome 8,8 Tage (Median 96 Stunden) [1]. Die frühe Diagnose der Dissektion ermöglicht die Schlaganfallprävention durch Einsatz einer gerinnungshemmenden Medikation [2].

Die Diagnose wird in 2 Schritten gestellt. Erster Schritt ist die klinische Verdachtsdiagnose, s. Infobox „Klinik der

### INFOBOX: KLINIK DER DISSEKTION

(S. ► ABB. 1A)

#### 1. Symptome der Gefäßwand

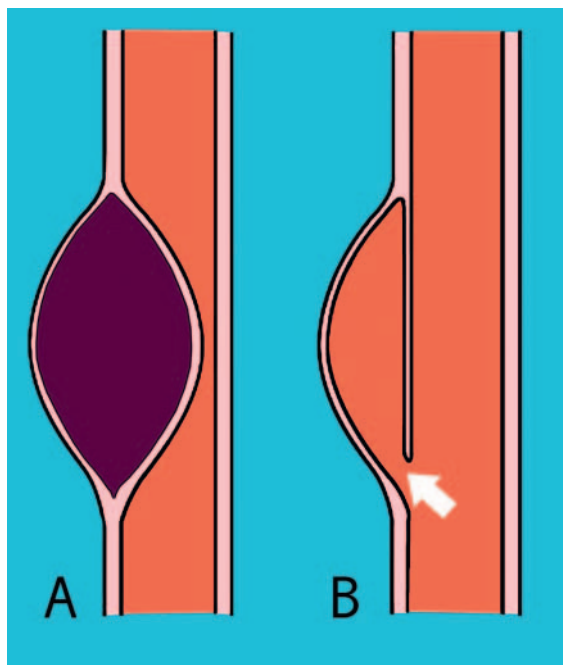
- Einseitige Kopf- und/oder Gesichtsschmerzen bei Dissektion der Arteria carotis interna
- Einseitige Nacken-Hinterkopfschmerzen bei Dissektion der Arteria vertebralis

#### 2. Gefäßerweiterung nach außen

- Horner-Syndrom oder kaudale Hirnnervenläsion bei Dissektion der Arteria carotis interna
- Zervikale Nervenwurzelschädigung bei Dissektion der Arteria vertebralis (selten)

#### 3. Gefäßstenose durch Kompression des Gefäßlumens

- Zerebrale Ischämie durch arterioarterielle Embolie, ausgehend von intraluminalen Thromben an der Stenose (mit Verzögerung auftretend)



► **Fig. 1** Illustration of the pathological anatomy of dissection **A** Dissection of the internal carotid artery/vertebral artery with hematoma in the vessel wall due to rupture of vasa vasorum. An intramural hematoma can lead to a secondary intimal tear if the hematoma breaks through towards the lumen. **B** Dissection of the aorta with rupture of the intima and formation of two lumina. Modified according to [9].

► **Abb. 1** Pathologische Anatomie der Dissektion, schematisch. **a** Dissektion der Arteria carotis interna/Arteria vertebralis mit Hämatom in der Gefäßwand durch Ruptur von Vasa vasorum. Das intramurale Hämatom kann sekundär zu einem Einriss der Intima führen, wenn das Hämatom lumenwärts durchbricht. **b** Dissektion der Aorta mit Ruptur der Intima und Bildung von 2 Lumina. Aus [9], modifiziert.

- Rarely, hemodynamically-caused ischemia with high-grade stenosis / vascular occlusion and insufficient collateral supply (then often early onset of ischemia immediately with manifestation of dissection)
- Unilateral pulse-synchronous tinnitus in dissection of the internal carotid artery

## Problems in the Diagnosis of Dissections

Dissections are often overlooked. If the suspected clinical diagnosis is missing, the required imaging cannot be used in a targeted manner. If MRI is used indiscriminately, sequences that would be critical for detecting the dissection are missing, and with routine ultrasound diagnostics, vascular sections with a preferred localization of a dissection might not be examined. It also happens that a dissection is visible in the image but is not recognized because the

imaging was carried out for a different issue [4]. Even with targeted diagnostics with the issue of a dissection, false-negative results occur with all imaging methods, even with digital subtraction angiography, which allows the best representation of the vascular lumen, but does not depict the vascular wall and its thickening. According to the joint statement of the American Heart Association and American Stroke Association, no imaging modality is the gold standard and superior to all others [2]. The German guideline recommends combining two different imaging modalities when dissection is suspected: MRI/MRA plus ultrasound or CT/CTA plus ultrasound [5].

Finally, errors can also result from imaging – especially ultrasound – leading to a false-positive diagnosis of dissection. Some other vascular pathologies and normal variants present findings that can be confused with a dissection.

## Pathological Anatomy

Spontaneous dissection of the internal carotid artery or vertebral artery also includes dissections after minor injuries and is characterized by a mural hematoma that arises primarily without tearing the intima [6], probably due to rupture of the vasa vasorum. The hematoma results in a mass that causes outward vessel dilatation and inward lumen narrowing (► **Fig. 1A**). The intramural hematoma can break through the lumen and lead to a secondary tear of the intima.

Two other pathologies with dissection of the carotid arteries must be distinguished from spontaneous dissection, in which both the pathological anatomy and the ultrasound images differ fundamentally from the findings in spontaneous dissection; they are not considered in the following discussion. On the one hand, there are traumatic dissections due to blunt or penetrating vascular injuries, also due to incorrect puncture in the neck with highly variable pathological anatomy. The injury can cause intimal ruptures and mural hematomas, vasoconstriction and pseudoaneurysms as well as AV fistulas; the common carotid artery is particularly frequently affected. Second, an aortic dissection can spread into the supraaortic arteries and then be detectable in the common carotid and/or subclavian arteries, often bilaterally. An elongated double lumen is typical here (► **Fig. 1B**), with the false lumen ending blindly or with a reentry [7].

In addition, late and residual findings of carotid artery dissection are not considered in this article. A pseudoaneurysm can develop from the mural hematoma with vasodilatation to the outside. When it manifests in the internal carotid artery, it is located very far cranially and cannot be visualized directly with ultrasound. Suitable methods for detecting pseudoaneurysms of the internal carotid artery are MRI/MRA or CT/CTA.

- Seltener hämodynamisch bedingte Ischämien bei hochgradiger Stenose/Gefäßverschluss und unzureichender Kollateralversorgung (dann oft frühes Auftreten der Ischämie, sofort mit Manifestation der Dissektion)
- Einseitiges pulssynchrones Ohrgeräusch bei Dissektion der Arteria carotis interna

## Probleme bei der Diagnostik von Dissektionen

Dissektionen werden nicht selten übersehen. Wenn die klinische Verdachtsdiagnose fehlt, kann die notwendige Bildgebung nicht gezielt eingesetzt werden. Bei ungezieltem Einsatz der MRT fehlen Sequenzen, die zum Nachweis der Dissektion wichtig wären, und bei routinemäßig durchgeführter Ultraschalldiagnostik werden Gefäßabschnitte mit Vorzugslokalisation einer Dissektion möglicherweise nicht untersucht. Es kommt auch vor, dass eine Dissektion im Bild zwar zu sehen ist, aber nicht erkannt wird, weil die Bildgebung mit einer anderen Fragestellung erfolgte [4]. Auch bei gezielter Diagnostik mit der Frage nach einer Dissektion kommen bei allen bildgebenden Verfahren falsch-negative Ergebnisse vor, sogar bei der digitalen Subtraktionsangiografie, die zwar die beste Darstellung des Gefäßlumens erlaubt, aber die Gefäßwand und ihre Verdickung nicht abbildet. Gemäß gemeinsamer Stellungnahme der American Heart Association und der American Stroke Association ist keine bildgebende Methode Goldstandard und somit allen anderen überlegen [2]. Die deutsche Leitlinie empfiehlt, bei Verdacht auf eine Dissektion 2 unterschiedliche bildgebende Verfahren zu kombinieren: MRT/MRA plus Ultraschall oder CT/CTA plus Ultraschall [5].

Fehler können schließlich auch dadurch entstehen, dass die Bildgebung – insbesondere mit Ultraschall – zur falsch-positiven Diagnose einer Dissektion führt. Einige andere Gefäßpathologien und Normvarianten weisen ja Befunde auf, die mit einer Dissektion verwechselt werden können.

## Pathologische Anatomie

Die spontane Dissektion der Arteria carotis interna oder Arteria vertebralis schließt auch Dissektionen nach Bagatellverletzungen ein und ist charakterisiert durch ein Wandhämatom, das primär ohne Einriss der Intima entsteht [6], wahrscheinlich durch Ruptur von Vasa vasorum. Das Hämatom führt zu einer Raumforderung, die eine Gefäßerweiterung nach außen und eine Lumeneinengung nach innen bewirkt (► **Abb. 1A**). Das intramurale Hämatom kann lumenwärts durchbrechen und sekundär zu einem Einriss der Intima führen.

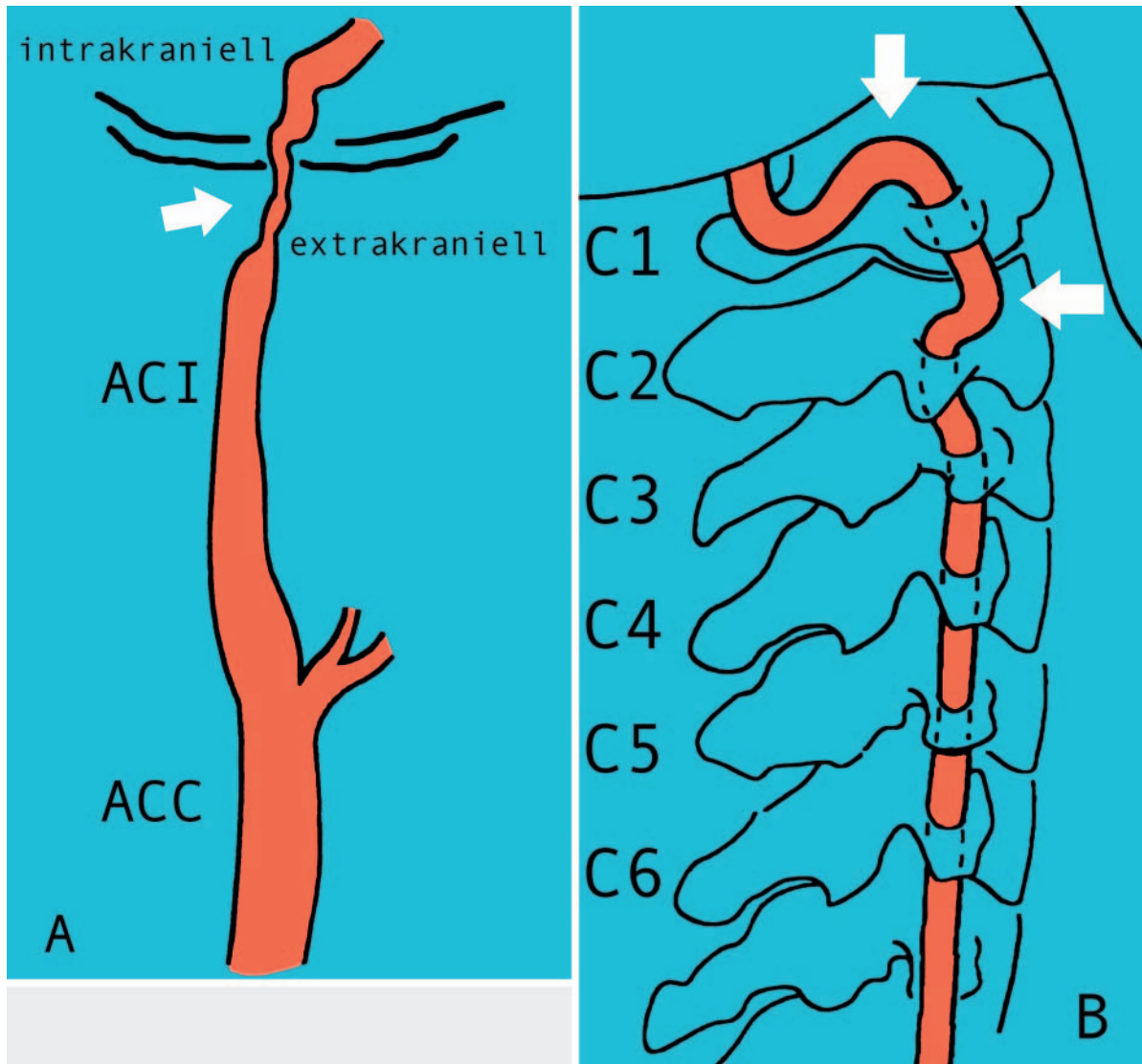
Von der spontanen Dissektion abzugrenzen sind 2 weitere Krankheitsbilder mit Dissektion der Halsarterien, bei denen sich sowohl die pathologische Anatomie als auch die Ultraschallbilder grundlegend von den Befunden bei spontaner Dissektion unterscheiden – sie werden im Folgenden nicht berücksichtigt. Zum einen sind dies traumatische Dissektionen durch stumpfe oder penetrierende Gefäßverletzung, auch durch Fehlpunktion am Hals, mit sehr variabler pathologischer Anatomie. Die Verletzung kann Intimarrupturen und Wandhämatome, Gefäßverengungen und Pseudoaneurysmen sowie AV-Fisteln verursachen; besonders häufig ist die Arteria carotis communis betroffen. Zweitens kann sich eine Aortendissektion in die supraaortalen Arterien ausbreiten und ist dann in der Arteria carotis communis und/oder Arteria subclavia nachweisbar, oft bilateral. Typisch ist hier ein langstreckiges Doppellumen (► **Abb. 1B**), wobei das falsche Lumen blind oder mit einem Reentry endet [7].

