

## Sonografie in der Neurologie

Bearbeitet von  
Manfred Kaps, Gerhard-Michael von Reutern, Erwin Stolz, Hans Joachim Büdingen

3., aktualisierte und überarbeitete Auflage 2016. Buch. 304 S. Hardcover

ISBN 978 3 13 136773 0

Format (B x L): 19 x 27 cm

[Weitere Fachgebiete > Medizin > Sonstige Medizinische Fachgebiete > Neuroradiologie, Neurosonologie, EMG](#)

Zu [Inhalts-](#) und [Sachverzeichnis](#)

schnell und portofrei erhältlich bei

The logo for beck-shop.de features the text 'beck-shop.de' in a bold, red, sans-serif font. Above the 'i' in 'shop' are three red dots of increasing size. Below the main text, the words 'DIE FACHBUCHHANDLUNG' are written in a smaller, red, all-caps, sans-serif font.

**beck-shop.de**  
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung [beck-shop.de](http://beck-shop.de) ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

## 7 Untersuchung und Krankheitsbilder der hirndrainierenden Venen

### 7.1 Untersuchung der V. jugularis interna

Die Untersuchung der V. jugularis interna ist verhältnismäßig einfach, weil sie kranial in direkter Nachbarschaft zur A. carotis interna (ACI) und kaudal zur A. carotis communis (ACC), den entsprechenden Leitstrukturen, liegt. Sonografisch werden 3 Abschnitte unterschieden:

- J1 ist der Bereich des Bulbus venae jugularis inferior mit dem Klappenapparat,
- J2 liegt kranial davon bis zur Karotisbifurkation und
- J3 ist der Abschnitt vor der Karotisbifurkation bis zur Schädelbasis.

Die Einstellung des B-Bilds entspricht derjenigen für die Halsarterien, im Farbbild muss die Pulsrepetitionsfrequenz (PRF) entsprechend den niedrigeren Strömungsgeschwindigkeiten angepasst werden.

#### Steckbrief

##### Querschnitt der V. jugularis interna

###### Körperposition

Der Querschnitt der Jugularis hängt einerseits ab von der Körperposition:

- **Stehen:** Im Stehen ist die V. jugularis weitgehend kollabiert, das Hirn wird dann im Wesentlichen über den vertebrealen Venenplexus drainiert.
- **Liegen:** Im Liegen ist die V. jugularis geöffnet und fungiert als hauptsächliche Ausstromstrecke. Die Zunahme der Querschnittsfläche in Kopftiefe (Trendelenburg-Position) wird für die Anlage eines Jugularis-interna-Katheters genutzt.

###### Zeitpunkt der Messung

Außerdem beeinflusst der Zeitpunkt der Messung im Herz- und Atemzyklus den Querschnitt der Jugularis:

- **Atmung:** Einen bedeutenden Effekt auf den Querschnitt der Jugularis hat die Atmung. Der Querschnitt nimmt bei der Einatmung ab und bei der Ausatmung zu. Bei einem Valsalva-Manöver nimmt die Querschnittsfläche deutlich zu. Auch dies wird bei wachen Patienten für die Anlage eines Jugularis-interna-Katheters genutzt. Summen hat dabei einen ähnlichen Effekt.
- **Jugularvenenpuls:** Er entsteht durch die Druckschwankungen im rechten Vorhof und überlagert die Atemexkursionen des Gefäßes. Die Vorhofkontraktion führt zu einer Zunahme, die anschließende atriale Füllung und Senkung der Klappenebene während der ventrikulären Systole zu einer Abnahme des Querschnitts. Der Quer-

schnitt nimmt wieder zu mit dem rechtsatrialen Druckanstieg bei geschlossener Trikuspidalklappe und nimmt mit deren Öffnung wieder ab.

