

Checkliste ✓

Doppler- und Duplexsonografie

Helmut Kopp
Malte Ludwig

Checklisten der
aktuellen Medizin
Begründet von
F. Largiadèr, A. Sturm,
O. Wicki

5. Auflage



Online-Version in der eRef



Thieme

Checklisten der aktuellen Medizin

Checkliste Doppler- und Duplexsonografie

Helmut Kopp, Malte Ludwig

5., überarbeitete Auflage

384 Abbildungen



Vorwort

„Die lohnendsten Forschungen sind diejenigen, welche, indem sie den Denker erfreuen, zugleich der Menschheit nützen“.

Johann Christian Doppler (1803 - 1853)

Hätte Johann Christian Doppler die überragende Bedeutung seiner Entdeckung für die medizinische Diagnostik jemals erleben können, so wäre er aus dem Staunen nicht mehr herausgekommen.

Die Doppler- und Duplexsonografie sind nach wie vor die elementaren Grundlagen der gefäßmedizinischen Diagnostik. Sie liefern nicht nur präzise Informationen über Morphologie und Lokalisation von Gefäßveränderungen, sondern auch über deren hämodynamische Relevanz.

Diese Checkliste ist entstanden auf der Basis langjähriger Tätigkeit der Autoren sowohl als zertifizierte Stufe-3-DEGUM-Kursleiter für Doppler- und Duplexsonografie als auch in Klinik und Praxis. Der Anfänger erhält exakte Hinweise zur Geräteeinstellung sowie zur praktischen Durchführung der Untersuchung. Der fortgeschrittene Anwender findet detaillierte Angaben auch zu selteneren Krankheitsbildern, wie z.B. der Mesenterialarterienstenose. Wie auch in den vorherigen Auflagen wurde großer Wert

auf die Besprechung der wichtigsten Fehlerquellen und die häufigsten Fallstricke gelegt.

Zu allen Krankheitsbildern finden sich leitliniengerechte Hinweise zur weiterführenden Diagnostik sowie zum therapeutischen Vorgehen. In der nun 5. Auflage wurde das Buch vollständig überarbeitet und dem aktuellen Wissensstand angepasst. Zahlreiche Abbildungen wurden aktualisiert oder zusätzlich eingebracht.

Auch das beste Ultraschallbuch ist nur so gut wie sein Anwender. Daher möchten wir dem Leser auch mit dieser 5. Auflage der Checkliste möglichst umfassende praktische und zielführende Hilfestellungen in der vaskulären Ultraschalldiagnostik an die Hand geben.

Mainz und Tutzing, im September 2016 Helmut Kopp Malte Ludwig

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Teil I Grauer Teil: Grundlagen

