

Kurshandbuch

2019

Bitte nicht ausdrucken.
Du erhältst dein persönliches Exemplar in
der ersten Vorlesung am 29.04.2019!



3. Auflage

Sonokurs Gießen



Kurshandbuch Sono

3. Auflage

Kurshandbuch für den Grundkurs Abdomen-, Schilddrüsen- und Notfallsonografie
Stand des Dokuments 26.03.2019

Über Rückmeldungen zu diesem Kurshandbuch, insbesondere Korrekturen und Verbesserungsvorschläge freuen wir uns sehr, am besten per Email an sonokurs@med.uni-giessen.de.

Fabian Knörr, Marius Rohde, Katharina Klaiber, Janna Stati (Hrsg.)

Interdisziplinärer Schwerpunkt sonografische Ausbildung
Medizinisches Lehrzentrum
Klinikstr. 29
35392 Gießen
sonokurs@med.uni-giessen.de
www.uni-giessen.de/sonokurs

Erstellt unter Mitwirkung von:

Tilmann Hart, Jonas Ginsberg, Frank Rommel, Theresa Graf und weiteren aktuellen und ehemaligen Mitgliedern des Sonokurses.

Über unseren Kurs

Der Grundkurs Abdomen-, Schilddrüsen- und Notfallsonografie ist ein Lehrangebot des Instituts für Primärärztliche Versorgung und Hausärztliche Medizin (Univ.-Leitung: Prof. Dr. J. Kreuder) des Fachbereichs Medizin an der Justus-Liebig-Universität Gießen und Teil des Interdisziplinären Schwerpunkts sonografische Ausbildung.

Version: 2019.1

Dieses Werk ist lizenziert unter einer
Creative Commons Namensnennung-Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz.
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>



Inhalt

Anmerkung zur 3. Auflage.....	3
Allgemeines zum Kurs	4
Grundlagen der Sonografie.....	5
Kurstag 1 Einführung, Retroperitoneum.....	9
Kurstag 2 Oberbauch transversal	17
Kurstag 3 Leberpforte, Gallenblase	23
Kurstag 4 Leber	29
Kurstag 5 Schilddrüse.....	35
Kurstag 6 Niere, Milz	39
Kurstag 7 Harnblase, Uterus, Prostata.....	47
Kurstag 8 eFAST und Lungensonografie.....	53
Schallartefakte	59
Anhang	61

Anmerkung zur 3. Auflage

Wir freuen uns sehr euch hiermit bereits die dritte Auflage des Kurshandbuchs zu präsentieren. Durch eine erneute Überarbeitung konnten wir inhaltliche Ergänzungen und eine große Zahl an Verbesserungsvorschlägen umsetzen. Wir hoffen, dass euch das Kurshandbuch ein verlässlicher Begleiter in eurem Sonokurs ist und ihr auch im weiteren Studium und nach dem Start ins Berufsleben hin und wieder hineinschaut. Darüber hinaus findet ihr am Ende des Kurshandbuchs einen Ausblick zu weiteren Kursangeboten und Ergänzungen fürs Selbststudium. Ganz herzlich möchten wir an dieser Stelle allen Kursteilnehmern danken, die mit ihren Rückmeldungen einen maßgeblichen Beitrag zur Verbesserung des Kurshandbuchs geleistet haben. Wir freuen uns natürlich weiterhin über entsprechendes Feedback und wünschen viel Spaß mit der dritten Auflage!

Die Autoren
Gießen im März 2019

Allgemeines zum Kurs

Einleitung

Herzlich willkommen im Grundkurs Abdomensonografie! In diesem Kurs wirst du lernen, selbstständig eine strukturierte sonografische Untersuchung des Abdomens, der Schilddrüse und Notfallsonografie durchzuführen. Wir haben den Schwerpunkt des Kurses auf die praktischen Anteile gelegt, da uns wichtig ist, dass jeder Kursteilnehmer viel Erfahrung im Umgang mit dem Schallkopf und der Gerätebedienung sammelt. In unseren Kursen untersuchen sich die Teilnehmer gegenseitig. Du solltest dich also bequem anziehen und ein kleines Handtuch mitbringen, um das Ultraschallgel abwischen zu können. Der Kurs besteht insgesamt aus 9 Kursstunden und einer strukturierten, praktischen Prüfung (objective structured clinical examination, OSCE) am Ende des Kurses. Für die erfolgreiche Teilnahme gilt eine Anwesenheitspflicht von 80%.

Vorbereitung auf den Kurs

Um unser Kursziel zu erreichen, haben wir die Vorlesung sehr eng mit dem Kurs verknüpft. Inhalte, die montags im Hörsaal vermittelt werden, wendet ihr im Laufe der Woche direkt im Kurs an.

Damit im Kurs ein einheitliches Wissensniveau besteht, haben wir kurze Fragen zur Wissensüberprüfung eingeführt; jeder Teilnehmer muss im Laufe des Kurses zwei dieser Antestate (je 3 Minuten) absolvieren. Die Fragen zu den Kurstagen findet ihr in diesem Kurshandbuch, sie sind mit den zur Verfügung gestellten Unterlagen, dem Besuch der Vorlesung sowie einem kleinen Blick über den Tellerrand hinaus (gängige Lehrbücher, Onlinewissensplattformen) gut zu beantworten.

Für alle, die noch etwas mehr wissen wollen, haben wir für jeden Kurstag einige Themen mit „klinischem Bezug“ vermerkt. Diese Themen bieten die Möglichkeit, die Inhalte des Kurses besser im Kontext anderer Fächer einzubetten.

Zur Vorbereitung gibt es neben diesem Skript, Lehrbüchern und den Materialien auf k-med, einen YouTube-Kanal mit kurzen Schallanleitungen.



Homepage



YT Sonokurs



kmed

Prüfung und Benotung

In beiden Antestaten sind jeweils bis zu 3 Punkte erreichbar. Diese werden am Ende als Zusatzpunkte mit den Punkten aus dem OSCE verrechnet. Der OSCE beinhaltet drei praktische Schallaufgaben und zwei Zeichenübungen zu den Standardebenen.

Maximal erreichbare Punktzahl im OSCE: 180 Punkte

Notensprünge:
1: 162 – 180 Punkte
2: 144 – 161 Punkte
3: 126 – 143 Punkte
4: 108 – 125 Punkte

Weitere Informationen zu den aktuellen Regularien findet ihr auf unserer Homepage (uni-giessen.de/sono-kurs).

Kurszeiten

Die Kurseinteilung erfolgt über meinStudium. Während des Semesters bieten wir zusätzliche Übungszeiten an, diese werden in der Vorlesung und auf unserer Homepage bekannt gegeben.

Falls ihr Fragen, Wünsche, oder Anregungen habt könnt ihr uns jederzeit unter sonokurs@med.uni-giessen.de erreichen.

Wir wünschen euch schon jetzt viel Spaß beim Erlernen der Abdomensonografie und freuen uns auf einen guten und lehrreichen Kurs mit euch!

Grundlagen der Sonografie

Physikalische Grundlagen, Bildentstehung

Ultraschall

Als Ultraschall werden Schallwellen mit einer Frequenz oberhalb des für den Menschen hörbaren Frequenzbereichs bezeichnet. Diese Schallwellen umfassen daher Frequenzen ab 16 kHz. Für die diagnostische Anwendung werden hauptsächlich Frequenzen zwischen 2 – 20 MHz eingesetzt.

In einem Ultraschallkopf wird unter Zuhilfenahme des piezoelektrischen Effektes elektrische Energie in Schallenergie einer bestimmten Frequenz umgewandelt und an das Gewebe abgegeben.

An den Grenzflächen zwischen zwei Geweben unterschiedlicher Schallleitungseigenschaften entstehen Reflexionen („Echos“), die zurück zum Schallkopf gelangen.

Nach dem Senden schaltet der Schallkopf für eine bestimmte Zeit auf den Empfangs-Modus und zurückkehrende Schallimpulse („Echos“) werden in elektrische Signale umgewandelt. Aus der Laufzeit (Zeit zwischen Senden und Empfangen) kann der Prozessor des Ultraschallgeräts die Entfernung dieses Punktes vom Schallkopf ermitteln und grafisch darstellen. Dabei entspricht in der B-Bild-Sonografie die Helligkeit eines Bildpunktes der Stärke des zurückkehrenden Schallimpulses.

Strukturen, die auf dem Bildschirm hell erscheinen, werden als echoreich bezeichnet. Im Gegensatz dazu spricht man bei dunkleren Strukturen von echoarm. Bereiche, in denen keine Reflexionen entstehen, sind echofrei und werden auf dem Bildschirm schwarz dargestellt.

Impedanz und Schallreflektion

Wie bereits erwähnt, kommt es an Grenzflächen zu einer Schallreflektion. Diese Grenzflächen beziehen sich dabei auf Stoffe mit verschiedenen Schallleitungseigenschaften. Eine wichtige Größe ist die akustische Impedanz, die vereinfacht beschreibt, welcher Widerstand der Schallausbreitung entgegenwirkt. Die Impedanz ist das Produkt der Schallgeschwindigkeit und der Dichte eines Mediums. Wie anhand der Tabelle zu erkennen ist, bestehen zwischen Luft, Gewebe und Knochen erhebliche Unterschiede. Grenzflächen mit fast vollständiger Reflexion sind im medizinischen Bereich der Übergang zwischen Luft und Gewebe oder zwischen Gewebe und Knochen.

Zwischen unterschiedlichen Gewebearten wie Leber, Muskel und Fett bestehen hingegen nur geringe Unterschiede. Dies erklärt die gute sonografische Beurteilbarkeit von parenchymatösen Organen und die fast vollständige Schallauslöschung beispielsweise hinter Knochen.

Wichtig ist, dass die Echogenität eines Gewebes **nicht** direkt von der physikalischen Dichte oder Schallgeschwindigkeit abhängt. Entscheidend sind vielmehr Impedanzunterschiede innerhalb des Gewebes. Ein verfettetes Pankreas erscheint durch den Umbau des Organs mit zahlreichen Impedanzunterschieden echoreich, wohingegen die physikalische Dichte des Pankreas abgenommen hat.

Tabelle 1: Physikalische Eigenschaften unterschiedlicher Medien

Medium	Schallgeschwindigkeit	Dichte
Luft (0° C, NN)	331 m/s	1,29 kg/m ³
Fett	1470 m/s	950 kg/m ³
Wasser (40° C)	1529 m/s	992 kg/m ³
Leber	1549 m/s	1060 kg/m ³
Muskel	1568 m/s	1040 kg/m ³
Knochen	3360 m/s	1200 kg/m ³

Umrechnung von Laufzeit in Strecken

Wie oben beschrieben, zeichnet das Ultraschallgerät Laufzeiten auf. Aus diesen kann bei bekannter Geschwindigkeit einfach die Entfernung berechnet werden. Allerdings ist die Schallgeschwindigkeit für verschiedene Gewebe unterschiedlich. Für die medizinische Anwendung wird daher ein Mittelwert der Weichteile von 1540 m/s angenommen, die Abweichungen davon (siehe Tabelle) sind für den medizinischen Einsatz akzeptabel.

Schallkopfwahl und Geräteeinstellung

Geräteeinstellung

Verschiedene Einstellungen am Ultraschallgerät müssen vom Anwender bei jeder Untersuchung beachtet werden. Oft gibt es bestimmte, im Gerät gespeicherte Voreinstellungen, die bereits optimierte Einstellungen für ein bestimmtes Untersuchungsgebiet vorgeben. Je nach verwendetem Gerät gibt es zahlreiche Einstellungsmöglichkeiten. Die wichtigsten sind im Folgendem kurz zusammengefasst.

Frequenz

Die Sendefrequenz eines Schallkopfes ist in gewissen Grenzen zu beeinflussen. Vereinfacht gesagt erlauben höhere Frequenzen eine bessere Ortsauflösung der zu untersuchende Strukturen, allerdings können weiter vom Schallkopf entfernte Strukturen schlechter untersucht werden. Dies liegt darin begründet, dass höhere Frequenzen im Gewebe schneller abgeschwächt werden. Eine niedrigere Frequenz bedeutet im Umkehrschluss eine höhere Eindringtiefe des Schalls bei reduzierter Ortsauflösung.

Zur Veranschaulichung dieses zugegebenermaßen nicht einfachen Themas kann man sich folgendes Szenario vorstellen: Man spaziert abends durch die Stadt und kommt an einer Bar mit lauter Musik vorbei. Welchen Anteil der Musik hört man von draußen am deutlichsten? Selbstverständlich den dröhnen Bass des Lautsprechers (tiefe Frequenzen). Die Melodie des Liedes hört man im Gegenzug dazu leiser und undeutlicher. Betritt man die Bar und verringert somit den Abstand zur Musikquelle, kann man problemlos die Melodie wahrnehmen und vielleicht auch den Text mitsingen (höhere Frequenzen).

Gain oder Signalverstärkung

„Gain“ bedeutet im sonografischen Zusammenhang Signalverstärkung. Die ankommenden Echos werden in elektrische Signale umgewandelt, verstärkt und weiterverarbeitet. Mit der Einstellung des Gains kann die Verstärkung reguliert werden. Eine höhere Verstärkung kann dabei Signale sichtbar machen, allerdings entsteht ebenfalls ein gewisses Rauschen. Bei Übersteuerung wird auch die Beurteilbarkeit der echoreicheren Areale erschwert. Die Abbildung demonstriert dies anhand einer Fotografie, an der man den Begriff der Signalverstärkung bildlich erkennen kann.



Abb. 1: Fotografisches Beispiel für verschiedene Verstärkungseinstellungen

Eindringtiefe

Die Eindringtiefe reguliert die maximale Tiefe, aus der Schallsignale am Bildschirm dargestellt werden. Die Eindringtiefe sollte nur etwas tiefer als die zu untersuchende Struktur eingestellt werden, damit eine optimale Bildwiederholrate erreicht werden kann.

Schallkopfwahl

Es existiert eine Vielzahl an unterschiedlichen Schallköpfen, die für spezifische Fragestellungen zum Einsatz kommen. Der offenkundigste Unterschied besteht in der Form und in der Ausbreitung der Schallwellen. Für die Abdomensonografie kommen vorwiegend Konvexschallköpfe zum Einsatz, diese erlauben eine gute Ankopplung an die Haut und ergeben ein flächiges Bild. Typischerweise haben die Schallköpfe eine Frequenz im Bereich von 3 – 7 MHz und damit eine gute Eindringtiefe und ein mittleres Auflösungsvermögen.

Für oberflächliche Strukturen wie beispielsweise die Schilddrüse und zur Gefäßdiagnostik sind Linear- und Sektorschallköpfe besonders geeignet. Durch die hohe Frequenz ist die Auflösung gut, allerdings ist die Eindringtiefe nicht so hoch wie bei anderen Schallköpfen.



Abb. 2: Konvex-, Linear- und Sektorschallkopf mit Ausbreitung der Schallwellen

Einstellung des Bildes und Standardebenen

Flexibilität

Die Sonde des Ultraschallkopfes kann prinzipiell an jeder Stelle des Körpers in beliebiger Ausrichtung aufgesetzt werden. Dieses ist einerseits sinnvoll, da dies dem Untersucher erlaubt, relevante Strukturen gezielt und optimal einzustellen. Die dabei entstehenden Bilder sind ohne Kenntnis der genauen Schallkopfhaltung und -orientierung jedoch nicht ohne Weiteres zu interpretieren.

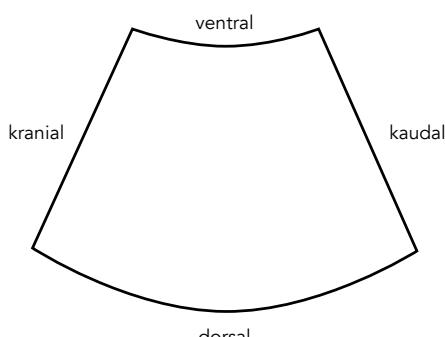
Standardebenen

Um bei der Untersuchung eines Organsystems eine Struktur einzuhalten, bieten sich bestimmte Ankopplungspunkte und Haltungen des Schallkopfes an. Die Untersuchung der Aorta erfolgt beispielsweise im paramedianen Sagittalschnitt. Die Standardebenen geben dann einen Anhaltspunkt, welche Strukturen wo im Bild zu erwarten sind und welche Lagebeziehungen und Größenverhältnisse zwischen den Organen bestehen.

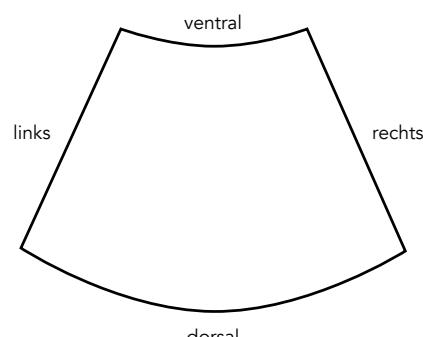
Konventionen der Schallkopfführung

In der Abdomensonografie werden Sagittalschnitte so angefertigt, dass die kraniale Patientenseite links im Bild angezeigt wird. Der Untersucher sitzt auf der rechten Seite des Patienten und das Bild auf dem Sonogerät entspricht dann im Sagittalschnitt seiner Sicht auf den Patienten.

Transversalschnitte werden so erstellt, als würde man den Patienten von kaudal aus betrachten. Dies entspricht damit den Konventionen in der Schnittbilddiagnostik.



Sagittalschnitt



Transversalschnitt

Untersuchungsablauf und Dokumentation

Untersuchungsvorbereitung

Der Untersuchungsraum sollte etwas abgedunkelt sein. In Reichweite des Untersuchungsplatzes sollten sich Papiertücher und Desinfektionsmaterialien befinden. Zur Vorbereitung werden die Daten des Patienten in das Ultraschallgerät eingegeben oder über den Zugriff auf eine Arbeitsliste auf das Gerät geladen. Bevor mit der Untersuchung begonnen wird, ist eine hygienische Händedesinfektion durchzuführen.

Untersuchungsdurchführung

Der Patient wird nun gebeten, die zu untersuchende Region freizumachen. Mit Papiertüchern kann die Kleidung etwas geschützt werden.

Ultraschallgel

Zunächst wird Ultraschallgel auf den Schallkopf aufgetragen, damit wird eine optimale Ankopplung zwischen Schallkopf und Haut erreicht.

Abkoppeln des Schallkopfes

Nach dem Aufsetzen des Schallkopfes (vorher den Patienten informieren, dass es kalt wird) wird dieser auf einer Seite abgekoppelt und auf dem Bildschirm überprüft, ob die Orientierung zutrifft. So sollte bei einem Sagittalschnitt beim Abkoppeln der kranialen Schallkopfseite das Bild links schwarz werden.

Atemkommando

Insbesondere bei der Untersuchung im Oberbauch ist ein Atemkommando, bei dem der Patient gebeten wird, tief einzuatmen und die Luft anzuhalten, sehr hilfreich, um ein gutes Bild einzustellen. Durch die tiefe Inspiration wird die Leber durch die Bewegung des Zwerchfells weiter nach kaudal verlagert, kommt unter den Rippen hervor und kann somit als Schallfenster für die Oberbauchorgane dienen.

Nun wird das gewünschte Organ in zwei Ebenen durchmustert, repräsentative Bilder zur Dokumentation eingefroren, das Piktogramm und die Beschriftung angepasst und die Bilder zum Schluss gespeichert.

Ausreichender Druck

Je nach Lage des zu untersuchenden Organes ist ein kräftiger, aber gefühlvoller Druck mit dem Schallkopf hilfreich, um überlagernde Strukturen zur Seite zu drängen (z.B. luftgefüllte Darmschlingen) und somit die Bildqualität zu verbessern. Hierbei sollte aber insbesondere an schmerhaften Strukturen (z.B. Rippenbogen) und bei der Untersuchung von Kindern ein sinnvoller Kompromiss zwischen Bildqualität und Komfort des Patienten gefunden werden.

Ende der Untersuchung

Nach dem Ende der Untersuchung wird dem Patienten dabei geholfen, Reste vom Ultraschallgel zu entfernen. Es erfolgte eine Desinfektion des Schallkopfes und eine hygienische Händedesinfektion. Anschließend können vor dem Beenden der Untersuchung am Gerät noch Messungen durchgeführt werden und die Bilder dann in das Kliniknetz hochgeladen oder ausgedruckt werden. Zum Schluss erfolgt die Erstellung eines Befundberichtes mit abschließender Vidierung. Ein Beispiel für einen Befund könnt ihr im Anhang nachlesen. Falls unerwartete Befunde oder Befunde mit einer dringlichen Therapiekonsequenz erhoben werden, ist hierüber der überweisende bzw. zuständige Kollege natürlich rasch zu informieren.

Anforderung an die Bilddokumentation

Die Dokumentation einer Untersuchung muss vollständig erfolgen, je nach Fragestellung wird der Umfang dieser Dokumentation allerdings variieren.

Grundsätzlich müssen folgende Daten dokumentiert werden: Patientenname, Geburtsdatum, Untersuchungsdatum, Geräteeinstellungen (Rand der Bilder), Piktogramm, Bezeichnung der Seite bei paarigen Organen und Besonderheiten bei der Untersuchung (z.B. „Untersuchung im Sitzen“).

Im Untersuchungsgang muss jedes untersuchte Organ so dokumentiert werden, dass wesentliche Organstrukturen abgebildet sind. Grundsätzlich ist die Dokumentation mit einigen Ausnahmen immer in 2 Ebenen durchzuführen, insbesondere bei pathologischen Befunden.

Für verschiedene Untersuchungsregionen sind von verschiedenen Fachgesellschaften Empfehlungen und Mindestanforderungen veröffentlicht worden, auf diese können wir im Rahmen des Kurses allerdings nur kurz eingehen.

Lernmaterialien

YouTube

Einführung und Gerätebedienung



Einführung

Kurstag 1

Einführung, Retroperitoneum

Fallbeispiel

Bei dem 67-jährigen Herrn K. (Raucher) wurde vor einiger Zeit eine Erweiterung der abdominalen Aorta festgestellt. Er kommt daher heute zur sonografischen Verlaufsbeurteilung. Aufgrund der Veränderung des sonografischen Befundes wird nun die Indikation zu einer operativen Therapie gestellt.

Lernziele

- Orientierung & Durchmusterung des Retroperitoneums in der Sagittalebene bis zur Bifurkation
- Standardebene AO im Sagittalschnitt
 - Messungen & Normwerte
 - Echoarme „Eier“
 - Aortenaneurysma, Kriterien der erhöhten Rupturgefahr
- Standardebene VCI im Sagittalschnitt
 - Normwerte & Messung
 - Cava-Kollaps-Test
 - Kriterien der Rechtsherzinsuffizienz
- Standardebene Iliakalgefäße

Klinischer Bezug

Arteriosklerose

Bauchaortenaneurysma

Herzinsuffizienz

Kurzanleitung Schallkopfführung

Retroperitoneum, Aorta und Vena cava sagittal

Zum Auffinden der Aorta ertastet man zunächst die Rippen und das Xiphoid, der Schallkopf wird nun links paramedian im epigastrischen Winkel (unterhalb des Xiphoids) sagittal aufgesetzt. Nachdem die Orientierung mittels Abkoppeln überprüft wurde, gibt man dem Patienten ein Atemkommando und beginnt mit der Durchmusterung, in dem man zunächst den Schallkopf gleichmäßig nach links bewegt. Für die ganz lateralen Anteile unter dem Rippenbogen sollte der Schallkopf ausgeschwenkt werden. Anschließend wird der Schallkopf nach rechts bewegt, um die Vena cava einzustellen. Dabei ist es wichtig, über die Organgrenzen hinweg zu durchmustern. Anschließend wird der Schallkopf um eine Schallkopfbreite weiter nach kaudal versetzt. Auf diese Weise folgt man beiden Gefäßen nach kaudal, bis man ihre Bifurkation erreicht.

Iliakalgefäße sagittal

Eine Möglichkeit die Iliakalgefäße einzustellen besteht darin, aus dem Sagittalschnitt auf Höhe der Bifurkation der Aorta die abgehenden Iliakalgefäße mit einer leichten Drehbewegung weiterzuverfolgen.

Eine zweite Möglichkeit besteht darin, den Schallkopf lateral des Musculus iliopsoas senkrecht zum Beckenkamm aufzusetzen. Nun bewegt man den Schallkopf nach medial über den M. iliopsoas hinweg, bis die Iliakalgefäße im Bild erscheinen.

In jedem Fall müssen die Gefäße über ihre Grenzen hinaus durchmustert werden. Ein Atemkommando ist nicht erforderlich.

Normwerte

Normwerte Aorta

Aorta abdominalis - Lumenweite suprarenal < 2,5 cm

Aorta abdominalis - Lumenweite infrarenal < 2,0 cm

A. mesenterica superior (AMS) - Lumenweite < 0,5 cm

AO-AMS-Winkel < 30°

AO-LWK-Distanz < 0,5 cm

Normwerte Vena cava

Vena cava inferior - Lumenweite

< 2,0 cm

< 2,5 cm (Sportler)

Lobus caudatus

< 2,5 x 5 cm

Ausgewählte Pathologien & Diagnosekriterien

Aortenaneurysma

Ein Aneurysma bezeichnet die Erweiterung eines Blutgefäßes. Eine geringgradige Form wird auch als Ektasie bezeichnet. Definitionsgemäß erfolgt an der Aorta die Einteilung nach den folgenden Normwerten:

Ektasie = 2,5 – 3,0 cm

Aneurysma > 3,0 cm

Ein Aortenaneurysma kann sonografisch diagnostiziert und im Verlauf beurteilt werden. Wichtig ist es insbesondere festzustellen, ob bei dem Aneurysma ein erhöhtes Risiko einer Ruptur vorliegt.

Hierzu gelten folgende diagnostische Kriterien:

- > progrediente Dilatation
- > Durchmesser > 5,5 cm¹
- > exzentrische Lumenlage
- > Divertikel- statt Spindelform
- > Dissektionsnachweis

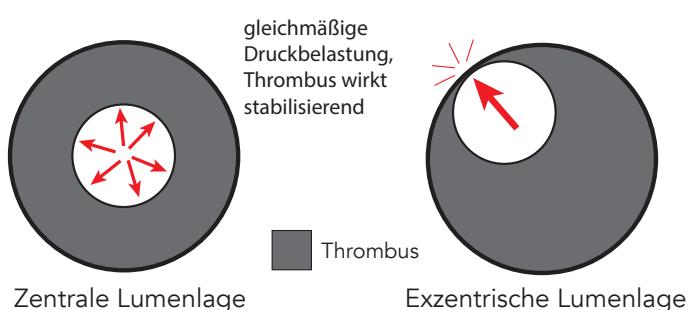


Abb. 3: Zentrale vs. exzentrische Lumenlage bei einem Aneurysma. Bei der zentralen Lumenlage kann der Thrombus stabilisierend wirken.

¹ Eher die obere Grenze; Indikation für operative Therapie bei Frauen auch ggf. schon bei 4,5 cm gegeben

Bei einer zentralen Lumenlage hat der wandständige Thrombus einen stabilisierenden Effekt, wohingegen bei exzentrischer Lage eine Schwachstelle besteht.

Eine Aussackung durch eine erhöhte punktuelle Druckbelastung der Wand bezeichnet man als Divertikelform. Besteht diese erhöhte punktuelle Druckbelastung nicht und der Druck verteilt sich gleichmäßig über die gesamte Wand des Gefäßes, spricht man von einer Spindelform. Letztere hat einen gewissen protektiven Effekt.

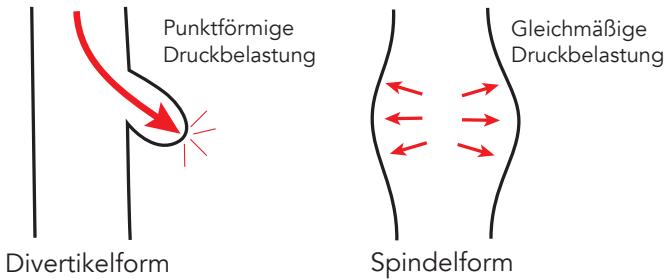


Abb. 4: Aneurysma mit Divertikel- und Spindelform

Rechtsherzinsuffizienz

Kriterien der Rechtsherzinsuffizienz

- > dilatierte VCI > 2,0 cm bzw. > 2,5 cm (junge Sportler)
- > dilatierte Lebervenen > 0,6 cm (in der Leberperipherie)
- > fehlende Atemvariabilität der Vena cava, auffälliger Cava-Kollapstest (s.u.)
- > evtl. Pleuraerguss, initial oft rechtsseitig

Cava-Kollaps-Test

Der Cava-Kollaps-Test dient der Einschätzung der Atemvariabilität der Vena cava. Dazu stellen wir das Gefäß zunächst in Atemruhelage ein und messen die Lumenweite. Nun wird der Patient gebeten, bei geschlossenem Mund schnell und kräftig durch die Nase einzutauen, bei diesem Atemmanöver sollte das Gefäß auf <1/3 des Ausgangslumens kollabieren. Es empfiehlt sich diesen Test im Doppelbildmodus durchzuführen, auf diese Weise ist der direkte Vergleich zwischen Ausgangslumen und der Lumenweite nach dem Atemmanöver möglich.

Durch die forcierte Inspiration bei relativ hohem Atemwegswiderstand wird der Thorax durch die Atemmuskulatur schneller geweitet, als die Lunge, bedingt durch den langsamen Lufteinstrom durch die Nase, folgen kann. Dadurch wird der Unterdruck im Interpleuralspalt noch stärker negativ, dies hat eine Sogwirkung auf alle Thoraxorgane zu Folge, auch auf den rechten Vorhof. Dieser wird durch den Sog aufgeweitet und füllt sich mit Blut aus den beiden Vv. cavae. Bedingt durch ihre kurzzeitige geringere Füllung kollabieren die Vv. cavae. Beim Cava-Kollaps-Test sehen wir dieses Phänomen nur an der V. cava inferior.

Bei eingeschränkter rechtsventrikulärer Pumpfunktion kommt es zu einem Rückstau des Blutes in den rechten Vorhof und auch die Vv. cavae. Da der rechte Vorhof dadurch bereits stärker gefüllt ist, fällt die Sogwirkung deutlich geringer aus und es kommt zu einem wesentlich geringeren oder ausbleibenden Kollaps der Vv. cavae.