Die V. jugularis ist dünnwandig, besitzt kaum Muscularis und ist leicht kompressibel. Selbst mit nur sehr leichtem Sondendruck im J2-Abschnitt kann das Gefäß komplett komprimiert werden. Ähnlich wirkt sich auch Kopftrotation zur Seite aus. Deshalb ist leicht nachvollziehbar, dass *quantitative Messparameter* (z. B. Querschnittsfläche oder endexpiratorische Strömungsgeschwindigkeit) eine eher schlechte, rein *qualitative Parameter* aber eine gute Reproduzierbarkeit aufweisen [97].

Zu den qualitativen Parametern gehören insbesondere:

- die Durchgängigkeit,
- die Kompressibilität,
- die Gefäßwanddarstellung.

#### 7.1.1 Thrombosen der V. jugularis interna

*Spontane Jugularis-interna-Thrombosen* sind verhältnismäßig selten und treten z. B. auf

- im Rahmen einer Thrombuspropagation einer Sinus-sigmoideus-Thrombose von kranial,
- durch lokalen Druck z. B. eines Halstumors oder von Lymphknotenpaketen oder
- durch Thrombusausdehnung aus vorgelagerten zentralen Venen.

Oft findet sich bei spontanen Thrombosen eine thrombophile Situation.

In bis zu 30% der Fälle lassen sich *iatrogene Thrombosen* nach Jugularis-interna-Katheteranlage feststellen, davon die meisten in Form wandadhärenter Thromben; in weniger als 5% der Fälle führen diese Thrombosen zu einer kompletten Verlegung des Lumens. Das Risiko einer Lungenembolie liegt bei Patienten mit normalem Thromboserisiko unter 1%. Risikofaktoren für katheterassoziierte Thrombosen sind

- Karzinomerkkrankungen und Chemotherapie,
- zentraler Venenkatheter (ZVK) in distalen Extremitätenvenen (z. B. V. femoralis),
- ZVK-Anlage in der linken im Vergleich zur rechten V. jugularis und
- das Alter.

Die Datenlage zur Prophylaxe und Therapie der katheterassoziierten Thrombosen ist sehr dürrig. Eine internationale onkologische Leitlinie konnte keine plazebokontrol-

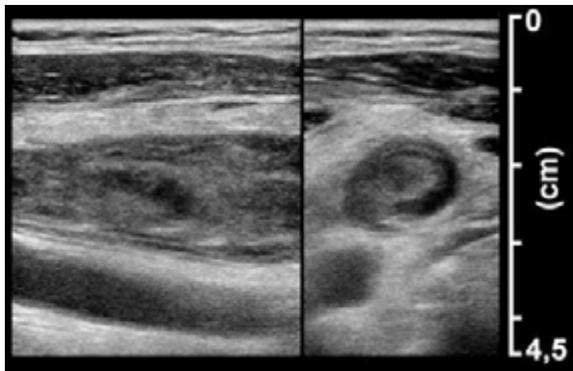


Abb. 7.1 Thrombose der V. jugularis interna. Längs- und Querschnitt. Eine innere Schichtung des Thrombus ist gut erkennbar.

lierten randomisierten Studien identifizieren und empfiehlt keine Prophylaxe mit Antikoagulation [98]. Einigkeit herrscht nur bei der Antikoagulation symptomatischer Patienten.

### Merke

#### Diagnostische Kriterien für Thrombosen der V. jugularis interna

- Das Gefäß wirkt oft aufgetrieben (► Abb. 7.1).
- Gegenüber dem normalen Lumen ist der Thrombus echogener; die Echogenität nimmt mit dem Alter des Thrombus zu.
- Der Thrombus besitzt in der Regel eine innere Schichtung, weil er in langsamer Strömung entsteht (► Abb. 7.1).
- Das Gefäß ist nicht komprimierbar (bei kompletter Thrombose).
- Der Thrombus führt zu einer Aussparung des Farbsignals und einem Fehlen des Doppler-Signals.