1 Technische Grundlagen, apparative Voraussetzungen und Hämodynamik

1.1 Entstehung und Ausbreitung von Ultraschallwellen

1.1.1 Grundlagen

1.1.2 Kenngrößen von Ultraschallwellen

1.1.3 Piezoelektrischer Effekt

1.1.4 Ausbreitung von Ultraschall im Gewebe

1.2 Zweidimensionaler Ultraschall

1.2.1 Puls-Echo-Prinzip

1.2.2 Auflösung

1.2.3 Schallwandler

1.2.4 Fokussierung

1.2.5 Signalverarbeitung

1.2.6 Schallintensität

1.2.7 Mechanischer Index (MI)

1.2.8 Thermischer Index (TI)

1.2.9 Tissue Harmonic Imaging (THI)

1.3 Dopplersonografie

1.3.1 Grundlagen

1.3.2 Dopplerverfahren

1.3.3 Verarbeitung des Dopplersignals

1.4 Duplexsonografie

1.4.1 Konventionelle Duplexsonografie, Schwarzweiß-Duplex

1.4.2 Farbduplexsonografie

1.5 B-Flow

1.5.1 Definition

1.5.2 Vorteile der B-Flow-Technik

1.5.3 Nachteile der B-Flow-Technik

1.5.4 Indikationen

1.6 Kontrastmittel-Sonografie

1.6.1 Grundlagen

1.6.2 Ultraschall-Kontrastmittel

1.6.3 Indikationen

1.7 Sonografie in 3D bzw. 4D

1.7.1 Grundlagen

1.7.2 Technik:

1.7.3 Indikationen:

1.8 Geräteeinstellung

1.8.1 Gain: B-Bild

1.8.2 Gain: PW-Doppler, CW-Doppler

1.8.3 Gain: Farbdoppler

1.8.4 Sample volume (Messvolumen)

1.8.5 Geschwindigkeitsbereich / Pulsrepetitionsfrequenz (PRF)

1.8.6 Wandfilter

1.9 Artefakte

1.9.1 Grundlagen

1.9.2 Schallschatten

1.9.3 Dorsale Schallverstärkung

1.9.4 Rauschen

1.9.5 Schichtdickenartefakt

1.9.6 Wiederholungsechos

1.9.7 Spiegelartefakt

1.9.8 Blooming-Artefakt

1.9.9 Konfetti-Zeichen

1.9.10 Weitere Artefakte im klinischen Alltag

1.10 Arterielle Hämodynamik

1.10.1 Laminare und turbulente Strömung

1.10.2 Strömungsprofil

1.10.3 Arterienstenose

Teil II Grüner Teil: Fluss-Schemata und Fallstricke

2 Fluss-Schemata

2.1 Arterien der oberen und unteren Extremitäten

2.1.1 Chronisch arterielle Verschlusskrankheit

2.1.2 Akuter Arterienverschluss

2.2 Abdominale Arterien

2.2.1 Aortenaneurysma

2.2.2 Aortendissektion

2.3 Venen der oberen und unteren Extremitäten

2.3.1 Venenthrombose

2.3.2 Varikosis

2.4 Abdominale Venen

2.4.1 Portale Hypertonie

2.5 Extrakranielle hirnversorgende Arterien

2.5.1 Extrakranieller Arterienverschluss

3 Fallstricke bei der Doppler- und Duplexsonografie

3.1 Allgemeine Fallstricke

3.1.1 Fallstricke bei der Dopplerdruckmessung

3.1.2 Fallstricke bei der konventionellen Dopplersonografie

3.1.3 Fallstricke bei der B-Bild-Sonografie

3.1.4 Fallstricke bei der Duplex-/Farbduplexsonografie

3.2 Spezielle Fallstricke

3.2.1 Erschwerte Druckmessung bei Vorhofflimmern

3.2.2 Dopplerkurve oberhalb der Nulllinie

- 3.2.3 Geringe Amplitude
- 3.2.4 Erschwerte Schallbarkeit bei Adipositas und Kalzifizierungen
- 3.2.5 Frequenzfreies Fenster
- 3.2.6 Farbdarstellung
- 3.2.7 Strömungsgeschwindigkeiten

Teil III Blauer Teil: Spezielle Gefäßregionen

4 Arterien der oberen und unteren Extremitäten

- 4.1 Anatomie der Arterien der oberen Extremität
 - 4.1.1 A. subclavia
 - 4.1.2 A. axillaris
 - 4.1.3 A. brachialis
 - 4.1.4 A. radialis
 - 4.1.5 A. ulnaris
- 4.2 Anatomie der Arterien der unteren Extremität
 - 4.2.1 A. femoralis communis und A. femoralis superficialis
 - 4.2.2 A. profunda femoris
 - 4.2.3 A. poplitea
 - 4.2.4 A. tibialis anterior
 - 4.2.5 A. tibialis posterior
 - 4.2.6 A. fibularis
- 4.3 Untersuchung der Arterien: Doppler-Druckmethode, Bestimmung des ankle-brachial-index (ABI)
 - 4.3.1 Grundlagen
 - 4.3.2 Untersuchungsbedingungen
 - 4.3.3 Diagnostische Aussage
- 4.4 Untersuchung der peripheren Arterien mit der Stiftsonde
 - 4.4.1 Grundlagen
 - 4.4.2 Untersuchungsbedingungen
 - 4.4.3 Durchführung
 - 4.4.4 Diagnostische Aussage