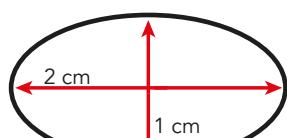
Lymphknotenveränderungen

Zur Unterscheidung benigner von malignen Lymphknotenveränderungen bietet sich der sogenannte Maximal-zu-Quer-Quotient (MQQ) an. Zur Bestimmung dieses Quotienten stellt man sich den Lymphknoten in seiner längsten Ausdehnung ein und misst einmal den maximalen Durchmesser (=Längsdurchmesser) des Lymphknotens und den dazu senkrecht stehenden Durchmesser (=Querdurchmesser) aus. Diese Messwerte werden dann ins Verhältnis gesetzt und ihr Quotient gebildet.

Weitere Dignitätskriterien für Lymphknotenveränderungen:

Benigne Vergrößerung

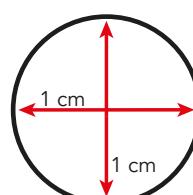
- > Längsovale Form (Bohnenform)
- > MQQ > 2
- > Hiluszeichen
- > zentrale Vaskularisierung
- > eher echoarm



$$\text{MQQ: } \frac{2\text{cm}}{1\text{cm}} = 2$$

Maligne Vergrößerung

- > rundlich
- > MQQ = 1 (Länge = Dicke)
- > kein Hiluszeichen
- > noch echoärmer
- > diffuse oder baumartige Vaskularisierung



$$\text{MQQ: } \frac{1\text{cm}}{1\text{cm}} = 1$$

5 echoarme Strukturen im Retroperitoneum („echoarme Eier“)

Die folgenden Strukturen können aufgrund ihrer sonomorphologischen Darstellung leicht mit veränderten Lymphknoten verwechselt werden. Ihre Lage sollte daher bekannt sein.

- > Ösophagus
- > Diaphragma-Ausläufer
- > V. renalis sinistra
- > Duodenum (Pars horizontalis)
- > Confluens der V. portae

Lernmaterialien

YouTube

Lektion 1 – Aorta

Lektion 2 – Vena cava

Lektion 3 – Iliakalgefäße



Aorta



Vena cava



Iliakalgefäße

Literaturangaben

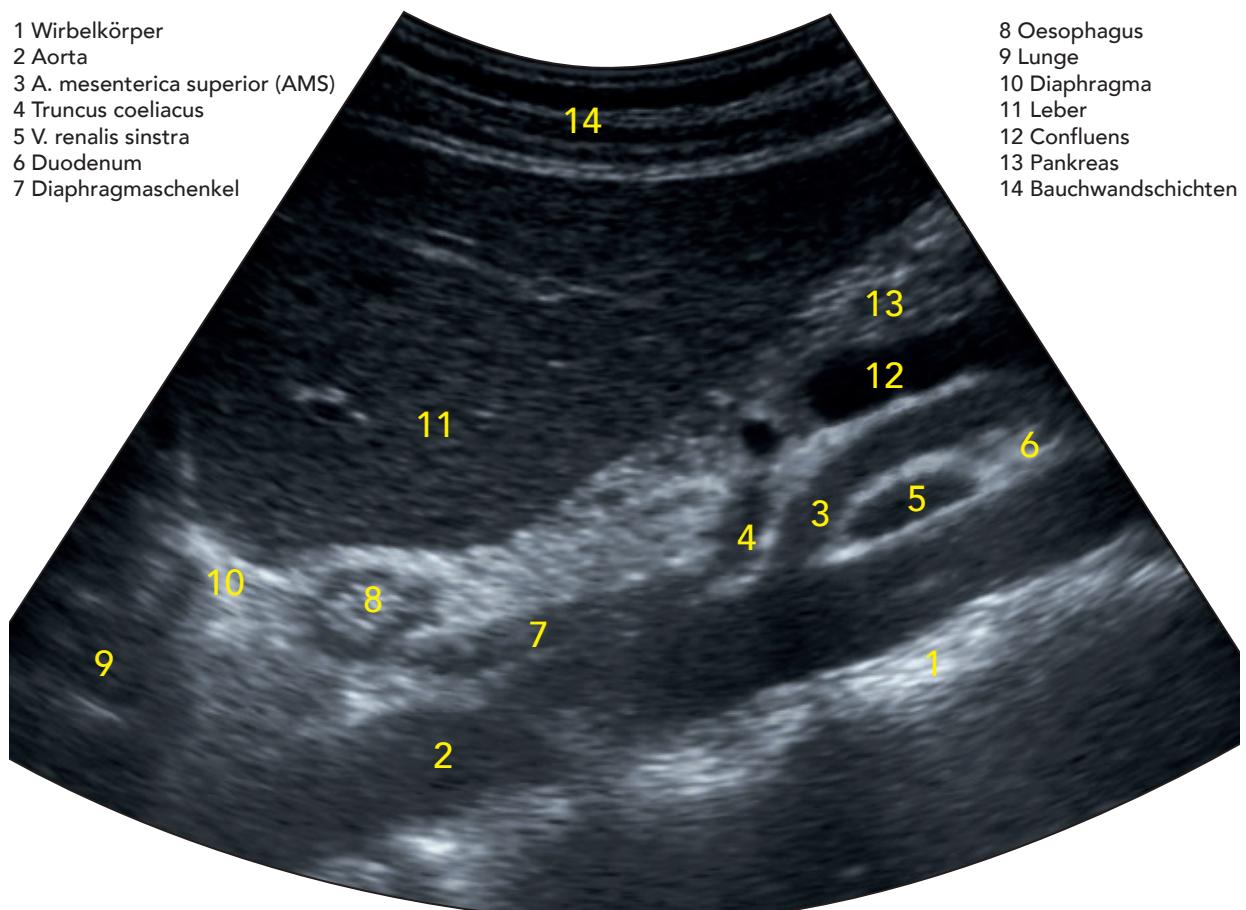
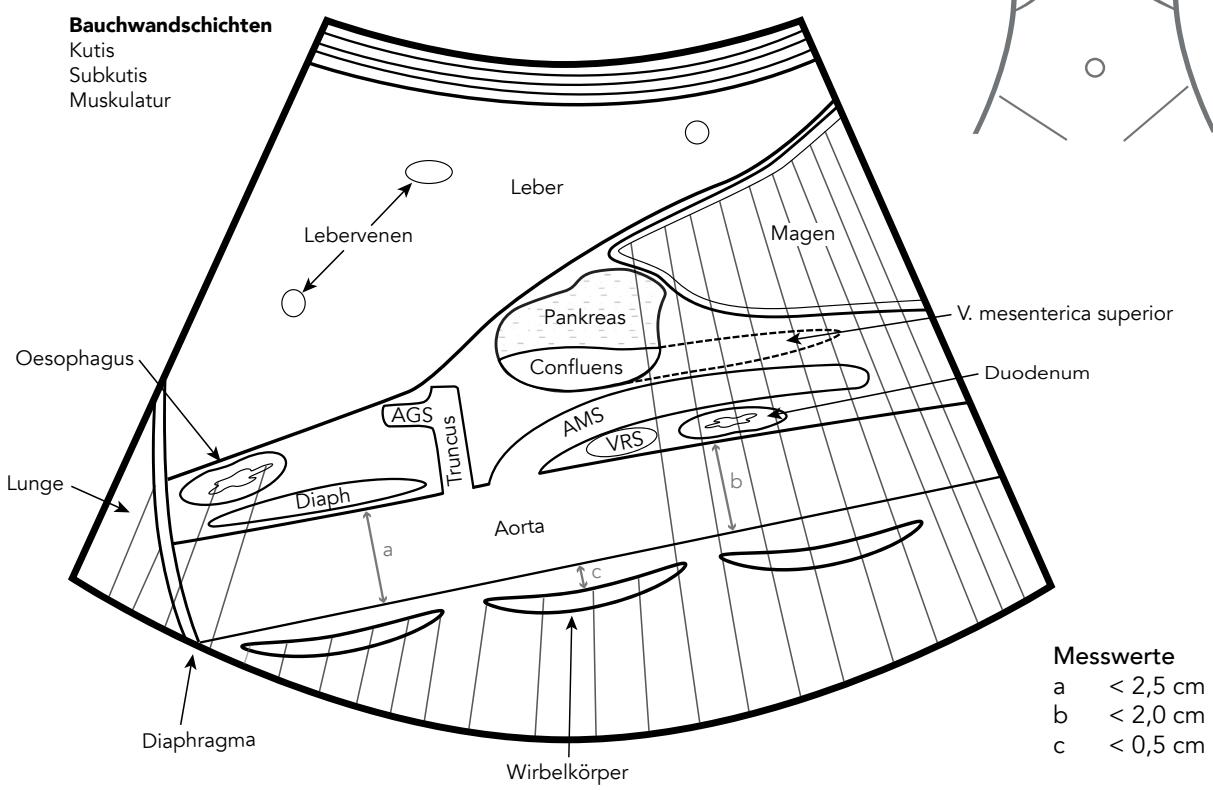
Eckstein, H., et al. (2009). „Ultraschall-Screening abdominaler Aortenaneurysma.“

Dtsch Arztebl Int **106(41): 657-663.**

Standardebenen

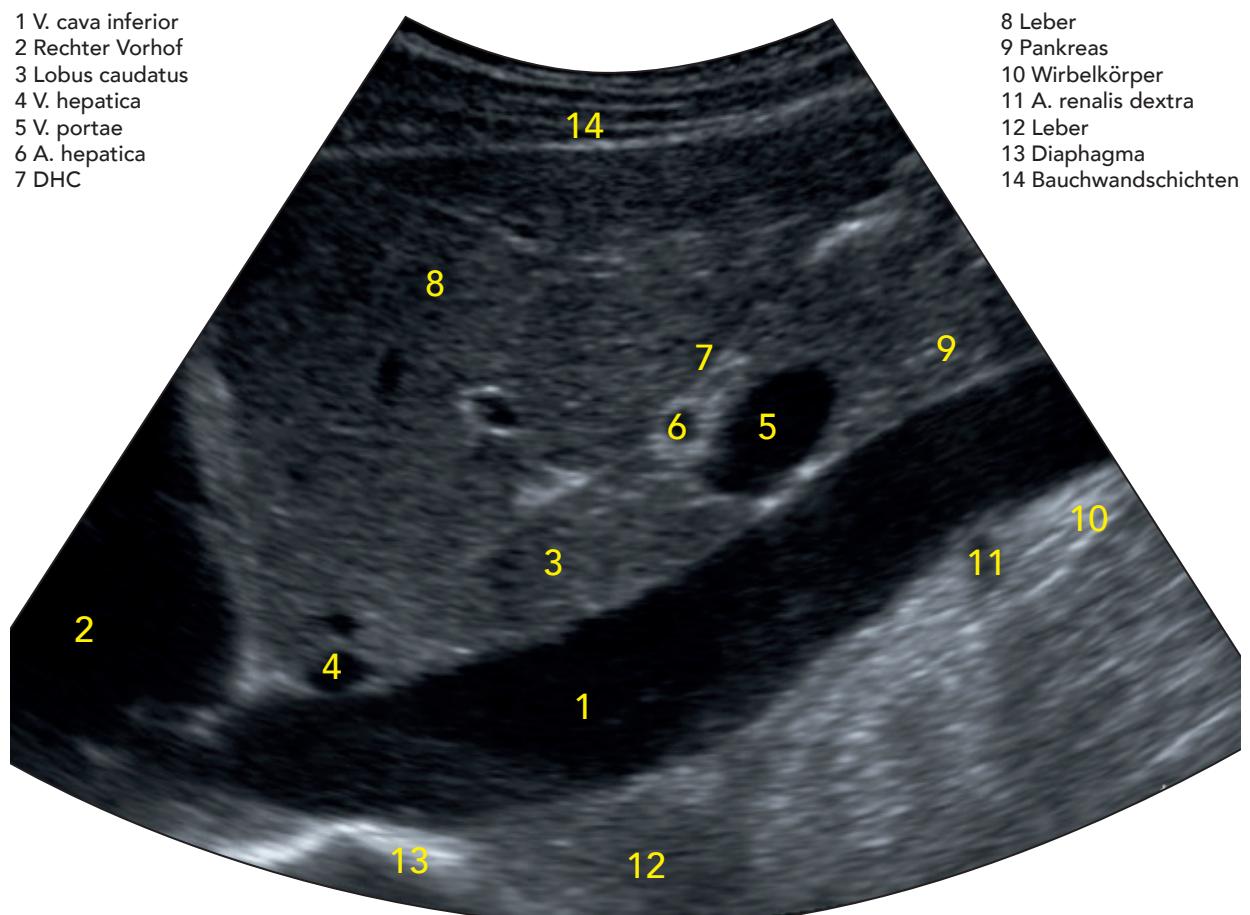
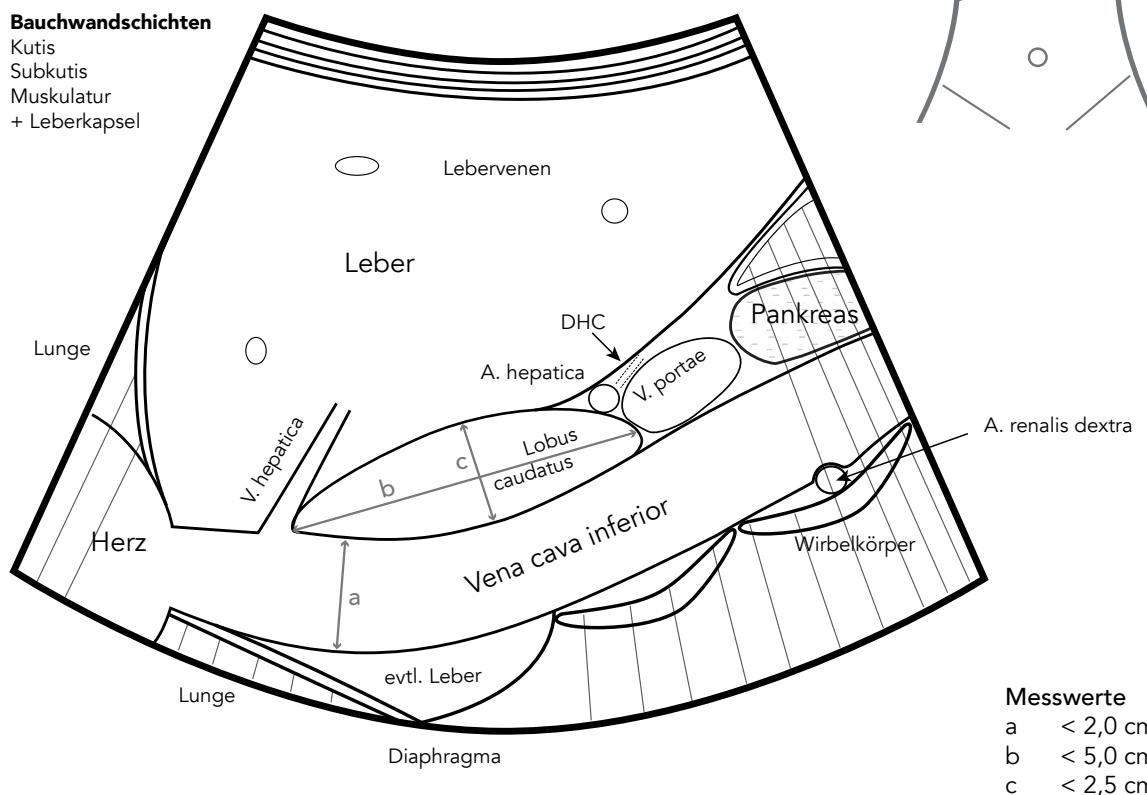
Standardebene 1

Paramedianer Sagittalschnitt Aorta



Standardebene 2

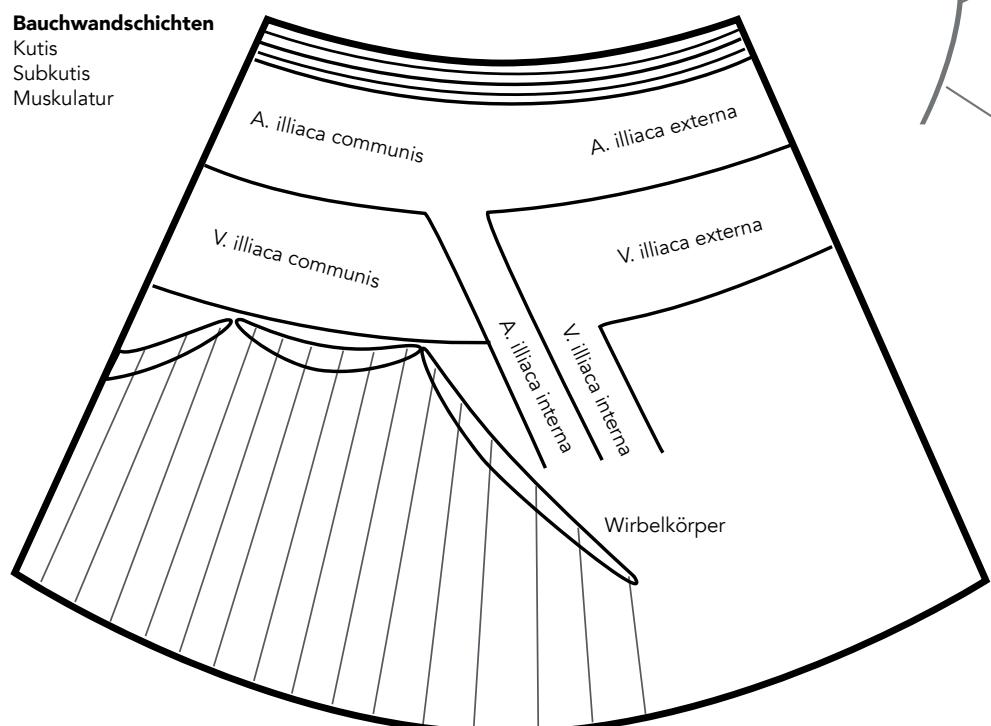
Paramedianer Sagittalschnitt Vena cava inferior



Standardebenen

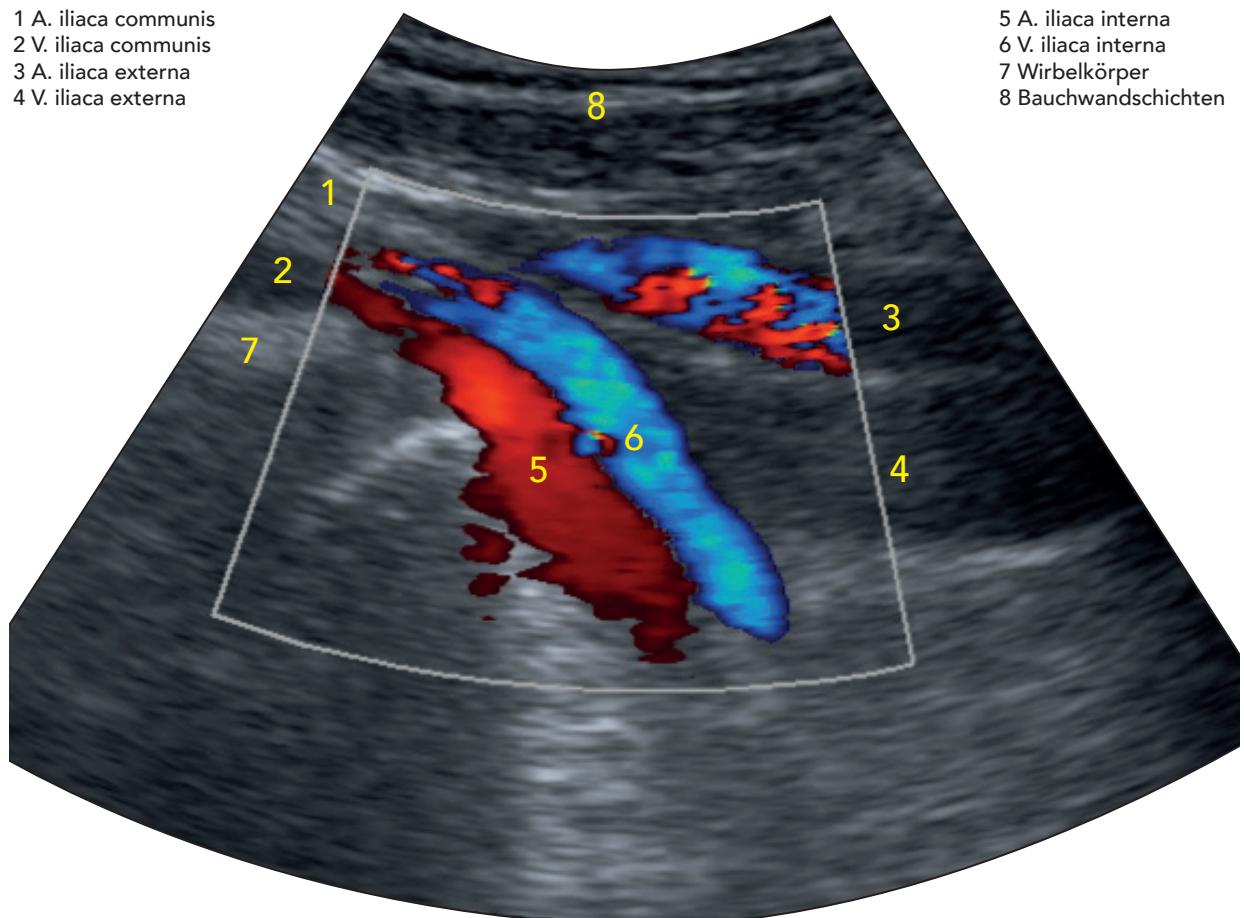
Standardebene 3

Iliakalgefäße



- 1 A. iliaca communis
- 2 V. iliaca communis
- 3 A. iliaca externa
- 4 V. iliaca externa

- 5 A. iliaca interna
- 6 V. iliaca interna
- 7 Wirbelkörper
- 8 Bauchwandschichten



Fragen zu Kurstag 1

1-A Zeichne und erläutere an der Tafel die Standardebene „Aorta im Sagittalschnitt“ inklusive der Normwerte. Demonstriere bitte an der Skizze, welche 5 Strukturen mit Lymphknoten verwechselt werden können.

1-B Zeichne und erläutere an der Tafel die Standardebene „Vena cava inferior im Sagittalschnitt“ mit Normwerten für die VCI und den Lobus caudatus. Welche klinische Bedeutung haben Überschreitungen der Normwerte?

1-C Zeichne und erläutere an der Tafel die Standardebene „Unterbauch-Schrägschnitt (Iliakalgefäß)“. Welche Organe werden von der A. iliaca interna und welche von der A. iliaca externa versorgt?

1-D Erläutere das Prinzip der Bildentstehung bei der Sonografie.

1-E Erkläre die Physiologie des Cava-Kollaps-Tests anhand einer Skizze. Wie verhält sich dieser Test bei Rechtsherzinsuffizienz?

1-F Nenne und erläutere Kriterien der erhöhten Rupturgefahr eines abdominalen Bauchaortenaneurysmas.

Notizen

Kurstag 2

Oberbauch transversal

Fallbeispiel

Der 42-jährige Herr F. stellt sich mit seit längerem bestehenden gürtelförmigen Oberbauchschmerzen mit Ausstrahlung vor. Phasenweise seien die Schmerzen deutlich stärker, nun habe er zudem häufig Durchfälle und einen Gewichtsverlust. Er gibt einen regelmäßigen Alkoholkonsum an. Sonografisch zeigt sich das Pankreas verkleinert und inhomogen verkalkt.

Lernziele

- Orientierung & Durchmusterung des Retroperitoneums in der Transversalebene
- Sonomorphologie von Lymphknoten
- Standardebene Truncus coeliacus im Transversalschnitt
- Standardebene Nierenvenenkreuzung im Transversalschnitt
- Sonografie des Pankreas
 - Messungen & Normwerte
 - Akute vs. Chronische Pankreatitis
 - Pankreaslipomatose
 - Komplikationen Pankreatitis

Klinischer Bezug

Akute und chronische Pankreatitis

Pankreaskopfkarzinom

Maligne Erkrankungen (Lymphome, Metastasen)

Kurzanleitung Schallkopfführung

Transversale Durchmusterung des Retroperitoneums

Wir ertasten uns zunächst Rippenbogen und Xiphoid. Der Schallkopf wird nun transversal im epigastrischen Winkel aufgesetzt. Nachdem wir unsere Orientierung mittels Abkoppeln überprüft und ein Atemkommando gegeben haben, beginnen wir mit der Durchmusterung. Hierzu bewegen wir den Schallkopf langsam entlang der Aorta und Vena cava inferior nach kaudal bis zu ihren Bifurkationen. Dabei achten wir unter anderem auf typische Landmarken wie den Truncus coeliacus und weiter kaudal die Nierenvenenkreuzung.

Pankreas

Wir beginnen wieder, wie oben beschrieben, im epigastrischen Winkel und bewegen den Schallkopf von dort nach kaudal. Zunächst erscheint die Ebene des Truncus coeliacus im Bild (Standardebene 4), etwas weiter kaudal erreichen wir schließlich die Nierenvenenkreuzung. Zur optimalen Darstellung des Pankreas ist eine leichte Drehung gegen den Uhrzeigersinn um die Kabelachse hilfreich, da der Pankreasschwanz nach kranial zieht. Anschließend erfolgt eine Durchmusterung über die Organgrenzen hinweg und zum Schluss die Bild-dokumentation und Messung. Die sagittale Durchmusterung des Pancreas stellt sich aufgrund der Organlage und -größe schwierig dar, ist aber möglich und bei Verdacht auf pathologische Veränderungen durchaus erforderlich. Bei Problemen der Einsehbarkeit kann die Kauda auch von lateral (siehe Milzsonografie) eingestellt werden.

Normwerte

Normwerte Pankreas

Organgröße

Caput < 3,0 cm

Corpus < 2,0 cm

Cauda < 2,5 cm

Ductus pancreaticus (Wirsungianus) < 0,2 cm

Ausgewählte Pathologien und diagnostische Kriterien

Pankreaslipomatose

- > Echoreiches Pankreas durch eine Vermehrung des interstitiellen Fetts (vermehrte Impedanzsprünge)
- > Ursachen: Adipositas, Hyperlipidämien, Organalterung

Akute Pankreatitis

- > Schwellung / Ödem
- > Unscharfe Abgrenzbarkeit
- > Eher echoarm
- > Druckschmerz
- > Evtl. V. lienalis-Thrombose
- > Nekrosestraßen (Ausbreitung in angrenzende Räume bis hin zum kleinen Becken möglich)

Chronische Pankreatitis

- > Fleckige Verkalkungen
- > Lymphknoten um V. portae
- > Inhomogene Fibrosierung
- > Perlschnurartiger Ductus pancreaticus
 - > Fibrosierung / Narbenbildung durch rezidivierende Entzündungen mit Zugwirkung auf den Ductus pancreaticus
- > Pseudozysten
- > Organkontur gewellt, unregelmäßig

Exkurs: Unterscheidung tubuläre vs. noduläre Strukturen

Die Unterscheidung tubulärer Strukturen (z.B. Gefäße), die quer angeschnitten sind und deswegen rundlich erscheinen, von nodulären Strukturen (z.B. veränderte Lymphknoten) ist sehr wichtig

- > Kontinuierlich durchschwenken:
 - > Tubuläre Struktur: lässt sich verfolgen
 - > Noduläre Struktur: taucht plötzlich auf und verschwindet wieder
- > Schallkopf 90° um Kabelachse drehen:
 - > Tubuläre Struktur: wird länglich
 - > Noduläre Struktur: behält weitestgehend ihre Form

Lernmaterialien

[Youtube](#)