In diesem Beitrag bleiben außerdem späte und residuelle Befunde einer Halsarterien-Dissektion unberücksichtigt. Aus dem Wandhämatom mit Gefäßerweiterung nach außen kann sich ein Pseudoaneurysma entwickeln, das bei Manifestation an der Arteria carotis interna sehr weit kranial lokalisiert und mit Ultraschall nicht direkt darstellbar ist. Geeignete Methoden zum Nachweis von Pseudoaneurysmen der Arteria carotis interna sind MRT/MRA oder CT/CTA.

## Lokalisation von Dissektionen

Typische Lokalisationen spontaner Dissektionen sind dadurch gekennzeichnet, dass die Gefäße von einem beweglichen Abschnitt in einen knöchern fixierten Abschnitt übergehen, wo sie einer besonderen mechanischen Belastung ausgesetzt sind. Bei der Arteria carotis interna ist dies der Abschnitt vor Einmündung in das Felsenbein (► **Abb. 2A**); die Dissektion kann sich über eine lange Strecke vom Felsenbein nach kaudal bis wenige Zentimeter oberhalb der extrakraniellen Bifurkation erstrecken [8].

An der Arteria vertebralis ist besonders häufig der Abschnitt V3 oberhalb und unterhalb des ersten Halswirbels (C1) betroffen (► **Abb. 2B**) [9], die Segmenteinteilung der Arteria vertebralis ist in ► **Abb. 3** und der Infobox „Segmente der Arteria vertebralis“ dokumentiert. Dissektionen treten auch im Segment V1 vor Eintritt in die Wirbelsäule bei C6, im Segment V2 zwischen C6 und C2 und beim Durchtritt durch die Dura im Foramen magnum auf [6]. Die Dissektion kann sich intrakraniell vom V3-Segment bis zur Arteria basilaris fortsetzen und auch extrakraniell über eine lange Strecke ausbreiten. In seltenen Fällen können andere intrakranielle Gefäße betroffen sein [6].



► **Fig. 2** **A** Typical location of the internal carotid artery dissection at the entrance to the petrous bone. ACI = internal carotid artery; ACC = common carotid artery Modified according to [9]. **B** Particularly common location of arterial vertebral dissection: Section V3 above and below the 1st cervical vertebra (C1). Modified according to [9].

► **Abb. 2** **a** Typische Lokalisation der Arteria-carotis-interna-Dissektion am Eintritt in das Felsenbein. ACI = Arteria carotis interna; ACC = Arteria carotis communis. Aus [9], modifiziert. **b** Besonders häufige Lokalisation der Arteria-vertebralis-Dissektion: V3-Abschnitt ober- und unterhalb des 1. Halswirbels (C1). Aus [9], modifiziert.

## Dissection Locations

Typical sites of spontaneous dissections are characterized by the transition of vessels from a movable section to a bony fixed section, where they are subjected to particular mechanical stress. In the internal carotid artery, this is the segment before it enters the petrous bone (► **Fig. 2A**); the dissection may extend a long distance caudally from the petrous bone to a few centimeters above the extracranial bifurcation [8].

In the vertebral artery, section V3 above and below the first cervical vertebra (C1) is particularly frequently affected (► **Fig. 2B**) [9]; the segmental division of the vertebral

artery is documented in ► **Fig. 3** and the „Segments of the vertebral artery“ information box. Dissections also occur in segment V1 before entering the spine at C6, in segment V2 between C6 and C2, and when passing through the dura in the foramen magnum [6]. The dissection can proceed intracranially from the V3 segment to the basilar artery and also extend extracranially over a long distance. In rare cases, other intracranial vessels can be affected [6].

### INFOBOX: SEGMENTE DER ARTERIA VERTEBRALIS (S. ► ABB. 3)

- V0: Abgang aus der Arteria subclavia
- V1: Anfangsabschnitt, von distal des Abgangs bis zum Eintritt in die Wirbelsäule bei C6
- V2: Intravertebrales Segment zwischen C6 und C2
- V3: Untere und obere Atlasschleife von C2 bis zum Foramen magnum
- V4: Intrakranielles Segment vom Foramen magnum bis zur Einmündung in die Arteria basilaris

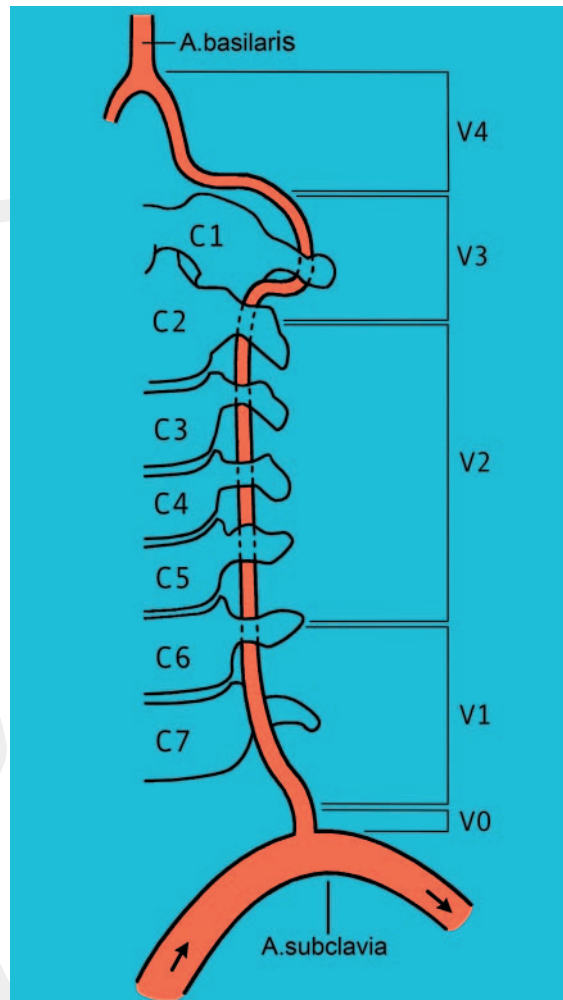
## Diagnose der Halsarterien-Dissektion mit Ultraschall

Mit der klinischen Verdachtsdiagnose erfolgt eine Bildgebung für die definitive Diagnose „Dissektion“. Nach internationalem Expertenkonsensus sind folgende Befunde typisch für eine Dissektion der Halsarterien: Wandhämatom; Pseudoaneurysma; langstreckige, spitz zulaufende Stenose; Intimalefze; Doppellumen; Verschluss mehr als 2 cm oberhalb der Karotisbifurkation mit Nachweis eines Pseudoaneurysmas [10].

Die Duplexsonografie weist Dissektionen der Arteria carotis interna und der Arteria vertebralis mit unterschiedlicher Sensitivität nach. Für Dissektionen der Arteria vertebralis wird eine Sensitivität von 92% angegeben [11], wobei weniger erfahrene Untersucher diese Ergebnisse wahrscheinlich nicht erreichen. Die Arteria carotis interna ist unmittelbar unterhalb der Schädelbasis im Ultraschallbild nicht direkt darstellbar, sodass kurzstreckige, gering stenosierende Dissektionen der Arteria carotis interna dem sonografischen Nachweis entgehen. Für Dissektionen der Arteria carotis interna, die nur zu lokalen klinischen Symptomen geführt haben, wird die Sensitivität mit 69% angegeben. Hochgradig stenosierende Dissektionen, die mit einem erhöhten Schlaganfallrisiko verbunden sind, können jedoch mittels hämodynamischer Kriterien erkannt werden [12]. Bei Dissektionen der Arteria carotis interna, die zu einer zerebralen Ischämie geführt haben, wird die Sensitivität der Duplexsonografie im Vergleich mit der Katheterangiografie mit 96% und die Spezifität mit 94% angegeben [12].

## Ultraschallbefunde bei Dissektion der Arteria carotis interna

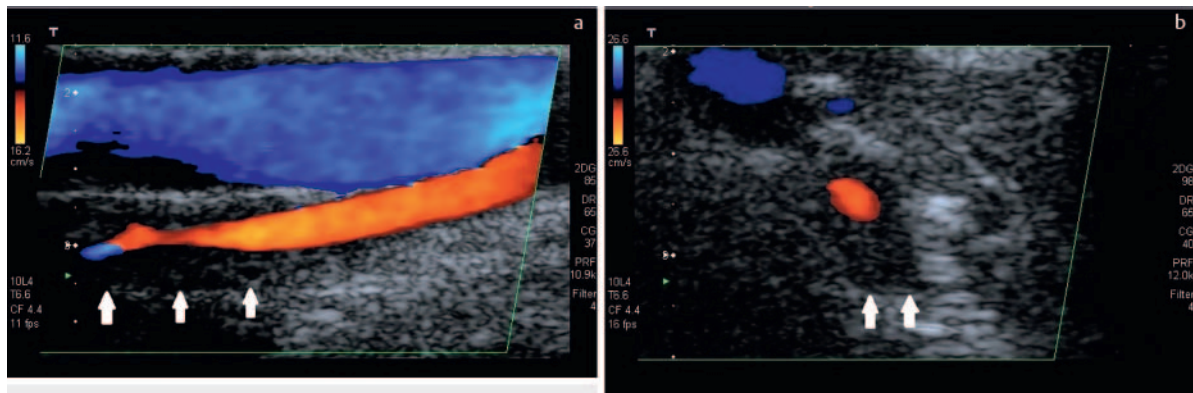
Die Ultraschalluntersuchung der Arteria carotis interna sollte das Gefäß immer so weit wie möglich nach kranial darstellen. Wichtig ist dabei eine gute Geräteeinstellung mit möglichst geringer Farbfensterkipfung, niedriger Pulsrepetitionsfrequenz und hoher Farbverstärkung. Der zusätzliche Einsatz einer niederfrequenten Sektorsonde kann sinnvoll sein. Typischer Befund einer Dissektion der Arteria carotis



► **Fig. 3** Segmente V0 to V4 of the vertebral artery. From: Arning C.: Farbkodierte Duplexsonografie der hirnvorsorgenden Arterien. 3<sup>rd</sup> edition. Thieme, Stuttgart, 2002, modified.

► **Abb. 3** Segmente V0 bis V4 der Arteria vertebralis. Aus: Arning C.: Farbkodierte Duplexsonografie der hirnvorsorgenden Arterien, 3. Auflage. Thieme, Stuttgart, 2002, modifiziert.

interna ist eine langstreckige, spitz zulaufende Stenose mit Nachweis eines exzentrischen echoarmen Wandhämatoms im distalen extrakraniellen Abschnitt der Arterie (► **Abb. 4a–b** und Fallbeispiel 1). Da der Gefäßabschnitt der Arteria carotis interna unmittelbar unter der Schädelbasis sonografisch nicht direkt beurteilt werden kann, lässt sich ein Stenosebefund bei Dissektion, auch wenn das Wandhämatom im Ultraschallbild erkennbar ist, nicht vollständig abbilden; deshalb kann der Stenosegrad nicht durch direkte Dopplermessung bestimmt werden. Hochgradig stenosierende Dissektionen können mit hämodynamischen Kriterien erkannt werden: durch den Vergleich der Strompulscurven in der Arteria carotis communis, der Arteria carotis interna (► **Abb. 5a–b**), der A. cerebri media oder durch den Nachweis von Kollateralen [12].