4.5 Untersuchung der peripheren Arterien mit B-Bild

4.5.1 Grundlagen

4.5.2 Untersuchungsbedingungen

4.5.3 Durchführung

4.5.4 Diagnostische Aussage

4.6 Untersuchung peripherer Arterien mittels Duplexsonografie

4.6.1 Grundlagen

4.6.2 Untersuchungsbedingungen

4.6.3 Durchführung

4.6.4 Diagnostische Aussage

4.7 Normalbefund

4.7.1 Dopplerdruck. ABI-Bestimmung

4.7.2 Stiftsonde

4.7.3 Parameter der Analogkurve

4.7.4 Parameter des Frequenzspektrums

4.7.5 B-Bild

4.7.6 Duplexsonografie

4.8 Periphere Arterienstenose

4.8.1 Grundlagen

4.8.2 Dopplerdruck, ABI-Bestimmung

4.8.3 Stiftsonde

4.8.4 B-Bild

4.8.5 Konventionelle Duplexsonografie/Farbduplexsonografie

4.8.6 Stellenwert der einzelnen Verfahren

4.8.7 Klinisches Prozedere

4.9 Peripherer Arterienverschluss

4.9.1 Grundlagen

4.9.2 Dopplerdruckmessung, ABI-Bestimmung

4.9.3 Stiftsonde

4.9.4 B-Bild

4.9.5 Konventionelle Duplexsonografie/Farbduplexsonografie

4.9.6 Stellenwert der einzelnen Verfahren

4.9.7 Klinisches Prozedere

4.10 Mediasklerose

4.10.1 Grundlagen

4.10.2 Dopplerdruckmessung, ABI-Bestimmung

4.10.3 Dopplerstiftsonde

4.10.4 B-Bild

4.10.5 Duplexbefund

4.10.6 Stellenwert der einzelnen Verfahren

4.10.7 Klinisches Prozedere

4.11 Peripheres Arterienaneurysma

4.11.1 Grundlagen

4.11.2 B-Bild

4.11.3 Konventionelle/Farbduplexsonografie

4.11.4 Stellenwert der einzelnen Verfahren

4.11.5 Klinisches Prozedere

4.12 Arteriendisektion

4.12.1 Grundlagen

4.12.2 Dopplerdruckmessung, ABI-Bestimmung

4.12.3 Stiftsonde

4.12.4 B-Bild

4.12.5 Konventionelle/Farbduplexsonografie

4.12.6 Stellenwert der einzelnen Verfahren

4.12.7 Klinisches Prozedere

4.13 A.V.-Fistel, Shunt

4.13.1 Grundlagen

4.13.2 Dopplerdruckmessung

4.13.3 Stiftsonde

4.13.4 B-Bild

4.13.5 Konventionelle/Farbduplexsonografie

4.13.6 Stellenwert der einzelnen Verfahren

4.13.7 Klinisches Prozedere

4.14 Arterielle Kompressionssyndrome

- 4.14.1 Grundlagen
- 4.14.2 Klinisches Prozedere
- 4.15 Dokumentation
- 4.15.1 Direktionale Dopplersonografie
- 4.15.2 Duplexsonografie
- 4.16 Fallbeispiele

5 Venen der oberen und unteren Extremitäten

- 5.1 Anatomie der Venen der unteren Extremität
 - 5.1.1 V. femoralis communis
 - 5.1.2 V. femoralis superficialis
 - 5.1.3 V. profunda femoris
 - 5.1.4 V. poplitea
 - 5.1.5 Venae tibiales posteriores
 - 5.1.6 Venae tibiales anteriores
 - 5.1.7 V. fibularis
 - 5.1.8 V. saphena magna
 - 5.1.9 V. saphena parva
 - 5.1.10 Perforansvenen
- 5.2 Anatomie der Venen der oberen Extremität
 - 5.2.1 V. subclavia
 - 5.2.2 V. axillaris
 - 5.2.3 V. brachialis
 - 5.2.4 Venae radiales
 - 5.2.5 Venae ulnares
 - 5.2.6 V. cephalica
 - 5.2.7 V. basilica
- 5.3 Übersicht sonografische Technik und Indikationen
 - 5.3.1 Tabellen
- 5.4 Untersuchungsgang I – Frage nach Beinvenenthrombose
 - 5.4.1 Grundlagen
 - 5.4.2 Vorgehen bei klinischem Verdacht auf tiefe Beinvenenthrombose

