

4 Arterien der oberen und unteren Extremitäten

4.1 Anatomie der Arterien der oberen Extremität

A. subclavia

- ▶ **Ursprung:** Links entspringt die Arterie hinter dem Manubrium sterni aus dem Arcus aortae, rechts zweigt sie hinter dem Manubrium sterni aus dem Truncus brachiocephalicus ab.
- ▶ **Verlauf:**
 - Aus der oberen Thoraxapertur heraus zieht die A. subclavia kranialwärts über die Pleurakuppe und die Lungenspitze hinweg zwischen Schlüsselbein und 1. Rippe zur distalen Klavikula und passiert dabei Engstellen (Abb. 4.31). Die Arterie tritt zusammen mit dem Plexus brachialis zwischen dem M. scalenus anterior und medius (hintere Skalenuslücke) hindurch. Die Fortsetzung der A. subclavia ab dem Unterrand der Klavikula ist die A. axillaris.
 - Die A. subclavia gibt folgende Äste ab: A. vertebralis, A. thoracica interna, Truncus thyrocervicalis (A. thyroidea inferior, A. cervicalis ascendens, A. transversa colli mit der A. cervicalis superficialis als Variation und der A. suprascapularis), Truncus costocervicalis (A. intercostalis supremor und A. cervicalis profunda).
- ▶ **Durchmesser:** Der Durchmesser der A. subclavia beträgt ca. 7 mm.
- ▶ **Versorgungsgebiet:** Thorax, vordere Brustwand, Halsorgane und Halsmuskulatur, Schädelhöhle und hintere Schädelgrube, Dura mater, Gehirn, Muskulatur im Schulterbereich und obere Extremität.

A. axillaris

- ▶ **Ursprung:** Fortsetzung der A. subclavia ab dem Unterrand der Klavikula.
- ▶ **Verlauf:** Sie verläuft vom Unterrand des Schlüsselbeins bis zum Unterrand des M. pectoralis major (Abb. 4.1). Die A. axillaris zieht durch die Achselhöhle und wird von vorne durch den M. pectoralis major und den M. pectoralis minor (anatomische Enge) bedeckt.
- ▶ **Durchmesser:** Der Durchmesser der A. axillaris beträgt etwa 6 mm.
- ▶ **Versorgungsgebiet:** Brustwand, Brustdrüse, Schultergelenk und Schultermuskeln (Rotatorenmanschette), Oberarm.

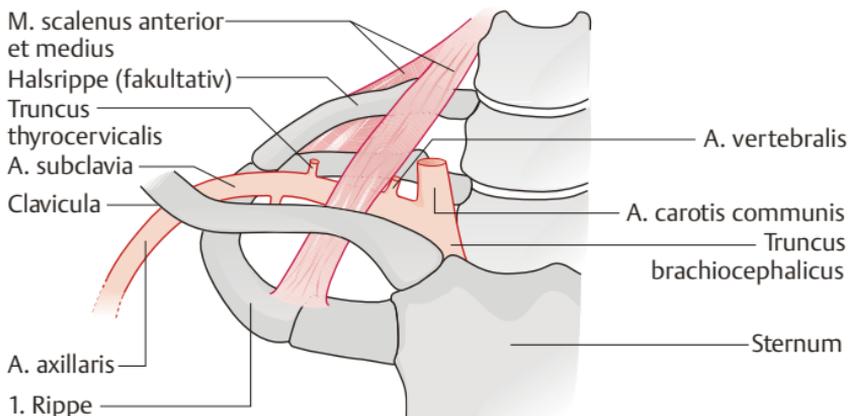


Abb. 4.1 • Anatomischer Verlauf der A. subclavia und A. axillaris

A. brachialis

- ▶ **Ursprung:** Fortsetzung der A. axillaris.
- ▶ **Verlauf:** Sie verläuft vom Unterrand des M. pectoralis major im Sulcus bicipitalis medialis distal bis zur Aufzweigung in die A. radialis und A. ulnaris in der Ellenbeuge (Abb. 4.2).
- ▶ **Anatomische Variante:** Selten (12 – 16%) hohe Teilung der A. brachialis, wobei eine Arterie immer vor dem Nervus medianus liegt. Die A. radialis läuft bei dieser Verlaufsvariante der A. brachialis am medialen Bizepsrand entlang.
- ▶ **Durchmesser:** Die A. brachialis hat einen Durchmesser von ca. 5 mm.
- ▶ **Versorgungsgebiet:** M. deltoideus, M. triceps brachii, Humerus, Knochenmark, distale Oberarm- und proximale Unterarmstreckmuskulatur, M. brachialis, Rete articulare cubiti.