### Praxistipp

#### Fehlerquellen

- Langsame Strömung in einer weiten Vene, z. B. im Bereich des Bulbus venae jugularis inferior oder bei Einflusstauung, führt zu einer echogenen Darstellung der Blutströmung (manchmal wie ein Grieß), die mit einem Thrombus verwechselt werden kann (► Video 7.1). Das Gefäß bleibt aber kompressibel.
- Endexpiratorisch können physiologisch eine Farbdarstellung und ein Doppler-Spektrum fehlen, die aber in anderen Phasen des Atemzyklus oder bei veränderter Sondenposition vorhanden sind.



Video 7.1 Langsame venöse Strömung. Darstellung langsamer venöser Strömung in der V. jugularis interna im B-Bild, die leicht mit einem flottierenden Thrombus verwechselt werden kann.

## 7.1.2 Ultraschallgesteuerte Katheterisierung

Mehrere große randomisierte Studien belegen eindeutig, dass eine ultraschallgesteuerte Katheterisierung der V. jugularis signifikant die Komplikationsrate vermindert und gerade bei schwierigen anatomischen Verhältnissen die Erfolgsrate erhöht (Evidenzklasse Ia). Das Schwierigste ist dabei nicht das Aufsuchen der V. jugularis interna mit der Linearsonde oder das Punktieren des Gefäßes unter Ultraschallsicht, sondern das Einhalten steriler Verhältnisse. Folgendes Vorgehen wird vorgeschlagen:

- Wie gewohnt wird der Patient gelagert, das Punktionsfeld desinfiziert und mit einem sterilen Lochtuch abgedeckt.
- Das Ultraschallgerät wird so positioniert, dass der Punkteur die Punktionsregion und den Bildschirm im Blick hat.
- Die Linearsonde wird mit käuflichen Schutzhüllen steril verpackt. Diese sind entweder mit Ultraschallgel gefüllt oder werden mit einem dem Set beiliegenden Gel gefüllt. Alternativ ist ein mit einem Gel gefüllter steriler Handschuh zu verwenden. Wichtig ist, dass die Sondenfläche glatt und frei von Luftbläschen ist.
- Die Sonde wird in der linken Hand gehalten und die V. jugularis interna im Querschnitt identifiziert. Vor der Punktion findet die Orientierung hinsichtlich der medialen und lateralen Richtung relativ zur Sondenbewegung statt.
- Die Punktion wird mit der rechten Hand in Out-of-Plane-Technik durchgeführt, d. h. in Querschnittsdarstellung. Die Nadel produziert ein echoreiches Signal. Die Punktion in Längsdarstellung ist weniger sicher und wird seltener angewandt.

## 7.2 Untersuchung des Klappenapparats der V. jugularis interna

Bei den meisten Menschen sind beidseits im Bulbus venae jugularis inferior hauchdünne Venenklappen angelegt (zur Anatomie s. Kap. 2.4). In etwa 70–80% der Fälle gelingt es, diese sonografisch darzustellen. Da der Bulbus relativ tief hinter dem Schlüsselbein liegt, ist eine trapezförmige Einstellung des B-Bildes – sofern am Gerät möglich – zu empfehlen. Rein sonografisch können die Klappensegelbewegung beobachtet, Aussagen über die Zahl der Segel getroffen und fixierte Segel festgestellt werden (► Abb. 7.2). Dies erlaubt aber keine Aussage über die Dichtigkeit der Klappen.

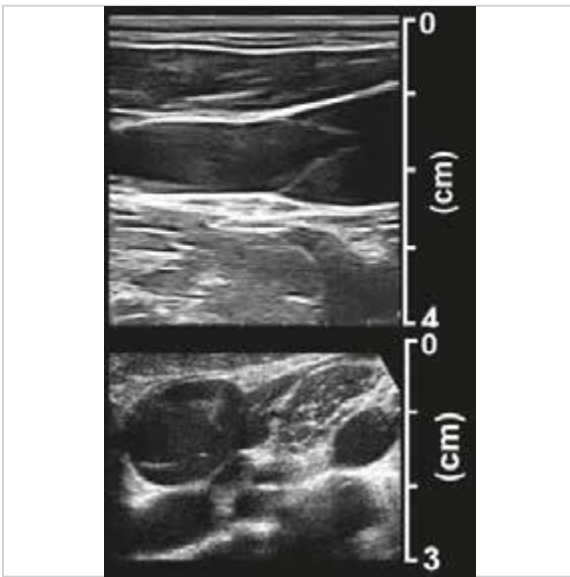


Abb. 7.2 Venenklappe der V. jugularis interna. Längs- und Querschnitt.

