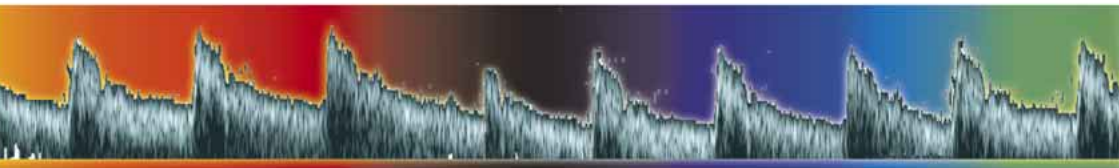


# Duplexsonographie der Gefäße



Kapitel 3  
Ugurluoglu A  
Duplexsonographie der Aorta  
abdominalis und der viszeralen  
Arterien

Krause & Pachernegg GmbH  
VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT

# Duplexsonographie der Aorta abdominalis und der viszeralen Arterien

Ara Ugurluoglu

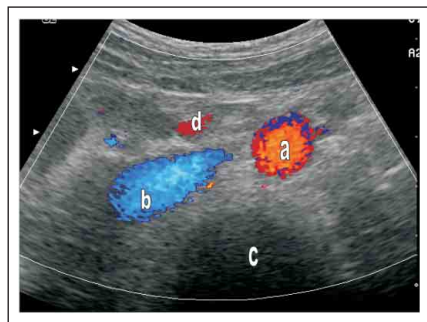
## Untersuchungsvorbereitung und Untersuchungsvorgang

Für eine exakte Beurteilung des Untersuchungsergebnisses ist eine optimale Vorbereitung des Patienten erforderlich. *Lege artis* erfolgt die Untersuchung im nüchternen Zustand, idealerweise Darmentleerung am Vorabend bzw. Prämedikation mit Sab Simplex®, um die sonographische Beurteilung durch Darminhalt oder Darmgase nicht zu beeinträchtigen. Die sonographische Untersuchung der Aorta abdominalis und der Eingeweidearterien erfolgt in Rückenlage des Patienten. Bei erschwerten Untersuchungsbedingungen aufgrund von Darmüberlagerungen kann man die sonographische Sicht durch Rechts- oder Linksseitenlage des Patienten oder durch einen leichten Druck mit der Schallsonde verbessern.

Bei schlanken Patienten erfolgt die Untersuchung mit einer linearen Ultraschallsonde mit einer Sendefrequenz von 5–7 MHz, bei adipösen Patienten mit einer Curved Array-Schallsonde mit einer Sendefrequenz von 2–4 MHz.

### 1. Aorta abdominalis (AA)

Die Aorta thoracalis (Abb. 1) geht beim Durchtritt durch den Hiatus aorticus des Zwerchfells in Höhe des 12. Brustwirbels/1. Lendenwirbels in die Aorta abdominalis über. Die Bauchschlagader wird bis zur Aufteilung in der Höhe vom 4. Lendenwirbel in die beiden Aa. iliacae communes als Aorta abdominalis (AA) bezeichnet. Die Untersuchung erfolgt sowohl im Querschnitt als auch in Längsschnitt entlang der Medianlinie beginnend knapp un-



**Abbildung 1:** Sonoanatomie der Aorta abdominalis: **a)** Aorta abdominalis, **b)** Vena cava inferior, **c)** Wirbelsäule, **d)** Arteria mesenterica superior. Transversale Schnittführung.

terhalb des Brustbeines bis knapp unterhalb der Nabelebene bis zur iliakalen Bifurkation.

### **B-Mode**

Im Transversalschnitt ist die AA als rundliche, gegenüber den umliegenden Strukturen scharf abgegrenzte, echoarme bis echofreie, herzsynchron pulsierende Struktur zu erkennen. Die AA liegt geringfügig linksseitig, direkt ventral der als ebenfalls zystisch und echofrei imponierenden Wirbelsäule. Zwischen den beiden echofreien zystischen Formationen ist eine halbmondförmige echodichte Lamelle zu erkennen, welche der verkalkten ventralen Abgrenzung der Wirbelkörper entspricht. Rechts der AA verläuft die – je nach Atemlage und Füllungszustand – runde bis spaltförmige, echofreie, dünnwandige Vena cava inferior. Die AA verjüngt sich geringfügig von proximal nach distal und mißt im Querdurchmesser je nach Körpergröße 14–25 mm. Anatomische Varianten sind extrem selten. Bei jüngeren Patienten ohne arteriosklerotische Wandverdickung erkennt man die typische sonographische Dreischichtung der Arterienwand, bestehend aus zwei echodichten Streifen getrennt von einem dünnen echofreien Raum, welche histologisch gesehen der Intima-Mediadicke entspricht.

### **Colour-Flow-Motion (CFM)**

Zur optimalen Farbflußdarstellung sollte man bei der Transversalschnittführung eine direkte senkrechte Beschallung der AA vermeiden, da es nach dem Dopplerprinzip bei 90° Beschallungswinkel zu einer Schallauslöschung kommt und dies zu einer inkompletten Farbkodierung des untersuchten Areals führt. Bei einer Schallkopfführung in ca. 60° gekippter Position kommt es je nach PRF zu einer pulssynchronen vollen Farbfüllung der AA mit Farbumschlag während der Diastole.