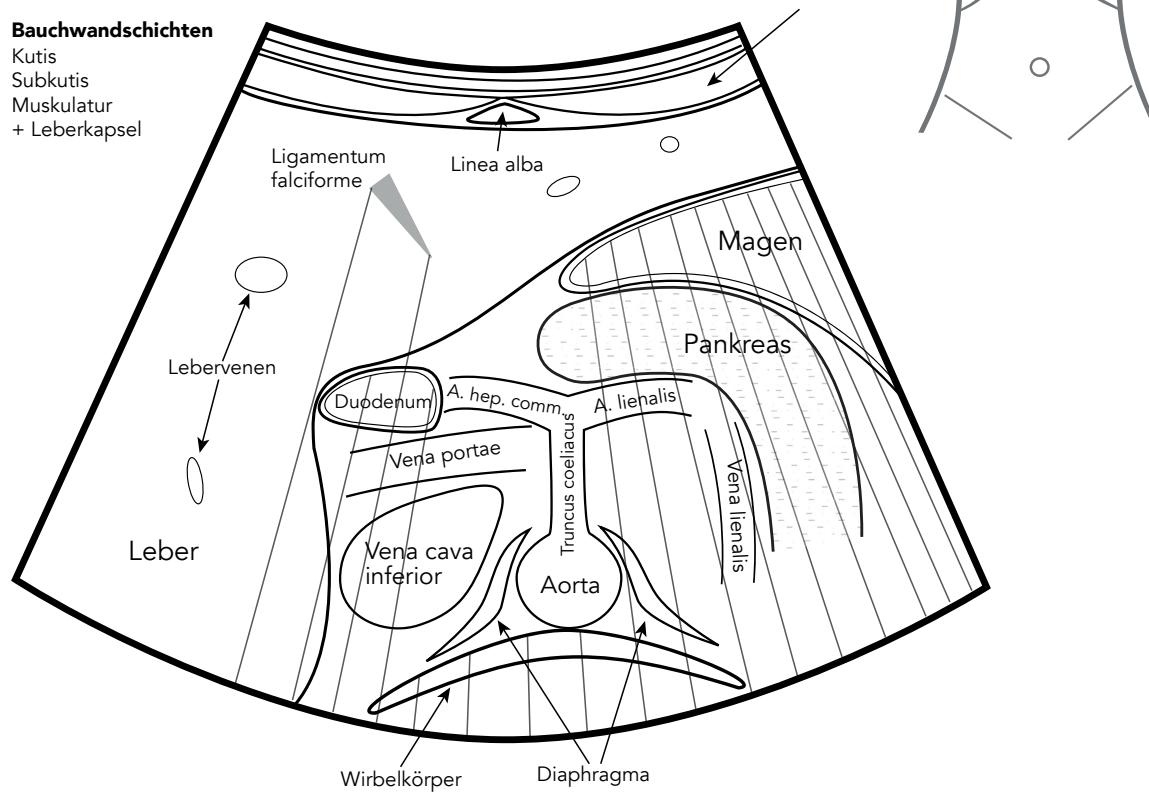
Pankreas



Pankreas

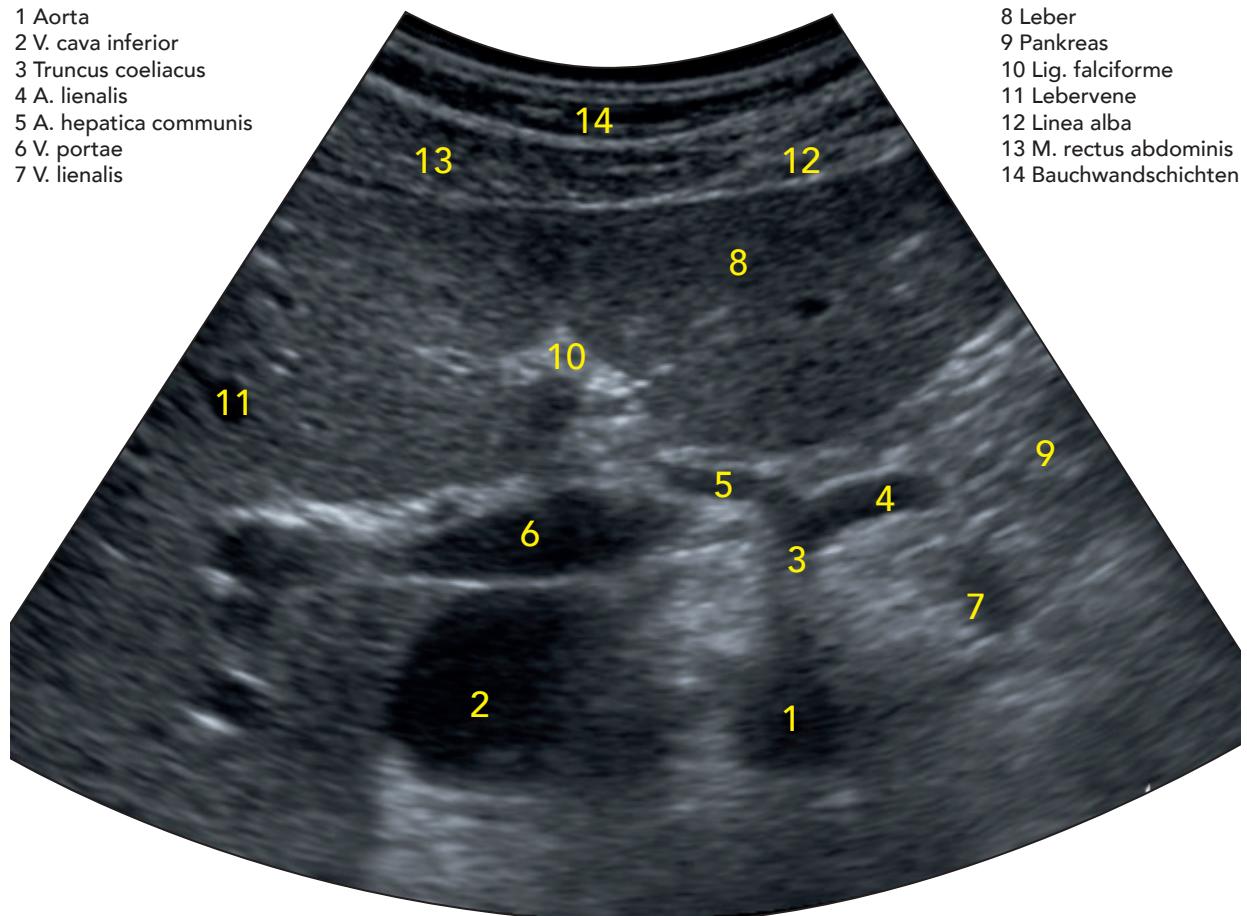
Standardebene 4

Truncus coeliacus



- 1 Aorta
- 2 V. cava inferior
- 3 Truncus coeliacus
- 4 A. lienalis
- 5 A. hepatica communis
- 6 V. portae
- 7 V. lienalis

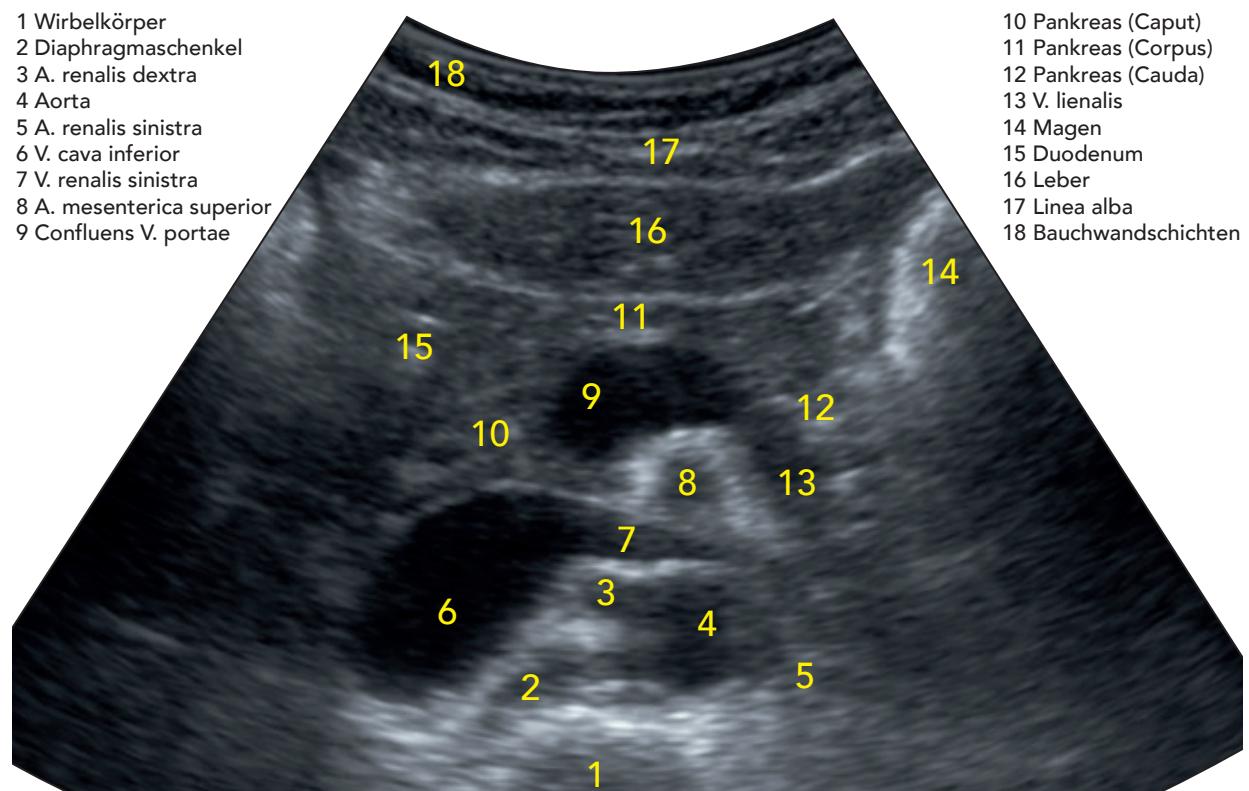
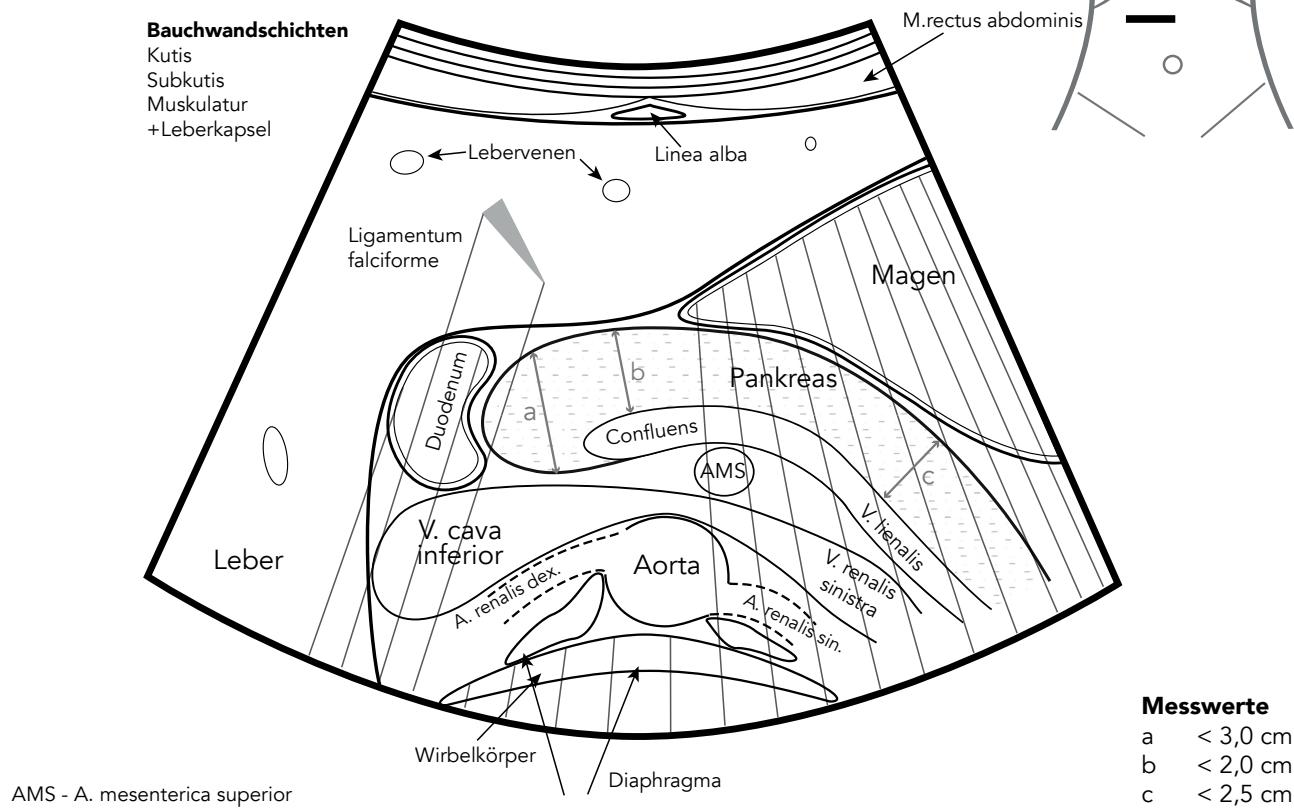
- 8 Leber
- 9 Pankreas
- 10 Lig. falciforme
- 11 Lebervene
- 12 Linea alba
- 13 M. rectus abdominis
- 14 Bauchwandschichten



Standardebenen

Standardebene 5

Nierenvenenkreuzung



Fragen zu Kurstag 2

2-A Zeichne und erläutere an der Tafel die Standardebene „OBB-Transversalschnitt (Truncus coeliacus)“. Welches dritte Gefäß verlässt den Truncus coeliacus und warum ist es in dieser Ebene nicht zu sehen?

2-B Zeichne und erläutere an der Tafel die Standardebene „OBB-Transversalschnitt (Nierenvenenkreuzung)“. Welche Anteile des Pankreas stellen sich dar, welcher Teil nicht? Erkläre bitte wie du die SK-Position optimieren kannst, um das Pankreas vollständig abzubilden.

2-C Erläutere und demonstriere am liegenden Kommilitonen Möglichkeiten zum Erreichen einer hohen Bildqualität. Gehe dabei auch auf Gain und Frequenzwahl ein.

2-D Erläutere den MQQ und erkläre anhand einer Skizze wie du sonografisch maligne von benignen Lymphknotenveränderungen unterscheiden kannst.

2-E Miss am eingestellten Bild alle drei Anteile des Pankreas aus. Erläutere dabei die Messung und vergleiche deine Ergebnisse mit den Normwerten. Wie ist der Normwert für den Ductus pancreaticus? Bei welcher Erkrankung ohne funktionelle Einschränkung der Pankreasfunktion besteht eine homogene Echogenitätszunahme?

Notizen

Kurstag 3

Leberpforte, Gallenblase

Fallbeispiel

Eine 42-jährige Patientin wird vom Notarzt in den frühen Morgenstunden mit heftigen, krampfartigen rechtsseitigen Oberbauchschmerzen in die Notaufnahme eingeliefert. Sie klagt außerdem über Übelkeit und habe mehrfach erbrechen müssen. In der Sonografie zeigt sich eine Cholezystolithiasis mit vielen Konkrementen, die Gallenblasenwand ist unauffällig und die Lumenweite des Ductus choledochus beträgt 11 mm. Nach symptomatischer Therapie erfolgt einige Tage später eine laparoskopische Cholezystektomie.

Lernziele

- Durchmusterung der Leberpforte
 - Messungen & Normwerte
 - Portale Hypertension
 - Pathogenese Aszites
- Durchmusterung der Gallenblase
 - Messungen & Normwerte
 - Unterscheidung prä- vs. postprandial
 - Pathologien der Gallenblase

Klinischer Bezug

Cholezystitis
Portale Hypertension
Ikterus

Kurzanleitung Schallkopfführung

Leberpforte

Zur optimalen Untersuchung der Leberpforte bitten wir den Patienten tief einzuatmen und die Luft anzuhalten. Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten die Leberpforte einzustellen:

Zum einen können wir den Schallkopf parallel zum linken Rippenbogen aufsetzen und entlang des rechten Rippenbogens nach kaudal und lateral bewegen, bis die Leberpforte im Bild erscheint.

Alternativ kann eine Rotation des Schallkopfs im Uhrzeigersinn um die Kabelachse aus der Standardebene „Nierenvenenkreuzung“ (s. Kurstag 2) erfolgen.

Bei schwierigen Schallbedingungen kann man die Leberpforte auch in einem Intercostalschnitt aufsuchen: hierzu setzt man den Schallkopf im 6. – 8. ICR parallel zum Verlauf der Rippen auf, wegen der schmerzempfindlichen Rippen achten wir hierbei besonders auf Druck und SK-Position.

Nach dem Auffinden wird auch die Leberpforte über die Organgrenzen hinweg durchmustert, dabei ist neben den Gefäßen auch auf mögliche vergrößerte Lymphknoten zu achten.

Gallenblase

Zum Auffinden der Gallenblase setzen wir den Schallkopf subcostal in der Medioclavicularlinie rechts auf, auch hier ist ein Atemkommando empfehlenswert. Das Organ wird nun in zwei Ebenen durchmustert, bei schwierigen Schallbedingungen ist ebenfalls eine Einstellung im Intercostalschnitt möglich. Die Gallenblase sollte grundsätzlich im gefüllten Zustand geschallt werden, um Wandauffälligkeiten besser beurteilen zu können.

Normwerte

Vena portae – Lumenweite

< 1,3 cm normal

Ductus choledochus (DHC)

< 0,6 cm, bzw.

< 0,9 cm bei Z.n. Cholezystektomie
intrahepatisch < 0,4 cm

Gallenblase - Wanddicke

- > präprandial < 0,4 cm
- > postprandial < 0,7 cm
- > maximale Größe < 11,0 x 4,0 cm (längs x quer)

Ausgewählte Pathologien und diagnostische Kriterien

Portale Hypertension

- > V. portae – Durchmesser am Leberhilus \geq 1,5 cm (Grauzone: 1,3 – 1,5 cm)
- > Dilatation der V. lienalis > 1,2 cm
- > Splenomegalie
- > Aszitesnachweis
- > Nachweis portocavaler Anastomosen:
 - > Rekanalisierte V. umbilicalis (v. Baumgarten-Syndrom, sonografisch darstellbar)
 - > Vv. ösophageales (Ösophagusvarizen, Blutungsgefahr!)
 - > Vv. rectales (Hämorrhoiden)

Aszitesentstehung

- > Rückstau aus der V. portae in die Mesenterialvenen
- > hydrostatischer Druck erhöht
- > kolloidosmotischer Druck erniedrigt (z.B. bei Leberschädigung gestörte Albuminsynthese in der Leber)

Zeichen der Cholezystitis

- > Druckdolenz
- > Wandverdickung
- > Wandödem
- > mehrschichtige Wand
- > pericholezystärer Flüssigkeitssaum (DD: intraabdominelle Blutung, Aszites)

Gallensteine

- > echoreich
- > eher rundliche Struktur
- > mit Schallschatten
- > nicht wandadhärent (können durch Lagerung oder „Schütteln“ bewegt werden)

Gallenblasenpolypen

- > im Farbdoppler ggf. Blutfluss nachzuweisen
- > keine Schallschatten
- > wandständig (nicht verlagerbar)

Lernmaterialien

YouTube

Leberpforte
Gallenblase



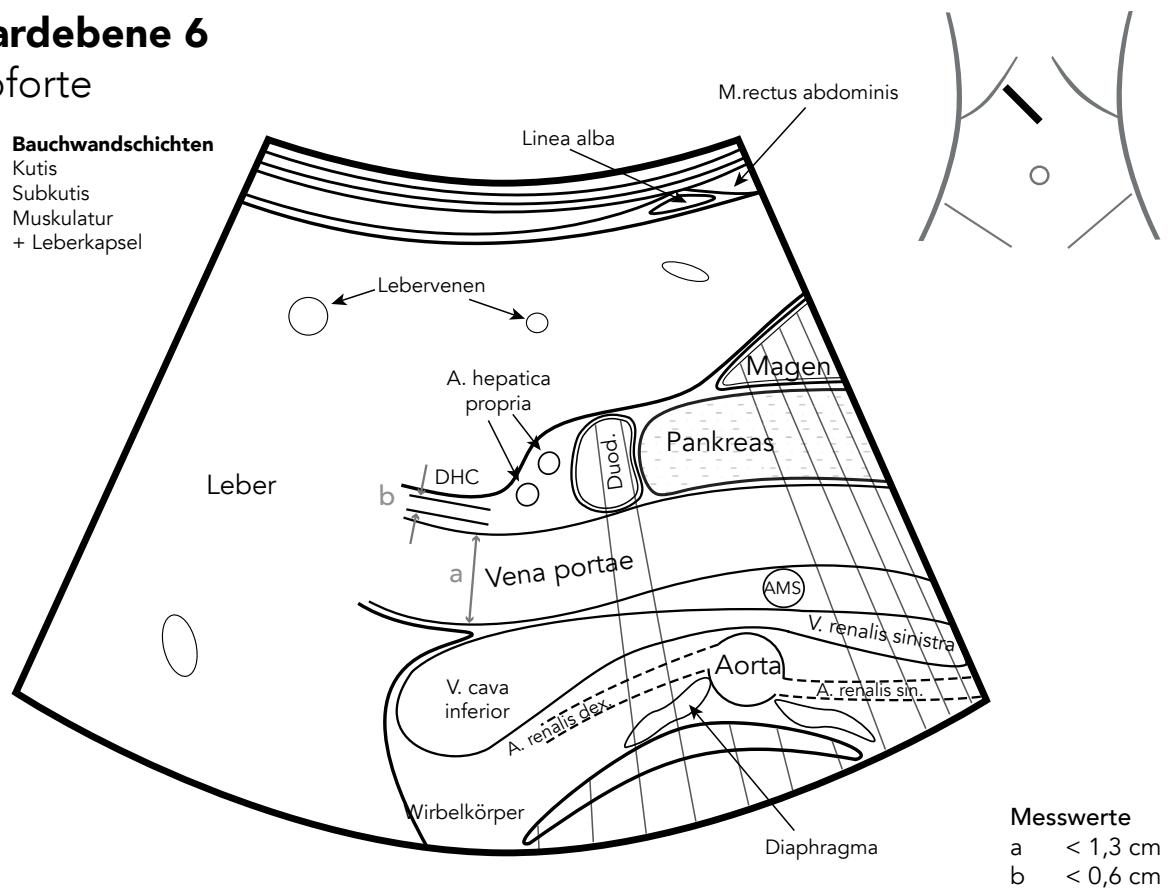
Leberpforte



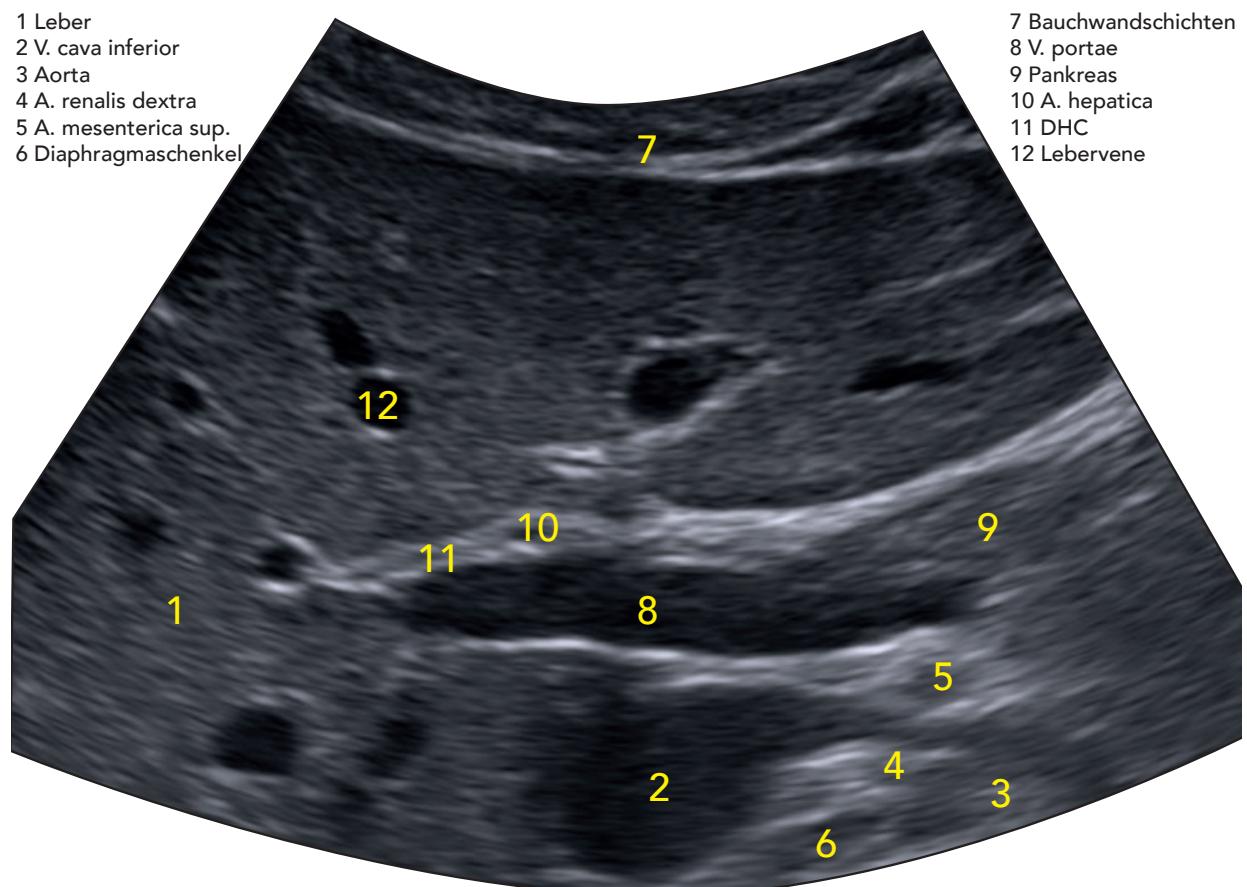
Gallenblase

Standardebene 6

Leberpforte



AMS - A. mesenterica superior, DHC - Ductus hepatocholedochus / hepatis communis



Fragen zu Kurstag 3

3-A Zeichne und erläutere an der Tafel die Standardebene „OBB-Schrägschnitt rechts (Leberpforte)“. Was ist das Lig. hepatoduodenale und welche Strukturen verlaufen in ihm?

3-B Nenne bitte die sonografischen Zeichen einer portalen Hypertension. Was versteht man unter portokavalen Anastomosen? Welche gibt es? Nenne drei.

3-C Nenne klinische Symptome einer akuten Cholezystolithiasis. Welche sonografischen Befunde sprächen für die Verdachtsdiagnose „Gallenstein“? Demonstriere an einem liegenden Kommilitonen wie du die Gallenblase sonografisch aufsuchen würdest.

3-D Zeichne eine Skizze und erläutere an dieser die Entstehung der dorsalen Schallauslösung bei Gallensteinen. Welche weiteren Möglichkeiten zur Abgrenzung von Gallenblasenpolypen fallen dir ein?

3-E Zeichne eine Skizze der Gallenwege und benenne die Strukturen. Wie kannst du sonografisch den Ductus hepatocholedochus von der A. hepatica communis unterscheiden?

Notizen

Kurstag 4

Leber

Fallbeispiel

Der 58-jährige Herr L. wird mit zunehmender Abgeschlagenheit und einem Sklerenikterus in der Hausarztpraxis vorstellig. Bei Herrn L. ist eine ehemalige Alkoholabhängigkeit bekannt, seit 8 Jahren sei er jedoch abstinenter. Die Ehefrau gibt an, dass ihr Mann in den letzten Wochen häufig verwirrt und schlaflos gewesen sei und sein Bauchumfang innerhalb des letzten halben Jahres deutlich zugenommen habe. Es wird eine Laborkontrolle sowie eine Sonografie des Abdomens durchgeführt. In der Leber zeigt sich dabei, neben einer knotigen Parenchymveränderung und einer erheblichen Menge Aszites, eine echoarme runde Raumforderung. Bei Karzinomverdacht erfolgt eine weitere Abklärung mittels Histologiegewinnung.

Lernziele

- Anatomie und Segmenteinteilung der Leber
- Vollständige Leberdurchmusterung in 2 Ebenen
- Fokale Leberpathologien
- Leberzirrhose
- Einstellung Lebervenenstern
 - Messung (Ort, Normwerte)
 - Pathogenese gestauter Lebervenen

Klinischer Bezug

Hepatitis
Leberzirrhose
Hepatozelluläres Karzinom
Leberhämangiom
Fokale noduläre Hyperplasie

Kurzanleitung Schallkopfführung

Durchmusterung der Leber

Zur systematischen Untersuchung der Leber unterteilen wir diese in einen linken und rechten Lappen, als sonografische Grenze dient uns dabei die Vena cava inferior. Bei der Durchmusterung der Leber, ist ein Atemkommando sehr hilfreich, da die kranialen Anteile der Leber nur bei Inspiration von subcostal einsehbar sind.

Linker Leberlappen

Wir beginnen mit der Durchmusterung des linken Leberlappens, in dem wir den Schallkopf sagittal im epigastrischen Winkel aufsetzen und die Vena cava inferior aufsuchen. Nun verschieben wir den Schallkopf nach links und halten zunächst die kranialen Leberanteile im Bild. Am Rippenbogen angekommen schwenken wir aus, um auch die ganz lateralnen Bereiche beurteilen zu können. Nachdem wir die kranialen Anteile eingesehen haben, versetzen wir den Schallkopf nach kaudal und durchmustern auch die kaudalen Anteile des linken Leberlappens.

Anschließend folgt die transversale Durchmusterung: Wir beginnen wieder im epigastrischen Winkel und stellen das Bild so ein, dass die Vena cava inferior am linken Bildrand liegt. Nun schwenken wir zuerst nach kranial aus, anschließend bewegen wir den Schallkopf an der Vena cava entlang nach kaudal und beurteilen die medialen, also Vena cava-nahen, Anteile des linken Leberlappens. Häufig ist danach ein Versetzen des Schallkopfes nach links erforderlich, um eine Durchmusterung der ganz links-lateralen Anteile durchzuführen.

Rechter Leberlappen

Als Vorbereitung für die Durchmusterung des rechten Leberlappens sollten wir die Eindringtiefe erhöhen, den Rippenbogen ertasten und etwas Ultraschallgel entlang des Rippenbogens auftragen.

Wir beginnen wieder im Sagittalschnitt auf der Vena cava inferior und beurteilen zunächst die kranialen Anteile, hierfür bewegen wir den Schallkopf am Rippenbogen entlang nach rechts.

Bei Schwierigkeiten, die ganz kranialen Anteile im Bild zu erfassen, empfiehlt es sich den Schallkopf nach kaudal zu bewegen, nach kranial zu angulieren und etwas kräftiger zu drücken. Etwa ab der Medioklavikularlinie sollten wir die kranialen lateralnen Anteile unter Zuhilfenahme des C-Griffes durch Ausschwenken durchmuster. Nachdem wir auf diese Weise die kranialen Anteile des rechten Leberlappens beurteilt haben, versetzen wir den Schallkopf nach kaudal, schwenken ein weiteres Mal im C-Griff aus (dieses Mal um die kaudalen lateralnen Anteile zu beurteilen) und folgen anschließend dem kaudalen Leberrand zurück zur Vena cava inferior. Für die transversale Durchmusterung verfahren wir analog zum linken Leberlappen. Es kann hierbei hilfreich sein den Schallkopf nicht streng transversal, sondern etwas schräg, parallel zum Rippenbogen, aufzusetzen.

Lebervenenstern

Um den Lebervenenstern einzustellen setzen wir den Schallkopf parallel zum rechten Rippenbogen im subcostalen Schrägschnitt auf. Das Abkoppeln erfolgt in diesem Schnitt in Richtung des Untersuchers. Nach dem Atemkommando stellen wir die Lebervenen durch Schwenk- und Drehbewegungen optimal ein.