A. radialis

- ▶ **Ursprung:** Fortsetzung der A. brachialis am Unterarm.
- ▶ **Verlauf:**
 - Das Gefäß zweigt von der A. brachialis in Höhe der Ellenbeuge ab und zieht entlang des Radius nach distal zur Tabatière (Handwurzel), von dort zum Handrücken, wo sie im Arcus palmaris profundus endet (Abb. 4.2).
 - Die direkte Verlängerung der A. radialis stellt die radiale Arterie des 2. Fingers dar.
- ▶ **Anatomische Variante:** Hypoplasie oder komplette Agenesie der A. radialis (ulnarer Versorgungstyp des Unterarms).
- ▶ **Durchmesser:** Die A. radialis hat einen Durchmesser von ca. 2 – 3 mm.

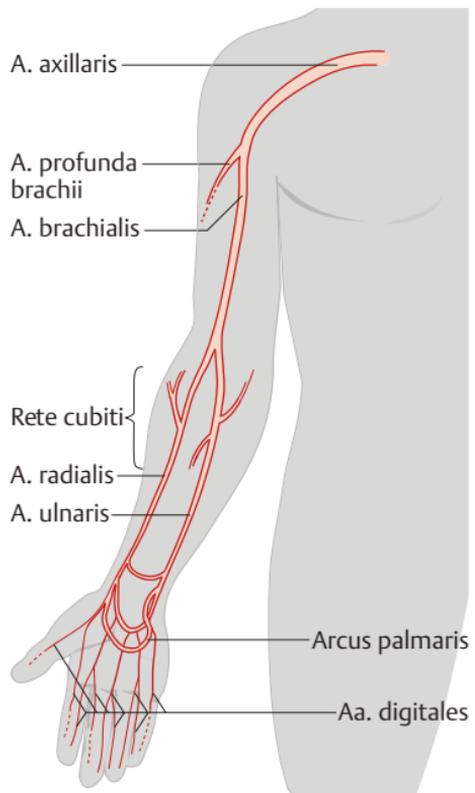


Abb. 4.2 • Anatomischer Verlauf der A. brachialis, A. radialis, A. ulnaris

4.2 Anatomie der Arterien der unteren Extremität

- ▶ **Versorgungsgebiet:** Unterarmflexoren, M. brachioradialis, M. brachialis, proximale Unterarmextensoren, M. pronator quadratus, Daumenballen, Rete carpidorsale, Fingerrücken bis zum Mittelglied, 2. – 4. Knochenzwischenraum, Mm. interossei dorsales, radialer Rand des Zeigefingers.

A. ulnaris

- ▶ **Ursprung:** Abzweigung aus der A. brachialis in Höhe der Ellenbeuge.
- ▶ **Verlauf:** Zur Ulnarseite, von dort zur Handwurzel (Abb. 4.2), unter der Palmaraponeurose zum Arcus palmaris superficialis. Die Verlängerung der A. ulnaris ist die ulnarseitige Arterie des 5. Fingers.
 - **Oberflächlicher Hohlhandbogen:** Endast der A. ulnaris und Ramus palmaris superficialis der A. radialis. Von ihm zweigt die A. digitalis palmaris communis ab, die sich in je zwei Aa. digitales propriae teilt.
 - **Tiefer Hohlhandbogen:** Endast der A. radialis und Ramus palmaris profundus der A. ulnaris. Hieraus zweigen die Aa. metacarpeae 3 – 4 ab.
- ▶ **Verlaufsvariante:** Hypoplasie oder komplette Agenesie der A. ulnaris (radialer Versorgungstyp des Unterarms).
- ▶ **Durchmesser:** Die A. ulnaris hat einen Durchmesser von ca. 2 – 3 mm.
- ▶ **Versorgungsgebiet:** Muskulatur der Beuge- und Streckseite des Unterarms, Rete articulare cubiti, M. flexor carpi ulnaris, M. brachialis, M. pronator quadratus, palmare Handwurzel, Palmarseite der Finger und Dorsalseite der Mittel- und Endphalangen.

