

## 3 Pankreas

RÜDIGER KARDORFF

### Vorbemerkung, Untersuchungstechnik, Befundsystematik

#### Vorbemerkung

Ähnlich wie der Magen-Darm-Trakt gilt das Pankreas als „sonographisch schwierig“. Tatsächlich erfordert die vollständige Darstellung und korrekte Beurteilung des Pankreas einige Übung, besondere Sorgfalt und manchmal einige „Tricks“, obwohl Kinder immerhin meist einen leichteren sonographischen Zugang zur Bauchspeicheldrüse bieten als Erwachsene. Unsicherheiten in der sonographischen Pankreasbeurteilung bestehen im pädiatrischen Alltag auch deswegen, weil viele Untersucher wenig Erfahrung mit den insgesamt seltenen pathologischen Pankreasbefunden bei Kindern haben und zudem die Spannbreite der ultraschall-morphologischen Norm bei diesem Organ besonders groß ist.

Dieses Kapitel widmet sich daher zunächst ausführlich der möglichst optimalen Ultraschall-darstellung des Organs und dem Spektrum der Normalbefunde. Es schließt sich eine systematische Deskription sonographisch fassbarer Organläsionen an, bevor in weiteren Abschnitten auf sonographische Aspekte einzelner Krankheitsentitäten eingegangen wird.

#### Untersuchungsbedingungen, Untersuchungsvorbereitung

Die Ultraschalldarstellung des Pankreas kann in jeder klinischen Situation und ohne Vorbereitung versucht werden, scheitert dann aber gelegentlich an Schallhindernissen oder an Unruhe und Abwehr des Patienten. Soweit die klinische Fragestellung entsprechenden Zeit-

verzug zulässt, sollte der Patient nüchtern untersucht werden. Wie auch bei der Darmsonographie bedeutet „nüchtern“ hier nur „keine Nahrung“, während klare (kohlenstofffreie!) Flüssigkeit im Magen und oberen Gastrointestinaltrakt durchaus hilfreich ist für den Blick auf Pankreas, extrahepatische Gallenwege, peripankreatische Lymphknoten und Gefäße. Optimaler Weise soll der Patient vor der Untersuchung also zwar nicht essen bzw. nicht gefüttert werden, darf und soll aber Wasser, Tee, Apfelsaft oder gegebenenfalls auch Macrogol-Lösung wie für die Darmdiagnostik trinken.

Eine Vorbehandlung mit oralen „Entschäumern“ (z.B. sab simplex<sup>®</sup>, Lefax<sup>®</sup>, Endo-Paractol<sup>®</sup> o.a.) wird oft angewandt, da Gas im Dünn- und Dickdarm oft als Haupthindernis für den sonographischen Zugang empfunden wird; klare Evidenz für die Effektivität dieser Maßnahme fehlt, in Anbetracht der Nebenwirkungsfreiheit des Wirkstoffs ist der Versuch aber gerechtfertigt. Bei schmerzhaften Zuständen kann eine Analgesie hilfreich und berechtigt sein, um mit der erforderlichen Ruhe systematisch untersuchen und hierbei auch einen gewissen Schallkopfdruck ausüben zu können. Je nach Fragestellung kann auch eine Sedierung (Chloralhydrat, Midazolam, Propofol) erfolgen; allerdings wird der sedierte Patient nicht mehr jene Atemmanöver durchführen, die die Pankreasdarstellung deutlich erleichtern können (s. Abschnitt „Untersuchungsablauf“).

Gelagert wird der Patient in entspannter Rückenlage, d.h. mit gering angehobenem Oberkörper und leicht gebeugten Beinen (z.B. mit Hilfe einer Knierolle). Zur Darstellung des Pankreasschwanzes durch die Milz hindurch (s. Abschnitt „Untersuchungsablauf“) muss

sich der Patient evtl. leicht zu seiner rechten Seite hin drehen.