Normwerte

Leber Organmessungen

Größe sagittal in rechter MCL: < 13,0 – 15,0 cm

Lobus caudatus: < 5 cm x 2,5 cm

Randwinkel:

< 30° (links-lateraler Rand)

< 45° (kaudaler Rand re. Leberlappen)

Ausgewählte Pathologien & Diagnosekriterien

Leberzirrhose-Kriterien

- > Fehlen der dünnen, echoreichen Kapsellinie
- > periphere Gefäßrefazierung
- > Regeneratknoten mit Gefäßverlagerung
- > aufgespreizte Winkel der Lebervenen auf > 45°
- > plötzliche Kalibersprünge der V. portae
- > evtl. betonte Uferbefestigung der V. portae
- > Hypertrophie des Lobus caudatus

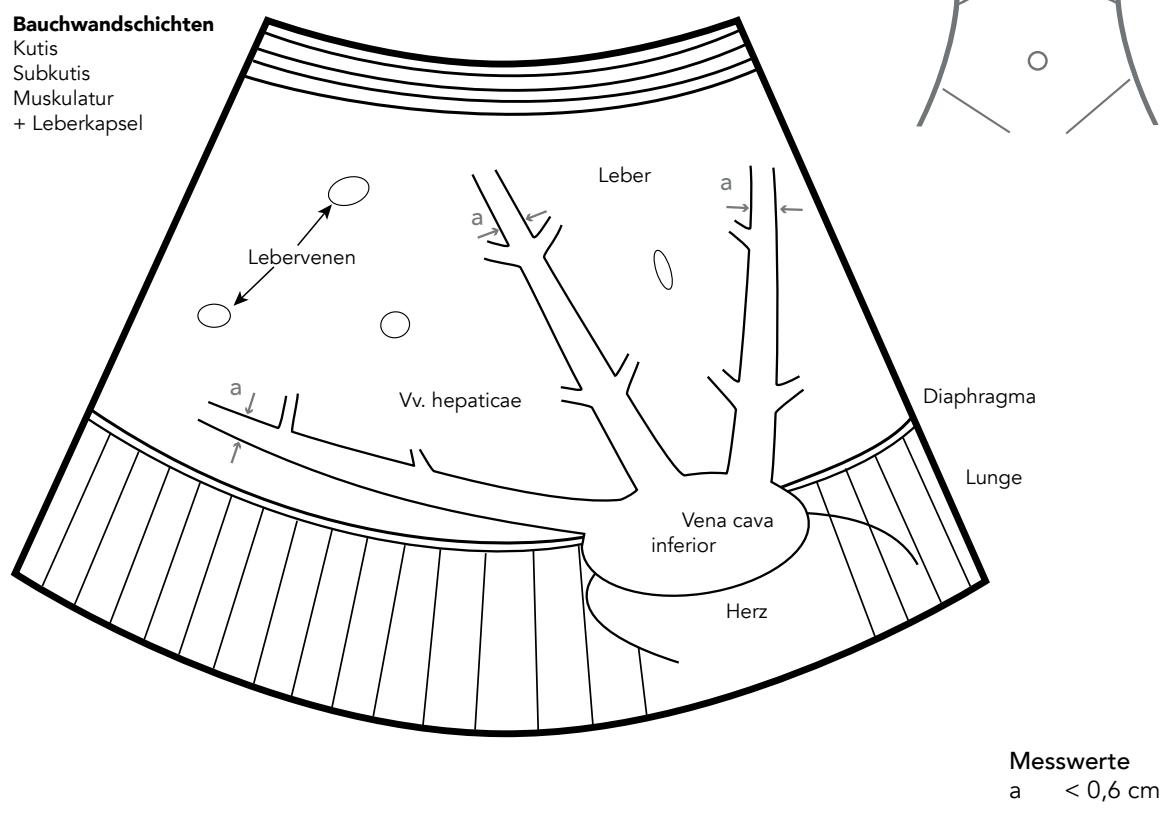
Zusätzliche Spätstadien:

- > verplumpte Organform (stumpfe Randwinkel)
- > Schrumpfleber
- > Zeichen der portalen Hypertension

Standardebenen

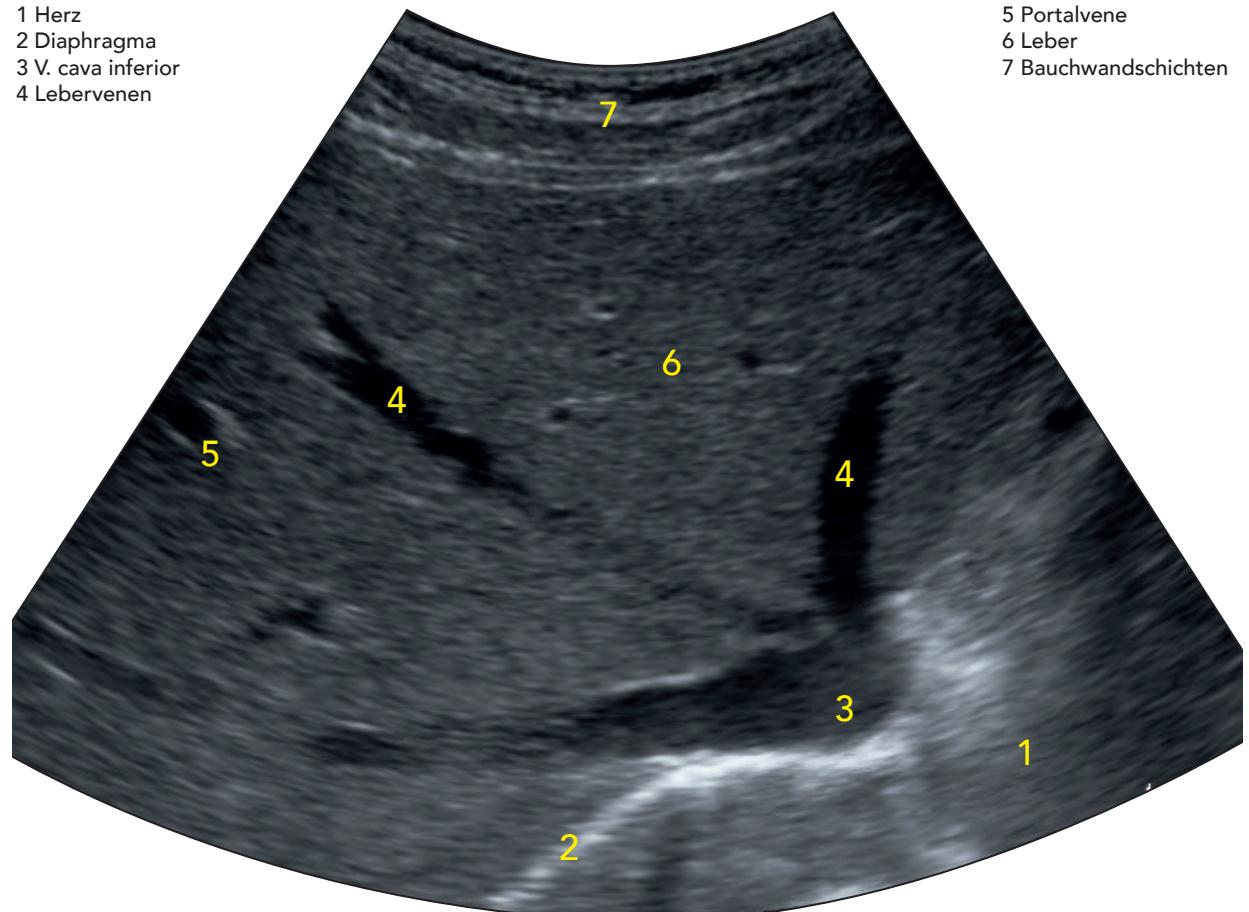
Standardebene 7

Lebervenenstern



1 Herz
2 Diaphragma
3 V. cava inferior
4 Lebervenen

5 Portalvene
6 Leber
7 Bauchwandschichten



Zystenkriterien

- > kugelige Form
- > echofreier Inhalt
- > scharfe Begrenzung

Typische Schallartefakte:

- > dorsale Schallverstärkung
- > Randschattenphänomen
- > betontes Ein-/Austrittsecho

Leberhämangiome

- > häufigster benigner Lebertumor, vermehrt bei Frauen
- > homogen echoreich, Größe meist 1 – 4 cm
- > scharf begrenzt
- > kein echoärmer Randsaum
- > oft in der Nähe von Lebervenen
- > Irisblendenphänomen mit Kontrastmittel in CT oder Sonografie²

Fokale noduläre Hyperplasie

- > zweithäufigster benigner Lebertumor, unspezifische Hyperplasie
- > Häufiger bei Frauen, Wachstum unter Einnahme von Kontrazeptiva
- > sonografisch inhomogen, rund-oval und scharf begrenzt
- > mit Kontrastmitteln: Sternfigur/Radspeichenmuster im Zentrum in frührarterieller Phase

Lebermetastasen

- > Leber ist ein häufiger Metastasierungsort (portalvenöse und arterielle Metastasierung von gastrointestinalem Tumoren, Lungen- und Mammakarzinomen)
- > echoärmer Randsaum (Halo) durch perifokales Tumorödem oder aktive Proliferationszone, stellt ein Malignitätskriterium dar
- > zentrale Nekrosen/ Einschmelzungen
- > raumfordernd → Gefäßverlagerung

Lebervenen

- > Messung erfolgt unmittelbar distal des vorletzten Zuflusses (siehe Standardebene)
- > Lumenweite < 0,6 cm

Pathomechanismus der Lobus caudatus-Hypertrophie

Ein hypertrophierter Lobus caudatus kann unter anderem bei Leberzirrhose oder einem Budd-Chiari-Syndrom auftreten. Eine Erklärung bei der Leberzirrhose liegt in der Gefäßversorgung: Enteral resorbierte Toxine werden zum großen Teil im oberen Gastrointestinaltrakt aufgenommen, dessen venöser Abfluss überwiegend über die V. mesenterica superior (VMS) erfolgt. Aufgrund des laminaren Zusammenflusses am Confluens der V. portae fließt dieses Blut vor allem zum rechten Leberlappen.

Der linke Leberlappen (inklusive des Lobus caudatus) hingegen wird bedingt durch die laminäre Strömung am Confluens über die V. lienalis vor allem mit Blut aus Milz und unterem Verdauungstrakt (über die V. mesenterica inferior) versorgt. Dieses Blut ist daher weniger Toxin-belastet und schädigt den Lobus caudatus weniger. Daher kann es im Verlauf einer fortschreitenden Lebererkrankung zeitweise zu einer kompensatorischen Hypertrophie des Lobus caudatus kommen.

Lebersegmentmodell

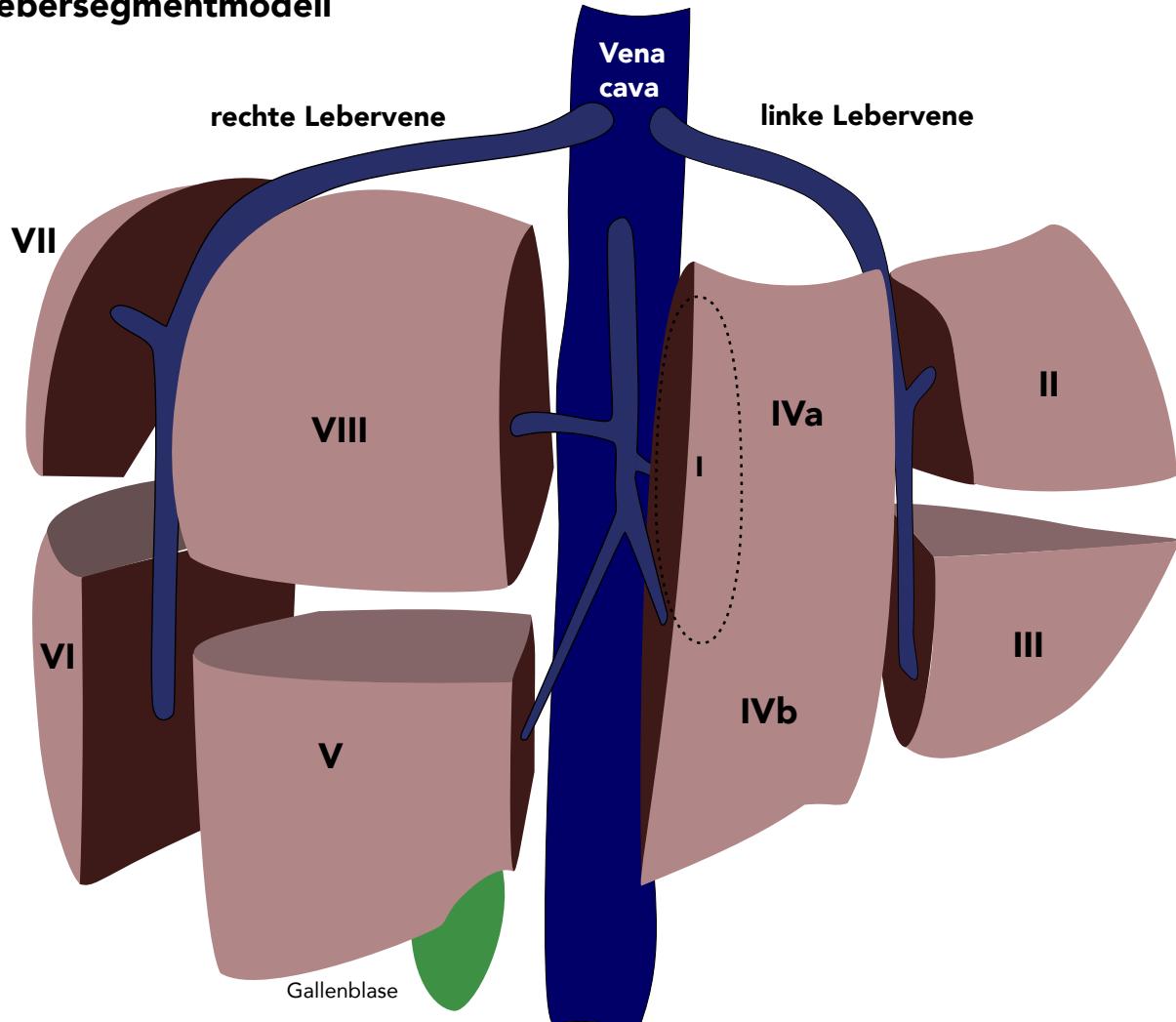


Abb. 5: Lebersegmentmodell nach Couinaud

Segmenteinteilung der Leber (nicht prüfungsrelevant)

Die gängige Einteilung der Leber nach Couinaud richtet sich nach der Gefäßversorgung, was insbesondere für die Leberchirurgie von praktischer Bedeutung ist. Jedes Segment hat dabei jeweils eigene Blut- und Galenengefäße.

Zum linken Leberlappen zählen dabei die Segmente I-IV:

- I Lobus caudatus
- II Kraniales laterales Segment
- III Kaudales laterales Segment
- IV Lobus quadratus

Der rechte Leberlappen umfasst die Segmente V-VIII:

- V Kaudales anteriores Segment
- VI Kaudales posteriores Segment
- VII Kraniales posteriores Segment
- VIII Kraniales anteriores Segment

Lernmaterialien

YouTube

Untersuchung der Leber (Teil 1)



Leber

Fragen zu Kurstag 4

4-A Zeichne und erläutere an der Tafel die Standardebene „Lebervenenstern im subkostalen Schrägschnitt“! Demonstriere an deiner Zeichnung wie und wo die Lebervenen ausgemessen werden. Welcher Wert sollte nicht überschritten werden?

4-B Erläutere anhand einer Skizze die Unterscheidungsmerkmale zwischen Pfortaderästen und Lebervenen. Wann besteht Verwechslungsgefahr?

4-C Nach welcher Nomenklatur werden Leberlappen üblicherweise eingeteilt? Welche sind der rechten Leberhälfte zugeordnet? Welchen Segmenten entsprechen der Lobus quadratus und der Lobus caudatus?

4-D Nenne alle Zystenkriterien. Welche werden von Schallartefakten verursacht? Erläutere eines dieser Artefakte anhand einer Skizze.

4-E Warum kommt es bei einer Leberzirrhose zu einer Hypertrophie des Lobus caudatus? Erläutere anhand einer Skizze.

Notizen

Kurstag 5

Schilddrüse

Fallbeispiel

Im Rahmen eines Sonografiekurses fällt bei der 23-jährigen Medizinstudentin S. ein Schilddrüsenknoten auf. Dieser wird in der nachfolgenden fachärztlichen Beurteilung als benigne eingeordnet, da er sonografisch einen Halo aufweist und sich in der anschließend durchgeführten Szintigraphie als „heißer Knoten“ darstellt.

Lernziele

- Geräteeinstellung: Linearschallkopf mit Frequenz und Eigenschaften
- Durchmusterung Schilddrüse
- Messpunkte und Volumetrie im Doppelbildmodus
- Kenntnisse der Normwerte
- Unterscheidung der A. carotis + V. jugularis (Valsalva, Lage, Kompression, Form)
- Pathologien der Schilddrüse
- Differentialdiagnose Struma

Klinischer Bezug

Schilddrüsenknoten

Thyreoditis

Kurzanleitung Schallkopfführung

Schilddrüse

Zur Wahrung der Intimsphäre hat es sich für die Durchmusterung der Schilddrüse bewährt, den Patienten die rechte Hand auf die linke Schulter legen zu lassen. Nun kann sich der Untersucher auf dem Unterarm des Patienten abstützen und eine ruhige Schallkopfführung ist gewährleistet. Anschließend wird die Schilddrüse zunächst auf einer Seite transversal eingestellt und über die Organgrenzen hinaus durchmuster. Für den Sagittalschnitt können die Halsgefäße als Leitstruktur genutzt werden, von denen aus die Schilddrüse nach medial durchmuster wird. Zur vollständigen Untersuchung der Schilddrüse gehört die gänzliche Durchmusterung beider Lappen.

Normwerte und diagnostische Kriterien

Volumenbestimmung der Schilddrüse:

Formel:

$$V (\text{ml}) = a \times b \times c \times 0,5$$

Vorgehen:

Die Volumenbestimmung erfolgt regelhaft im Doppelbildmodus, dafür stellen wir zunächst im Transversalschnitt die größte Ausdehnung des Schilddrüsenlappens ein, nachfolgend den entsprechenden Sagittalschnitt. Nun können wir die drei benötigten Größen ausmessen: kranio-kaudal, ventro-dorsal, transversal und im Anschluss die Berechnung anhand der Formel durchführen.

Normwerte:

< 25 ml (Männer)

< 18 ml (Frauen)

Ausgewählte Pathologien & Diagnosekriterien

Erkrankungen mit Struma:

- > Jodmangel
- > Morbus Basedow
- > Schilddrüsentumoren (Adenome, Karzinome)
- > Hypophysentumore (sekundär)

Lernmaterialien

Youtube

Schilddrüse



Schilddrüse

Fragen zu Kurstag 5

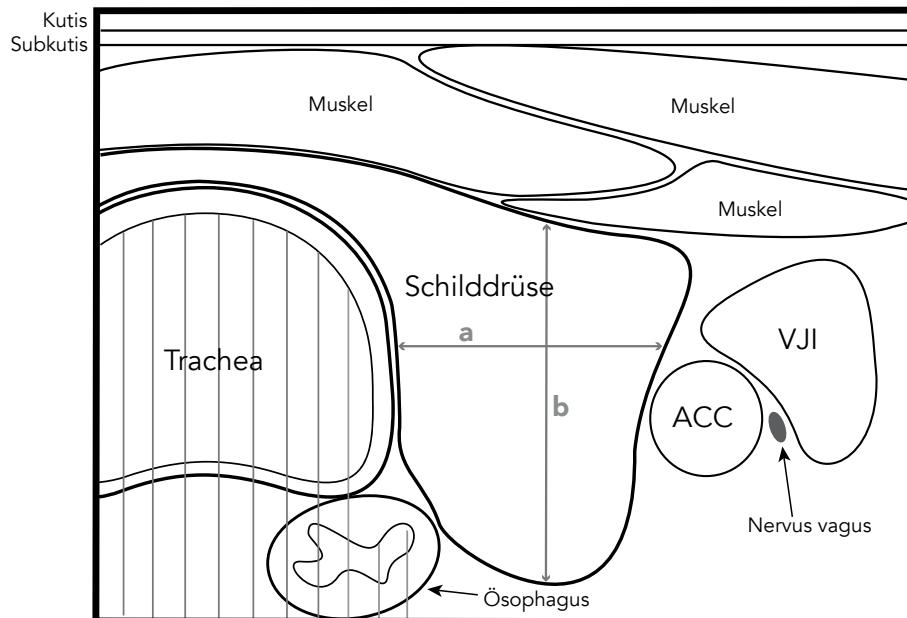
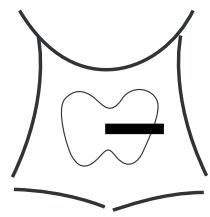
5-A Erläutere drei Möglichkeiten, die V. jugularis interna von der A. carotis communis zu unterscheiden. Erkläre bitte anschließend die physiologischen Vorgänge, die dem Valsalva-Pressversuch zugrunde liegen.

5-B Erläutere bitte mit welchem Schallkopf man die Schilddrüse untersucht und warum. Bitte gehe insbesondere auf die Frequenz ein.

Standardebenen

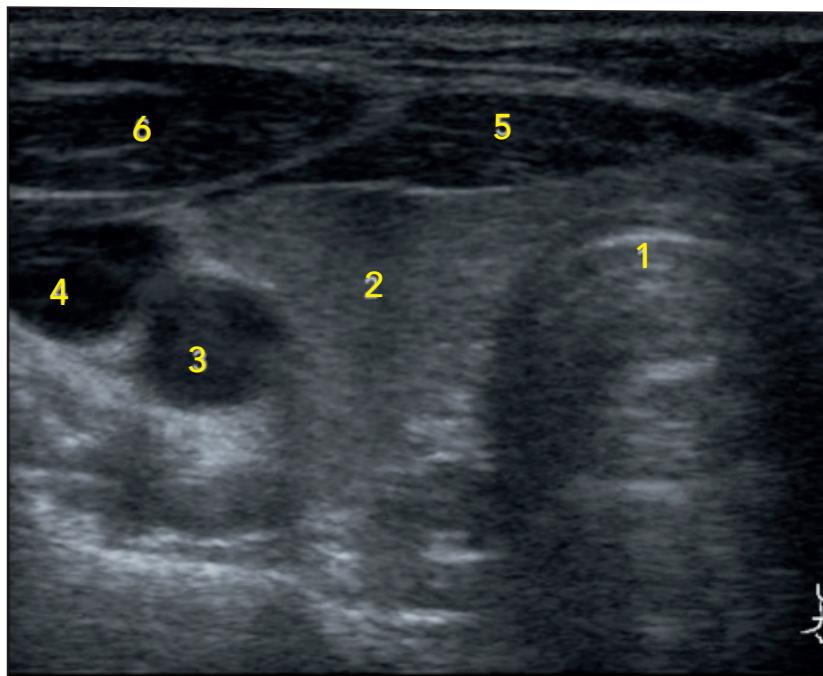
Standardebene 13

Linker Schilddrüsenlappen im Transversalschnitt

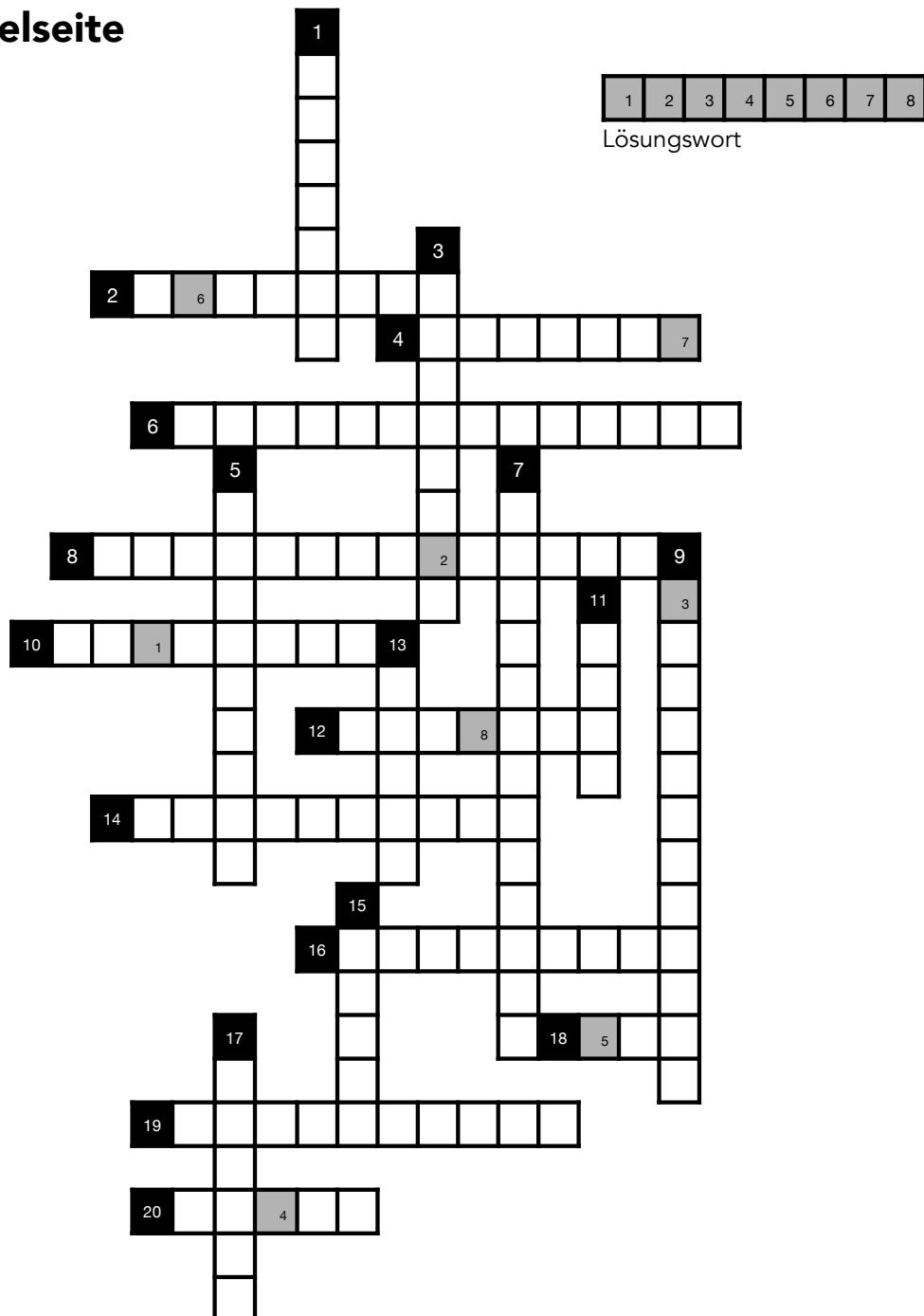


ACC- A. carotis communis, VJI - V. jugularis interna

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 1 Trachea | 4 Vena jugularis interna |
| 2 Schilddrüse (rechter Lappen) | 5 Infrathyoidale Musk. |
| 3 A. carotis interna | 6 M. sternocleidomastoideus |



Resis Rätselseite



Waagerecht

- 2 Abgang des Truncus coeliacus, Arteria ...
- 4 Vorstufe Aneurysma
- 6 Stört die Bildqualität
- 8 Mögliche Ursache bei kleinem PPI
- 10 Gewünschter Zustand der Harnblase fürs Schallen
- 12 Vergrößerte Gallenblase
- 14 Methode der Größenbestimmung der Schilddrüse
- 16 Vena portae vorausgehend
- 18 Gutartig vergrößerte Prostata (Abk.)
- 19 Pathologie bei Irisblendenphänomenen
- 20 Gesunde Leberwinkel sind ...

Senkrecht

- 1 Raum dorsal des Uterus
- 3 Physiologisches Zeichen in der Lungensonografie (M-Mode)
- 5 Erscheinung am Hilus und kaudal der Milz
- 7 Folge portal Hypertension
- 9 Ungünstigere Lumenlage bei Aneurysma
- 11 Sonografische Untersuchung bei Trauma-Patienten
- 13 Gutartige Pathologie, überall im Körper möglich
- 15 Schwierig zu Schallen beim Pankreas
- 17 Unterteilung der Schilddrüse in 2 ...

Kurstag 6

Niere, Milz

Fallbeispiel

Die 25-jährige Frau R. stellt sich mit Fieber, Schüttelfrost und linksseitigen Flankenschmerzen in der Notaufnahme vor. Auf Nachfrage gibt sie ein seit ca. einer Woche bestehendes Brennen beim Wasserlassen an, sowie ein ausgeprägtes Krankheitsgefühl. In der körperlichen Untersuchung zeigt sich ein Klopfschmerz über dem linken Nierenlager, sonografisch stellt sich die linke Niere mit einem echoarmen, geschwollenen Parenchym dar.

Lernziele

- Sicheres Auffinden & Durchmustern der Nieren
 - Messungen & Normwerte
 - Veränderungen des PPI bei Harnstau und im Alter
 - Pathologien der Niere
- Sicheres Auffinden & Durchmustern der Milz
 - Vorhangtrick
 - Messungen & Normwerte
 - Pathologien der Milz

Klinischer Bezug

Niereninsuffizienz

Membranöse Glomerulonephritis

Harnstauungsniere

Infektiöse Mononukleose (EBV-Infektion)

Milzruptur

Kurzanleitung Schallkopfführung

Rechte Niere

Zur sagittalen Durchmusterung wird der Schallkopf zunächst in der vorderen Axillarlinie aufgesetzt. Nach dem Abkoppeln erfolgt das Atemkommando, daraufhin kann die rechte Niere kaudal der Leber meist einfach lokalisiert und über die Organgrenzen hinweg in zwei Ebenen durchmustert werden. Für eine optimale sagittale Messung wird durch leichtes Drehen um die Kabelachse der maximale Längsdurchmesser eingestellt.

Linke Niere

Für die Untersuchung der linken Niere kann bei guten Schallbedingungen analog zur rechten Niere vorgegangen werden. Allerdings macht hier die fehlende Leber als Schallfenster, sowie die linke Kolonflexur, häufiger Schwierigkeiten. Dadurch kann die Einsehbarkeit deutlich schlechter sein als auf der Gegenseite, daher kann es hilfreich sein die linke Niere von dorsal zu untersuchen oder den Patienten in Rechtsseitenlage zu lagern.

Milz (Hoher Flankenschnitt links)

Zur Vorbereitung der Milzsonografie wird der Patient am linken Liegenrand positioniert, damit auch von dorsal geschallt werden kann. Um die Interkostalräume optimal aufzuweiten, bitten wir den Patienten den linken Arm zu elevieren und über den Kopf zu legen. Nachfolgend werden die Zwischenrippenräume getastet und der Schallkopf weit lateral aufgesetzt. Beim Abkoppeln der lateralen Schallkopfseite sollte das Bild links schwarz werden, da wir in einem modifizierten Sagittalschnitt schallen. Zur vollständigen Durchmusterung sollte die Milz von mehreren Interkostalräumen aus untersucht werden.

Ggf. kann der sogenannte Vorhangtrick zu einer besseren Darstellung führen: Dabei atmet der Patient zunächst tief ein, bei der anschließenden gleichmäßigen Exspiration kann die Milz manchmal besser einzusehen sein.

Normwerte und diagnostische Kriterien

Niere Organgröße

Längsdurchmesser: 10,0 – 12,0 cm

Querdurchmesser: 4,0 – 6,0 cm

Atemverschieblichkeit: 3,0 – 7,0 cm

Parenchymbreite: 1,3 – 2,5 cm

Parenchym-Pyelon-Index (PPI)³:

Der Parenchym-Pyelon-Index ist definiert als das Verhältnis aus der doppelten Parenchymdicke (Summe aus zwei Messungen an repräsentativen Stellen) und der Pyelonweite.