► **Fig. 4 a** Dissection of the internal carotid artery with an elongated, tapering stenosis beginning 3 cm above the origin. Stenosis and eccentric hypoechoic mural hematoma (arrows) in longitudinal section. **b** Eccentric hypoechoic mural hematoma (arrows) in transverse section.

► **Abb. 4 a** Dissektion der Arteria carotis interna mit langstreckiger, spitz zulaufender Stenose, 3 cm oberhalb des Abgangs beginnend. Stenose und exzentrisches echoarmes Wandhämatom (Pfeile) im Longitudinalschnitt. **b** Exzentrisches echoarmes Wandhämatom (Pfeile) im Transversalschnitt.

#### INFORMATION BOX: SEGMENTS OF THE VERTEBRAL ARTERY (SEE ► FIG. 3)

- V0: Exit from the subclavian artery
- V1: Initial section, from distal to the exit to the entry into the spine at C6
- V2: Intravertebral segment between C6 and C2
- V3: Lower and upper atlas loop from C2 to foramen magnum
- V4: Intracranial segment from the foramen magnum to the junction with the basilar artery

## Diagnosis of Cervical Artery Dissection using Ultrasound

With the suspected clinical diagnosis, imaging is performed for a definitive diagnosis of dissection. According to international expert consensus, the following findings are typical of cervical artery dissection: mural hematoma; pseudoaneurysm; elongated, tapered stenosis; intimal fovea; double lumen; occlusion more than 2 cm above the carotid bifurcation with evidence of pseudoaneurysm [10].

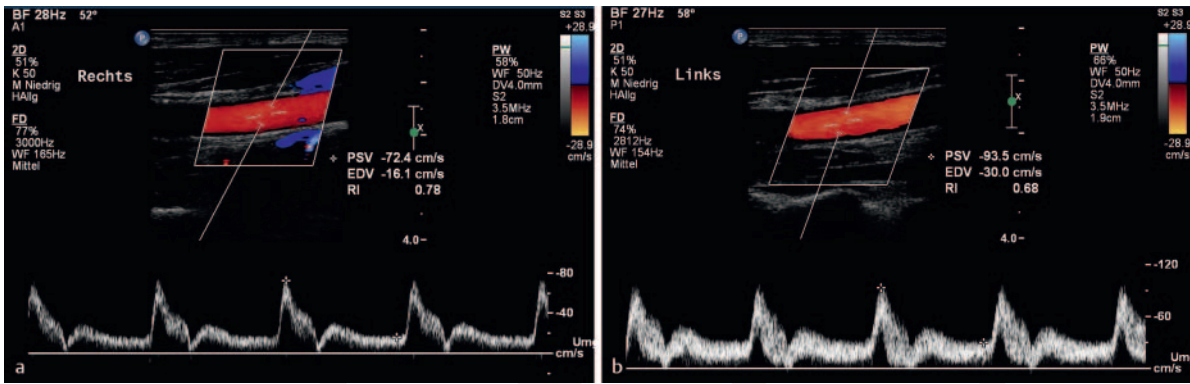
Duplex sonography detects dissections of the internal carotid artery and vertebral artery with varying sensitivity. A sensitivity of 92% has been reported for vertebral artery dissections [11], although less experienced examiners are unlikely to achieve these results. The internal carotid artery cannot be directly visualized on ultrasound immediately below the skull base; thus short-segment, low-grade stenosing dissections of the internal carotid artery escape sonographic detection. Sensitivity of 69% is indicated for dissections of the internal carotid artery

that have only led to local clinical symptoms. However, highly stenosing dissections associated with an increased risk of stroke can be detected using hemodynamic criteria [12]. In cases of internal carotid artery dissection leading to cerebral ischemia, the sensitivity of duplex sonography compared with catheter angiography is reported to be 96% and the specificity 94% [12].

## Ultrasound Findings in Dissection of the Internal Carotid Artery

An ultrasound examination of the internal carotid artery should always show the vessel as far cranially as possible. A good device setting with the weakest possible color box tilting, low pulse repetition frequency and high color gain is important. The additional use of a low-frequency sector probe may be useful. A typical finding of dissection of the internal carotid artery is an elongated, tapering stenosis with evidence of an eccentric low-echo mural hematoma in the distal extracranial portion of the artery (► Fig. 4a–b and Case Report 1). Because the vascular segment of the internal carotid artery immediately below the skull base cannot be directly assessed sonographically, a stenosis finding during dissection cannot be fully visualized, even if the mural hematoma is visible in the ultrasound image; therefore the degree of stenosis cannot be determined by direct Doppler measurement. Highly stenosing dissections can be detected with hemodynamic criteria by comparing the flow pulse curves in the common carotid artery, internal carotid artery (► Fig. 5a–b), middle cerebral artery, or by detecting collaterals [12].





► **Fig. 5 a** Indirect hemodynamic signs of a high-grade stenosing dissection of the right internal carotid artery. Doppler sonography shows slowing of flow and increased pulsatility in the initial section of the right internal carotid artery compared to the left side (**b**). **b** Normal finding of the contralateral internal carotid artery.

► **Abb. 5 a** Indirekte hämodynamische Zeichen einer hochgradig stenosierenden Dissektion der rechten Arteria carotis interna. Mit Dopplersonografie Nachweis einer Strömungsverlangsamung und erhöhten Pulsatilität im Anfangsabschnitt der rechten Arteria carotis interna im Vergleich zur linken Seite (**b**). **b** Normalbefund der Arteria carotis interna kontralateral.

### FALLBEISPIEL 1: DISSEKTION, ZUNÄCHST ÜBERSEHEN

Ein 67-jähriger Mann mit anamnestisch bekannter Migräne klagt über Schmerzen in der linken Augenhöhle mit Ausstrahlung in die linke Kopfseite. An Begleitsymptomen lassen sich Schluckstörungen erfragen und ein diskret hängendes Augenlid links. Ein Kopf-MRT am 6. Schmerztag zeigt 2 kleine kortikale Mediainfarkte links, die Diagnostik auf der Stroke-Unit ergibt Normalbefunde, auch die Duplexsonografie der Gefäße ist als unauffällig beschrieben. Der Patient wird am 9. Schmerztag entlassen mit der Diagnose „Bekannte Migräne, nebenbefundlich am ehesten klinisch inapparente Hirninfarkte“. Wegen fortbestehender Schmerzen erfolgt eine zweite Gefäßsonografie, jetzt mit der klinischen Verdachtsdiagnose „Dissektion“: Sie zeigt ein Wandhämatom an der Arteria carotis interna (► **Abb. 6a**) und als indirektes Stenosezeichen eine Strömungsverlangsamung der A. cerebri media links. Auch die mit der Frage nach einer Dissektion erneut durchgeführte MRT weist an der Arteria carotis interna links nun eindeutig einen Dissektionsbefund nach. Bei Ultraschall-Kontrolle nach 3 Monaten ist der Befund partiell gebessert und nach weiteren 6 Monaten normalisiert (► **Abb. 6b**).  
Fazit: Ohne die klinische Verdachtsdiagnose wird die Dissektion mit MRT und Ultraschall zunächst übersehen, mit der richtigen Verdachtsdiagnose ist sie mit beiden Methoden erkennbar.

#### Merke

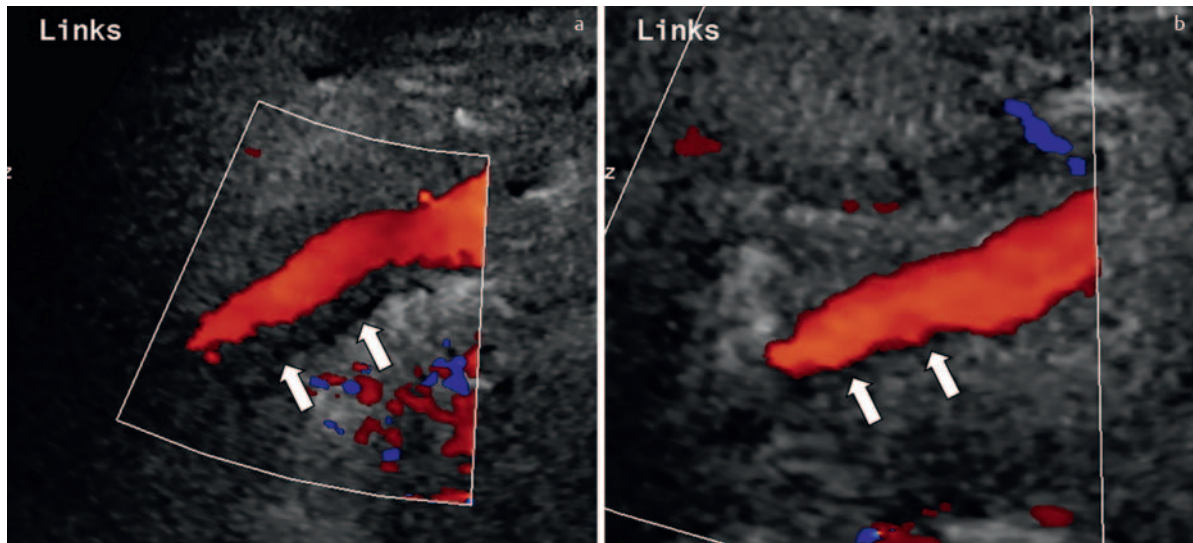
Gezielte Diagnostik unter der klinischen Verdachtsdiagnose „Dissektion“ verbessert die Sensitivität der Bildgebung.

### Ultraschallbefunde bei Dissektion der Arteria vertebralis

Für den Nachweis von Dissektionen der Arteria vertebralis ist die Duplexsonografie besonders vorteilhaft, da das Gefäß vom Anfangssegment bis zur Einmündung in die Arteria basilaris, mit kurzen Unterbrechungen im Verlauf durch knöcherne Strukturen, dargestellt werden kann (► **Abb. 7a–b**) [9]. Von besonderer Bedeutung ist die Untersuchung oberhalb und unterhalb von C1 (► **Abb. 8a–b**). Eine weitere wichtige Lokalisation ist der Eintritt der Arteria vertebralis in den Querfortsatz des Halswirbels C6 (► **Abb. 9**). Dissektionen können auch innerhalb des V2-Segments zwischen C6 und C2 auftreten, deshalb sollte auch dieses Segment mit Ultraschall vollständig untersucht werden. Häufigster Befund bei Dissektion der Arteria vertebralis ist ein Wandhämatom (► **Abb. 7a** und Fallbeispiele 2 und 3), selten findet sich kurzstreckig ein doppeltes Lumen (► **Abb. 7b**).

### FALLBEISPIEL 2: DISSEKTION NUR MIT ULTRASCHALL NACHWEISBAR, MRT UNAUFFÄLLIG

Eine 32-jährige Frau wird durch Schläge an den Kopf verletzt, Nacken-Hinterkopf-Schmerzen lassen an eine Arteria-vertebralis-Dissektion denken. Zunächst wird ein MRT durchgeführt, das einen vollständig unauffälligen Befund zeigt (auch bei späterer Überprüfung in Kenntnis des Ultraschallbefunds). Mit Ultraschall wird an beiden Vertebralarterien ein typischer Dissektionsbefund mit exzentrischem Wandhämatom nachgewiesen (► **Abb. 10a–b**).



► **Fig. 6 a** Eccentric wall thickening of the distal-extracranial internal carotid artery during dissection. **b** Follow-up examination of the finding from **a** after 9 months: finding has normalized.

► **Abb. 6 a** Exzentrische Wandverdickung der Arteria carotis interna, distal-extrakraniell bei Dissektion. **b** Kontrolluntersuchung des Befunds aus **a** nach 9 Monaten: Befund hat sich normalisiert.