### Gerätetechnik

Ein Ultraschallgerät zur Untersuchung des kindlichen Pankreas muss eine hohe räumliche Auflösung (Durchmesser des Organs beim kleinen Kind wenige Millimeter!) mit einer ausreichenden Eindringtiefe verbinden. Diese Kombination findet sich überzeugend nur bei Geräten der gehobenen Qualitätsklassen; dies gilt um so mehr, wenn die Fragestellung auch eine dopplersonographische Untersuchung erforderlich macht – denn das Pankreas mit seinen zarten Eigengefäßen liegt unmittelbar neben bzw. auf den großen Oberbauchgefäßen, was hohe Anforderungen an die Dopplersignaldifferenzierung und die Rausch-/Artefaktunterdrückung des Gerätes stellt. Für eine optimale Pankreas-Sonographie bei Kindern sind daher sogenannte „High-End“-Geräte erforderlich.

Die Untersuchung wird mit einem Curved Array bzw. Konvex-, evtl. auch Sektor-Schallkopf begonnen, mit je nach Alter 4 bis 8 MHz Nennfrequenz, bei Früh- und Neugeborenen auch noch höher. Eine möglichst kleine Schallkopffapertur und zugleich ein breiter Sektorwinkel sind hilfreich, um kleine Schallfenster für eine komplette Übersicht über das in der Tiefe liegende Organ zu nutzen. Linearschallköpfe sind nur bei ungewöhnlich günstigen Bedingungen anwendbar (relativ gasleerer Oberbauch, kooperativer Patient), liefern dann aber exzellente Detailbilder des Pankreaskopfes oder des Corpus.

Neuere pre- und postprocessing-Techniken wie „Echtzeit-Compounding“ und „Harmonic imaging“ führen oft zu besserer Befundaubeute und werden durch den darin geübten Untersucher gezielt eingesetzt. Systematische Untersuchungen zur Effektivität solcher Bildmodi speziell in der Pankreassonographie beim Kind liegen aber nicht vor.

### Topographische Orientierung

Das Pankreas hat eine relativ komplexe, dreidimensionale Form und eine Vielzahl von anatomischen Nachbarschaftsbeziehungen. Für den Einstieg in die Pankreassonographie ist es daher hilfreich, immer wieder einen geeigneten Anatomieatlas zur Orientierung zu Rate zu ziehen.

Das Pankreas liegt retroperitoneal und ist nur gering atemverschieblich. Es wird orientierend in drei Abschnitte eingeteilt:

- Der Pankreaskopf (*caput pancreatis*) ist der rundlichere, kräftige Teil rechts der V. mesenterica superior; er weist einen Ausläufer nach kaudal auf (*processus uncinatus*).
- Der Körper (*corpus pancreatis*) ist linear, flach-ovalär im Querschnitt, und stellt den über die Wirbelsäule bzw. die großen Bauchgefäße hinwegziehenden Mittelteil des Organs dar.
- Der Schwanz (*cauda pancreatis*) liegt links der Medianebene paravertebral und zeigt bei Kindern gegenüber dem zarten Corpus oft eine fächerförmige Verbreiterung; er zieht in einem sanften Schwung von der Wirbelsäule über die Ventralfläche der oberen Hälfte der linken Niere hinweg und meist bis in den Hilus der Milz hinein (und ist durch diese hindurch sonographisch daher fast immer sehr gut zugänglich).

Die Form in der anterior-posterioren Aufsicht wird oft mit einem Spazierstock verglichen, wobei der Pankreaskopf mit seinem *Processus uncinatus* dem nach kaudal gebogenen Spazierstock-Griff entspricht; *Corpus* und *Cauda* bilden in dieser Aufsicht eine dem eigentlichen Spazierstock entsprechende, nahezu gerade Linie. Diese verläuft im Körper nicht streng transversal, sondern mehr oder weniger schräg nach links kranial; für eine optimale Darstellung des Organs in dessen Achsenrichtung muss der Schallkopf daher entsprechend leicht schräg gegen die Körperachse aufgesetzt werden. In einem solchen abgeschrägten Transversalschnitt kann das Organ im günstigen Fall

in ganzer Länge abgebildet werden. Sein Verlauf ist in dieser Abbildungsebene dann doppelt geschwungen im Sinne eines „Ungefähr“-Zeichens (-).