Die Normwerte sind dabei altersabhängig:

> 1,6 : 1 (unter 30 Jahre)

1,2 – 1,6 : 1 (31 – 60 Jahre)

1,1 : 1 (über 60 Jahre)

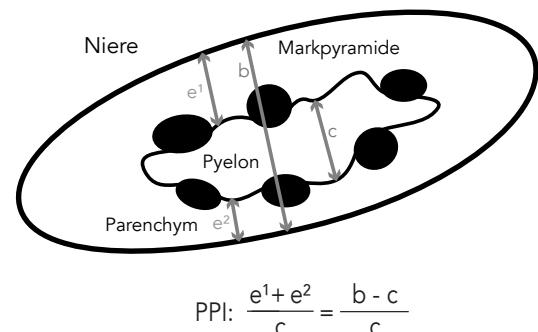


Abb. 6: Messung und Berechnung des PPI

Milz Organgröße

Kraniokaudal: < 11,0 cm

Ventrodorsal: < 4,0 cm

> Dicke > 6,0 cm → lymphomverdächtig

³ Der Parenchym-Pyelon-Index hat angesichts einer besseren Darstellungsqualität an Bedeutung verloren. Um sich die Veränderungen im Alter oder bei Harnaufstau zu verdeutlichen, ist er aber ein gutes Hilfsmittel.

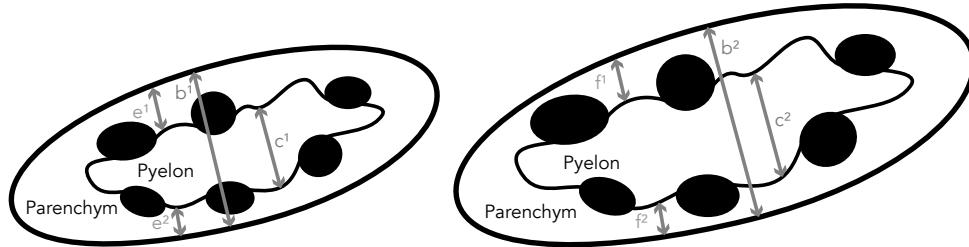
Ausgewählte Pathologien & Diagnosekriterien

Altersatrophie

- > Parenchym verringert
- > PPI: Zähler wird verringert, PPI sinkt

Harnaufstau

- > Pyelon erweitert
- > PPI: Nenner wird vergrößert, PPI sinkt



$$\text{Altersatrophie PPI: } \frac{e^1 + e^2 \downarrow}{c^1} = \frac{0,3 + 0,2}{1} = 0,5 \downarrow$$
$$\text{Harnaufstau PPI: } \frac{f^1 + f^2}{c^2 \uparrow} = \frac{1 + 1}{3} = 0,33 \downarrow$$

Abb. 7: PPI bei Altersatrophie und Harnstau mit Beispielrechnung

Zweizeitige Milzruptur

- > Parenchymriss führt zu einer intralialalen Einblutung (subkapsulär)
- > Druckaufbau in der Kapsel
- > mit zeitlicher Latenz kommt es zur Kapselruptur
- > massive arterielle Einblutung in die freie Bauchhöhle (ohne Gegendruck)

Splenomegalie bei Leberzirrhose

- > portale Hypertension
- > Rückstau in V. lienalis
- > nachfolgend Rückstau in Milz und Organvergrößerung

Lernmaterialien

Youtube

Niere
Milz



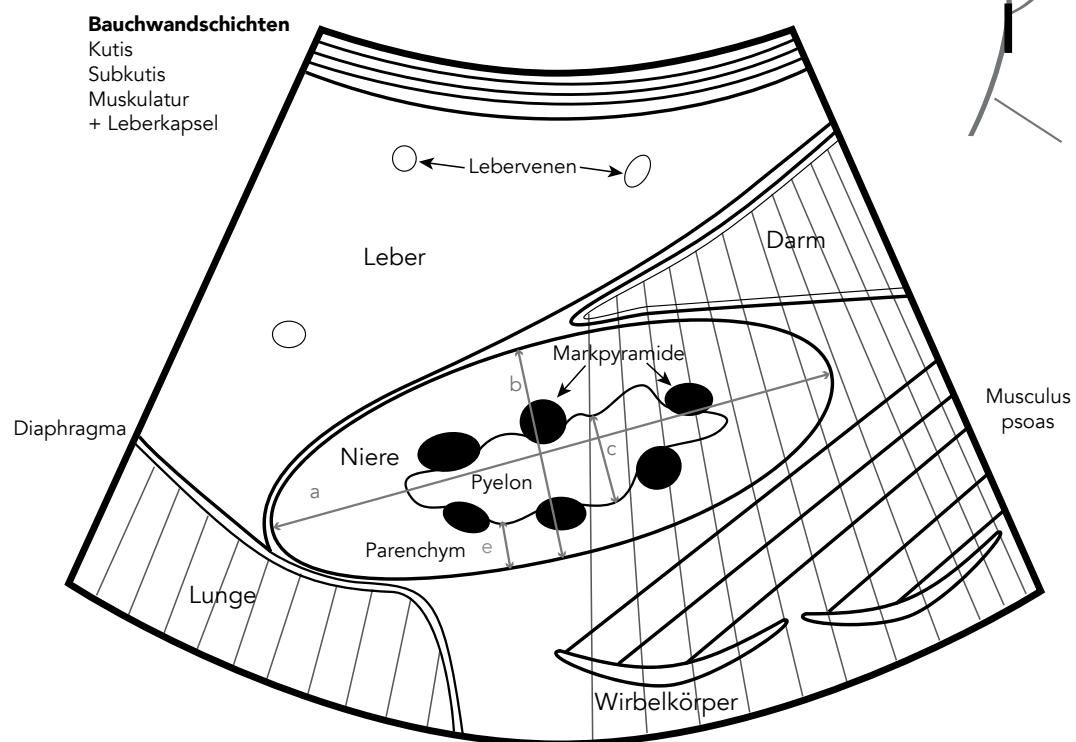
Niere



Milz

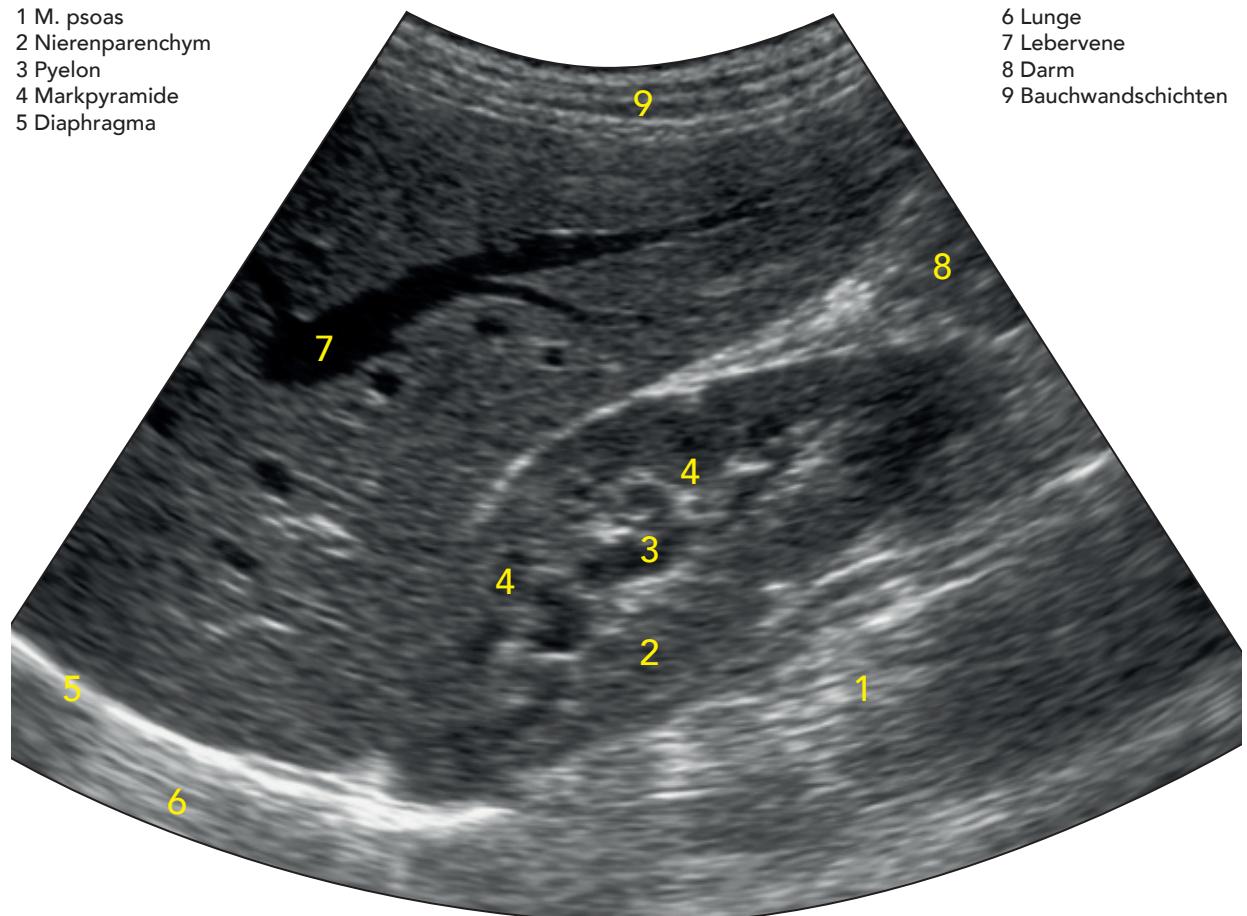
Standardebene 8

Transhepatischer Längsschnitt - Niere längs



1 M. psoas
2 Nierenparenchym
3 Pyelon
4 Markpyramide
5 Diaphragma

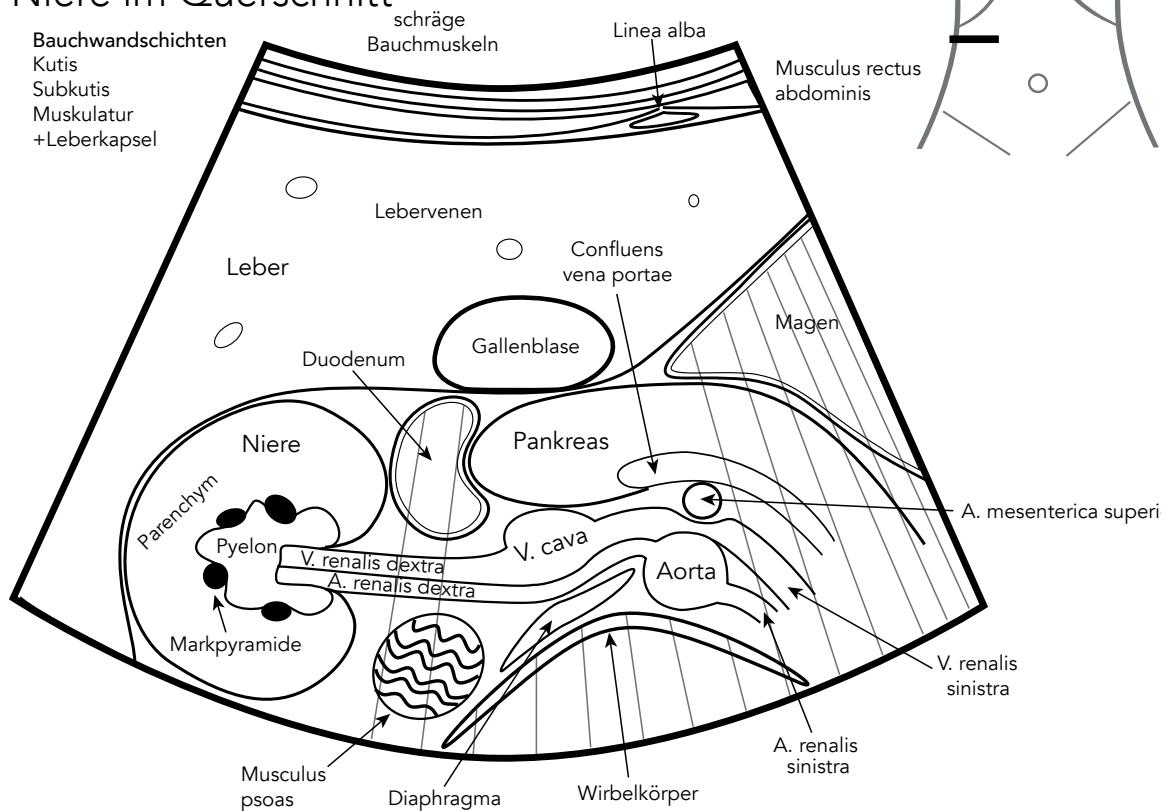
6 Lunge
7 Lebervene
8 Darm
9 Bauchwandschichten



Standardebenen

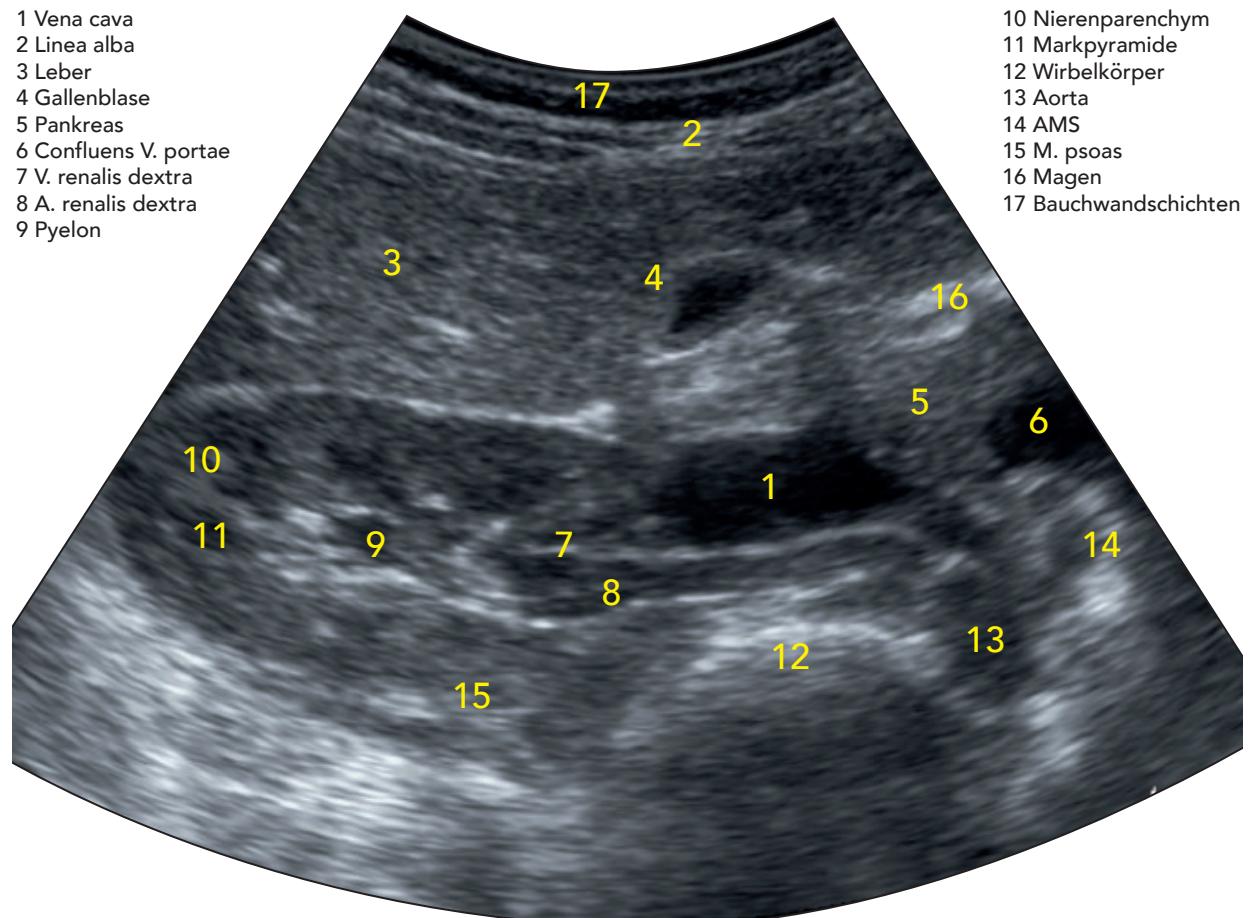
Standardebene 9

Rechte Niere im Querschnitt



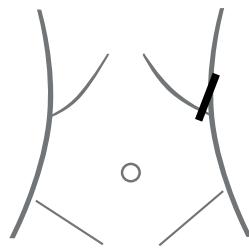
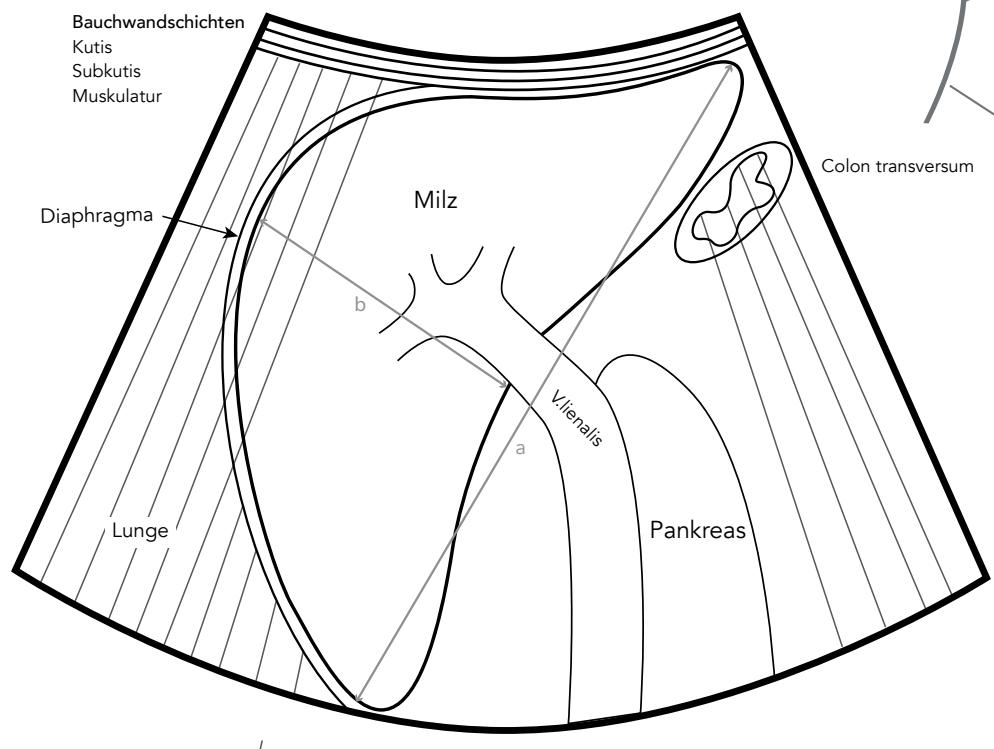
- 1 Vena cava
- 2 Linea alba
- 3 Leber
- 4 Gallenblase
- 5 Pankreas
- 6 Confluens V. portae
- 7 V. renalis dextra
- 8 A. renalis dextra
- 9 Pyelon

- 10 Nierenparenchym
- 11 Markpyramide
- 12 Wirbelkörper
- 13 Aorta
- 14 AMS
- 15 M. psoas
- 16 Magen
- 17 Bauchwandschichten



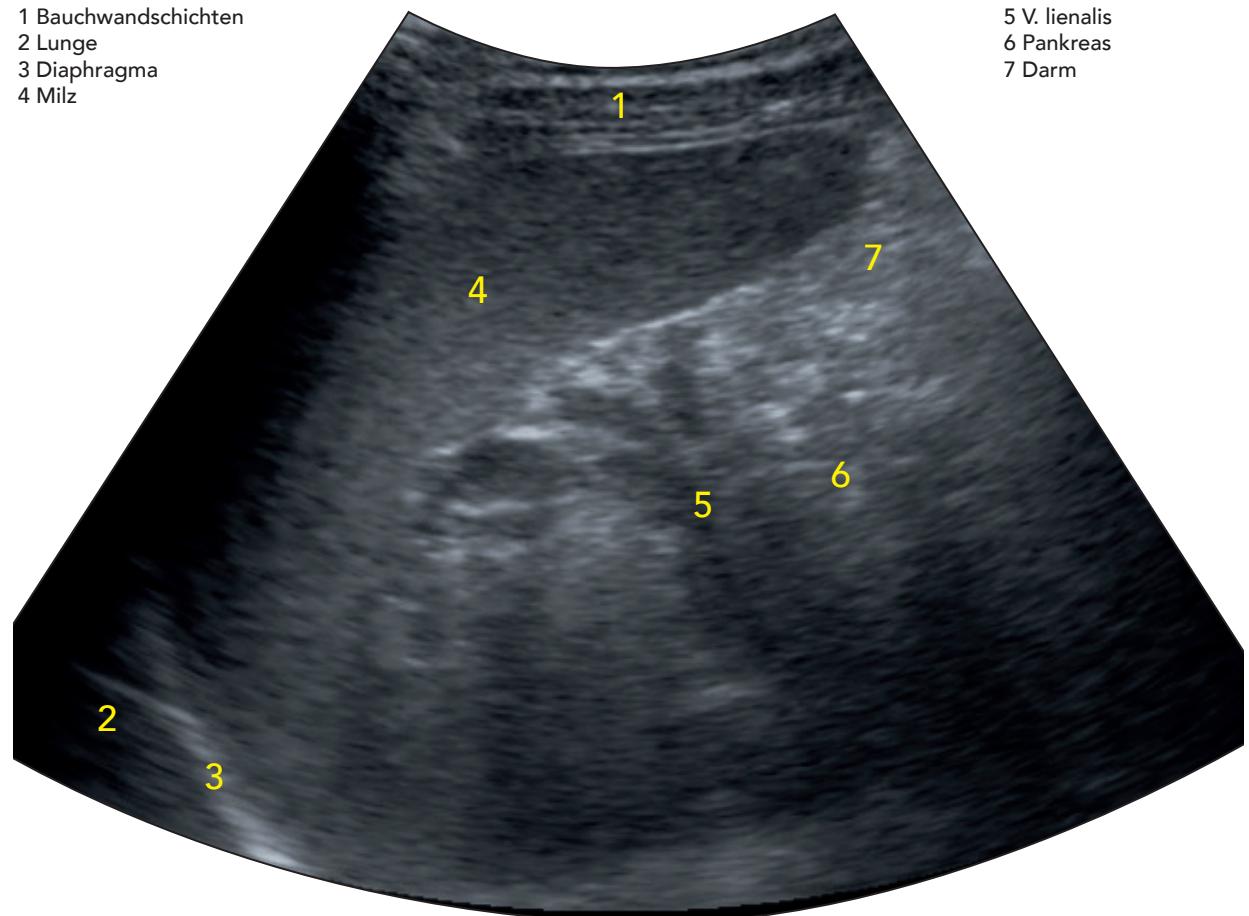
Standardebene 10

Milz - hoher Flankenschnitt links



1 Bauchwandschichten
2 Lunge
3 Diaphragma
4 Milz

5 V. lienalis
6 Pankreas
7 Darm



Fragen zu Kurstag 6

6-A Zeichne und erläutere die Standardebene „Hoher Flankenschnitt li. (Milz)“ inklusive der Normwerte. Zeichne eine Nebenmilz an der typischen Stelle ein und beschreibe deren sonomorphologisches Aussehen!

6-B Zeichne und erläutere an der Tafel die Standardebene „rechte Niere im Querschnitt“.

6-C Zeige anhand einer Skizze die Bestimmung des PPI und erläutere welche Normwerte in Abhängigkeit vom Patientenalter zu erwarten sind.

6-D Erläutere das Prinzip einer zweizeitigen Milzruptur.

Notizen

Kurstag 7

Harnblase, Uterus, Prostata

- Bitte vor diesem Kurstag viel trinken, damit die Harnblase ausreichend zu beurteilen ist!

Fallbeispiel

Der 65-jährige Herr F. wird mit erstmalig aufgetretenem blutigem Urin in der Notaufnahme vorstellig. Herr F. gibt keine weiteren Beschwerden an, er fühlt sich in den letzten Wochen jedoch zunehmend müde und abgeschlagen. Sie führen eine Sonografie der Harnblase durch und entdecken dabei eine in das Harnblasenlumen hineinreichende Raumforderung der Harnblasenwand. Zur weiteren Diagnostik wird anschließend eine Zystoskopie durchgeführt.

Lernziele

- Komplette Durchmusterung der Harnblase in zwei Ebenen
 - Harnblasenvolumenbestimmung mit Doppelbildmodus
 - Restharnbestimmung
 - Wiederholungsartefakte
 - Pathologien der Harnblasenwand
- Durchmusterung der Prostata
 - Normwerte
 - Benigne Prostatahyperplasie, Prostatakarzinom
- Durchmusterung der weiblichen Geschlechtsorgane
 - Normwerte des Uterus
 - Variabilität der Endometriumsdicke

Klinischer Bezug

Harnblasensteine
Harnblasenkarzinom
Uterusmyom
Ovarialzyste
Benigne Prostatahyperplasie
Prostatakarzinom

Kurzanleitung Schallkopfführung

Harnblase und Beckenorgane

Der Schallkopf wird zunächst sagittal unmittelbar suprapubisch in der Medianlinie aufgesetzt. Nachfolgend erfolgt eine Durchmusterung der Harnblase über die Organgrenzen hinweg, nach Drehung des Schallkopfes gegen den Uhrzeigersinn folgt die transversale Durchmusterung.

Die sorgfältige Beurteilung der Harnblasenwand ist nur bei einem ausreichenden Blasenvolumen möglich, ansonsten ist aufgrund der Faltenbildung eine sichere Erkennung von Entzündungen, Tumoren oder Divertikeln nicht möglich! Bei Patienten mit einem Blasenkatheter ist dies durch rechtzeitiges Abklemmen des Katheters zu erreichen.

Die sonografische Beurteilung der inneren Geschlechtsorgane gelingt mit der Abdomensonografie nur orientierend, für eine genauere Diagnostik ist in vielen Fällen die Endosonografie erforderlich.