### **PW-Doppler**

In der Regel weist die AA bei jüngeren Patienten bei erhaltener Gefäßwandelastizität das typische triphasische Flußmuster auf. Ein Fehlen der Triphasizität vorwiegend in zunehmendem Alter ist keineswegs als pathologisch zu bewerten. Die maximale systolische Flußgeschwindigkeit variiert je nach Aortendurchmesser zwischen 40 m/sec und 160 m/sec.

## **Aortensklerose, Aortenstenose, Aortenverschluß**

### **B-Mode**

Mit zunehmenden arteriosklerotischen Veränderungen kommt es zur Aufhebung der sonographischen Dreischichtung der Aortenwand und echodichten Wandverdickung mit unter Umständen Schallschattengebenden Gefäßwand-

auflagerungen als Hinweis für kalkhaltige Plaques. Bei ausgeprägter Gefäßwandverkalkung – oft ohne hämodynamische Relevanz – führt der Schallschatten zur kompletten Schallauslöschung und dadurch zur fehlenden sonographischen Beurteilbarkeit der AA. Chronische stenosierende Läsionen der AA bilden sonomorphologisch unregelmäßig begrenzte Gefäßwandauflagerungen mit echodichtem Inhalt und Reduktion des echofreien Aortenlumens.

Die Prädilektionsstelle der wirksamen Aortenstenose ist die Aortenbifurkation bzw. das untere Aortendrittel distal des Abganges der Nierenarterien. Der chronische Aortenverschluß – Leriche-Syndrom – ist durch echodichte Massen gekennzeichnet, die das Aortenlumen komplett verlegen. Der akute primäre Aortenverschluß, welcher einen lebensbedrohlichen Zustand darstellt, – embolisch oder thrombotisch paraneoplastisch – ist im B-Bild durch echofreie bis echoarme intraluminale Massen gekennzeichnet. Der sekundäre Aortenverschluß ist bedingt durch gemischte echoarme Massen, die durch chronische, echodichte Gefäßwandverdickungen die höhergradig verengte AA vollständig verlegen.

### **Colour-Flow-Motion (CFM)**

Je nach Stenosegrad kommt es zur intraluminalen Farbflusssparung. Bei signifikanter Lumenreduktion kommt es mit zunehmender lokaler Flußbeschleunigung zur Änderung der Helligkeit und in weiterer Folge, als Zeichen des Aliasing, zum Farbumschlag. Bei komplettem Aortenverschluß fehlt die Farbkodierung vollständig. Bei nicht-stenosierender Gefäßwandverkalkung kann der sonographische Kalkschatten trotz freiem Aortenlumen die Farbkodierung der durchgängigen Aorta verhindern und einen Aortenverschluß imitieren.

### **PW-Doppler**

Zur genaueren Abklärung der hämodynamischen Signifikanz von aortalen Läsionen werden suspekte Aortenabschnitte in der longitudinalen Längsachse mittels PW-Doppler, bei adipösen Patienten mit tiefer liegenden Gefäßabschnitten mittels CW-Doppler untersucht. Höhergradige Stenosen der AA führen zur lokalen Flußbeschleunigung mit Anstieg der systolischen und diastolischen Flußgeschwindigkeit mit einer Abnahme der systolischen Flußgeschwindigkeit nach der Läsion entsprechend dem Stenosegrad. Der akute Aortenverschluß führt zur Erhöhung des peripheren Widerstandes. Die PW-Dopplerdarstellung des präokklusiven Flußmusters zeigt einen raschen systolischen Anstieg mit einem raschen frühdiastolischen Rückflußanteil, welche akustisch einem klopfenden Ton ähnelt. Im verschlossenen Gefäßareal fehlen naturgemäß die Dopplersignale.

## Elongation, Ektasie, Aneurysma verum, Dissektion

### B-Mode

Mit zunehmendem Alter kann es zur Elongation und unter Umständen zur Knickbildung der AA kommen. Eine Erweiterung des transversalen Aortendurchmessers bis 3 cm wird als Ektasie bezeichnet. Ab 3 cm sprechen wir von einem Aneurysma der Aorta abdominalis. Die Hauptlokalisierung des abdominalen Aortenaneurysmas (AAA) ist infrarenal mit einer 4 %igen Beteiligung der Nierenarterien (Abb. 2). Die sonographische Abklärung des AAA beinhaltet die Erfassung der proximalen und der distalen Begrenzung der aneurysmatischen Veränderung. Nicht selten fängt jedoch das Aneurysma in der thorakalen Aorta an und geht in die Beckenarterien über. AAAs mit einem Querdurchmesser bis 10 cm sind nicht selten, ab 5 cm besteht die Indikation zur Therapie des AAAs.

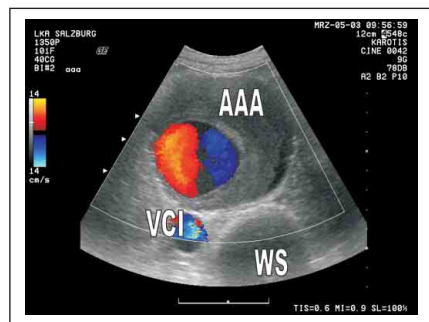
Eine konzentrische, echoarme, aber echogene Wandverdickung mit Lumenreduktion weist auf eine Thrombusmanschette hin. Eine AA mit echofreiem, durchgängigem Lumen, welche dorsoventral durch eine echodichte Lamelle getrennt ist, die pulssynchrone Pendelbewegungen aufweist, ist hoch suspekt für eine Dissektion. In so einem Fall ist die proximale und distale Begrenzung dieser Lamelle exakt darzustellen. Bei Vorhandensein einer aneurysmatischen Erweiterung der AA mit einer Dissektionslamelle spricht man von einem Aneurysma dissecans.