5.4.3 Untersuchungsbedingungen

5.4.4 Stiftsonde

5.4.5 B-Bild

5.4.6 Konventioneller Duplex und PW-Doppler

5.4.7 Farbduplex

5.5 Untersuchungsgang II - Frage nach Armvenenthrombose

5.5.1 Grundlagen

5.5.2 Untersuchungsbedingungen

5.5.3 Stiftsonde

5.5.4 B-Bild

5.5.5 Konventioneller Duplex, PW-Doppler

5.5.6 Farbduplex

5.6 Untersuchungsgang III – Frage nach Klappeninsuffizienz

5.6.1 Grundlagen

5.6.2 Untersuchungsbedingungen

5.6.3 Stiftsonde

5.6.4 B-Bild

5.6.5 Konventioneller Duplex, PW-Doppler

5.6.6 Farbduplex

5.7 Normalbefund

5.7.1 Grundlagen

5.7.2 Stiftsonde

5.7.3 B-Bild

5.7.4 Konventioneller Duplex, PW-Doppler

5.7.5 Farbduplex

5.8 Thrombose der V. femoralis superficialis

5.8.1 Stiftsonde

5.8.2 B-Bild

5.8.3 Konventioneller Duplex, PW-Doppler

5.8.4 Farbduplex

5.8.5 Klinisches Prozedere

5.9 Thrombose der V. poplitea sowie der Unterschenkelvenen

- 5.9.1 Stiftsonde
- 5.9.2 B-Bild
- 5.9.3 Konventioneller Duplex, PW-Doppler
- 5.9.4 Farbduplex
- 5.9.5 Klinisches Prozedere
- 5.10 Beckenvenenthrombose
 - 5.10.1 Grundlagen
 - 5.10.2 Stiftsonde
 - 5.10.3 B-Bild
 - 5.10.4 Konventioneller Duplex, PW-Doppler
 - 5.10.5 Farbduplex
 - 5.10.6 Bewertung und weiterführende Diagnostik
 - 5.10.7 Klinisches Prozedere
- 5.11 Postthrombotisches Syndrom
 - 5.11.1 Grundlagen
 - 5.11.2 Befunde
 - 5.11.3 Klinisches Prozedere
- 5.12 Stamm- und Seitenastvarikose der V. saphena magna
 - 5.12.1 Stiftsonde
 - 5.12.2 B-Bild
 - 5.12.3 Konventioneller Duplex, PW-Doppler
 - 5.12.4 Farbduplex
 - 5.12.5 Klinisches Prozedere
- 5.13 Weitere pathologische Befunde
 - 5.13.1 Armvenenthrombose
 - 5.13.2 Thrombophlebitis
 - 5.13.3 Phlegmasia coerulea dolens
- 5.14 Dokumentation
 - 5.14.1 Normalbefund
 - 5.14.2 Pathologischer Befund
- 5.15 Fallbeispiele

6 Abdominale Arterien

6.1 Anatomie der abdominalen Arterien

6.1.1 Aorta abdominalis

6.1.2 Äste der Aorta

6.1.3 Arteria iliaca communis, externa und interna

6.2 Untersuchung abdominalen Arterien mit B-Bild

6.2.1 Voraussetzungen

6.2.2 Untersuchungsgang

6.2.3 Diagnostische Aussage

6.3 Abdominale Arterien/Duplexsonografie

6.3.1 Aorta abdominalis

6.3.2 Truncus coeliacus

6.3.3 A. mesenterica superior

6.3.4 A. mesenterica inferior

6.3.5 A. iliaca communis, externa und interna

6.3.6 Nierenarterien

6.3.7 Nierenparenchymarterien

6.4 Nierenarterienstenose

6.4.1 Untersuchungsablauf

6.4.2 B-Bild

6.4.3 Konventioneller Duplex, PW-Doppler

6.4.4 Farbduplex

6.4.5 Stellenwert des Verfahrens

6.4.6 Klinisches Prozedere

6.5 Stenose der A. mesenterica superior

6.5.1 Untersuchungsablauf

6.5.2 B-Bild

6.5.3 Konventioneller Duplex, PW-Doppler

6.5.4 Farbduplex

6.5.5 Stellenwert des Verfahrens

6.5.6 Klinisches Prozedere

6.6 Verschluss der A. iliaca externa

- 6.6.1 Untersuchungsablauf
- 6.6.2 Stiftsonde
- 6.6.3 B-Bild
- 6.6.4 Konventioneller Duplex, PW-Doppler
- 6.6.5 Farbduplex
- 6.6.6 Stellenwert des Verfahrens
- 6.6.7 Klinisches Prozedere
- 6.7 Aneurysma der Aorta abdominalis
 - 6.7.1 Grundlagen
 - 6.7.2 Untersuchungsablauf
 - 6.7.3 B-Bild
 - 6.7.4 Konventioneller Duplex, PW-Doppler
 - 6.7.5 Farbduplex
 - 6.7.6 Stellenwert des Verfahrens
 - 6.7.7 Klinisches Prozedere
- 6.8 Aortendissektion
 - 6.8.1 Grundlagen
 - 6.8.2 Untersuchungsablauf
 - 6.8.3 B-Bild
 - 6.8.4 Konventioneller Duplex, PW-Doppler
 - 6.8.5 Farbduplex
 - 6.8.6 Stellenwert des Verfahrens
 - 6.8.7 Klinisches Prozedere
- 6.9 Seltene Befunde abdominaler Arterien
 - 6.9.1 Aorta abdominalis
 - 6.9.2 Truncus coeliacus
 - 6.9.3 A. mesenterica superior/inferior:
 - 6.9.4 A. iliaca
 - 6.9.5 Nierenarterien
- 6.10 Dokumentation
 - 6.10.1 Normalbefund
 - 6.10.2 Stenose, Verschluss