### CASE STUDY 1: DISSECTION INITIALLY OVERLOOKED

A 67-year-old male with a history of migraine complains of pain in the left orbit with radiation to the left side of the head. Accompanying symptoms include dysphagia and a discrete drooping left eyelid. A head MRI on the 6th day of pain shows two small cortical medial infarcts on the left side; diagnostics on the stroke unit reveal normal findings; duplex ultrasound of the vessels is also described as unremarkable. The patient is discharged on the 9th day of pain with the diagnosis „Known migraine, secondary findings most likely clinically inapparent cerebral infarction“.

Because of the persistent pain, a second vascular ultrasound is performed, now with the suspected clinical diagnosis of dissection. The examination reveals a mural hematoma on the internal carotid artery (► **Fig. 6a**) and, as an indirect sign of stenosis, slowing of the flow of the left middle cerebral artery. The MRI, which was performed again with the question of dissection, now clearly shows a dissection finding on the left internal carotid artery. At ultrasound follow-up after 3 months, the findings are partially improved and normalized after another 6 months (► **Fig. 6b**).

Bottom line: without the suspected clinical diagnosis, the dissection with MRI and ultrasound is initially overlooked; with the correct suspected diagnosis it can be detected with both methods.

### Note

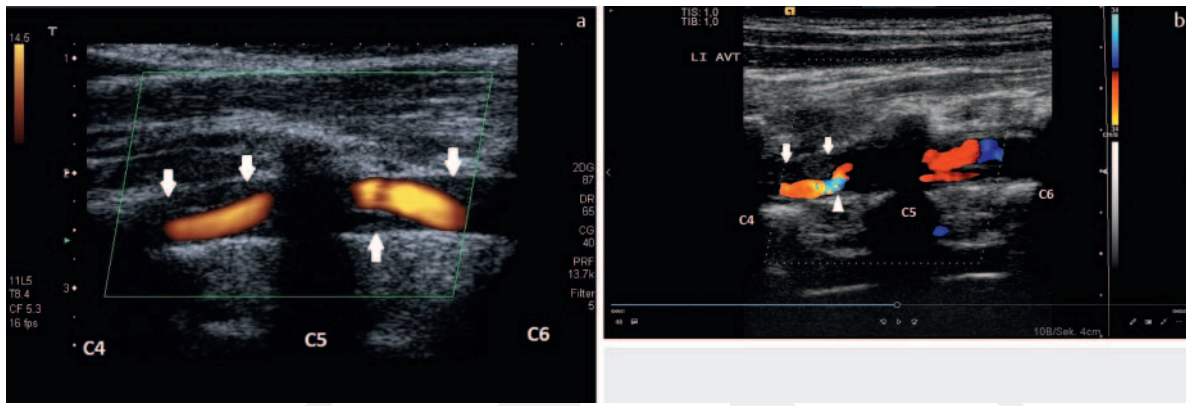
Targeted diagnostics under the suspected clinical diagnosis of dissection improves the sensitivity of the imaging.

## Ultrasound Findings in Dissection of the Vertebral Artery

Duplex sonography is particularly advantageous for the detection of vertebral artery dissections because the vessel can be visualized from the initial segment to its junction with the basilar artery, with brief interruptions in its course by bony structures (► **Fig. 7a–b**) [9]. Of particular importance is an examination above and below C1 (► **Fig. 8a–b**). Another important location is the entrance of the vertebral artery into the transverse process of the C6 cervical vertebra (► **Fig. 9**). Dissections can also occur within the V2 segment between C6 and C2, therefore this segment should also be fully examined with ultrasound. The most common finding in vertebral artery dissection is a mural hematoma (► **Fig. 7a** and Case Studies 2 and 3); rarely, a short-segment double lumen is found (► **Fig. 7b**).

### CASE STUDY 2: DISSECTION DETECTABLE ONLY WITH ULTRASOUND, MRI UNREMARKABLE

A 32-year-old female is injured by blows to the head, pain in the back of the neck suggests a dissection of the vertebral artery. First, an MRI is performed, which shows completely unremarkable findings (even when reviewed later with knowledge of the ultrasound



► **Fig. 7 a** Eccentric hypoechoic wall hematoma (arrows) in vertebral artery dissection in the V2 segment between C4 and C6. **b** Another finding of a vertebral artery dissection between C4 and C6 with evidence of stenosis (aliasing) in the color Doppler image (arrowhead), short-segment double lumen and eccentric wall thickening (arrows).

► **Abb. 7 a** Exzentrisches echoarmes Wandhämatom (Pfeile) bei Dissektion der Arteria vertebralis im V2-Segment zwischen C4 und C6. **b** Ein weiterer Befund einer A.-vertebralis-Dissektion zwischen C4 und C6 mit Stenosebefund (Aliasing) im Farbdopplerbild (Pfeilspitze), mit kurzsegmentigem Doppellumen und exzentrischer Wandverdickung (Pfeile).

### Merke

Falsch-negative Befunde kommen bei allen bildgebenden Verfahren vor. Bei der MRT ist der charakteristische Befund, die exzentrische Signalanhebung in den fett-supprimierten T1-Sequenzen, in den ersten 72 Stunden nach Eintritt der Dissektion oft noch nicht nachweisbar.

### FALLBEISPIEL 3: AKUTER NACKEN-HINTERKOPF-SCHMERZ

Eine 24-jährige Frau klagt über spontan aufgetretene Nacken-Hinterkopf-Schmerzen links. Vor Behandlung durch den Orthopäden wird eine Duplexsonografie durchgeführt, die eine Dissektion der Arteria vertebralis unter- und oberhalb des 6. Halswirbels zeigt (► **Abb. 11a–b**). Bei diesem Befund darf keine Manu-  
altherapie erfolgen!

dickung der Arteria carotis an der Bifurkation oder an der Arteria carotis communis unmittelbar proximal der Bifurkation; die Arterie ist genau an dieser Stelle druckempfindlich, der Befund lässt sich durch leichten Druck mit dem Schallkopf lokalisieren. Die Wandverdickung führt zu einer geringen Lumeneinengung und einer deutlichen Erweiterung der Gefäßwand nach außen (► **Abb. 12a–b**). In einigen Fällen zeigt sich die Wandverdickung in 2 verschiedenen Schichten der Arterienwand (► **Abb. 12b**). Bei der Ultraschall-Nachuntersuchung nach 3–5 Wochen sind die pathologischen Befunde deutlich geringer ausgeprägt (Fallbeispiel 4), gleichzeitig bilden sich die Schmerzen spontan zurück. Ursache für diese Erkrankung ist eine unspezifische Entzündung der Gefäßwand [13], dazu passend zeigt die MRT eine abnorme Kontrastmittelanreicherung der Arterienwand [13].

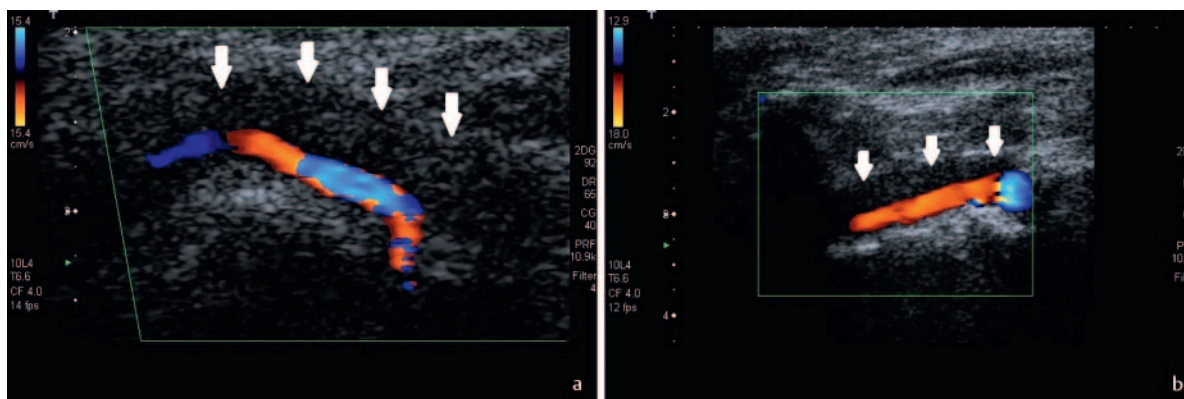
Nach eigener Erfahrung entsteht bei idiopathischer Karotidynie besonders häufig der Fehlbefund einer Dissektion, da die Ultraschallbefunde sehr ähnlich aussehen. Folgende Kriterien ermöglichen die Unterscheidung: 1.) Die Karotidbifurkation, typischer Ort der Karotidynie, wäre eine ganz ungewöhnliche Lokalisation für eine spontane Dissektion (s. o.: „Lokalisation von Dissektionen“). 2.) Eine Wandverdickung in 2 Gefäßwandschichten, typisch für eine Karotidynie, ist untypisch für eine Dissektion. 3.) Patienten mit einer spontanen Karotidisdissektion klagen über Kopfschmerzen, Patienten mit Karotidynie über Schmerzen seitlich am Hals. 4.) In unklaren Fällen zeigt die ergänzend durchgeführte MRT eine Kontrastmittelanreicherung in der Gefäßwand, während die MRT bei Dissektion eine Signalanhebung ohne Kontrastmittel zeigt. Die Differenzierung von Dissektion und Karotidynie ist wichtig, da bei einer Karotidynie, die das Lumen nur minimal einengt, keine Gerinnungstherapie indiziert ist.

## Differenzialdiagnosen der Dissektion im Ultraschallbild

Einige Ultraschallbefunde sehen einer Dissektion sehr ähnlich, obwohl sie auf eine andere Gefäßpathologie oder eine Normvariante zurückzuführen sind. Die Kriterien für die Unterscheidung werden im Folgenden beschrieben.

### Idiopathische Karotidynie

Die Ultraschallbefunde der idiopathischen Karotidynie wurden erstmals 2004 beschrieben [13, 14]. Die Patienten leiden unter akuten einseitigen Schmerzen seitlich am Hals, verbunden mit einer lokalen Druckschmerzhaftigkeit. Das Ultraschallbild zeigt eine echoarme Wandver-



► **Fig. 8** **a** Dissection of the vertebral artery above C1. Eccentric wall thickening (arrows) at the upper atlas loop with stenosis found in the color Doppler image. **b** Dissection of the vertebral artery. Eccentric wall thickening (arrows) at the inferior atlas loop between C1 and C2.

► **Abb. 8** **a** Dissektion der Arteria vertebralis oberhalb C1. Exzentrische Wandverdickung (Pfeile) an der oberen Atlasschleife mit Stenosebefund im Farbdopplerbild. **b** Dissektion der Arteria vertebralis. Exzentrische Wandverdickung (Pfeile) an der unteren Atlasschleife zwischen C1 und C2.

findings). Ultrasound discloses typical dissection with eccentric mural hematoma in both vertebral arteries (► **Fig. 10a–b**).

#### Note

False-negative findings occur with all imaging modalities. On MRI, the characteristic finding, eccentric signal enhancement in the fat-suppressed T1 sequences, is often not yet detectable in the first 72 hours after dissection onset.

#### CASE STUDY 3: ACUTE NECK OCCIPITAL PAIN

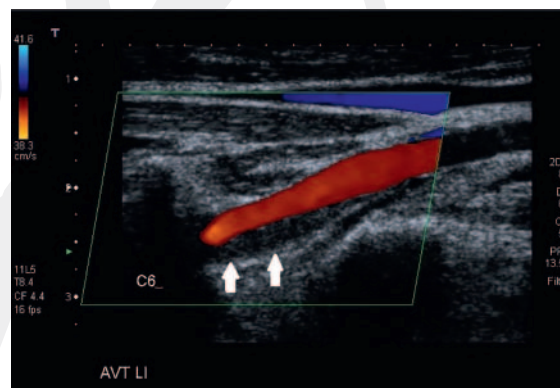
A 24-year-old female complains of spontaneous onset of left occipital neck pain. Prior to treatment by the orthopedist, duplex sonography is performed, demonstrating dissection of the vertebral artery below and above the 6th cervical vertebra (► **Fig. 11a–b**). Manual therapy must not be performed with this finding!

### Differential Diagnoses of Dissection on the Ultrasound Image

Some ultrasound findings look very similar to a dissection, although they may be due to a different vascular pathology or a norm variant. The criteria for differentiation are described below.