### Colour-Flow-Motion (CFM)

Farbdopplersonographisch wird naturgemäß nur das durchflossene Lumen des Aortenaneurysmas dargestellt. Wandständige Thrombenmassen werden je nach der Echogenität mittels B-Mode visualisiert. Der laminare Fluß ist in einem Aneurysma aufgehoben, es findet sich ein Wirbelfluß, gekennzeichnet durch das Auftreten von unterschiedlichen Farben nebeneinander und zum selben Zeitpunkt. Bei Aortendissektion findet man zwei verschiedene Dopplerfarben getrennt durch die Dissektionslamelle, da der Fluß in den beiden Lumina nicht synchron ist und unterschiedliche Flußgeschwindigkeiten aufweist.

### PW-Doppler

Innerhalb einer aneurysmatischen Erweiterung kommt es zu einer deutlichen Verlangsamung des Blutflusses.

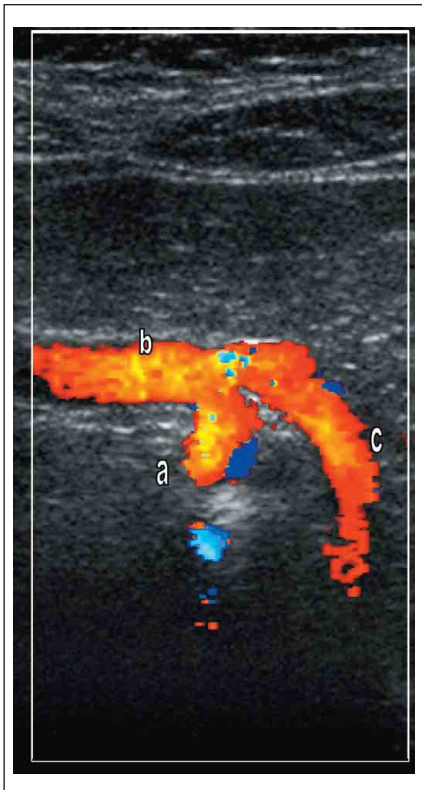


**Abbildung 2:** Infrarenales Aortenaneurysma (AAA) mit einer exzentrischen Thrombusmanschette ventral der Vena cava inferior (VCI) und der Wirbelsäule (WS)

ses. Es werden dadurch dopplersonographisch niedrige Flußgeschwindigkeiten abgeleitet. Im Falle einer Aortendissektion leitet man mittels Dopplersonde im Bereich beider Lumina unterschiedliche Flußgeschwindigkeiten ab, getrennt durch die Dissektionslamelle.

## 2. Truncus coeliacus

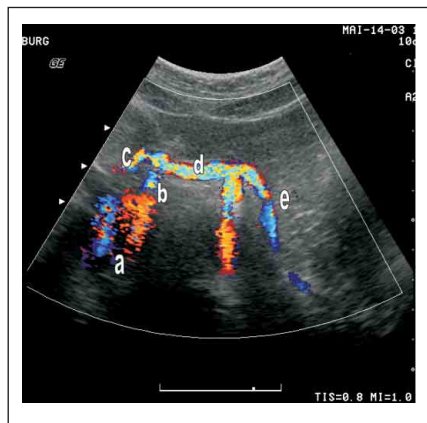
Ist der erste viszerale Hauptstamm, der knapp 2–3 cm nach dem Durchtritt durch den Hiatus aorticus orthograd von der Aorta abdominalis entspringt und sich nach ca. 2 cm T-förmig in die rechte A. hepatica propria und die linke A. lienalis aufteilt (Abb. 3, 4).



**Abbildung 3:** a) Abgang des Truncus coeliacus aus der Aorta, b) A. hepatica communis, c) A. lienalis. Transversale Schnittführung

### B-Mode

Bei vorwiegend schlanken Patienten knapp unterhalb vom Processus xiphoideus im Transversalschnitt als T-förmiges Gebilde mit einem Durchmesser von 0,6–1,3 mm zu erkennen. Nur durch Schwenken der Schallsode ist es möglich, sowohl den Truncus coeliacus als auch die abgehenden Äste suffizient in einer Ebene darzustellen.



**Abbildung 4:** a) Aorta abdominalis, b) Truncus coeliacus, c) Arteria hepatica communis, d) Arteria lienalis, e) Arteria gastrica sinistra. Transversale Schnittführung

### **Colour-Flow-Motion (CFM)**

Die Farbflußdarstellung ist hilfreich beim Aufsuchen des Truncus coeliacus. Aufgrund des meist bogigen Verlaufes kommt es zum Farbumschlag nach Richtungsänderung.

### **PW-Doppler**

Der Truncus coeliacus weist Flußprofile mit niedrigem peripherem Widerstand mit einer systolischen Geschwindigkeit von  $138 \pm 99$  cm/sec auf. Bei tiefer Inspiration kommt es zur Abnahme der systolischen Flußgeschwindigkeit. Unmittelbar postprandial kommt es zur Zunahme der systolischen und der diastolischen Flußgeschwindigkeit mit Reduktion des RI nach Pourcelot.