Eng benachbarte Strukturen des Pankreas sind (s.a. Abb. 1, 2)

- sonographisch „in der Tiefe“, anatomisch gesehen also dorsal,
  - unter dem Pankreaskopf die Vena cava
  - unter dem Corpus die Wirbelsäule bzw. die Aorta abdominalis
  - unter der Cauda die craniale Hälfte der linken Niere
- auf gleicher anterior-posteriorer Höhe fast rund um den Pankreaskopf das „C“ des Duodenum, in dessen Konkavität sich das Caput pancreatis förmlich hineinschmiegt
- sonographisch „über“ dem Pankreas, anatomisch also ventral, der Magen (die Magenausgangsregion über Caput und Corpus, das Magencorpus vor dem Pankreaschwanz). Dieser ist vom Pankreas durch einen peritonealen Spaltraum getrennt (die Bursa omentalis); weiter rechts liegt die Leber mit ihrem Pfortenbereich dem Pankreaskopf von cranioventral auf

- links die Milz, an die der Pankreasschwanz meist unmittelbar heranreicht.

Für die topographische Orientierung, aber auch in pathophysiologischer Hinsicht sind die Lagebeziehungen des Pankreas zu diversen Gefäßen essentiell:

- Die Arteria mesenterica superior zieht von ihrem Abgang aus der Aorta unter dem Pankreaskorpus hindurch.
- Die Vena mesenterica superior kommt von kaudal und liegt typischerweise rechts (d.h. im Ultraschallbild links) ventral der A. mesenterica. Auf Höhe des Pankreasunterrandes biegt sie leicht nach lateral Richtung Leberpforte. Der „Spazierstockgriff“ des Proc. uncinatus schlingt sich wie ein Haken um das Gefäß.
- Die Vena lienalis verläuft vom Milzhilus langstreckig exakt dorsal von Pankreascauda und Corpus. Unter dem Cauda-Corpus-Grenzbereich nimmt sie von caudal die V. mesenterica inferior auf; unter dem Corpus-Caput-Grenzbereich vereinigt sie sich mit der von caudal heranziehenden V. mesenterica superior zur Pfortader, welche dann dorsal von Pankreaskopf und Duodenum zur Leber zieht. Vena lienalis und Pfortader gelten daher auch als anatomische „Leitstrukturen“, die in Zweifelsfällen das Auffinden und Identifizieren des Pankreas erleichtern (Abb. 1, 2).
- Die Hauptäste des Truncus coeliacus verlaufen entlang des Pankreasoberrandes: Die A. hepatica communis nach rechts, die A. lienalis nach links. Beide geben kleinere Arterien zur Gefäßversorgung des Organs selbst sowie von Magen und Duodenum ab; unter günstigen Abbildungsbedingungen können einige dieser Äste sonographisch identifiziert werden, z.B. die A. gastroduodenalis ventral des Pankreaskopfes (Abb. 2).
- Der Ductus choledochus kommt aus der Leberpforte rechts ventral der Pfortader und verläuft etwas „steiler“, d.h. mehr in Längsrichtung als diese nach kaudal. Er tritt

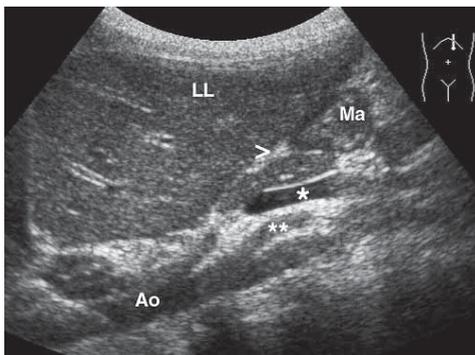


Abb. 1: Normale Anatomie, paramedianer Längsschnitt links. Das Pankreas stellt sich als flach-ovaläre Formation ventral der V. mesenterica superior (\*) dar; nicht ganz zentral eingebettet in das homogene Parenchym strichförmiger Reflex durch den Pankreasgang. LL linker Leberlappen, Ao Aorta abdominalis, Ma Antrumregion des Magens (leer), \*\* A. mesenterica sup. Pfeilspitze (>) markiert die Bursa omentalis.