4.2 Anatomie der Arterien der unteren Extremität

A. femoralis communis und A. femoralis superficialis

- ▶ **Ursprung:** Fortsetzung der A. iliaca externa nach dem Leistenband.
- ▶ **Verlauf:**
 - In der Leistengegend verläuft die A. femoralis regelmäßig lateral der Vene und des N. femoralis (Abb. 4.3).
 - Im Bereich der Lacuna vasorum gibt die A. femoralis drei oberflächliche Äste ab (A. epigastrica superficialis, A. circumflexa ileum superficialis, Aa. pudendae ext.).
 - Im proximalen Oberschenkelbereich zweigt die A. profunda femoris ab.
 - ▶ **Beachte:** In klinischen Lehrbüchern wird der Abschnitt der A. femoralis zwischen Ligamentum inguinale und dem Abgang der A. profunda femoris als A. femoralis communis bezeichnet.
 - Nach Abgang der A. profunda femoris verläuft die A. femoralis superficialis im Adduktorenkanal zur Kniekehle (Abb. 4.3). Am Ausgang des Adduktorenkanals zweigt von der A. femoralis die A. genus descendens ab, die zum Kollateralnetz im Bereich des Kniegelenks führt.
- ▶ **Anatomische Variante:** Selten (in 0,2% der Fälle) existiert eine langstreckige Hypo- oder Aplasie der gleichseitigen A. iliaca externa und A. femoralis superficialis. Es handelt sich hier um eine embryonale Anlagestörung. Das Bein wird in diesem Fall versorgt von der A. iliaca interna über die A. glutealis cranialis und caudalis, die A. ischiatica, die zur A. poplitea zieht.
- ▶ **Durchmesser:** Beträgt bei der A. femoralis beim Gesunden ca. 8 mm.
- ▶ **Versorgungsgebiet:** Haut des Unterbauchs; die A. femoralis superficialis leitet das Blut in die gesamte untere Extremität.

A. profunda femoris

- ▶ **Ursprung:** Aus der A. femoralis (ca. 4 cm unterhalb des Leistenbandes).
- ▶ **Verlauf:** Die A. profunda femoris verläuft nach distal dorsal (Abb. 4.3, Abb. 4.9).
- ▶ **Durchmesser:** Beträgt bei der A. profunda femoris ca. 6 – 7 mm.

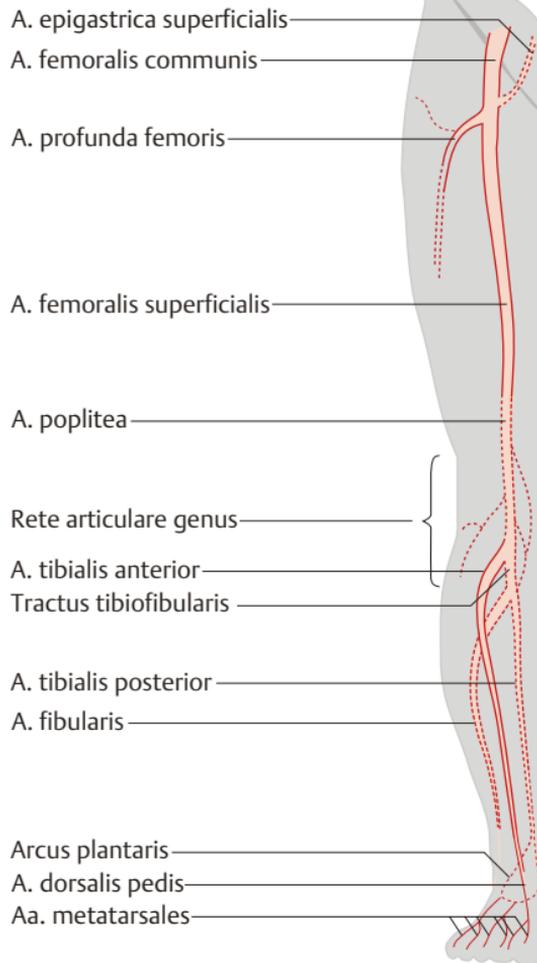


Abb. 4.3 • Anatomischer Verlauf der A. femoralis, A. femoralis superficialis, A. profunda femoris, A. poplitea und der Arterien des Unterschenkels

- ▶ **Versorgungsgebiet:** Oberschenkelmuskulatur und Femurknochen, Teile des Hüftgelenkes.
- ▶ **Anatomische Varianten:** Hoher Abgang der A. profunda femoris oberhalb des Leistenbandes.