### **Truncusstenose, Truncusverschluß, Aneurysmen**

Obliterierende Läsionen mit  $> 50$  % Lumenreduktion im Truncus coeliacus können mittels FD in Vergleich zu i. a. DSA mit einer Sensitivität und Spezifität von 100 bzw. 88 % diagnostiziert werden. Die Prädilektionsstelle der Truncus coeliacus-Stenose ist der Abgang. Meistens handelt es sich um arteriosklerotische Läsionen, seltener um entzündliche Gefäßerkrankungen. Die häufigste Ursache eines akuten Truncusverschlusses ist die periphere Embolie im Rahmen kardialer Rhythmusstörungen.

### **B-Mode**

Stenosen und Verschlüsse des Truncus coeliacus können in der Regel mittels Grauwertsonographie nicht detektiert werden, es sei denn, es handelt sich um stark verkalkte, schattengebende Läsionen. Aneurysmen des Truncus coeliacus und seiner Äste werden im B-Bild als pulsierende, zystische Gebilde mit Kommunikation zu den Arterien dargestellt. Fallweise werden wandständige Thromben als echoarme Wandverdickung dargestellt.

### **Colour-Flow-Motion (CFM)**

Hämodynamisch wirksame Stenosen des Truncus coeliacus und seiner Äste sind – je nach Schweregrad der Verengung – durch ein Aliasing-Phänomen gekennzeichnet. Bei Okklusion des Truncus coeliacus und seiner Abzweigungen fehlt naturgemäß die Farbkodierung. Im Bereich der aneurysmatisch erweiterten Gefäßabschnitte trifft man ein buntes Bild mit unterschiedlichem Farbmuster, da im Aneurysma mehrere Flußrichtungen nebeneinander und zum selben Zeitpunkt auftreten.

### **PW-Doppler**

Eine hämodynamisch wirksame Truncus coeliacus-Stenose liegt vor, wenn eine systolische Flußgeschwindigkeit von über 220–240 cm/sec sowie eine

diastolische Flußgeschwindigkeit von über 100 cm/sec detektiert wird. Die häufigste Ursache eines akuten Truncusverschlusses ist die periphere Embolie im Rahmen kardialer Rhythmusstörungen. Beweis für einen Truncusverschluß ist das Fehlen der Dopplersignale trotz Darstellung der viszeralen Arterien im B-Bild-Modus. Innerhalb einer aneurysmatisch erweiterten viszeralen Arterie kommt es zur Reduktion der Flußgeschwindigkeit mit Verbreiterung des Dopplerspektrums.

### **Ligamentum-arcuatum-mediales Syndrom**

Dieses seltene Krankheitsbild ist atemabhängig und bedingt durch die externe Kompression des Truncus coeliacus und der Arteria mesenterica superior durch das Ligamentum arcuatum des Zwerchfells. Während tiefer Inspiration kommt es zur Kompression, während Expiration zur Entlastung der komprimierten Arterien. Es kann farbdopplersonographisch durch eine inspiratorische Zunahme des Aliasing-Phänomens mit PW-sonographischer Erhöhung der Flußgeschwindigkeit in den suspekten Gefäßarealen identifiziert werden.

### **3. Arteria mesenterica superior**

Die A. mesenterica superior entspringt knapp 0,5–1 cm unterhalb des Truncus coeliacus in Höhe des 1. Lendenwirbelkörpers von der Aorta abdominalis mit einem nach vorne konvexen Bogen am Abgang und zieht fast parallel zur Aorta abdominalis ventral der Aorta nach distal und teilt sich in die Aa. jejunales und A. ilieocolica. Die Untersuchung kann bei schlanken Patienten mit linearen Sonden, bei adipösen Patienten mit Konvexsonden im sagittalen Strahlengang durchgeführt werden. Die A. mesenterica sup. kann mittels FD in 98–100 % der Fälle dargestellt werden.

#### **B-Mode**

Im sagittalen Strahlengang erkennt man die A. mesenterica superior als ein orthograd aus der Aorta abdominalis abzweigendes, die Aorta weitgehend parallel begleitendes, pulsierendes Gebilde mit echofreiem Inhalt (Abb. 5, 6). Der Querdurchmesser beträgt 5–8 mm.

#### **Colour-Flow-Motion (CFM)**

Durch die Farbflußdarstellung steigt die sonographische Beurteilbarkeit der A. mesenterica superior im Vergleich zur alleinigen B-Mode-Darstellung. Die A. mesenterica superior ist durch eine bandförmige, homogene Farbdarstellung parallel zur Aorta abdominalis gekennzeichnet.



### PW-Doppler

Die A. mesenterica superior weist ein triphasisches Flußmuster mit einer maximalen systolischen Flußgeschwindigkeit von 97–157 cm/sec und einer diastolischen Flußgeschwindigkeit von 8–25 cm/sec auf. Postprandial kommt es je nach der Menge der letzten Nahrungsaufnahme zur Erhöhung der systolischen und der diastolischen Flußgeschwindigkeit mit Verlust der Triphasizität. Körperliche Anstrengung führt zur Abnahme der systolischen und der diastolischen Flußgeschwindigkeit der Mesenterialarterien.

### Arteria mesenterica superior-Stenose

A. mesenterica superior-Stenosen kommen hauptsächlich am Abgang vor, seltener auch im Rahmen von Arteriitiden, vorwiegend handelt es sich um arteriosklerotische Läsionen.