Normwerte

Harnblase – Organgrößen

Wanddicke:

< 0,4 cm (prämictionem)

< 0,8 cm (postmictionem)

Volumen:

< 550 ml (Frauen)

< 750 ml (Männer)

Restharnvolumen < 50 ml

Prostata – Organgrößen

< 5,0 cm (transversal)

< 3,0 cm (ventrodorsal & kraniokaudal)

Uterus – Organgrößen

Länge: 5,0 – 8,0 cm

Dicke: 1,5 – 3,0 cm

Endometrium (doppelte Dicke):

< 1,5 cm prämenopausal

< 0,6 cm postmenopausal

Lage Intrauterinpessar

IUP – Fundusabstand < 2,0 cm

IUP – Endometriumsabstand < 0,5 cm

Ausgewählte Pathologien & Diagnosekriterien

Kongenitale Divertikel

- > Ausstülpung bei angeborener bzw. bestehender Blasenwandschwäche
- > Aufbau der Divertikelwand entspricht dabei der Schichtung der Blasenwand
- > Komplikationen: Restharnbildung & Reflux → Zystitis
- > DD erworbene Divertikel: Ausstülpungen Blasenschleimhaut an muskulären Schwachstellen (Pseudodivertikel)

Harnblasenpolypen

- > Schleimhautwucherungen
- > Müssen immer abtragen & histologisch untersucht werden (meist benigne)

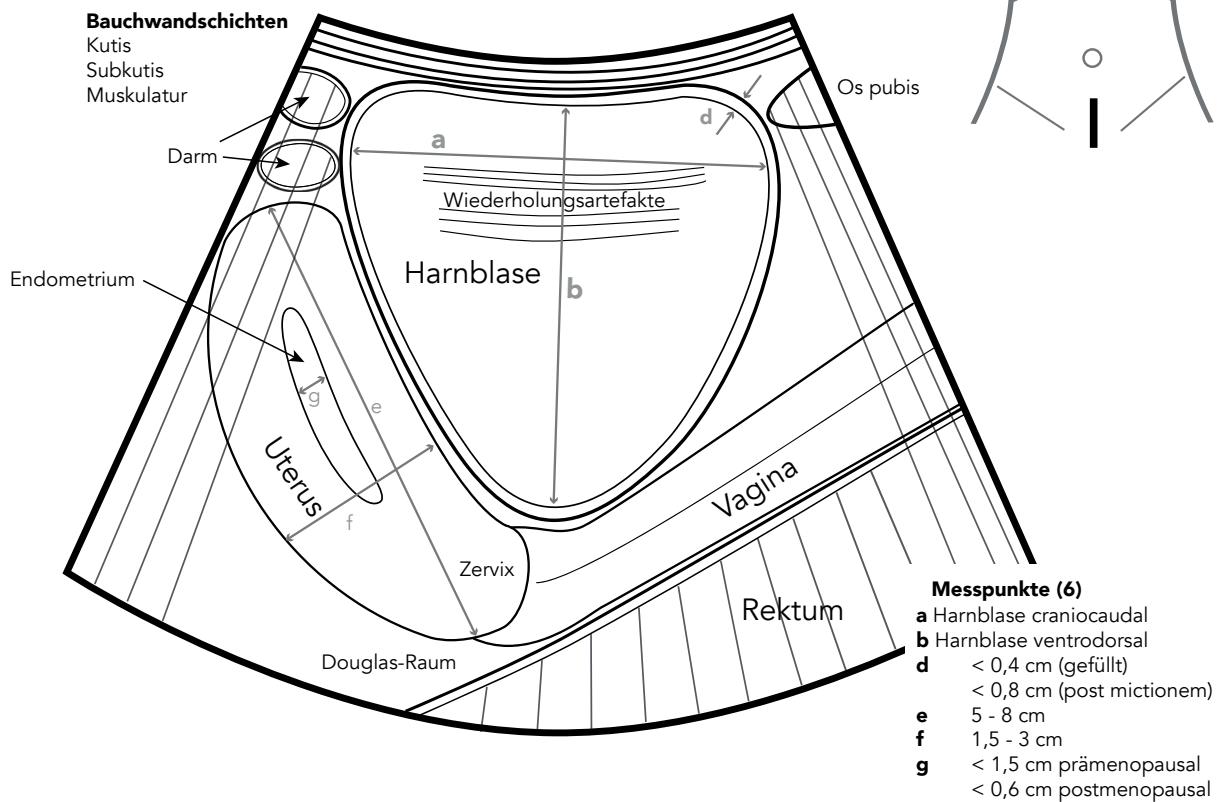
Benigne Prostatahypertrophie

- > Prostata > 5,0 cm x 3,0 cm
- > Restharnbildung → Ausschluss einer Nierenstauung ist wichtig
- > Komplikationen: rezidivierende Infekte, Harnverhalt und Stauungsniere, Harnblasensteine

Standardebenen

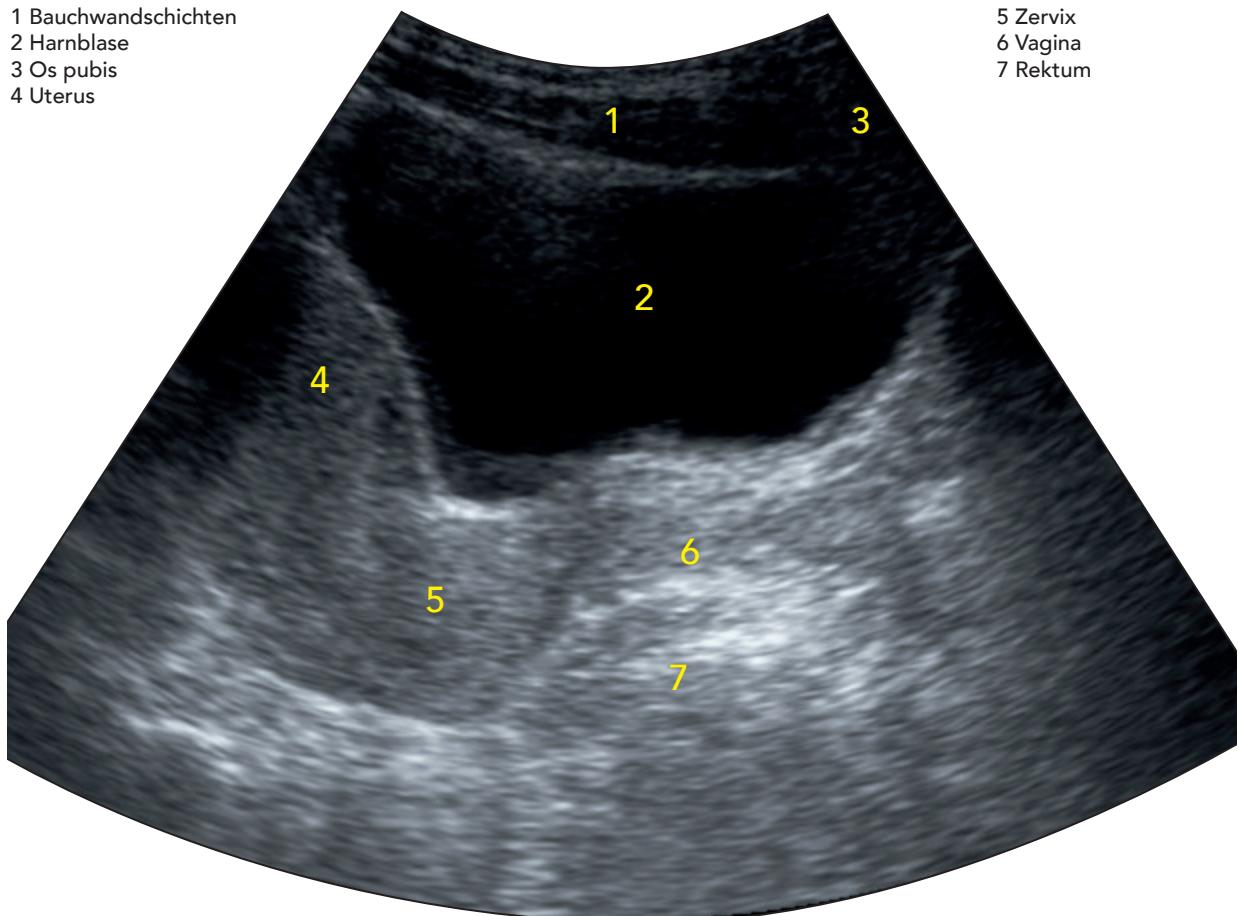
Standardebene 11

Harnblase und Uterus sagittal



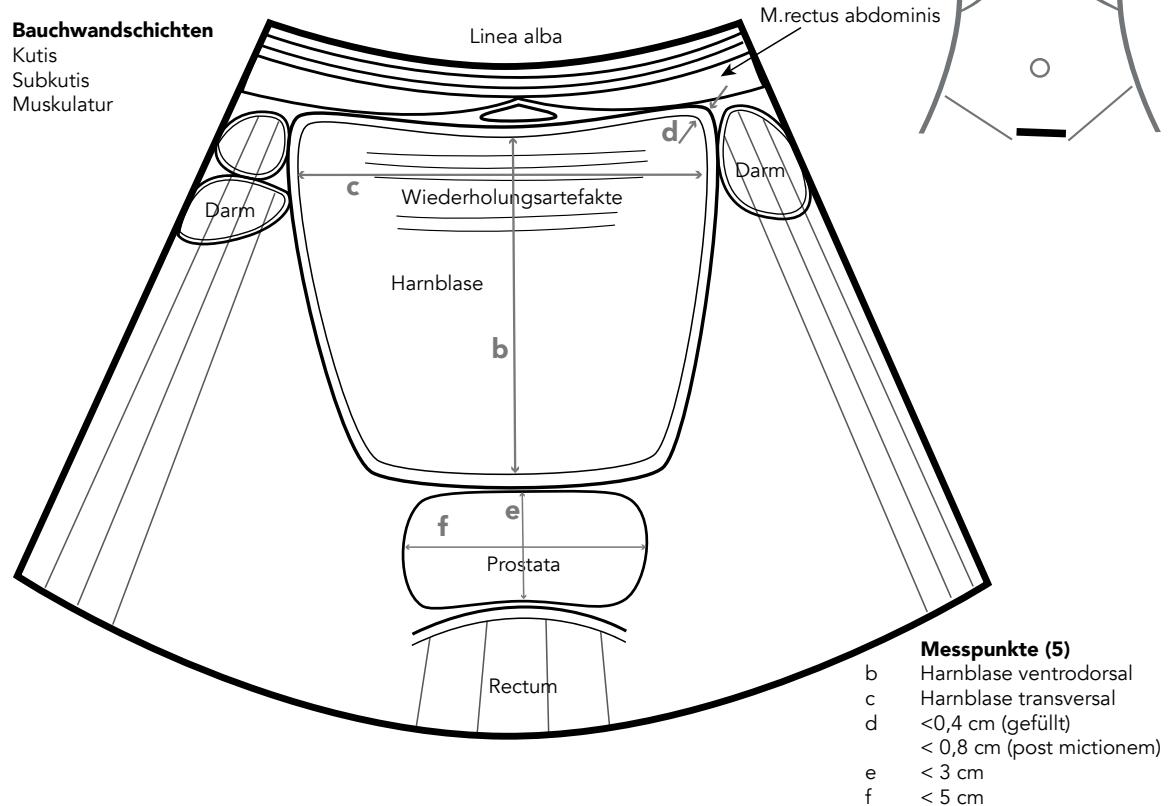
1 Bauchwandschichten
2 Harnblase
3 Os pubis
4 Uterus

5 Zervix
6 Vagina
7 Rektum



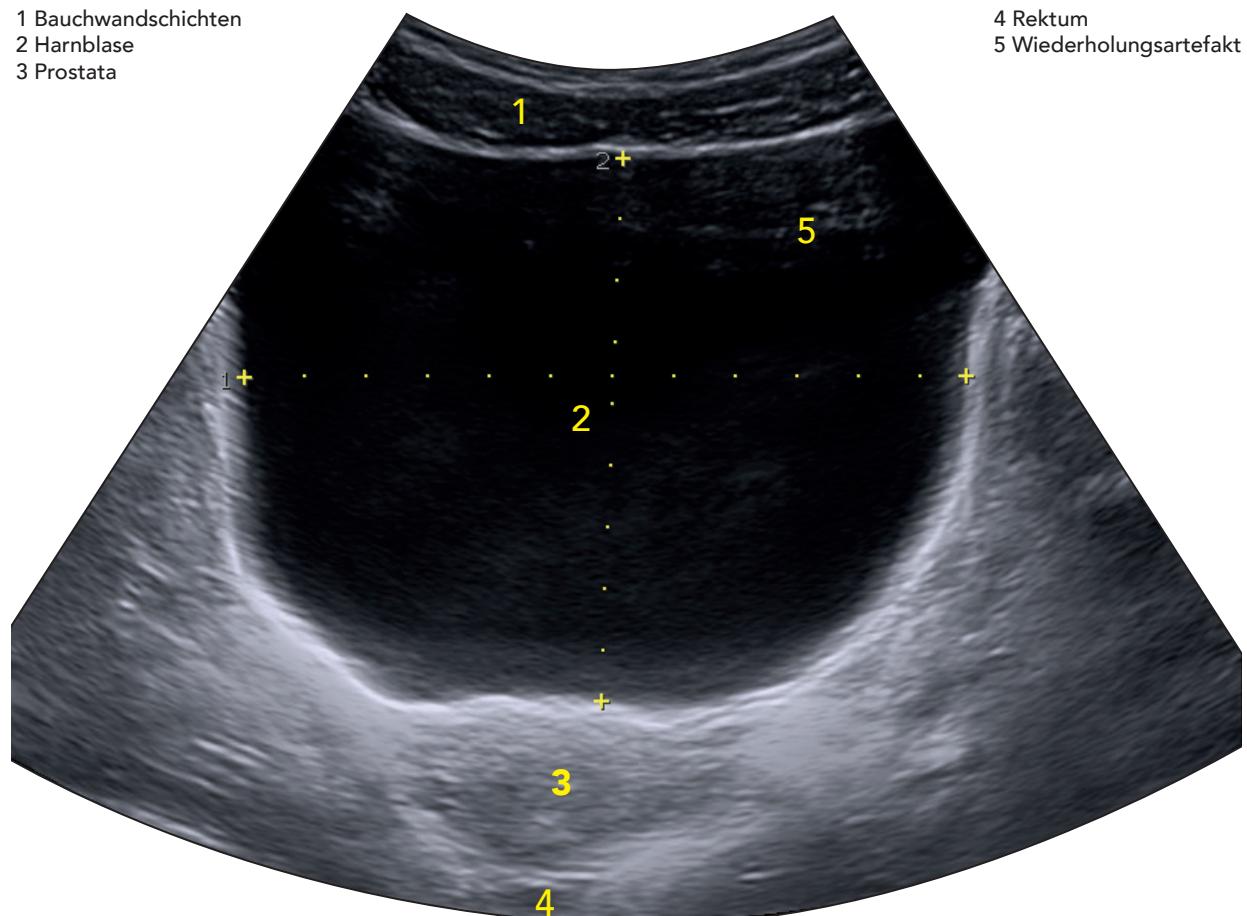
Standardebene 12

Harnblase, Prostata transversal



1 Bauchwandschichten
2 Harnblase
3 Prostata

4 Rektum
5 Wiederholungsartefakt



Zusätzliche Informationen

(nicht prüfungsrelevant)

Sonografie Uterus

- > Beurteilbarkeit transabdominell eingeschränkt und abhängig von den Lagevarianten des Uterus (bei Retroflexion kaum möglich)
- > Endometriumdicke zyklusabhängig:
 - > am Ende der Menstruation (4. – 6. Tag) nur dünne echoreiche Linie
 - > nachfolgend Aufbau des Endometriums bis präovulatorisch um den 14. Tag 10 – 12 mm erreicht werden
 - > maximale Endometriumstärke in der mittleren Sekretionsphase (20. – 25. Tag)
 - > schließlich Abnahme des Endometriums, echoarme Zonen im Endometrium als Zeichen der Desquamation während der Menstruation

Sonografie Ovarien

- > Lage laterodorsal der Harnblase
- > Sonografisch echoarm, je nach Zyklusphase mit zystischen Strukturen (Follikelzysten)

Sonografie Samenbläschen

- > Auffindung am besten im Transversalschnitt
- > Lage zwischen Harnblase und Rektum, lateral und kranial der Prostata, echoarme Darstellung

Lernmaterialien

Youtube

Untersuchung der Harnblase



Harnblase

Fragen zu Kurstag 7

7-A Zeichne und erläutere an der Tafel die Standardebene „Suprapubischer Sagittalschnitt (Harnblase/Uterus)“ mit den Normwerten für den Uterus. Warum lässt sich der Fundus nicht bei allen Patientinnen gut einstellen.

7-B Zeichne die Standardebene „Suprapubischer Transversalschnitt (HB/Prostata)“ mit den Normwerten für die Prostata und erläutere die Lagebeziehungen der Prostata zu den Nachbarorganen.

7-C Zeichne die typische sonografische Form der Harnblase im suprapubischen Längs- und Querschnitt. Zeige und benenne, welche Durchmesser du für die Volumenbestimmung ausmisst und wie du mit deren Hilfe das Volumen abschätzen kannst.

7-D Erläutere anhand einer Skizze das Wiederholungsartefakt. In welchen Organen erwartest du dieses?

Notizen

Kurstag 8

eFAST und Lungensonografie

Fallbeispiel

Ein 27-jähriger Mann wird nach einem schweren Verkehrsunfall kreislaufstabil in den Schockraum eingeliefert. Zuvor wurde er vom Notarzt intubiert und hat kristalloide Infusionen erhalten. Die behandelnden Ärzte müssen nun schnell feststellen ob lebensbedrohliche innere Blutungen vorliegen und führen daher einen eFAST durch.

Lernziele

- Grundlagen der FAST-Untersuchung, Auffinden der Schallkopfpositionen
 - Klinischer Stellenwert der FAST-Untersuchung
 - Prädilektionsstellen freier Flüssigkeit
 - Differentialdiagnosen und Ursachen freier Flüssigkeit
- Lungensonografie
 - Einsatz des M-Mode
 - Erkennen eines Pneumothorax
 - Erkennen eines Ergusses, Abschätzen der Menge

Klinischer Bezug

Polytrauma
Pleuraerguss
Pneumothorax

Kurzanleitung Schallkopfführung

Einstellungen FAST

In der Notfallsonografie geht es vorrangig darum, relevante Pathologien in kurzer Zeit zu identifizieren. Daher wurden bestimmte Anlotungen festgelegt, in denen mit hoher Wahrscheinlichkeit eventuell vorhandene freie Flüssigkeit identifiziert werden kann.

Blut oder sonstige Flüssigkeiten verteilen sich der Schwerkraft folgend an den tiefsten Punkten: Beim liegenden Patienten finden sich diese Punkte aufgrund der Lendenlordose unterhalb des Zwerchfells und im kleinen Becken, sowie der Vorwölbung des medialen Peritoneums folgend lateral (siehe Abbildungen). Zusätzlich betrachten wir orientierend das Herz, um ein Hämatoperikard auszuschließen.

Vorgehensweise

Zusammenfassend ergeben sich damit vier Schallanlotungen: Um das Herz, den Recessus zwischen Leber und Niere (Morrisson-Tasche), den Recessus zwischen Milz und Niere (Koller-Tasche)⁴, sowie den Douglas-Raum (bei der Frau) bzw. Proust-Raum (beim Mann) zu beurteilen. Nach dem Aufsetzen des Schallkopfes wird durch eine kurze Schwenkbewegung die jeweilige Region untersucht. Bei beatmeten Patienten wird der Anästhesist für die ersten drei Schallanlotungen gebeten die Beatmung kurz in Inspirationsstellung anzuhalten („inspiration hold“).

Schallkopfpositionen und Fragestellungen

- > Subxiphoidaler Transversalschnitt (median)
 - > Hämatoperikard?
- > Transhepatischer Längsschnitt (rechts, VAL)
 - > Einblutung in Morrison-Tasche?
 - > Perihepatische Blutung?
 - > Hämatothorax?
 - > Orientierende Beurteilung von Leber und Niere
- > Hoher Flankenschnitt (links, intercostal, HAL)
 - > Einblutung in Koller-Tasche?
 - > Milzruptur?
 - > Perilienale Blutung?
 - > Hämatothorax?
 - > Orientierende Beurteilung der Niere
- > Suprapubischer Sagittalschnitt (median)

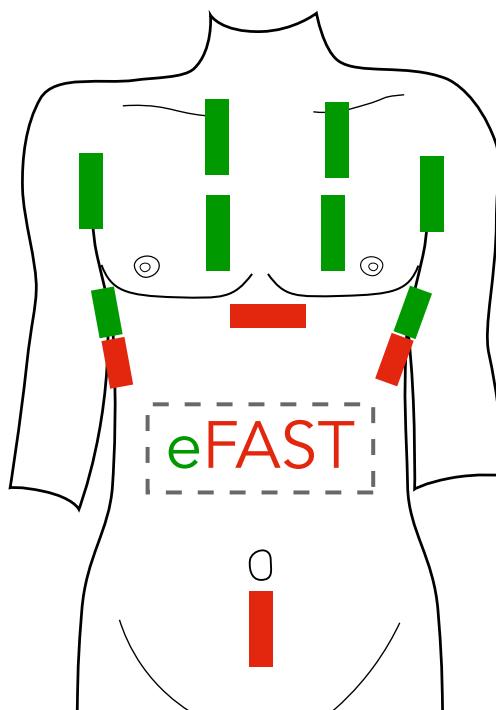


Abb. 8: Schallkopfpositionen beim eFAST

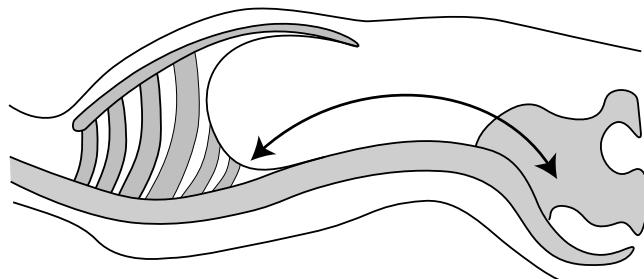
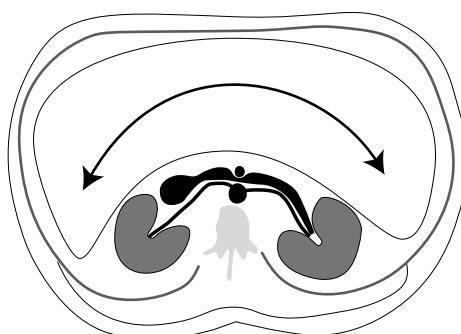
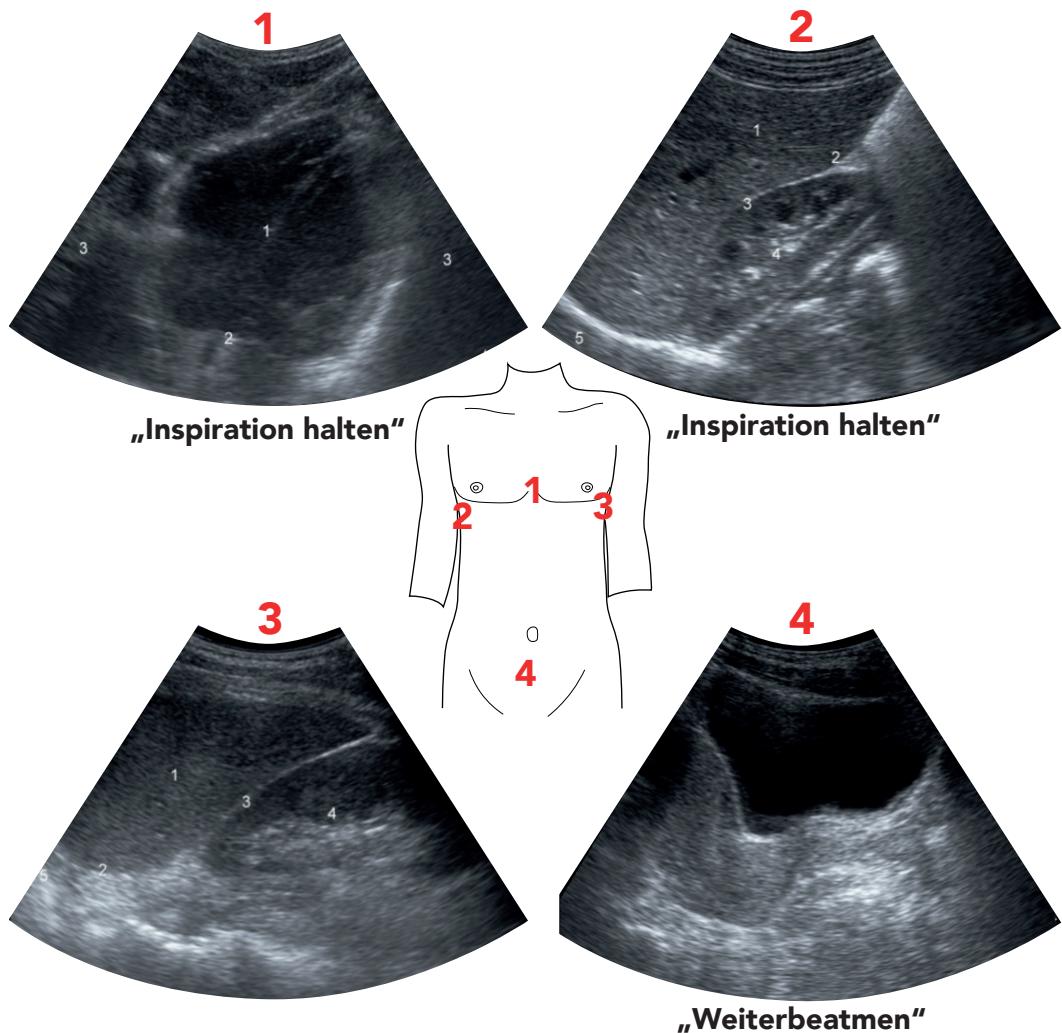
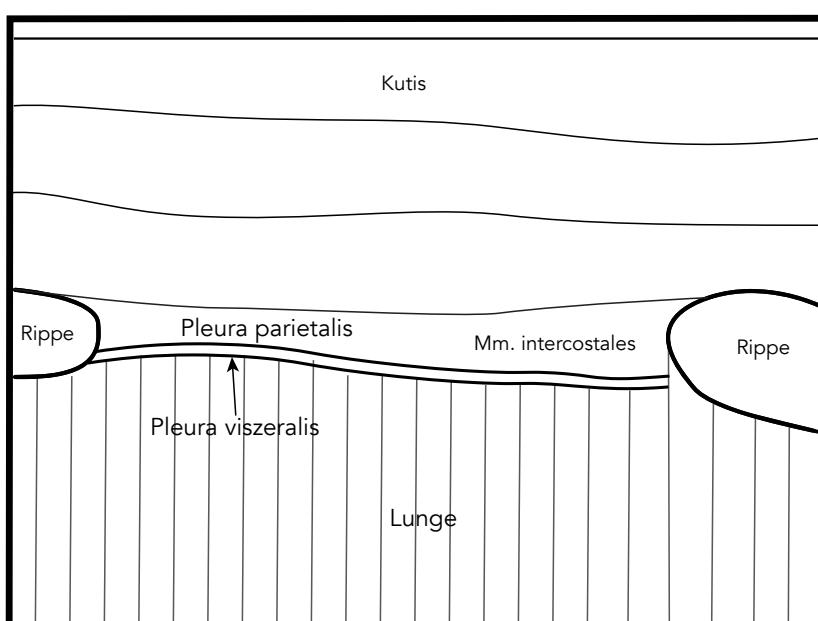
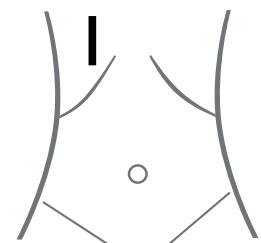


Abb. 9: Lateralisierung von freier Flüssigkeit Abb. 10: Sammlung freier Flüssigkeit im Sagittalschnitt

Standardebenen



Standardebene 14 Thorakaler Sagittalschnitt



Lungensonografie

Die Schallkopfpositionen sind in der Skizze dargestellt. Nach Aufsetzen des Schallkopfes werden die Rippen identifiziert. Zwischen den Rippen zeigt sich die Pleura, unterhalb dieser kommt es aufgrund der Reflektion an luftgefüllten Räumen zu einer Schallauslöschung sowie zu Wiederholungsartefakten

M-Mode

Der M-Mode erlaubt eine hohe zeitliche Auflösung entlang einer Bildzeile. Ein Strahl mit hoher zeitlicher Frequenz wird durch das B-Bild (= normales 2D-Sonobild) gelegt und es erfolgt die Darstellung nur dieser Zeile über den zeitlichen Verlauf.

M-Mode in der Lungensonografie

Physiologischerweise entsteht durch die Bewegung der Pleura viszeralis entlang der Pleura parietalis ein unruhiges Muster, das sogenannte Seashore-Sign. Im B-Bild stellt sich diese Bewegung als Pleuragleiten dar. Bei einem Pneumothorax ist die Bewegung der Pleura viszeralis nicht zu erkennen, da sich zwischen den Pleura-blättern reflektierende Luft befindet. Durch Projektion von stillstehenden Wiederholungsartefakten ergibt sich ein Bild mit horizontal verlaufenden parallelen Linien, das sogenannte „Stratosphären-Zeichen“.

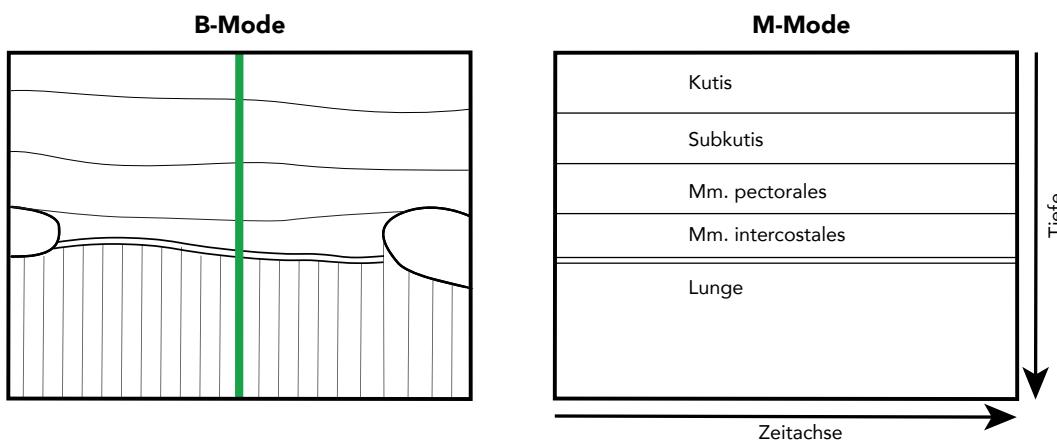


Abb. 11: B- und M-Mode

Ausgewählte Pathologien & Diagnosekriterien

Erkrankung mit freier Flüssigkeit im Abdomen

- > Rechtsherzinsuffizienz
- > Entzündungen (Peritonitis)
- > portalvenöse Hypertension
- > Niereninsuffizienz / nephrotisches Syndrom
- > Ruptur von Hohlorganen, Gefäßen
- > Malignome oder Peritonealkarzinose, z.B. bei Ovarial-Ca

Iatogene oder physiologische freie Flüssigkeit im Abdomen

- > Peritonealdialyse
- > Liegender ventrikuloperitonealer Shunt (Flüssigkeit bei durchgängigem Shunt)
- > bei Frauen geringe Mengen im Douglasraum zyklusbedingt (Ovulation) physiologisch

Seashore-Zeichen

Die sonografische Darstellbarkeit der gesunden Lunge ohne Pneumothorax endet im Bereich der ersten Alveolarschichten. Die im M-Mode schallkopfnah erscheinenden horizontalen Linien ohne Bewegung stellen die Thoraxwand dar. Durch ständige Bewegung im Lungengewebe (Blutfluss, Herzschlag, Atmung) und Wiederholungsartefakte zwischen den Alveolen lässt sich unterhalb der Pleuralinie eine Art „Rauschen“, darstellen, dies wird als Seashore-Sign bezeichnet. Zusätzlich kann auch der Lungenpuls zu erkennen sein.

Lungenpuls

Liegen die Pleurablätter einander an, ist die auf die Lunge übertragene Herzaktion bei Atemstillstand im M-Mode als regelmäßige, pulssynchrone Bewegung des „Rauschens“ erkennbar. Der Nachweis des Lungenpulses schließt daher einen Pneumothorax aus.

Pneumothorax

Bei einem Pneumothorax ist Luft zwischen die Pleura parietalis und Pleura viszeralis gelangt, in Abhängigkeit von der Menge der Luft und einem möglichen Ventilmechanismus (beim Spannungspneumothorax) kann dies rasch lebensbedrohlich werden. Mittels Sonografie kann ein Pneumothorax rasch diagnostiziert werden, allerdings kann weder die Größe abgeschätzt, noch das Vorliegen eines Spannungspneumothorax eruiert werden. Das Stratosphären-Zeichen und der Lungenpunkt dienen dabei als wichtige diagnostische Kriterien.

Stratosphären-Zeichen

Dieses Phänomen wird in der Literatur auch als Barcode-Sign bezeichnet und ist hinweisend auf einen Pneumothorax. Wenn die Pleurablätter nicht mehr direkt aneinander liegen, fehlt auch die unmittelbare Verbindung von Thoraxwand zu den ersten Alveolarschichten, das oben beschriebene „Rauschen“ des Seashore-Zeichens kann sich nicht mehr zeigen. Es imponiert ein Bild, welches von Wiederholungsartefakten der Thoraxwand geprägt ist. Diese Artefakte der unbeweglichen Thoraxwand verändern sich im zeitlichen Verlauf des M-Mode nicht, sie bilden das Stratosphären-Zeichen.

Lungenpunkt

Der Lungenpunkt ist beweisend und pathognomonisch für einen Pneumothorax. Er befindet sich an der Stelle der Pleura, wo die eingeschlossene Luft endet und die beiden Pleurablätter wieder aneinander anliegen. Durch die Atemexkursion stellt sich im M-Mode ein abwechselnder Übergang von Stratosphären- und Seashore-Zeichen dar.