A. poplitea

- ▶ **Ursprung:** Verlängerung der A. femoralis superficialis ab ihrem Austritt aus dem Adduktorenkanal.
- ▶ **Verlauf:** In der Tiefe der Kniekehle bis zum Unterrand des M. popliteus, teilt sich dort in A. tibialis anterior und Tractus tibiofibularis, der sich wiederum in die A. tibialis post. und A. fibularis aufteilt (Abb. 4.3) und speist das Kollateralnetz um das Kniegelenk (Rete articulare genus).
- ▶ **Durchmesser:** Die A. poplitea hat einen Durchmesser von ca. 5 mm.
- ▶ **Versorgungsgebiet:** Kniegelenk, Rete articulare genus, Rete patellae.

A. tibialis anterior

- ▶ **Ursprung:** Aus der A. poplitea (erster abgehender Ast aus der A. poplitea).
- ▶ **Verlauf:** Das Gefäß durchbohrt die Membrana interossea und verläuft an der Vorderseite des Unterschenkels auf der Membrana interossea zum Fußrücken. Dort wird sie zur A. dorsalis pedis. Diese Arterie zieht an der lateralen Seite der Sehne des M. extensor hallucis longus entlang.
- ▶ **Durchmesser:** Er beträgt ca. 3 ± 1 mm.
- ▶ **Versorgungsgebiet:** Streckmuskulatur und Haut des Unterschenkels, Hinterfläche des Kniegelenks, speist das Rete articulare genus und das Arterienetz des oberen Sprunggelenks (Abb. 4.3).
- ▶ **Anatomische Variante:** Häufig findet sich die A. dorsalis pedis am Fußrücken lateral der Sehne des M. extensor hallucis longus. Sie kann aber auch am Fußrücken ohne Beziehung zum M. extensor hallucis longus verlaufen.

A. tibialis posterior

- ▶ **Ursprung:** Stellt die eigentliche Fortsetzung der A. poplitea dar.
- ▶ **Verlauf:**
 - Das Gefäß verläuft zum medialen Knöchel und geht dort in die A. plantaris medialis und lateralis über (Abb. 4.3). Die A. tibialis posterior zieht am Fuß unter dem Hinterrand des Innenknöchels zur Fußsohle.
 - Aus der A. tibialis posterior zweigt im Bereich des proximalen Unterschenkels die A. peronea ab.
- ▶ **Durchmesser:** Normalerweise beträgt er 3 ± 1 mm.
- ▶ **Versorgungsgebiet:** Oberflächliche Unterschenkelflexoren, Schienbein und die Haut medial, tiefe Plantarmuskulatur, Großzehenmuskeln und den medialen Großzehenbereich, die Mm. interossei plantaris und speist das Rete calcaneum und den Arcus plantaris.

A. fibularis

- ▶ **Ursprung:** Sie zweigt aus der A. tibialis posterior im proximalen Unterschenkeldrittel etwa 5 cm unterhalb der Arkade des M. soleus ab.
- ▶ **Verlauf:** Die A. fibularis verläuft an der Rückfläche der Fibula zum lateralen Knöchel (Abb. 4.3) und setzt sich als A. plantaris medialis und lateralis fort.
- ▶ **Durchmesser:** Beim Gesunden ca. 3 ± 1 mm.
- ▶ **Versorgungsgebiet:** Muskulatur der tiefen Unterschenkelflexoren und Arterienetz des Kalkaneus.

4.3 Untersuchung der Arterien: Doppler-Druckmethode, Bestimmung des ankle-brachial-index (ABI)**Grundlagen**

- ▶ Die Dopplerdruckmessung der Extremitätenarterien sollte nach ausführlicher Anamnese und körperlicher Untersuchung und noch vor weiteren diagnostischen bildgebenden Maßnahmen erfolgen.
- ▶ **Indikation:**
 - Screening-Verfahren zur Erfassung von Verschlüssen oder hochgradigen Stenosen im Bereich der peripheren Arterien bei Patienten mit kardiovaskulären Risikofaktoren (Nikotinabusus, Hypertonie, Diabetes mellitus, Fettstoffwechselstörungen) und/oder einer KHK und/oder zerebralen Durchblutungsstörungen.

- Diagnose von Verschlüssen oder höhergradigen Stenosen bei Patienten mit dem Verdacht auf eine peripher arterielle Verschlusskrankheit oder deren Symptome (Claudicatio intermitens).
- Lokalisation hochgradiger Extremitätenarterienstenosen und/oder -verschlüsse (durch etagenweise Dopplerdruckmessung).
- Objektivierung des Kompensationsgrades einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit.
- Verlaufsbeobachtung während konservativer Therapie, nach Fibrinolyse, sowie nach PTA oder gefäßchirurgischen Eingriffen.