### B-Mode

Nur echodichte, schattengebende stenosierende Läsionen können mittels B-Mode-Sonographie detektiert werden. Stenosierende Läsionen im Rahmen von Arteriitiden sind durch eine echoarme Verdickung der Gefäßinnenwand gekennzeichnet. Eine genaue Quantifizierung nur mittels B-Mode-Sonographie ist nicht möglich.

### Colour-Flow-Motion (CFM)

Bei signifikanter Lumenreduktion mit lokaler Flußbeschleunigung ist die homogene Farbkodierung aufgehoben. Es kommt zu einem Aliasing-Phänomen je nach Flußbeschleunigung bzw. Stenosegrad.

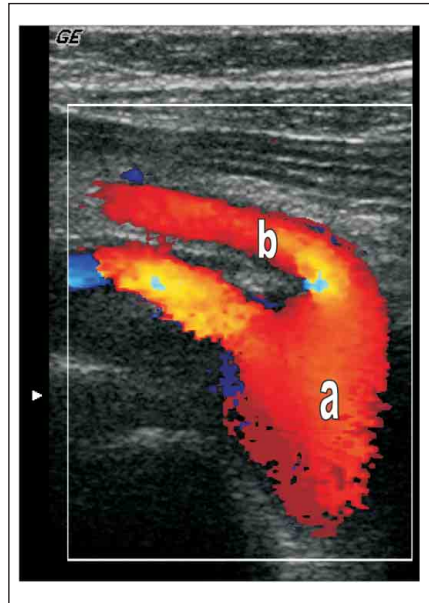


Abbildung 5: a) Aorta abdominalis, b) Arteria mesenterica superior. Längsschnitt

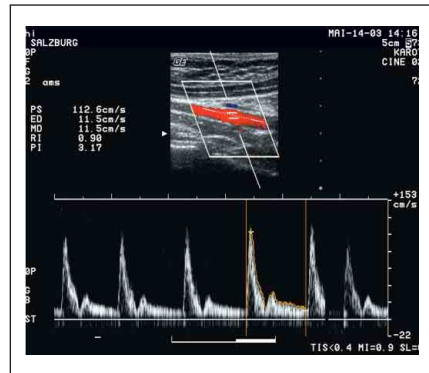


Abbildung 6: Darstellung der Arteria mesenterica superior im Triplex-Modus, sagittaler Strahlengang. Kontinuierlicher diastolischer Fluß,  $V_{\text{syst}}$ : 112 cm/sec.,  $V_{\text{diast}}$ : 11 cm/sec., RI 0,90.

### **PW-Doppler**

Eine hämodynamisch wirksame Stenose an der A. mesenterica superior liegt vor, wenn an der suspekten Stelle die maximale systolische Geschwindigkeit höher als 220 cm/sec ist und die diastolische Flußgeschwindigkeit 70 cm/sec überschreitet.

## **4. Arteria renalis**

Die Nierenarterien werden bei schlanken Individuen vorzugsweise mit einer 5 MHz Linearsonde, bei adipösen Patienten mit einer 3–4 MHz Sektorschallsonde untersucht. Die Untersuchung erfolgt in Rückenlage, mit leicht abgewinkelten Beinen zwecks Entspannung der Bauchdeckenmuskulatur. Durch die transversale Schnittführung in der vorderen Medianlinie wird vorerst die Aorta abdominalis knapp unter dem Brustbein aufgesucht. Bei insuffizienter Darstellung der Nierenarterien können die Abgänge der Nierenarterien auch durch einen atypischen Strahlengang vom rechten oder linken Mittelbauch durch Schwenken des Schallkopfes detektiert werden. Dabei können auch Darmschlingen, die die Sicht beeinträchtigen, durch einen mäßigen Druck mit dem Schallkopf auf die Darmwand verdrängt und die Sicht verbessert werden. Die Nierenarterien entspringen in Höhe des 1.–2. Lendenwirbelkörpers, kaudal des Abgangs der A. mesenterica superior, nahezu rechtwinkelig zur Aorta abdominalis. Die rechte Nierenarterie ist etwas länger als die linke und zieht hinter der V. cava inferior nach lateral zum Nierenhilus. Im Nierenhilus erfolgt die Aufteilung in den ventralen und dorsalen Hauptast, die sich in weiterer Folge in Segmentarterien, Aa. interlobares und Aa. interlobulares, aufzweigen. In 25 % der Fälle findet man eine gedoppelte Nierenarterie, in 3 % der Fälle finden sich 3 oder mehr Nierenarterien. Die Untersuchung der Nierenarterien umfaßt auch die sonographische Darstellung bzw. Messung der Nieren sowie die Beurteilung von Form und Parenchym-Pyelon-Verhältnis. Die rechte Niere (Länge × Breite: 109 × 59 cm) ist etwas kleiner als die linke Niere (Länge × Breite: 112 × 58 cm).

### **B-Mode**

Nur bei optimalen Untersuchungsbedingungen können die Nierenarterien allein mittels B-Mode dargestellt werden. Der Durchmesser beträgt 4–6 mm. Nur mit der Grauwertsonographie kann das Gefäßlumen nicht suffizient beurteilt werden.