Untersuchung bei Verdacht auf einen Pleuraerguss

- > Schallkopfposition rechts und links lateral in der hinteren Axillarlinie
- > Untersuchung im Liegen oder im Sitzen möglich
- > Pleuraergüsse beim Erwachsenen ab etwa 15 - 20 ml nachweisbar
- > Schätzung der Ergussmenge mit Hilfe folgender Formel:
$$V[\text{ml}] = (H \text{ [cm]} + D \text{ [cm]}) \times 70$$

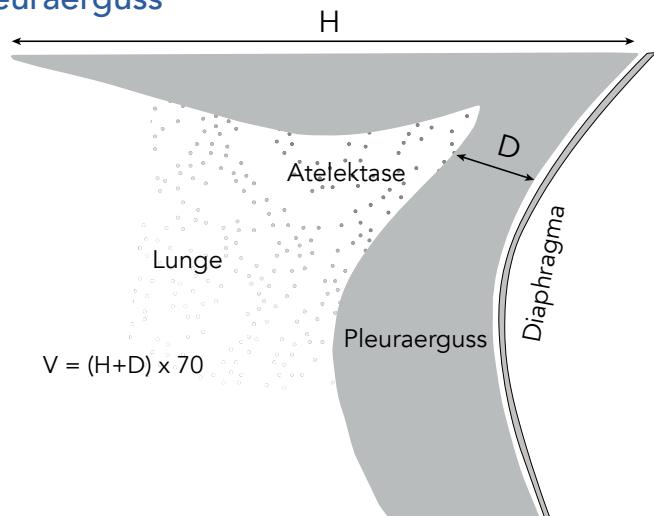


Abb. 12: Volumenbestimmung bei einem Pleuraerguss

Lernmaterialien

YouTube

Zu diesem Kurstag gibt es aktuell noch keine Videos. Bitte abonniere den YouTube-Kanal, um über neue Videos direkt informiert zu werden.



Fragen zu Kurstag 8

8-A Zeichne und erläutere an der Tafel die Standardebene „Transhepatischer Längsschnitt, rechte Niere“. Nenne die Prädilektionsstellen für freie Flüssigkeit nach einem stumpfen Bauchtrauma. Wie stellt sich freie Flüssigkeit sonografisch dar?

8-B Welche Ursachen für freie Flüssigkeit in der Bauchhöhle kennst du? Welche Komplikation kann bei einem therapierefraktären Aszites auftreten?

8-C Zeichne und erläutere an der Tafel die Standardebene „Thorakaler Sagittalschnitt“. Ab welcher Struktur ist auch im physiologischen Bild nur noch mit Artefakten zu rechnen?

8-D Erläutere den M-Mode und seine Vor- bzw. Nachteile. Inwiefern ist er bei der sonografischen Beurteilung der Lunge hilfreich? Erkläre dabei das Seashore- sowie das Stratosphären-Zeichen.

Notizen

Schallartefakte

Grundlagen

Artefakte sind Bildelemente, die aus technischen oder physikalischen Gründen entstehen und kein unmittelbares anatomisches Korrelat haben. Artefakte können den Informationsgehalt eines Bildes verringern, indem andere Bildinformationen überdeckt werden. Sie können allerdings, bei guter Kenntnis der zugrundeliegenden Phänomene, auch dabei helfen, diagnostische Informationen zu gewinnen.

So kann z.B. ein echodichter Gallenblasenstein gelegentlich nur an seinem Schallartefakt, seiner dorsalen Schallauslöschung, sicher zu identifizieren sein.

Im Folgenden werden die wichtigsten Schallartefakte kurz erläutert.

Dorsale Schallverstärkung

Zu beobachten ist dieses Phänomen dorsal von größeren echofreien Strukturen (z.B.: Zysten, GB oder HB).

Schallwellen werden in echofreien Flüssigkeiten (z.B. Blut, Harn oder Galle) weniger reflektiert, da in diesen Flüssigkeiten kaum Impedanzsprünge auftreten.

Dorsal der echofreien Struktur ist daher mehr „Restschallenergie“ vorhanden, dies führt zu einer echoreicheren Darstellung des Gewebes. Im benachbarten Gewebe erfolgt eine gleichmäßige Abschwächung der Schallenergie, daher erscheint dieses im Vergleich echoärmer.

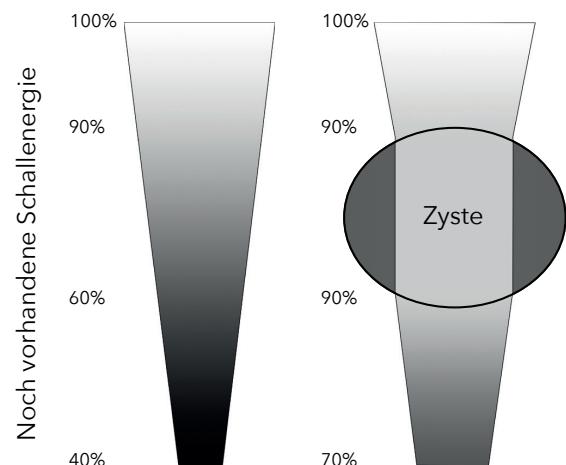


Abb. 13: Dorsale Schallverstärkung hinter einer Zyste

Betontes Ein- und Austrittsecho

Schallwellen, die orthogonal (90°) auf eine reflektierende Struktur treffen, werden zu einem hohen Anteil zum Schallkopf zurückreflektiert. Im Gegensatz dazu werden leicht schräg auftreffende Schallwellen zum Teil auch ins umliegende Gewebe reflektiert (siehe Randschattenphänomen). Dies bewirkt eine scheinbare Schallverstärkung, die zum Beispiel an der schallkopfnahen und -fernen Wand eines Hohlorgans beobachtet werden kann.

Die Differenzierung zwischen Lebervenenast und Portalvenenast kann dadurch erschwert sein.

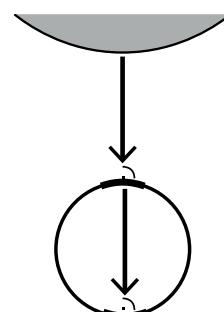


Abb. 15: Betontes Ein- und Austrittsecho

Randschattenphänomen

Überall, wo die Wand von Hohlräumen tangential getroffen wird, werden die Schallwellen zum Teil ins umliegende Gewebe diffus reflektiert. Gleichzeitig kommt es an diesen Grenzflächen auch zu Beugungseffekten.

Daher gelangt ein Teil der Schallwellen nicht zurück zum Schallkopf und trägt nicht zur Bildentstehung bei. Dorsal der tangential getroffenen Wand kann sich daher ein echoärmerer Randschatten zeigen.

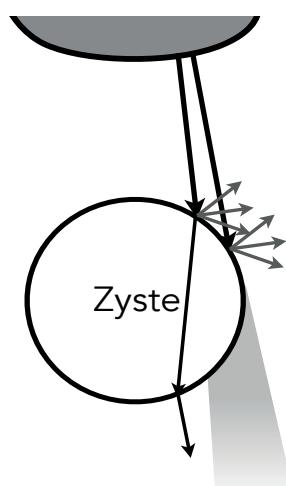


Abb. 14: Randschattenphänomen

Dorsale Schallauslöschung

Hinter Grenzflächen, die Schallwellen zu einem hohen Anteil reflektieren (z.B. Knochen oder Luft) kommt es im Bild zu einer „Auslöschung“, da das Gerät keine Schallwellen von der Hinterseite der Struktur empfängt.

Wiederholungsartefakt

Zwischen Hautschichten und z.B. der ventralen Harnblasenwand kommt es zu sich wiederholenden Reflexionen der Schallwellen. Dadurch kommen diese zum Teil mit einer längeren Laufzeit wieder am Schallkopf an, scheinen also von weiter schallkopffern zu kommen. Das Artefakt wird zum Beispiel in der Harnblase gut sichtbar, da aus dem echofreien Lumen weniger „echte“ Schallsignale kommen. Auch in anderen flüssigkeitsgefüllten Hohlorganen kann dieses Artefakt sichtbar werden.

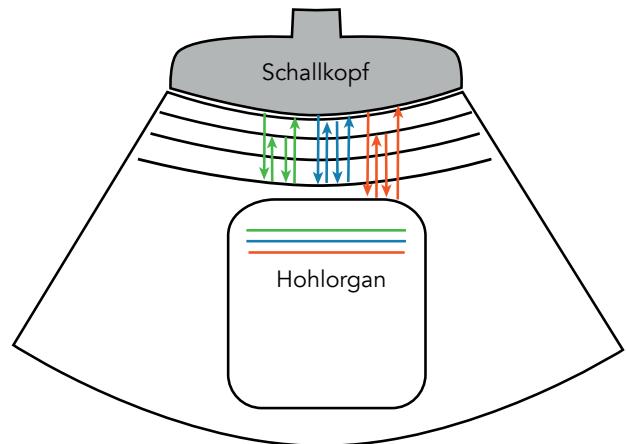


Abb. 16: Wiederholungsartefakte am Beispiel der Harnblase

Spiegelartefakt

Das Spiegelartefakt erscheint hinter schräg angetroffenen, stark reflektierenden Strukturen und kann regelmäßig am Zwerchfell beobachtet werden. Dabei werden die Schallwellen von einer Struktur zurückgeworfen, nachfolgend im Gewebe wieder reflektiert und nehmen dann den umgekehrten Weg zurück zum Schallkopf. Aufgrund der höheren Laufzeit erscheinen damit Spiegelungen im Sonobild, die sich schallkopffern der gespiegelten Struktur darstellen.

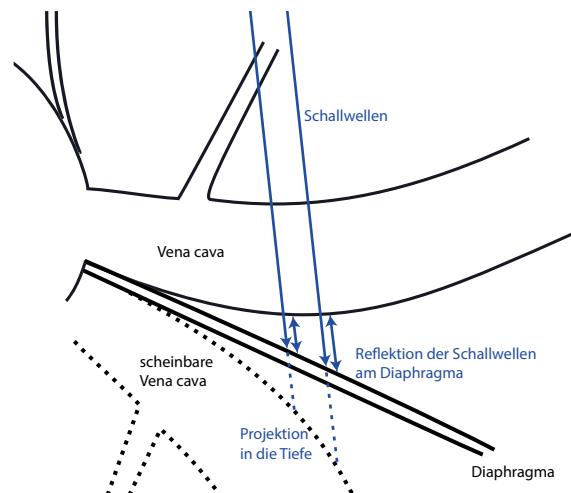


Abb. 17: Spiegelartefakt am Diaphragma

Bogenartefakt

Das Bogenartefakt erscheint als Artefakt in der Verlängerung von länglichen Strukturen. Dabei erscheinen Schallwellen, die von einer Struktur etwas schräg zum Schallkopf reflektiert werden als scheinbare Verlängerung dieser auf dem Sonobild. Aufgrund der etwas längeren Laufzeit dieser Signale erscheint die Verlängerung gekrümmmt.

Anhang

Abkürzungsverzeichnis

ACC	A. carotis communis
ACE	A. carotis externa
ACI	A. carotis interna
AGS	A. gastrica sinistra
AMI	A. mesenterica inferior
AMS	A. mesenterica superior
Ao	Aorta
ARD	A. renalis dextra
ARS	A. renalis sinistra
DHC	Ductus hepatocholedochus
HAL	hintere Axiliarlinie
LL	Leberlappen
LWK	Lendenwirbelkörper
MCL	Medioclavicularlinie
MQQ	Maximal-zu-Quer-Quotient
PPI	Parenchym-Pyelon-Index
SK	Schallkopf
VAL	vordere Axiliarlinie
VCI	V. cava inferior
VJI	V. jugularis interna
VMS	V. mesenterica superior
VP	V. porta
eFAST	extended Focused Assessment with Sonography for Trauma

Befundungsbeispiel

Abdomensonografie bei nüchternem Patienten. Gute Untersuchungsbedingungen. Aorta glatt begrenzt. AO-Durchmesser suprarenal 1,8 cm, infrarenal 1,5 cm. IVC atemundulierend, Durchmesser 1,9 cm. Retroperitoneal keine Raumforderungen.

Pankreas gut beurteilbar mit regelrechtem Reflexmuster und glatter Kontur. Normwertige Organabmessungen. Leber glatt begrenzt, normale Größe, homogenes Parenchym. Gallenblase gefüllt, glatte Konturen, echofreier Inhalt. Milz 11,5 x 3,7 cm.

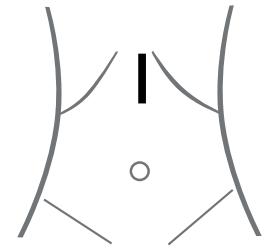
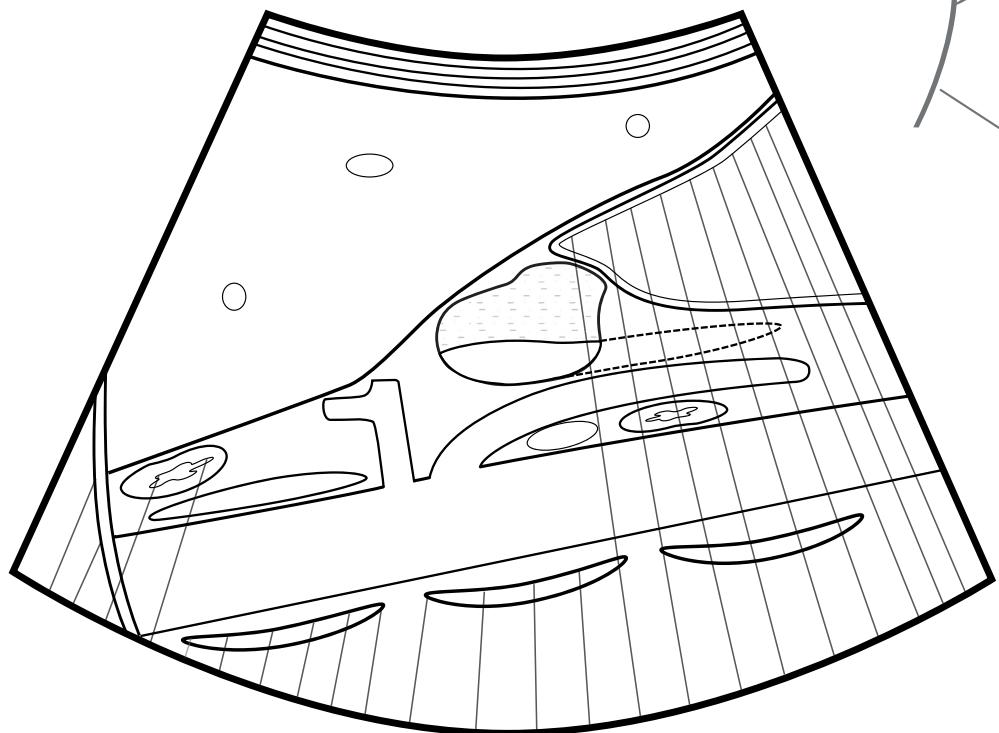
Nieren orthotop gelegen, kein Hinweis auf Harnstau. Niere links 11,3 x 4,8 cm, rechts 10,2 x 5,2 cm. Harnblase unauffällig, echofreier Inhalt. Beckenorgane orientierend unauffällig.

Zusammenfassend unauffälliger Abdomensonografiebefund.

Standardebenen ohne Beschriftung

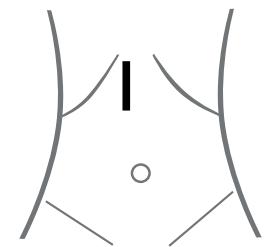
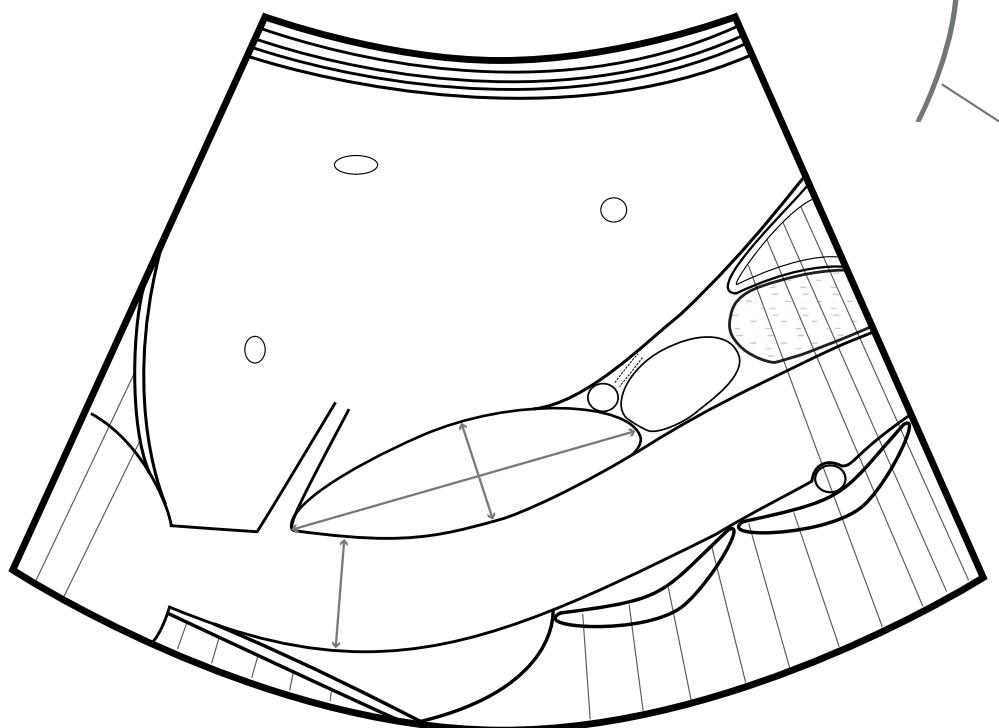
Standardebene 1

Paramedianer Sagittalschnitt Aorta



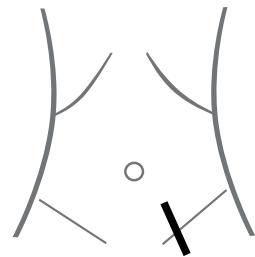
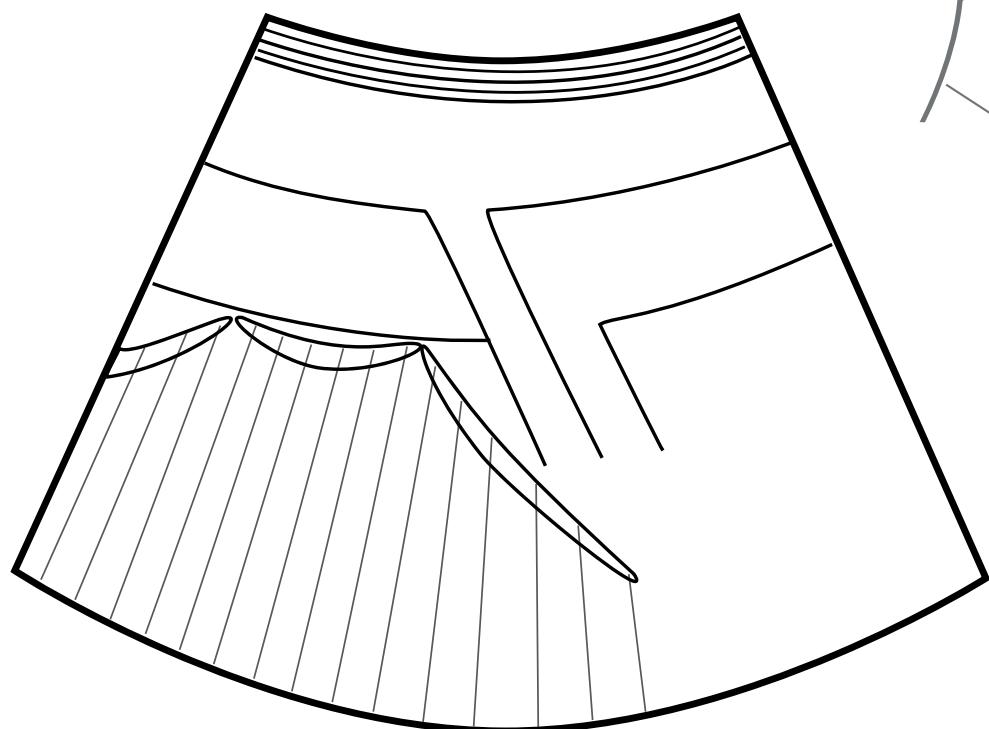
Standardebene 2

Paramedianer Sagittalschnitt Vena cava inferior



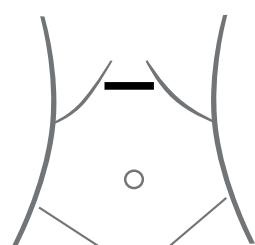
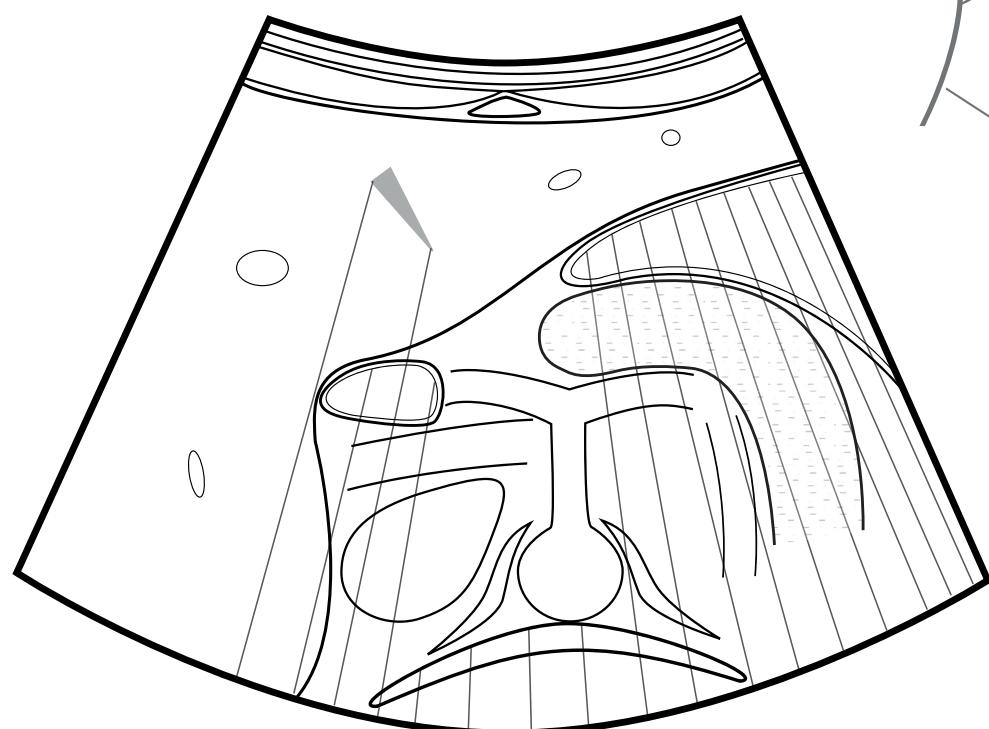
Standardebene 3

Iliakalgefäße



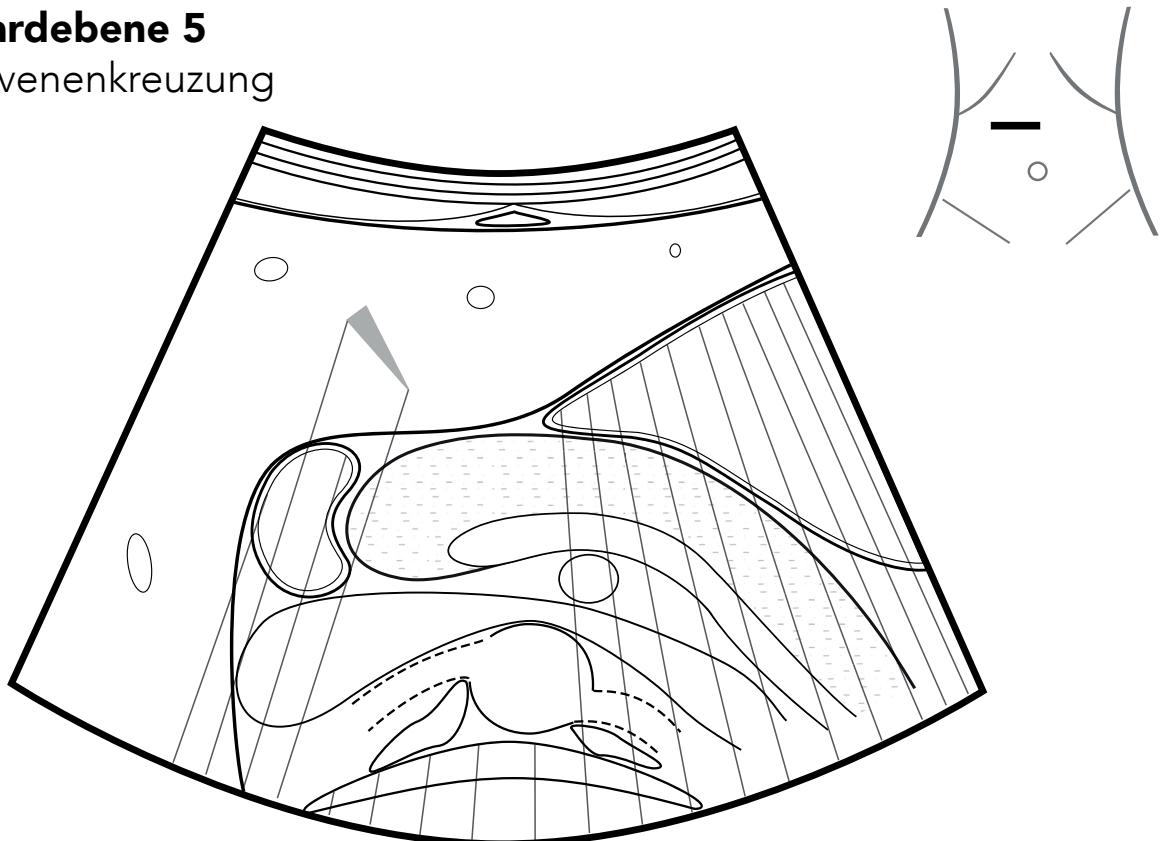
Standardebene 4

Truncus coeliacus



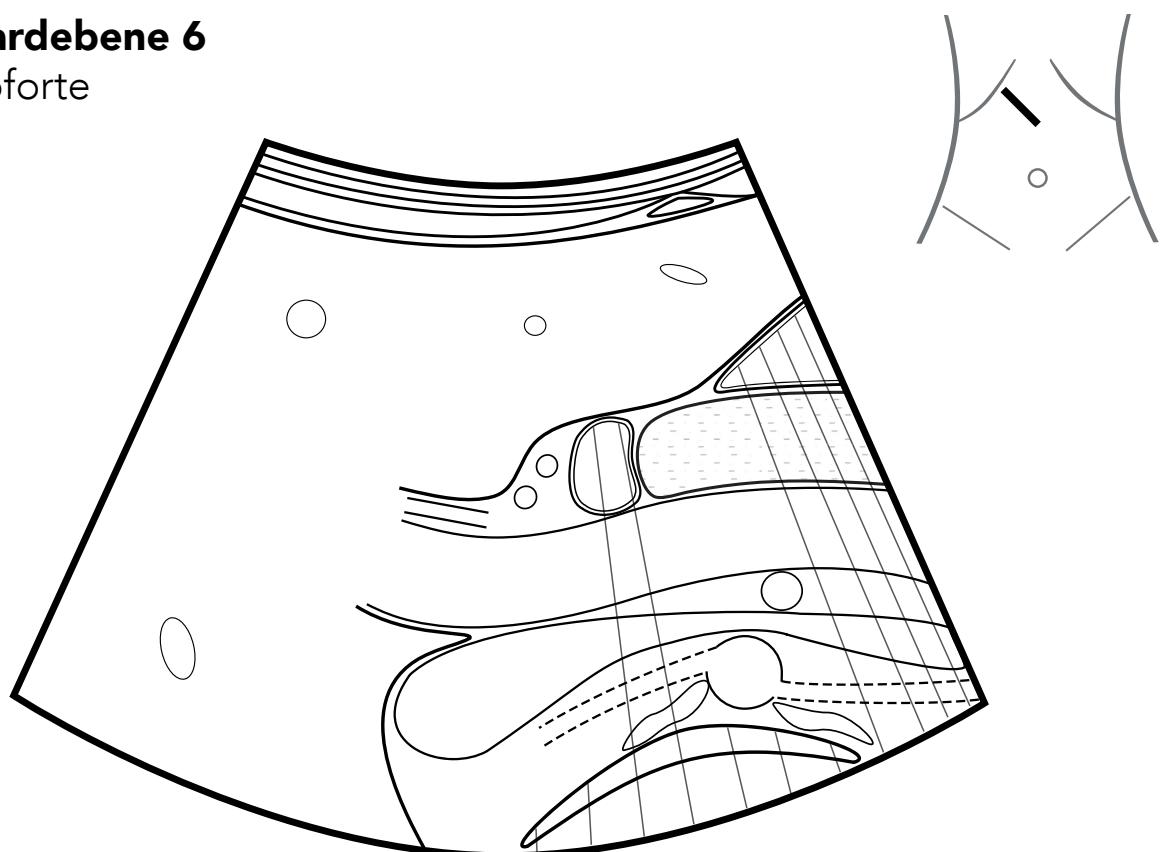
Standardebene 5

Nierenvenenkreuzung



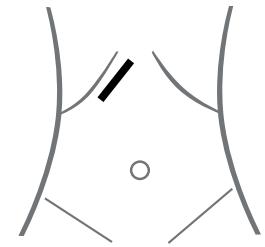
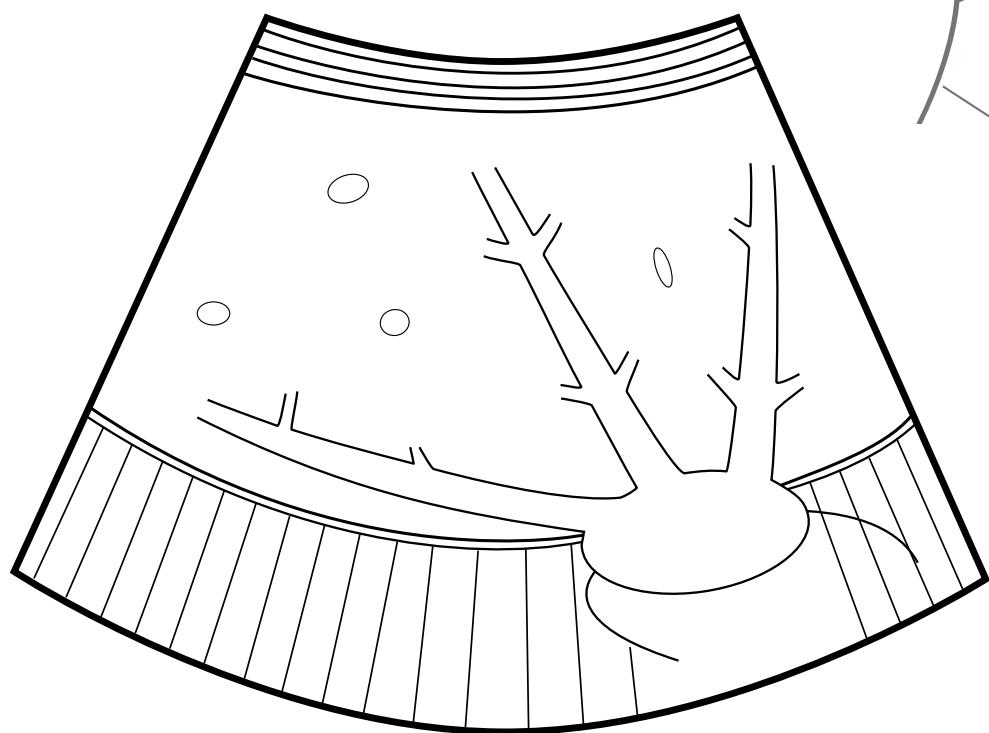
Standardebene 6