#### Idiopathic carotidynia

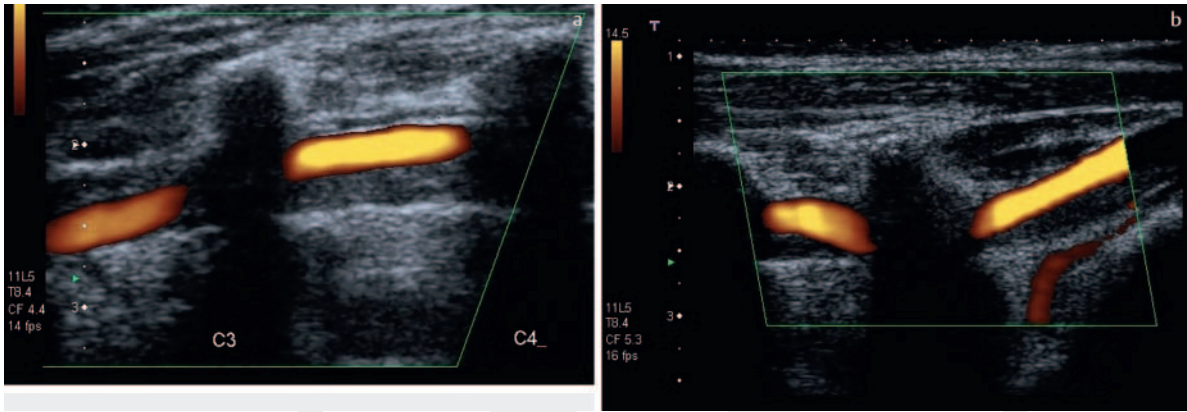
Ultrasound findings of idiopathic carotidynia were first described in 2004 [13, 14]. Patients suffer from acute unilateral pain on the side of the neck associated with lo-



► **Fig. 9** Dissection of the vertebral artery with mural hematoma directly below C6.

► **Abb. 9** Dissektion der Arteria vertebralis mit Wandhämatom unmittelbar unterhalb von C6.

cal tenderness. The ultrasound image shows a hypoechoic wall thickening of the carotid artery at the bifurcation or at the common carotid artery just proximal to the bifurcation; the artery is sensitive to pressure at this exact location, and the finding can be localized by gentle pressure with the transducer. Wall thickening results in minor lumen narrowing and marked outward dilation of the vessel wall (► **Fig. 12a–b**). In some cases, wall thickening is evident in two different layers of the arterial wall (► **Fig. 12b**). At the follow-up ultrasound examination after 3–5 weeks, the pathological findings are significantly less pronounced (Case Study 4), and at the same time the pain regresses spontaneously. The cause of this condition is nonspecific inflammation of the vessel wall [13]; appropriately, MRI shows abnormal contrast enhancement of the arterial wall [13].



► **Fig. 10** **a** Dissection of the right vertebral artery. Eccentric wall thickening between C2 and C4. **b** Dissection of the left vertebral artery. Eccentric wall thickening above and below C6.

► **Abb. 10** **a** Dissektion der Arteria vertebralis rechts: Exzentrische Wandverdickung zwischen C2 und C4. **b** Dissektion der Arteria vertebralis links: Exzentrische Wandverdickung ober- und unterhalb von C6.

#### FALLBEISPIEL 4: FEHLDIAGNOSE DISSEKTION BEI KAROTIDYNIIE

Eine 41-jährige Frau klagt seit 5 Tagen über spontan aufgetretene Schmerzen an der rechten Halsseite, verbunden mit lokaler Druckempfindlichkeit und vermehrter Pulsation. Bei auswärtiger Sonografie wird eine Dissektion diagnostiziert.

Das Ultraschallbild zeigt eine echoarme exzentrische Verdickung der Gefäßwand unmittelbar an der Karotidbifurkation mit geringer Lumeneinengung und deutlicher Auftreibung des Gefäßes nach außen: den typischen Befund einer idiopathischen Karotidynie (► **Abb. 13a–b**). Gegen eine spontane Dissektion sprechen die Lokalisation an der Bifurkation, die Verdickung in 2 Gefäßwandschichten und die Lokalisation der Schmerzen (seitlich am Hals, nicht am Kopf). Die Kontrolluntersuchung nach 6 Wochen zeigt den typischen Verlauf der Karotidynie: Die vorbeschriebene echoarme Wandverdickung ist nur noch sehr gering ausgeprägt (► **Abb. 13c**)

#### Merke

Bei Idiopathischer Karotidynie entsteht nicht selten der Fehlbefund einer spontanen Dissektion. Wichtigstes Kriterium für die Unterscheidung ist die Lokalisation des Befunds an oder nahe der Karotidbifurkation.

#### Carotid Web

Das Carotid Web ist eine seltene Form der intimalen fibromuskulären Dysplasie, die aus dünnen Gewebesträngen besteht – ausgehend von der Arterienwand in der Nähe der Karotidbifurkation. In seltenen Fällen bildet sie ein Netzwerk, das das Gefäßlumen verengt (► **Abb. 14a–c**). Der Befund kann als Dissektion fehlinterpretiert wer-

den, s. Fallbeispiel 5 [15]. Die Analyse der Gefäßwand ermöglicht jedoch die Unterscheidung von einer Dissektion: Die Arterienwand ist nicht verdickt und das Gefäß ist nicht nach außen erweitert. Die Lokalisation des Befunds – nahe der Bifurkation – ist ein weiteres Kriterium für die Unterscheidung von einer spontanen Dissektion.

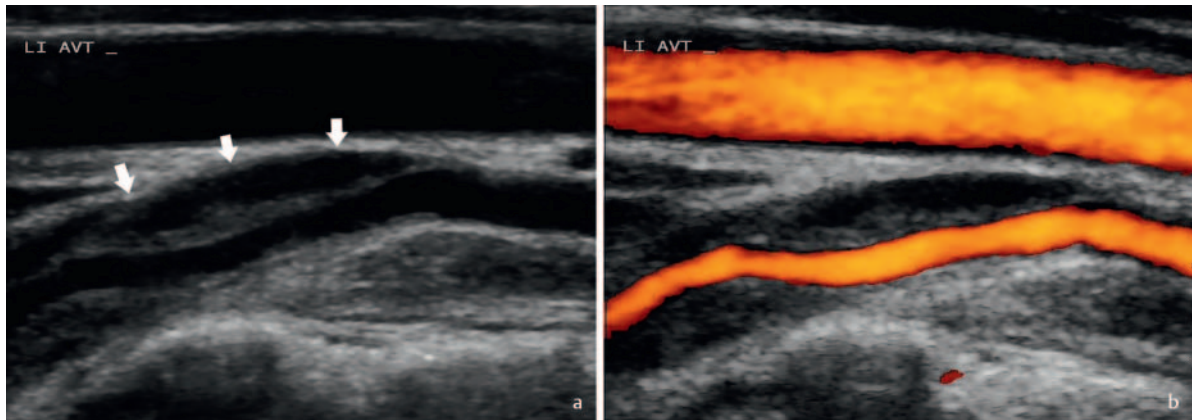
#### FALLBEISPIEL 5: FEHLDIAGNOSE DISSEKTION BEI CAROTID WEB

Ein 42-jähriger Mann erhält im Rahmen einer Vorsorgeuntersuchung eine Duplexsonografie der Halsarterien. Dabei wird an der Arteria carotis communis rechts eine Dissektion festgestellt, der Patient wird notfallmäßig in die Klinik eingewiesen. Er ist asymptomatisch; Kopfschmerzen oder Symptome einer zerebrovaskulären Störung sind nicht zu erfragen. Er hat keine Verletzung am Hals erlitten.

Das Ultraschallbild zeigt im Endabschnitt der A. carotis communis rechts eine lamellenartige Septierung mit 2 Lumina (► **Abb. 15a–b**); kurzstreckig sind sogar 3 Lumina nachweisbar. Die Gefäßwand erscheint sonst unauffällig, weist kein Wandhämatom und keine Erweiterung nach außen hin auf. Im Farbdoppler- und Spektraldoppler-Modus sind keine Stenosezeichen erkennbar, die Strompulsurven sind normal. Es handelt sich um ein Carotid Web und nicht um eine spontane Dissektion, da die Arterienwand nicht verdickt und das Gefäß nicht nach außen erweitert ist.

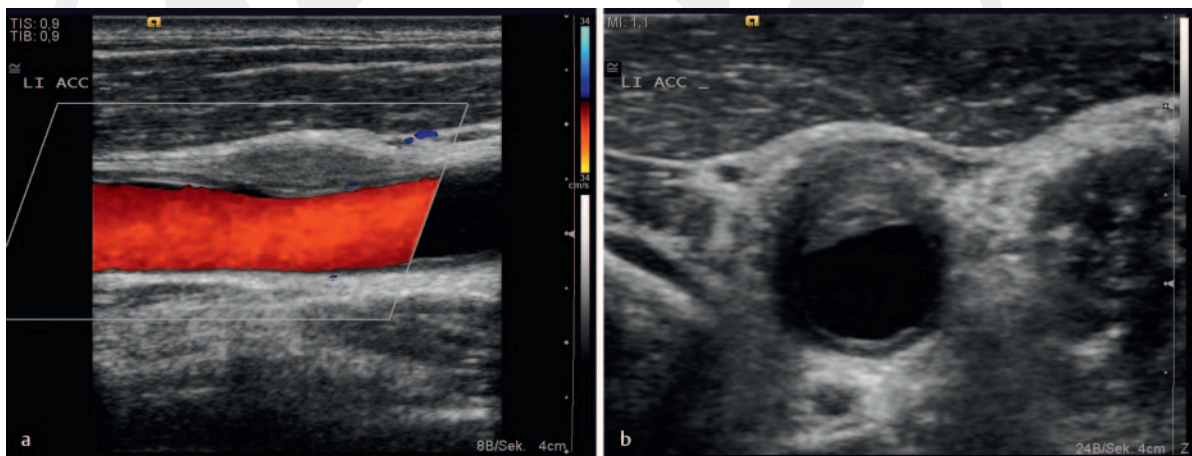
#### Merke

Bei bindegewebiger Septierung des Gefäßlumens durch ein Carotid Web kann der Fehlbefund einer Dissektion entstehen. Wichtigstes Kriterium für die Unterscheidung ist die unauffällige Gefäßwand.



► **Fig. 11** **a** Vertebral artery dissection showing eccentric wall thickening below C6 in B-mode. **b** Vertebral artery dissection showing eccentric wall thickening below C6. Finding from **a** in color Doppler image.

► **Abb. 11** **a** Dissektion der Arteria vertebralis mit exzentrischer Wandverdickung unterhalb von C6 im B-Bild. **b** Dissektion der Arteria vertebralis mit exzentrischer Wandverdickung unterhalb von C6. Befund aus **a** im Farbdoppler-Bild.



► **Fig. 12** **a** Idiopathic carotidynia in the distal section of the common carotid artery, below the bifurcation. In the longitudinal section, pronounced hypoechoic thickening of the vessel wall with slight narrowing of the lumen and clear expansion to the outside. **b** Idiopathic carotidynia. Finding from **a** in transverse section with wall thickening in 2 vessel wall layers.

► **Abb. 12** **a** Idiopathische Karotidynie im distalen Abschnitt der Arteria carotis communis, unterhalb der Bifurkation. Im Longitudinalschnitt ausgeprägte echoarme Verdickung der Gefäßwand mit geringer Lumeneinengung und deutlicher Erweiterung nach außen. **b** Idiopathische Karotidynie. Befund aus **a** im Transversalschnitt mit Wandverdickung in 2 Gefäßwandschichten.