### **Colour-Flow-Motion (CFM)**

Die Farbkodierung der intraluminalen Blutbewegung erleichtert das Aufsuchen und eine suffiziente Darstellung der Nierenarterien. Somit können, je nach Autor und je nach Geräteausstattung, in 88–100 % der Fälle die Nieren-

arterien vom Abgang bis zum mittleren Drittel identifiziert werden. In der Regel kommt es zur homogenen Farbkodierung der Nierenarterien. Wegen des niedrigen intrarenalen Widerstandes kommt es während des gesamten Herzzyklus zu einem annähernd konstanten Vorwärtsfluß in den Nierenarterien. Bei elongiertem Verlauf der Nierenarterien kann es aufgrund der Flußrichtungsänderung zum Farbumschlag kommen. Lokale Geschwindigkeitserhöhungen in den kurvigen Gefäßabschnitten können zum Aliasing-Phänomen führen, ohne daß signifikante Stenosen vorliegen.

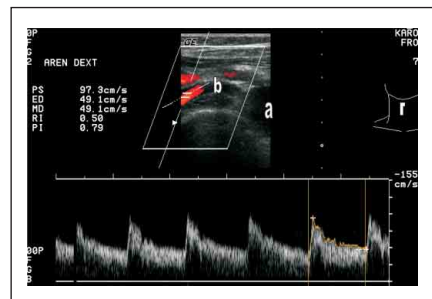
Bei adipösen Patienten mit tiefer Nierenarterienlage kann die Farbkodierung mangelhaft zur Darstellung kommen, in diesem Fall soll die Pulsrepetitionsrate möglichst reduziert werden, um nicht irrtümlich einen Gefäßverschluß zu diagnostizieren. Die intrarenalen Segmentarterien können farbdopplersonographisch in allen Fällen dargestellt werden. Die farbdopplersonographische Darstellung der Segmentarterien erlaubt eine exakte Platzierung der elektronischen PW-Sonde und ermöglicht dadurch eine Spektralanalyse aus den intrarenalen Arterien.

### PW-Doppler

Das Frequenzspektrum der Nierenarterien zeigt das typische Muster einer viszeralen Arterie mit einem niedrigen peripheren Widerstand, bestehend aus einem gering verzögerten systolischen Anstieg und einer positiven kontinuierlichen Diastole. Die maximale systolische Flußgeschwindigkeit ist 100–180 cm/sec, die diastolische 25–50 cm/sec. Der Widerstandsindex (RI) nach Pourcelot ( $[V_{\max} - V_{\min}] / V_{\max}$ ) der intrarenalen Arterien beträgt 0,5–0,75. Der RI im Bereich der Segmentarterien ist etwas niedriger als der RI der aortennahen Abschnitte der Nierenarterien (Abb. 7). Mit zunehmendem Alter bzw. mit zunehmender Sklerosierung nimmt die enddiastolische Geschwindigkeit der Nierenarterien und der intrarenalen Arterien ab, analog dazu steigt der RI. Ebenso werden bei gewissen pathologischen Bildern, wie Diabetes, Hypertonie oder Harnstauung, höhere RI-Werte detektiert.

### Klinik und Pathologie der Nierenarterien

Bei 1–4 % der Hypertoniker wird die renovaskuläre Genese ursächlich angegeben. In 60 % der Fälle ist die



**Abbildung 7:** Bogenförmiger Abgang der Arteria renalis dext. aus der Aorta abdominalis. Transversale Schnittführung. **a)** Aorta abdominalis, **b)** Arteria renalis dext. Die Dopplergeschwindigkeitsanalyse zeigt eine holodiastolische Strömung als Zeichen eines niedrigen peripheren Widerstandes. RI 0,50.

renovaskuläre Hypertonie auf arteriosklerotische Läsionen der A. renalis zurückzuführen. In 35 % der Fälle liegt eine fibromuskuläre Dysplasie vor, in 10–15 % der Fälle liegen AV-Fistel, Aneurysmen, kongenitale Bänder, Arteriitiden, Tumoren und retroperitoneale Entzündungen vor.

### **Nierenarterienstenose (NAST), Nierenarterienverschluß**

Die arteriosklerotische NAST kommt vorwiegend in fortgeschrittenem Alter, bei Männern häufiger als bei Frauen, am Abgang oder in den abgangsnahen Nierenarterienabschnitten vor. Die fibromuskuläre Dysplasie ist vorwiegend im mittleren und distalen Abschnitt der Nierenarterien lokalisiert und kommt vor allem bei jüngeren Frauen vor.

#### **B-Mode**

Arteriosklerotische Veränderungen mit echodichten, teilweise kalkhaltigen Läsionen können nur selten am Abgang oder in den abgangsnahen Abschnitten der Nierenarterien als möglicher Hinweis für eine NAST festgestellt werden. Ohne die hämodynamische Information ist es nahezu unmöglich, eine signifikante NAST mit Sicherheit zu identifizieren. Eine hochgradige Stenose bzw. ein Nierenarterienverschluß durch echoarme oder echofreie Läsionen oder eine fibromuskuläre Dysplasie können bei alleiniger B-Mode-Sonographie sehr leicht der Diagnose entgehen.

#### **Colour-Flow-Motion (CFM)**

Höhergradige arteriosklerotische Stenosen am Abgang, aber auch im mittleren Abschnitt der Nierenarterien können aufgrund der lokalen Flußbeschleunigung und des Aliasing-Phänomens leicht erkannt werden (Abb. 8). Ein akuter, meist embolischer Verschluß ist durch die vorhandene Farbkodierung im präokklusiven Abschnitt sowie mit fehlender Farbflußdarstellung danach gekennzeichnet. Die Diagnose einer akuten Nierenarterienembolie wird durch den Nachweis des gegenüber dem fließenden Blut echo-dichteren Blutpfropfes erhärtet.