Zur Überprüfung der Suffizienz des Klappenschlusses gibt es derzeit 3 im Ergebnis relativ gleichwertige Methoden. Alle beruhen auf dem Nachweis einer retrograden Strömungskomponente unter einem kräftig durchgeführten Valsalva-Manöver, sind also von der Mitarbeit des Patienten abhängig. Dabei ist zu beachten, dass sich die Venenklappen beim Schluss domartig in das Lumen nach kranial vorwölben und so einen physiologischen kurzen Reflux erzeugen, sodass bei der Bewertung im Farbbild und im Doppler-Modus die Refluxzeit von großer Bedeutung ist.

► **Farbduplexmethode.** Die V. jugularis wird in im kaudalen J2-Segment oberhalb der Klappenebene dargestellt. Unter Valsalva-Manöver weitet sich das Gefäß sichtbar auf, die nach kaudal gerichtete Strömung sistiert oder es kommt zu einer sehr kurzen retrograden Strömung (s. o.). Bei Insuffizienz ist ein länger andauernder Farbumschlag (= Strömungsrichtungsumschlag), gelegentlich als jetartige Randströmung, zu beobachten.

► **Echokontrastmethode.** Nach Injektion agitierter Kochsalz- oder Hydroxyethylstärke (HAES)-Lösung im Verhältnis von 1 ml Luft zu 9 ml Lösung wird im B-Bild auf einen Übertritt von Luftbläschen in den J2-Abschnitt unter Valsalva-Manöver geachtet. Die Luftbläschen erscheinen als echoreiche, mobile Echos im Lumen.

► **Doppler-Methode.** Im kaudalen J2-Segment oberhalb der Klappenebene wird ein Doppler-Spektrum aus der Jugularis abgeleitet. Das Messvolumen ist dabei weit eingestellt, um auch eine Randströmung erfassen zu können. Unter Valsalva-Manöver wird die Zeit der retrograden Strömung gemessen. Liegt diese bei  $< 0,88$  s, ist von einer physiologischen Rückstromkomponente auszugehen, darüber von einer Jugularvenenklappeninsuffizienz (► Abb. 7.3). Die Doppler-Methode hat sich mittlerweile weit verbreitet, weil sie einerseits nicht invasiv und andererseits auch gut quantifizierbar ist.

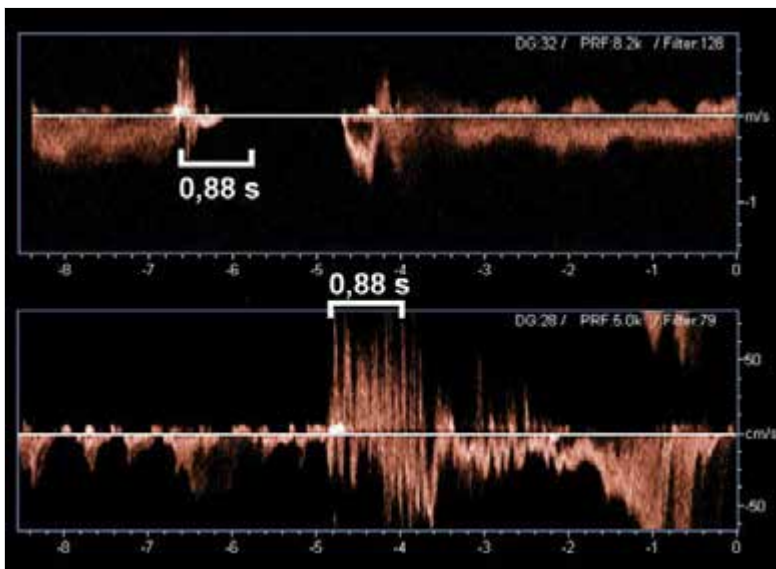


Abb. 7.3 Überprüfung der Jugularvenenklappeninsuffizienz mit der Doppler-Methode. Physiologische kurze retrograde Strömungskomponente bei Klappenschluss kürzer als 0,88 s (oben). Insuffizienz mit retrograder Komponente von  $> 0,88$  s Dauer (unten).