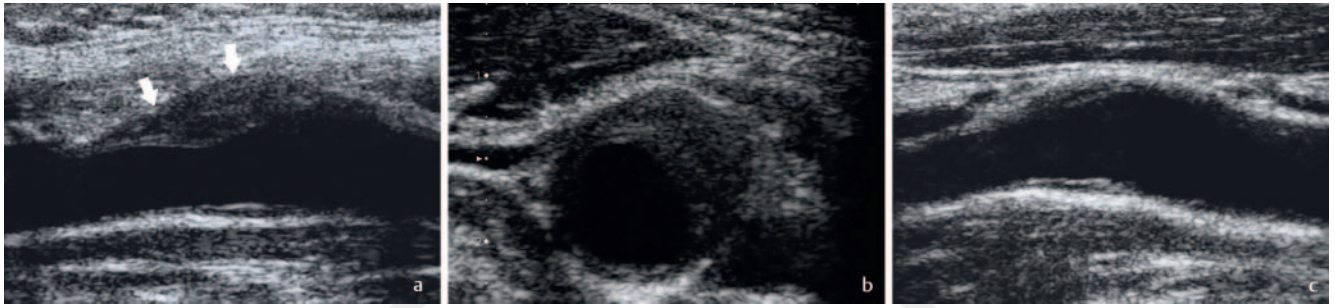
In our own experience, the misdiagnosis of dissection is particularly common in idiopathic carotidynia since the ultrasound findings look very similar. The following criteria support the differentiation: 1. The carotid bifurcation, typical site of carotidynia, would be a very unusual site for a spontaneous dissection (see above: „Location of Dissections“). 2. Wall thickening in 2 vessel wall layers, typical of carotidynia, is atypical of dissection. 3. Patients with spontaneous carotid dissection complain of headache, and patients with carotidynia report pain in the side of the neck. 4. In ambiguous cases, supplemental MRI shows contrast enhancement in the vessel wall, whereas MRI in the case of dissection shows a signal enhancement without contrast medium. Differentiation of dissection from carotidynia is

important, because no anticoagulation therapy is indicated for this condition that minimally constricts the lumen.

#### CASE STUDY 4: MISDIAGNOSIS OF DISSECTION IN THE CASE OF CAROTIDYNIA

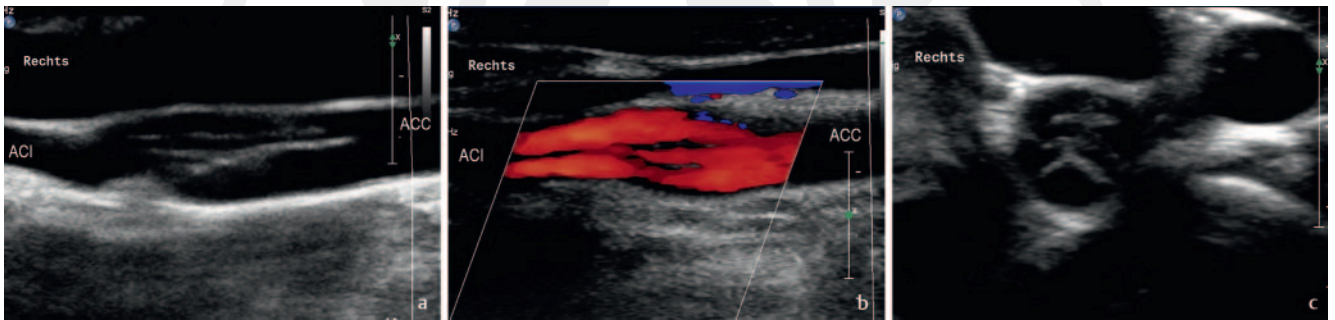
A 41-year-old woman has complained for 5 days of spontaneously occurring pain on the right side of the neck associated with local pressure tenderness and increased pulsation. Off-site ultrasound has diagnosed dissection.

The ultrasound image shows a hypoechoic, eccentric thickening of the vessel wall directly at the carotid bifurcation with slight narrowing of the lumen and



► **Fig. 13** **a** Idiopathic carotidynia. Pronounced hypoechoic thickening of the vessel wall directly at the carotid bifurcation with slight narrowing of the lumen and clear expansion to the outside. **b** The same finding as in **a** in transverse section. Two wall layers are affected. **c** The same finding as in **a–b** at the follow-up after 6 weeks: the wall thickening is only very slightly pronounced.

► **Abb. 13** **a** Idiopathische Karotidynie: Ausgeprägte echoarme Verdickung der Gefäßwand unmittelbar an der Karotisbifurkation mit geringer Lumeneinengung und deutlicher Erweiterung nach außen. **b** Derselbe Befund wie in **a** im Transversalschnitt. Zwei Wandschichten sind betroffen. **c** Derselbe Befund wie in **a–b** bei Kontrolluntersuchung nach 6 Wochen: Die Wandverdickung ist nur noch sehr gering ausgeprägt.



► **Fig. 14** **a** Carotid web in the cranial section of the common carotid artery, just below the bifurcation. Septation of the vessel lumen by connective tissue strands with formation of several lumina. The vessel wall appears unremarkable, unlike in dissection. **b** Finding from **a** in color Doppler mode showing multiple lumina. **c** Finding from **a** in transverse section. Septation of the vessel lumen by tissue strands with formation of several lumina.

► **Abb. 14** **a** Carotid Web im kranialen Abschnitt der Arteria carotis communis, unmittelbar unterhalb der Bifurkation. Septierung des Gefäßlumens durch Bindegewebsstränge mit Ausbildung mehrerer Lumina. Die Gefäßwand erscheint unauffällig – anders als bei Dissektion. **b** Befund aus **a** im Farbdoppler-Modus mit Darstellung mehrerer Lumina. **c** Befund aus **a** im Transversalschnitt. Septierung des Gefäßlumens durch Gewebebänder mit Ausbildung mehrerer Lumina.

## Großgefäß-Vaskulitis

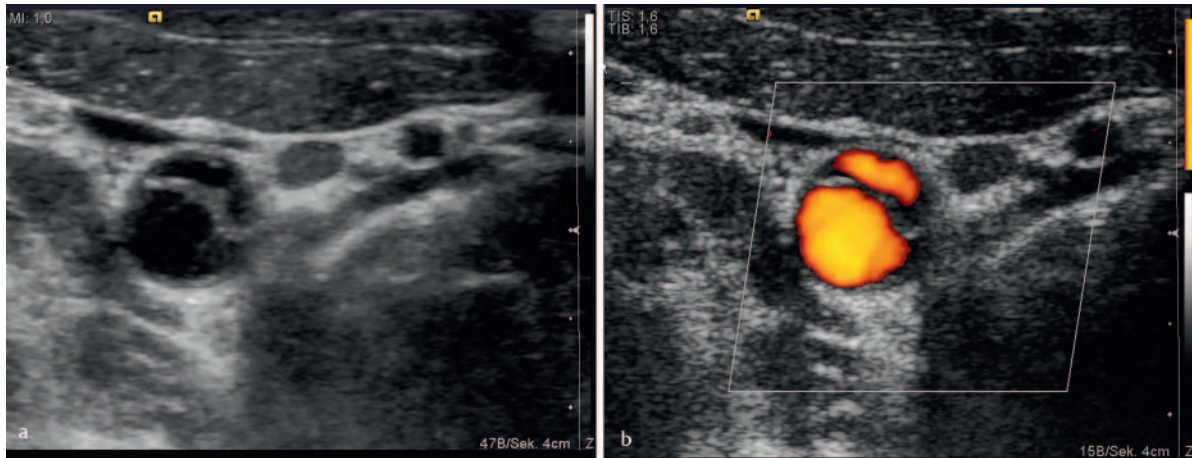
Zwei Formen der Immunvaskulitis können sich an den großen extrakraniellen Gefäßen manifestieren und mit Ultraschall nachgewiesen werden: Takayasu-Arteriitis und Riesenzellarteriitis. In den typischen Fällen zeigt das Gefäß eine lange, homogen echoarme, konzentrische Wandverdickung, die zu einer Lumeneinengung führt [9]. Das Gefäß ist auch geringgradig nach außen erweitert. Im Farbdopplerbild erscheint die verdickte, echoarme Wand als dunkler Halo, der das farbige Lumen umgibt (► **Abb. 16a–b**).

Vaskulitis und Dissektion stellen sich im Ultraschallbild ähnlich dar, und mit der Sonografie kann nicht zwischen Hämatom und Entzündung als Ursache der echoarmen Wandverdickung differenziert werden. Die Unterscheidung ist aber nach der Form des Befunds in der Gefäßwand möglich, insbesondere bei Untersuchung im Transversalschnitt [9]: Die Vaskulitis zeigt typischerweise eine konzentrische Verdickung der Gefäßwand (► **Abb. 16b**) – bei einer Dissektion ist die Wandverdickung exzentrisch (► **Abb. 4b**). Die Erwei-

terung nach außen ist im Falle einer Vaskulitis gering und bei einer Dissektion deutlich ausgeprägt.

## Fensterung

Die Fensterung der Arteria vertebralis, eine segmentale Verdopplung der Arterie in einem kurzen Gefäßabschnitt, ist eine seltene angeborene Anomalie, die keine klinische Bedeutung hat. Allerdings kann der Ultraschallbefund einer Fensterung zur Fehlinterpretation als arterielle Dissektion mit Doppellumen führen (► **Abb. 17**). Die Unterscheidung zwischen extrakranieller Dissektion und dieser Normvariante ist möglich, da im Falle einer Dissektion mit 2 Lumina eine pathologische Strompulskurve in mindestens einem Lumen zu erwarten ist [16]. Bei der Normvariante ist die Form des Dopplerspektrums in allen Gefäßabschnitten normal (► **Abb. 18a–b**), sodass eine Dissektion ausgeschlossen und die Diagnose einer Fensterung gestellt werden kann. Bei einem derartigen Befund ist ein Restzustand nach vorangegangener Dissektion mit einem persistierenden kurzen Doppellumen zwar nicht völlig auszuschließen.



► **Fig. 15** **a** Carotid web. Lamellar septation in the end section of the common carotid artery with two lumina. **b** Carotid web. The same finding as in **a** in color Doppler mode.

► **Abb. 15** **a** Carotid Web: Lamellenartige Septierung im Endabschnitt der Arteria carotis communis mit 2 Lumina. **b** Carotid Web: Derselbe Befund wie in **a** im Farbdoppler-Modus.

clear outward expansion of the vessel, the typical finding of idiopathic carotidynia (► **Fig. 13a–b**). The location at the bifurcation, thickening in 2 vessel wall layers, and the localization of the pain (lateral to the neck, not to the head) argue against a spontaneous dissection.

The follow-up examination after 6 weeks shows the typical course of carotidynia: the previously described low echo wall thickening is only very slightly pronounced (► **Fig. 13c**)

#### Note

**A false finding of a spontaneous dissection is not uncommon in the case of idiopathic carotidynia. The most important criterion for differentiation is the location of the finding at or near the carotid bifurcation.**

### Carotid web

Carotid web is a rare form of intimal fibromuscular dysplasia consisting of thin strands of tissue, originating from the arterial wall near the carotid bifurcation. In rare cases, it forms a network that constricts the vessel lumen (► **Fig. 14a–c**). The finding may be misinterpreted as a dissection, see Case Study 5 [15]. However, analysis of the vessel wall allows differentiation from dissection: The artery wall is not thickened and the vessel is not dilated outward. The location of the finding – proximity to the bifurcation – is another criterion for distinguishing it from spontaneous dissection.

### CASE STUDY 5: MISDIAGNOSIS OF DISSECTION IN THE CASE OF CAROTID WEB

A 42-year-old male undergoes duplex sonography of the cervical arteries as part of a screening examination. A dissection is found in the right common carotid artery, and the patient is admitted to the hospital as an emergency case. The patient is asymptomatic, with no headache or symptoms of cerebrovascular disorder. He did not suffer any injury to his neck.

The ultrasound image shows a lamellar septation with two lumina in the terminal segment of the right common carotid artery (► **Fig. 15a–b**), and three lumina are detectable in the short segment. The vessel wall otherwise appears unremarkable, showing no mural hematoma and no extension to the outside. Color and spectral Doppler modes do not disclose signs of stenosis, and the flow pulse curves are normal.

This is a carotid web and not a spontaneous dissection because the arterial wall is not thickened and the vessel is not dilated outward.