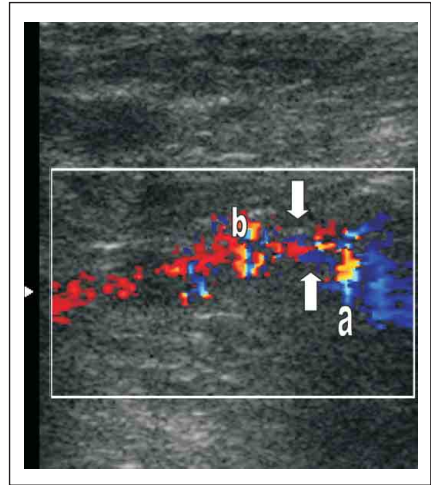
#### **PW-Doppler**

Bei farbdopplersonographischem Verdacht auf eine höhergradige Lumenreduktion werden aus den entsprechenden Gefäßarealen PW-Dopplersignale abgeleitet. Die lokale Erhöhung der maximalen systolischen Flußgeschwindigkeit nach Winkelkorrektur über 180 cm/sec mit Erhöhung der enddiastolischen Geschwindigkeit und Verbreiterung des Dopplerspektrums sowie deutliche Reduktion des RI nach der Stenose und im Bereich der intrarenalen Arterien unter 0,5 sprechen für das Vorhandensein einer signifikanten Nierenarterienstenose (Abb. 9). Somit können signifikante Nierenarterienstenosen

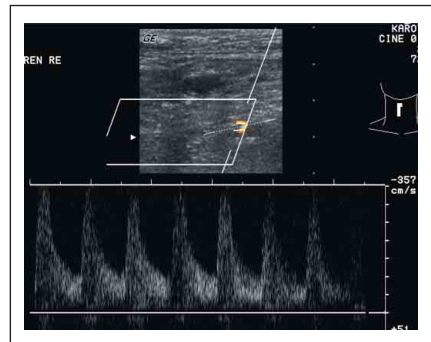
mit einer Sensitivität von 90–96 % und Spezifität von 89–96 % farbduplexsonographisch identifiziert werden. Ein Verschuß der Nierenarterien liegt duplexsonographisch vor, falls bei eindeutiger B-Mode-sonographischer Darstellung der Nierenarterien hier keine Flußsignale abgeleitet werden und intrarenal niedrige RI festzustellen sind. Ein segmentartiger Farbflußausfall intrarenal Arterien ist verdächtig für eine Okklusion der Nierenarterienabzweigungen. Bei Vorhandensein von Nierenpolararterien oder bei arterieller Mehrfachversorgung der Niere können Nierenarterienläsionen der Diagnose entgehen, wenn der Untersucher in Unkenntnis dieser Versorgungsvariation auf eine gezielte Untersuchung verzichtet.

### Nierenarterienaneurysmen, AV-Fistel

Nierenarterienaneurysmen sind meistens angeboren, kommen aber auch im Rahmen der fibromuskulären Dysplasie oder traumatisch vor. Eine echoarme, pulsierende Raumforderung, begrenzt durch eine echo-dichte Wandstruktur mit Verbindung zu den Nierenarterien, ist kennzeichnend für das eher seltene Nierenarterienaneurysma. Fallweise kommt es zu einer konzentrischen oder exzentrischen echoärmeren Wandverdickung als Zeichen für wandständige Thrombenablagerungen. Die Farbflußdarstellung des Aneurysmas zeigt eine inhomogene Farbkodierung mit Wirbelbildung. Die PW-Signale innerhalb des Aneurysmas zeigen ein turbulentes Flußmuster mit verstrichenem systolischem Fenster und niedrigeren Flußprofilen aufgrund der Lumenerweiterung. Die AV-Fisteln, die meistens nach Nierenpunktionen intrarenal iatrogen auftreten, können naturgemäß B-



**Abbildung 8:** Hochgradige, abgangsnahen Nierenarterienstenose rechts, schmales Fließvolumen am Abgang der Nierenarterie (b) aus der Aorta abdominalis (a), umschriebenes Aliasing-Phänomen (Pfeil) als Zeichen hoher lokaler Strömungsgeschwindigkeit



**Abbildung 9:** Frequenzspektrum der hochgradigen Abgangsstenose der rechten Nierenarterie,  $V_{syst}$ : 340 cm/sec.,  $V_{diast}$ : 105 cm/sec.

Die Farbflußdarstellung des Aneurysmas zeigt eine inhomogene Farbkodierung mit Wirbelbildung. Die PW-Signale innerhalb des Aneurysmas zeigen ein turbulentes Flußmuster mit verstrichenem systolischem Fenster und niedrigeren Flußprofilen aufgrund der Lumenerweiterung. Die AV-Fisteln, die meistens nach Nierenpunktionen intrarenal iatrogen auftreten, können naturgemäß B-

Mode-sonographisch nicht dargestellt werden. Durch die Flußbeschleunigung im arteriellen Teil der AV-Fistel kommt es zum lokalen Aliasing-Phänomen mit mosaikartigen Vibrationsartefakten und arteriellen Signalen in den intrarenalen Venen, welche sowohl farbdopplersonographisch, als auch PW-sonographisch identifiziert werden können.