Leberpforte



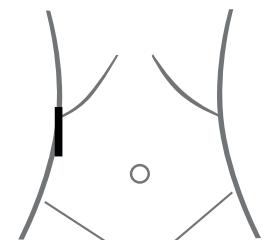
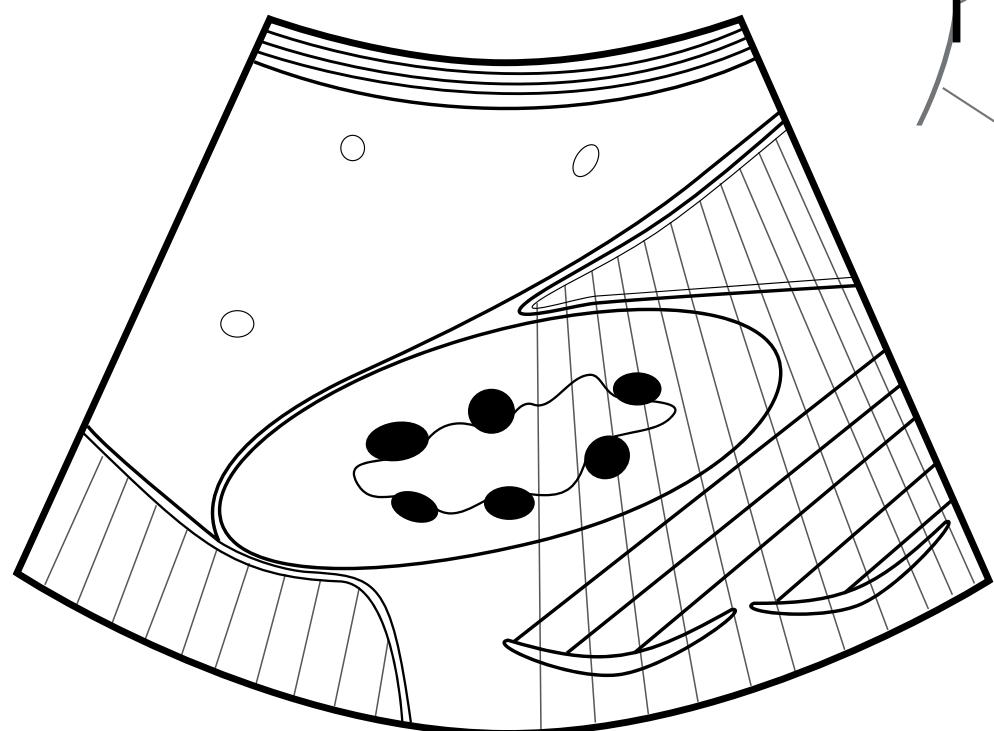
Standardebene 7

Lebervenenstern



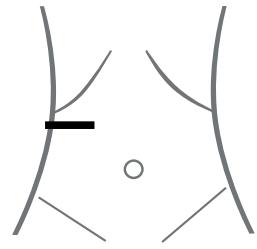
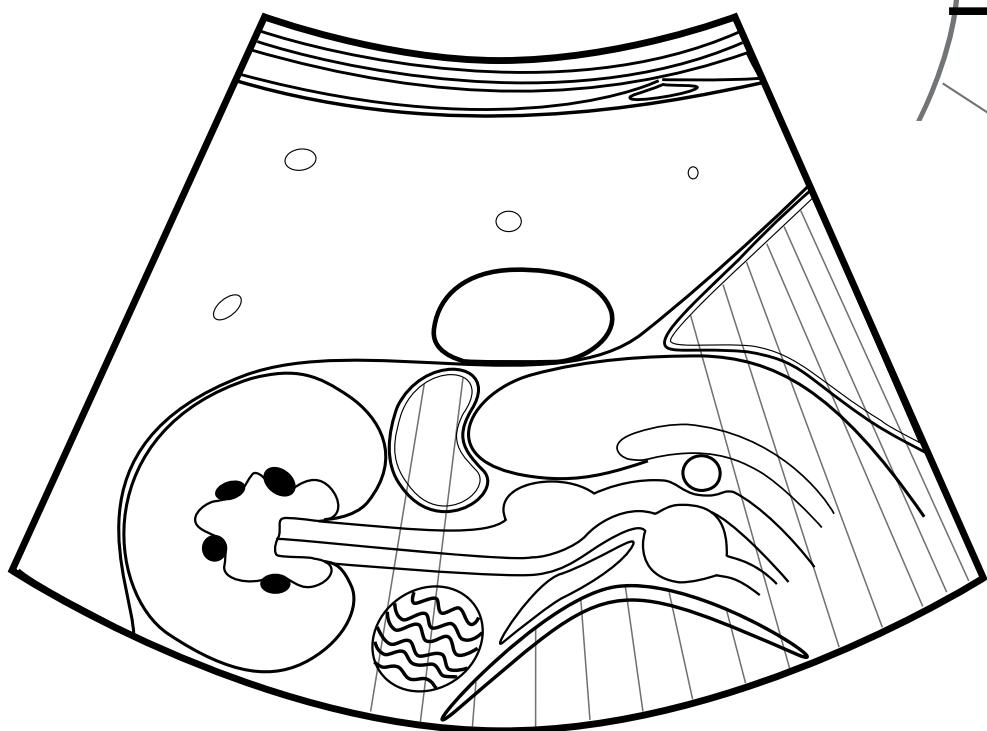
Standardebene 8

Transhepatischer Längsschnitt - Niere längs



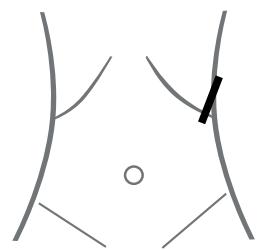
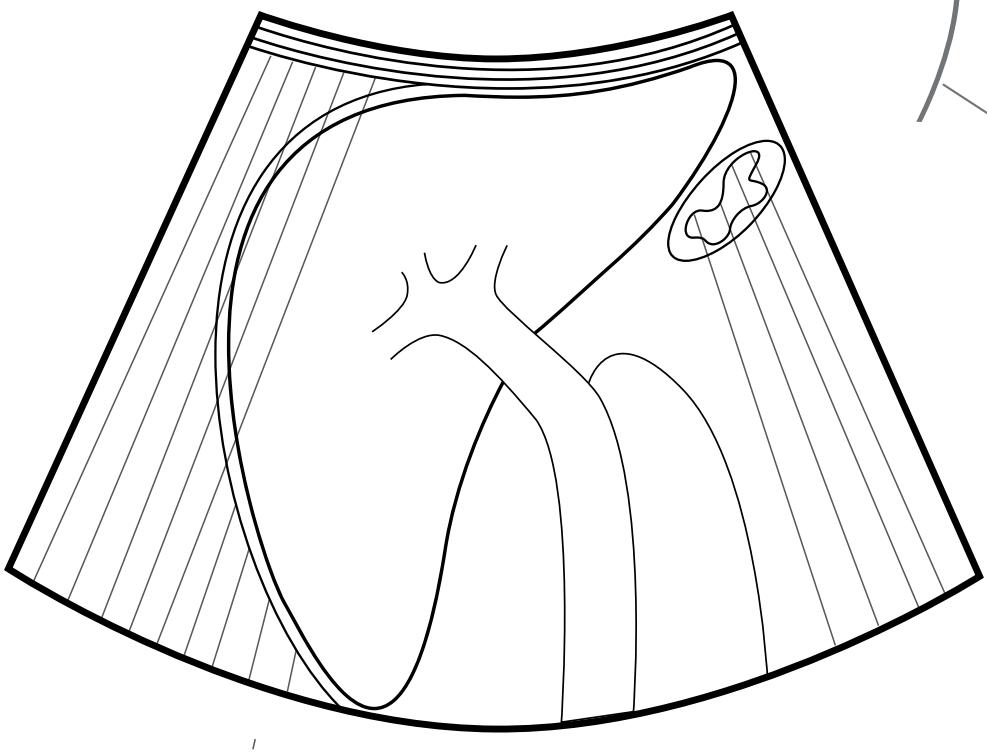
Standardebene 9

Rechte Niere im Querschnitt



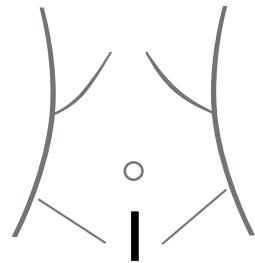
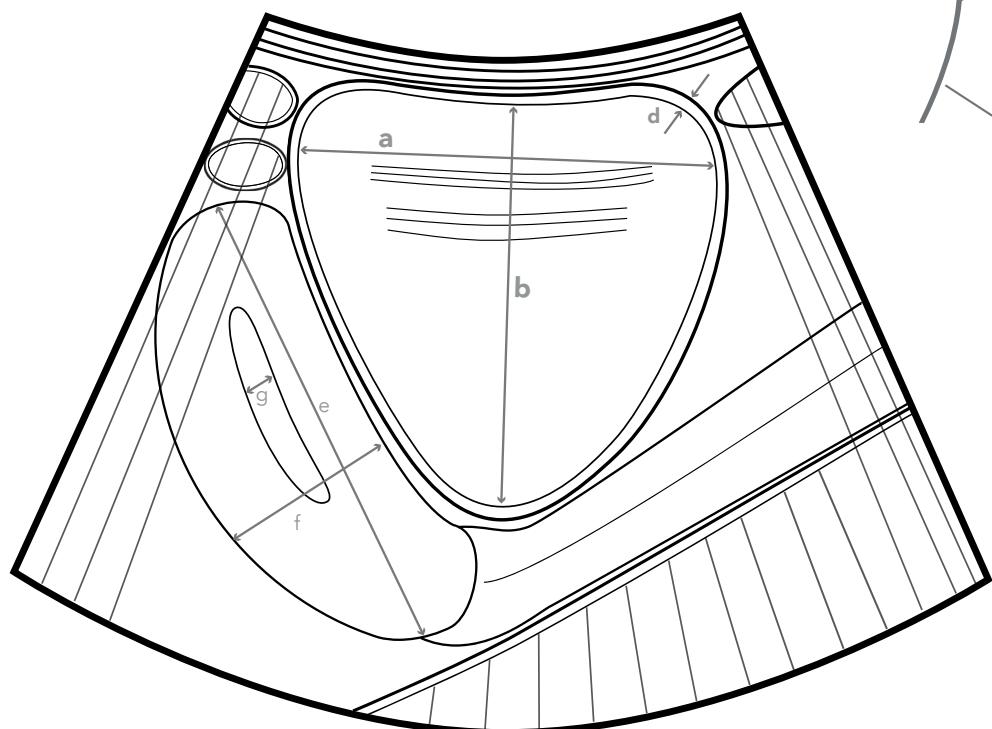
Standardebene 10

Milz - hoher Flankenschnitt links



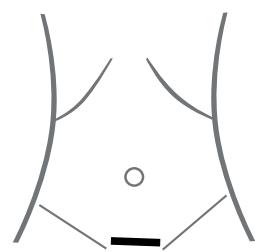
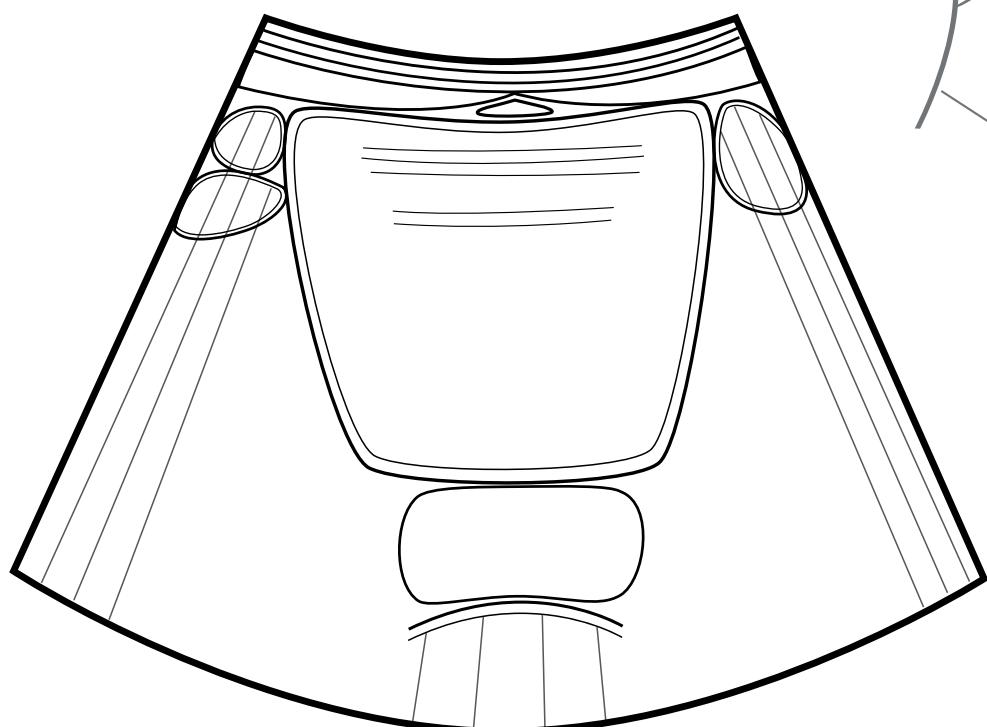
Standardebene 11

Harnblase und Uterus sagittal



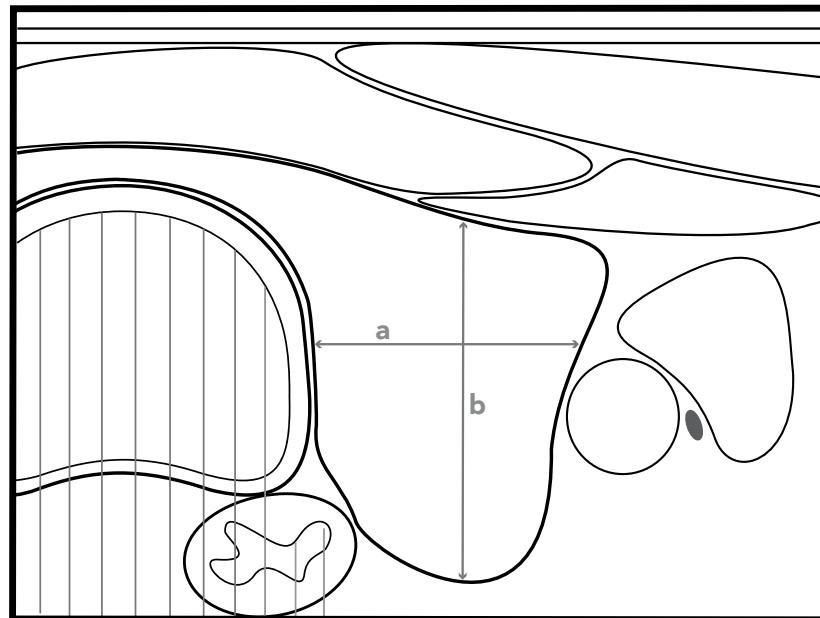
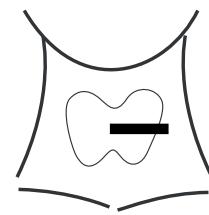
Standardebene 12

Harnblase, Prostata transversal



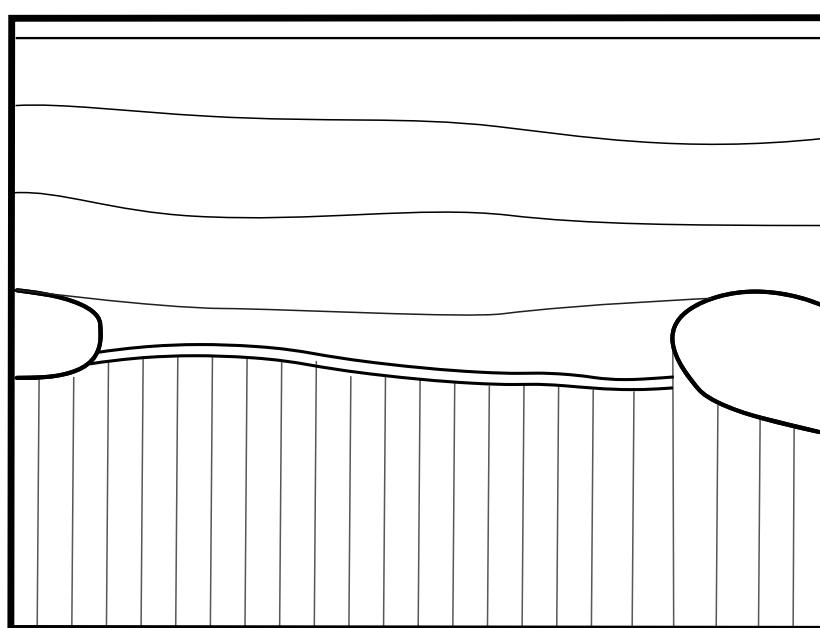
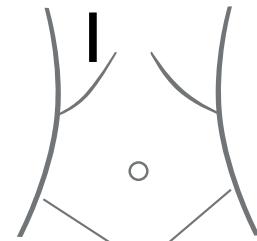
Standardebene 13

Linker Schilddrüsenlappen im Transversalschnitt



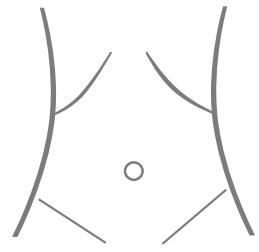
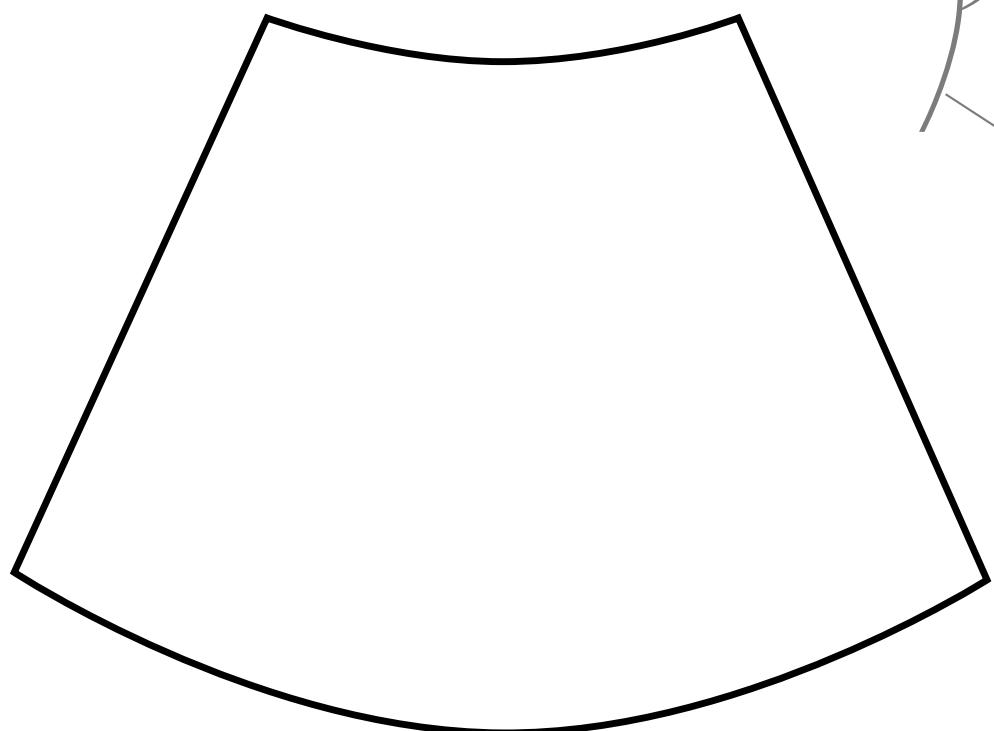
Standardebene 14

Thorakaler Sagittalschnitt

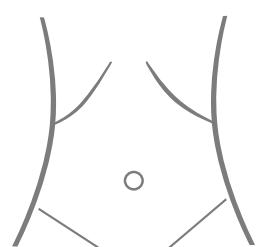
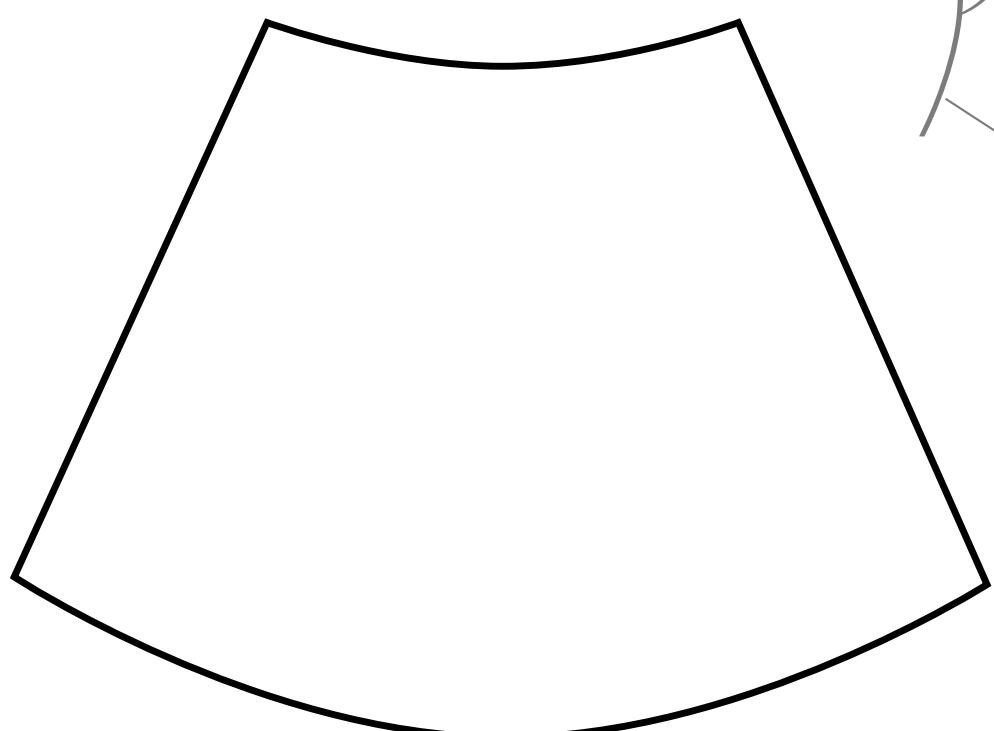


Leere Standardebenen zum Üben

Standardebene



Standardebene



Aufgaben zum Selbststudium

Im Folgenden findest du einige Aufgaben, die zum Beispiel im Rahmen der freien Übungszeiten absolviert werden können. Diese können dir dabei helfen, dich besser sonografisch zurechtzufinden und deine Schalltechnik zu verbessern. Die Aufgaben sind aber nicht unmittelbar prüfungsrelevant.

Abdomensonografie

- > Stelle die der Aortenbifurkation im Sagittal- und Transversalschnitt dar.
- > Versuche die A. lienalis aus dem Truncus heraus so weit wie möglich zu verfolgen
- > Versuche die V. lienalis aus dem Confluens heraus so weit wie möglich zu verfolgen.
- > Stelle dar und miss die Cauda des Pankreas in der Milzebene aus.
- > Versuche das Pankreas im Sagittalschnitt zu durchmustern
- > Untersuche die Gallenblase vor und nach einer Mahlzeit.
- > Verfolge die A. hepatica aus dem Bereich der Leberpforte zum Truncus zurück.
- > Verfolge die V. portae vom Confluens ausgehend so weit wie möglich in die Leber.
- > Verfolge eine Lebervene aus der Ebene des Lebervenensterns so weit wie möglich in die Leber.
- > Identifiziere beim durchmustern der Leber die jeweiligen Lebersegmente.
- > Suche die A. renalis dextra im Sagittalschnitt auf und verfolge sie bis in die Niere.
- > Miss die Atemverschieblichkeit der Niere aus.
- > Versuche eine Nebenmilz zu finden.
- > Stelle die Ovarien bzw. Samenbläschen dar.

Schildrüsensonografie

- > Führt in der Gruppe die Volumenbestimmung mehrmals an einem Probanden durch und vergleicht die Messwerte.
- > Stell die Transversalebene ein und identifiziert umliegende Strukturen wie Gefäße und Muskeln und benennt diese (z.B. mit Hilfe eines Anatomieatlas).
- > Stell den Ösophagus im Sagittalschnitt dar und verfolge diesen.
- > Suche die Carotisgabel auf.

Notfallsonografie

- > Vergleicht verschiedene Schallköpfe in der Lungensonografie miteinander. Wie unterscheiden sich die Bilder?
- > Stoppt bei der FAST-Sonografie die Zeit (Denkt daran euch kurz das jeweilige Organ durch Schwenken anzuschauen!).

Ausblick auf unsere weiteren Kursangebote

Echokurs

Eine weitere wichtige und verbreitete Anwendung findet die Sonografie in der Untersuchung des Herzens. Im Rahmen des GiCuMed-Semesters bieten wir deshalb einen Echokardiografie-Kurs an, in dem Ihr in zwei Einheiten die Grundlagen der echokardiografischen Untersuchung erlernt. In diesem Kurs werdet ihr mit dem Sektorschallkopf die wichtigsten echokardiografischen Schnitte einstellen, desweiteren lernt Ihr die Grundlagen der Duplexsonografie und deren Anwendung in der Kardiologie kennen.

Wahlfach Sonografie pathologischer Befunde

Am Ende eures Grundkurses Abdomensonografie seid Ihr nun sehr gut mit den physiologischen Befunden vertraut. Doch wie sehen die vielfältigen Pathologien des klinischen Alltags im Ultraschall aus?

In unserem klinischen Wahlfach habt Ihr ab dem 8. Semester die Möglichkeit häufige pathologische Befunde der Abdomensonografie, sowie der Gynäkologie und Pränataldiagnostik, kennenzulernen und eure sonografischen Fähigkeiten weiter auszubauen.



Das Sonoteam wünscht euch viel Spaß im Kurs!

Notizen und Skizzen

Eure Messwerte

Aorta

suprarenal:
infrarenal:
AMS-Lumenweite:

Vena cava

Vena cava inferior:

Pankreas

Caput:
Corpus:
Cauda:
Ductus pancreaticus:

Vena portae

Lumenweite:

Gallenwege und Gallenblase

Lumenweite Ductus choledochus:
Gallenblase Organgröße (längs x quer):
Gallenblase Wandstärke:

Leber

Lobus caudatus:

Niere

Länge:
Durchmesser:
Atemverschieblichkeit:
Parenchymbreite:
Parenchym-Pyelon-Index (PPI):

Milz

kraniokaudal:
ventrodorsal:

Harnblase

Wanddicke:
Maximales Volumen:
Restharnvolumen:

Uterus

Länge:
Dicke:
Endometrium (doppelte Dicke):

Prostata

transversal:
ventrodorsal:
kraniokaudal:

Schilddrüse

Schilddrüsenvolumen:

Normwerte

Aorta

Aorta abdominalis - Lumenweite
suprarenal < 2,5 cm
infrarenal < 2,0 cm
Ektasie = 2,5 – 3,0 cm
Aneurysma > 3,0 cm

AO-AMS-Winkel < 30°
AMS-Lumenweite < 0,5 cm
AO-LWK-Distanz < 0,5 cm

Vena cava

Vena cava inferior - Lumenweite
< 2,0 cm
< 2,5 cm (Sportler)

Pankreas

Organgröße
Caput < 3,0 cm
Corpus < 2,0 cm
Cauda < 2,5 cm
Ductus pancreaticus < 0,2 cm

Vena portae

Lumenweite
< 1,3 cm normal
1,3 – 1,5 cm Grauzone
> 1,5 cm => V.a. portale Hypertension

Gallenwege und Gallenblase

Lumenweite Ductus choledochus
< 0,6 cm, bzw.
< 0,9 cm bei Z.n. Cholezystektomie
Intrahepatische Gallenwege
< 0,4 cm
Gallenblase Organgröße
< 11,0 x 4,0 cm (längs x quer)
Gallenblase Wandstärke
präprandial < 0,4 cm
postprandial < 0,7 cm

Leber

Größe sagittal in re MCL < 15,0 cm
Messung Lobus caudatus
< 2,5 x 5 cm
Randwinkel:
< 30° (links-lateraler Rand)
< 45° (kaudaler Rand re. LL)

Niere

Länge: 10,0 – 12,0 cm
Durchmesser: 4,0 – 6,0 cm
Atemverschieblichkeit: 3,0 – 7,0 cm
Parenchymbreite: 1,3 – 2,5 cm
Parenchym-Pyelon-Index (PPI):
1,6 : 1 (unter 30 Jahre)
1,2 – 1,6 : 1 (31 – 60 Jahre)
1,1 : 1 (über 60 Jahre)

Milz

< 11,0 cm (kraniokaudal)
< 4,0 cm (ventrodorsal)

Harnblase

Wanddicke:
< 0,4 cm (bei gefüllter Blase)
< 0,8 cm (post mictionem)
Maximales Volumen:
< 550 ml (Frauen)
< 750 ml (Männer)
Restharnbestimmung
Restharnvolumen < 50 ml

Uterus

Länge 5,0 – 8,0 cm
Dicke 1,5 – 3,0 cm
Endometrium (doppelte Dicke):
< 1,5 cm prämenopausal
< 0,6 cm postmenopausal

Prostata

Transversal < 5,0 cm
Ventrodorsal & kraniokaudal < 3,0 cm

Schilddrüse Schilddrüsenvolumen:

< 25 ml (Männer)
< 18 ml (Frauen)