Untersuchungsbedingungen

- ▶ **Apparative Voraussetzungen** (Abb. 4.4): Uni- oder bidirektionales Dopplergerät.
- ▶ **Schallkopf:**
 - 8 MHz-CW-Dopplersonde (zur Untersuchung der A. radialis, A. ulnaris, A. tibialis posterior und A. dorsalis pedis, Digitalarterien).
 - 4 MHz-CW-Dopplersonde (im Falle einer etagenweise durchgeführten Dopplerdruckmessung zur Ortung des Dopplersignals in der A. poplitea).
 - Blutdruckmessmanschetten für Unterarme und Unterschenkel (Manschettenbreite 13 cm) und für den Oberschenkel (Manschettenbreite 18 cm).
- ▶ **Lagerung des Patienten:** Die Dopplerdruckmessung wird in flacher Rückenlage durchgeführt, wobei der Patient zuvor eine 10-minütige Ruhephase einhalten sollte. Die Raumtemperatur sollte 20 – 22 °C betragen.
- ▶ **Durchführung:**
 - Zuerst Messung des Systemblutdrucks an beiden Oberarmen am liegenden Patienten. Hierzu eignet sich die übliche Blutdruckmessung nach Riva-Rocci oder die Dopplerdruckmessung mit Anlage einer Blutdruckmanschette am Oberarm, wobei die 8 MHz-CW-Dopplersonde im 40 – 60 °-Winkel zur Gefäßlängsachse der A. radialis und/oder der A. ulnaris aufgesetzt wird.
 - Zur Bestimmung der Dopplerdruckwerte im Bereich der unteren Extremitäten (Abb. 4.4a) wird eine 13 cm breite Blutdruckmanschette zunächst an einem Unterschenkel in 10 cm Abstand zu den Knöcheln angelegt. Die 8 MHz-CW-Dopplersonde wird in einem Winkel von 40 – 60 ° aufgesetzt.
 - **A. tibialis posterior:**
 - Die Arterie lässt sich im Sulcus malleolaris medialis am Hinter- oder Unterrand des Innenknöchels unmittelbar neben den Vv. tibiales posteriores orten. Die Dopplersonde sollte in Gefäßlängsrichtung so lange geneigt werden, bis das akustische Dopplersignal der A. tibialis posterior optimal ist.
 - Dann wird die Blutdruckmanschette auf suprasystolische Blutdruckwerte aufgepumpt, bis über dem Ableitort kein Dopplersignal mehr wahrnehmbar ist. Nach dem Verschwinden des Dopplersignals wird die Luft in der Messmanschette langsam (3 – 5 mm Hg/sek.) abgelassen, bis über dem Ableitort wieder ein Dopplersignal hörbar ist. Das erste akustisch registrierbare Dopplersignal markiert den systolischen Druck.
 - Um ein Verwackeln der Dopplersonde zu vermeiden, wird empfohlen, sie im distalen Drittel bleistiftähnlich zu halten und die Hand auf dem Fuß des Patienten abzustützen.
 - **A. tibialis anterior:** Der gleiche Messvorgang wird wiederholt, indem die Dopplersonde auf die A. dorsalis pedis (Ast der A. tibialis anterior) aufgesetzt wird.
 - **A. fibularis:** Die Bestimmung des Dopplerdruckes über dieser Arterie am Hinter- oder Unterrand des Außenknöchels ist nicht obligat und sollte durchgeführt werden, wenn über der A. tibialis posterior oder A. tibialis anterior kein Dopplersignal abgeleitet werden kann.
 - **Digitalarterien:** In diesem Bereich (Abb. 4.4b) werden spezielle Fingerblutdruckmanschetten angelegt und das arterielle Dopplersignal distal dieser Manschetten im Bereich der Fingerspitze mithilfe einer 8-MHz-CW-Dopplersonde aufgesucht.



Abb. 4.4 • a und b: Durchführung einer Dopplerdruckmessung a) im Bereich der unteren Extremitäten b) im Bereich der Digitalarterien