## Transplantatnieren

Die Nierentransplantation erfolgt durch Platzierung des Transplantates retroperitoneal, in die Fossa iliaca. Die arterielle Versorgung erfolgt durch End-zu-Seit-Anastomose der Transplantatnierenarterie mit der Arteria iliaca externa. Durch diese Lage ist sowohl die Transplantatniere, als auch die arterielle Versorgung der duplexsonographischen Untersuchung leicht zugänglich. Die Untersuchung erfolgt mit einer 5 MHz linearen Schallsonde, bei adipösen Patienten kommen niederfrequente Konvex-Schallsonden zum Einsatz. Unmittelbar postoperativ können folgende pathologische Bilder sonographisch untersucht werden:

- Hämatome: Ein abgekapseltes Hämatom kommt bei der B-Mode-Sonographie als der Umgebung gegenüber gut abgegrenzte Raumforderung mittlerer bis höherer Echogenität zur Darstellung. Sowohl beim PW- als auch beim Farbmodus finden sich keine Flußsignale. Das diffuse Hämatom ist gegenüber der Umgebung unscharf begrenzt und zeigt eine inhomogene Architektur.
- Abszeß: Sonomorphologisch einem Hämatom sehr ähnlich, jedoch gegenüber diesem noch inhomogener strukturiert. Oft ist in der Abszeßhöhle größerer, echodichter, teilweise auf Schallkopfdruck beweglicher Partikel-Detritus anzutreffen.
- Urinome: Scharf abgegrenzte, echofreie Raumforderung, keine Flußsignale sowohl bei der PW-, als auch bei der Farbflußdarstellung.
- Lymphozele: Sonomorphologisch von einem Urinom nicht zu unterscheiden.
- Harnstau: Echofreie Erweiterung des Nierenbeckens und der ableitenden Harnwege je nach Lokalisation der Ursache.
- Anastomosendehiszenz, Anastomosenaneurysma, Pseudoaneurysma: Eine chronische Schwäche an der Transplantatarterienanastomose führt zur aneurysmatischen Erweiterung der Anastomose. Im B-Mode kommt es zu einer spindelförmigen oder kugelförmigen, echofreien, pulsierenden Raumforderung mit Verbindung zur Becken- und Transplantatnierenarterie, umgeben von einer echodichten Begrenzung. Bei längerem Bestehen kommt es zur Verdickung der Aneurysmeninnenwände durch eine Schicht mittlerer Echogenität im Sinne einer Thrombusmanschette. Im Farbmodus kommt es hier je nach der Weite des Aneurysmas zur Wirbelbildung mit Darstellung

des gesamten Farbcharakters des Dopplerspektrums. PW-sonographisch kommt es zu einem turbulenten Dopplerspektrum mit niedrigeren Flußprofilen.

- Transplantatnierenarterienverschluß, Nierenarterienstenose, Nierenarterienknickstenose: Eine Transplantatnierenarterienstenose, Kompression von außen oder eine Embolie kann zu einem akuten Transplantatarterienverschluß führen. Dieses Krankheitsbild ist bei der CFM durch fehlende Farbkodierung der zuführenden Arterie und der intrarenalen Gefäße mit fehlenden PW-Signalen gekennzeichnet. Die Transplantatnierenarterienstenose kommt in den meisten Fällen in den ersten drei Jahren nach der Transplantation vor und ist meistens anastomosennah lokalisiert. Eine signifikante Anastomosenstenose durch eine echoarme Intimahyperplasie entgeht der B-Mode-sonographischen Darstellung. Eine signifikante Transplantatarterienstenose liegt vor, wenn es an der suspekten Stelle farbdopplersonographisch zu einem deutlichen Aliasing kommt und hier Flußgeschwindigkeiten über 150–250 cm/sec abgeleitet werden.
- Intrarenale AV-Fistel: Nach Transplantatbiopsien kann es zur iatrogenen AV-Fistel kommen. Diese Veränderungen können farbdopplersonographisch durch typische mosaikartige Vibrationsartefakte, bedingt durch ein Geschwindigkeitsgefälle von der Arterie zur Vene, erkannt werden. Dopplersonographisch ist das arterielle Rauschen in den intrarenalen Venen für diese Pathologie beweisend.
- Transplantatabstoßungsreaktion: Eine normal durchblutete Transplantatniere weist in den intrarenalen Arterien einen niedrigen peripheren Widerstand, gekennzeichnet durch einen RI von unter 0,71. Bei gewissen pathologischen Veränderungen, wie akute oder chronische Transplantatabstoßung, Harnstauung oder akute tubuläre Nekrose, kommt es zur Reduktion des diastolischen Flusses und analog dazu zum Anstieg des RI.

ANTWORTFAX

Katzenschlager R. et al. (Hrsg.)

# Duplexsonographie der Gefäße

4. Auflage 2015/16

Hiermit bestelle ich

\_\_\_ Exemplar(e)  
zum Einzelpreis von € 15,-  
(im Ausland zzgl. Versandkosten)

Name

Anschrift

Datum, Unterschrift

## Einsenden oder per Fax an:

Krause & Pachernegg GmbH, Verlag für Medizin und Wirtschaft,  
Postfach 21, A-3003 Gablitz, **FAX: +43 (0) 2231 / 612 58-10**

## Bücher & CDs

Homepage: [www.kup.at/cd\\_buch](http://www.kup.at/cd_buch)