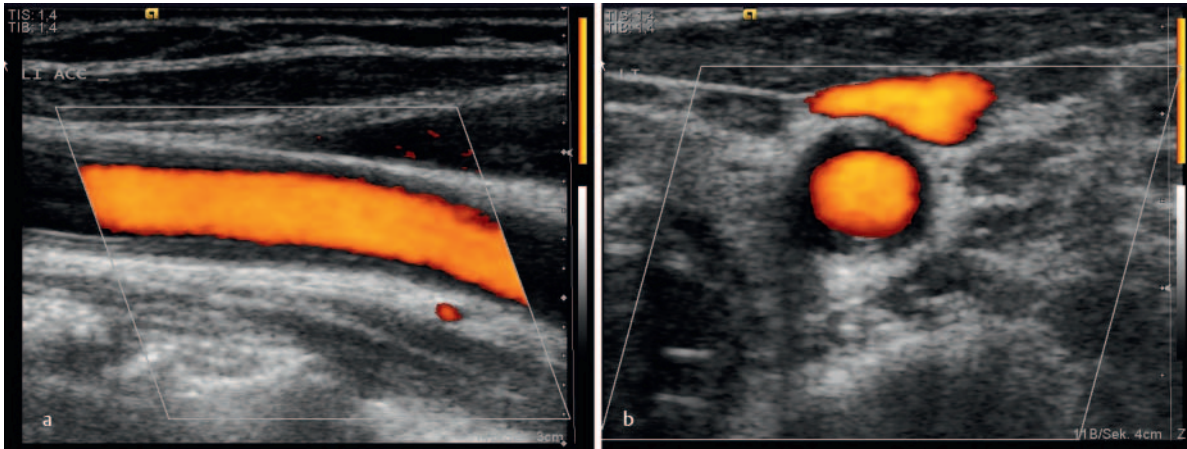
#### Note

**An erroneous finding of dissection may be the result of connective tissue septation of the vessel lumen by a carotid web. An unremarkable vascular wall is the most important criterion for differentiation.**

### Large-vessel vasculitis

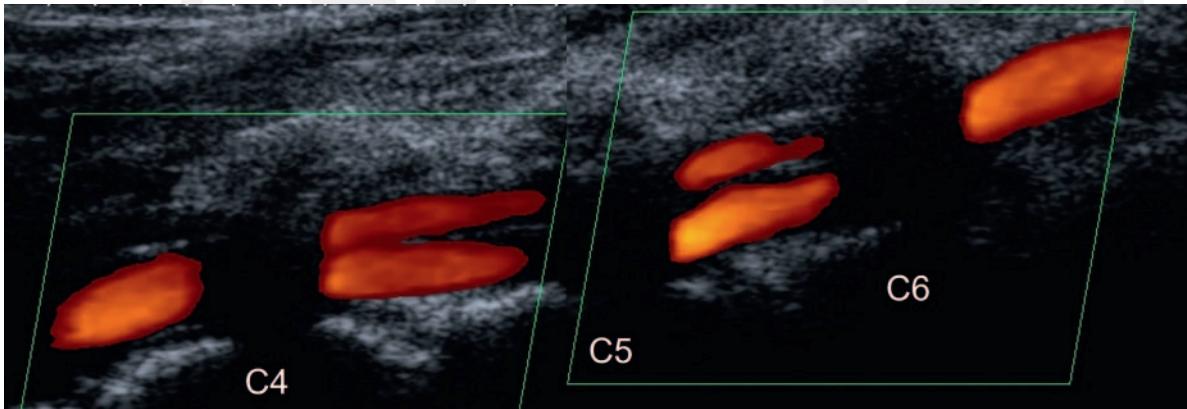
Two forms of immune vasculitis may manifest in the large extracranial vessels and be detected by ultrasound: Takayasu arteritis and giant cell arteritis. In typical cases, the vessel shows a long, homogeneously hypoechoic, concentric wall thickening leading to lumen narrowing [9]. The





► **Fig. 16 a** Giant cell arteritis with manifestation at the common carotid artery. Longitudinal section shows an elongated homogeneously hypoechoic thickening of the wall. **b** Findings from **a** in transverse section showing concentric thickening of the vessel wall.

► **Abb. 16 a** Riesenzellarteriitis mit Manifestation an der A. carotis communis. Im Longitudinalschnitt langstreckige, homogen echoarme Wandverdickung. **b** Befund aus **a** im Transversalschnitt mit konzentrischer Verdickung der Gefäßwand.



► **Fig. 17** Fenestration of the vertebral artery. Segmental duplication of the vertebral artery between the C6 and C4 cervical transverse processes. The finding is unremarkable below C6 and above C4.

► **Abb. 17** Fensterung der Arteria vertebralis. Segmentale Verdopplung der Arteria vertebralis zwischen den Halswirbel-Querfortsätzen C6 und C4. Unterhalb C6 und oberhalb C4 ist der Befund unauffällig.

Allerdings handelt es sich dann ebenso wie bei der Fensterung um einen stabilen Zustand, der keine Behandlung mit Antikoagulanzen oder Thrombozyten-Funktionshemmern wie bei einer akuten Dissektion erfordert.

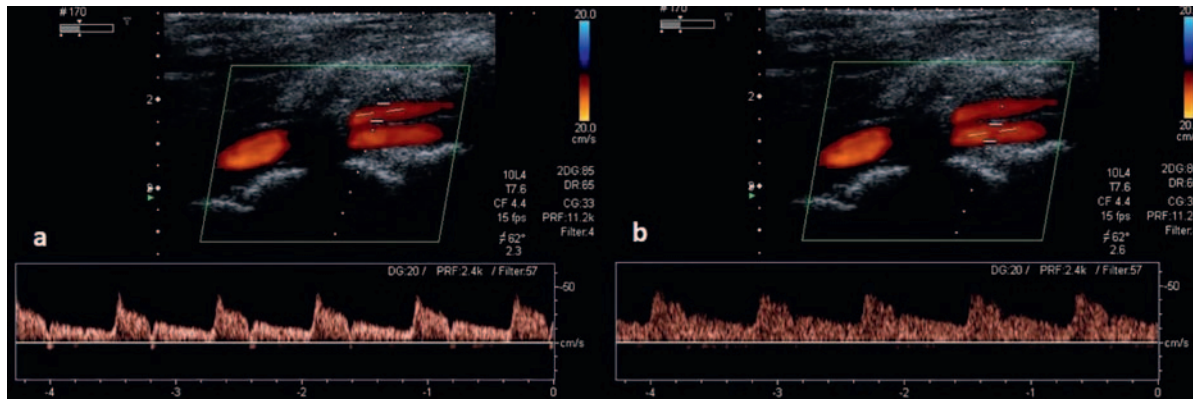
### Abgangs anomalie der Arteria pharyngea ascendens

Die Arteria pharyngea ascendens entspringt in etwa 2–5 % der Fälle nicht aus der Arteria carotis externa, sondern aus der Arteria carotis interna [17]. Wenn die Arteria pharyngea ascendens aus der Arteria carotis interna abgeht und in Längsrichtung neben dieser verläuft (► **Abb. 19**), kann die Fehldiagnose einer Dissektion der Arteria carotis interna entstehen [18]. Wie oben bei der Arterienfenestration beschrieben, wäre bei einer Dissektion eine pathologische Strompulskurve in wenigstens einem Lumen zu er-

warten. Bei dem hier beschriebenen Befund einer Fensterung ist der spektrale Dopplerbefund in beiden Arterien normal (► **Abb. 20a–b**). Darüber hinaus wären bei einer Dissektion weitere Merkmale dieser Diagnose zu erwarten wie z. B. ein Wandhämatom.

### Extrakranieller Vasospasmus der Arteria carotis interna

Ein spontaner Vasospasmus der extrakraniellen Arteria carotis interna ist eine seltene Erkrankung, die mit einer hochgradigen Stenose einhergeht und sich innerhalb von 1–2 Tagen spontan zurückbildet. Der Ultraschallbefund wurde erstmals 1998 beschrieben [19]. Die durch Vasospasmus bedingte Stenose der Arteria carotis interna ist distal-extrakraniell lokalisiert und befindet sich in einer ähnlichen Lokalisation wie bei Dissektion der Arteria caro-



► **Fig. 18 a–b** Finding from Fig. 17 showing normal Doppler flow pulse curves in both lumina. In acute dissection, a pathological flow pulse curve would be expected in at least one of the lumina.

► **Abb. 18 a–b** Befund aus Abb. 17 mit normalen Doppler-Strompulscurven in beiden Lumina. Bei akuter Dissektion wäre eine pathologische Strompulscurve in mindestens einem der Lumina zu erwarten.

vessel is also slightly dilated outward. The color Doppler images shows the thickened hypoechoic wall as a dark halo surrounding the colored lumen (► **Fig. 16a–b**).

Vasculitis and dissection present similarly on ultrasound, and sonography cannot differentiate between hematoma and inflammation as the cause of hypoechoic wall thickening. However, differentiation is possible according to the shape of the finding in the vessel wall, especially when examined in transverse section [9]. Vasculitis typically shows concentric thickening of the vessel wall (► **Fig. 16b**); in dissection, wall thickening is eccentric (► **Fig. 4b**). Outward dilation is slight in the case of vasculitis and marked in the case of dissection.

### Fenestration

Fenestration of the vertebral artery, a segmental duplication of the artery in a short segment of the vessel, is a rare congenital anomaly that has no clinical significance. However, ultrasound findings of fenestration may lead to misinterpretation as arterial dissection with double lumen (► **Fig. 17**). It is possible to differentiate between extracranial dissection and this normal variant, since a pathological flow pulse curve is to be expected in at least one lumen in the case of a dissection with two lumina [16]. In the normal variant, the shape of the Doppler spectrum is normal in all vessel segments (► **Fig. 18a–b**), allowing dissection to be ruled out and the diagnosis of fenestration to be made. With such a finding, a residual condition after a previous dissection with a persisting short double lumen cannot be completely excluded. However, like fenestration, this is a stable condition that does not require treatment with anticoagulants or antiplatelet therapy as in acute dissection.

### Outflow anomaly of the ascending pharyngeal artery

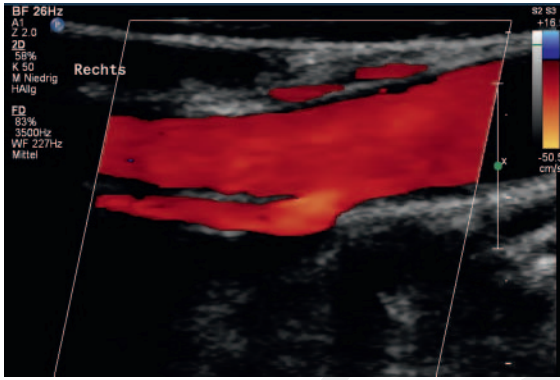
In about 2–5% of cases, the ascending pharyngeal artery does not arise from the external carotid artery, but from the internal carotid artery [17]. Misdiagnosis of internal carotid artery dissection may occur if the ascending pharyngeal artery arises from the internal carotid artery and runs longitudinally alongside it (► **Fig. 19**) [18]. As described above for arterial fenestration, a pathological flow pulse curve would be expected in at least one lumen during a dissection. In the finding of fenestration described here, spectral Doppler findings are normal in both arteries (► **Fig. 20a–b**). Furthermore, dissection would be expected to have other features of this diagnosis such as mural hematoma.

### Extracranial vasospasm of the internal carotid artery

Spontaneous vasospasm of the extracranial internal carotid artery is a rare condition associated with high-grade stenosis that spontaneously resolves within 1–2 days. This ultrasound finding was first described in 1998 [19]. Stenosis of the internal carotid artery due to vasospasm is localized distally-extracranially and is located in a site similar to internal carotid artery dissection. The vessel wall cannot always be adequately assessed sonographically in this region, well above the bifurcation, so dissection may be suspected. As with dissection, vasospasm of the internal carotid artery may be associated with unilateral headache [20]. However, rapid regression of the stenosis within 1–2 days rules out dissection as the cause of the vasoconstriction.

### Conclusions

In addition to raising awareness of clinical symptoms of dissection, accurate knowledge of ultrasound criteria



► **Fig. 19** Norm variant of the ascending pharyngeal artery with exit from the internal carotid artery. The finding could be misinterpreted as a pathological second lumen due to dissection.

► **Abb. 19** Normvariante der Arteria pharyngea ascendens mit Abgang aus der Arteria carotis interna. Der Befund könnte als pathologisches zweites Lumen aufgrund einer Dissektion fehlgedeutet werden.

Arteria carotis interna. Die Gefäßwand kann in diesem Bereich, weit oberhalb der Bifurkation, sonografisch nicht immer adäquat beurteilt werden, sodass eine Dissektion vermutet werden könnte. Ein Vasospasmus der Arteria carotis interna kann wie die Dissektion mit einseitigen Kopfschmerzen verbunden sein [20]. Die schnelle Rückbildung der Stenose innerhalb von 1–2 Tagen schließt jedoch eine Dissektion als Ursache der Gefäßverengung aus.