- *Etagenweise durchgeführte Dopplerdruckmessung:* Anlegen von Blutdruckmanschetten am Oberschenkel (Manschettenbreite 18 cm). Nach Bestimmung der systolischen Dopplerdruckwerte über der A. poplitea Bestimmung der systolischen Dopplerdruckwerte im Unterschenkel.
- *Dopplerdruckmessung nach Belastung:*
 - Ergänzung zur Messung in Ruhe. Manschetten- und Sondenpositionen entsprechen denjenigen der Dopplerdruckmessung in Ruhe.
 - Belastung mit zwanzig bis dreißig hintereinander durchgeführten Zehenständern oder 10 Kniebeugen. Auch die Belastung auf dem Laufband unter standardisierten Bedingungen (100 m Wegstrecke bei 3,2 km/h Ganggeschwindigkeit und 12,5 ° Steigung) ist möglich. Sind die genannten Belastungstests bei dem Patienten nicht durchführbar, so kann die arterielle Blutzufuhr mittels Blutdruckmanschette oberhalb des Knies für 3 Minuten unterbrochen und durch schnelles Ablassen der Manschette eine reaktive Hyperämie erzeugt werden.
 - Die Messung des Ausgangsdrucks erfolgt unmittelbar vor der Belastung, die nächste Messung sollte direkt im Anschluss an die Belastung durchgeführt werden.
- ▣ **Beachte:** Die Fahrradergometrie eignet sich nicht als Belastungsverfahren für die Dopplerdruckmessung, da hierbei vorwiegend die Oberschenkel-, aber nicht die Wadenmuskulatur beansprucht wird.
- *Kein Dopplersignal über den Knöchelarterien:* Arterienverschluss oder falsche Position der Dopplersonde. Kontrolle der Sondenposition: Die freie Hand des Untersuchers komprimiert die Muskulatur des Vorfußes (Signalmodulation durch Fußkompression), während er an den typischen Ableitorten versucht, ein Venensignal abzuleiten. Die A. tibialis posterior oder tibialis anterior liegt in direkter Nachbarschaft des Venensignals. Ist neben dem Venengeräusch kein arterielles Dopplersignal ableitbar, so handelt es sich um einen Arterienverschluss. Kann weder das venöse noch das arterielle Dopplersignal abgeleitet werden, so ist die Sondenposition nicht korrekt.
- Vor der Dopplerdruckmessung nach Belastung sollte die Sondenposition mittels Farbstift markiert werden, damit die Arterie nach Belastung schnell wieder aufgefunden werden kann.

Diagnostische Aussage

▶ Stenose, Verschluss:

- Häemodynamisch relevante Arterienstenosen (Lumeneinengung > 70 %) und Arterienverschlüsse lassen sich mit der Dopplerdruckmessung bzw. Bestimmung des ABI außer bei Vorliegen einer Mediasklerose (fälschlich zu hohe systolische Druckwerte!) unter Ruhebedingungen sehr zuverlässig diagnostizieren. Aller-

dings ist die Unterscheidung zwischen Verschluss und hochgradiger Stenose mit der Dopplerdruckmessung nicht möglich. Zur Diagnose mittelgradiger Arterienstenosen reicht die Dopplerdruckmessung in Ruhe nicht aus, die Dopplerdruckmessung nach Belastung (S. 74) ist erforderlich.

- Die Dopplerdruckmessung erlaubt die Lokalisation der Arterienetage, in der sich hochgradige Stenosen oder Verschlüsse befinden. Im Falle arterieller Mehrretagenokklusionen ist die Verschlusslokalisation nicht immer exakt durch die segmentale Dopplerdruckmessung bestimmbar. Die Sensitivität der Methode bei Mehrretagenokklusionen beträgt ca. 86 %.
- ▶ **Aneurysma, Dissektion:** Diese Veränderungen können mit der Dopplerdruckmessung nicht diagnostiziert werden, es sollte aber trotzdem immer eine periphere arterielle Dopplerdruckmessung stattfinden, um Arterienverschlüsse als Komplikation zu erkennen.
- ▶ **Fehlerquellen:** Siehe Fallstricke (S. 56).