Abb. 2a

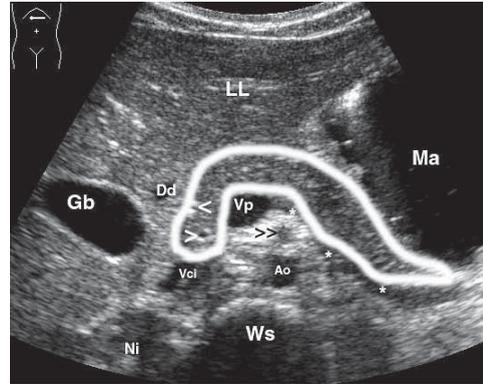


Abb. 2b

Abb. 2a und b: Identisches Bild ohne und mit Markierungen, Pankreaskontur in *Abb. 2b* weiß markiert.

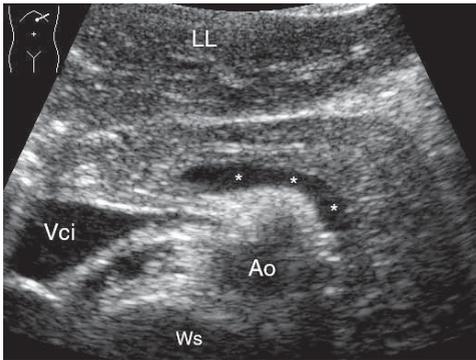


Abb. 2c: Gleicher Schnitt; hier Pankreasgang im Corpus gut erkennbar als echogene Doppelkontur. LL linker Leberlappen, Vp Vena portae (Confluens-Bereich), Ao Aorta abdominalis, Vci Vena cava inferior, Dd Duodenum, Gb Gallenblase, Ma Magen (mit echofreier Flüssigkeit gefüllt), Ni rechte Niere, Ws Wirbelsäule. Sterne (\*) markieren Verlauf der V. lienalis. Pfeilspitze nach rechts (>) markiert distalen D. choledochus, Pfeilspitze nach links (<) markiert A. gastroduodenalis.

Abb. 2: Normale Anatomie, Transversalschnitte entlang der Pankreasachse.

von dorsolateral in den Pankreaskopf ein und verläuft durch diesen hindurch, mit einer sanften Biegung nach rechts-lateral zur Mündung in das Duodenum (Papilla duodeni major, „Vater’sche Papille“). Unter günstigen Bedingungen ist dieser gesamte Verlauf des Gallenganges einschließlich der Papille sonographisch darstellbar (*Abb. 2*).

- Der Pankreashauptgang (Ductus Wirsungianus) verläuft längs durch das gesamte Organ etwa in dessen Mitte; im Bereich des Corpus steht er exakt quer zum Schallstrahl und ist daher hier sonographisch regelhaft erkennbar (*Abb. 1, 2c*), in den anderen Pankreasabschnitten dagegen nur ausnahmsweise (oder bei pathologischer Dilatation).

Der Verlauf der Pankreasgänge unterliegt einer Vielzahl von anatomischen Varianten, deren Darstellung sonographisch nur ausnahmsweise und nur im pathologisch dilatierten Zustand gelingt. Varianten des Gangsystems können pathophysiologisch bedeutsam sein (z.B. „long common channel“ als Risikofaktor für Sekretstau, Lithiasis und Pankreatitis).

## Untersuchungsablauf

Jeder Ultraschalluntersucher sollte sich eine eigene, obligatorisch einzuhaltende „Mindest-routine“ aneignen, mit der er bestimmte Organsysteme oder topographische Areale unter-

sucht. So wird sichergestellt, dass bei Untersuchungsende alle relevanten Informationen systematisch zusammengetragen und auch bei komplexen Befunden kein Detail vergessen wurde. Die Reihenfolge der Einstellungen ist dabei persönlicher Vorliebe überlassen.

Der Autor beginnt die Pankreasdarstellung mit einem paramedianen Längsschnitt im linken Epigastrium. Der Schallkopf wird möglichst weit kranial aufgesetzt und leicht nach kaudal gekippt, um durch das „Fenster“ des linken Leberlappens freien Blick auf das Pankreas zu haben. Wird die Sonde weiter kaudal platziert, liegen Magencorpus oder sogar Quercolon im Schallstrahl und verhindern durch das enthaltene Gas den sonographischen Blick in die Tiefe.