## Schlussfolgerungen

Neben der Sensibilisierung für klinische Symptome einer Dissektion kann die genaue Kenntnis der Ultraschallkriterien dazu beitragen, Dissektionen der Arteria carotis interna und der Arteria vertebralis in einem frühen Stadium zu erkennen. Dies ermöglicht den frühzeitigen Einsatz gerinnungshemmender Medikamente zur Schlaganfallprävention. Wichtig ist außerdem die Kenntnis möglicher Differenzialdiagnosen, damit die Anwendung von Gerinnungshemmern vermieden wird, wenn sie nicht indiziert ist.

### KERNAUSSAGEN

- Die Dissektion der Halsarterien ist eine der Hauptursachen ischämischer Schlaganfälle bei jungen Erwachsenen. Die frühe Diagnose der Dissektion ermöglicht eine Schlaganfallprävention durch gerinnungshemmende Medikamente, da der Schlaganfall selten als erstes Symptom der Dissektion auftritt.
- Zum Nachweis der Dissektion stehen verschiedene bildgebende Verfahren zur Verfügung. Bei allen Methoden kommen falsch-negative Befunde vor, keine Technik ist als Gold-Standard allen anderen überlegen.
- Ultraschall ist besonders vorteilhaft zum Nachweis von Dissektionen der Arteria vertebralis, da das

Gefäß in den kritischen Gefäßabschnitten direkt dargestellt werden kann.

- An der Arteria carotis interna entgehen kurzstreckige, gering stenosierende Dissektionen dem sonografischen Nachweis. Hochgradig stenosierende Dissektionen (mit erhöhtem Schlaganfallrisiko) werden aber mit hämodynamischen Kriterien erfasst.
- Eine gezielte Bildgebung unter der klinischen Verdachtsdiagnose Dissektion verbessert die Sensitivität aller bildgebenden Verfahren.
- Die falsch-positive Diagnose einer Dissektion mit Ultraschall ist möglich, aber vermeidbar, wenn Untersucher die wichtigen Differenzialdiagnosen und die Kriterien für die Unterscheidung kennen.
- Die Fehldiagnose einer Dissektion kommt besonders häufig bei idiopathischer Karotidynie vor.

## Danksagung

Ich danke Herrn Dr. Manfred Salaschek, meinem Ultraschall-Lehrer, der mich früh für diese Methode fasziniert hat. Ohne seine Anregungen wären meine Arbeiten über Ultraschall – und auch dieser CME-Artikel – nicht zustande gekommen.

## Interessenkonflikt

### Erklärung zu finanziellen Interessen

Forschungsförderung erhalten: nein; Honorar/geldwerten Vorteil für Referententätigkeit erhalten: nein; Bezahlter Berater/interner Schulungsreferent/Gehaltsempfänger: nein; Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an Firma (Sponsor der Veranstaltung): nein; Patent/Geschäftsanteile/Aktien (Autor/Partner, Ehepartner, Kinder) an Firma (Nicht-Sponsor der Veranstaltung): nein.

### Erklärung zu nichtfinanziellen Interessen

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Autorinnen/Autoren



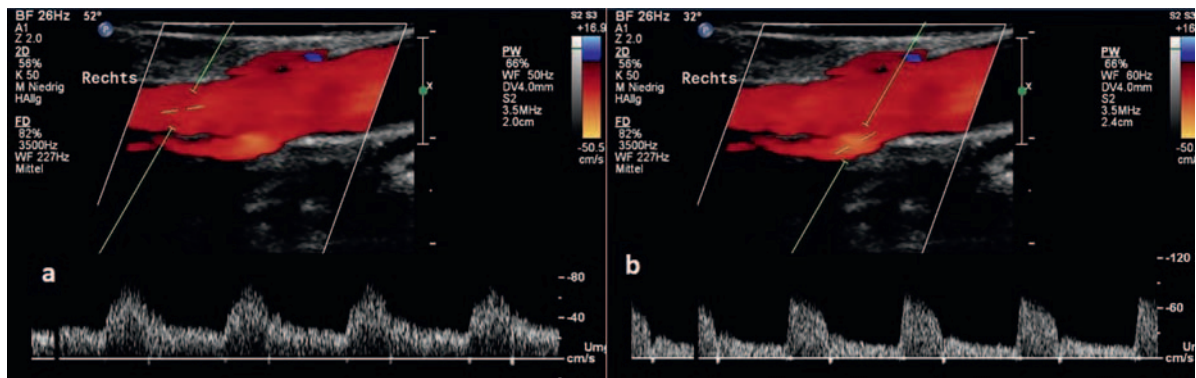
### Prof. Dr. med. Christian Arning

Geboren 1951. Ab 1972 Studium der Medizin in Hamburg. 1984 Facharzt für Neurologie und Psychiatrie. 1985 Oberarzt und 1986 Leitender Oberarzt der Abteilung Neurologie, Allgemeines Krankenhaus Hamburg-Barmbek. 1999 Habilitation. 2002–2014 Chefarzt der Abteilung Neurologie, Asklepios Klinik Hamburg-Wandsbek. 2004–2006 Präsident der DEGUM. Schwerpunkte: Gefäß-Ultraschall, Karotisstenosen, besondere Gefäßpathologien.

## Korrespondenzadresse

### Prof. Dr. med. Christian Arning

Neurology, Praxis Neuro-Ultraschall  
Moorhof 2 D  
22399 Hamburg  
Germany  
Tel.: +49/40/41 35 54 47  
Fax: +49/40/41 53 72 81  
arning@neuro-ultraschall.de



► **Fig. 20 a–b** Finding from Fig. 19 showing normal Doppler flow pulse curves in both lumina. In acute dissection, a pathological flow pulse curve would be expected in at least one of the lumina.

► **Abb. 20 a–b** Befund aus Abb. 19 mit normalen Doppler-Strompulscurven in beiden Lumina. Bei akuter Dissektion wäre eine pathologische Strompulscurve in mindestens einem der Lumina zu erwarten.

can help detect early-stage dissections of the internal carotid and vertebral arteries. This enables the early use of anticoagulants or antiplatelet drugs for stroke prevention. It is also important to be aware of possible differential diagnoses to avoid the use of anticoagulants when not indicated.

#### KEY POINTS

- Dissection of the cervical arteries is one of the leading causes of ischemic stroke in young adults. Early diagnosis of dissection allows stroke prevention with anticoagulant medications since stroke rarely occurs as the first symptom of dissection.
- Various imaging techniques are available to detect dissection. False-negative findings occur with all methods, and no technique is superior to all others as the gold standard.
- Ultrasound is particularly advantageous for detecting vertebral artery dissections since the vessel can be directly visualized in the critical vascular segments.
- Short, slightly stenosing dissections of the internal carotid artery escape sonographic detection. However, highly stenosing dissections (with increased risk of stroke) are detected with hemodynamic criteria.
- Targeted diagnostics under the suspected clinical diagnosis of dissection improves the sensitivity of the imaging procedure.
- The false-positive diagnosis of dissection with ultrasound is possible but avoidable if examiners are aware of the important differential diagnoses and the criteria for differentiation.
- Misdiagnosis of dissection is particularly common in idiopathic carotidynia.

#### Acknowledgements

I would like to thank Dr. Manfred Salaschek, my ultrasound teacher, who fascinated me early on about this method. Without his encouragement, my work on ultrasound – and also this CME article – would not have come into being.

#### Conflict of Interest

##### Declaration of financial interests

Receipt of research funding: no; receipt of payment/financial advantage for providing services as a lecturer: no; paid consultant/internal trainer/salaried employee: no; patent/business interest/shares (author/partner, spouse, children) in company: no; patent/business interest/shares (author/partner, spouse, children) in sponsor of this CME article or in company whose interests are affected by the CME article: no.

##### Declaration of non-financial interests

The authors declare that there is no conflict of interest.

#### Authors



##### Prof. Dr. med. Christian Arning

Born 1951, studied medicine in Hamburg from 1972. 1984 Specialist in neurology and psychiatry. 1985 senior physician and 1986 senior consultant in the Department of Neurology, Hamburg-Barmbek General Hospital. 1999 Habilitation. 2002–2014 Head of the Department of Neurology, Asklepios Clinic Hamburg-Wandsbek. 2004–2006 President of the DEGUM. Main areas of expertise: Vascular ultrasound, carotid stenoses, special vascular pathologies.

#### Correspondence

##### Prof. Dr. med. Christian Arning

Neurology, Praxis Neuro-Ultraschall  
Moorhof 2 D  
22399 Hamburg  
Germany  
Tel.: +49/40/41 35 54 47  
Fax: +49/40/41 53 72 81  
arning@neuro-ultraschall.de

## References

- [1] Micheli S, Paciaroni M, Corea F et al. Cervical artery dissection: emerging risk factors. *Open Neurol J* 2010; 4: 50–55
- [2] Biller J, Sacco RL, Albuquerque FC et al. Cervical arterial dissections and association with cervical manipulative therapy: a statement for healthcare professionals from the american heart association/american stroke association. *Stroke* 2014; 45: 3155–3174
- [3] Arning C, Hanke-Arning K, Eckert B. Clinical features of dissection of the cervical brain-supplying arteries. *Dtsch Arztebl Int* 2022; 119: 581–587
- [4] Arning C, Hanke-Arning K. Vertebral artery dissection after- and also before-chirotherapy. *J Neurol* 2022; 269: 3353–3354
- [5] Ringelstein E, Dittrich R, Sitzer M et al. S1-Leitlinie Spontane Dissektionen der extra- und intrakraniellen hirnversorgenden Arterien. In: Deutsche Gesellschaft für Neurologie. Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. 2016 www.dgn.org/leitlinien
- [6] Caplan LR. Dissections of brain-supplying arteries. *Nat Clin Pract Neurol* 2008; 4: 34–42
- [7] Arning C, Oelze A, Lachenmayer L. Eine seltene Schlaganfallsursache: die Aortendissektion. *Akt Neurol* 1995; 22: 189–192
- [8] Debette S. Pathophysiology and risk factors of cervical artery dissection: what have we learnt from large hospital-based cohorts? *Curr Opin Neurol* 2014; 27: 20–28
- [9] Arning C, Rieper J, Kazarians H. Nicht arteriosklerotische Erkrankungen der Halsarterien. *Ultraschall in Med* 2008; 29: 576–593
- [10] Béjot Y, Aboa-Eboulé C, Debette S et al. Characteristics and outcomes of patients with multiple cervical artery dissection. *Stroke* 2014; 45: 37–41
- [11] Nebelsieck J, Sengelhoff C, Nassenstein I et al. Sensitivity of neurovascular ultrasound for the detection of spontaneous cervical artery dissection. *J Clin Neurosci* 2009; 16: 79–82
- [12] Benninger DH, Baumgartner RW. Ultrasound diagnosis of cervical artery dissection. *Front Neurol Neurosci* 2006; 21: 70–84
- [13] Arning C. Die Karotidynie im Ultraschallbild: Mythos, Syndrom oder Krankheitsbild? *Nervenarzt* 2004; 75: 1200–1203
- [14] Arning C. Ultrasonography of carotidynia. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005; 26: 201–202
- [15] Arning C. Carotid Web Mimicking Dissection. *Stroke* 2022; 53: e192
- [16] Arning C. Fensterung der A. vertebralis – Verwechslungsmöglichkeit mit einer A. vertebralis-Dissektion. *Akt Neurol* 2004; 31: 132–134
- [17] Cavalcanti DD, Reis CVC, Hanel R et al. The ascending pharyngeal artery and its relevance for neurosurgical and endovascular procedures. *Neurosurgery* 2009; 65 (1): 114–120
- [18] Pohlmann C, Urban PP, Brüning R et al. Potential errors in vascular patients due to anatomical variants of the ascending pharyngeal artery. *Nervenarzt* 2018; 89: 460–462
- [19] Arning C, Schrattenholzer A, Lachenmayer L. Cervical carotid artery vasospasms causing cerebral ischemia: detection by immediate vascular ultrasonographic investigation. *Stroke* 1998; 29: 1063–1066
- [20] Fujii Y, Hanaoka Y, Ogiwara T et al. Pediatric Case of Life-Threatening Stroke Caused by Reversible Cerebral Vasoconstriction Syndrome with Spontaneous Cervical Internal Carotid Artery Vasospasm: A Case Report. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2021; 30: 106036