## 7.2.1 Klinische Konsequenzen der Venenklappeninsuffizienz

Die Jugularvenenklappeninsuffizienz (JVKI) wird – aufgrund einer deutlich erhöhten Häufigkeit in Patientengruppen im Vergleich zu gesunden Kontrollen – mit der Pathophysiologie verschiedener Krankheitsbilder in Verbindung gebracht, wobei das pathophysiologische Konzept mehr oder weniger ausgereift erscheint:

- transiente globale Amnesie (TGA),
- Pseudotumor cerebri,
- Amaurosis fugax ohne Nachweis einer arteriellen Emboliequelle,
- Belastungskopfschmerz (Exertional Headache),
- zerebrale Leukenzephalopathie.

Die letztlich stärkste Evidenz und das stringenteste pathophysiologische Konzept liegen für die TGA vor, die definitionsgemäß aus einer innerhalb von max. 24 h spontan reversiblen Störung überwiegend des Kurzzeitgedächtnisses ohne sonstige neurologische Auffälligkeiten besteht. Wichtig für dieses Konzept ist, dass die V. basalis den mesialen Temporallappen drainiert und über die V. cerebri magna, den Sinus rectus und die Sinus transversus und sigmoideus mit der V. jugularis in Verbindung steht. Dabei soll ein Valsalva-Manöver den Druck im inneren Hirnvenensystem (Galen-System) besonders dann erhöhen, wenn der Blutstrom zur V. cava vergrößert und die Jugularvenenklappen insuffizient sind. Dadurch soll es zu einer vorübergehenden Funktionsstörung des Temporallappens durch gestörte Drainage über die V. basalis kommen. Für die venöse Theorie der TGA spricht,

- dass mehr als die Hälfte der Patienten körperliche Anstrengung oder andere Situationen mit Valsalva-Manöver als vorausgehenden Risikofaktor aufweist,
- dass die im Temporallappen in ca. 20 % der Fälle gefundenen Diffusionsstörungen keine arteriellen Muster zeigen und insbesondere
- dass etwa 70–80 % der Patienten eine Jugularvenenklappeninsuffizienz aufweisen, aber nur etwa 25–35 % der gesunden Kontrollen.

Eine unmittelbare therapeutische Konsequenz verbindet sich mit dem Nachweis einer Jugularvenenklappeninsuffizienz nicht, zumal da – wenn die Diagnose sichergestellt ist – die TGA ein gutartiges Krankheitsbild ist, das keiner Sekundärprophylaxe bedarf.

## 7.3 Untersuchung intrakranieller Venen und Sinus

Da intrakranielle Venen und Sinus niedrige Strömungsgeschwindigkeiten aufweisen, tief im Hirn liegen und z. T. ungünstige Schallwinkel besitzen, ist eine Optimierung der Geräteeinstellung zur Untersuchung notwendig.

### Zusatzinfo

#### Geräteeinstellung für Venen in der Farbduplexsonografie

- Einstellung eines sensitiven Farbprogramms für niedrige Strömungsgeschwindigkeiten (hängt u. a. von der Kennlinie der Vor- und Nachverarbeitung, von Filtereigenschaften etc. ab), Erprobung des Optimums am besten am Gerät selbst;
- niedriger oder kein Wandfilter;
- angepasste (niedrige) PRF;
- Anheben der Farbverstärkung (Gain) bis zur Artefaktschwelle.