Zur anatomischen Orientierung wird die längs durch das Bild ziehende Aorta und die aus dieser im spitzen Winkel nach ventral abgehende A. mesenterica sup. aufgesucht; auf diesem Gefäß liegen – jeweils im Querschnitt zu sehen – die V. lienalis und hierauf das Pankreas unmittelbar auf (*Abb. 1*). Durch Schwenken und Parallelverschieben des Schallkopfes zunächst nach links und rechts wird das Pankreas nach und nach kontinuierlich durchgemustert, bis es jeweils aus dem Bild verschwindet. In diesen Schnitten wird neben dem Pankreas selbst auch die Organumgebung beachtet: freie Flüssigkeit, parapankreatische Lymphknoten, Auffälligkeiten der o.g. pankreasnahen Gefäße sowie von Leber und biliärem System.

Der Schallkopf wird dann in eine gegen die Körperlängsachse nicht ganz rechtwinklige Richtung gedreht (leicht schräg von rechts kaudal nach links kranial) und das Pankreas so in seiner Organachse dargestellt (*Abb. 2*). Sektorbreite, Eindringtiefe und Fokus werden so adjustiert, dass möglichst das komplette Organ ausreichend großformatig erkennbar ist. In diesem Schnitt können Gesamt-Echogenität und -Textur des Pankreas (im Vergleich zum immer mitabgebildeten Leber-, evtl. auch zum Milzparenchym) und evtl. vorhandene Inhomogenitäten dieser Parameter am besten

beurteilt werden; beim gesunden, einigermaßen schlanken Kind ist in dieser Einstellung regelhaft zumindest im Corpus der Pankreasgang erkennbar (*Abb. 2c*) und hinsichtlich Weite und Unregelmäßigkeit zu beurteilen. Durch fächerförmiges Schwenken des Schallkopfes nach cranial und caudal wird das Organ in dieser zweiten Ebene noch einmal komplett durchgemustert auf der Suche nach fokalen Befunden und solchen an der Organperipherie (z.B. vergrößerte Lymphknoten um den Pankreaskopf bzw. entlang des Pankreasoberrandes). Zum Verfolgen des Processus uncinatus kann – unter kontinuierlicher Sicht – ein Verschieben der Sonde nach rechts und kaudal erforderlich sein. Bei Unsicherheiten in der Identifikation des Pankreas hilft die topographische Orientierung an den vaskulären „Leitstrukturen“: Die Pfortader (von der Leberpforte her) bzw. die V. lienalis (aufgrund ihres charakteristischen bogenförmigen Verlaufs) sind in Transversalschnitten des Oberbauches fast immer sicher aufzufinden – das Pankreas liegt wie oben dargestellt ventral unmittelbar auf dieser „Gefäßschiene“ (*Abb. 2*).

Die dritte Standardeinstellung ist ein etwa rippenparalleler Schrägschnitt von – aus Patientensicht – links dorsolateral. Durch die Milz hindurch wird zunächst durch Schallkopfkippung nach dorsal die Niere aufgesucht. Langsames Schwenken der Sonde nach ventral lässt den auf der Niere liegenden Pankreasschwanz ins Bild kommen (*Abb. 3*). Typischerweise stellt sich die Cauda pancreatis dann etwa dreieckig dar, weil das zum Milzhilus auslaufende Organende breiter als das Corpus ist. Die Darstellung des Pankreasganges gelingt bei diesem Zugang unter physiologischen Umständen nicht, da der Gang praktisch parallel zur Schallrichtung verläuft, wodurch seine Wände keine signifikanten Echos produzieren.