6.10.3 Nierenarterienstenose

6.10.4 Aneurysma

7 Abdominale Venen

7.1 Anatomie der abdominalen Venen

7.1.1 V. cava inferior

7.1.2 V. iliaca communis, V. iliaca externa, V. iliaca interna

7.1.3 Lebervenen

7.1.4 Nierenvenen

7.1.5 V. portae

7.1.6 V. lienalis

7.1.7 V. mesenterica superior

7.1.8 V. mesenterica inferior

7.2 Untersuchung abdominalen Venen mit B-Bild

7.2.1 Voraussetzungen

7.2.2 Untersuchungsgang

7.2.3 Diagnostische Aussage

7.3 Abdominale Venen/Duplexsonografie

7.3.1 V. cava inferior

7.3.2 V. iliaca communis, V. iliaca externa

7.3.3 Lebervenen

7.3.4 Nierenvenen

7.3.5 V. portae

7.3.6 V. lienalis

7.3.7 V. mesenterica superior

7.3.8 V. mesenterica inferior

7.4 Thrombose der V. cava inferior

7.4.1 Untersuchungsablauf

7.4.2 B-Bild

7.4.3 Konventioneller Duplex, PW-Doppler

7.4.4 Farbduplex

7.4.5 Stellenwert des Verfahrens

7.4.6 Klinisches Prozedere

7.5 Portale Hypertonie bei Leberzirrhose

7.5.1 Grundlagen

7.5.2 Untersuchungsablauf

7.5.3 B-Bild

7.5.4 Konventioneller Duplex, PW-Doppler

7.5.5 Farbduplex

7.5.6 Stellenwert des Verfahrens

7.5.7 Klinisches Prozedere

7.6 Portale Hypertonie bei Pfortaderthrombose

7.6.1 Grundlagen

7.6.2 Untersuchungsablauf

7.6.3 B-Bild

7.6.4 Konventioneller Duplex, PW-Doppler

7.6.5 Farbduplex

7.6.6 Stellenwert des Verfahrens

7.6.7 Klinisches Prozedere

7.7 Seltene Befunde bei Untersuchung abdominaler Venen

7.7.1 V. cava inferior

7.7.2 V. portae

7.7.3 Lebervenen

7.8 Dokumentation

7.8.1 Normalbefund

7.8.2 Pathologischer Befund

8 Extrakranielle hirnversorgende Arterien

8.1 Anatomie der extrakraniellen Arterien

8.1.1 A. carotis communis

8.1.2 A. carotis externa

8.1.3 A. carotis interna

8.1.4 A. ophthalmica

8.1.5 A. supraorbitalis und A. supratrochlearis

8.1.6 A. vertebralis

8.2 Untersuchung extrakranieller Arterien mit Stiftsonde

8.2.1 Grundlagen

8.2.2 Untersuchungsbedingungen

8.2.3 Durchführung

8.2.4 Diagnostische Aussage

8.3 Untersuchung der extrakraniellen Arterien mit B-Bild

8.3.1 Grundlagen

8.3.2 Untersuchungsbedingungen

8.3.3 Durchführung

8.3.4 Diagnostische Aussage

8.4 Untersuchung extrakranieller Arterien mittels Duplexsonografie

8.4.1 Grundlagen

8.4.2 Durchführung

8.4.3 Diagnostische Aussage

8.5 Normalbefund

8.5.1 Grundlagen

8.5.2 Stiftsonde

8.5.3 B-Bild

8.5.4 Duplexsonografie

8.6 Stenosen im Karotisstromgebiet

8.6.1 Grundlagen

8.6.2 Stiftsonde Analogkurve

8.6.3 Stiftsonde Frequenzspektrum

8.6.4 B-Bild

8.6.5 Duplexsonografie

8.6.6 Stellenwert der einzelnen Verfahren

8.6.7 Klinisches Prozedere

8.7 Karotisverschluss

8.7.1 Grundlagen

8.7.2 Stiftsonde

8.7.3 B-Bild

8.7.4 Duplexsonografie

8.7.5 Stellenwert der einzelnen Verfahren

8.7.6 Klinisches Prozedere

8.8 Stenose/Verschluss der A. subclavia

8.8.1 Grundlagen

8.8.2 Dopplerdruckmessung

8.8.3 Stiftsonde

8.8.4 B-Bild

8.8.5 Duplexsonografie

8.8.6 Stellenwert der einzelnen Verfahren

8.8.7 Klinisches Prozedere

8.9 Stenosen und Verschlüsse der A. vertebralis

8.9.1 Grundlagen

8.9.2 Stiftsonde

8.9.3 B-Bild

8.9.4 Duplexsonografie

8.9.5 Stellenwert der einzelnen Verfahren

8.9.6 Klinisches Prozedere

8.10 Karotidisdissektion

8.10.1 Grundlagen

8.10.2 Dopplerstiftsonde

8.10.3 Duplexsonografie

8.10.4 Stellenwert der Verfahren

8.10.5 Klinisches Prozedere

8.11 Glomustumor

8.11.1 Grundlagen

8.11.2 Duplexsonografie

8.11.3 Stellenwert der Verfahren

8.11.4 Klinisches Prozedere

8.12 Dokumentation