### 7.3.1 Schallfenster

Das wichtigste Schallfenster der venösen transkraniellen Farbduplexsonografie ist wie bei der arteriellen Untersuchung das *temporale Schallfenster*. Hinzu kommen für spezielle Fragestellungen ein okzipitales, ein medial-frontales und ein foraminales Schallfenster (Kap. 6.2.2 und Kap. 6.3; ► Abb. 7.4). Die Ultraschallanatomie der Venen wurde bereits in Kap. 2.4 behandelt.

Im Gegensatz zu den extrakraniellen Venen besitzen Hirnvenen und Sinus keine Klappen, d. h., die Strömungsrichtung hängt allein vom Druckgradienten und von dem Strömungswiderstand ab. Dadurch, dass das intrakranielle Venensystem in einem geschlossenen Raum mit intrinsischem Druck (d. h. dem Schädel mit entsprechendem

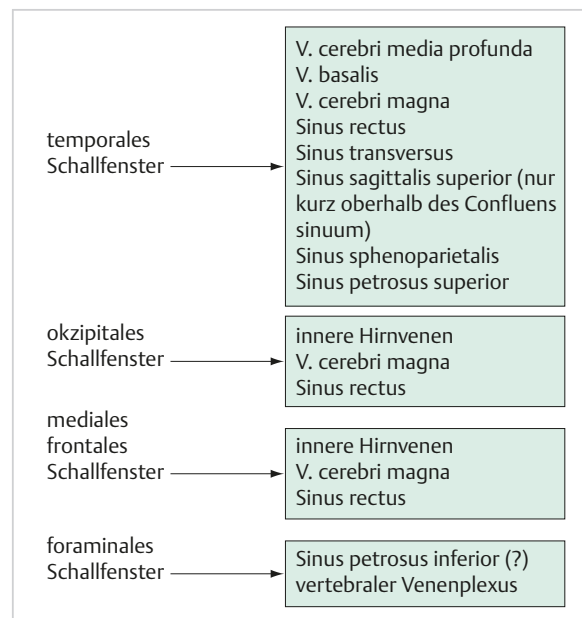


Abb. 7.4 Schallfenster der venösen transkraniellen Farbduplexsonografie. Akustische Schallfenster für die Untersuchung intrakranieller Venen und Sinus.



intrakraniell Druck) untergebracht ist, ist es weitgehend unabhängig vom hydrostatischen Druck, was dazu führt, dass Hirnvenen und Sinus eine konstant nach extrakraniell gerichtete Strömung aufweisen, die nur durch den arteriellen Puls moduliert wird. Ein undulierendes Muster mit ante- und retrograder Strömung wie in Extremitätenvenen kommt deshalb nicht vor.

Das venöse Doppler-Spektrum reagiert stark auf ein *Valsalva-Manöver*, in dessen 1. Phase die Strömungsgeschwindigkeit gegenüber der Ausgangssituation stark zunimmt, dann deutlich abnimmt und nach Beenden des Pressens eine überschießende Phase zeigt. Es kann deshalb zur Venenidentifikation genutzt werden.

### 7.3.2 Transtemporaler Untersuchungsgang

Trotz eines fehlenden formalen Konsensus hat sich ein mittlerweile weitgehend akzeptierter Untersuchungsgang etabliert, der die transtemporalen axialen Schallebenen benutzt.

#### Schritt 1: V. cerebri media profunda

In der mesenzephalen Schallebene (s. Kap. 6.3.1) wird die ACM eingestellt, die PRF reduziert und die V. cerebri media profunda (VCMP) in unmittelbarer Nachbarschaft zur ACM identifiziert. Am besten gelingt dies im Übergang des M1- zum M2-Segment. Die Vene ist als blaues Band lateral der Arterie mit Strömungsrichtung von der Sonde weg sichtbar (► Abb. 7.5). Zur Ableitung des Doppler-Spektrums ist ein eher kleines Messvolumen sinnvoll, um eine Überlagerung des arteriellen Signals zu vermindern.