4.4 Untersuchung der peripheren Arterien mit der Stiftsonde

Grundlagen

- ▶ Mit der Stiftsonde können Strömungskurven aufgezeichnet werden, die das Dopplersignal im zeitlichen Verlauf darstellen. Sie können als Doppleranalog-Kurve oder als Dopplerfrequenzspektrum wiedergegeben werden (S. 24).
- ▶ **Indikation:**
 - Ausschluss asymptomatischer peripherer Arterienstenosen, im Rahmen einer Screening-Untersuchung bei Patienten mit Arteriosklerose-Risikofaktoren (Nikotinabusus, Hypercholesterinämie, Hypertonie, Diabetes mellitus, Hyperhomocysteinämie) und arteriosklerotischen Begleiterkrankungen (KHK, extrakranielle Verschlusskrankheit, Schlaganfall).
 - Diagnose von Arterienstenosen bei Patienten mit klinischen Symptomen einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (einseitige Armschwäche, Claudicatio intermittens, muskulärer Ruheschmerz, arterielle und diabetische Ulzera).
 - Ausschluss funktioneller Engen beim Kompressionssyndrom (S. 125).
 - Aortenstenosen (arteriosklerotisch oder entzündlich bedingt).
 - Dissektion der Aorta oder peripherer Arterien.
 - Abklärung nicht palpabler Extremitätenpulse.
 - Abklärung auskultierbarer Gefäßgeräusche.
 - Extremitätenblässe.
 - Ausschluss von stenosierenden Arterienprozessen bei gleichzeitig vorliegender arterieller Mediasklerose (hier führt nicht die Dopplerdruckmessung zur Diagnose, sondern die CW-Dopplerstiftsonde und die Duplexsonografie).
 - Ausschluss von Gefäßobliterationen bei Mediasklerose (Dopplerkurvenanalyse und Duplexsonografie).
 - Verlaufskontrolle nach lumeneröffnenden Maßnahmen oder konservativen Therapiemaßnahmen.
 - Shunt-Diagnostik.

Untersuchungsbedingungen

- ▶ **Schallkopf:**
 - 8 MHz-CW-Stiftsonde zur Doppleruntersuchung oberflächlicher peripherer Arterien (A. tibialis anterior, A. tibialis posterior, A. radialis, A. ulnaris, Digitalarterien).
 - 4 MHz-CW-Stiftsonde zur Untersuchung von tief liegenden peripheren Arterien (A. femoralis, A. poplitea, A. subclavia, A. brachialis).

4.4 Untersuchung der peripheren Arterien mit der Stiftsonde

► Geräteeinstellung:

- Wahl einer Dopplerfrequenzverschiebung von $\pm 3,5 - 4$ KHz sowie eines niedrigen Wandfilters von ca. 50 Hz. Schreibgeschwindigkeit zur Aufzeichnung der Dopplerkurven 5 – 10 mm/s. oder 25 – 50 mm/s.
- *Einstellung der Aufnahmeempfindlichkeit von Frequenzanalysegeräten:* Aufdrehen des Verstärkungsreglers so weit, bis am Monitor starkes Grundrauschen erscheint (erkennbar an dem vermehrten Auftreten weißer Signalpunkte in der Graustufenendarstellung). Dann stufenweises Zurückdrehen der Verstärkung, bis am Monitor gerade keine weißen Signalpunkte mehr sichtbar sind und das Frequenzanalysebild gerade kein Hintergrundrauschen mehr zeigt (Abb. 4.5).

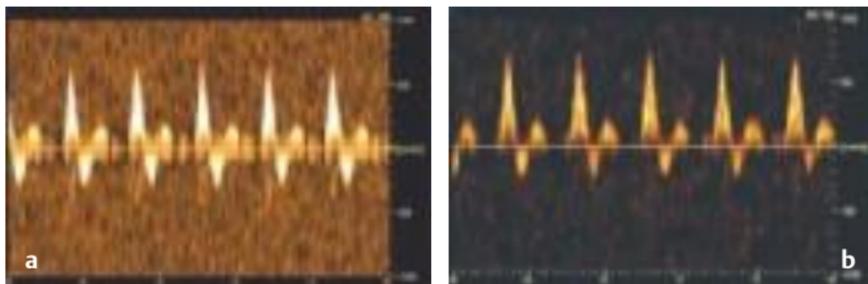


Abb. 4.5 • a und b

a) Dopplerfrequenzanalysebild mit starkem Grundrauschen, erkennbar an vielen Signalecho-punkten im Hintergrund der Graustufenendarstellung. b) Der Regler der Dopplersignalverstärkung (Gain) wurde so weit zurückgedreht, bis gerade keine Signalechos im Hintergrund mehr sichtbar waren. Die weitere Gainreduktion würde zur unempfindlichen Darstellung des Dopplerfrequenzspektrums führen

► Lagerung des Patienten:

- Untersuchung in flacher Rückenlage, wobei der Patient zuvor eine 10-minütige Ruhephase einhalten sollte. Zur Vermeidung von Hyperämieeffekten sollte die Lufttemperatur des Untersuchungsraumes $21 \pm 2^\circ$ Celsius nicht über- oder unterschreiten.
- Ableitung von Dopplersignalen der A. poplitea am besten in Bauch- oder Seitenlage, wobei der Fußrücken auf einer Polsterrolle aufliegt (Abb. 4.6). Nach der Umlagerung des Patienten ist zur Vermeidung von Hyperämieeffekten auf eine angemessene Ruhephase zu achten.