8.12.1 Direktionale Dopplersonografie der extrakraniellen Arterien

8.12.2 Duplexsonografie der extrakraniellen Arterien

9 Intrakranielle hirnversorgende Arterien

9.1 Anatomie der intrakraniellen Arterien

9.1.1 A. carotis interna/Karotissiphon

9.1.2 A. cerebri media

9.1.3 A. cerebri anterior, A. communicans anterior

9.1.4 A. cerebri posterior, A. communicans posterior

9.1.5 A. vertebralis und A. basilaris

9.2 Intrakranielle Arterien/Dopplersonografie

9.2.1 Prinzip

9.2.2 Methode

9.2.3 Schallfenster zur Untersuchung der intrakraniellen Arterien

9.2.4 Strömungsanalyse

9.2.5 A. carotis interna, Karotissiphon

9.2.6 A. cerebri media

9.2.7 A. cerebri anterior, A. communicans anterior

9.2.8 A. cerebri posterior, A. communicans posterior

9.2.9 A. vertebralis, A. basilaris

9.3 Intrakranielle Arterien/Farbduplex

9.3.1 Prinzip

9.3.2 Methode

9.3.3 Schallfenster zur farbkodierten Untersuchung intrakranieller Arterien

9.3.4 Strömungsanalyse

9.3.5 Stellenwert des Verfahrens

9.4 Normalbefund

9.4.1 PW-Doppler

9.4.2 Farbduplextechnik

9.5 Stenose der A. cerebri media

9.5.1 Indikation und Untersuchungsablauf

9.5.2 Extrakranieller Befund

9.5.3 PW-Doppler

9.5.4 Farbduplex

9.5.5 Stellenwert des Verfahrens

9.5.6 Klinisches Prozedere

9.6 Stenose der A. basilaris

9.6.1 Indikation und Untersuchungsablauf

9.6.2 Extrakranieller Befund

9.6.3 PW-Doppler

9.6.4 Farbduplex

9.6.5 Stellenwert des Verfahrens

9.6.6 Klinisches Prozedere

9.7 Sinus-cavernosus-Fistel

9.7.1 Indikation und Untersuchungsablauf

9.7.2 Extrakranieller Befund

9.7.3 PW-Doppler

9.7.4 Farbduplex

9.7.5 Stellenwert des Verfahrens

9.7.6 Klinisches Prozedere

9.8 Mikroemboliesignale (MES)

9.8.1 Grundlagen

9.8.2 Untersuchungsablauf

9.8.3 Dokumentation

9.8.4 Befunde

9.8.5 Indikationen (wichtige Beispiele)

9.9 Offenes Foramen ovale

9.9.1 Grundlagen

9.9.2 Nachweis eines Rechts-links-Shunts

9.10 Intrakranielle Arterien – seltene Befunde

9.10.1 A. carotis interna, Karotissiphon

9.10.2 A. cerebri media

9.10.3 A. cerebri anterior

9.10.4 A. cerebri posterior

9.10.5 A. vertebralis, A. basilaris

9.11 Dokumentation

9.11.1 Normalbefund

Teil IV Anhang: Befundungskriterien und Fallbeispiele

10 Inhaltliche Befundungskriterien einer dopplersonografischen Untersuchung

11 Fallbeispiele

- 11.1 Fallbeispiel Arteriell 1
- 11.2 Fallbeispiel Arteriell 2
- 11.3 Fallbeispiel Arteriell 3
- 11.4 Fallbeispiel Arteriell 4
- 11.5 Fallbeispiel Arteriell 5
- 11.6 Fallbeispiel Arteriell 6
- 11.7 Fallbeispiel Venös 1
- 11.8 Fallbeispiel Venös 2
- 11.9 Fallbeispiel Venös 3
- 11.10 Fallbeispiel Venös 4
- 11.11 Fallbeispiel Venös 5

12 Wichtige Links

13 Legende

14 Kurzglossar

15 Übersicht Normalwerte Strömungsgeschwindigkeiten

Anschriften

Sachverzeichnis

Impressum

Teil I Grauer Teil: Grundlagen

1 Technische Grundlagen, apparative Voraussetzungen und Hämodynamik

1 Technische Grundlagen, apparative Voraussetzungen und Hämodynamik

1.1 Entstehung und Ausbreitung von Ultraschallwellen

1.1.1 Grundlagen

- **Definition des Ultraschalls:** Longitudinale Druckpulswellen mit einer Frequenz zwischen 20.000 Hz und 1GHz werden als Ultraschall bezeichnet.
- **Größenordnung:** 1 Megahertz (MHz) entspricht 1 Million Schwingungen pro Sekunde. In der klinischen Diagnostik liegen die Frequenzen zwischen 2 und 10 MHz. Bei speziellen Einsatzgebieten wie intravaskulärem Ultraschall oder der Tumordiagnostik in der Dermatologie kommen Frequenzen bis 30 MHz zum Einsatz.