Störendes Gas im Schallweg kann auf verschiedene Weise umgangen werden. Vorab getrunkene bzw. sondierte klare Flüssigkeit im Magen sinkt in Rechtsseitenlage des Patienten in den Antrumbereich, in Linksseitenlage in

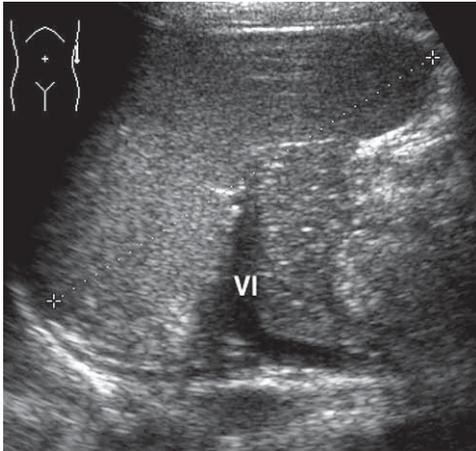


Abb. 3: Normale Anatomie, Flankenschnitt links. Pankreasschwanz durch die Milz (mit Messstrecke markiert) hindurch langstreckig entlang der Vena lienalis (VI) erkennbar.

das Magencorpus und kann bei entsprechendem Aufsetzen des Schallkopfes und in unterschiedlichen Patientenpositionen als variable „innere Vorlaufstrecke“ zu Teilen des Pankreas dienen. Kooperative Kinder können schon im Alter von etwa drei Jahren nach forcierter Inspiration „einen dicken Bauch machen“; hierdurch tritt die Leber tiefer, ihr linker Lap-

pen schiebt sich weiter über das nur gering atemverschiebliche Pankreas. Das „hepatische Schallfenster“ wird dadurch größer. Ausreichend schmerzfreie Patienten werden es zudem meist tolerieren, den Schallkopf mit vorsichtigen, langsam massierenden Bewegungen zunehmend tiefer in den Oberbauch einzudrücken, wodurch Gasansammlungen in Magen und Colon oft weggeschoben werden können. Konvex- bzw. Sektorschallköpfe mit kleiner Auflagefläche können so bei schlanken Kindern gelegentlich fast unmittelbar bis auf die Pankreasoberfläche aufgedrückt werden, wodurch „Nahfeldbilder“ des Organs mit einer räumlichen Auflösung unter 1 mm erzielt werden können (s. z.B. Abb. 11, 16).

Ein wenig üblicher sonographischer Zugang zumindest zum Schwanzbereich des Pankreas ist von dorsal durch die linke Niere hindurch (Abb. 4); dieser Weg verläuft nur durch das Retroperitoneum und ist unabhängig vom Gasgehalt des Gastrointestinaltrakts.

Die genannten Optionen zur Optimierung des sonographischen Zugangs zum Pankreas erfordern Übung und Zeit; ihre Nutzung kann aber den resignierten Befundkommentar „Pankreas

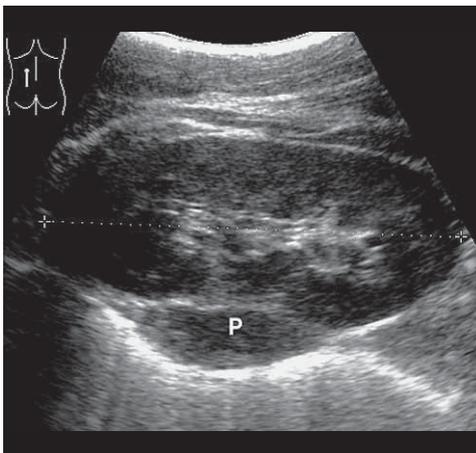


Abb. 4a

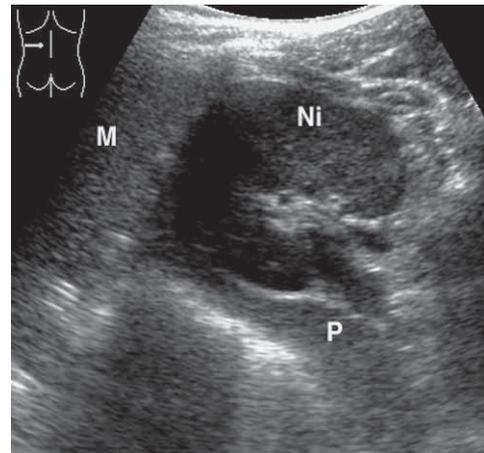


Abb. 4b

Abb. 4: Normale Anatomie, Darstellung des Pankreasschwanzes (P) in Bauchlage des Patienten von dorsal durch die linke Niere (Ni) hindurch im Längs- (Abb. 4a) und Querschnitt (Abb. 4b). (M) Milz.