► **Beachte:** Zunächst sollten die Sondenpositionen abgeleitet werden, bei denen sich der Patient in Rückenlage befindet, anschließend diejenigen, die in Bauch- oder Seitenlage zu erreichen sind.

Durchführung

► Allgemeines:

- Seitenvergleichende Untersuchung zunächst an definierten Ableitorten (Tab. 4.1). Hierzu wird die Stiftsonde unter leichtem Druck in einem Winkel von $40 - 60^\circ$ zur Gefäßlängsachse aufgesetzt. Die Dopplerkurve wird dann aufgezeichnet, wenn das akustische Dopplersignal nach entsprechender Anwinkelung der Dopplersonde maximal ist und die Überlagerung von Venengeräuschen ausgeschlossen ist.
- Durch kontinuierliches Verschieben der Sonde von proximal nach distal können arterielle Gefäßobliterationen oder arteriovenöse Fisteln gesucht werden. Die kontinuierliche Ableitung sollte über der A. femoralis, A. poplitea, A. brachialis, A. ulnaris und A. radialis erfolgen.

Tab. 4.1 • Typische Ableitorte zur Dopplersonografie peripherer Arterien mit der Stiftsonde

Gefäß	Ableitort
A. femoralis	Leistenregion (Abb. 4.6a)
A. poplitea	Kniekehle (Abb. 4.6b)
A. tibialis posterior	Hinterrand der Innenknöchels (Abb. 4.6c)
A. dorsalis pedis (A. tibialis anterior)	dorsaler Fußrücken medial der Sehne des Extensor hallucis longus (Abb. 4.6d)
A. fibularis	am Hinterrand des Malleolus lateralis
A. subclavia	infra- oder supraklavikulär (Abb. 4.8)
A. axillaris	am Hinterrand des M. coracobrachialis in der Achselhöhle bei maximaler Armabduktion und Außenrotation
A. brachialis	im Sulcus bicipitalis medialis bei abduziertem Oberarm in Supinationshaltung
A. radialis	lateral der Sehne des M. flexor carpi radialis bei supiniertem Unterarm (Abb. 4.6e)
A. ulnaris	radialer Rand des Os pisiforme proximal oberhalb des Handgelenkes (Abb. 4.6f)

► Doppleruntersuchung der unteren Extremität:

• A. femoralis:

- Die kontinuierliche Ableitung mit der Dopplerstiftsonde beginnt in der Leistenregion (Abb. 4.6a). Mit der 4 MHz-CW-Dopplersonde wird die A. femoralis lateral der V. femoralis aufgesucht und ihr Verlauf nach distal am medialen Oberschenkel entlang bis zur A. poplitea verfolgt.
- Bei der kontinuierlichen Beschallung der A. femoralis von proximal nach distal unterhalb des Leistenbandes ist die Ableitung plötzlicher Blutströmungs-Richtungsänderungen möglich. Sie sind bedingt durch die A. epigastrica superficialis, die zum Unterbauch aufsteigt.
- Mit der Stiftsonde können an der A. femoralis communis höhergradige Einengungen der vorgeschalteten A. iliaca erkannt werden. In den übrigen peripheren Arterienabschnitten können Gefäßokklusionen bereits durch die etagenweise durchgeführte Dopplerdruckmessung erfasst werden.
- Mit der Aufzeichnung der Dopplerströmungskurve sind Stenosen oder Verschlüsse der A. profunda femoris nicht erkennbar. Hierzu bedarf es des Einsatzes der Duplexsonografie.
- Die Differenzierung zwischen A. femoralis superficialis und A. profunda femoris mit der Stiftsonde ist nicht möglich.

• A. poplitea:

- Die Stiftsonde wird zunächst proximal in der Mitte der Kniekehle aufgesetzt (Abb. 4.6b). Dabei ist auf erhöhten Sondendruck zu achten, um die meist über der A. poplitea liegende V. poplitea suffizient zu komprimieren und venöse Begleitsignale zu vermeiden.
- Wird die V. poplitea bei der Beschallung der A. poplitea mit der CW-Dopplerstiftsonde nur inkomplett komprimiert, so können pulssynchrone Turbulenzen entstehen, die eine Arterienstenose vortäuschen können.

- **Unterschenkelarterien:** Beurteilung durch kontinuierliches Abfahren mit der Dopplerstiftsonde ist hier nicht möglich. Ausreichend ist die punktuelle Untersuchung im Knöchelbereich durch die Dopplerdruckmessung (S. 72), s. auch Abb. 4.6c und Abb. 4.6d.