1.1.2 Kenngrößen von Ultraschallwellen

- **Wellenlänge Lambda (λ):** Räumlicher Abstand zweier benachbarter Maxima einer Sinusschwingung.
- **Frequenz (f):** Anzahl der Schwingungen pro Sekunde; $1/s = 1 \text{ Hz}$.
- **Periode:** Schwingungsdauer (in Sekunden).
- **Schallgeschwindigkeit (c):** Produkt aus Frequenz und Wellenlänge.

- **Schallintensität (I):** Amplitude der Auslenkung aus der Ruhelage. Einheit der Schallleistung in Ausbreitungsrichtung: mW/cm^2 .

1.1.3 Piezoelektrischer Effekt

- Beim **Anlegen einer Wechselspannung an Keramikelemente** werden diese proportional zum Phasenwechsel der Spannung zu **pulsatilen Formänderungen** angeregt. Dieses Phänomen wird als **piezoelektrischer Effekt** bezeichnet. Die Frequenz der hierbei entstehenden Druckwellen liegt im Megahertz-Bereich. Umgekehrt können Ultraschallwellen beim Auftreffen auf Keramik kristalle diese wiederum in Schwingung versetzen und dadurch eine **elektrische Spannung** induzieren. Abhängig vom ► Schallwandler wird das Schallfeld durch einen Einzelkristall oder linear nebeneinander angeordnete Kristalle erzeugt.

1.1.4 Ausbreitung von Ultraschall im Gewebe

- **Schallausbreitungsgeschwindigkeit:** Sie ist in verschiedenen Körpergeweben nahezu gleich und beträgt ca. 1540 m/s. Eine Ausnahme ist Knochengewebe, hier beträgt die Ausbreitungsgeschwindigkeit 3500 m/s.
- **Physikalische Effekte:** Ultraschallwellen sind im Gewebe im Wesentlichen den folgenden vier physikalischen Effekten unterworfen:
 - *Reflexion* (► Abb. 1.1a):
 - Reflexion ist definiert als Umkehr der Ausbreitungsrichtung von Schallwellen an einer Grenzfläche. Einfallswinkel und Ausfallswinkel des Schallstrahls sind gleich. Bedingung für die

Reflexion von Schallwellen ist eine Dicke der Grenzschicht bzw. des anderen Mediums von mindestens einer Wellenlänge. Weitere Voraussetzung ist eine unterschiedliche Impedanz der Gewebe.

- Akustische Impedanz: Schallwellenwiderstand; Materialkonstante, die sich als Produkt aus Schallausbreitungsgeschwindigkeit und Dichte des Mediums errechnet. Große Impedanzunterschiede haben eine überwiegende Reflexion der Schallenergie zur Folge, nur ein kleiner Teil erfährt eine Transmission (z. B. an der Grenzfläche Weichteilgewebe/Luft in der Lunge). Treffen Ultraschallwellen auf knöcherne Strukturen, resultiert wegen des deutlichen Impedanzunterschiedes eine überwiegende Reflexion; der kleine, transmittierte Anteil erfährt im Knochen eine starke Abschwächung durch hohe Absorption. Eine Abbildung von Strukturen, die im Schallschatten eines Knochens liegen, ist daher nicht möglich.
- *Transmission* (► Abb. 1.1c): Bei der Transmission werden Grenzflächen von Schallwellen durchdrungen. Die Transmission ist mit einer Abweichung von der geradlinigen Ausbreitung der Schallwellen verbunden. Dieses Phänomen wird als Beugung bezeichnet.
- *Streuung* (► Abb. 1.1b): Treffen Schallwellen auf Strukturen, die *kleiner* als eine Wellenlänge sind, kommt es zu einer Ablenkung der Schallwellen in sämtliche Raumrichtungen. An den korpuskulären Elementen des Blutes kommt es zu einer kompletten Streuung. Die nach Streuung an den

- anterior -- B-Bild-Sonografie [1], [2]

- posterior -- B-Bild-Sonografie [1]

Vene

- pulsierende [1]

- von der Fistel abführende -- Doppleranalogkurve [1]

- von der Fistel abführende -- Dopplerfrequenzanalyse [1]

- von der Fistel abführende -- Frequenzspektrum [1]

Venen

- abdominale [1], [2], [3], [4]

- abdominale -- B-Bild-Sonografie [1], [2]

- abdominale -- Befunddokumentation [1]

- abdominale -- Duplexsonografie [1], [2], [3]