#### Schritt 2: Sinus sphenoparietalis, Sinus petrosus superior

Ausgehend von der mesenzephalen axialen Ebene kippt man die Sonde zur Schädelbasis hin, sodass der echogene kleine Keilbeinflügel und die in der Regel etwas weniger echogene Keilbeinpyramide sichtbar werden. Der Sinus sphenoparietalis (SSP) verläuft in der Kante des kleinen Keilbeinflügels (► Abb. 7.6), normalerweise mit einer Strömungsrichtung von der Sonde weg auf den Sinus cavernosus (SC) hin. Dieser ist mit Ultraschallmethoden selbst nicht darstellbar.

Der Sinus petrosus superior (SPS) verläuft im Oberrand der Felsenbeinpyramide und zeigt in der Regel eine Strömungsrichtung weg von der Sonde (► Abb. 7.6), aber auch bei Gesunden kann die Strömung vom SC weg gerichtet sein, wenn der Strömungswiderstand zum Sinus transversus (ST) hin, der durch den SPS mit dem SC verbunden wird, geringer ist als zum SC hin. Das heißt, die Strömungsrichtung zum ST ist nur dann als Kollaterale zu interpretieren, wenn auch die Strömungsgeschwindigkeit erhöht ist. Da sich sowohl der SSP als auch der SPS vor Einmündung in den SC verjüngen, steigen dort auch entsprechend die Strömungsgeschwindigkeiten. Das Doppler-Spektrum sollte deshalb etwa mittig im Sinus erfasst werden.

#### Schritt 3: V. basalis, V. cerebri magna

Man stellt wieder die mesenzephalen axiale Ebene ein und folgt durch Aufwärtsskippen der Sonde dem Verlauf der ACP um den Hirnstamm. Lateral und etwas kranial der ACP ist die V. basalis (VB) leicht einzustellen. Auch sie hat eine Strömungsrichtung von der Sonde weg (► Abb. 7.7).

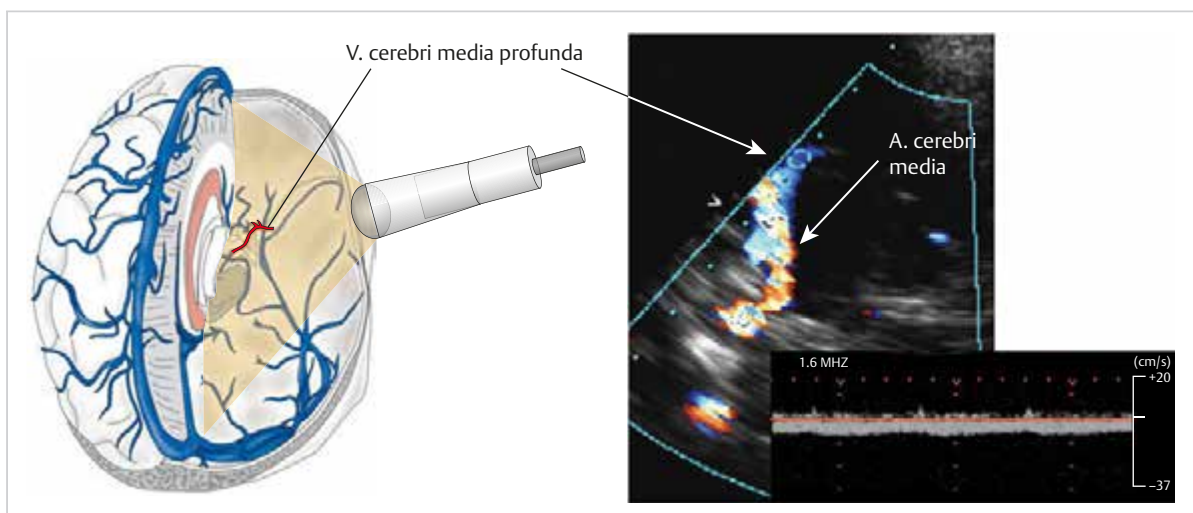


Abb. 7.5 Transtemporale venöse Untersuchung, Schritt 1. Darstellung der V. cerebri media profunda in der mesenzephalen Schallebene in Nachbarschaft der A. cerebri media.