- abdominale -- Normalbefund [1]

- abdominale -- Sondenkompressionstest [1]

- Extremität -- obere s. Armvenen [1]

- periphere [1]

Veneninsuffizienz

- chronische [1], [2]

Venenklappendestruktion [1], [2], [3]

Venenklappenfunktion

- Dopplerstiftsonden-Untersuchung [1]

- Prüfung [1], [2]

Venenklappeninsuffizienz [1], [2]

- Dokumentation [1]

- Dopplersonografie [1]

- Duplexonografie [1]

- Provokationsmanöver [1]

Venenklappeninsuffizienzpunkt

- distaler [1]

Venenlumen

- Farbfüllung -- mangelhafte [1]

Venenmaterial

- autologes -- Dialyse-Shunt [1], [2]

Venenquerpulsation [1]

Venenrekanalisation [1]

Venenring

- periaortaler [1]

Venensporn [1], [2], [3]

Venenstern

- B-Bild-Sonografie [1]

Venensystem

- Geschwindigkeitsbereichseinstellung [1], [2]

- Rauschen [1]

- Sample-volume-Einstellung [1]

- Wandfiltereinstellung [1]

Venenthrombose [1]

Venenzeichnung

- pulsierende [1]

Veno-occlusive disease [1]

Verstärkung s. Gain [1]

Vertebralarterienuntersuchung

- Schallschatten der Querfortsätze [1]

Vertebrobasiläres

- System -- Anlagevarianten [1]

VFC = Vena femoralis communis [1]

Visusverlust

- einseitiger [1]

Vitamin K-Antagonist [1]

Vitamin-K-Antagonist [1]

Vorhofflimmern

- Druckmessung, erschwerte [1]

Waden-Claudicatio [1]

Wadenmuskulatur

- Kompression [1]

Wallenberg-Syndrom [1], [2]

Wandauflagerungen, Arterien [1]

Wanddickenbestimmung [1]

Wandfilter [1]

Warren-Shunt [1]

Wasser

- Adsorptionskoeffizient [1]

- akustische Impedanz [1]

Weber-Syndrom [1]

Wegstrecke

- schmerzfreie [1]

Weichteilgewebe

- Adsorptionskoeffizient [1]

- akustische Impedanz [1]

Wellenlänge [1], [2]

Wiederholungsechos [1], [2], [3], [4]

Winiwarter-Buerger

- Morbus [1]

Winkelkorrektur

- fehlerhafte [1]

- Maximalgeschwindigkeit [1]

Winkelkorrekturbalken

- zu steil ausgerichteter [1]

Wirbelkanalstenose

- lumbale [1]

Wirbelquerfortsatz

- Schallschatten [1]

Wright-Manöver [1]

Y-Prothese [1]

Zero-crosser s. Nulldurchgangszähler [1]

Zirkulationsstörung

- spinale [1]

Zirrhose

- primär biliäre [1]

Zweikanal-Technik [1]

Zwei-Kanaltechnik [1]

Zyste

- Schallverstärkung -- dorsale [1], [2]

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2017 Georg Thieme Verlag KG

Rüdigerstr. 14

70469 Stuttgart

Deutschland

www.thieme.de

1. Auflage 1999

2. Auflage 2001

3. Auflage 2007

4. Auflage 2012

Umschlaggestaltung: Thieme Konzeption

Zeichnungen: Gay + Rothenburger, Sternenfels, Angelika Kramer, Stuttgart

Umschlagfoto: Studio Nordbahnhof, Stuttgart

Wichtiger Hinweis: Wie jede Wissenschaft ist die Medizin ständigen Entwicklungen unterworfen. Forschung und klinische Erfahrung erweitern unsere Erkenntnisse, insbesondere was Behandlung und medikamentöse Therapie anbelangt. Soweit in diesem Werk eine Dosierung oder eine Applikation erwähnt wird, darf der Leser zwar darauf vertrauen, dass Autoren, Herausgeber und Verlag große Sorgfalt darauf verwandt haben, dass diese Angabe **dem Wissensstand bei Fertigstellung des Werkes** entspricht.

Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag jedoch keine Gewähr übernommen werden. **Jeder Benutzer ist angehalten**, durch sorgfältige Prüfung der Beipackzettel der verwendeten Präparate und gegebenenfalls nach Konsultation eines Spezialisten festzustellen, ob die dort gegebene Empfehlung für Dosierungen oder die Beachtung von Kontraindikationen gegenüber der Angabe in diesem Buch abweicht. Eine solche Prüfung ist besonders wichtig bei selten verwendeten Präparaten oder solchen, die neu auf den Markt gebracht worden sind. **Jede Dosierung oder Applikation erfolgt auf eigene Gefahr des Benutzers.** Autoren